



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan penduduk juga semakin bertambah dan beraneka ragam. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat mengakibatkan semakin pesatnya pertumbuhan berbagai industri. Tetapi dalam pertumbuhannya, keseimbangan terhadap lingkungan tidak boleh dilupakan. Salah satu diantaranya adalah adanya pencemaran air yang diakibatkan penggunaan deterjen yang *non bio degradable* (sukar terurai oleh mikro organisme).

Perkembangan industri *Alkyl Benzene* dimulai pada awal tahun 1940, dengan ditemukannya *Branch Alkyl Benzene* (BAB). BAB diproduksi dengan cara *alkylasi fiedel-Craft* dari *Benzene* dan *Propilen Tetramer* ((C₃H₆)₄). Dalam perkembangannya, BAB sebagai formulasi akhir dari deterjen mampu menggeser bahkan menggantikan fungsi alami sabun alami. (UOP, 1994).

Tetapi dewasa ini di negara-negara maju BAB sudah tidak digunakan lagi karena memiliki kelemahan yang sangat merugikan, yaitu memiliki struktur cabang yang sulit diuraikan oleh jasad-jasad renik dan mikro organisme (*non Biodegradable*), sehingga menimbulkan populasi lingkungan yang serius. Oleh karena itu pada awal tahun 1960 diadakan penelitian oleh para ahli untuk menghasilkan *Alkyl Benzene* yang tidak menimbulkan populasi lingkungan. *Alkyl Benzene* yang dihasilkan adalah tipe linier yang dikenal dengan *Linier Alkyl Benzene* (LAB). LAB mulai dimanfaatkan oleh produsen sebagai pengganti BAB karena dinilai lebih ramah terhadap lingkungan dan mudah diuraikan oleh mikroorganisme (*Bio degradable*).



Pendahuluan

Linier Alkyl Benzene adalah salah satu bahan kimia organik dengan rumus molekul ($C_{12}H_{25}C_6H_5$) yang digunakan sebagai bahan baku pada industri deterjen. Dengan semakin meningkatnya penggunaan deterjen dalam kehidupan manusia, mengakibatkan industri *Alkyl Benzene* semakin berkembang pula.

Di Indonesia dengan semakin berkembangnya industri deterjen, kebutuhan LAB dari tahun ke tahun semakin meningkat.

Tabel 1.1. Kebutuhan LAB di Indonesia.

| Tahun | Kebutuhan ton/ tahun |
|-------|----------------------|
| 1996 | 120.562 |
| 1997 | 128.278 |
| 1998 | 136.511 |
| 1999 | 146.621 |
| 2000 | 154.821 |
| 2001 | 168.431 |
| 2002 | 182.753 |

(Sumber : Biro Pusat Statistik)

Sampai saat ini kebutuhan LAB yang terus meningkat baru dipenuhi oleh PT. Unggul Indah Cahaya, Tbk, Merak Propinsi Banten dengan kapasitas produksi 60.000 ton pertahun (Sumber: CIC, 1999) yang merupakan satu satunya pabrik penghasil LAB di Indonesia.

Dengan adanya peningkatan kebutuhan LAB di dalam negeri dan baru satu pabrik penghasil LAB yang dapat memenuhi kebutuhan itu, maka dirasa cukup penting untuk membangun pabrik LAB di Indonesia.

1.2. Kapasitas Rancangan

Dalam penentuan kapasitas rancangan pabrik LAB dapat didasarkan dengan beberapa pertimbangan:

1.2.1. Perkiraan Kebutuhan LAB di Indonesia

Dari data kebutuhan LAB dalam negeri pada Tabel 1.1. dengan kecenderungan peningkatan kebutuhan rata-rata sebesar 8% per tahun, maka



Pendahuluan

diperkirakan kebutuhan LAB yang belum dapat terpenuhi pada tahun 2003 akan mengalami peningkatan sebesar 197.373 ton, sedangkan dengan adanya pabrik LAB yang secara komersial telah berdiri dengan kapasitas 60.000 ton per tahun. maka diperkirakan kebutuhan LAB belum dapat terpenuhi sekitar 137.373 ton. Sehingga dengan didirikannya pabrik LAB kapasitas 80.000 ton per tahun maka diharapkan sekitar 58 % kebutuhan dalam negeri yang belum terpenuhi dapat terpenuhi.

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku.

Bahan baku pembuatan LAB yang berupa *benzene* dapat diperoleh dari dalam negeri sendiri sehingga bebas dari ketergantungan dengan negara lain. Pabrik LAB dengan kapasitas produksi 80.000 ton per tahun yang akan didirikan ini diperkirakan membutuhkan bahan baku *benzene* \pm 105.133,54 ton per tahun dan *á-olefin* \pm 57.205,93 ton per tahun serta katalis HF \pm 22.435,14 ton per tahun. Dari kebutuhan bahan baku untuk memproduksi LAB, *benzene* disediakan dari proyek *paraxylene* pertamina UP-IV Cilacap, Jawa Tengah, dengan kapasitas produksi 140.000 ton per tahun. Sedangkan bahan baku *á-Olefin* di import dari Korea melalui pelabuhan. Dengan demikian ketersediaan bahan baku tidak menjadi masalah karena cukup tersedia dan mudah diperoleh.

1.2.3. Kapasitas Minimal

Saat ini pabrik LAB di dunia yang menggunakan proses UOP (*Union Oil Product*) adalah pabrik Gulf (Monteral, Canada) dengan kapasitas antara 50.000-80.000 ton per tahun. Sedangkan di Indonesia baru ada satu pabrik LAB dengan proses UOP, yaitu PT. Unggul Indah Cahaya, Merak dengan kapasitas produksi 60.000 ton per tahun.

(Sumber : CIC, *Indonesia manufacture Directory*, 1996/1997)

Dari pabrik yang telah ada, kapasitas produksi 80.000 ton per tahun untuk pabrik LAB yang akan didirikan sudah cukup menguntungkan untuk pemenuhan kebutuhan dalam negeri. Berdasarkan ketiga pertimbangan



tersebut di atas, maka untuk perencanaan awal pabrik LAB ini ditetapkan dengan kapasitas sebesar 80.000 ton per tahun.

Dengan kapasitas sebesar ini diharapkan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang mengalami peningkatan sekitar 8% per tahun.
2. Dapat membuka kesempatan berdirinya industri lain yang menggunakan LAB sebagai bahan baku.
3. Dapat memberikan keuntungan karena kapasitas rancangan minimal yang secara komersial memberikan keuntungan adalah 50.000 - 80.000 ton per tahun.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik mempengaruhi kedudukan pabrik tersebut dalam persaingan. Banyak faktor yang mempengaruhi agar penentuan lokasi pabrik tersebut tepat, ekonomis, dan menguntungkan. Faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik di antaranya adalah :

1. Faktor utama adalah faktor yang pasti diperlukan oleh semua jenis industri yang ada, antara lain :
 - a. Lokasi sumber bahan baku

Di dalam perusahaan ini kebutuhan bahan baku merupakan kebutuhan rutinitas yang harus selalu dipenuhi, baik dari dalam negeri maupun dari luar negeri. Yang terpenting adalah bagaimana perusahaan dapat memperoleh bahan baku dengan kualitas baik dengan harga murah



b. Lokasi pemasaran

Pabrik yang akan didirikan akan lebih menguntungkan apabila mendekati daerah pemasaran, ada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dan diperhitungkan di antaranya :

- Biaya pengangkutan

Apabila biaya angkutan bahan baku lebih murah daripada biaya angkutan produk, maka pabrik tersebut akan lebih menguntungkan didirikan mendekati pasar.

- Pengangkutan

Apabila pengangkutan bahan baku lebih mudah daripada pengangkutan produk, maka akan lebih menguntungkan jika pabrik didirikan mendekati lokasi pemasaran.

- Resiko pengangkutan

Apabila resiko pengangkutan yang ada dari bahan baku lebih rendah daripada resiko pengangkutan produk, maka lebih baik jika mendirikan pabrik dekat dengan lokasi sumber bahan baku.

c. Fasilitas transportasi

Pada umumnya fasilitas transportasi adalah sarana dan prasarana yang terlibat dalam usaha pemindahan barang, karena pabrik yang akan didirikan tersebut tidak dapat melepaskan diri dari kebutuhan transportasi maka fasilitas transportasi merupakan masalah yang sangat penting.

d. Pembangkit tenaga



Pendahuluan

Pada umumnya tenaga yang diperlukan oleh pabrik adalah dalam jumlah cukup besar, apabila pabrik yang didirikan ini tidak dapat mendapat sumber tenaga dalam jumlah cukup, maka pabrik yang didirikan tidak akan beroperasi dengan baik. Pembangkit tenaga diperlukan untuk menjalankan mesin dan peralatan produksi yang ada di dalam pabrik, kekurangan daya dalam perusahaan akan mengakibatkan pemakaian mesin dan peralatan produksi dalam pabrik menjadi sangat terbatas, atau bahkan akan menimbulkan gangguan-gangguan dalam pelaksanaan proses produksi.

e. Tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan salah satu masalah yang cukup penting di dalam pelaksanaan proses produksi, sehingga tersedianya tenaga kerja ini perlu diperhatikan oleh manajemen perusahaan yang akan mendirikan pabrik.

2. Faktor pendukung adalah suatu faktor yang sangat diperlukan oleh jenis industri lain, di antaranya :

- a. Harga tanah dan gedung dikaitkan dengan rencana yang akan datang.
- b. Kemungkinan perluasan pabrik.
- c. Tersedianya fasilitas disekitar pabrik.
- d. Tersedianya air yang cukup.
- e. Keadaan masyarakat daerah sekitar.
- f. Peraturan pemerintah daerah setempat.
- g. Iklim.
- h. Keadaan tanah penting untuk rencana bangunan dan pondasi



Dari pertimbangan di atas maka lokasi yang cocok untuk mendirikan pabrik *Linier Alkyl Benzene* ini adalah di Cilegon, Banten. Keuntungan yang diperoleh apabila pabrik ini didirikan di kawasan ini adalah :

1. Lokasi

Lokasi tersebut sudah terdapat industri-industri, sehingga masalah lingkungan, sosial, iklim dan tenaga kerja tidak menjadi masalah.

2. Dekat dengan pasar

Sebagian industri yang memanfaatkan *Linier Alkyl Benzene* berada dikawasan Jawa Barat, Jakarta dan Jawa Timur.

3. Bahan baku dan produk

Dengan lokasi pabrik dekat dengan pantai maka dimungkinkan untuk memiliki dermaga sendiri sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku yang sebagian impor dan produk yang sebagian di ekspor dengan menggunakan jalur laut. Sebagian α -olefin dan *benzene* diperoleh dari PT. Unggul Indah Cahaya dan Aromatic Center Cilacap.

4. Transportasi dan pengangkutan

Lokasi pabrik dekat dengan jalan utama Jakarta-Merak sehingga memudahkan dalam transportasi dan pemasaran jalur darat.

5. Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja untuk tenaga buruh mudah diperoleh dari perkampungan di sekitar lokasi pabrik.

6. Kebutuhan tenaga listrik



Untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik dapat diperoleh dari PLTU

Suralaya yang terletak tidak jauh dari lokasi pabrik.



1.1. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam Proses

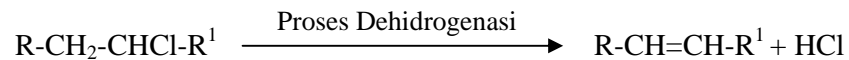
1. Proses Klorinasi

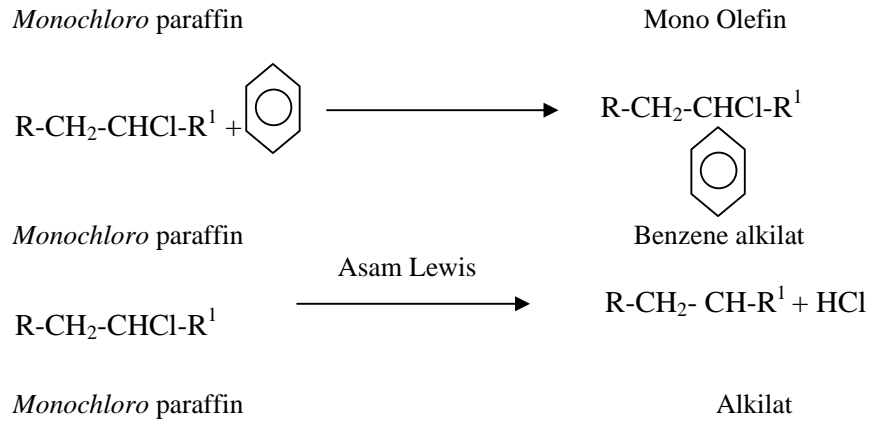
Proses klorinasi pertama kali dibuat secara komersil pada tahun 1962 dengan menggunakan bahan baku *chloroparaffin* dengan reaktor *fixed bed*. Reaksi bekerja pada suhu 15–20°C sedangkan waktu reaksi 30 menit, dan bekerja pada tekanan 1 atm dengan katalis AlCl_3 , Klorinasi normal paraffin ($\text{C}_{10} - \text{C}_{14}$) di dalam fase cair/campuran menghasilkan suatu campuran dari *chloroparaffin*. Selektifitas terhadap monoklorinasi dapat ditingkatkan dengan membatasi reaksi terhadap konversi yang rendah dan dengan mengurangi rasio *chlorida/hidrocarbon*.

(WWW.Colin-houston.com/MULTICLIENT_STUDIES/NORMAL_Paraffin/Normal.PDF)

Monochloro paraffin dalam range ini dapat didehidrogenasi menjadi mono olefin yang sesuai dan digunakan sebagai agen alkilasi untuk pembuatan detergen yang dapat membusuk atau dapat diuraikan. Sebaliknya *monochloro paraffin* dapat digunakan secara langsung menjadi *benzene* alkilat, dan pada *monochloro paraffin* dengan adanya katalisator asam lewis akan menghasilkan alkilat untuk pembuatan detergen.

Reaksi ini dapat digambarkan sebagai berikut :





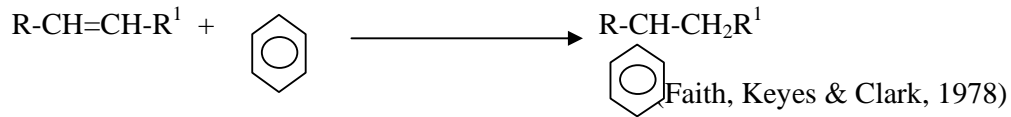
(Faith, Keyes & Clark, 1978)

2. Proses Olefin (UOP)

Pada proses Olefin reaksi alkilasi terjadi pada reaktor CSTR dengan suhu reaksi 50°C dan waktu reaksi 5 menit, pada tekanan 1 atm. Pada proses olefin hidrogen fluorida dipakai sebagai katalisator. Proses olefin menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk dengan tujuan untuk mendapatkan kesempurnaan reaksi, sedangkan *stripper* digunakan untuk memisahkan bakal produk dengan hidrogen flourida sebagai katalis, kemudian digunakan lagi sebagai katalisator dan sebagian dipisahkan komponen beratnya. Kelebihan *benzene* yang bercampur dengan bakal produk ini dipisahkan melalui *benzene stripper* yang kemudian dikembalikan lagi ke dalam reaktor sebagai *recycle benzene*.



(WWW.Colin-houston.com/MULTICLIENT_STUDIES/NORMAL_Paraffin/Normal.PDF)



α -Olefin Bakal pada Benzene na adalah Linier Dodecylbenzene kemurnian 98,62% sedangkan decylbenzene dan tetradecylbenzene sebagai produk sampingnya, dipisahkan dahulu fraksi ringannya yang berupa decylbenzene di dalam menara distilasi. Kemudian menara distilasi selanjutnya bertujuan sebagai fraksinasi terakhir digunakan untuk memisahkan tetradecylbenzene dengan produk utama Linier Alkyl Benzene.

(Material Safety Data Sheet PT UIC Tbk)

Teknologi yang menggunakan proses Olefin tergolong teknologi yang modern dan tidak menghasilkan limbah cair, melainkan limbah padat berupa kalsium fluorida (CaF₂).

(Mc. Ketta, 1957)

Analisa Pemilihan Proses

| Keterangan | Olefin (UOP) | Klorinasi |
|------------------|-------------------------|-------------------|
| 1. Reaktor | CSTR | Fixed Bed |
| 2. Temperatur | 50 °C | 15 – 20 °C |
| 3. Tekanan | 1 atm | 1 atm |
| 4. Katalis | HF | AlCl ₃ |
| 5. Reaction time | 5 menit | 30 menit |
| 6. Kemurnian | 98,62 % | 55 % |
| 7. Limbah | padat (tidak berbahaya) | cair (berbahaya) |



Dari dua proses yang ada maka proses yang paling menguntungkan adalah proses olefin, dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Apabila menggunakan proses klorinasi, maka biaya produksi akan lebih tinggi karena harus mengolah limbah berbentuk cair.
2. Jika menggunakan proses olefin dengan katalis HF, maka tidak menghasilkan limbah cair melainkan padatan yang berupa CaF_2 , yang tidak berbahaya bagi lingkungan dan mudah terurai.
3. Proses olefin secara ekonomis lebih murah dan efisien (karena waktu reaksinya lebih cepat) dan kemurnian produknya lebih tinggi yaitu sekitar 98,62 %.

1.4.2. Kegunaan Produk

Penggunaan produk *Linier Alkyl Benzene* di Indonesia adalah untuk bahan baku *linear alkylsulfonat*, di mana selanjutnya bahan tersebut digunakan untuk pembuatan detergen, kosmetik, shampo dan lain-lain.

Produk tambahan berupa *tetradecylbenzene* digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan berbagai macam minyak pelumas seperti *transformer oil*, *refrigeration oil*, *fiber spinning*, *machine oil*, dan *cable oil*.

1.4.3. Sifat fisis dan Kimia

1. Sifat fisis dan kimia bahan baku

- *Benzene*

Sifat fisis *benzene* :

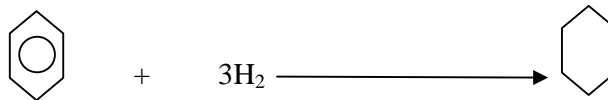


| | |
|--------------------|---------------------------------|
| Rumus molekul | : C ₆ H ₆ |
| Berat molekul | : 78,113 gr/grmol |
| Titik didih normal | : 80,093 – 80,095 °C |
| Temperatur kritis | : 288,5 °C |
| Tekanan kritis | : 47,9 atm |
| Flash point | : - 11,1 °C |
| Titik beku | : 5,4 – 5,5 °C |

(Chemical Safety Data Sheet, 1998)

Sifat kimia *benzene* :

1. Tampak seperti senyawa olefin yang sangat jenuh apabila dilakukan penambahan larutan KMnO₄ yang alkalis tidak membentuk gugus OH, demikian pula bila ditambah dengan larutan brom.
2. Adisi hidrogen dengan katalisator Ni dan Pt membentuk *cyclohexane*



- **α-olefin**

Sifat fisis olefin

| | |
|--------------------|-----------------------------------|
| Rumus kimia | : C ₁₂ H ₂₄ |
| Berat molekul | : 168,322 gr/grmol |
| Titik didih normal | : 213,3 – 216 °C |
| Flash point | : 171,0 °F |



Sifat kimia olefin :

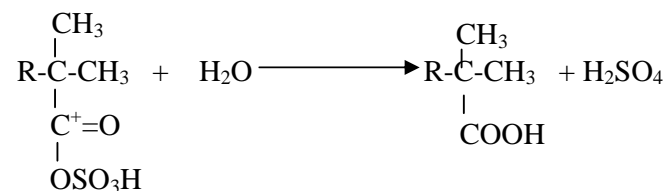
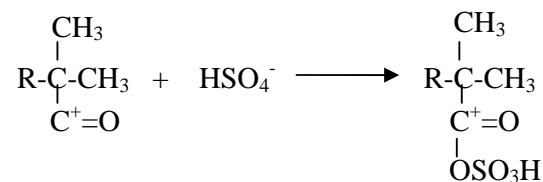
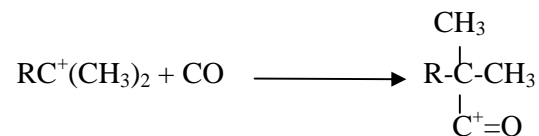
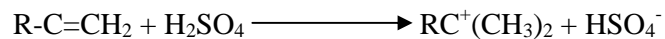
1. Reaksi dengan asam maleat anhidrida

Olefin bereaksi dengan maleat anhidrida dalam reaksi *Diels-Alder* pada suhu 180 – 200°C yang menghasilkan *alkeny succinic anhydride*.

Pada *alkeny succinic anhydride*, adanya senyawa penting *do-decenyl* yang terbuat dari *propylene tetramer* yang digunakan sebagai *corrosion inhibitor*

2. Karboksilasi pada Olefin

Olefin bereaksi dengan karbon monoksida dalam asam sulfat dengan konsentrasi 80 – 100 % pada 20°C membentuk *carbonyl*, mengandung ester asam sulfat yang menghidrolisa hasil asam *carboxyl*.





Reaksi berjalan terus dengan kedua-duanya linear dan olefin tetapi agak lebih mudah bereaksi dengan cabang olefin.

- **Hidrogen Flourida**

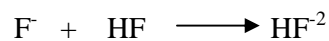
Sifat fisis hidrogen flourida

| | |
|-------------------|--------------------------------|
| Rumus kimia | : HF |
| Berat molekul | : 20,01 gr/grmol |
| Titik leleh | : - 83,10 °C |
| Temperatur kritis | : 230,2 °C |
| Panas Pembentukan | : -64,45 k kal/mol gas (32 °C) |

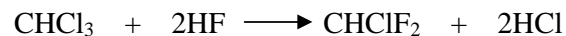
(Chemical Safety Data Sheet, 1998)

Sifat kimia HF :

Merupakan asam lemah, korosifitas tinggi yang berinteraksi dengan ion flourida membentuk ion biflourida.



Bersama *chlorometana* membentuk asam *chlorida*



2. Sifat fisis dan kimia produk

- **Linier Alkyl Benzene**

| | |
|--------------------|---|
| Rumus kimia | : C ₁₂ H ₂₅ C ₆ H ₅ |
| Berat molekul | : 246,435 gr/grmol |
| Titik didih normal | : 290 °C |



Flash point : 140 °C

(Chemical Safety Data Sheet, 1998)

- ***Decylbenzene***

Rumus kimia : $C_{10}H_{21}C_6H_5$

Berat molekul : 218,381 gr/grmol

Titik didih normal : 270 °C

Flash Point : 45 °C

(Chemical Safety Data Sheet, 1998)

- ***Tetradecylbenzene***

Rumus molekul : $C_{14}H_{29}C_6H_5$

Berat molekul : 274,489 gr/grmol

Titik didih normal : 350 °C

Flash point : 173 °C

(Chemical Safety Data Sheet, 1998)

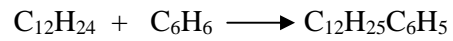
1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Pada proses pembuatan *Linier Alkyl Benzene* dengan proses olefin, *benzene* dan olefin dialirkan ke dalam reaktor bersama dengan katalis HF. Reaksi berlangsung pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm. Setelah reaksi terjadi kemudian HF dipisahkan dalam *stripper*, sebagian HF dimasukkan lagi bersama dengan bahan. Pada *stripper benzene* sisa dipisahkan dari bakal produk dan sebagian direcycle sebagai umpan masuk, kemudian bakal produk masuk dalam distilasi untuk memisahkan *decylbenzene* sebagai produk samping, dan produk *Linier*



Alkyl Benzene dipisahkan dari *tetradecylbenzene* sebagai produk samping pada menara distilasi selanjutnya.

Reaksi yang terjadi adalah

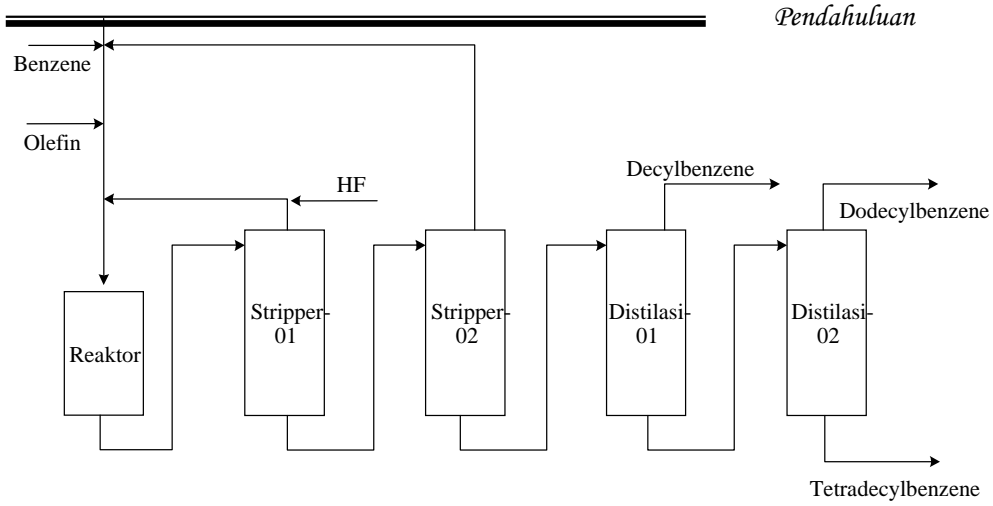


Konversi :

99,8 % α -olefin menjadi *Linier Alkyl Benzene*

0,2 % α -olefin tidak bereaksi

(Ulman, 1989)



(WWW.Colin-houston.com/MULTICLIENT_STUDIES/NORMAL_Paraffin.PDF)

Gambar 1.2. Diagram Alir Proses Pembuatan *Linier Alkyl Benzene*