



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam Proses

Dalam pendirian pabrik, pemilihan proses produksi sangatlah penting.

Pada dasarnya proses pembuatan *Dodecylbenzene* terdapat 2 proses, yaitu :

1. Proses Klorinasi

Proses ini menggunakan bahan baku dodekil klorida yang dihasilkan dari klorinasi 1-dodeken rantai lurus, benzena dengan aluminium klorida (AlCl_3) sebagai katalis. 1-dodeken (dengan jumlah atom C-12) direaksikan dengan gas klorin (Cl_2) pada suhu 100-140 °C dan menghasilkan dodekil klorida. Dodekil klorida yang dihasilkan dicampur dengan benzena dan AlCl_3 dalam reaktor yang berlangsung pada suhu 80 °C selama 30 menit.

Selama reaksi berlangsung, dilakukan recycle katalis yang dikontrol dengan penambahan AlCl_3 . Gas HCl anhidrid dimasukkan kembali kedalam reaktor bersama dengan gas klor dari kolom klorinasi. Kombinasi aliran HCl dapat diregenerasi untuk mempermudah pengambilan kembali gas klor yang akan digunakan lagi dalam klorinasi. Alkilat yang mengandung Benzena, 1-dodeken, deterjen alkilat, dan heavy alkilat dipisahkan dalam menara fraksinasi, sedangkan benzena dan 1-dodeken direcycle kembali ke dalam reaktor. Deterjen alkilat dipisahkan sebagai hasil fraksinasi tengah. Alkilat yang diproduksi adalah *dodecylbenzene* dengan kemurnian 55%. Produk *dodecylbenzene* ditampung dalam tangki penyimpanan, sedangkan limbah cair HCl dari hasil proses yang tidak dapat dimanfaatkan kembali ditampung dalam UPL.

2. Proses Alkilasi

Proses ini menggunakan bahan baku Benzena dan Dodeken dengan Hidrogen Flourida (HF) sebagai katalisnya. Reaksi berlangsung pada reaktor RATB pada temperature 40 – 55 °C. Hidrogen Flourida digunakan sebagai katalis pada proses reaksi dan dapat direcycle kembali menjadi katalisator. Kelebihan benzena yang tercampur dengan *dodecylbenzene* dipisahkan dalam menara distilasi yang



kemudian dikembalikan ke reaktor sebagai recycle. Produk utama *Dodecylbenzene* ditampung dalam tangki penyimpanan.

II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian macam proses di atas, dapat dilakukan perbandingan pemilihan proses yang akan digunakan.

Tabel II. 1 Perbandingan Proses Pembuatan *Dodecylbenzene*

| Proses | Klorinasi | Alkilasi |
|------------------|--|--|
| Kondisi Operasi | Pada suhu 80 °C selama 30 menit pada Reaktor | Pada suhu 40 – 55 °C dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk |
| Yield | 85% - 95% | 95% - 98% |
| Kemurnian Produk | 55% | ≥ 90 % |

Dapat disimpulkan dari uraian diatas, maka dipilihlah Proses Alkilasi. Proses ini dipilih menggunakan pertimbangan berikut:

1. Menghasilkan konversi yang tinggi yakni 95%
2. Limbah yang dihaikan dapat direcycle kembali

II.3 Uraian Proses

Berikut merupakan uraian proses alkilasi pada pembuatan *Dodecylbenzene*:

1. Tahap Reaksi

Bahan baku Benzena dan Dodeken disimpan masing – masing pada tangki penyimpanan bahan baku (F-110) dan (F-120) dengan suhu 50 °C dan tekanan 1 atm. Benzena dan Dodeken akan dicampurkan terlebih dahulu dalam mixer (M-130). Reaktan yang keluar dari mixer dipompa untuk dimasukkan ke dalam reaktor (R-210) dengan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) untuk direaksikan dengan katalis HF. Reaksi yang berlangsung secara ekotermis, dijaga konstan pada suhu 50 °C dan tekanan 1 atm. Produk yang keluar dari reactor terdiri dari DDB sebagai



produk utama, TDS sebagai produk samping, serta kandungan organik lainnya. Proses yang terjadi adalah sebagai berikut:



2. Tahap Pemurnian Produk

a) Pemisahan katalis HF

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan HF dari produk untuk dikembalikan ke reactor. Produk yang dihasilkan reaktor (R-210) masuk kedalam separator (S-220). Katalis HF sebagian hasil bawah separator dikembalikan ke reaktor (R-210), sedangkan hasil atas terdiri dari *dodecylbenzene* dan komponen organik lainnya serta masih mengandung sedikit HF masuk ke dalam menara distilasi pertama (D-310). Hasil atas menara distilasi pertama dikondensasikan dan diturunkan suhunya dari 67°C menjadi 50°C dengan kondensor (E-311). Kondensat ini kemudian dipisahkan dalam decanter untuk memisahkan HF cair dari H₂O. HF sebagai hasil atas dikembalikan ke reaktor sedangkan H₂O dengan sedikit HF di buang ke lingkungan. Hasil bawah menara distilasi pertama (D-310) berupa *dodecylbenzene* dan komponen organik lainnya dipompa (L-314) ke kolom benzene atau menara distilasi kedua (D-410).

b) Pemisahan Benzene

Pada menara distilasi kedua (D-410) bertujuan untuk memisahkan benzene dari produk utama. Hasil atas berupa benzene campuran air dan toluene pada suhu 80°C dan tekanannya 1 atm. Distilat yang keluar dikembalikan lagi ke mixer (M-130) untuk dicampurkan dengan benzene segar. Hasil bawah berupa *dodecylbenzene* beserta impuritisnya pada suhu 313°C tekanan 1 atm, dipanaskan ke dalam reboiler (E-415). Uap yang terbentuk dikembalikan ke menara distilasi kedua (D-410). Sedangkan cairannya dipompa menuju kolom parafin atau menara distilasi ketiga (D-510).



c) Pemisahan Dodeken (parafin)

Pada menara distilasi ketiga bertujuan untuk memisahkan parafin dari produk utama. Hasil atas menara distilasi ketiga (D-510) adalah fase uap dengan komponen utama dodeken suhu 214°C dan tekanan 1 atm, Campuran ini dikondensasikan dalam kondensor (E-511) akan berubah jadi cair jenuh. Distilat yang keluar dikirim ke unit pengolahan limbah. Hasil bawah yaitu *dodecylbenzene* beserta impuritisnya pada suhu 332°C tekanan 1,1 atm dipanaskan kembali dalam reboiler (E-515). Uap yang terbentuk dikembalikan ke menara distilasi ketiga (D-510) sedangkan cairannya dipompa menuju ke kolom deterjen atau menara distilasi keempat (D-610).

d) Pemisahan Dodecylbenzene

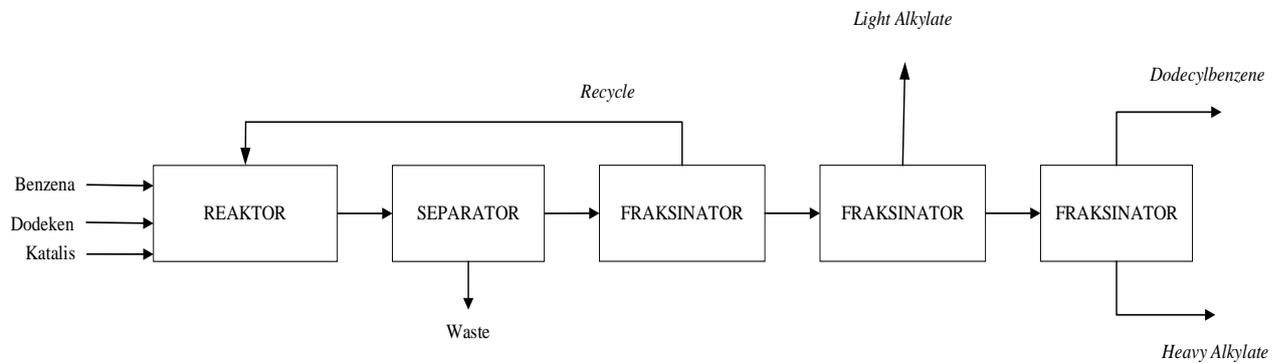
Tahap selanjutnya bertujuan memisahkan *dodecylbenzene* dari hasil samping yaitu tetradakilbenzen. Hasil atas menara ditilasi keempat (D-610) berupa campuran fase uap dengan komponen utama *dodecylbenzene* pada suhu 326°C dan tekanan 1 atm, Campuran ini dipompa kedalam kondensor (E-611) sehingga berubah fase menjadi cair jenuh. Distilat yang keluar adalah produk utama (DDB) lalu dikirim ke tangki penyimpanan (F-710). Hasil bawah yaitu tertradakilbenzene sebagai produk samping pada suhu 356°C tekanan 1,1 atm, dipanaskan kembali dalam reboiler (E-615), uap yang terbentuk dikembalikan kedalam menara distilasi keempat (D-610) sedangkan fase cair didinginkan dan disimpan kedalam tangki penyimpanan (F-720).



PRA RENCANA PABRIK
“DODECYLBENZENE DARI BENZENA DAN DODEKEN
DENGAN PROSES ALKILASI”

BAB II – SELEKSI DAN URAIAN PROSES

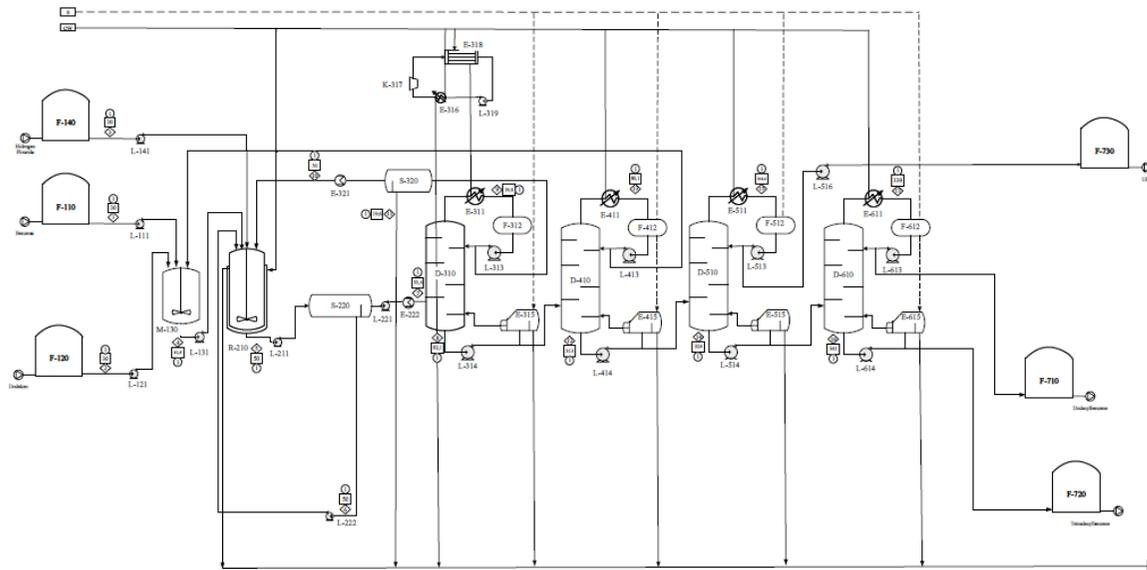
II.3.1 Blok Diagram





II.3.2 Flowsheet Pengembangan Pabrik

FLWSHEET PRA RENCANA PABRIK DODECYLBENZENE DARI BENZENA DAN DODEKEN DENGAN PROSES ALKILASI



| | | | |
|-----|----------------------|---|--------------|
| CWR | Cooling Water Return | □ | Suhu, °C |
| S | Steam | ◇ | Aliran massa |
| CW | Cooling Water | | |

| | | |
|----|-------|----------------------------|
| 48 | F-730 | Tangki Pengalihan Limbah |
| 47 | F-720 | Tangki Produk Sponsing TDS |
| 46 | F-710 | Tangki Produk Utama DDB |
| 45 | E-615 | Reboiler - 4 |
| 44 | L-614 | Pompa - 16 |
| 43 | L-613 | Pompa - 15 |
| 42 | F-612 | Akumulator - 4 |
| 41 | E-611 | Condensor - 4 |
| 40 | D-610 | Distilasi IV |
| 39 | E-515 | Reboiler - 3 |
| 38 | L-514 | Pompa - 14 |
| 37 | L-516 | Pompa - 13 |
| 36 | L-513 | Pompa - 12 |
| 35 | F-512 | Akumulator - 3 |
| 34 | E-511 | Condensor - 3 |
| 33 | D-510 | Distilasi III |
| 32 | E-415 | Reboiler - 2 |
| 31 | L-414 | Pompa - 11 |
| 30 | L-413 | Pompa - 10 |
| 29 | F-412 | Akumulator - 2 |
| 28 | E-411 | Condensor - 2 |
| 27 | D-410 | Distilasi II |
| 26 | E-315 | Reboiler - 1 |
| 25 | L-314 | Pompa - 9 |
| 24 | E-321 | Heat Exchanger - 2 |
| 23 | S-320 | Decanter |
| 22 | L-319 | Pompa ekspansi |
| 21 | E-318 | Chiller |
| 20 | R-317 | Kompresor |
| 19 | E-316 | Condenser |
| 18 | L-313 | Pompa - 8 |
| 17 | F-312 | Akumulator - 1 |
| 16 | E-311 | Condensor - 1 |
| 15 | D-310 | Distilasi I |
| 14 | E-222 | Heat Exchanger - 1 |
| 13 | L-221 | Pompa - 7 |
| 12 | L-222 | Pompa - 6 |
| 11 | S-220 | Separator |
| 10 | L-211 | Pompa - 5 |
| 9 | R-210 | Reaktor Berpasang |
| 8 | L-141 | Pompa - 4 |
| 7 | F-140 | Tangki Penyimpanan HF |
| 6 | L-131 | Pompa - 3 |
| 5 | M-130 | Mixer |
| 4 | L-121 | Pompa - 2 |
| 3 | F-120 | Tangki Penyimpanan Dodeken |
| 2 | L-111 | Pompa - 1 |
| 1 | F-110 | Tangki Penyimpanan Benzene |

| Komponen | Aliran Massa (kmol/jmi) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|---------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|--------|---------|----------|---------|--------|--------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| C ₆ H ₆ (g) | 286.9372 | - | - | 539.7685 | 505.6627 | 0.0002 | 505.6625 | 505.6625 | - | - | - | - | 505.6625 | - | - | - | - |
| C ₁₂ H ₂₀ (g) | - | 35.8672 | - | 0.0915 | 1.7934 | - | 1.7934 | 1.7934 | - | - | - | 1.7933 | 0.0000 | - | 1.7933 | - | - |
| HF | - | - | 2257.7964 | 0.3702 | 2258.1666 | 4367.4411 | 148.0781 | 0.7404 | 147.3377 | 2944.6902 | 2.9476 | - | 0.7404 | - | 0.0110 | - | - |
| C ₇ H ₈ (g) | 0.0487 | - | - | 0.4529 | 0.0915 | 0.0001 | 0.0914 | 0.0914 | - | - | - | 0.0110 | 0.0804 | - | 0.0278 | - | - |
| H ₂ O(l) | 0.2489 | - | - | 35.8672 | 0.4688 | 0.2358 | 0.2330 | 0.2318 | 0.0012 | - | 0.0210 | 0.0278 | 0.2041 | - | 0.7383 | - | - |
| C ₁₀ H ₁₈ (g) | - | 0.7384 | - | 0.7384 | 0.7384 | 0.0000 | 0.7384 | 0.7384 | - | - | - | 0.7384 | - | 0.0001 | 0.0304 | - | 0.0001 |
| C ₁₁ H ₁₈ (g) | - | 0.6405 | - | 0.6405 | - | 0.6085 | - | 0.6085 | - | - | - | 0.6085 | - | 0.5780 | - | - | 0.5780 |
| C ₁₁ H ₁₂ .C ₆ H ₆ (g) | - | - | - | - | 34.0738 | - | 34.0743 | 34.0743 | - | - | - | 34.0743 | - | 34.0743 | - | 0.0034 | 34.0709 |
| C ₁₄ H ₂₆ .C ₆ H ₆ (g) | - | - | - | - | 0.0320 | - | 0.0321 | 0.0321 | - | - | - | 0.0321 | - | 0.0321 | - | 0.0321 | 0.0000 |
| Jumlah | 287.2348 | 37.2460 | 2257.7964 | 577.9291 | 2801.6356 | 4367.6772 | 691.3115 | 543.9727 | 147.3389 | 2944.6902 | 2.9686 | 37.2853 | 506.6874 | 34.6845 | 2.6008 | 0.0355 | 34.6490 |

| | | | |
|-----|------|--|--------------------------|
| No. | Kode | PABRIK DODECYLBENZENE DARI BENZENA DAN DODEKEN DENGAN PROSES ALKILASI | |
| | | Dibuat oleh | Eira Nissa F Mengetahui, |
| | | NPM | 1801010051 |
| | | Dosen Pembimbing | Ir. Muta'ain Billah, MS |
| | | PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK & SAINS UNIVERSITAS PEMBANGUNAN "VETERAN" JAWA TIMUR 2025 | |