

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya Negara Indonesia menyebabkan terjadinya banyak pembangunan yang dilakukan di berbagai bidang. Dari sekian banyak sektor yang sedang dilakukan pembangunan, Industri merupakan sektor yang menyita perhatian lebih bagi pemerintah Indonesia. Sasaran dilakukannya pembangunan di sektor ini agar bangsa Indonesia dapat memenuhi kebutuhan sendiri. Selain itu untuk meningkatkan nilai tambah yang ditunjukkan untuk menyediakan barang seperti bahan kimia yang bermutu, meningkatkan ekspor, dan menghemat devisa. Untuk menunjang pembangunan selanjutnya, serta untuk mengembangkan penguasaan teknologi. Pembangunan industri diharapkan dapat merangsang pertumbuhan ekonomi, disamping akan menyerap tenaga kerja yang banyak, baik tenaga ahli, menengah maupun tenaga kasar.

Berkembangnya dunia dan zaman yang semakin modern ini terdapat banyak industri-industri yang berkembang pesat dalam pengolahan bahan baku atau bahan setengah jadi (*intermediate*). Salah satu industri tersebut adalah industri kimia, baik dalam memproduksi bahan kimia hulu maupun hasil olahannya. Kebutuhan akan bahan-bahan kimia semakin besar sehingga pembangunan industri-industri kimia perlu untuk ditumbuh dan dikembangkan. Salah satunya adalah Pabrik Dodekilbenzen.

Dampak perkembangan industri adalah masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh bahan-bahan sukar terdekomposisi oleh mikroorganisme. Dodekilbenzena atau dikenal dengan nama lain *phenyldodecane*, atau *laurylbenzene* adalah salah satu jenis rantai linier turunan benzena yang dapat terurai oleh mikro organisme di lingkungan dan senyawa tersebut merupakan bahan dasar dari beberapa industri yang dibutuhkan di dalam negeri.

Dodekilbenzena (linier alkilbenzen) dengan rumus kimia $C_{18}H_{30}$ banyak digunakan sebagai bahan baku industri sodium dodekilbenzena sulfonat, detergen, *cleansing agents*, dan bahan dasar kosmetik sebagai *surfactant* kimia. Dalam

menentukan kapasitas pabrik dodekilbenzena, perlu diperhatikan beberapa pertimbangan, yaitu proyeksi kebutuhan akan dodekilbenzena dan ketersediaan bahan baku.

LAB (linear alkil benzena) merupakan senyawa organik dengan rumus molekul $C_6H_5C_nH_{2n+1}$. Nilai n berkisar antara 10 sampai 16, pada umumnya untuk penggunaan sebagai bahan baku detergen digunakan C_{12} sampai C_{15} . Salah satu LAB (linear alkil benzena) yang paling banyak diproduksi adalah dodekilbenzena dimana bahan bakunya adalah dodekena dan benzena. Industri LAB (linear alkil benzena) dimulai pada tahun 1940. Pada saat itu LAB (linear alkil benzena) yang digunakan adalah jenis rantai cabang yang dibuat dari alkilasi benzena dengan propilen tetramer. Pada tahun 1960 penggunaan LAB (linear alkil benzena) rantai cabang dilarang karena tidak bisa diurai oleh mikroorganisme sehingga menyebabkan pencemaran. Sehingga penggunaan LAB (linear alkil benzena) rantai cabang digantikan oleh LAB (linear alkil benzena) rantai lurus yaitu dodekilbenzena yang dibuat dari benzena dan dodekena rantai lurus yang aman terhadap lingkungan (Mc Ketta, 1992).

Produksi Dodekilbenzen dapat dilakukan dengan tiga proses yaitu dengan proses klorinasi, alkilasi dan detal. Pada proses klorinasi digunakan bahan baku dodekena dan benzena dengan katalis $AlCl_3$, sementara proses alkilasi menggunakan bahan baku dodekena dan benzena dengan katalis HF, sedangkan proses detal menggunakan bahan baku dodekena dan benzena dengan katalis *tungsten oxyde*. Bahan baku benzena dapat diperoleh dari PT. Pertamina RU IV yang terletak di Cilacap sedangkan bahan baku dodekena di import dari Chevron Philips Chemical Company LP, Singapura melalui pelabuhan Tanjung Intan.

Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2022 menyatakan bahwa kebutuhan dodekilbenzen rata-rata pertahunnya sebesar 12.537 ton dan terus meningkat setiap tahunnya. Peningkatan konsumsi dodekilbenzen ini terjadi karena cakupan penggunaan dodekilbenzen dikehidupan yang sangat luas dan beragam. Melihat hal tersebut menyebabkan perlu didirikannya pabrik Dodekilbenzen baru agar kebutuhan di Indonesia dapat terpenuhi dan terciptanya industri-industri baru yang menggunakan Dodekilbenzen sebagai bahan baku pada industri-industri

bahan kimia lainnya seperti pada industri pembuatan dodekilbenzena sulfonic acid dan industri-industri lainnya sehingga dapat meningkatkan pengembangan sumber daya manusia. Pendirian pabrik Dodekilbenzen di Indonesia akan meningkatkan ekspor dan dapat menghemat devisa Negara Indonesia sendiri.

1.2 Rumusan Masalah

Sehubung dengan semakin meningkatnya permintaan akan dodekilbenzen bagi industri kimia di banyak Negara di dunia, termasuk salah satunya di Indonesia maka prospek untuk mendirikan pabrik dodekilbenzen akan terbuka semakin lebar. Selain itu, Indonesia merupakan salah satu Negara produsen benzena yang merupakan bahan baku untuk memproduksi dodekilbenzen. Pendirian pabrik pembuatan dodekilbenzen di Indonesia ini diharapkan dapat memperkecil ketergantungan Indonesia akan impor bahan-bahan kimia dari luar negri, terutama dodekilbenzen yang juga dapat dijadikan komoditi ekspor. Hal ini juga tentunya akan berimbas terhadap penghematan devisa Negara dan juga dapat menambah devisa Negara. Tak hanya itu, pendirian pabrik dodekilbenzen ini juga dapat memicu pertumbuhan industri yang lain di Indonesia, sehingga akan membuka lapangan kerja baru dan memperluas kesempatan kerja bagi masyarakat.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Tujuan prancangan pabrik dodekilbenzen ini adalah merancang proses produksi dodekilbenzen dengan proses detail, untuk menerapkan ilmu Teknik Kimia khususnya di bidang perancangan, proses dan operasi teknik kimia sehingga dapat memberikan gambaran kelayakan prarancangan pabrik dodekilbenzen. Secara khusus, tujuan prarancangan pabrik ini adalah untuk mengurangi ketergantungan impor Indonesia serta menjadi pemasok dodekilbenzen bagi Negara lain untuk menambah devisa Negara sekaligus membuka lapangan pekerjaan baru.

1.4 Manfaat

Manfaat dari perancangan pabrik dodekilbenzena adalah mahasiswa dapat menerapkan ilmu Teknik Kimia yang didapat selama perkuliahan yang diaplikasikan dalam bentuk perancangan pabrik dodekilbenzena. Adapun manfaat lain dari pendirian pabrik dodekilbenzena adalah sebagai berikut.

1. Dodekilbenzena (linier alkilbenzen) banyak digunakan sebagai bahan baku industri sodium dodekilbenzena sulfonat, detergen, *cleansing agents*, dan bahan dasar kosmetik sebagai *surfactant* kimia.
2. Kebutuhan dodekilbenzena dalam negeri masih mengandalkan impor, sehingga dengan didirikan pabrik dodekilbenzena dapat menghemat devisa negara.
3. Menciptakan lowongan kerja.

1.5 Batasan Masalah

Prarancangan pabrik dodekilbenzena, penyusun membatasi pada pemilihan bahan baku utama yaitu benzene dan dodekena menggunakan proses detail dengan katalis *tungsten oxyde*, neraca massa, neraca energi, spesifikasi peralatan, tugas khusus, unit utilitas, kapasitas prarancangan pabrik, analisa ekonomi, aspen *hysys*.

1.6 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting yang akan mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis dalam perancangan pabrik. Semakin besar kapasitas produksi suatu pabrik maka kemungkinan keuntungannya juga semakin besar. Namun ada faktor-faktor lain yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kapasitas produksi. Pabrik dedokilbenzen dirancang dan direncanakan berdiri pada tahun 2030. Untuk memperoleh kapasitas perancangan pabrik tersebut terdapat beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1.6.1 Kebutuhan Dodekilbenzen di Indonesia

Pendirian pabrik pada kapasitas tertentu antara lain bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, membantu perkembangan industri lain yang

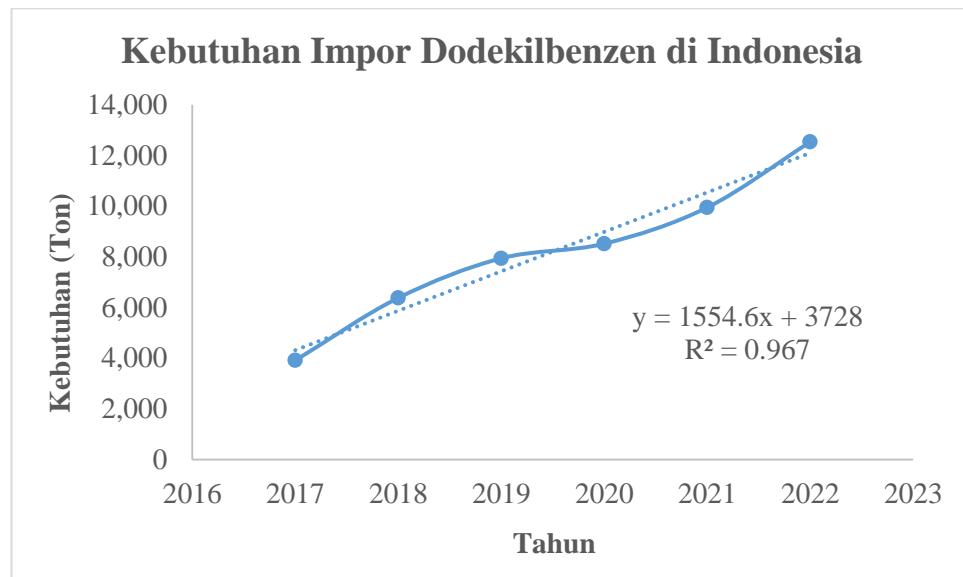
menggunakan produk tersebut. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) 2017-2022, kebutuhan impor *Dodecylbenzene* pada tahun 2017- 2022 dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Impor Dodekilbenzena Di Indonesia

| Tahun | Kebutuhan (Ton/tahun) |
|-------|-----------------------|
| 2017 | 3.913 |
| 2018 | 6.379 |
| 2019 | 7.943 |
| 2020 | 8.520 |
| 2021 | 9.950 |
| 2022 | 12.537 |

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia

Data impor dodekilbenzena di Indonesia dari tahun 2017-2022 dapat dilihat pada Tabel 1.2. berikut:



Gambar 1.1 Data Kebutuhan Dodekilbenzen di Indonesia

Gambar 1.1 menunjukkan kebutuhan akan dodekilbenzen dari tahun 2017-2022 mengalami peningkatan. Untuk memenuhi kebutuhan dodekilbenzen di Indonesia, negara harus mengimpor tiap tahunnya seperti yang terlihat diatas.

Pabrik dodekilbenzen ini direncanakan beroperasi pada tahun 2027, maka dapat dihitung menggunakan persamaan garis lurus pada persamaan 1.1

$$y = 1554,6x + 3728 \dots \dots \dots (1.1)$$

Keterangan:

y = Kebutuhan dodekilbenzen di Indonesia

x = tahun ke-x

Berdasarkan persamaan tersebut, maka dapat diketahui kebutuhan dodekilbenzen di Indonesia pada tahun ke-11 (2027) menggunakan persamaan 1.2

$$y = 1554,6x + 3728$$

$$y = (1554,6 \times 11) + 3728$$

$$y = 20.828,6 \text{ Ton}$$

Kebutuhan dodekilbenzen di Indonesia pada tahun 2027 mengalami peningkatan sebesar 20.828,6 ton/tahun, sehingga hasil ekstrapolasi dapat dilihat pada table 1.2

Tabel 1.2 Hasil Ekstrapolasi Kebutuhan Dodekilbenzen

| Tahun | Kebutuhan (Ton/tahun) |
|--------------|------------------------------|
| 2023 | 14.610,2 |
| 2024 | 16.164,8 |
| 2025 | 17.719,4 |
| 2026 | 19.274 |
| 2027 | 20.828,6 |

Dari tabel di atas dapat dilihat kebutuhan yang semakin meningkat dari tahun ke tahun yaitu pada tahun 2027 sebesar 20.828,6 ton/tahun. Dengan memperhatikan kedua tabel di atas, maka dalam perancangan pabrik dodekilbenzena ini dapat dipilih kapasitas 50.000 ton/tahun dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Dapat memenuhi kurang lebih 40% kebutuhan dodekilbenzena dalam negeri yang diperkirakan akan terus mengalami kenaikan dan sebagiannya diekspor keluar negeri.

2. Dapat merangsang berdirinya industri-industri kimia lainnya yang menggunakan bahan baku maupun bahan pembantu dodekilbenzena.
3. Dapat memperluas lapangan kerja sehingga dapat mengurangi angka pengangguran di Indonesia.

Dengan ketersediaan bahan baku dodekilbenzena dari benzena dan dodeken yang diperoleh dari PT. Pertamina RU IV Cilalap, Jawa Tengah. Ketersediaan bahan baku dalam negeri dapat mencukupi kebutuhan bahan baku pabrik dodekilbenzena sehingga tidak perlu mengimpor bahan baku.

Tabel 1.3 Data pabrik dodekilbenzen di dunia

| Nama Pabrik | Kapasitas (Ton/tahun) |
|------------------------|------------------------------|
| Repsol YPF | 45.000 |
| Iron Chemical Industry | 50.000 |
| Kirshi | 60.000 |
| Petresa | 75.000 |
| Reliance Industries | 100.000 |
| Chevron Onite | 100.000 |

(Johnson, 2003)

Kapasitas pabrik yang didirikan harus berada diatas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan (Mc Cabe, 1986). Dari ekstrapolasi dapat diperkirakan impor dodekilbenzen pada tahun 2027 dengan metode persamaan garis linear adalah sebesar 20.828,6 ton/tahun. Oleh karena itu dapat ditentukan bahwa kapasitas prarancangan pabrik linear dodekilbenzen adalah 50.000 ton/tahun, untuk memenuhi kebutuhan dodekilbenzen dalam negeri maupun luar negeri.

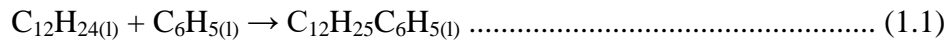
1.7 Seleksi Pemilihan Proses

Macam-macam proses pembuatan dodekilbenzena yaitu sebagai berikut:

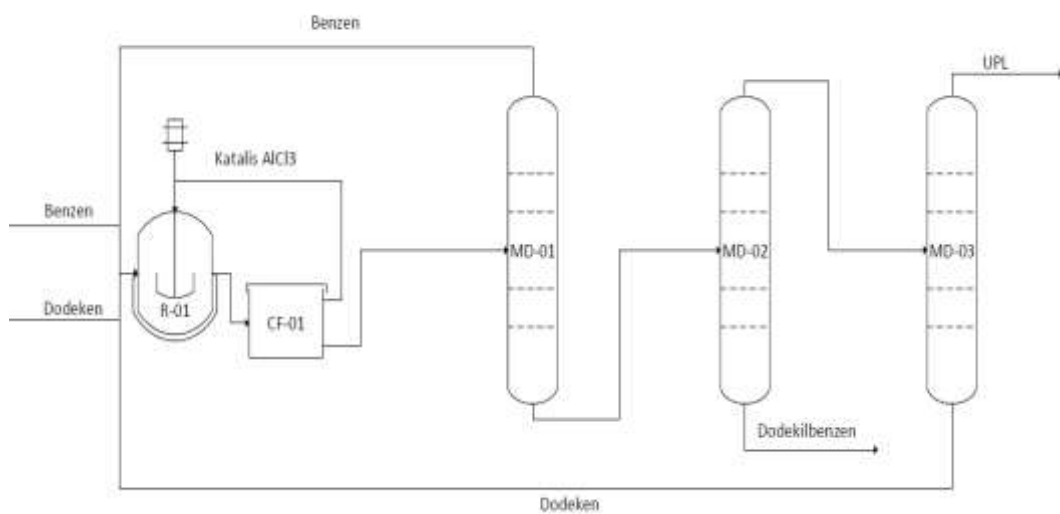
1.7.1 Proses Klorinasi

Pada proses ini dodekena di klorinasi menggunakan klorin menjadi *monododecylchlorida*. *Monododecylchlorida* hasil klorinasi tersebut kemudian

dialkylasi dengan benzena menggunakan katalis aluminium klorida (AlCl_3). Proses ini terjadi di dalam reaktor berpengaduk (RATB) dengan sistem *clarifying tank*, dimana hasil dari reaktor masuk ke dalam *clarifying tank* untuk memisahkan dodekilbenzena dari AlCl_3 . Proses ini menghasilkan limbah cair HCl dan tidak dapat dimanfaatkan kembali. Reaksinya adalah sebagai berikut :



Dodeken Benzen Dodekilbenzen



Gambar 1.2 Flowsheet Dasar Dodekilbenzen dengan Proses Klorinasi

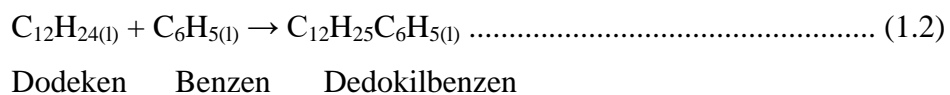
Proses pembuatan Dodekilbenzen dari dodekena dan benzene dengan bantuan katalis AlCl_3 pada suhu 55°C dengan tekanan 1 atm dalam reaktor RATB. Reaksi dalam reaktor berlangsung dalam fase cair serta bersifat eksotermis. Produk keluaran reaktor langsung dialirkan ke *clarifying tank* untuk memisahkan produk dan katalisnya. Katalis di *recycle* ke reaktor sedangkan produk langsung dialirkan ke menara distilasi pertama. Di menara distilasi pertama terjadi pemisahan antara fraksi ringan benzene dan fraksi berat dodekena dodekilbenzen. Hasil atas berupa benzene akan di *recycle* kembali menjadi bahan baku sedangkan hasil bawah dialirkan menuju menara distilasi kedua. Hasil bawah menara distilasi dua berupa produk dodekilbenzen sedangkan hasil atas dialirkan menuju distilasi ketiga. Pada distilasi ketiga hasil atas dialirkan ke unit pengolahan limbah sedangkan hasil bawah berupa dodekana di *recycle* menjadi bahann baku.

1.7.2 Proses Alkilasi dengan katalis HF

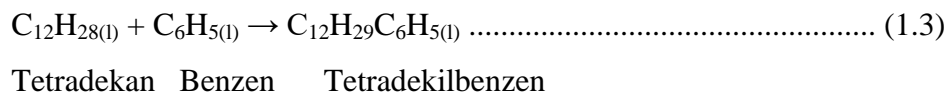
Untuk skala industri, proses ini sudah digunakan sejak tahun 1960-an. Katalis yang sering digunakan pada reaksi pembuatan dodekilbenzena pada saat itu adalah katalis cair yang bersifat asam, seperti *hydrogen fluoride* (HF). Akan tetapi, katalis HF pada saat prosesnya sendiri akan memberikan resiko korosif yang cukup besar pada alat-alat proses, selain itu pada akhir proses akan menghasilkan limbah beracun ke lingkungan yang sukar dipisahkan, sehingga perlu dilakukan banyak pengembangan untuk menanggulangi masalah ini. Salah satunya adalah menggunakan katalis padat, sehingga tidak menghasilkan limbah beracun ke lingkungan dan tidak memerlukan pemisahan dengan produk utama (Fellow et.al, 1992).

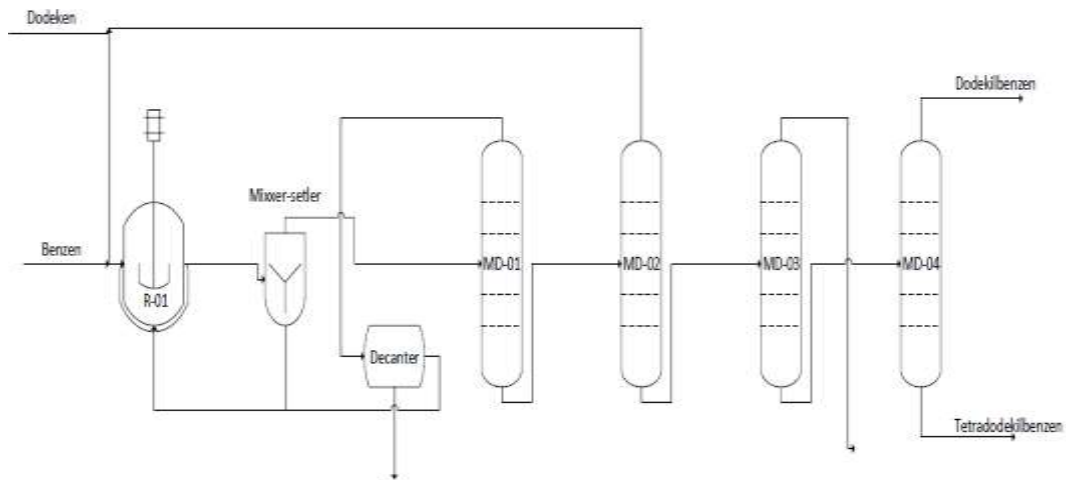
Proses ini menggunakan bahan baku dodekenan dan benzena. Kedua bahan baku ini mengalami reaksi alkilasi dengan menggunakan katalis *Hidrogen Fluorida*. Reaksi terjadi didalam reaktor berpengaduk (RATB) dengan sistem *mixer-settler* dimana hasil dari reaktor masuk kedalam *settler* untuk memisahkan dodekilbenzena dengan HF. HF merupakan asam kuat dimana jika kandungan air mencapai 5% maka kecepatan korosinya bertambah dengan cepat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

Reaksi utama:



Reaksi samping:





Gambar 1.3 Flowsheet Dasar Dodekilbenzen dengan Proses Alkilasi

Proses pembentukan Dodekilbenzen dari dodekena dan benzena pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm terjadi pada reaktor RATB dibantu dengan katalis HF. Hasil keluaran reaktor masuk kedalam *settler*, katalis HF sebagian hasil bawah *settler* dikembalikan ke reaktor, sedangkan hasil atas terdiri dari dodekilbenzen dan komponen lainnya masuk ke dalam menara distilasi pertama. Hasil atas dengan suhu 50°C dikondensasikan, kondensat ini kemudian dipisahkan dalam decanter untuk memisahkan HF cair dari H_2O . HF sebagai hasil atas dikembalikan ke reaktor sedangkan H_2O dan sedikit HF di buang ke lingkungan. Hasil bawah menara distilasi pertama berupa dodekilbenzen dan komponen organic lainnya dialirkan ke kolom benzene atau menara distilasi kedua.

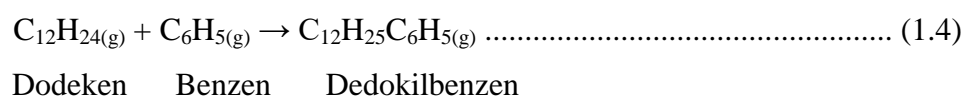
Pada menara distilasi kedua bertujuan untuk memisahkan benzene dari produk utama. Hasil atas berupa benzene campuran air dan toluene pada suhu 80°C dan tekanannya 1 atm. Campuran fase uap dikondensasikan dalam kondensor akan berubah fase menjadi cair jenuh. Distilasi yang keluar dikembalikan lagi ke *mixer*, untuk dicampurkan dengan benzene segar. Hasil bawah berupa dodekilbenzen beserta impuritisnya pada suhu 313°C tekanan 1 atm, dipanaskan kedalam reboiler selanjutnya dialirkan menuju kolom parafin atau menara distilasi ketiga.

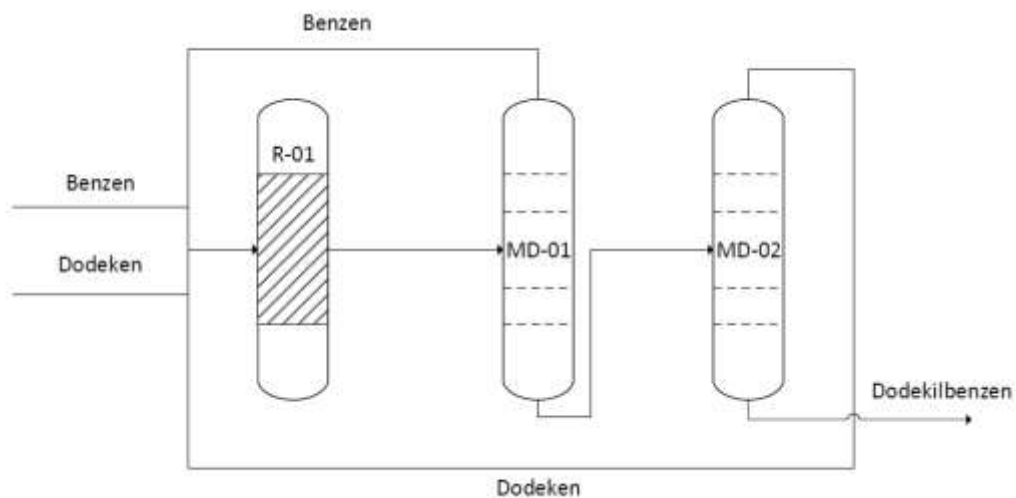
Pada menara distilasi ketiga bertujuan untuk memisahkan parafin dari produk utama. Hasil atas dalam fase uap dengan komponen utama paraffin suhu 214°C dan tekanan 1 atm, campuran ini dikondensasikan dalam kondensor akan berubah jadi cair jenuh. Distilat yang keluar dikirim ke unit paraffin untuk di olah menjadi dodeken dan nanti akan dikembalikan menjadi bahan baku. Hasil bawah yaitu dodekilbenzen beserta impuritisnya pada suhu 332°C tekanan 1,1 atm dipanaskan kembali dalam reboiler lalu dialirkan menuju kolom deterjen atau menara distilasi keempat.

Tahap selanjutnya bertujuan memisahkan dodekilbenzen dari hasil samping yaitu tetradekilbenzen. Hasil atas berupa fase uap dengan komponen utama dodekilbenzen pada suhu 326°C dan tekanan 1 atm, lalu masuk kedalam kondensor sehingga berubah fase menjadi cair jenuh. Distilat yang keluar adalah produk utama lalu dikirim ke tangki penyimpanan. Hasil bawah yaitu tertradekilbenzen sebagai produk samping pada suhu 356°C tekanan 1,1 atm, dipanaskan kembali dalam reboiler, uap yang terbentuk dikembalikan kedalam menara distilasi keempat sedangkan fase cair didinginkan dan disimpan kedalam tangki penyimpanan.

1.7.3 Proses Detal dengan katalis *tungsten oxyde*

Proses ini menggunakan bahan baku benzena dan dodekena, kedua bahan baku ini mengalami reaksi alkilasi, dengan menggunakan katalis *tungsten oksida* yang dijalankan di dalam reaktor *fixed bed*. Berbeda dengan kedua proses diatas, proses ini menggunakan reaktor *fixed bed* dan tidak perlu menggunakan settler untuk memisahkan dodekena dari katalis tungsten oksida dengan Konversi 98.%, sehingga biaya yang dibutuhkan berkurang 15% dari biaya *capital investment* dibandingkan dengan proses lainnya dan proses ini tidak menghasilkan limbah yang beracun (Kirk and Othmer, 1992). Reaksinya sebagai berikut:





Gambar 1.4 Flowsheet Dasar Dodekilbenzen dengan Proses Detail

Proses pembentukan Dodekilbenzen dari dodekena dan benzena pada suhu 200°C dengan tekanan 15 atm terjadi didalam reaktor PFR dibantu dengan katalis *tungsten oxyde*. Keluaran reaktor dialirkan menuju distilasi pertama, pada distilasi pertama terjadi pemisahan antara benzene dan dodeken dan produk utama yaitu dodekilbenzen. Keluaran atas benzene nantinya akan di *rycycle* menjadi bahan baku. Sedangkan keluaran bawah berupa dodekena dan produk utama dodekilbenzen di alirkan menuju menara distilasi kedua. Pada menara distilasi kedua terjadi pemisahan antara dodekena dan dodekilbenzen, keluaran atas berupa dodekena nantinya akan di *rycycle* menjadi bahan baku sedangkan keluaran bawah berupa dodekilbenzen akan dialirkan menuju tangki penyimpanan.

1.7.4 Alasan Pemilihan Proses

Proses pembuatan dodekilbenzena secara umum terbagi menjadi tiga, yaitu Proses klorinasi, proses alkilasi menggunakan katalis HF dan Proses alkilasi menggunakan katalis tungsten oksida. Dalam perancangan pabrik dodekilbenzena ini proses yang dipilih adalah proses alkilasi menggunakan katalis tungsten oksida. Untuk Perbandingan dari macam-macam proses pembuatan dodekilbenzena dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Perbandingan Proses Pembuatan Dodekilbenzena

| Parameter | Proses Pembuatan | | |
|-----------------------|---|--------------------------|---|
| | Klorinasi (Katalis AlCl_3) | Alkilasi (Katalis HF) | Detal (Katalis <i>Tungsten Oxyde</i>) |
| Bahan Baku | Dodeken dan Benzena | Dodeken dan Benzena | Dodeken dan Benzena |
| Suhu | 40-80 °C | 50-60 °C | 100-300 °C |
| Produk Samping | - | Tetradekilbenzena | - |
| Konversi | 55 % | 95 % | 98 % |
| Tekanan | 1 atm | 1 atm | 15 atm |
| Reaktor | RATB | RATB | <i>Fixed Bed</i> |
| <i>Residence Time</i> | 10-25 menit | 5-8 menit | 2,5-5 detik |

Kelebihan dan kekurangan dari proses diatas dapat dilihat pada Tabel 1.5 sebagai berikut :

Tabel 1.5 Kelebihan dan Kekurangan Proses Sintesis Dodekilbenzena

| Proses | Kelebihan | Kekurangan |
|--|--|---|
| Klorinasi (katalis AlCl_3) | <ul style="list-style-type: none"> • Tidak menghasilkan limbah beracun • Jenis reaktor RATB (tekanan dan kondisi operasi aman) temperature 50°C. | <ul style="list-style-type: none"> • Konversi klorinasi rendah • Selektivitas produk utama rendah • Bahan benzene butuh banyak |
| Alkilasi (katalis HF) | <ul style="list-style-type: none"> • Kemurnian Dodekilbenzena tinggi (95%) • Menggunakan reaktor RATB | <ul style="list-style-type: none"> • Kemungkinan pelepasan HF (beracun) • Biaya operasinal tinggi |
| Detal (katalis Tungsten Oxyde) | <ul style="list-style-type: none"> • Tidak menghasilkan limbah beracun • Memberikan proses yang lebih sederhana • Memberikan yield | <ul style="list-style-type: none"> • Reaktor <i>Fixed Bed</i>, sehingga kondisi operasi bertekanan tinggi |

| | | |
|--|--|--|
| | yang besar <ul style="list-style-type: none"> • Mengeliminasi pengolahan limbah untuk asam • Konversi 98% • Temperatur 100-300⁰C | |
|--|--|--|

Dari uraian diatas maka dipilihlah proses Detal menggunakan *fixed bed catalyst* (DETAL). Proses ini dipilih dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Tidak menghasilkan limbah beracun
2. Memberikan proses yang lebih sederhana
3. Memberikan yield yang besar
4. Konversi 98%

1.8 Uraian Proses

Langkah proses pembuatan dodekilbenzene dari benzen dan dodeken dapat dikelompokkan dalam tiga tahapan proses, yaitu :

1. Tahap penyiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemurnian produk

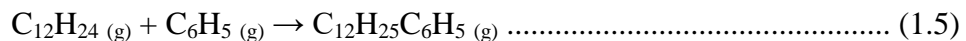
1.8.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku pembentukan dodekilbenzen adalah dodekena dan benzene. Benzene disimpan pada tanki (T-100) dengan suhu 30⁰C dan tekanan 1 atm. Dodeken disimpan pada tanki (T-101) dengan suhu 30⁰C dan tekanan 1 atm dalam fase cair.

Sebelum masuk ke reaktor (PFR-200) dodeken dan benzene dipompakan (P-100) dan (P-101) dengan tekanan 15 atm mengalir menuju *Heat exchanger* (HE-100) dan (HE-101) untuk dinaikan suhu awal menjadi 50⁰C kemudian dialirkan menuju *Heater* (H-100) dan (H-101) untuk dipanaskan sampai suhu 200⁰C lalu dialirkan ke reaktor (PFR-100).

1.8.2 Tahap Reaksi

Umpan reaktor terdiri dari arus umpan tanki benzena (T-100) dan arus umpan tanki dodeken (T-101) masuk kedalam reaktor (PFR-100). Reaktor yang digunakan yaitu *plug flow reactor* dengan kondisi operasi 15 atm dan 200⁰C. Katalis yang digunakan yaitu *tungsten oxyde*. Reaksi berlangsung eksotermis. Reaksi ini menghasilkan konversi 98%. Reaksi yang terjadi pada proses ini sebagai berikut:



1.8.3 Tahap Pemurnian Produk

Proses ini berfungsi untuk memisahkan dodekilbenzen dari impuritis untuk mendapatkan dodekilbenzen dengan kemurnian yang tinggi. Keluaran dari reaktor diumpankan kedalam distilasi (MD-300) sebelum diumpankan, tekanan diturunkan kembali menjadi 1 atm menggunakan *valve* (VLV-100) kemudian dialirkan ke menara distilasi (MD-300).

Pada keluaran atas menara distilasi berupa benzene dengan kondisi operasi 78,75⁰C dan tekanan 1 atm yang nanti dialirkan ke *cooler* (C-102) untuk penurunan suhu menjadi 30⁰C selanjutnya benzene di *recyle* (RCY-1) agar dapat digunakan kembali. Hasil bawah berupa dodekena dan produk utama yaitu dodekilbenzen dengan kondisi operasi 263⁰C dan tekanan 1 atm diumpankan masuk kedalam menara distilasi (MD-301). Pada (MD-301) terjadi pemisahan antara bahan baku dodeken dan juga produk utama. Keluaran atas berupa dodeken dengan kondisi operasi 215⁰C dan tekanan 1 atm sebelum di *recovery* dodeken diturunkan suhunya menjadi 30⁰C pada (C-104) dan selanjutnya di *recycle* menjadi bahan baku. Pada keluaran bawah berupa dodekilbenzen dengan kondisi operasi 327⁰C dan tekanan 1 atm dialirkan menuju (C-103) untuk penurunan suhu menjadi 32⁰C dan selanjutnya dialirkan ke tangki penyimpanan dodekilbenzen dengan kemurnian yang didapat yaitu 99,90%.

1.9 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting dalam prancangan pabrik karena hal ini berhubungan dengan nilai ekonomis pabrik yang akan dibangun. Oleh karena itu, pabrik dodekilbenzena ini direncanakan akan dibangun di Jonggon, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, Indonesia.

Berikut adalah lokasi pabrik dengan pelabuhan yaitu pada Gambar 1.5.



Gambar 1.5 Lokasi Pabrik Jonggon, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.

Pemilihan lokasi yang tepat, ekonomis dan menguntungkan perlu dipertimbangkan baik dari faktor primer maupun sekunder, yaitu:

1. Faktor utama (*primary factors*) meliputi sumber bahan baku, tempat pemasaran, penyediaan tenaga dan bahan bakar, sumber penyediaan air, sarana transportasi dan iklim.
2. Faktor khusus (*specific factors*) meliputi bahan buangan, tenaga kerja, masalah finansial (perpajakan, peraturan daerah tentang pembangunan), pengamanan terhadap kebakaran dan masalah kemasayarakatan.

Adapun faktor-faktor yang harus diperhatikan untuk menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1. Sumber Bahan Baku

Bahan baku utama benzena dan dodekena. Benzena diperoleh dari PT.Pertamina RU IV yang terletak di Cilacap. Sedangkan dodekena di import dari Chevron Philips Chemical Company LP, Singapura melalui pelabuhan Tanjung

Intan. Lokasi pabrik yang dekat dengan penyediaan bahan baku dan dekat dengan pelabuhan akan menghemat biaya

2. Transportasi Pemasaran

Produk direncanakan dapat memenuhi pasar dalam negeri dan luar negeri. Sehingga pendirian pabrik dilakukan di dekat pelabuhan dan prasarana transportasi lainnya yang memudahkan distribusi.

3. Penyedia utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah listrik, air dan bahan bakar. Kebutuhan listrik dipenuhi oleh PLN, dengan jaringan distribusi yang mudah untuk sampai ke lokasi pabrik. Kebutuhan bahan bakar dapat dipenuhi dari Pertamina Kalimantan. Sedangkan untuk kebutuhan air dipenuhi dari air Sungai Jonggon, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.

4. Transportasi

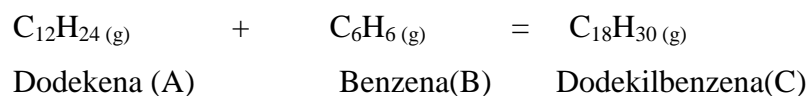
Jonggon, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur memiliki sarana transportasi yang memadai, baik dari jalur darat berupa jalan raya dan rel kereta api atau jalur laut berupa pelabuhan yang menghubungkan lokasi industri ke daerah pemasaran

5. Tenaga kerja

Di Jawa khususnya Jawa Tengah memiliki tenaga kerja yang cukup banyak, baik sebagai ahli, menengah, maupun buruh kasar, terdidik maupun terlatih.

1.10 Uji Ekonomi Awal

Uji ekonomi awal merupakan perhitungan jumlah dari harga bahan baku dan harga produk yang akan dijual sebagai penentu apakah pabrik yang akan dirancang dapat memberikan keuntungan atau memberikan kerugian. Berikut harga bahan baku dan produk dari prarancangan pabrik didodekilbenzena



Analisa ekonomi awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada **Tabel 1.6**

| | Bahan Baku | | | Produk |
|-----------------|--|--|---|---|
| | Benzena | Dodekena | WO ₃ | Dodekilbenzene |
| BM | 78,114 | 168,324 | 86,55 | 246,435 |
| Harga per Kg | Rp. 12.841 | Rp. 18.548 | Rp. 11.209 | Rp. 82.754 |
| Kebutuhan | 1 mol x 78,114 gr/mol = 78,114 gr = 0,07811 kg | 1 mol x 168,324 gr/mol = 168,324 gr = 0,168324 kg | 1 mol x 86,55 gr/mol = 86,55 gr = 0,08655 kg | 1 mol x 246,435 gr/mol = 246,435 gr = 0,24635 kg |
| Harga Total | 0,07811 kg x Rp. 12.841 = Rp. 1.002,93 | 0,168324 kg x Rp. 18.548 = Rp. 3.122,07 | 0,08655 kg x Rp. 11.209 = Rp. 970,139 | 0,24635 kg x Rp. 82.754 = Rp. 20.386,448 |
| Analisa Ekonomi | = Produk – Reaktan = (Rp. 20.386,448) – (Rp. 1.002,93 + Rp. 3.122,07 + Rp. 970,139) = Rp. 20.386,448 – Rp. 5.095,139 = Rp. 15.291,3209 / kg = Rp. 15.291.320,9 / Ton | | | |

Berdasarkan Analisa Ekonomi awal maka *persentase* keuntungan diperoleh berikut:

$$\begin{aligned} \% \text{Keuntungan} &= \frac{\text{Rp. 15.291,3209 / kg}}{\text{Rp. 5.095,139}} \times 100\% \\ &= 300,116\% \end{aligned}$$

Maka persen keuntungan yang didapat dari analisa ekonomi awal sebesar 300,116% dari produksi.