





menghemat devisa negara, mengurangi beban impor, serta pabrik butil metakrilat di Indonesia belum ada yang berdiri.

## 1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam pendirian pabrik butil metakrilat di Indonesia akan direncanakan pada tahun 2021. Penentuan kapasitas rancangan pabrik butil metakrilat diperlukan beberapa pertimbangan, salah satunya adalah perkiraan kebutuhan butil metakrilat di Indonesia serta kapasitas pabrik yang telah berdiri.

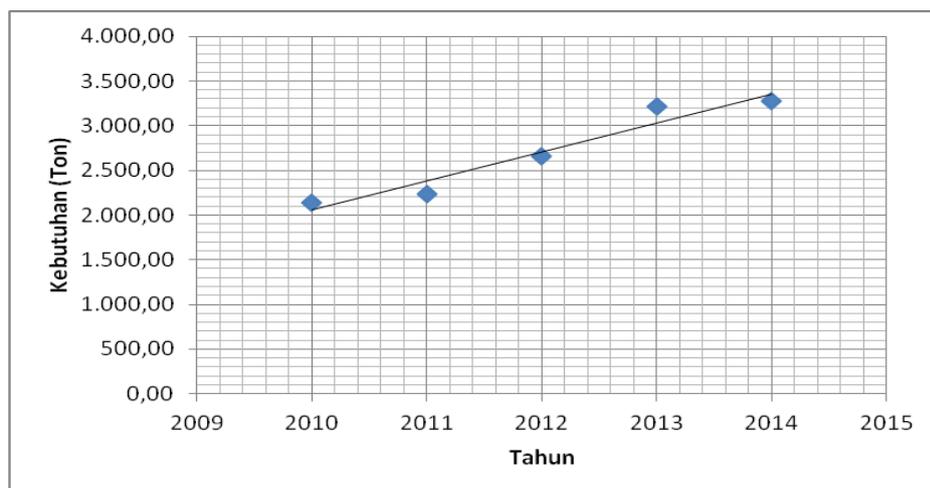
### 1.2.1 Kebutuhan Butil Metakrilat

Kapasitas pendirian pabrik butil metakrilat didasarkan pada kebutuhan impor butil metakrilat di Indonesia yang berasal dari negara lain. Kebutuhan butil metakrilat di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.1.

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

Tahun	Kebutuhan impor butil metakrilat (ton/tahun)
2010	2.141,3921
2011	2.230,6453
2012	2.659,6163
2013	3.215,0689
2014	3.269,3712

Dari data yang terdapat pada Tabel 1.1 dapat dibuat regresi linier hubungan antara tahun dengan impor butil metakrilat di Indonesia.



Gambar 1.2. Hubungan antara tahun dengan kebutuhan impor butil metakrilat di Indonesia



Persamaan hasil regresi linier dari grafik yang diperoleh di persamaan 1.1.

$$y = 324,04x - 64926 \quad \dots\dots\dots (1.1)$$

Sehingga pada tahun 2021 kebutuhan butil metakrilat di Indonesia diperkirakan

$$(\text{ton/tahun}) = 324,04x - 64926 \quad \dots\dots\dots (1.2)$$

$$= 5.623,84 \text{ ton/tahun.}$$

### 1.2.2 Kapasitas Minimum Pabrik Butil Metakrilat

Penentuan kapasitas rancangan tidak boleh terlalu kecil, karena akan mengakibatkan biaya produksi yang tinggi, sehingga mengakibatkan pabrik tidak memperoleh keuntungan yang besar. Untuk memproduksi butil metakrilat di Indonesia perlu memperhatikan kapasitas pabrik yang sudah beroperasi pada Tabel 1.2.

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

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Sumitomo Chem	Jepang	75.000
LG MMA	Korea	22.000
Heilongjiang Longxin	Tiongkok	12.000
TPI Polyacrylate	Thailand	10.000

Berdasarkan data di atas maka dipilih kapasitas prarancangan pabrik butil metakrilat sebesar 12.000 ton/tahun. Kapasitas ini dipertimbangkan dengan tujuan: dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga dapat menghemat devisa negara, kemudian dapat memacu berdirinya industri kimia lainnya yang menggunakan butil metakrilat, sisanya untuk ekspor.

### 1.3 Pemilihan Lokasi

Lokasi dari suatu pabrik sangat mempengaruhi kedudukan pabrik tersebut dalam persaingan dari sebuah pabrik. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat, dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya adalah tersedianya bahan baku, pemasaran, tersedianya tenaga kerja, air, iklim, kebijakan pemerintah, serta sarana penunjang lainnya.

Berdasarkan hal tersebut, maka lokasi pendirian pabrik butil metakrilat dipilih di kawasan industri Cilegon dengan pertimbangan dua faktor



### 1.3.1 Faktor Primer

Faktor primer secara langsung sangat mempengaruhi tujuan utama dari pendirian suatu pabrik. Tujuan utama antara lain: kegiatan dalam produksi dan distribusi produk yang diatur sesuai kualitas, waktu dan tempat yang dibutuhkan oleh konsumen dengan tingkat harga yang terjangkau, namun tetap memperoleh keuntungan yang cukup. Ada 7 faktor primer.

1. Lokasi sumber bahan baku.

Kawasan industri Cilegon merupakan kawasan yang dekat dengan pelabuhan, sehingga bahan baku butanol dan asam metakrilat yang diimpor mudah untuk diangkut. Lokasi kawasan industri ini berjarak kurang lebih 20 km dari Pelabuhan Merak.

2. Prospek pasar.

Prospek pasar di kawasan industri Cilegon akan relatif lebih mudah, mengingat kawasan industri Cilegon sebagai pusat industri yang berkembang pesat pada saat ini. Apabila terjadi kelebihan kapasitas yang mungkin terjadi, dapat dengan mudah diekspor melalui pelabuhan yang jaraknya relatif dekat.

3. Sarana transportasi.

Fasilitas transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang dalam penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Sarana transportasi yang terdapat di kawasan industri Cilegon meliputi: laut, terdapat dua pelabuhan yaitu pelabuhan Merak-Banten dan Pelabuhan Karangantu, darat, dan udara. Dengan sarana transportasi yang tersedia diharapkan dapat mempermudah hubungan antar daerah.

4. Tenaga kerja.

Kebutuhan tenaga kerja ahli (*skilled labour*) pada setiap daerah tidak mudah untuk didapatkan, hal ini tergantung pada tingkat pendidikan yang ada pada daerah tersebut. Pemberian ongkos kerja disesuaikan dengan tingkat pendidikan dan keterampilan yang dimiliki.



5. Sarana komunikasi.  
Komunikasi memiliki peranan penting dalam kemajuan suatu industri di kawasan industri Cilegon. Di Cilegon memiliki sarana komunikasi yang mendukung.
6. Keadaan geografis dan iklim.  
Daerah kawasan industri Cilegon merupakan daerah yang bebas banjir, gempa dan angin topan, sehingga keamanan bangunan pabrik dapat terjamin.
7. Utilitas.  
Kota Cilegon memiliki sarana pembangkit tenaga listrik yang cukup memadai, antara lain terdapat Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Suralaya serta Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) di dalam industri kecamatan Citangkil. Kemudian air yang diperlukan dalam memenuhi kebutuhan pabrik selama proses produksi. Air tersebut bisa didapatkan dari Sungai Cidanau dengan debit air di musim penghujan sebesar 578 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan debit air di musim kemarau 2,7 m<sup>3</sup>/detik (Hidayat dkk, 2013).

### **1.3.2 Faktor Sekunder**

1. Harga tanah dan bangunan.  
Harga tanah di kawasan industri ini telah diatur oleh pemerintah sebagai kawasan industri. Luas tanah yang diperlukan untuk mendirikan pabrik butil metakrilat sekitar 20.000 m<sup>2</sup>. Untuk daerah yang jauh dengan pemukiman penduduk harga tanah sekitar Rp. 2.000.000/m<sup>2</sup> (*Krakatau Industrial Estate Cilegon*, 2015).
2. Kawasan industri dan keadaan masyarakat.  
Peraturan daerah Cilegon perlu untuk dipelajari terlebih dahulu, tetapi karena daerah Cilegon dan sekitarnya sudah ditetapkan sebagai kawasan industri tentunya masyarakat dapat dijadikan sebagai sumber tenaga kerja.
3. Kemungkinan perluasan pabrik.  
Cilegon merupakan daerah dengan jumlah penduduk yang relatif banyak, tetapi karena di daerah ini telah ditetapkan sebagai kawasan industri, maka



perluasan penduduk dibatasi agar upaya pendirian pabrik dapat berjalan dengan lancar.

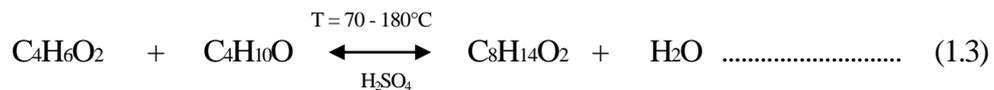
## 1.4 Tinjauan Pustaka

### 1.4.1 Macam – Macam Proses

Butil metakrilat dapat dibuat dengan tiga cara sesuai bahan bakunya, yaitu a) asam metakrilat dan butanol, b) metakrolein, butanol dan oksigen, c) metil metakrilat dan butanol.

#### 1. Bahan baku asam metakrilat dan butanol.

Butil metakrilat disintesis dengan menggunakan reaksi esterifikasi sebagai berikut ini (Fauconet *et al.*, 1996).



Dalam proses esterifikasi antar asam metakrilat dengan butanol merupakan suatu reaksi kesetimbangan. Di mana konversi di dalam reaktor tidak bisa melebihi nilai tertentu yang telah ditentukan konstanta kesetimbangannya. Untuk meningkatkan reaksi tersebut dapat dilakukan dengan cara, salah satu reaktan dibuat berlebihan (Sakakura, 1994).

Katalis yang sering digunakan dalam reaksi esterifikasi ini antara lain adalah: asam sulfat, *p-toluenesulfonic acid*, *naphtenesulfonic acid*, *benzenesulfonic acid* dan *methanesulfonic acid*. Asam kuat ini harus dihilangkan setelah reaksi, penghilangan asam ini dapat dilakukan dengan mereaksikan produk keluar reaktor dengan larutan alkali sehingga terjadi proses netralisasi. Dengan adanya langkah tersebut diperlukan alkali yang banyak agar proses netralisasi dapat berjalan secara sempurna. Selain itu, sangat sulit untuk mengambil katalis asam dan asam metakrilat yang telah dinetralkan (Sakakura, 1994).

Salah satu cara dalam mengatasi hal tersebut maka dipakai katalis asam dapat dipakai kembali sehingga beban limbah dan biaya operasional dapat dikurangi. Langkah ini dilakukan dengan cara mencuci cairan keluar reaktor dengan menggunakan air, sehingga katalis asam tadi akan terbawa ke dalam fase *aqueous*. Sedangkan perbandingan mol reaktan yang biasa

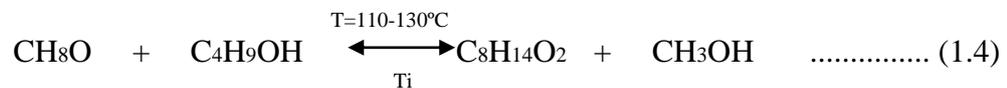


digunakan antara asam metakrilat dan butanol adalah 1,0:1,2 sampai dengan 1,0:0,8. Sehingga kadar katalis asam sebaiknya antara 0,5 sampai dengan 2% berat. Serta reaksi bisa dijalankan pada suhu 70-80°C (Sakakura, 1994).

Sedangkan dari Matsamura (1979) proses pembuatan butil metakrilat dari asam metakrilat dan butanol pada fase liquid dengan menggunakan katalis asam kuat dengan perbandingan mol rasio antara butanol dan asam metakrilat 1,2-3,0:1 dan reaksi dijalankan pada suhu 70-100°C.

## 2. Bahan baku metil metakrilat dan butanol.

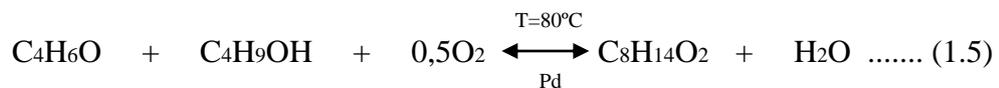
Reaksi transesterifikasi antara metil metakrilat dengan butanol.



Reaksi ini dijalankan dengan menggunakan bantuan katalis titanium atau *zirconium* alkoholat. Benzena atau sikloheksana ditambahkan dengan tujuan untuk melarutkan metanol yang terbentuk selama reaksi. Perbandingan mol reaktan metil metakrilat dengan butanol yang masuk kedalam reaktor antara 2:1 sampai dengan 1,1:1. Serta kadar katalis yang bisa digunakan antara 0,1 sampai dengan 1% berat. Suhu reaksi yang bisa digunakan antara 110°C sampai dengan 130°C (Strehlke dkk, 1975).

## 3. Bahan baku metakrolein, butanol dan oksigen.

Proses pembentukan butil metakrilat disintesis dalam reaktor alir tangki berpengaduk menggunakan katalis paladium.



Air yang dihasilkan berkompetisi dengan butanol dan bereaksi dengan metakrolein. Reaksi antara air dengan metakrolein membentuk asam karboksilat sebagai produk samping. Selain itu produk air dan asam karboksilat mudah teradsorpsi ke dalam permukaan katalis dan akan menurunkan kecepatan reaksi pada saat konsentrasi air dan asam karboksilat bertambah (Yamaguchi *et al.*, 2000).

Namun proses ini memiliki kelemahan yaitu harga katalis dan bahan baku yang dibutuhkan relatif lebih mahal sehingga tidak lebih ekonomis dibandingkan dengan proses lain yang bisa dipakai.



### 1.4.2 Kegunaan Produk

Kegunaan butil metakrilat dibantarnya sebagai pendispersi pigmen, promotor perekatan, sehingga dalam aplikasinya sering digunakan di dalam industri pelapisan kulit, pengkilap lantai, bahan pelindung serta dalam industri cat.

### 1.4.3 Tinjauan Proses Secara Umum

Dalam penentuan proses pembuatan butil metakrilat, maka dipilih proses dengan bahan baku asam metakrilat dan butanol karena tekanan operasi yang rendah, katalis yang murah serta reaksi pada fase cair-cair serta penanganan lebih mudah. Pada proses ini, butanol, asam metakrilat dan asam sulfat bersama-sama dimasukkan ke dalam reaktor tangki berpengaduk. Reaksi ini terjadi pada suhu 90°C dengan konversi 93% (Sakakura, 1994).

Produk keluar reaktor akan dipisahkan dalam fase ester dengan fase airnya di dalam dekanter. Fase air ini akan diumpankan ke dalam evaporator serta fase ester akan diumpankan ke dalam fase ekstraktor untuk dicuci dengan air. Selanjutnya fase air akan diumpankan ke dalam evaporator dan fase ester akan dibawa ke *netralizer*. Evaporator akan memekatkan larutan asam dengan cara menguapkan air, sehingga larutan pekat asam di *recycle* ke dalam reaktor. Larutan ester masuk ke dalam *netralizer* akan dinetralkan asamnya dengan menambahkan larutan NaOH secara stoikiometris dan dipisahkan di dalam dekanter. Fase air akan dibuang sebagai limbah dan fase ester akan diumpankan ke dalam menara distilasi serta akan dimurnikan esternya. Butanol akan keluar sebagai hasil atas dan di *recycle* ke reaktor serta produk butil metakrilat keluar sebagai hasil bawah.



#### 1.4.4 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku serta Produk

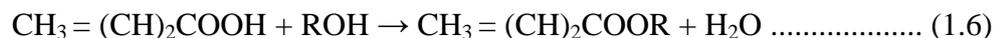
##### 1. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku.

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

Nama Bahan Baku	Asam Metakrilat	Butanol
Rumus Molekul	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O
Berat Molekul	86,09 g/mol	74,123 g/mol
Titik Didih Normal	161°C	117,66°C
Titik Beku	15°C	-89,3°C
Densitas	1011,5668 kg/m <sup>3</sup>	806,1848 kg/m <sup>3</sup>
Suhu Kritis	370°C	289,78°C
Tekanan Kritis	46,38 atm	44,55 atm
Viskositas	1,4276 cp	2,5989 cp
Kapasitas Panas	174,6077 J/mol.K	160,1207 J/mol.K
Wujud	Cair	Cair

Sifat kimia asam metakrilat dan butanol:

- Reaksi esterifikasi (Kirk dan Othmer, 1991).



- Reaksi substitusi (Fessenden dan Fessenden, 1986).



##### 2 Sifat Fisis dan Kimia Produk.

Nama Produk : Butil Metakrilat

Rumus Molekul : C<sub>8</sub>H<sub>14</sub>O<sub>2</sub>

Berat Molekul : 142,198 g/mol

Titik Didih Normal : 160,85°C

Titik Beku : -60°C

Densitas : 890,6158 kg/m<sup>3</sup>

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 *et al.*, 1996).

