

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kimia di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya, tetapi tidak bisa dipungkiri bahwa masih terdapat ketergantungan impor dari negara lain untuk memenuhi kebutuhan produk kimia, khususnya asam benzoat. Badan Pusat Statistik (BPS) mengenai asam benzoat pada tahun 2018-2022, kebutuhan asam benzoat di Indonesia sejauh ini masih mengandalkan impor dari negara luar seperti China dan Amerika Serikat. Ketergantungan impor asam benzoat ini dikarenakan belum tersedianya pabrik asam benzoat di Indonesia.

Melihat kondisi tersebut industri asam benzoat memiliki prospek peluang ke depannya. Hal ini karena asam benzoat banyak digunakan di berbagai industri karena sifatnya yang serbaguna. Dalam industri makanan dan minuman, asam benzoat berfungsi sebagai pengawet untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme, sehingga memperpanjang umur simpan produk seperti minuman ringan dan makanan olahan. Dalam farmasi, asam benzoat digunakan sebagai bahan antiseptik ringan dan antijamur, sementara dalam kosmetik, senyawa ini berfungsi sebagai pengawet untuk menjaga stabilitas produk perawatan kulit. Selain itu, asam benzoat menjadi bahan baku penting dalam sintesis senyawa turunan seperti benzil benzoat, resin alkid, dan plastik berbasis polietilen tereftalat (PET). Produksi asam benzoat secara komersial dilakukan melalui proses oksidasi toluena menggunakan oksigen dengan katalis logam seperti kobalt, yang menawarkan efisiensi tinggi, biaya rendah, dan kompatibilitas dengan standar lingkungan. Dengan aplikasi luas dan permintaan global yang terus meningkat, asam benzoat merupakan salah satu bahan kimia strategis dalam industri modern (Green, M., & Willhite, C. C, 2021).

Industri ini diperkirakan berpotensi menghasilkan keuntungan yang besar. Manfaat lain dari pendirian pabrik baru asam benzoat di Indonesia adalah jika ditinjau dari sektor sumber daya manusia akan menciptakan lapangan pekerjaan untuk masyarakat baik dari wilayah lokasi pendirian pabrik maupun luar daerah sehingga

dapat memajukan kualitas dan kuantitas sumber daya manusia dalam negeri guna merealisasikan generasi emas ditahun mendatang. Selain itu, Indonesia juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap produk luar negeri.

Kebutuhan bahan baku merupakan faktor penting yang menentukan kelangsungan produksi. Toluena dan oksigen merupakan bahan baku dalam pembuatan asam benzoat ini. Oksigen terdapat bebas di udara dan kebutuhan toluena di Indonesia dipenuhi oleh PT TransPacific Petrochemical Indotama, Tuban Jawa Timur dengan kapasitas produksi 100.000 ton/tahun. Mengacu pada kondisi tersebut, pendirian pabrik asam benzoat di dalam negeri menjadi sangat diperlukan.

Pabrik asam benzoat yang akan didirikan memiliki keunggulan utama dalam pemanfaatan aliran panas dengan penggunaan *heat exchanger*. *Heat exchanger* berfungsi untuk mengoptimalkan pemanfaatan aliran panas dalam proses produksi, sehingga mengurangi konsumsi energi secara keseluruhan. Sistem ini memungkinkan pemanfaatan panas dari aliran fluida panas untuk memanaskan aliran fluida yang lebih dingin, sehingga mengurangi kebutuhan energi eksternal. Dengan demikian, penggunaan heat exchanger tidak hanya meningkatkan efisiensi termal tetapi juga mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan. Selain itu, kontrol suhu yang lebih baik melalui heat exchanger membantu menjaga kestabilan proses oksidasi, meningkatkan kualitas dan konsistensi produk asam benzoat yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Permintaan asam benzoat di Indonesia semakin bertambah seiring dengan banyaknya pemanfaatan di berbagai sektor industri kimia lainnya. Dengan demikian, peluang pasar asam benzoat masih sangat besar. Di samping itu, belum berdirinya pabrik asam benzoat di Indonesia menciptakan kesempatan yang sangat baik untuk memenuhi permintaan konsumen domestik.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Tujuan dari prarancangan pabrik ini adalah:

1. Menerapkan disiplin ilmu teknik kimia, khususnya pada mata kuliah Operasi Teknik Kimia, Instrumentasi Proses, Perancangan Alat Proses, dan Perancangan Proses Pabrik Kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan prarancangan pabrik pembuatan asam benzoat.
2. Sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik kimia.
3. Untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu teknik kimia yang telah dipelajari selama dibangku perkuliahan.
4. Memenuhi kebutuhan asam benzoat di Indonesia.
5. Memberi lapangan pekerjaan dan memicu peningkatan produktivitas rakyat yang pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan rakyat.

1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik

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

1. Memenuhi kebutuhan konsumen dalam negeri.
2. Mengurangi ketergantungan impor dari negara asing sehingga dapat menghemat devisa negara.
3. Sebagian hasil produk dapat di ekspor sehingga dapat menambah kas negara.

1.5 Batasan Masalah

Di dalam penyusunan dan penyelesaian tugas perancangan proses pabrik asam benzoat ini, penyusun hanya membatasi pada *flowsheet (steady state)* pabrik asam benzoat, pemasangan alat kontrol, neraca massa, neraca energi, spesifikasi peralatan, analisa ekonomi, dan unit utilitas.

1.6 Kapasitas Perancangan Pabrik

Kapasitas produksi dapat diartikan sebagai jumlah produk maksimal yang dapat diproduksi dalam tiap tahun. Kapasitas perancangan 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 juga dipertimbangkan faktor lainnya. Hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan kapasitas perancangan pabrik yaitu data kebutuhan konsumen asam benzoat di Indonesia, kapasitas minimal pabrik yang telah beroperasi, dan ketersediaan bahan bakunya. Data tersebut akan diuraikan sebagai berikut

1.6.1 Ketersediaan Bahan Baku Produksi Asam Benzoat

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat di prioritaskan. Bahan baku utama pembuatan asam benzoat, berupa toluena yang diperoleh PT Trans Pasific Petrochemical Indotama yang berlokasi di Tuban, Jawa Timur. Mengingat ketersediaan bahan baku yang banyak melimpah dan kebutuhan akan asam benzoat yang sangat besar, maka dapat dipertimbangkan lebih lanjut untuk mendirikan pabrik tersebut untuk memenuhi kebutuhan asam benzoat.

Pemilihan bahan baku merupakan hal yang penting dalam produksi asam benzoat, karena kemurnian produk yang dihasilkan dan desain pabrik tergantung dari kualitas bahan baku dari produk yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan adalah toluena. Adapun beberapa hal yang dipertimbangkan mendasari pemilihan bahan baku tersebut adalah :

1. Bahan baku mudah didapat karena telah diproduksi di Indonesia dengan jumlah yang besar.
2. Ketersediaan bahan baku cukup banyak sehingga kelangsungan pabrik serta kontinuitasnya dapat terjamin

Berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian Perindustrian (2014), terdapat beberapa perusahaan yang memproduksi toluena di dalam negeri seperti yang terdapat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Produksi Toluena di Indonesia

No.	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	PT. Trans Pasific Petrochemical Indotama	Tuban, Jawa Timur	100.000
2.	PT. Pertamina RU IV	Cilacap, Jawa Tengah	12.000

(Sumber: Kementerian Perindustrian, 2014)

Selain produksi di dalam negeri, menurut data yang diperoleh di Kementerian Perindustrian (2014) terdapat juga produsen toluena di luar negeri khususnya di negara tetangga seperti yang terdapat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Produksi Toluena di Luar Negeri

No.	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	PT. Titan Petrochemical	Malaysia	775.000
2.	Petrochemical Cooperation	Singapore	195.000

(Sumber:Kementerian Perindustrian, 2014)

Pembuatan produk asam benzoat diperlukan bahan baku yaitu antara lain oksigen. Untuk oksigen diperoleh dari PT. Samator Indo Gas Tbk yang berada di Surabaya, Jawa Timur Berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian Perindustrian (2014), terdapat beberapa perusahaan yang memproduksi oksigen di dalam negeri seperti yang terdapat pada Tabel 1.3

Tabel 1.3 Produksi oksigen di Indonesia

No.	Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	PT. Samator Indo Gas Tbk	318.750

2.	PT. Air Liquide Indonesia	193.050
3	PT. Linde Indonesia	93.750
4	PT. Aneka Gas Indutri Tbk	498.000

(Sumber: Databoks Ekonomi)

1.6.2 Kebutuhan Asam Benzoat Didunia

Asam benzoat banyak digunakan di berbagai industri karena sifatnya yang serbaguna. Dalam industri makanan dan minuman, asam benzoat berfungsi sebagai pengawet untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme, sehingga memperpanjang umur simpan produk seperti minuman ringan dan makanan olahan. Negara-negara yang memiliki kebutuhan asam benzoat di dunia dapat dilihat di tabel 1.4 berikut:

Tabel 1.4 Data Impor Asam Benzoat di Luar Negeri

No.	Tahun	Berat (Ton)
1.	Turki	9.743,178
2.	Thailand	10.319,418
3.	Korea Selatan	10.679,376
4.	Jepang	10.907,394
5.	Rusia	11.691,851
6.	India	23.261,637

(Sumber: UNData, 2020)

Kebutuhan impor asam benzoat pada negara turki dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar asam benzoat yang akan meningkatkan nilai ekspor asam benzoat di indonesia pada pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan ditetapkan. Adapun kebutuhan impor asam benzoat pada negara turki didapat pada tahun 2018-2024 dapat dilihat pada tabel 1.5

Tabel 1.5 Data Impor Asam Benzoat di Turki

No.	Tahun	Berat (Ton)
1.	2018	6.837,914
2.	2019	7.089,023

3.	2020	7.489,277
4.	2021	7.789,092
5.	2022	8.114,773
6.	2023	8.440,454
7	2024	8.766,135

(Sumber: UNData, 2020)

1. Kebutuhan Asam Benzoat di Thailand

Kebutuhan impor asam benzoat pada negara thailand dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar asam benzoat yang akan meningkatkan nilai ekspor asam bezoat di indonesia pada pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. Adapun kebutuhan impor asam benzoat pada negara thailand didapat pada tahun 2018-2024 dapat dilihat pada tabel 1.6.

Tabel 1.6 Data Impor Asam Benzoat di Thailand

No.	Tahun	Berat (Ton)
1.	2018	7.092,830
2.	2019	7.583,465
3.	2020	7.799,686
4.	2021	8.198,850
5.	2022	8.552,278
6.	2023	8.905,706
7.	2024	9.259,134

(Sumber: UNData, 2020)

2. Kebutuhan asam Benzoat di Korea Selatan

Kebutuhan impor asam benzoat pada negara korea selatan dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar asam benzoat yang akan meningkatkan nilai ekspor asam bezoat di indonesia pada pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. Adapun kebutuhan impor asam benzoat

pada negara korea selatan didapat pada tahun 2018-2024 dapat dilihat pada tabel 1.7.

Tabel 1.7 Data Impor Asam Benzoat di Korea Selatan

No.	Tahun	Berat (Ton)
1.	2018	7.092,830
2.	2019	7.583,465
3.	2020	7.799,686
4.	2021	8.198,850
5.	2022	8.552,278
6.	2023	8.905,706
7.	2024	9.259,134

(Sumber: UNData, 2020)

4. Kebutuhan Asam Benzoat di Jepang

Kebutuhan impor asam benzoat pada negara jepang dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar asam benzoat yang akan meningkatkan nilai ekspor asam bezoat di indonesia pada pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. adapun kebutuhan impor asam benzoat pada negara jepang didapat pada tahun 2018-2024 dapat dilihat pada tabel 1.8.

Tabel 1.8 Data Impor Asam Benzoat di Jepang

No.	Tahun	Berat (Ton)
1.	2018	6.013,982
2.	2019	6.448,538
3.	2020	7.110,037
4.	2021	7.619,232
5.	2022	8.167,259
6.	2023	8.715,286
7.	2024	9.263,313

(Sumber: UNData, 2020)

5. Kebutuhan Asam Benzoat di Rusia

Kebutuhan impor asam benzoat pada negara rusia dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar asam benzoat yang akan meningkatkan nilai ekspor asam bezoat di indonesia pada pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. adapun kebutuhan impor asam benzoat pada negara rusia didapat pada tahun 2018-2024 dapat dilihat pada tabel 1.9

Tabel 1.9 Data Impor Asam Benzoat di Rusia

No.	Tahun	Berat (Ton)
1.	2018	6.133,040
2.	2019	6.550,061
3.	2020	7.383,764
4.	2021	7.939,679
5.	2022	8.565,041
6.	2023	9.190,403
7.	2024	9.815,765

(Sumber: UNData, 2020)

6. Kebutuhan Asam Benzoat di India

Kebutuhan impor asam benzoat pada negara india dilakukan pengambilan data untuk mengetahui peluang berapa besar asam benzoat yang akan meningkatkan nilai ekspor asam bezoat di indonesia pada pra-rancangan pabrik dengan kapasitas yang akan di tetapkan. adapun kebutuhan impor asam benzoat pada negara india didapat pada tahun 2018-2024 dapat dilihat pada tabel 1.10

Tabel 1.10 Data Impor Asam Benzoat di India

No.	Tahun	Berat (Ton)
1.	2018	11.327,106
2.	2019	12.622,771
3.	2020	13.981,562
4.	2021	15.298,269
5.	2022	16.625,497
6.	2023	17.952,725
7.	2024	19.279,953

(Sumber: UNData, 2020)

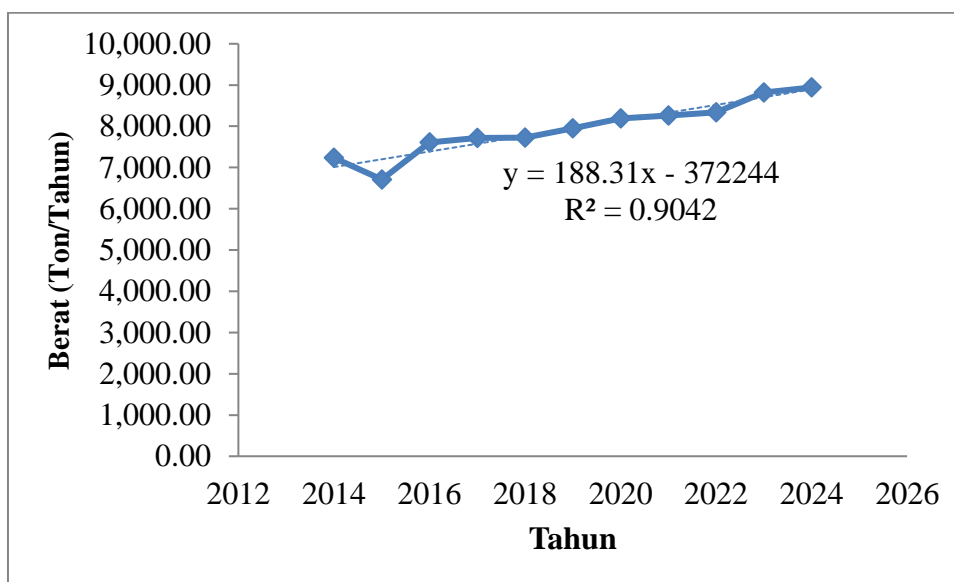
1.6.3 Prediksi Kebutuhan Ekspor dan Impor Asam Benzoat di Indonesia

Untuk memenuhi kebutuhan asam benzoat, Indonesia masih harus mengimpor asam benzoat dari negara lain. Data impor yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) mengenai asam benzoat pada tahun 2018-2024 dapat dilihat pada Tabel 1.11.

Tabel 1.11 Data Impor Asam Benzoat di Indonesia

No.	Tahun	Berat (Ton)
1.	2018	11.327,106
2.	2019	12.622,771
3.	2020	13.981,562
4.	2021	15.298,269
5.	2022	16.625,497
6.	2023	17.952,725
7.	2024	19.279,953

(Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS))



Gambar 1.1 Grafik Data Impor Asam Benzoat di Indonesia

Dari persamaan $y = 188.31x - 372244$ dan nilai korelasi (R^2) = 0.9042 besarnya kebutuhan asam benzoat di Indonesia untuk tahun 2028 adalah sebesar 9.460,37 ton.

Berdasarkan **Tabel 1.11** dan **Gambar 1.1** didapatkan hasil data

ekstrapolasi impor asam benzoat di Indonesia melalui Tabel 1.12.

Tabel 1.12 Data Ekstrapolasi Impor Asam Benzoat di Indonesia

No.	Tahun	Berat (Ton)
1	2025	9.083,75
2.	2026	9.272,06
3.	2027	9.460,37
4.	2028	9.648,68

Dari pertimbangan di atas, seperti kebutuhan asam benzoat di Indonesia, data ekstrapolasi, ketersediaan bahan baku dan produksi asam benzoat di luar negeri, pemilihan kapasitas produksi yang diambil adalah berdasarkan produksi asam benzoat di dunia dilihat dari pabrik yang telah berdiri, yaitu pabrik Tianjin Dongda Chemical dengan kapasitas 90.000 ton/tahun dan dilihat data impor luar negeri berkisar 76.602854 ton/tahun maka kapasitas produksi pabrik asam benzoat yang akan didirikan di Indonesia pada tahun 2028 mendatang adalah 40.000 ton/tahun. Dimana dari kapasitas yang kami tentukan dapat menutupi 25% impor asam benzoat indoneesia dan 75% ekspor asam benzoat keluar negeri. Maka dari itu dengan adanya perancangan pabrik asam benzoat ini dengan kapasitas 40.000 ton/tahun diharapkan:

- Dapat memenuhi kebutuhan asam benzoat di Indonesia sehingga mengurangi impor dari luar negeri hingga 75%.
- Memberikan kesempatan pada industri-industri yang menggunakan bahan asam benzoat untuk mengembangkan produksinya dan memperoleh bahan baku dengan mudah tanpa harus mengimpor.
- Membuka lapangan pekerjaan untuk masyarakat sekitar sehingga dapat mengurangi angka pengangguran di Indonesia.

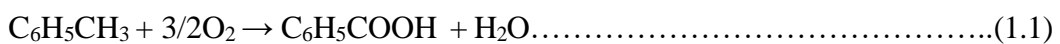
Meningkatkan pendapatan negara dari sektor industri dengan mengekspor

1.7 Pemilihan Proses

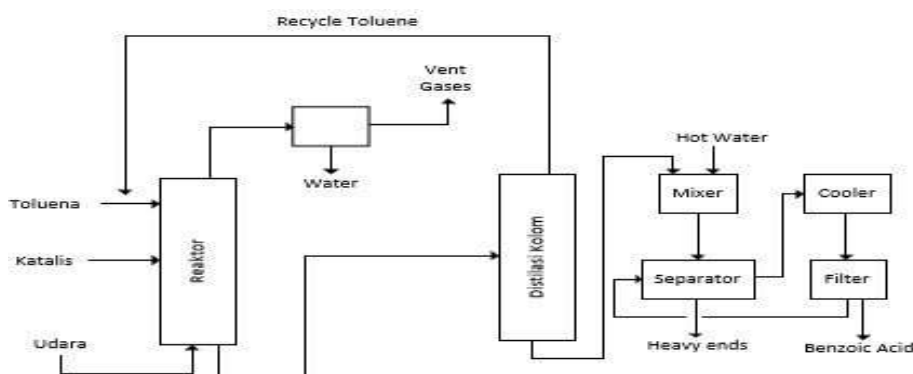
Pemilihan Proses Prarancangan Pabrik Dalam pembuatan asam benzoat ada 3 macam proses yang telah 4 dikembangkan, proses tersebut menggunakan bahan baku yang berbeda, yaitu (Mc Ketta, 1977):

1.7.1 Proses Oksidasi Toluena

Oksidasi fase cair dan gas yang kontinyu dari toluena dan oksigen dengan adanya katalis *cobalt naphthenate* menghasilkan asam benzoat air. Toluena, katalis *cobalt naphthenate*, dan oksigen dialirkan ke dalam reaktor dengan kondisi operasi 160°C untuk temperatur dan 5 atm untuk tekanan. Untuk menjaga suhu agar tetap konstan, reaktor dilengkapi koil atau jaket pendingin. Reaksi pembentukan asam benzoat dengan proses oksidasi toluena ditunjukkan pada Persamaan 1.1.



Hasil keluaran bawah reaktor dialirkan menuju kolom distilasi untuk dilakukan pemisahan bahan baku yang tidak bereaksi dengan sempurna dan produk. *Top column* menghasilkan toluena yang di *recycle* untuk dimanfaatkan kembali sebagai *inlet* reaktor, sedangkan *bottom column* dialirkan menuju *mixer* dengan menambahkan *hot water* terlebih dahulu untuk melarutkan asam benzoat. Lapisan yang kaya akan asam benzoat didinginkan setelah dialirkan ke separator untuk mendapatkan endapan kristal asam benzoat. Endapan tersebut kemudian dikeringkan kembali untuk memperoleh kristal asam benzoat dengan kemurnian tinggi. Proses oksidasi toluena menghasilkan konversi sebesar 90%. Adapun Flowsheet dasar untuk proses Oksidasi Toluena ditunjukkan pada Gambar 1.12 (Ullman, 2005).



Gambar 1.2 Flowsheet Dasar Proses Oksidasi Toluena

Awal Analisa ekonomi awal merupakan perhitungan jumlah dari harga bahan baku harga produk yang akan dijual sebagai penentu apakah pabrik yang akan dirancang dapat memberikan keuntungan atau memberikan kerugian.

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknik dan ekonomi. Adapun Uji Ekonomi Awal Proses proses Oksidasi Toluena ditunjukkan pada Tabel 1.13

Tabel 1.13 Uji Ekonomi Awal Proses Oksidasi Toluena

Bahan baku yang Digunakan	Berat Molekul (g/mol)	Harga (Rp/Kg)
Bahan Baku:		
1. Toluena	92,14	13.181
2. Oksigen	32	1.647
3. Katalis Cobalt Naphthenate	401.28	23.45
Produk:		
1. Asam Benzoat	122,12	43.800
2. Air	18,2	2.100

(Sumber: Echemi, 2022)

Berdasarkan data diatas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal sebagai berikut.

Rx:

PE = Biaya Produk – Biaya Bahan Baku

PE = [(BM Asam Benzoat x Harga) [(BM Air x Harga)] – [(BM Toluena x Harga) + (koefisien (BM Oksigen x Harga))]

PE = [(122,22 x Rp. 43.800 + (18,2 x Rp 2.100)) – [(92,14 x Rp. 13.181) + (1,5 (32 x 1.647) + (401.28 x 23.45)]

PE = (Rp. 5.387.076– Rp. 1.293.576)

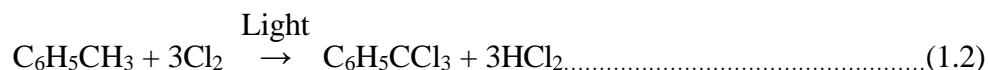
PE = Rp 4.093.523

Hasil analisa ekonomi awal didapatkan keuntungan sebesar Rp 4.093.523

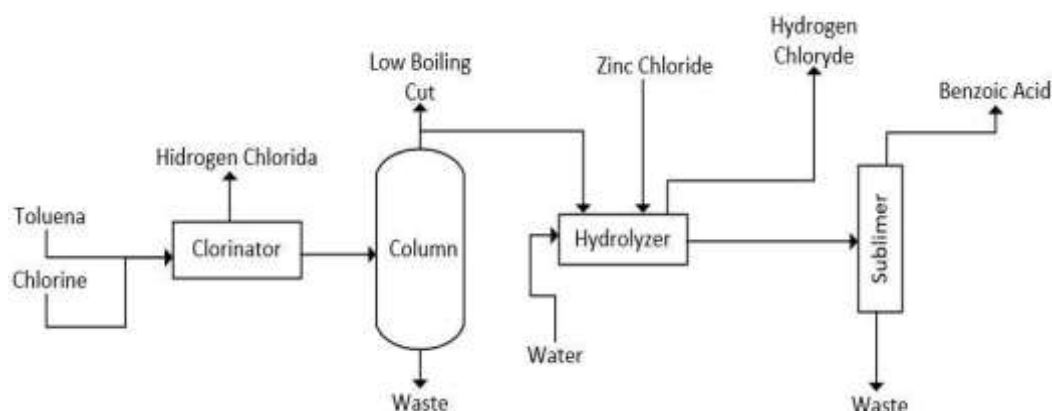
1.7.2 Proses Hidrolisis Benzotrichloride

Toluen diklorinasi pada suhu 100-150°C, sampai berat jenis larutan tersebut mencapai harga 1,375-1,385 pada suhu 20°C, untuk menghasilkan benzotriklorida. 5 atm untuk tekanannya, dan 80% untuk konversinya. Alkali dalam jumlah kecil dapat ditambahkan pada hasil reaksi untuk menetralkan sisa hydrogen chloride. Hydrogen chloride yang terbentuk selama proses reaksi

dialirkan ke scrubber, dengan media penyerap berupa air untuk mehydrochloric acid. Reaksi yang terjadi ditunjukkan pada Persamaan 1.2 dan 1.3.



Benzotriklorida yang telah di purifikasi kemudian dialirkan menuju reaktor hidrolisa untuk direaksikan dengan air dengan suhu reaksi 110-115°C. Produk yang dihasilkan berupa air pada lapisan atas dan asam benzoat pada lapisan bawah. Asam benzoat pada lapisan bawah ini kemudian dipurifikasi dengan metode kristalisasi untuk mendapatkan asam benzoat dengan kemurnian tinggi (*food grade*). Adapun *flowsheet* dasar pada proses Hidrolisis *Benzotrichloride* dapat dilihat pada Gambar 1.3 (Ullman, 2005).



Gambar 1.3 *Flowsheet* Dasar Proses Hidrolisis *Benzotrichloride*

Adapun Uji Ekonomi Awal Proses proses Hidrolisis *Benzotrichloride* ditunjukkan pada Tabel 1.14

Tabel 1.14 Uji Ekonomi Awal Proses Hidrolisis *Benzotrichloride*

Bahan baku yang Digunakan	Berat Molekul (g/mol)	Harga (Rp/Kg)
Bahan Baku:		
1. Toluena	92,14	13.181
2. Oksigen	32	1.647

3. Klorin	70,9	12.000
4. Katalis ZnCl ₂	136,28	25.237
Produk:		
1. Asam Benzoat	122,12	43.800
2. Asam Clorida	36.46	6.000

(Sumber: Echemi, 2022)

Berdasarkan data diatas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal sebagai berikut.

Rx:

PE = Biaya Produk – Biaya Bahan Baku

PE = [(BM Asam Benzoat x Harga) + [(koefisien (BM Clorida x Harga)] – [(BM Toluena x Harga) + (BM Oksigen x Harga) (BM Klorin x Harga) + (BM Katalis x Harga)]

PE = [(122,22 x Rp. 43.800) + (36,46 x 6.000)] – [(92,14 x Rp. 13.181) + (32 x 1.647 + (3X(70,9 x 1.200) + (136,28 x 25.237)]

PE = (Rp. 10.916.472– Rp. 7.258.899

PE = Rp 3.657.572

Hasil analisa ekonomi awal didapatkan keuntungan sebesar Rp 10.316

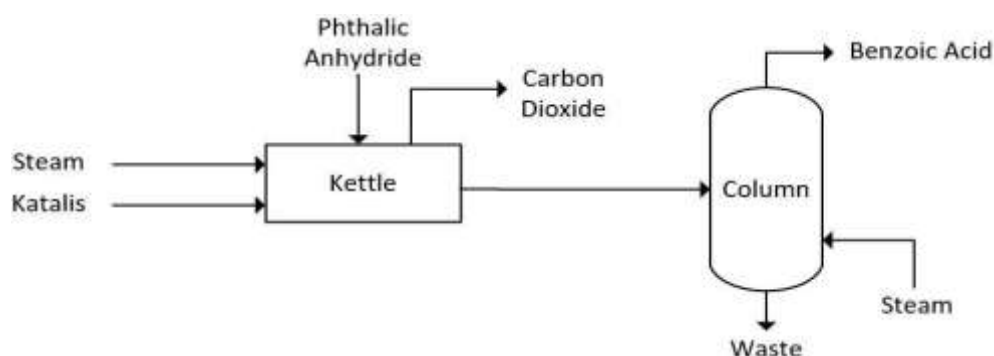
1.7.3 Proses Dekarboksilasi Phthalic Anhydride

Dalam proses ini *phthalic anhydride* mengalami dekarboksilasi setelah direaksikan dengan *steam* dalam suatu ketel tertutup. Untuk reaksinya ditunjukkan pada Persamaan 1.4.



Agar reaksi berjalan sempurna, maka ditambahkan katalis 2-6 % dari berat *phthalic anhydride* yang masuk kedalam reaktor. Katalis yang digunakan adalah kromium dan disodium phthalates dalam jumlah yang hampir sama. Mula-mula mencampur *phthalic anhydride* dan katalis dalam reaktor dengan suhu 150-200°C, kemudian *steam* dimasukkan ke dalam reactor, 3 atm untuk tekanannya, dan 80- 85% untuk konversinya. Reaksi ini berlangsung sampai campuran mengandung kurang dari 5% *phthalic acid*. Kemudian asam benzoat dipisahkan dari campuran hasil reaksi

dengan distilasi. Asam benzoat yang telah di distilasi kemudian dimurnikan untuk menghilangkan *impurities* dengan cara sublimasi. Adapun *flowsheet* dasar pada proses Dekarbosilasi *Phthalic Anhydride* dapat dilihat pada Gambar 1.4 (Ullman, 2005).



Gambar 1.4 *Flowsheet* Dasar Proses Dekarbosilasi *Phthalic Anhydride*

Adapun Uji Ekonomi Awal Proses proses *Phthalic Anhydride* ditunjukkan pada Tabel 1.15

Tabel 1.15 Uji Ekonomi Awal Proses *Phthalic Anhydride*

Bahan baku yang Digunakan	Berat Molekul (g/mol)	Harga (Rp/Kg)
Bahan Baku:		
1. <i>Phthalic Anhydride</i>	148,12	15.000
2. Air	18,2	2.100
3. Katalis Sodium dikromat	261,97	27.088
Produk:		
1. Asam Benzoat	122,12	43.800

(Sumber: Echemi, 2022)

Berdasarkan data diatas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal sebagai berikut.

$$PE = \text{Biaya Produk} - \text{Biaya Bahan Baku}$$

$$PE = [(\text{BM Asam Benzoat} \times \text{Harga})] - [(\text{BM Phthalic Anhydride} \times \text{Harga}) + (\text{BM Air} \times \text{Harga}) + \text{BM Katalis} \times \text{Harga}]$$

$$PE = [(122,22 \times \text{Rp. } 43.800)] - [(148.12 \times \text{Rp. } 15.000) + (18,2 \times \text{Rp. } 2.100) + (261,97 \times \text{Rp. } 27.088)]$$

PE = (Rp. 5.348.856 – Rp. 2.270.989)

PE = Rp 3.077.866

Dari 3 macam proses pembuatan Asam Benzoat diatas, dapat dilakukan perbandingan seperti ditunjukkan apada Tabel 1.16.

Tabel 1.16 Perbandingan Macam-Macam Proses Pembuatan Asam Benzoat

Parameter	Proses Oksidasi Toluena	Proses Hidrolisis Benzotrichloride	Proses <i>Phthalic Anhydride</i>
Bahan Baku	Toluena	Toluena	<i>Phthalic Anhydride</i>
Suhu	160°C	100-150 °C	>200 °C
Tekanan	5 atm	5 atm	3 atm
Konversi	90%	80%	80-85%
Hasil Samping	H ₂ O	HCl	H ₂ O
Katalis	Katalis <i>Cobalt Napthenate</i> adalah katalis	Katalis ZnCl ₂ adalah katalis yang ekonomis	Katalis Sodium Dikromat memiliki biaya
	yang ekonomis dan dapat meningkatkan konversi yang tinggi	namun bersifat Korosif	yang cukup mahal dan bersifat racun serta karsinogen
Proses	Lebih sederhana dan ramah lingkungan, hasil konversi produk tinggi	Bersifat korosif karena menghasilkan HCl dan penggunaan energi besar	Memerlukan katalis dalam jumlah yang besar agar reaksi berjalan sempurna dan hasil efisiensi asam benzoat Rendah
Analisa Ekonomi Awal	Rp 4.093.523	Rp 3.657.572	Rp 3.077.866

(Sumber: Ullman, 2005).

Dengan melihat perbandingan ketiga proses diatas, maka pada Prarancangan

Pabrik Asam Benzoat ini dipilih proses Oksidasi Toluena dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Proses lebih sederhana dibandingkan dengan proses lainnya, karena berjalan pada tekanan dan suhu tidak terlalu tinggi dan bahan baku yang ekonomis.
2. Konversi produk yang tinggi yakni sebesar 90%.
3. Dari segi penjualan lebih menguntungkan daripada proses lainnya.
4. Kondisi suhu yang dioperasikan tidak terlalu tinggi.
5. Penggunaan katalis yang ekonomis dan menghasilkan konversi yang tinggi.
6. Dari analisa ekonomi awal lebih menguntungkan menggunakan proses oksidasi.

Dari 2 macam katalis yang digunakan dalam pembuatan asam benzoat diatas, dapat dilakukan perbandingan seperti ditunjukkan apada Tabel 1.17.

Tabel 1.17 Perbandingan Macam-Macam Katalis Pada Proses Oksidasi Pembuatan Asam Benzoat

Parameter	Cobalt <i>Naphthenate</i>	Mangan
Efisiensi Oksidasi	Lebih tinggi dalam mempercepat reaksi oksidasi toluena menjadi asam benzoat	Efisiensi lebih rendah
Selektivitas terhadap Asam Benzoat	Menghasilkan asam benzoat dengan kemurnian tinggi	Bisa menghasilkan produk sampingan lebih banyak
Daya Larut dalam Pelarut Organik	Sangat baik dalam pelarut organik seperti toluena	Kurang larut

Kebutuhan Konsentrasi Katalis	Diperlukan dalam jumlah kecil untuk efektivitas tinggi	Memerlukan jumlah lebih banyak
--------------------------------------	--	--------------------------------

(Sumber: T. Wanju, 2007)

Keunggulan-keunggulan ini menjadikan Cobalt *Naphthenate* pilihan yang efektif sebagai katalis dalam produksi asam benzoat melalui oksidasi toluena.

1.8 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi posisi pabrik dalam persaingan dan kontinuitas produksinya. Lokasi pabrik yang tepat akan memberikan keuntungan bagi pabrik tersebut dan lingkungan sekitarnya dengan memperhatikan faktor keamanan lingkungan. Hal ini dikarenakan lokasi pabrik sangat mempengaruhi dan menentukan keberhasilan serta kelangsungan hidup suatu pabrik. Pemilihan lokasi yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sebelum pabrik didirikan perlu dilakukan pertimbangan-pertimbangan.

Dalam menentukan lokasi pabrik ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan (Coulson & Richardson, 1989) yaitu

1.8.1 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat diprioritaskan. Bahan baku utama yaitu toluena yang berasal dari PT Trans Pasific Petrochemical Indotama yang berlokasi di Tuban, Jawa Timur. Oksigen yang berasal dari PT. Samator Indo Gas Tbk yang berlokasi di Surabaya, Jawa Timur. Sehingga rencana lokasi pendirian pabrik asam benzoat ini akan didirikan di Tuban, Jawa Timur. Dengan pertimbangan dekat dengan bahan baku tersebut maka biaya transportasi bahan baku dapat dihemat.

1.8.2 Letak daerah

Pabrik direncanakan didirikan di kawasan industri yang cukup jauh dari kepadatan penduduk, tersedianya tanah yang luas dan fasilitasnya cukup memadai. Untuk pembuatan Pabrik Asam Benzoat Kapasitas 40.000 Ton/Tahun berada di daerah Tuban, Jawa Timur.

Adapun lokasi pendirian pabrik dapat dilihat pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Lokasi Pabrik Asam Benzoat dengan Proses Oksidasi Toluena
Kapasitas 40.000 Ton/Tahun

1.8.3 Utilitas

A. Air

Untuk memenuhi kebutuhan air produksi sehari-hari diambil air sungai Bengawan Solo yang melintasi daerah pabrik asam benzoat ini. Air sungai diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan.

B. Listrik dan Bahan Bakar

Sumber listrik diperoleh dari PLN. Walaupun demikian tenaga *generator* sangat diperlukan sebagai cadangan yang harus siap bila setiap saat diperlukan karena listrik PLN tidak akan selamanya berfungsi dengan baik yang disebabkan pemeliharaan atau perbaikan jaringan listrik. Bahan bakar digunakan untuk menggerakkan *generator* atau alat yang menghasilkan panas.

1.8.4 Ketersediaan Tenaga Kerja

Karena perencanaan pendirian pabrik ini letaknya dekat dengan daerah yang sedang mengembangkan industrinya maka penyediaan tenaga kerja (*Skilled*

maupun *Unskilled Labour*) dapat terpenuhi. Kota Tuban memiliki beberapa universitas dan perguruan tinggi yang menghasilkan lulusan di bidang teknik kimia, teknik industri, dan ilmu terkait lainnya. Institusi pendidikan ini dapat menjadi sumber utama tenaga kerja yang memiliki keahlian dalam proses produksi dan pengolahan bahan kimia. Selain itu, kerja sama dengan universitas di Tuban dapat membuka peluang pelatihan dan penelitian bersama untuk meningkatkan inovasi dalam proses produksi. Dengan demikian, keberadaan tenaga kerja terampil dari universitas setempat tidak hanya menjamin kelangsungan operasional pabrik tetapi juga mendukung perkembangan industri kimia di daerah tersebut.

1.8.5 Pemasaran

Lokasi pabrik harus mempertimbangkan tempat produk akan dipasarkan. Orientasi pemasaran ditujukan pada pemenuhan kebutuhan asam benzoat dalam negeri dan untuk ekspor. Pabrik asam benzoat akan dipasarkan didalam negeri salah satunya di pabrik-pabrik makanan yang ada disekitar Tuban, Surabaya, Gresik dan beberapa daerah lainnya. Jawa Timur sebagai salah satu pusat industri dengan transportasi yang memadai cukup strategis bagi arus lalu lintas baik untuk kebutuhan domestik maupun untuk ekspor maka pabrik ini didirikan dekat dengan daerah pemasaran. Selain itu produk asam benzoat juga akan diekspor ke beberapa negara diantaranya China, India, Jepang, dan Thailand. Jawa Timur sebagai salah satu pusat industri dengan transportasi yang memadai cukup strategis bagi arus lalu lintas baik untuk kebutuhan domestik maupun untuk ekspor maka pabrik ini didirikan dekat dengan daerah pemasaran. Selain itu produk asam benzoat juga akan diekspor ke beberapa negara diantaranya China, India, Jepang, dan Thailand.

1.8.6 Transportasi

Transportasi sangat penting bagi suatu industri. Di daerah Jawa Timur tersedia sarana transportasi yang cukup memadai, baik darat maupun laut, untuk keperluan transportasi import dan eksport sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku, bahan pembantu, dan produk. Pada perancangan pabrik asam benzoat dipilih lokasi pabrik di Tuban, Jawa Timur. Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut:

1. Daerah tuban dekat dengan pelabuhan yaitu pelabuhan tuban dan pelabuhan perikanan pantai bulu, sehingga akan mempermudah pengeksporan produk asam benzoat.
2. Sumber energi, utilitas air dan listrik cukup tersedia.
3. Sarana telekomunikasi dan transportasi mudah.
4. Berdekatan dengan kawasan industri, sehingga memudahkan pemasaran produk.

