



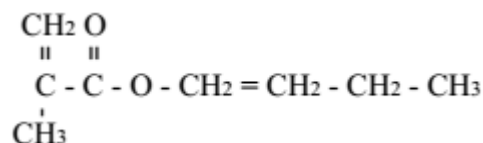
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia sebagai bagian negara-negara di dunia harus siap untuk menghadapi era perdagangan bebas yang sudah dimulai. Indonesia bisa dikatakan masih tertinggal untuk menghadapi era perdagangan bebas tersebut. Kondisi perekonomian Indonesia akhir-akhir ini yang terpuruk merupakan salah satu tanda yang tidak bisa dihindari. Karena itu perlu upaya baru agar Indonesia lebih siap dan bisa bersaing dengan negara lain. Salah satunya dengan pengembangan di bidang industri.

Pembangunan industri sebagai bagian dari usaha pengembangan jangka panjang diarahkan agar mencapai kondisi ekonomi yang lebih kuat, yaitu kondisi di mana ekonomi dengan titik berat industri yang maju. Karena itu, proses pengembangan industri lebih diperhatikan untuk mendukung kemajuan industri sebagai penggerak peningkatan laju ekonomi dan perluasan lapangan kerja.

Dalam dunia industri, banyak sekali produk yang mempunyai prospek bagus seperti n-butil metakrilat. n-butil metakrilat mempunyai rumus molekul $C_8H_{14}O_2$ mempunyai nama IUPAC, di antaranya *2-methyl-2-propionic acid butyl ester*, *butyl 2-methyl-2-propionate*, dan *2-methyl butyl acrylate*. Rumus struktur n-butil metakrilat dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Rumus struktur butil metakrilat

Pendirian pabrik butil metakrilat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan butil metakrilat di Indonesia yang diharapkan dapat mengurangi kebutuhan impor. Selain itu, hal ini dapat menjadi acuan tumbuhnya industri butil metakrilat yang lain untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Dipandang dari segi sosial akan dapat memberikan lapangan pekerjaan bagi penduduk serta meningkatkan pendapatan pemerintah suatu daerah.



1.2 Kapasitas Perancangan

Pabrik butil metakrilat direncanakan didirikan tahun 2021. Dalam penentuan kapasitas rancangan pabrik butil metakrilat, diperlukan beberapa pertimbangan, yaitu perkiraan kebutuhan butil metakrilat di Indonesia dan kapasitas rancangan minimum.

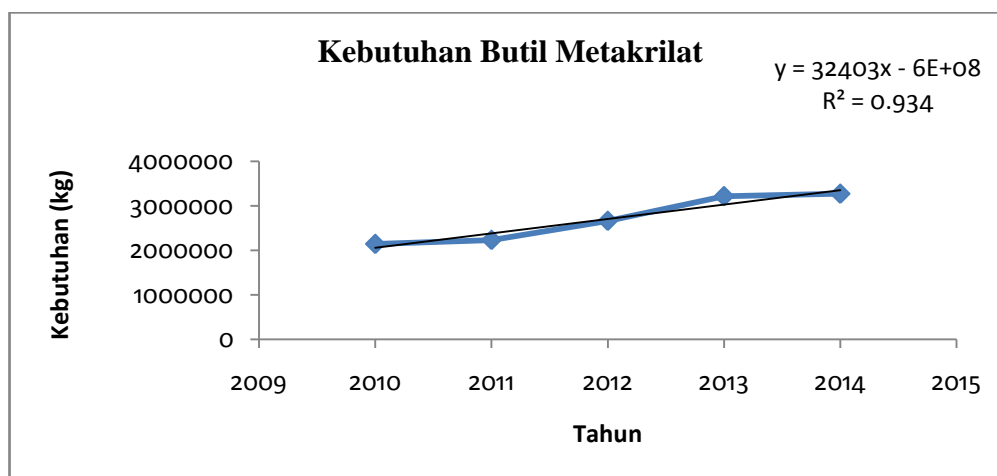
1.2.1 Kebutuhan Butil metakrilat

Kebutuhan butil metakrilat dari tahun ke tahun terlihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Perkembangan impor butil metakrilat di Indonesia (BPS, 2015).

Tahun	Impor (ton/tahun)
2010	2.142
2011	2.231
2012	2.660
2013	3.216
2014	3.270

Dari data pada Tabel 1.1. dibuat regresi linier berhubungan antara tahun dengan impor butil metakrilat.



Gambar 1.2. Regresi linier hubungan antara tahun dengan impor butil metakrilat.

Persamaan hasil regresi linier yang diperoleh yaitu:

$$y = 32403x - 6E+08 \dots\dots\dots(1)$$

Pada tahun 2021 saat pembuatan pabrik butil metakrilat diperkirakan,

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan impor (ton/tahun)} &= 32403x - 6E+08 \dots\dots\dots(2) \\ &= 32403(2021) - 6E+08 \\ &= 5.804 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$



1.2.2 Kapasitas Rancangan Minimum

Kapasitas rancangan tidak boleh kecil karena biaya produksi yang kecil bisa mengakibatkan pabrik tidak mendapat keuntungan. Perkiraan kapasitas pabrik yang dapat memberikan keuntungan dilakukan dengan melihat kapasitas pabrik butil metakrilat yang sudah berdiri. Selain itu perkiraan kapasitas pabrik bisa memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dari Tabel 1.2. terlihat bahwa kapasitas 10.000 ton/tahun telah cukup menguntungkan dan mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri.

**Tabel 1.2. (Kapasitas pabrik butil metakrilat yang sudah berdiri
Business Development Asia 1999).**

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas, ton/tahun
Sumitomo Chem	Jepang	75.000
LG MMA	Korea Selatan	22.000
Heilongjiang Longxin	Tiongkok	12.000
TPI <i>Polyacrylate</i>	Thailand	10.000

Dari dua pertimbangan di atas maka dipilih kapasitas prarancangan pabrik butil metakrilat sebesar 10.000 ton/tahun.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan dan kelangsungan proses suatu pabrik, di antaranya adalah tersedianya bahan baku, pemasaran, tersedianya tenaga kerja, air, iklim, kebijakan pemerintah mengenai kawasan industri, pajak peraturan, serta sarana komunikasi. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka lokasi pabrik butil metakrilat dipilih di kawasan industri Cilegon dengan pertimbangan 2 faktor.

1.3.1 Faktor Primer

Faktor ini langsung mempengaruhi tujuan utama dari pendirian pabrik. Tujuan utama meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut kualitas, waktu dan tempat yang dibutuhkan konsumen dengan tingkat harga yang wajar sedangkan pabrik masih mendapat keuntungan dalam jumlah yang cukup. Terdapat 7 faktor primer.



**Prarancangan Pabrik n-Butil Metakrilat dari Asam Metakrilat dan
Butanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 10.000 Ton/Tahun**

Pendahuluan

a. Prospek pasar.

Daerah Cilegon merupakan kawasan industri sehingga pemasaran produk dalam negeri akan mudah, mengingat kawasan Cilegon sebagai pusat industri yang berkembang pesat dewasa ini. Kelebihan kapasitas yang mungkin terjadi dapat dengan mudah di ekspor melalui pelabuhan yang terletak relatif dekat.

b. Letak sumber bahan baku.

Cilegon dekat dengan pelabuhan sehingga bahan baku butanol dan asam metakrilat yang diimpor mudah diangkut. Lokasi kawasan industri berjarak kurang lebih 20 km ke pelabuhan Merak. Bila lokasi yang diperoleh di pinggir pantai, maka dapat memiliki dermaga (*jetty*) sendiri untuk keperluan bongkar muat bahan baku dan produk.

c. Tersedianya fasilitas transportasi.

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan baku, pemasaran produk. Fasilitas transportasi meliputi: darat (jalan raya), laut (terdapat dua pelabuhan yaitu pelabuhan Banten-Merak, dan pelabuhan Karangantu) dan udara. Dengan adanya jalur transportasi ini maka hubungan antar daerah diharapkan tidak mengalami hambatan.

d. Tenaga kerja.

Tenaga kerja ahli (*skilled labour*) tidak mudah didapatkan di setiap daerah tapi biasanya banyak berada di daerah yang dekat dengan pusat-pusat pendidikan. Tenaga kerja merupakan hal yang cukup penting untuk menunjang kelancaran proses produksi. Pemerataan tenaga kerja serta pemberian ongkos atau gaji yang cukup disesuaikan dengan pendidikan dan keterampilan yang dimiliki.

e. Pemasaran.

Besar kecilnya pangsa pasar yang dikuasai oleh suatu perusahaan akan mempengaruhi perkembangan pabrik di masa yang akan datang. Pabrik butil metakrilat yang akan didirikan ini bertujuan untuk memenuhi permintaan dalam negeri. Produk butil metakrilat mudah disalurkan karena kawasan Cilegon dekat dengan pelabuhan. Pengguna bahan baku butil metakrilat yaitu pabrik pigmen, promotor perekatan, industri pelapisan kulit, pengkilap lantai, lapisan pelindung, bahan perekat dan industri cat. Industri tersebut banyak



Pendahuluan

berada di Jabodetabek, sehingga pemasaran direncanakan 75% ke daerah ini mengingat dekatnya lokasi ke Cilegon. Sisanya ke daerah lain di Jawa seperti Semarang dan Gresik yang juga merupakan daerah industri. Bila masih tidak terserap maka ke luar Jawa dan di ekspor.

f. Tersedianya air.

Di dalam perencanaan pabrik ini, air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan selama berlangsungnya proses produksi. Air tersebut dipergunakan sebagai air proses, air sanitasi dan air umpan *boiler*. Kebutuhan akan air ini diperoleh dari Sungai Cidanau dengan debit di musim kemarau 31,67 liter/detik, sedangkan debit di musim hujan 578 liter/detik (Hidayat, 2013).

g. Sarana komunikasi.

Komunikasi merupakan faktor yang penting untuk kemajuan suatu industri di daerah Cilegon khususnya kawasan industri Cilegon. Kota Cilegon memiliki sarana pendukung antara lain sarana pembangkit tenaga listrik, air, gas, dan fasilitas telekomunikasi yang mudah didapatkan.

1.3.2 Faktor Sekunder

a. Harga tanah dan bangunan.

Harga tanah di sini telah diatur oleh pemerintah dan ditetapkan sebagai kawasan industri. Luas tanah yang diperlukan untuk pendirian pabrik butil metakrilat ini diperkirakan sebesar 20.000 m² luas tanah. Untuk daerah yang jauh dari pemukiman penduduk harga tanah berkisar Rp2.000.000/m² (Krakatau Industrial Estate Cilegon, 2015).

b. Kemungkinan perluasan pabrik.

Daerah Cilegon merupakan daerah dengan jumlah penduduk yang relatif banyak, tetapi sebagai kawasan industri perluasan pemukiman penduduk dibatasi agar upaya perluasan pabrik dapat berjalan dengan lancar.

c. Kawasan industri dan keadaan masyarakat.

Peraturan daerah perlu dipelajari lebih dahulu, tetapi karena daerah Cilegon dan sekitarnya telah ditetapkan sebagai kawasan industri tentunya peraturan pemerintah daerah akan banyak membantu industri-industri baru. Masyarakat daerah dapat dijadikan sebagai sumber tenaga kerja.



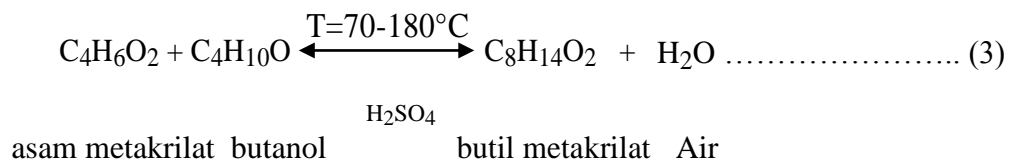
1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam-Macam Proses

Butil metakrilat dapat dibuat dengan tiga cara, yaitu dengan bahan baku asam metakrilat dan butanol, dengan bahan baku metakrolein, butanol, dan oksigen, dan dengan bahan baku metil metakrilat dan butanol.

1.4.1.1 Bahan baku asam metakrilat dan butanol

Butil metakrilat disintesis dengan reaksi esterifikasi (Fauconet dkk., 1996).



Esterifikasi antara asam metakrilat dengan butanol merupakan reaksi kesetimbangan. Konversi di dalam reaktor tidak bisa melebihi nilai tertentu yang ditentukan konstanta kesetimbangan. Untuk meningkatkan konversi reaksi dapat dilakukan dengan salah satu reaktan dibuat berlebih (Sakakura, 1994).

Katalis yang dapat digunakan dalam reaksi esterifikasi antara lain asam sulfat, *p-toluenesulfonic acid*, *naphtenesulfonic acid*, *benzenesulfonic acid*, dan *methanesulfonic acid*. Asam kuat ini harus dihilangkan setelah reaksi. Penghilangan asam dapat dilakukan dengan mereaksikan produk keluar reaktor dengan larutan alkali sehingga terjadi netralisasi. Dengan cara ini diperlukan alkali yang banyak agar netralisasi dapat sempurna. Selain itu sangat sulit mengambil kembali katalis asam dan asam metakrilat yang telah dinetralkan. Limbah yang dihasilkan cukup banyak dan mengandung garam dengan konsentrasi tinggi.

Untuk mengatasi permasalahan diatas maka dipakai proses lain agar katalis asam dapat dipakai kembali sehingga beban limbah dan biaya operasional dapat dikurangi. Hal ini dilakukan dengan cara mencuci cairan keluar reaktor dengan air sehingga katalis asam terbawa ke fase *aqueous*. Larutan *aqueous* yang mengandung asam selanjutnya di *recycle* ke reaktor.

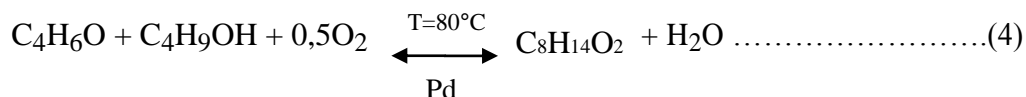


Pendahuluan

Perbandingan mol reaktan yang biasa digunakan di antara asam metakrilat dengan butanol yaitu 1,0:1,2 sampai dengan 1,0:0,8. Kadar katalis asam sebaiknya antara 0,5 sampai dengan 2% berat. Reaksi dijalankan pada kisaran suhu 70°C sampai dengan 180°C (Sakakura, 1994). Cairan keluar reaktor selanjutnya didinginkan pakai air pendingin dengan suhu antara 10°C sampai dengan 60°C lalu dicuci dengan air untuk ekstraksi. Suhu air pencuci sama atau lebih rendah dengan cairan keluar reaktor. Rasio berat antara air pencuci dengan cairan keluar reaktor antara 0,05 sampai dengan 0,2. Pencucian dapat dilakukan dengan *mixer* lalu didiamkan agar terpisah. Air yang telah digunakan untuk mencuci produk keluar reaktor mengandung katalis asam dan asam metakrilat. Kadar air dikurangi dengan cara evaporasi, selanjutnya larutan asam ini di *recycle* ke reaktor.

1.4.1.2 Bahan baku metakrolein, butanol, dan oksigen

Butil metakrilat di sintesis dalam reaktor alir tangki berpengaduk dengan katalis paladium (Yamaguchi dkk, 2000).



metakrolein butanol oksigen butil metakrilat air

Air yang dihasilkan berkompetisi dengan butanol dalam bereaksi dengan metakrolein. Reaksi air dengan metakrolein membentuk asam karboksilat sebagai produk samping. Selain itu produk air dan asam karboksilat mudah teradsorpsi ke permukaan katalis sehingga menurunkan kecepatan reaksi lebih cepat saat konsentrasi air dan asam karboksilat bertambah.

Permasalahan di atas ditangani dengan berbagai metode di antaranya dengan menambahkan adsorben ke dalam reaktor untuk menjerap air. Dengan metode ini selektivitas menjadi lebih baik. Metode yang lain yaitu dengan menambahkan membran di dalam reaktor yang mampu dilewati air namun tidak bisa ditembus oleh asam, alkohol, maupun ester yang terbentuk (Yamaguchi dkk., 2000).

Proses ini memiliki kelemahan yaitu harga katalis dan bahan baku

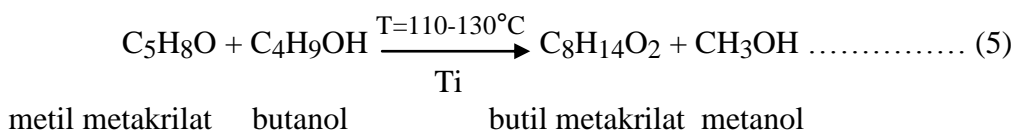


Pendahuluan

metakrolein yang mahal sehingga tidak ekonomis dibandingkan proses lain bila diaplikasikan di industri.

1.4.1.3 Bahan baku metil metakrilat dan butanol

Metil metakrilat dibuat dengan reaksi transesterifikasi antara metil metakrilat dengan butanol (Strehlke dkk., 1975).



Reaksi dijalankan dengan bantuan katalis titanium atau zirconium alkoholat. Benzena atau sikloheksan ditambahkan untuk melarutkan metanol yang terbentuk selama reaksi. Perbandingan mol reaktan metil metakrilat dengan butanol masuk reaktor antara 2:1 sampai dengan 1,1:1. Kadar katalis antara 0,1 sampai dengan 1% berat. Ke dalam reaktor juga ditambahkan karbon aktif untuk menghilangkan warna yang terbentuk selama reaksi. Kadar karbon antara 0,1-0,2% berat. Gas yang mengandung oksigen, misalnya udara, dialirkan ke dalam reaktor untuk membawa metanol dan benzena atau sikloheksan sebagai hasil atas. Suhu reaksi sebaiknya antara 110°C sampai dengan 130°C.

Campuran keluar reaktor dihilangkan sisa metil metakrilatnya dengan *stripping* menggunakan *steam*. Hasil sampingnya adalah terhidrolisisnya katalis titanium alkoholat menjadi titanium hidroksida. Endapan titanium hidroksida bersama-sama dengan karbon aktif selanjutnya disaring.

Dipilih proses dengan bahan baku asam metakrilat dan butanol karena tekanan operasi rendah, katalis lebih murah, dan reaksi cair-cair sehingga penanganan lebih mudah.

1.4.2 Kegunaan Produk

Kegunaan senyawa ini di antaranya sebagai pendispersi pigmen, promotor perekatan, sehingga untuk aplikasinya banyak digunakan di dalam industri pelapisan kulit, pengkilap lantai, lapisan pelindung, bahan perekat dan industri cat.



1.5 Tinjauan Proses Secara Umum

Butanol, asam metakrilat, dan asam sulfat bersama-sama dimasukkan ke dalam reaktor alir tangki berpengaduk. Reaksi terjadi pada suhu 90°C dengan konversi 93% (Sakakura, 1994). Produk keluar reaktor dipisahkan fase ester dengan fase airnya di dalam dekanter. Fase air diumpungkan ke dalam menara distilasi sedangkan fase ester diumpungkan ke dalam ekstraktor untuk dicuci dengan air. Campuran keluar ekstraktor dipisahkan di dalam dekanter. Fase air diumpungkan ke dalam menara distilasi dan fase ester dibawa ke netralizer. Menara distilasi memekatkan larutan asam dengan menguapkan air. Larutan pekat asam di *recycle* ke reaktor. Larutan ester masuk netralizer dinetralkan asamnya dengan menambahkan larutan NaOH secara stoikiometris lalu dipisahkan di dalam dekanter. Fase air dibuang sebagai limbah dan fase ester diumpungkan ke dalam menara distilasi untuk dimurnikan esternya. Butanol keluar sebagai hasil atas di *recycle* ke reaktor dan produk ester keluar sebagai hasil bawah.

1.6 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

A. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku

Tabel 1.3 Sifat fisis asam metakrilat dan butanol (Yaws, 1999).

Komponen	Asam Metakrilat	Butanol
Rumus molekul	C ₄ H ₆ O ₂	C ₄ H ₁₀ O
Berat molekul (g/gmol)	86,09	74,123
Titik didih normal (°C)	161	117,66
Titik beku (°C)	15	-89,3
Densitas (kg/cm ³)	1011,5668	806,1848
Suhu kritis (°C)	370	289,78
Tekanan kritis (atm)	46,38	44,55
Viskositas (cp)	1,4276	2,5989
Kapasitas panas (J/mol.K)	174,6077	160,1207
Wujud	Cair dan bening	Cair tidak berwarna

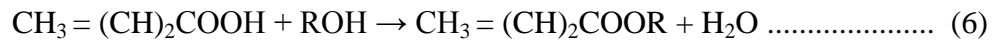


Prarancangan Pabrik n-Butil Metakrilat dari Asam Metakrilat dan Butanol dengan Proses Esterifikasi Kapasitas 10.000 Ton/Tahun

Pendahuluan

Sifat kimia asam metakrilat dan butanol.

- Reaksi esterifikasi.



- Reaksi substitusi.



B. Sifat Fisis dan Kimia Produk

Nama Produk : Butil Metakrilat

Rumus Molekul : $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_2$

Berat Molekul : 142,198 g/mol

Titik Didih Normal : 160,85°C

Titik Beku : -60°C

Densitas : 890,6158 kg/m³

Suhu Kritis : 342,85°C

Tekanan Kritis : 25,956 atm

Viskositas : 0,8136 cp

Kapasitas Panas : 288,1413 J/mol.K

Wujud : Cair

Sifat kimia butil metakrilat (Fauconet dkk., 1996).

