

**LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK**

**PRARANCANGAN PABRIK METIL ETIL KETON DENGAN  
PROSES DEHIDROGENASI 2-BUTANOL  
KAPASITAS 45.150 TON/TAHUN**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Oleh :**

**PRAKOSA**

**D 500 050 023**

**Dosen Pembimbing :**

**Agung Sugiharto, S.T., M.Eng.**

**Ir. Haryanto, AR. M.S**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
SURAKARTA  
2010**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Industri kimia merupakan sektor industri yang sangat penting dan banyak memberikan devisa pada negara. Sejalan dengan kemajuan zaman, maka kebutuhan akan bahan kimia semakin meningkat pula. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, kiranya perlu dibangun industri kimia sendiri agar tidak bergantung pada negara lain. Salah satu bahan kimia yang diimpor saat ini adalah Metil Etil Keton (MEK). Menurut Biro Pusat Statistik (2005) Indonesia masih harus mengimpor dari Korea, Taiwan, Cina, Singapura sebanyak 17.405.523 kg/tahun.

MEK adalah senyawa keton kedua dalam kelompok homolog keton alifatis, merupakan senyawa keton yang penting dan diproduksi secara komersial. MEK merupakan cairan yang tidak berwarna, mudah terbakar. MEK merupakan solven yang mempunyai titik didih dan viskositas rendah (Kirk-Othmer, 1995). Kegunaan MEK antara lain sebagai bahan pemisah antara produk dan pengotor pada pembuatan minyak pelumas di kilang-kilang minyak, bahan pelindung (*coating*), pelarut organik.

Kebutuhan MEK di Indonesia semakin meningkat karena industri pemakai senyawa ini semakin berkembang sedangkan untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia masih harus mengimpor maka perlu didirikan pabrik MEK dengan bahan baku 2-Butanol di Indonesia melalui proses dehidrogenasi. Dengan pendirian pabrik MEK di Indonesia, diharapkan akan memacu berdirinya pabrik-pabrik lain yang mengkonsumsi MEK. Di samping itu berdirinya pabrik ini juga akan memperluas lapangan pekerjaan dan menghemat devisa negara dengan pengurangan impor. Berdasarkan uraian di atas, pendirian pabrik MEK di Indonesia layak direalisasikan.

### **1.2. Kapasitas Perancangan**

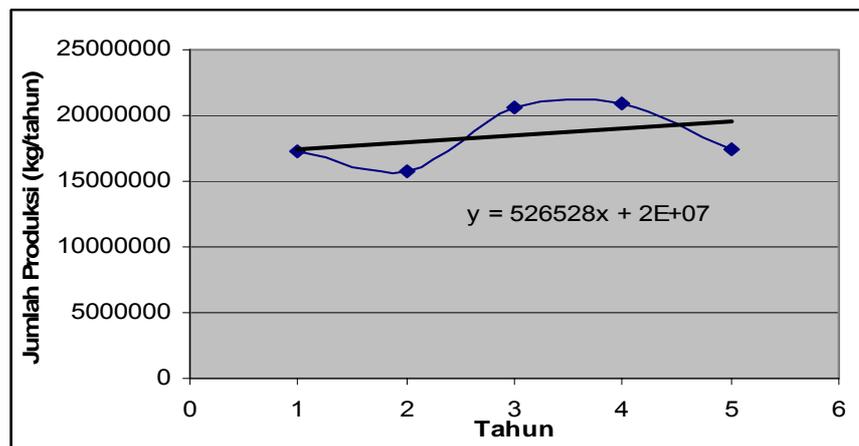
Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik, harus perlu dipertimbangkan beberapa hal, antara lain : perkembangan konsumsi MEK di dalam negeri, ketersediaan bahan baku dan kapasitas pabrik yang sudah ada.

Perkembangan konsumsi MEK di Indonesia dapat dilihat dari data impor MEK pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.1. Perkembangan Impor MEK Tahun 2001-2005

<b>Tahun</b>	<b>Jumlah (kg)</b>
2001	17.321.283
2002	15.803.880
2003	20.674.470
2004	20.900.679
2005	17.405.523

( Sumber : Biro Pusat Statistik Indonesia, 2001-2005 )



Gambar 1.1. Grafik hubungan Antara Tahun dan Jumlah Produksi

Dari data tersebut maka kebutuhan MEK di Indonesia untuk 7 tahun yang akan datang diperkirakan sebesar 28.950,976 ton/tahun. Kapasitas pabrik MEK yang telah beroperasi di USA, Asia Timur dan Eropa Barat pada tahun 2002 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.2. Produksi MEK di Dunia Pada Tahun 2002

<b>Produsen</b>	<b>Lokasi Pabrik</b>	<b>Kapasitas 2002 (ton/tahun)</b>
Atofina	La Chambre, Perancis	50.000
Bangkok Synthetics	Map Ta Phut, Thailand	20.000
Celanese	Pampa, Texas, US	40.000

ExxonMobil	Baton Rouge, US	135.000
	Fawley, UK	135.000
Idemitsu Petrochemical	Tokuyuma, Jepang	40.000
Maruzen Petrochemical	Ichihara, Jepang	90.000
Oxiteno	Triunfo, Brasil	40.000
Petro Brazi	Brazi, Romania	30.000
Sasol Solvents	Moers, Jerman	65.000
	Sasolburg, Afrika Selatan	55.000
Shell	Narco, Louisiana, US	136.000
	Pernis, Netherlands	85.000
SK Corp	Ulsan, Korea Selatan	50.000
Taiwan Synthetic	Lin Yuan, Taiwan	15.000
Tasco Chemical	Lin Yuan, Taiwan	60.000
Tonen Chemical	Kawasaki, Jepang	70.000

([icis](#))

Berdasarkan pertimbangan perkembangan konsumsi MEK di dalam negeri, ketersediaan bahan baku, kapasitas pabrik yang sudah ada dan kebutuhan MEK di dalam negeri untuk 7 tahun yang akan datang sebesar 28.950,976 ton/tahun maka dalam perancangan dipilih kapasitas pabrik 45.150 ton/tahun, dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan kelebihan produksi dapat diekspor.

### 1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Letak geografis pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan dan kelangsungan hidup suatu pabrik. Beberapa faktor yang dapat menjadi acuan dalam menentukan lokasi pabrik antara lain: penyediaan bahan baku, utilitas, pemasaran, transportasi dan tenaga kerja. Berdasarkan faktor tersebut maka lokasi pabrik MEK yang dipilih di Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan :

#### 1. Tersedianya bahan baku

Bahan baku merupakan hal yang paling utama dalam mengoperasikan pabrik, sebab beroperasi atau tidaknya pabrik tergantung pada ketersediaan bahan baku. Bahan baku pembuatan MEK adalah 2-Butanol yang diimpor terutama dari Jepang sehingga lokasi pabrik dipilih mendekati sumber bahan baku yang transportasinya lewat pelabuhan tanjung perak yang berada di Surabaya.

#### 2. Letak daerah pemasaran

MEK merupakan bahan kimia yang umumnya digunakan sebagai pelarut. Adapun pabrik yang mengimpor MEK di Indonesia antara lain : PT. Sari Sarana Kimia (Jakarta), PT. Aneka Raya Kimia (Pekan Baru), PT. Udaya Anugrah Abadi (Pekan Baru) dan Pertamina (Caltex). Di Pertamina MEK banyak digunakan di pabrik minyak pelumas tersebut sebagai pelarut untuk memisahkan produk dengan impuritas, sedangkan hasil samping gas H<sub>2</sub> banyak digunakan untuk proses hidrogenasi di pabrik tersebut.

#### 3. Fasilitas Transportasi

Transportasi dibutuhkan sebagai penunjang utama penyediaan bahan baku maupun pemasaran produk. Gresik memiliki fasilitas transportasi yang memadai baik jalan raya maupun pelabuhan tanjung perak di Surabaya, sehingga segala sesuatu yang berkaitan dengan pengiriman bahan baku maupun produk tidak mengalami hambatan.

#### 4. Tersedianya air

Kebutuhan pabrik akan air sangat besar, untuk itu diperlukan lokasi yang memungkinkan penyediaan air yang cukup. Gresik merupakan salah satu daerah yang dilewati oleh sungai bengawan solo sehingga penyediaan air diambil dari sungai Bengawan Solo.

#### 5. Tersedianya tenaga kerja

Tenaga kerja yang produktif berasal dari Perguruan Tinggi baik yang S1 maupun DIII dan teknisi serta lulusan SMK/SMU.

## 1.4 Tinjauan Pustaka

MEK dengan rumus molekul  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$  atau  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$  mempunyai sinonim : butanone, 2-butanon, butane-2-on, metil propanon, MEETCO, metil aseton (Inchem)

### 1.4.1. Sifat-sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

#### 1.4.1.1. Bahan Baku Utama (sba/ 2-butanol/ 2-butil alkohol/ metil etil karbinol/ butan-2-ol/ butilen hidrat/ 2-hidroksi butana)

##### a. Sifat fisis

➤ Rumus Molekul	: $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{C}_2\text{H}_5$
➤ BM	: 74,123
➤ Bentuk	: Cair
➤ Warna	: Jernih
➤ Titik lebur, °C	: -114,7
➤ Titik Didih, °C	: 99,5
➤ Densitas (20 °C), gram/ml	: 0,807
➤ Temperatur kritis, °C	: 262,90
➤ Tekanan kritis, bar	: 41,9
➤ Volume kritis, $\text{m}^3/\text{mol}$	: 0,268
➤ Indek Bias (20 °C)	: 1,39719
➤ Viskositas (15 °C), cp	: 4,2
➤ Panas spesifik, J/(g.K)	: 2,81
➤ Panas Penguapan Pada (99,5 °C), J/g	: 550,72
➤ Tegangan permukaan (20 °C), mN/m	: 23,5
➤ Kemurnian	: 99,5 %b
➤ Impuritas	: 0,5%b

(Caulson & Richardson's,1994)

##### b. Sifat Kimia

###### 1. Dehidrasi

Dehidrasi katalitik butanol membentuk butena.

## 2. Oksidasi

2-butanol dapat dihidrogenasi menjadi senyawa-senyawa karbonil. Dehidrogenasi dapat terjadi meskipun pada temperatur reaksi rendah dengan zat pengoksidasi seperti Mn (IV) oksida dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, Asam kromat atau selenium oksida. Meskipun tanpa zat pengoksidasi, penggunaan katalis yang sesuai (Misal Cu) pada temperatur lebih tinggi memungkinkan 2-Butanol didehidrogenasi menjadi aldehid atau keton.

## 3. Esterifikasi

Butanol bereaksi dengan asam organik dan anorganik membentuk ester. Reaksi umumnya terjadi dengan adanya katalis asam.

(Caulson, Kirk-Othmer, 1995)

### 1.4.1.2. Spesifikasi Produk (MEK)

#### a. Sifat Fisis

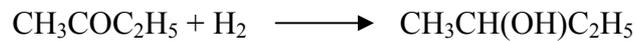
➤ Rumus molekul	: CH <sub>3</sub> COC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>
➤ Struktur molekul	: CH <sub>3</sub> – C – CH <sub>2</sub> – CH <sub>3</sub>    O
➤ BM	: 72,104
➤ Bentuk	: Cair
➤ Warna	: Jernih
➤ Titik lebur, °C	: -86,3
➤ Titik Didih, °C	: 79,6
➤ Densitas (20 °C), gram/ml	: 0,8037
➤ Indek Bias (20 °C)	: 1,3791
➤ Viskositas (20 °C), cp	: 0,43
➤ Temperatur kritis, °C	: 260
➤ Tekanan kritis, Atm	: 43
➤ Tekanan uap, mmHg	: 80,21
➤ Panas spesifik, cal/g. °C	: 0,549
➤ Panas Penguapan Pada (20 °C), cal/g	: 106
➤ Kemurnian	: 99%b

(Caulson & Richardson's, 1994)

## b. Sifat Kimia

### 1. Reduksi

Reduksi katalitik MEK dengan hidrogen menghasilkan 2-Butanol.



### 2. Oksidasi

Oksidasi MEK dengan oksidator kuat seperti asam nitrat menghasilkan asam formiat dan asam propionat. Oksidasi dengan  $\text{H}_2\text{O}$  menghasilkan metil etil keton peroksida.

### 3. Kondensasi

#### ✖ Katalis basa

MEK mengalami autokondensasi atau kondensasi dengan reagen teraktivasi dengan adanya basa. Kondensasi MEK dengan formaldehid membentuk metil isopropenil keton.

#### ✖ Katalis asam

MEK mengalami kondensasi dengan senyawa aromatik dengan adanya  $\text{H}_2\text{SO}_4$  menghasilkan produk gabungan senyawa aromatik.

### 4. Stabilitas termal

MEK stabil sampai pada temperatur pirolisis (500-700 °C). Pada temperatur tinggi, dekomposisi MEK dapat dikontrol untuk menghasilkan derivat keton yang berguna.

(Kirk-Othmer, 1995)

## 1.4.2. Kegunaan MEK

Penggunaan MEK yang paling besar adalah sebagai pelarut untuk plastik vinyl digunakan dalam pelapisan. Kegunaan penting lainnya adalah sebagai pelarut. Dapat juga digunakan sebagai pelarut selektif yang ideal untuk pemisahan produk dan impuritas pada pembuatan minyak pelumas. MEK juga digunakan untuk degreasing logam-logam, dalam pabrik yang memproduksi tape magnetik, tinta dan sebagai *chemical intermediate* dalam produksi *methyl ethyl ketoxime*, metil propanon

peroksida, metil isopropil keton dan beberapa komponen lainnya. MEK juga digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri seperti bermacam-macam produk seperti vernis, cat semprot dan perekat/lem. Pada produk konsumen dan dalam kenyataan di industri, MEK lebih sering hanya digunakan sebagai salah satu dari beberapa komponen campuran pelarut organik. MEK juga digunakan sebagai pelarut ekstraksi dalam proses pengkomposisian makanan dan proses bahan tambahan makanan dan sebagainya dalam pemisahan lemak dan minyak, dan ekstraksi dari aroma-aroma.

(inchem)

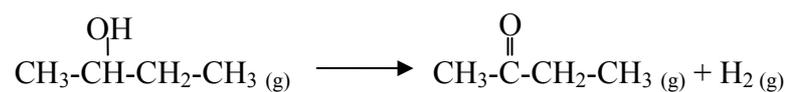
### 1.4.3. Proses Produksi MEK

Sebanyak 88% MEK diproduksi dengan dehidrogenasi 2-Butanol, sedangkan 12% sisanya diproduksi dengan proses oksidasi katalitik butana cair yang menghasilkan asam asetat dan MEK. Oksidasi langsung n-butena (proses Hoechst-Wacker dan proses Maruzen) jarang digunakan karena produk samping yang tidak diinginkan. MEK dapat diproduksi dari dekomposisi hidroperoksida dari sekunder butil benzema dengan yield 96-98%.

(Kirk & Othmer,1995)

#### a. Proses dehidrogenasi katalitik 2-Butanol fase gas

MEK diproduksi secara komersial dengan proses dehidrogenasi atau oksidasi selektif dari 2-Butanol. 2-Butanol diuapkan pada *vaporizer* , lalu *preheated vapors* diumpankan ke reaktor *fixed bed multitube* yang berisi tumpukan katalisator logam (campuran 70% Cu dan 30% Zn) yang beroperasi pada temperatur 250-400 °C dan pada tekanan atmosferis. Reaksi yang terjadi yaitu:



(Kirk & Othmer,1995)

Gas hasil reaksi dikondensasikan oleh kondensor. Gas yang tidak terkondensasi diserap menggunakan air untuk menangkap MEK dan 2-Butanol dari gas yang berisi H<sub>2</sub>.

Produk yang terkondensasi dimasukkan ke kolom destilasi dan fraksinasi. Fraksi utama (MEK), dengan titik didih 78-81°C dengan yield 85-90% dari 2-Butanol.

(Kirk & Othmer,1995)

b. Proses oksidasi n-butane fase cair

MEK merupakan produk samping pada proses oksidasi fase cair n-butana menjadi asam asetat. Autooksidasi n-butana terjadi dalam fase cair pada 180 °C dan tekanan 5,3 Mpa (53 bar). Oksidasi kontinu pada kondisi *plug flow* 150 °C dan tekanan 6,5 Mpa (bar) dengan waktu tinggal 2,7 menit menghasilkan MEK dan asam asetat pada rasio massa di atas 3:1. Untuk proses *batch* pada 160-165 °C, MEK dan asam asetat diperoleh pada rasio massa 0,4:1,0.

(Kirk & Othmer,1995)

#### 1.4.4. Tinjauan Proses Dehidrogenasi

Proses dehidrogenasi merupakan salah satu tipe dari reaksi oksidasi, yang diilustrasikan dengan pembentukan aldehide dari alkohol primer atau keton dari alkohol sekunder. Pada prinsipnya beberapa senyawa yang mengandung atom hidrogen dapat dihidrogenasi, namun biasanya proses dehidrogenasi terjadi pada senyawa hidrokarbon alifatis. Pada umumnya reaksi dehidrogenasi terhadap senyawa hidrokarbon sulit dilakukan. Reaksi ini membutuhkan temperatur tinggi agar tercapai kesetimbangan dan kecepatan reaksi yang baik sehingga proses ini dapat berlangsung dengan baik pada fase gas. Reaksi dehidrogenasi dalam fase gas hanya sesuai dilakukan pada senyawa hidrokarbon tertentu. Senyawa tersebut hanya mempunyai stabilitas termal yang cukup untuk menghindari terjadinya dekomposisi yang tidak diinginkan. Reaksi dehidrogenasi merupakan reaksi endotermis. Panas untuk reaksi ditambahkan melalui pipa-pipa dan pemanasan umpan atau disimpan

secara periodik pada *fixed or fluidized solid catalyst bed*. Proses dehidrogenasi ini membutuhkan suplai panas dan pendinginan yang cepat untuk menghindari reaksi samping.

(Kirk & Othmer,1995)

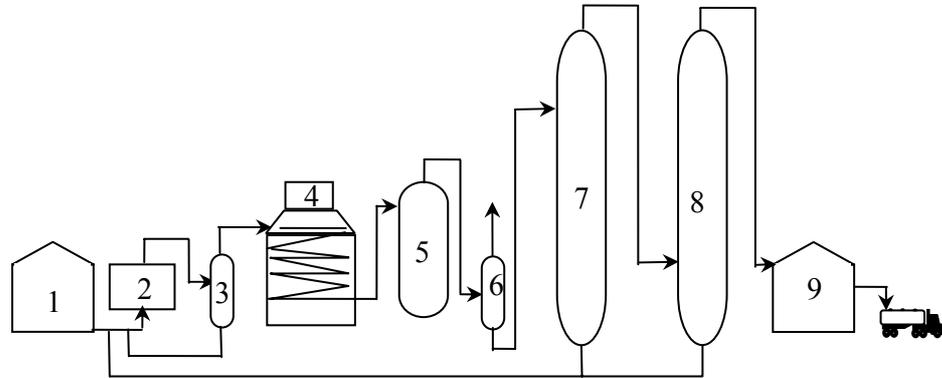
#### 1.4.5. Diskripsi Proses Secara Singkat

Metil Etil Keton diproduksi dengan proses dehidrogenasi 2-Butanol yang prosesnya sama seperti pembuatan aseton dari isopropyl alkohol. Mula-mula 2-Butanol dari tangki di masuk ke *vaporizer* (alat penguap), fungsi *vaporizer* ini adalah untuk menguapkan umpan sebelum masuk *furnace*, masuk ke *furnace* (fungsi *furnace* untuk menaikkan suhu umpan masuk reaktor), kemudian masuk ke reaktor *fixed bed multitubular* yang berisi tumpukan katalis logam (campuran 70 % Cu dan 30 % Zn) yang beroperasi pada temperatur 250-400 °C. Katalis ini ditempatkan pada *tube-tube* yang disusun secara paralel. Reaksi yang terjadi pada reaktor ini adalah endotermis sehingga untuk menjaga suhu reaksi diperlukan pemanas di sekeliling pipa-pipa tersebut dialirkan pemanas *flue gas* yang dihasilkan pada proses pembakaran pada *Furnace*.

(Kirk & Othmer,1995)

Kemudian dari reaktor *fixed bed multitubular* masuk ke *separator* (fungsi *separator* untuk memisahkan produk dengan gas H<sub>2</sub>) Cairan hasil hasil bawah *separator* dialirkan ke menara distilasi (MD-01), hasil bawah yang sebagian besar terdiri dari 2-Butanol dan sedikit MEK dikembalikan menjadi umpan. Hasil atas MD-01 dialirkan kembali ke MD-02 untuk memperoleh kemurnian MEK sebesar 99 %, kemudian diembunkan pada kondenser selanjutnya ditampung pada akumulator. Embunan sebagian dikembalikan ke menara distilasi sebagai refluk dan sebagian lagi diturunkan suhunya pada CO-01 selanjutnya dialirkan ke tangki penyimpanan MEK sebagai produk.

### Skema Sederhana Proses Pembuatan Metil Etil Keton (MEK)



Keterangan :

1. Tangki *sec*-Butanol
2. Vaporizer
3. Separator-01
4. Furnace
5. Reaktor
6. Separator-02
7. Menara Distilasi-01
8. Menara Distilasi-02
9. Tangki Metil Etil Keton

Gambar 1.2. Skema sederhana proses pembuatan Metil Etil Keton (MEK)