BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di era moderen ini, dengan semakin pesat berkembangnya teknologi disegala bidang memicu meningkatnya pemenuhan kebutuhan hidup bagi manusia. Hal ini lah yang kemudin memberikan stimulasi bagi para ilmuwan serta pabrikan besar untuk terus mengembangkan produk-produk inofatifnya demi memenuhi akan kebutuhan hidup masyarakat.

Salah satu sektor yang paling tampak perkembangannya adalah sektor otomotif. Dimana dengan semakin meningkatanya kebutuhan akan transportasi bagi msyarakat, hal ini yang kemudian menstimulasi pabrikan-pabrikan otomotif besar untuk semakin mengembangkan kualitas teknologi produknya, serta meningkatkan kuantitas produksi secara massal yang semata-mata demi memenuhi serta memanjakan para konsumennya

Peningkatan jumlah produksi produk-produk otomotif tersebut ternyata memberikan efek disegala bidang. Salah satu efek yang ditimbulkan adalah dengan meningkatnya kebutuhan bahan bakar yang cukup signifikan. Efek ini memang telah disadari oleh para produsen otomotif yaitu dengan memodifikasi mesin sehingga dapat digerakan dengan memanfaatkan bahan bakar yang dapat terbaharui seperti biogas, biodisel, bioetanol dan bahan bakar lainya. Namun tidak dapat ditampik bahwa kebutuhan akan minyak bumi khususnya bensin sebagai

bahan bakar adalah masih cukup besar, karena penerapan teknologi tersebut diatas belum mampu memberikan kepuasan yang maximal bagi para konsumen.

Akibat dari hal-hal tersebut diatas adalah kebutuhan bahan bakar minyak bumi yang berkualitas terutama bensin menjadi sangat tinggi, hal ini pun juga memberikan efek domino yang besar juga yaitu dengn semakin meningkatnya eksplorasi minyak bumi besar-besaran diseluruh dunia. Namun hal yang perlu dicermati bahwa bensin sebagai salah satu bahan bakar pokok yang banyak digunakan oleh masyarakat masih mengandung bahan aditif yang dapat mencemari lingkungan dan membahayakan manusia. Bahan aditif tersebut biasanya berupa senyawa timbal yang terkandung didalam TEL (*Tetra Ethyl Lead*) yang ditambahkan dengan tujuan untuk menaikkan angka oktan bensin.

Angka oktan adalah parameter yang menunjukkan derajat *knocking* dari suatu bahan bakar di mana nilai dari angka oktan itu sendiri menunjukkan prosentase isooktan dalam campuran n-heptane dan isooktan yang mempunyai derajat *knocking* dengan bahan bakar yang diukur. (Wertheim, 1956)

Bahaya dari emisi gas buang kendaraan bermotor yang mengandung timbal ini sebagai logam berat yang terkandung didalam TEL dapat menyebabkan kanker dan kerusakan otak. Berbagai tekanan muncul seputar larangan penggunaan zat berbahaya ini khususnya dari para pemerhati lingkungan. Meskipun begitu penggunaan bahan aditif ini masih banyak dilakukan di negara-negara berkembang dan salah satunya adalah Indonesia. Dengan majunya teknologi modern, telah banyak diupayakan berbagai cara untuk mengurangi penggunaan bahan bakar bensin yang mengandung zat aditif berbahaya. Berbagi

upaya telah dilakukan antara lain dengan mencari bahan bakar bakar alternatif yang dapat menggantikan bensin dan upaya lain adalah dengan mengembangkan zat aditif lain yang bisa ditambahkan ke dalam bensin sehingga angka oktannya bertambah namun tidak membahayakan kesehatan manusia. Upaya kedua yang saat ini banyak dikembangkan karena cara ini dinilai masih lebih mudah diterima oleh masyarakat. Salah satu alternatif bahan penganti yang memliki kualitas yang tidak jauh berbeda dan lebih ramah lingkungan adalah Diisopropil Ether (DIPE).

Diisopropil Ether (DIPE) merupakan zat aditif yang baik sebagai campuran untuk meningkatkan derajat *knocking* atau angka oktan bahan bakar bensin yang masih kurang maximal digunakan dalam pengolahan minyak bumi. Dimana DIPE merupakan solvent aktif yang sangat baik sebagai campuran anti knock bahan bakar, yang tidak memiliki kecendrungan membentuk gumpalan-gumpalan pada suhu yang relatif rendah dalam campuranya. Selain itu DIPE juga memliki kemampuan pembentukan isomerisasi pada campuran bahan bakar yang lebih baik dibandingkan dengan teknik isomerisasi yang ada pada industri pengilangan biasa.(Kirk Othmer,Second Edition).

Diisopropil Ether juga dikenal sebagai salah satu bahan pelarut (solvent) penting dalam industri kimia. Memiliki titik didih yang lebih tinggi dari pada pelarut – pelarut lainya seperti ethyl ether dan acetone membuat DIPE memberikan lebih benyak keuntungan dalam setiap proses pemisahan campuran suatu zat. Kelarutanya yang sangat kecil dalam air menjadikan DIPE sangat baik dalam mengekstraksi senyawa-senywa asam seperti asam asetat, asam laktat dan jenis asam lainya dari larutan-larutan yang mengandunga air. Selain itu DIPE juga

baik dalam melarutkan mineral-meral yang bersal dari tumbuhan, hewan, lemak, lilin, serta protein-protein nabati lainnya. (Kirk Othmer,Second Edition)

Kelarutan DIPE dalam senyawa paraffin akan berkurang dengan cepat ketika ditambahkan pelarut acetone dalam jaumlah yang sama atau dengan menurunkan temperatur campuran, tanpa merubah kelarutan campuran paraffin tersebut. Karena alasan ini lah DIPE, baik sendiri ataupun dicampur dengan pelarut-pelarut yang lain sangat baik digunakan dalam proses perengkahan senyawa-senyawa paraffin dalam proses pengolahan minyak bumi. (Kirk Othmer,Second Edition)

Selain itu DIPE juga sangat ber manfaat dalam industri textile, farmasi, rokok, cat, semen dan industri-industri kimia pada umumnya.

Mengingat banyaknya kegunaan dan semakin meningkatnya kebutuhan DIPE dunia pada umumnya dan Indonesia khususnya, maka pendirian pabrik DIPE di Indonesia merupakan gagasan yang menarik terlebih lagi di Indonesia kebutuhan DIPE selama ini masih terpenuhi dari import. Pada akhirnya pendirian pabrik ini akan dapat menambah devisa, menampung tenaga kerja dan memperluas sektor industri sehingga kondisi perekonomian Indonesia dapat ditingkatkan.

Gagasan pendirian pabrik ini didasarkan pada beranekaragamnya fungsi yang berhubungan erat dengan tingkat permintaan pasar atas product DIPE, ketersediaan bahan baku IsoPropyl Alcohol baik dari dalam dan luar negri, serta tingkat kebutuhan bahan pembanding sejenis yang memiliki fungsi yang hampir sama seperti TEL, Acetone, Ethyl Ether dan zat lainya.

Untuk Fungsi, manfaat serta kegunaan dari DIPE telah dibahas pada Alinea sebelumnya. Sedangakan utuk ketersediaan bahan baku IPA dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

Tabel 1.1. Kapasitas Produksi IPA diseluruh dunia (Th 1995)

United States		Capacity,ton x 10^3
ARCO Chemical Co.	Texas	30
Exxon Chemical Co.	Los Angles	295
Shell Chemical Co.	Texas	273
Union Carbide Co.	Texas	250
Europe		
Shell Chemie, SA.	France	120
Hbls Aktiengesellschaft	Germany	75
Fbr Mineralul Und Chemie	Germany	140
Industrias Quimicas Associadas, SA.	Spain	36
BP Chemical, LTD.	U.K	85
Shell Chemical , LTD.	U.K	105
Shell Nederland Chemie BV.	Netherland	250
Asia		
Jinzou Petrochemical Crop	China	60
Mitsui Toatsu Chemical Inc.	Japan	33
Tokuyama Soda Co, LTD.	Japan	60
Nippon Petrochemical Co, LTD.	Japan	38
Shell Eastern Chemical, LTD.	Singgapura	70
Lucky, LTD.	South Korea	30
Yukong, LTD	South Korea	35
Lee Chang Yung Chemical Ind Crop	Taiwan	45
TOTAL		2.030

(Sumber : Kirk Othmer, Fourth Edition).

Dari tabel diatas dapat kita lihat bahwa ketersediaan bahan baku IPA sangat mencukupi, dimana pada tahun 1995 produksi IPA dunia mencapai 2.030.000 metric Ton/tahun. Diperkirakan dengan persen kenaikan per tahunya 2%, maka kebutuhan akan bahan baku IPA tidak akan menjadi sebuah halangan.

Untuk produk pembanding TEL (*Tetra Ethyl Lead*), mengalami peningkatan produksi yang cukup signifikan dengan juga dibarengi tingkat kebutuhannya yang semakin meningkat pula. Tercatat pada tahun 1965 produksi TEL dunia telah mencapai 604.000 metric ton/ tahun, dengan angka peningkatan produksi 3% / tahun, dan peningkatan kebutuhan sekitar 7% / tahun, Hal ini menujukan bahwa kebutuhan TEL dunia masih sangat besar. (Kirk Othmer, Fourth Edition).

Dari data BPS Menunjukan tingkat Impor TEL dalam Negeri yang relatif stabil, yaitu berkisar antara 4.000 ton / tahun dan ekspor TEL indonesia sampai tahun 2004 masih kosong. Ini menandakan bahwa konsumsi TEL dalam negeri masih cukup besar karena tidak mampu mengekspor keluar negeri (Buku Impor tahunan BPS)

Sedangakan untuk produk pembanding pelarut lainya seperti Acetone dan Ethyl Ether tingakat impor indonesia dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.2. Data Impor Ethyl Ether Indonesia

Tahun	Jumlah (kg)
2000	8.518
2001	524.309
2002	6.995
2003	12.674
2004	31.755

(Sumber : Buku Impor Tahunan, BPS)

Tabel 1.3. Data Impor Acetone Indonesia

Tahun	Jumlah (kg)
2000	10.494.524
2001	9.085.971
2002	10.988.835
2003	12.674.556
2004	13.401.124

(Sumber : Buku Impor Tahunan, BPS)

Dari data diatas dapat kita simpulkan bahwa kebutuhan indonesia untuk pelarut sejenis (DIPE) masih cukup besar. Maka diharapkan dengan didirikannya pabrik ini mampu memperingan kebutuhan bahan-bahan yang selama ini masih di Impor dari luar.

DIPE telah diproduksi di USA sejak tahun 1963 dengan kapasitas 5.253.000 lb / tahun yang merupakan hasil samping dari pembuatan IsoPropil Alcohol. Hingga kini DIPE masih terus diproduksi di beberapa negara besar

dengan kapasitas yang tidak begitu besar, karena merupakan hasil samping dari pembutan IsoPropil Alcohol. Oleh karena dari beberapa uraian diatas yang melatar belakanginya maka didirikanlah pabrik DiIsopropil Ether (DIPE) di Indonesia dengan kapasitas 50.000 ton / tahun. Dengan harapan mampu mengakomodir kebutuhan dalam negri khususnya dan luar negri pada umumnya.

Selain mengahasilkan DiIsopropil Ether (DIPE) sebagai produk utamanya, Propilen juga dihasilkan sebagai produk sampinganya dengan kapasitas kurang lebih 10.000 ton / tahun. Propilen merupakan salah satu bahan baku dasar yang mampu menghasilkan produk kimia lainya. Dimana dalam dunia industri propilen sering digunakan utuk memproduksi zat-zat seperti Alkylate, Polimer gasoline, Propylen Oligomers, Polypropylen, Acrylonitrile, Propilen Oxide, Cumune, Butyraldhydes serta beberapa senya kimia lainya. Selain itu Propilen merupaka bahan baku utama dalam pembuatan Isopropil Alcohol (IPA) yang nota bene merupakan bahan utama dalam pembuatan DiIsopropil Ether (DIPE). Diharapkan dengan adanya hasil samping ini, dapat meningkatkan pendapatan usaha, serta sedikit mengurangi ketergantungan atas bahan baku Propilen di Indonesia terhadap asing.

1.2. TINJAUAN PUSTAKA

Pembuatan Diisopropil Ether (DIPE) memiliki banyak cara. Umumnya DIPE diperolah dari hasil samping pembuatan Isopropil Alkohol (IPA) yaitu dengan hidrasi propilen menurut reaksi sebagai berikut

$$C_3H_6 + H_2O \leftrightarrow C_3H_7OH$$

kondisi ini juga menghasilkan DIPE sebagai hasil samping yang merupakan kelanjutan dari reaksi tersebut, penjumlahan dari reaksi tersebut yaitu

$$2C_3H_6 + H_2O \leftrightarrow C_3H_7OC_3H_7$$

kedua reaksi kesetimbangan tersebut terjadi dengan bantuan katalis asam meliputi reaksi hidrasi dan dehidrasi atau Etherifikasi yang menghasilkan dua jenis zat Isopropil Alkohol (IPA) dari proses hidrasi propilen dan Diisopropil Ether (DIPE) dari proses dehedrisi atau etherifikasi propilen.

Terdapat dua jenis proses pembutan Isopropil Alkohol (IPA) dari Propilen, yaitu *Direct Hydration dan Indirect Hydration* dengan mekanisme reaksi sebagai berikut :

1. Untuk *Indirect Hydration* dijalankan dengan mengunakan katalis cair, yaitu larutan H_2SO_4 dengan mekanisme reaksi sebagai berikut :

   $$2C_3H_6 + H_2SO_4 \leftrightarrow ((CH_3)_2CHO)_2SO_2$$

   $$((CH_3)_2CHO)_2SO_2 \leftrightarrow C_3H_7OH + H_2SO_4$$

2. Untuk *Direct Hydration* dijalankan dengan mengunakan katalis asam padat seperti Zeolite Beta dengan mekanisme sebagai berikut :

   $$C_3H_6 + H_2O \leftrightarrow Catalyst \quad C_3H_7OH$$

Kedua proses reaksi diatas sama-sama menghasilkan reaksi samping Diisopropil Ether (DIPE), yang dihasilkan dari proses dehidrasi atau etherifikasi dari Isopropil Alkohol (IPA) yang terbentuk dari reaksi utama, dengan mekanisme reaksi sebagai berikut:

$$C_3H_7OH \leftrightarrow Catalyst \quad C_3H_7OC_3H_7 + H_2O$$

Antara reaksi utama Hydration baik direct ataupun indirect yang menghasilkan Isopropil Alkohol (IPA) dan reaksi samping *Dehydration* atau *Etherification* yang menghasilkan Diisopropil Ether (DIPE) terjadi pada satu reaktor dengan kondisi operasi yang sama dan jenis katalis yang sama juga.

Seperti diketahui juga bahwa dehidrasi IPA dapat membentuk DIPE menurut reaksi

$$2\,C_3H_7OH \leftrightarrow \quad C_3H_7OC_3H_7 + H_2O$$

Reaksi kesetimbangan ini juga terjadi dengan katalis asam. Selain itu alkoholisis IPA untuk membentuk DIPE juga memungkinkan terjadi menurut reaksi

$$C_3H_7OH + C_3H_6 \leftrightarrow \quad C_3H_7OC_3H_7$$

dari keseluruhan reaksi tersebut untuk memperoleh DIPE dapat dilakukan dengan mengatur kondisi operasi yang tepat reaksi tersebut. (Woods, 1977)

Konversi pembentukan Isopropil Alkohol (IPA) dari air dan propilen membutuhkan kondisi operasi suhu dan tekanan yang lebih tinggi dibandingakan dengan konversi pembentukan Diisopropil Ether (DIPE) dari Isopropil Alkohol (IPA). Hal ini disebabkan karena proses hidrasi pembentukan Isopropil Alkohol (IPA) dari propilen dapat berjalan maximal pada kondisi operasi suhu dan tekanan yang tinggi dibandingakan reaksi dehidrasi Isopropil Alkohol (IPA) menjadi Diisopropil Ether (DIPE). Oleh karena itu jika kedua reaksi diatas dijalankan pada singel reaktor reaksi dehidrasi pembetukan Diisopropil Ether (DIPE) hanya sebagai reaksi samping saja, karena jumlahnya yang relatif kecil dibandingakan Isopropil Alkohol (IPA) yang terbentuk. (Harandi ; US Patent 5.144.086, 1992)

Reaksi Isopropil Alkohol (IPA) dari Air dan Propilen tersebut terjadi pada range kondisi suhu 100 - 250 °C dan optimal pada suhu 130°C - 160°C, dan tekanan operasi 100 - 12000 psi (Kirk Othmer, Fourth Edition).

Sedangakan dari referensi lain kondisi operasi pembentukan Isopropil Alkohol (IPA) dan Diisopropil Ether (DIPE) pada singel reaktor dengan mengunakan katalis asam memiliki range suhu antar 50 °C - 450 °C, optimal pada suhu 100°C - 250°C dan sangat baik pada range suhu 120°C - 220°C.sedangkan renge tekanan yang diizinkan antara 9 atm - 230 atm dan optimal pada tekanan 35atm – 135 atm yang dijalankan dalam sebuah reaktor tipe *Fixed Bad* (Beech, Jr ; US Patent 5.138.102, 1992).

Dari uaraian diatas, maka pada perancangan kali ini pembutan Diisopropil Ether (DIPE) dihasilkan dengan mengunakan bahan baku Isopropil Alkohol (IPA) melalui mekanisme reasksi *Dehydration* atau Etherifikasi pada kondisi operasi yang relatif lebih kecil dibandingkan pada reaksi *Hydration* pembentukan Isopropil Alkohol (IPA). Mekanisme reaksi pembentukannya dapat dijelaskan dengan reaksi sebagai berikut :

$$2\ C_3H_7OH \underset{k_4}{\overset{k_3}{\rightleftharpoons}} C_3H_7OC_3H_7 + H_2O$$

$$C_3H_6 + H_2O \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} C_3H_7OH$$

Asumsi yang dibangun kenapa memilih Isopropil Alkohol (IPA) sebagai bahan baku adalah sebagai berikut :

1. Dengan mengunakan Propilen ataupun Isopropil Alkohol (IPA) sebagai bahan baku, keduanya masih memiliki range kondisi operasi yang sama.

2. Jenis reaktor yang digunakan untuk kedua jenis bahan baku tersebut adalah sama, yaitu jenis reaktor gas dengan bed katalis padat (fixed bed reaktor)
3. Jika mengunakan Propylen sebagai bahan baku, maka jenis reaktor yang digunakan akan menjadi lebih mahal. Karena dibutuhkan reaktor dengan kondisi operasi yang sangat tinggi yang bekerja pada tekanan dan suhu yang tinggi pula agar mampu menghidrasi sempurna propylen menjadi Isopropil Alkohol (IPA) yang kemudian membentuk DIPE.

Sedangakan kondisi operasi yang digunakan pada prarancangan pabrik Diisopropil Ether (DIPE) kali ini yaitu dajalan kan pada range suhu 155°C – 220°C, dan tekanan antar 9 atm – 10 atm yang dijalankan dalam sebuah reaktor Fixed Bed (singel bed) dengan mengunakan katalis asam padat Zeolite Beta. Kondisi operasi ini dipilih dengan tujuan untuk menjaga agar campuran zat pada reaktor tetap dalam fase gas dan untuk meminimalisir Propilen yang terbentuk serta memaximalkan Diisopropil Ether (DIPE) yang terbentuk.

Terbentuknya Propilen pada proses reaksi diatas disebabkan karena range kondisi operasi pembetukan Isopropil Alkohol (IPA) dari Propilen dan Diisopropil Ether (DIPE) dari Isopropil Alkohol (IPA) terjadi pada range operasi yang sama. Selain itu dalam setiap proses reaksi alkohol akan menghasilkan Ether dan alkena sebagai hasil sampinganya. Kedua reaksi diatas adalah reaksi bolak balik dengan konstanta K (kecepatan Reaksi) yang cukup tinggi, baik kearah produk maupun kembali kerah hasil. Sehingga dalam satu kali proses mampu menghasilkan dua jenis zat sekaligus yaitu Propilen dan Diisopropil Ether (DIPE).

Permunian produk Diisopropil Ether (DIPE) menggunakan menara destilasi hingga kemurnian diatas 99%, Sedangakan untuk recycle Isopropil Alkohol (IPA) digunakan Menara Destilasi dan Adsrober agar mampu melewati titik azeotroph campuran alkohol dan air. (Beech, Jr. ; US Paten 5,324,865, 1992)