

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dan pertumbuhan industri merupakan bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang yang ditujukan untuk menciptakan struktur ekonomi yang kokoh dan seimbang, yaitu struktur dengan titik berat industri maju yang di dukung dengan sektor pertanian yang tangguh. Pada tahun 2009 Indonesia telah memasuki era globalisasi yaitu dengan adanya perdagangan bebas. Dengan adanya era ini kita dipacu untuk lebih efisien dalam melakukan terobosan-terobosan sehingga produk yang dihasilkan mempunyai harga pasar yang tinggi, daya saing, efektif dan efisien dan juga ramah terhadap lingkungan.

Paraxylene (p-Xylene) merupakan salah satu senyawa aromatik yang memiliki peran penting dalam industri petrokimia, terutama sebagai bahan baku utama dalam produksi asam tereftalat (PTA) dan dimetil tereftalat (DMT). Senyawa ini digunakan dalam pembuatan polietilena tereftalat (PET), yang banyak diaplikasikan dalam industri tekstil, kemasan plastik, dan botol minuman. Seiring dengan meningkatnya permintaan produk berbasis PET di berbagai sektor industri, kebutuhan akan paraxylene pun terus mengalami peningkatan secara global.

Paraxylene umumnya diperoleh melalui proses pemisahan dari campuran xylene yang terdiri dari ortho-xylene, meta-xylene, dan paraxylene itu sendiri. Namun, karena kandungan alami paraxylene dalam campuran xylene relatif rendah, diperlukan proses isomerisasi xylene untuk meningkatkan hasil produksi. Proses isomerisasi xylene memungkinkan konversi ortho-xylene dan meta-xylene menjadi paraxylene dengan efisiensi yang lebih tinggi, sehingga meningkatkan ketersediaan paraxylene untuk kebutuhan industri.

Salah satu jenis industri kimia yang sangat besar pengaruhnya terhadap industri kimia lainnya di Indonesia adalah xylene, dimana xylene ini memiliki 3 kemungkinan isomer lainnya yakni dengan sebutan orto-xylene, meta- xylene, dan para-xylene. Yang membedakan mereka adalah dimana atom karbon dari cincin benzene dua gugus metil tersebut dipasang. Isomer orto-xylene memiliki nama

IUPAC 1,2-dimetilbenzene, isomer meta-xylene memiliki nama IUPAC 1,3dimetilbenzene dan isomer para-xylene memiliki nama IUPAC 1,4dimetilbenzene. Isomer orto-xylene memiliki kegunaan dalam industri sebagai bahan baku pembuatan phthalic acid yaitu sebagai plasticizer dalam vinil klorida. Isomer m-xylene digunakan untuk memproduksi bahan baku isophthalic acid yaitu produksi resin polietilen tereftalat (PET) dan untuk produksi resin poliester tak jenuh (UPR) dan jenis resin pelapis lainnya.. Serta isomer para-xylene digunakan untuk memproduksi bahan baku terephthalic acid dan merupakan salah satu isomer xylene yang paling penting (J. Sheehan, 2011).

Salah satu jenis industri kimia yang sangat besar pengaruhnya terhadap industri kimia lainnya di Indonesia adalah Paraxylene. Paraxylene adalah salah satu isomer xylene yang paling penting. Saat ini, hanya terdapat dua produsen Paraxylene di Indonesia yaitu PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama (kapasitas 550.000 ton/tahun dan PT. Pertamina (kapasitas 270.000 ton/tahun), sehingga diperoleh total kapasitas pabrik Paraxylene di Indonesia hanya 820.000 ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Paraxylene adalah hidrokarbon aromatik yang mudah terbakar dan tidak berwarna dan beracun perannya adalah *paraxylene* yang sebagian besar diarahkan ke produksi berbagai serat, film, dan resin. karena selama ini Indonesia masih mengimpor *paraxylene* dari negara lain dalam jumlah yang cukup banyak. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendirian pabrik *paraxylene* untuk memenuhi kebutuhan didalam negeri, sehingga dapat memaparkan bagaimana perancangan pabrik *paraxylene* dengan proses MSTDP.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Tujuan dari prarancangan pabrik Paraxylene ini adalah :

1. Sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik kimia.
2. Untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu Teknik kimia yang telah dipelajari selama di bangku perkuliahan.

1.4 Manfaat Prarancangan

Prarancangan pabrik ini membantu mahasiswa menerapkan ilmu teknik kimia, memahami proses industri, serta menganalisis aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan. Selain itu, proyek ini melatih keterampilan analitis dan penyusunan laporan teknis yang berguna di dunia kerja. Prarancangan pabrik ini bermanfaat bagi masyarakat dengan meningkatkan ketersediaan paraxylene untuk industri dalam negeri, mengurangi impor, serta mendorong pertumbuhan ekonomi. Selain itu, pembangunan pabrik dapat menciptakan lapangan kerja dan mendukung industri hilir seperti tekstil dan kemasan.

1.5 Batasan Masalah

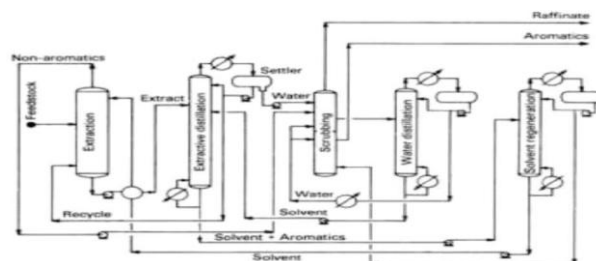
Di dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik etilen ini, penyusun membatasi hanya pada flowsheet (steadystate) pabrik Paraxylene, *dynamic mode*, neraca massa, neraca energi, spesifikasi peralatan, Analisa ekonomi, unit utilitas dan tugas khusus.

1.6 Seleksi Pemilihan Proses

Proses pembuatan *Paraxylene* dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu:

1.6.1 Proses Ekstraksi Aromatis (*Extraction of aromatics*)

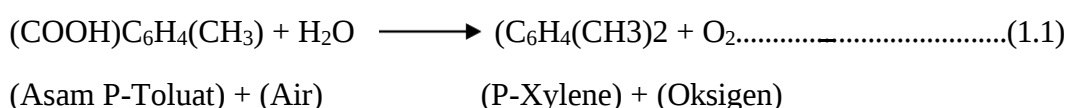
Ekstrak yang mengandung benzena, toluena, xilena, dan etilbenzena kemudian dipisahkan. Benzena dan toluena diperoleh secara terpisah, sedang etilbenzena dan xilena diperoleh sebagai campuran dan untuk memisahkannya dilakukan melalui teknik superfractionation (Alain Chauvel, 1989).



Gambar 1.1 Proses Ekstraksi Aromatis

Asam P-toluat (COOH) $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)$ yang merupakan bahan baku dengan kemurnian 85% dipompa dengan menggunakan pompa dari tangki bahan baku,

kemudian menuju vaporizer untuk diuapkan. Kemudian dari vaporizer masuk kedalam compressor hingga tekanannya mencapai 10 atm dan suhunya pun naik menjadi 330 °C. Umpan reaktor yang berupa gas yang bersuhu 330 °C dan tekanan 10 atm dimasukkan ke dalam reaktor fixed bed multitube non-adiabatis non-isothermal yang menggunakan katalis zeolite tipe HZSM-5. Reaksi yang terjadi didalam reaktor adalah reaksi eksotermis.

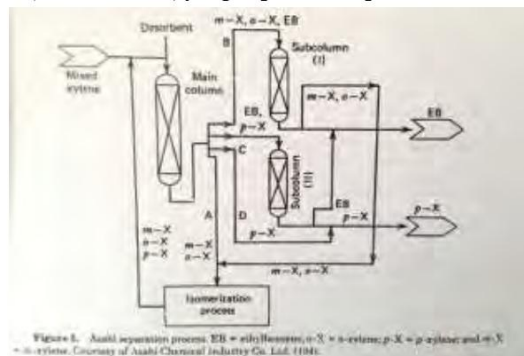


Kemudian umpan keluaran kondensor parsial dialirkan menuju Menara Destilasi pertama. Adapun tujuan dari Menara Destilasi Pertama untuk memisahkan bahan baku Asam P-toluat dan air serta produk yaitu *Paraxylene* dan oksigen. Hasil atas adalah berupa asam p-toluat sisa sedangkan untuk hasil bawah berupa *Paraxylene* dengan konversi 85 % dan oksigen. Hasil bawah yang berupa produk *Paraxylene* dan air diumpankan menuju Menara destilasi kedua. Tujuan dari Menara destilasi kedua adalah untuk melakukan pemisahah produk *Paraxylene* dari air, berdasarkan perbedaan titik didih masing-masing komponen. Kelebihan Proses Ekstraksi Aromatis yaitu, selektivitas tinggi terhadap senyawa aromatis, menghasilkan produk aromatis dengan kemurnian tinggi, dan teknologi sudah mapan dan digunakan luas di industri. Kekurangan proses Ekstraksi Aromatis yaitu, memerlukan pelarut khusus (sulfolan, NMP) yang mahal dan berisiko, konsumsi energi tinggi untuk regenerasi pelarut, dan potensi korosi dan isu lingkungan.

1.6.2 Isomerisasi Xylene dengan Adsorpsi (*Asahi Process*)

Hasil dari o- dan p-xilena dapat dimaksimalkan dengan menggunakan proses konversi katalitik. Proses Isomar memperkaya p-xilena dalam rafinat Parax dengan pembentukan keseimbangan. Katalis logam yang mengandung zeolit asam yang digunakan, juga merupakan isomerizes etilbenzena selektif untuk isomer xilena dalam rasio keseimbangan. Sejak hidrogenolisis pada komponen logam harus dijamin untuk mempertahankan aktivitas katalis dua fungsi ini, proses Isomar dioperasikan dengan tekanan parsial tertentu dan hidrogen di reaktor katalitik. Hidrogen dipisahkan dari limbah dari reaktor Isomar dan kemudian didaur ulang

bersama-sama dengan pure hidrogen. Produk cair dipisahkan dalam kolom dehidrator. Aliran C7 diperoleh di atas, yang dapat didaur ulang ke reformate mulai. Produk bawah kolom ini adalah aliran p-xilena, setelah pengobatan tanah liat untuk menghilangkan senyawa tak jenuh diumpankan ke unit Parex untuk mendapatkan p-xilena yang baru terbentuk (Ulmann, 1984). Berikut adalah proses dari Isomerisasi Xilena dengan Adsorpsi (*Asahi Process*) yang dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut:



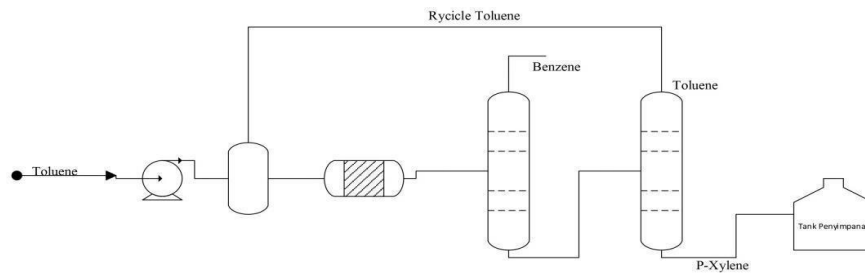
Gambar 1.2 Proses Isomerisasi Xilena dengan Adsorpsi (*Asahi Process*)

Proses Asahi masih akan dikomersialkan. Pembangunannya selesai dan hasil uji cobanya yang dikonfirmasi dengan peralatan yang lebih besar. Proses ini tampaknya telah diteliti secara mendalam dan dilindungi oleh hak paten dan dapat mencapai signifikansi yang komersial. Hal ini didasarkan pada kromatografi perpindahan dengan asam dari peningkatan adsorben zeolit dan tergantung pada jari-jari ionik kation yang dipertukarkan, hal itu lebih besar untuk kation monovalen. Faktor penting lainnya adalah rasio silika-alumina dan kadar air (Kirk-Othmer, 1984). Proses Asahi menghasilkan etilbenzena serta p-xilena. Selanjutnya, jumlah zeolit dan konsumsi panas sekitar setengah dari yang diperlukan untuk proses Parex. Biaya investasi relatif rendah karena kesederhanaan proses. Proyeksi untuk komersial pemanfaatan menunjukkan persyaratan dari 170 ton adsorben untuk memulihkan 70.000 ton p-xilena dan >15.000 ton dari etilbenzena. Konsumsi bahan bakar 9,2 MJ/kg (3900 Btu/lb) dari produk gabungan atau 7,1 MJ/kg (3060 Btu/lb) untuk p-xilena saja (Kirk-Othmer, 1984). Kelebihan proses Isomerisasi Xilena dengan Adsorpsi yaitu, efektif meningkatkan yield paraxylene, adsorben seperti molekular sieve memiliki selektivitas tinggi, dan dapat diintegrasikan dalam

sistem tertutup dan berkelanjutan. Kekurangan proses Isomerisasi Xylena dengan Absorpsi yaitu, membutuhkan kondisi operasi yang ketat (suhu, tekanan), adsorben dapat terdeaktivasi dan perlu regenerasi atau penggantian, biaya investasi awal cukup tinggi untuk sistem absorpsi selektif.

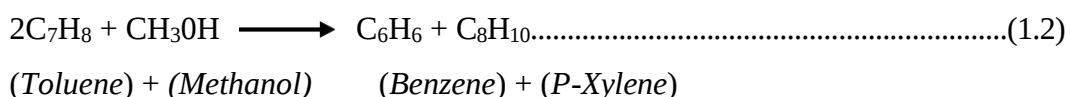
1.6.3 *Mobile Selective Toluene Disproporsionasi (MSTDP)*

Mobile Selective Toluene Disproporsionasi (MSTDP) merupakan proses transakilasi secara katalitik (reaksi di mana gugus alkil ($-\text{CH}_3$, metil) berpindah antar molekul aromatik) dimana dikonversi menjadi *benzene* dan *xylene* atau disebut juga Reaksi di mana dua molekul toluene saling bertukar gugus untuk membentuk satu molekul benzena dan satu molekul xylene.



Gambar 1.3 Proses *Mobile Selective Toluene Disproporsionasi*

Toluene (C_7H_8) yang merupakan bahan baku dengan kemurnian 97% dipompa dengan menggunakan pompa dari tangki bahan baku, kemudian menuju vaporizer untuk diuapkan. Kemudian dari vaporizer masuk kedalam compressor hingga tekanannya mencapai 21 atm dan suhunya pun naik menjadi $266,23^\circ\text{C}$. lalu dari compressor, suhu dinaikkan menggunakan *furnance* hingga suhunya mencapai 470°C untuk menyesuaikan suhu dan tekanan di dalam reaktor. Umpan reaktor yang berupa gas yang bersuhu 470°C dan tekanan 21 atm dimasukkan ke dalam reaktor *fixed bed multitube* non-adiabtis non-isothermal yang menggunakan katalis zeolite tipe HZSM-5. Reaksi yang terjadi didalam reaktor adalah reaksi eksotermis:



Umpan reaktor yang berupa gas yang bersuhu 470°C dan tekanan 21 atm dimasukkan ke dalam reaktor fixed bed multitube non-adiabtis non-isothermal yang menggunakan katalis zeolit tipe HZSM-5. Reaksi yang terjadi didalam reaktor

adalah reaksi eksotermis. Dari hasil atas Menara Destilasi satu diumpankan ke Menara Destilasi dua, kemudian hasil atas Menara Destilasi dua diperoleh benzene sebagai destilat. Untuk hasil bawah dari menara satu di masukkan ke Kristalizer untuk mengkristalkan *Paraxylene* dengan konversi 95%. *Paraxylene* yang telah mengkristal. dipisahkan dari *mother liquor* dengan menggunakan, lalu Kristal *Paraxylene* dilelehkan di melter sebelum disimpan di tangki penyimpanan produk *Paraxylene*. Kelebihan Proses *Mobile Selective Toluene Disproportionation* (MSTDP) yaitu, selektivitas tinggi terhadap paraxylene (lebih tinggi dari TDP biasa), mengurangi kebutuhan *feedstock xylene* eksternal, efisien dalam konversi toluena menjadi produk bernilai tinggi (benzena + paraxylene). Kekurangan Proses *Mobile Selective Toluene Disproportionation* (MSTDP) yaitu, memerlukan katalis khusus (zeolit HZSM-5 termodifikasi) yang mahal dan bisa terdeaktivasi, kontrol proses (suhu, tekanan) harus akurat dan stabil, dan investasi dan pemeliharaan unit reaktor relatif tinggi.

1.6.4 Perbandingan Proses Pembuatan *Paraxylene*

Berdasarkan ketiga proses diatas yaitu proses Proses Ekstraksi Aromatis, Isomerisasi Xylene dan MSTDP. Ketiga proses tersebut memiliki parameter yang berbeda-beda. Berdasarkan perbedaan parameter-parameter tersebut sistem pembuatan *Paraxylene* yang adadapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Perbandingan Proses Pembuatan *Paraxylene*

Parameter	Ekstraksi Aromatis	Isomerisasi Xylene dengan Adsorbsi	<i>Mobile Selective Toluene Disproportionation</i> (MSTDP)
Bahan	C aromatis	Xilena dan C Aromatis	Toluene dan Metanol
Reaktor	<i>Fixed bed reactor</i>	<i>Fixed bed reactor</i>	<i>Fixed bed reactor</i>
Suhu Operasi	330°C	400-500°C	450°C
Tekanan Operasi	10 atm	30 atm	21 atm
Katalis	HZSM-5	HZSM-5	HZSM-5
Konversi	85 %	80 %	90%

Kelebihan	- Selektivitas tinggi terhadap senyawa aromatis - Menghasilkan produk aromatis dengan kemurnian tinggi - Teknologi sudah mapan dan digunakan luas di industri	- Efektif meningkatkan <i>yield paraxylene</i> - Adsorben seperti molekular sieve memiliki selektivitas tinggi - Dapat diintegrasikan dalam sistem tertutup dan berkelanjutan	- Selektivitas tinggi terhadap <i>paraxylene</i> (lebih tinggi dari TDP biasa) - Mengurangi kebutuhan <i>feedstock xylene</i> eksternal - Efisien dalam konversi toluena menjadi produk bernilai tinggi (benzena + <i>paraxylene</i>)
Kekurangan	- Memerlukan pelarut khusus (sulfolan, NMP) yang mahal dan berisiko - Konsumsi energi tinggi untuk regenerasi pelarut - Potensi korosi dan isu lingkungan	- Membutuhkan kondisi operasi yang ketat (suhu, tekanan) - Adsorben dapat terdeaktivasi dan perlu regenerasi atau penggantian - Biaya investasi awal cukup tinggi untuk sistem absorpsi selektif	- Memerlukan katalis khusus (zeolit HZSM-5 termodifikasi) yang mahal dan bisa terdeaktivasi - Kontrol proses (suhu, tekanan) harus akurat dan stabil - Investasi dan pemeliharaan unit reaktor relatif tinggi

(Sumber: Mc.Ketta1984)

Berdasarkan penjelasan dari ketiga proses diatas maka dipilih proses *Mobile Selective Toluene Disproportionation* (MSTDP) karena mempertimbangkan kemurnian dari produk serta memiliki tekanan yang kecil yaitu sekitar 21 atm dibandingkan dengan isomerisasi xylene dengan adsorpsi yang memerlukan tekanan hingga 30 atm dan proses ekstraksi aromatis yang memerlukan tekanan hingga 10 atm. sehingga dapat menghemat biaya serta waktu dalam proses kemudian berimbas pada *life time* dari katalis itu sendiri.

1.7 Uraian Proses

1.7.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

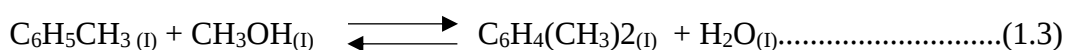
Bahan baku toluene (C_7H_8) dari PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama disimpan pada fase cair dengan suhu 25 °C dan tekanan 1 atm dalam tangki penyimpanan (V-100). Bahan baku metanol (CH_3OH) disimpan dalam tangki penyimpanan (V-101) pada fase cair dengan suhu dengan suhu 25 °C dan tekanan

1 atm. Bahan baku toluene (C₇H₈) diperoleh di pasaran dengan kemurnian 97% berat, sedangkan methanol (CH₃OH) diperoleh dengan kemurnian 99 % berat.

Toluene cair dari tangki penyimpanan (V-100) dengan kondisi 25°C dan tekanan 1 atm bersama metanol cair dari tangki penyimpanan (V-101) dengan kondisi 25°C dan tekanan 1 atm yang dicampur dengan metanol dari *recycle* keluaran kondenser yang telah disesuaikan tekanan dan temperaturnya dialirkan dengan pompa menuju *heat exchanger* (E-100) untuk ditingkatkan temperaturnya menjadi 250°C. Steam yang digunakan untuk menaikkan suhu sampai 250°C adalah panas produk keluaran reaktor (PFR-201) yang akan dialirkan menuju distilasi (T-100). Campuran gas toluene dan metanol kemudian diumpankan ke dalam heater (H-101) untuk mencapai kondisi operasi reaktor pada temperatur 450°C. campuran gas toluene dan metanol kemudian diumpankan kedalam reaktor (PFR-201).

1.7.2 Tahap Pembentukan Produk

Bahan baku yang telah disiapkan dimasukkan dalam reaktor (R-201) yang beroperasi secara non isothermal dan non adiabatik dimana reaksi dijaga pada suhu operasi pada 450°C. Toluene dan metanol dialirkan ke dalam reaktor melalui katalis ZSM-5 dengan kecepatan tertentu sehingga katalis akan bergejolak sedemikian rupa sehingga membantu terjadinya reaksi. Di dalam reaktor terjadi reaksi pembentukan *Paraxylene* dan air. Reaksi yang terjadi didalam reaktor:



Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis, sehingga akan melepaskan panas yang dapat menaikkan suhu dalam reaktor. Panas yang dihasilkan reaksi ini diserap oleh media pendingin air sehingga kondisi operasi reaktor tetap stabil.

1.7.3 Tahap Pemisahan Produk

Produk reaktor yang berupa gas, metanol berlebih, *Paraxylene* dan air dikondensasikan dalam *heat exchanger* (HE-101) sehingga suhunya berubah menjadi 144°C. Campuran keluaran *heat exchanger* diumpankan menuju *cooler* (C-201) untuk menurunkan suhu menjadi 115°C dengan tekanan 2,4 atm. Selanjutnya diumpankan menuju menara distilasi. Pada distilasi terjadi pemisahan antara metanol, *Paraxylene* dan air. Hasil atas adalah metanol yang kembali ke aliran

metanol keluaran tangki penyimpanan metanol. Hasil bawah yang merupakan air dan *Paraxylene* diumpankan kembali menuju distilasi untuk memisahkan air dan *Paraxylene*. Hasil atas distilasi berupa air yang akan dialirkan ke utilitas dan hasil bawah distilasi berupa produk *Paraxylene* dengan suhu 138,5°C dan dialirkan ke *cooler* untuk menurunkan suhu *paraxylene* menjadi 30°C.

1.8 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan produksi dan ekonomis. Semakin besar kapasitas pabrik maka keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lainnya. Hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan kapasitas pabrik yaitu data kebutuhan etilen di Indonesia hingga dunia. Dalam penentuan kapasitas prarancangan pabrik yang akan didirikan ada beberapa pertimbangan diantaranya yaitu :

1. Produksi *Paraxylene* di Indonesia

Saat ini, hanya terdapat dua produsen *paraxylene* di Indonesia yaitu PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama (kapasitas 550.000 ton/tahun dan PT. Pertamina (kapasitas 270.000 ton/tahun), sehingga diperoleh total kapasitas pabrik *paraxylene* di Indonesia hanya 820.000 ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2023).

2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku metanol didapat dari PT. Kaltim Methanol Industri (KMI) yang merupakan satu-satunya pabrik methanol skala industri di Indonesia dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun, sedangkan untuk produsen toluene di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.2 berikut.

Tabel 1.2 Produsen Toluene dan Methanol di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Produk	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Trans Pacific Petrochemical Indonesia	Tuban, Jawa Timur	Toluene	300.000
		Benzene	500.000
		Orthoxylene	112.000
		LPG	50.000
		Naphtha	100.000

		Paraxylene	550.000
PT. Chandra Asri Petrochemical	Cilegon, Banten	Tolune	2.624
		Ethylene	900.000
		Propylene	490.000
PT. Pertamina IV Cilacap	Cilacap, Jawa Tengah	Toluene	12.000
		Paraxylene	270.000
Total Toluene			314.624
PT. Kaltim Methanol Industri (KMI)	Bontang, Kalimantan Timur	Methanol	660.000
Total Methanol			660.000

(Sumber : Kemenprin.go.id, 2024)

Kapasitas produksi toluene dalam negeri sangat sedikit yang berasal dari PT. Trans Pasific Petrochemical, PT. Chandra Asri Petrochemical dan PT. Pertamina IV Cilacap. Untuk itu, kapasitas produksi pun disesuaikan dengan jumlah toluene yang tersedia di dalam negeri karena kebutuhan toluene diperoleh seluruhnya dari dalam negeri. Pabrik *Paraxylene* ini direncanakan didirikan pada tahun 2030 Penentuan kapasitas produksi pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor yaitu:

1.8.1 Data Kebutuhan *Paraxylene* di Indonesia

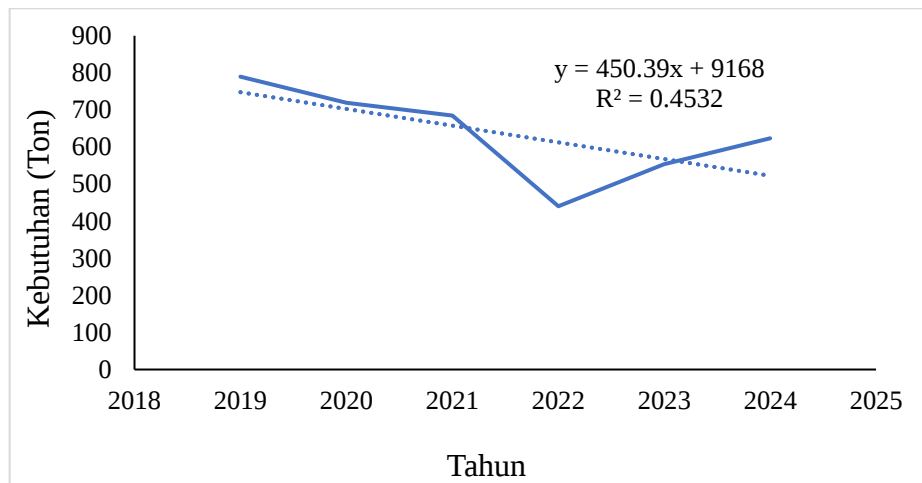
Selama ini Indonesia masih mengimpor *paraxylene* untuk memenuhi kebutuhan dalam negri. Berikut ini merupakan data impor *paraxylene* pada tahun 2019-2024 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Data kebutuhan *paraxylene* di indonesia dari tahun 2019-2024 dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Data Impor *Paraxylene* di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2019	789.575
2020	719.615
2021	684.919
2022	440.187

2023	553.223
2024	623.084

Dari Tabel 1.3 diatas dapat ditampilkan dalam grafik Gambar 1.4 sebagai berikut:



Gambar 1.4 Grafik Hubungan antara Tahun terhadap Kebutuhan *Paraxylene*

Penurunan impor paraxylene selama lima tahun terakhir menunjukkan adanya perubahan dalam kebutuhan domestik atau peningkatan produksi dalam negeri. Namun, dengan kebutuhan industri yang terus berkembang, terutama di sektor tekstil dan plastik, Indonesia masih memerlukan pasokan paraxylene yang stabil. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan *Paraxylene* dalam negeri masih tinggi walaupun tetap ada penurunan drastis, tetapi pada tahun sesudahnya bertahap naik.

Berdasarkan grafik kebutuhan *paraxylene* di Indonesia didapatkan persamaan garis lurus $y = 450,39x - 9168$ dengan x sebagai fungsi tahun ke- dan nilai $R^2 = 0.4532$. Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan *paraxylene* dalam negeri pada tahun 2025 mendatang.

$$Y = 450,39x - 9168$$

$$Y = 450,39(2030) - 9168$$

$$Y = 905.123 \text{ Ton/Tahun.}$$

Jadi kebutuhan *paraxylene* di Indonesia pada tahun 2030 meningkat menjadi sebesar 905.123 ton/tahun, sehingga hasil ekstrapolasi dappat dilihat pada Tabel 1.4

Tabel 1.4 Data Ekstrapolasi Impor *Paraxylene* di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2025	902.871
2026	903.309
2027	903.772
2028	904.222
2029	904.673
2030	905.123

(Sumber: Data Ekstrapolasi, 2025)

Pada hasil proyeksi kebutuhan impor paraxylene di Indonesia tahun 2030 diperoleh sebesar 905.123 ton/tahun dimana di Indonesia sendiri sudah berdiri dua pabrik paraxylene yaitu pabrik PT. Trans Pasific Petrochemical Indotama (TTPI) dan Pertamina IV Cilacap dengan total kapasitas 820.000 ton/tahun. Maka untuk memenuhi kebutuhan paraxylene di Indonesia dapat didirikan pabrik paraxylene yang kapasitasnya dapat dihitung sebagai berikut:

Diketahui : 1. Kebutuhan impor Paraxylene tahun 2030 = 905.123 ton/tahun

2. Kapasitas yang sudah terpenuhi = 820.000 ton/tahun

Kapasitas pabrik = kebutuhan paraxylene tahun 2030 – kapasitas yang sudah terpenuhi

Kapasitas pabrik = 905.123 ton/tahun – 820.000 ton/tahun = 85.123 ton/tahun

Kapasitas Pabrik = 300.000 ton/ tahun

Berdasarkan perhitungan diatas, maka diambil peluang kapasitas pabrik di indonesia tahun 2030 sebesar 300.000 ton/tahun, dengan kapasitas tersebut direncanakan 30% untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan 70% untuk kebutuhan ekspor luar negeri. Di asumsikan dengan kapasitas tersebut sudah memenuhi kebutuhan paraxylene di Indonesia dan dapat menjalin hubungan antar negara.

1.8.2 Kapasitas Pabrik *Paraxylene* di Berbagai Negara

Paraxylene merupakan bahan intermediate yang banyak digunakan oleh industri hulu di dunia. Menurut Zagita & Adiwijaya, 2020 kapasitas pabrik

paraxylene yang ada di dunia dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Kapasitas pabrik *Paraxylene* di berbagai negara

Nama Perusahaan	Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
Pamex	Mexico	280.000
Petronas	Malaysia	350.000
Mitsubishi Oil	Jepan	370.000
Formoca Chemical & Fiber Corp	Taiwan	450.000
Chevron Philips Chemical	USA	454.000

(Sumber: Zagita & Adiwijaya, 2020)

Berdasarkan dari kapasitas-kapasitas pabrik yang sudah ada di dalam negeri seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.5, diasumsikan bahwa sampai dengan tahun 2030 tidak ada pabrik *Paraxylene* baru yang berdiri di dalam negeri, maka jumlah produksi *Paraxylene* di Indonesia pada tahun 2030 sebesar 820.000 ton/tahun yaitu PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama (kapasitas 550.000 ton/tahun dan PT. Pertamina (kapasitas 270.000 ton/tahun).

Pada hasil proyeksi import tahun 2030 diperoleh sebesar 905. 123ton/tahun dan data proyeksi tersebut ditotalkan dengan jumlah kapasitas produksi yang ada di dalam negeri, diperoleh sekitar 905.123 ton/tahun sebagai data pasokan (*supplay*). Asumsi bahwa data pasokan (*supplay*) tersebut hanya untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Pada kondisi tersebut peluang kapasitas produksi dari pabrik yang akan didirikan merupakan substitusi import.

Berdasarkan pernyataan diatas, kapasitas pabrik *Paraxylene* yang akan dirancang dipilih sebesar 300.000 ton/tahun. Di asumsikan dengan kapasitas tersebut sudah mendapatkan keuntungan yang cukup besar.

1.9 Analisa Ekonomi Awal

Reaksi pembuatan *Paraxylene*:

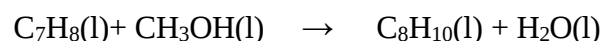


Table 1.6 Uji Ekonomi Awal Proses *Mobile Selective Toluene Disproportionation*

Bahan Baku	Berat Molekul (g/mol)	Harga (Rp/kg)	Harga per kg (USD)
Bahan Baku			
Toluene (C ₇ H ₈)	92,14	40.000	\$2,58
Metanol (CH ₃ OH)	32,04	14.000	\$0,90
Katalis HZSM-5	105,148	17.800	\$1,15
Produk			
<i>Paraxylene</i> (C ₈ H ₁₀)	106,16	120.000	\$7,74
Air (H ₂ O)	18	0	

(Sumber : Alibaba, 2024)

Bahan baku :

Toluene (C₇H₈)
= 1 mol
= 1 mol x 92,14 g/mol
= 92,14 g
= 0,092 kg
= 92,14 x 40.000

Metanol (CH₃OH)
= Rp 3.680
= 1 mol
= 1 mol x 32,04 g/mol
= 32,04 g
= 0,032 x 14.000
= Rp 4.480

Katalis HZSM-5
= 1 mol
= 1 mol x 105,148 g/mol
= 105,148 g
= 0,105 kg
= 0,105 x 17.800
= Rp 1.869

Produk Samping

Air (H₂O)
= 1 mol
= 1 mol x 18 g/mol
= 18 g
= 18 x 0
= Rp. 0

Konversi Produk

$$\begin{aligned} \text{Paraxylene (C}_8\text{H}_{10}) &= 1 \text{ mol} \\ &= 1 \text{ mol} \times 106,16 \text{ g/mol} \\ &= 106,16 \text{ g} \\ &= 0,106 \text{ kg} \\ &= 106,16 \times 120.000 \\ &= \text{Rp } 12.739 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Analisa Ekonomi /mol} &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku} \\ &= \text{Rp } 12.739 - (\text{Rp } 3.680 + \text{Rp } 4.480 + \text{Rp } 1.869) \\ &= \text{Rp } 12.739 - \text{Rp } 10.029 \\ &= \text{Rp } 2.710 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Net Profit Margin} &= \frac{\text{Analisa Ekonomi}}{\text{Bahan Baku}} \times 100\% \\ &= \frac{2.710}{10.029} \times 100\% \\ &= 0.27\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa ekonomi awal pada perhitungan diatas, maka persentase keuntungan produksi *paraxylene* yang didapat dari proses *Mobile Selective Toluene Disproportionation* (MSTDP) dengan katalis HZSM-5 diperoleh sebesar 0,27%. Dengan *margin* laba bersih sebesar 0,27%, pendirian pabrik *paraxylene* masih tergolong layak, mengingat karakteristik industri kimia dasar yang umumnya memiliki *margin* tipis. Selama ada potensi peningkatan efisiensi dan volume produksi ke depan, investasi ini tetap dapat memberikan keuntungan jangka Panjang.