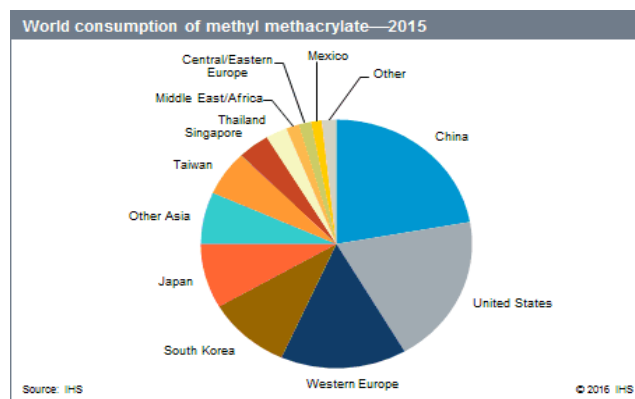


## BAB II PERENCANAAN PABRIK

### 2.1. Alasan Pendirian Pabrik

Perkembangan teknologi dan industri menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan berbagai produk kimia, di antaranya metil metakrilat. Metil metakrilat (MMA) dengan rumus molekul  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$  merupakan senyawa yang dapat digunakan dalam industri cat, industri peralatan rumah tangga, industri komestik, dan industri polimer. Metil metakrilat (MMA) secara luas digunakan dalam jumlah besar untuk produksi resin polimetil metakrilat (PMMA). Sekitar 80-85% dari konsumsi metil metakrilat dunia digunakan untuk konstruksi perumahan dan komersial, aktivitas renovasi, aplikasi otomotif, dan akun manufaktur peralatan asli.

Permintaan pasar akan metil metakrilat ini sangat dipengaruhi oleh kondisi ekonomi secara umum. Akibatnya, permintaan metil metakrilat sebagian besar mengikuti pola pemimpin ekonomi dunia. Sekitar 50-60% metil metakrilat yang diproduksi oleh produsen digunakan sebagai resin PMMA dan pelapisan permukaan produsen itu sendiri, sisanya baru dipasarkan. Pada 2013, China melampaui Amerika Serikat sebagai konsumen MMA terbesar di dunia. Pada tahun 2020, diperkirakan konsumsi MMA Cina akan mencapai sekitar 25% dari konsumsi dunia. Konsumsi MMA mengalami peningkatan rata-rata 3% pertahun selama kurun waktu 2015-2020.



**Gambar 2.1.** Konsumsi Metil Metakrilat Dunia Tahun 2015

(Sumber: IHS, 2016)

Semakin meningkatnya kebutuhan metil metakrilat sebagai bahan baku industri kimia berdampak pada prospek pendirian pabrik metil metakrilat, yang selama ini metil metakrilat harus diimpor dari beberapa negara. Pendirian pabrik metil metakrilat ini didasari oleh faktor-faktor berikut:

1. Metil metakrilat merupakan bahan kimia prospektif yang banyak digunakan dalam industri pelapis kulit (20%), industri pengecoran (26%), resin (11%), industri polimer (28%) dan untuk industri lainnya (15%).
2. Indonesia masih mengimpor metil metakrilat untuk kebutuhan dalam negeri sehingga pembangunan pabrik metil metakrilat diharapkan dapat mengurangi impor produk tersebut.
3. Keuntungan yang tinggi dengan melihat peluang pendirian pabrik metil metakrilat yang selama ini metil metakrilat harus diimpor dari beberapa negara di Asia (China) dan Amerika.
4. Ditinjau dari segi sosial dan ekonomi, pendirian pabrik metil metakrilat dapat memperluas lapangan pekerjaan dan meningkatkan perekonomian rakyat.

## 2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi

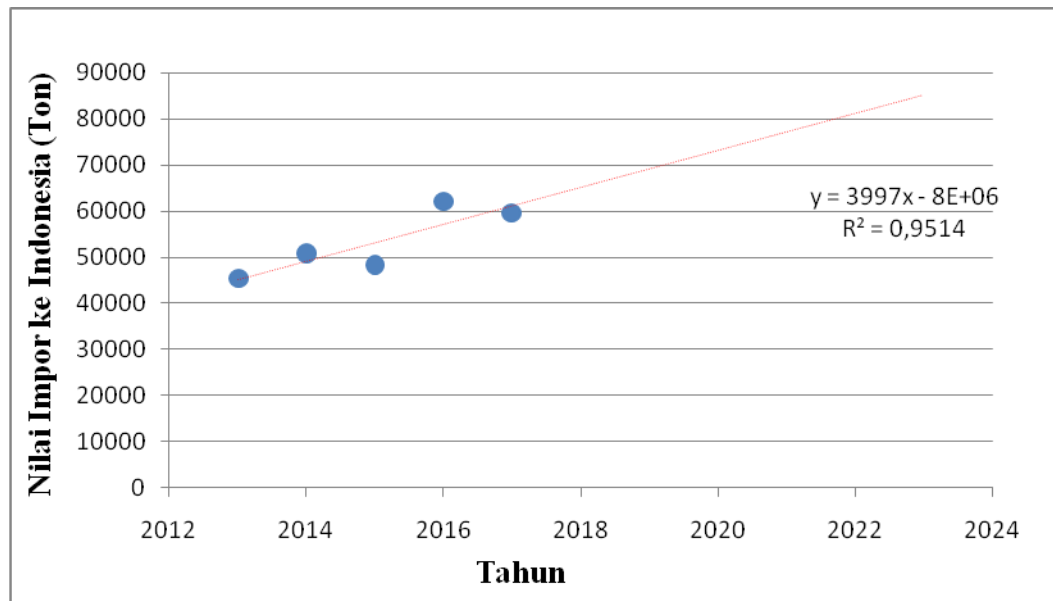
Di dalam pemilihan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu kebutuhan impor metil metakrilat di Indonesia, ketersediaan bahan baku, serta kapasitas beberapa pabrik metil metakrilat yang telah beroperasi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, kebutuhan impor metil metakrilat (MMA) dalam negeri dari tahun ke tahun terlihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Data Impor Metil Metakrilat ke Indonesia

<b>Tahun</b>	<b>Kebutuhan (Ton)</b>
2013	45.400,162
2014	50.814,032
2015	48.264,529
2016	62.136,911
2017	59.723,568

(Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia, 2018)

Dari Tabel 2.1. diatas dapat diprediksi data impor metil metakrilat tahun 2023 ke Indonesia, seperti terlihat pada gambar:



**Gambar 2.2.** Tren Impor Metil Metakrilat dan Prediksi Tahun 2023

Berdasarkan analisis regresi dengan garis tren linear diperoleh hubungan impor metil metakrilat ( $y$ ) terhadap tahun ( $x$ ), yaitu  $y = 3997x - 8E+06$ . Berdasarkan persamaan tersebut diproyeksikan kebutuhan metil metakrilat di Indonesia pada tahun 2023 sebesar 85.000 ton/tahun. Adapun kapasitas beberapa pabrik metil metakrilat yang telah beroperasi ditunjukkan pada Tabel 2.2.

**Tabel.2.2.** Kapasitas Produksi Industri Metil Metakrilat

<b>Industri</b>	<b>Kapasitas (Ton/Tahun)</b>
Cina	90.000
Kuraray	65.000
Thai MMA	70.000
Sumitomo Chemical (Nippon Shokubai)	90.000
Sumitomo Chemical ( Singapura)	53.000
Honam Petrochemical (Korea)	40.000
Mitsui Chemical	20.000
Mitsubishi Gas Chemical	51.000
<b>Rata-Rata Produksi</b>	<b>59.875</b>

(Sumber: Nagai & Ui, *Trends and Future of Monomer-MMA Technologies*, 2004)

Berdasarkan data kapasitas pabrik yang telah beroperasi, didapatkan kapasitas rata-rata sebesar 59.875 ton/tahun. Dengan mempertimbangkan

angkaproyeksi kebutuhan metil metakrilat di Indonesia serta kapasitas rata-rata pabrik yang sudah ada, maka kapasitas prarencana pabrik pembuatan metil metakrilat ini dirancang sebesar 60.000 ton/tahun atau sekitar 70% kebutuhan metil metakrilat di Indonesia pada tahun 2023.

### 2.3. Pemilihan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada pabrik pembuatan metil metakrilat ini adalah propionaldehida, formaldehida, metanol, dan oksigen dengan katalis asam asetat dan dimetilamina. Bahan baku tersebut diperoleh dari industri kimia sebagai berikut:

1. Propionaldehida diperoleh dari Eastman Chemical Pte Ltd, Singapura
2. Formaldehida diperoleh dari PT. Arjuna Utama Kimia
3. Metanol diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri
4. Udara sebagai sumber oksigen diambil dari lingkungan pabrik
5. Asam asetat dari PT. Indokemika Jayatama, Surabaya Branch
6. Dimetil amina dari Eastman Chemical Pte Ltd, Singapura

### 2.4. Pemilihan Proses

Dari 4 jenis proses teknologi dalam pembuatan metil metakrilat, yaitu Proses Aseton Sianohidrin, Proses *Direct Isobutylene Oxidation*, Proses *Propionaldehid Formylation* dan Proses *Direct Oxidative Esterification (DOE)*. Dipilih proses *Direct Oxidative Esterification (DOE)* berdasarkan U.S. Patent No. US 2017/9580374 B2, 28 Februari 2017.

**Tabel 2.3.** Perbedaan Proses Pembuatan Metil Metakrilat

<b>Parameter</b>	<b><i>Aseton Sianohidrin (ACH)</i></b>	<b><i>Direct Isobutylene Oxidation</i></b>	<b><i>Propionaldehid Formylation via Direct Oxidative Esterification (DOE) (*)</i></b>
Alat Proses	Sederhana	Rumit	Sederhana
Operasi	Hidrolisa dan Esterifikasi	Oksidasi 2 tahap dan Esterifikasi	Reaksi Mannich dan Esterifikasi Oksidatif
Temperatur Operasi	100-125 °C	200-500 °C	10-300 °C

Tekanan Operasi	1-2 atm	1-10 atm	1-100 bar
Katalis yang digunakan	Asam Sulfat	Oksida Logam (bismut), Fosfolibdat dan logam alkali	Asam organik dan garam amina dan Oksidasi heterogen
<i>By-Product</i>	Ammonium Bisulfat	–	–
<i>Yield</i>	Rendah	Lebih tinggi dari proses ACH	Lebih tinggi dari kedua proses lainnya.

(Sumber: Nagai & Ui, *Trends and Future of Monomer-MMA Technologies*, 2004)

\*(US Patent No. 2017/9580374 B2, 2017)\* (US Patent No. 2014/0206897 A1, 2014)

## 2.5. Uraian Proses

Proses pembuatan metil metakrilat dengan metode *Propionaldehid Formylation via Direct Oxidative Esterification* (DOE) metakrolein, terdiri dari 4 tahap yaitu persiapan bahan baku, formilasi propionaldehida, esterifikasi oksidatif, dan pemurnian produk (purifikasi).

### 2.5.1. Perisapan Bahan Baku

Bahanbakuberupa propionaldehidakemurnian 98% dialirkandari *Tank1* (T-01), formaldehidadengan kemurnian 37% dialirkandari *Tank2* (T-02), katalisyang berupa dimetilamina40% dari *Tank* T-03 danasamasetatdari *Tank* T-04 dialirkanmenuju *Mix Point* MP-01. Keluaran *Mix Point* MP-01, dinaikkantekanan dan temperaturnya. Tekanan dinaikan hingga36atmmenggunakan *Pompa*P-01 dantemperaturnyadinaikkanmenjadi 122,7°Cmenggunakan *Heat Exchanger* HE-01 dan *Heater*H-01.

### 2.5.2. Formilasi Propionaldehida

*Feed* setelah melewati *Heater* H-01 diumpankan ke dalam Reaktor R-01 (*Tubullar Reactor*) dengansuhu 122,7 °Cdantekananoperasi 36 atm,reaksiberlangsungdalamfase liquid. Keluaran dari Reaktor-01 dialirkan melewati *Heat Exchanger* HE-01 untuk didinginkan terlebih dahulu sebelum

menuju Kolom Distilasi KD-01. Pada KD-01 campuran reaksi dari Reaktor-01 dipisahkan. Metakrolein, reaktan yang bersisa, dan sedikit air akan berada pada *top product* yang kemudian dikondensasi dan akan dialirkan menuju pemisah fasa *Decanter-01*. Sedangkan pada bagian *bottom product* terdapat katalis, sisa metanol, dan air yang akan dialirkan menuju utilitas.

Pada *Decanter-01* fasa atas (*light phase*) mengandung metakrolein dan metanol yang akan dialirkan menuju *Mix Point* MP-02 yang kemudian akan dimurnikan bersama dengan produk Reaktor R-02 menuju Kolom Distilasi-02. Sementara air, residu formaldehid, dan sedikit propanal dan sebagian katalis lainnya pada bagian *heavy phase* akan di *recycle* ke *Mix Point* MP-01.

### 2.5.3. Esterifikasi Oksidatif

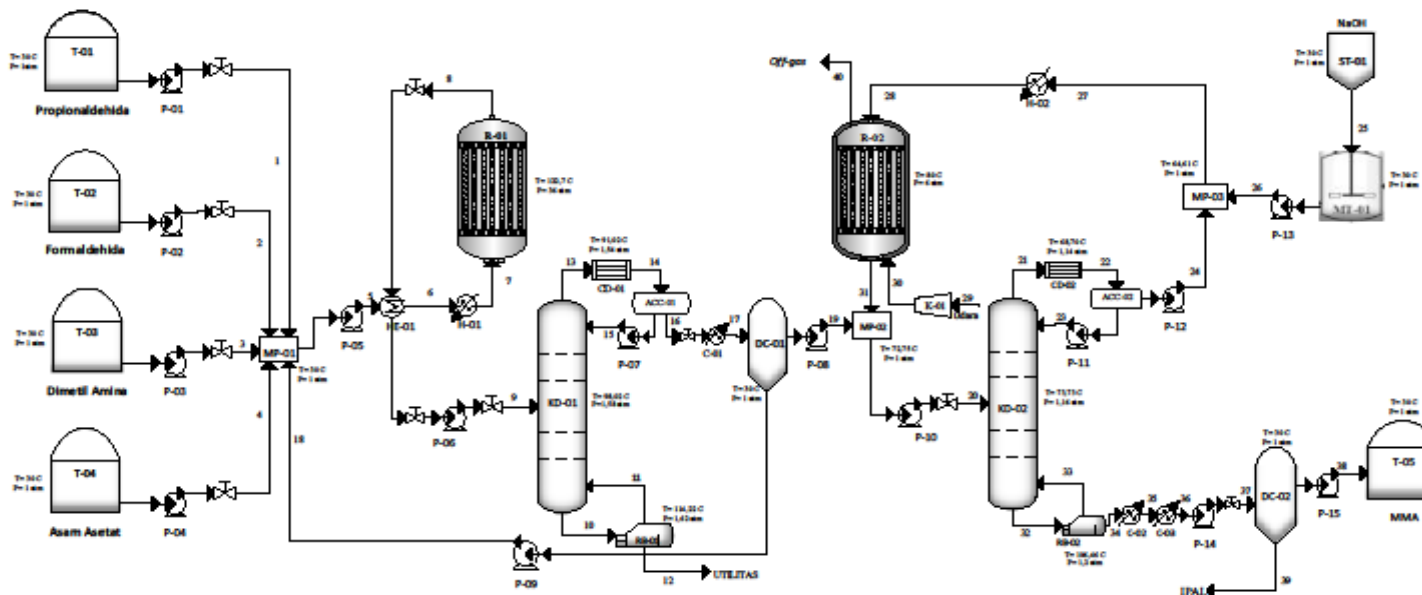
Campuran azeotropik metakrolein dan metanol dari keluaran *Top product* Kolom Distilasi-02 dan larutan metanol yang mengandung NaOH untuk menetralkan terbentuknya asam metakrilat dari *Mix Tank* MT-01 dialirkan ke *Mix Point* MP-03 kemudian dinaikkan temperaturnya di *Heater-02* menjadi 80 °C sebelum diumpukan ke Reaktor R-02 (*Fixed Bed Tubular Reactor*). Udara yang dalam hal ini merupakan sumber oksigen sebagai zat pengoksidasi dialirkan ke Reaktor R-02 menggunakan Kompresor K-01. Reaktor R-02 beroperasi pada temperatur 80°C dan tekanan 6 atm. Keluaran dari Reaktor R-02 selanjutnya akan diproses ke tahap akhir yaitu pemurnian.

### 2.5.4. Purifikasi

Pada tahap pemurnian, *output* bagian atas dari Reaktor R-02 yang berupa *excess* udara dibuang ke lingkungan sedangkan *output* bagian bawah Reaktor R-02 yang berupa campuran yang terdiri dari produk sebagai reaksi utama (MMA), metanol, air, serta reaktan sisa dialirkan ke *Mix Point-02* sebelum dimurnikan ke Kolom Distilasi-02. Pada Kolom Distilasi-02 aliran *top product* mengandung campuran azeotropik metakrolein dan metanol sisa dari reaksi pada Reaktor R-02 yang akan diumpukan kembali ke dalam Reaktor R-02.

Sedangkan bagian *bottom product* yang terdiri dari campuran metil metakrilat, air, dan NaOH akan dialirkan menuju *Cooler-01* dan *Cooler-02* untuk

dinginkan terlebih dahulu sebelum masuk ke *Decanter* DC-02 dengan temperature 30°C yang berfungsi untuk memisahkan metil metakrilat dari pengotornya berdasarkan solubilitas terhadap air. Aliran ringan (*light phase*) dari *Decanter-02* yang berupa produk metil metakrilat dan sebagian kecil reaktan yang bersisa selanjutnya disimpan di *Storage Tank* T-05. Sedangkan sebagian besar air dibuang ke IPAL.



KETERANGAN	
ST= SILO TANK	T= TANK
P= POMPA	DC= DECANTER
MP= MIX POINT	KD= KOLOM DESTILASI
H= HEATER	RB= REBOILER
R= REAKTOR	CD= CONDENSOR
C= COOLER	ACC= ACCUMULATOR
E= KOMPRESOR	MT= MIXING TANK

 Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia		Gambar 2.3
<b>DIAGRAM ALIR PROSES PEMBUATAN METIL METAKRILAT</b>		
Digambar Oleh: 1. Arina (03031181419043) 2. Siwiti (03031181419145)		Juni 2018
Diperiksa Oleh: Prof. Ir. Subriyar Nasir, M.S., Ph.D		Paraf
Disetujui Oleh: Prof. Ir. Subriyar Nasir, M.S., Ph.D		