

## **BAB II**

### **PERENCANAAN PABRIK**

#### **2.1. Alasan Pendirian Pabrik**

Perkembangan sektor industri di Indonesia diikuti oleh peningkatan akan kebutuhan bahan kimia pada setiap tahunnya. Salah satu senyawa yang dibutuhkan di Indonesia adalah metil tersier butil eter. Metil tersier butil eter menjadi salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai zat aditif untuk beberapa zat organik dan sebagai zat peningkat nilai oktan pada proses pembuatan bahan bakar minyak. Oleh sebab itu, dibutuhkan pendirian pabrik yang menghasilkan MTBE. Faktor yang mendukung dalam pendirian pabrik MTBE ini, adalah:

- 1) Kebutuhan metil tersier butil eter di Indonesia dipenuhi dari impor negara maju lainnya, seperti Cina, Amerika, Jerman dan Korea. Pendirian pabrik metil tersier butil eter diharapkan dapat memenuhi kebutuhan senyawa metil tersier butil eter secara nasional.
- 2) Mendukung perkembangan sektor perindustrian Indonesia dengan memicu berdirinya industri baru yang menggunakan metil tersier butil eter sebagai bahan baku yang telah tersedia di dalam negeri dengan harga yang lebih murah.
- 3) Ditinjau dari bidang sosial dan ekonomi, pendirian pabrik metil tersier butil eter diharapkan dapat mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia yang mencapai angka 6,87 juta orang berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2018.
- 4) Meningkatkan devisa negara dengan cara memanfaatkan penghasilan pajak terhadap produksi senyawa kimia metil tersier butil eter.
- 5) Indonesia diharapkan dapat menjadi salah satu produsen metil tersier butil eter seperti negara maju lainnya di masa yang akan datang.
- 6) Pemanfaatan umum dari metil tersier butil eter adalah sebagai bahan aditif untuk pembuatan bahan bakar minyak, pelarut untuk beberapa larutan organik.

## 2.2. Penentuan Kapasitas

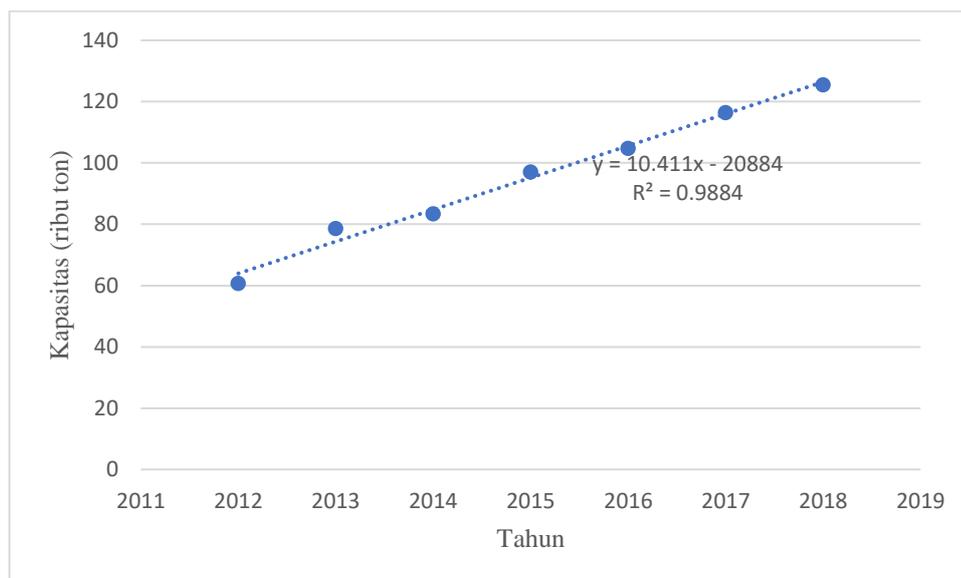
Penentuan kapasitas produksi metil tersier butil eter ditentukan berdasarkan kebutuhan impor. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) kebutuhan metil tersier butil eter semakin meningkat setiap tahunnya, hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.1. berikut:

**Tabel 2.1.** Data Impor Metil Tersier Butil Eter

Tahun	Impor (Ton)
2012	60.641,4
2013	78.568,3
2014	83.433,4
2015	97.006,7
2016	104.774,5
2017	116.412,6
2018	125.470,6

(Sumber: *Badan Pusat Statistik, 2018*)

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2.1., maka dapat disajikan grafik kebutuhan metil tersier butil eter di Indonesia seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. berikut:



**Gambar 2.1.** Grafik Data Impor Metil Tersier Butil Eter di Indonesia

Dengan menggunakan metode regresi linear terlihat bahwa jumlah impor metil tersier butil eter mengalami peningkatan pada setiap tahun. Metode regresi linear *least square method* ini juga menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$y = a x + b$$

$$y = 10,411x + 53,541$$

Keterangan:

y = kebutuhan metil tersier butil eter (ton)

x = tahun ke-

Kebutuhan metil tersier butil eter di Indonesia untuk tahun 2023 dapat dicari dari persamaan di atas yaitu dengan mensubstitusikan harga tahun ke- (x) = 10 (tahun 2023 merupakan tahun ke-10 jika dimulai dari tahun 2013), maka diperoleh:

$$y = 178.473 \text{ ton}$$

Data impor metil tersier butil eter di Indonesia dapat menjadi pertimbangan untuk melakukan produksi dengan memenuhi 70% dari kebutuhan impor metil tersier butil eter, sehingga jumlah yang dapat diproduksi yaitu sebesar 124.931 ton. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka akan dirancang sebuah pabrik metil tersier butil eter dengan total kapasitas 125.000 ton/tahun sehingga dapat memenuhi sebagian kebutuhan metil tersier butil eter di Indonesia.

### 2.3. Pemilihan Bahan Baku

Bahan baku utama yang dibutuhkan dalam proses pembuatan MTBE ini adalah isobutilen dan metanol. Pabrik isobutilen di Indonesia belum ada, sehingga isobutilen harus diimpor dari negara lain. Alternatif lain untuk mendapatkan isobutilen adalah dehidrasi senyawa Tersier Butil Alkohol (TBA).

Tersier butil alkohol dibeli dari PT. Pertamina Persero, Palembang, Sumatra Selatan dan dikirim dengan menggunakan jalur pipa karena lokasi yang cukup berdekatan dengan rencana pendirian pabrik, sedangkan metanol dibeli dari Perusahaan PT. Kaltim Methanol Industri. Tersier butil alcohol yang diproduksi PT. Pertamina Persero memiliki kemurnian 99,99%, sedangkan perusahaan PT. Kaltim Methanol Industri memproduksi metanol dengan kemurnian 99,85%.

## 2.4. Pemilihan Proses

Pembuatan metil tersier butil eter dapat dilakukan melalui tiga macam proses, yaitu proses Phillips, proses UOP/Hulls, dan Snamprogetti. Snamprogetti merupakan proses yang paling tepat dan sesuai untuk membuat metil tersier butil eter jika dibandingkan dengan proses lainnya. Proses Snamprogetti dipilih karena tidak memiliki reaksi yang kompleks. Berdasarkan EP Patent, 3,395,792 A1 dipilih proses snamprogetti dengan mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut:

**Tabel 2.2.** Perbandingan proses pembuatan MTBE

Kriteria	Konversi	Tambahan alat setelah kolom distilasi
Proses Phillips	92%	<i>Pressure Swing Adsorption (PSA)</i>
Proses UOP/Hulls	96%	Kolom absorpsi
Proses Snamprogetti	98,5%-99%	Tidak ada

## 2.5. Uraian Proses

Proses produksi metil tersier butil eter yang digunakan pada pabrik yang akan dibangun menggunakan metode proses snamprogetti. Proses produksi terdiri dari empat tahap, yaitu tahap *feed treating*, tahap sintesa, tahap pemisahan, dan tahap purifikasi. Berikut merupakan reaksi pembentukan MTBE:



### 2.5.1. Tahap *Feed Treating*

*Feed treating* bertujuan untuk menyesuaikan kondisi operasi *feed* dengan kondisi operasi pada reaktor. *Feed treating* bermula dari metanol dengan kemurnian 99,8% pada kondisi 30°C dan 1 atm dialirkan menggunakan pompa (P-01) menuju ke *Molecular Sieve Separator (MSS-01/02)* untuk ditingkatkan kemurniannya hingga 99,99%, lalu dialirkan melewati *heater (H-01)* agar temperatur metanol sesuai dengan kondisi operasi reaktor-01

*Feed* tersier butil alkohol dengan kemurnian 99,99% dari PT. Pertamina pada kondisi 30°C dan 1 atm juga dialirkan melalui pipa menuju *heater (H-02)* dan masuk ke *continuous stirred tank reactor (CSTR)* untuk membuat isobutilen melalui reaksi dehidrasi TBA dengan menggunakan temperatur tinggi. Isobutilen yang terbentuk, didinginkan dengan *cooler* dan dialirkan menuju ke *molecular sieve*

*separator* (MSS-03/04) hingga kemurniannya mencapai 99,99% selanjutnya masuk ke reaktor *fixed bed* (R-01).



### 2.5.2. Tahap Sintesa

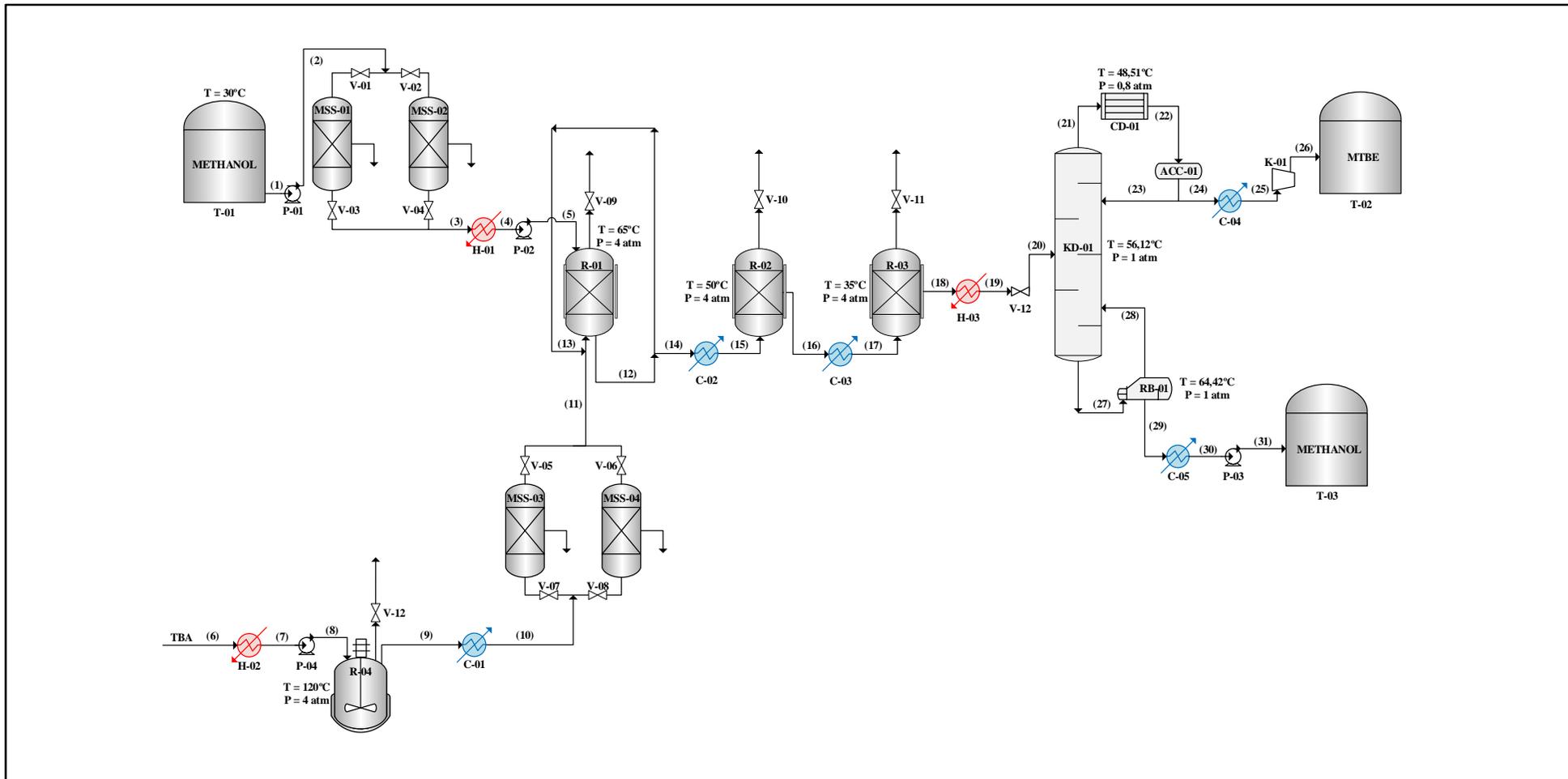
Tahap sintesis MTBE terjadi pada reaktor (R-01) tipe *Fixed Bed Reactor* menggunakan katalis padat Amberlyst-15. Kondisi operasi reaktor ini yaitu pada temperatur 65°C, tekanan 4 atm, dan reaksi berlangsung secara eksotermis. Pada reaktor terjadi proses pembedakan MTBE 11,91%, sisa isobutilen 46,70%, dan metanol yang tidak bereaksi 43,31%.

Reaksi sintesis MTBE terjadi pada permukaan katalis. Aliran gas isobutilen yang berlebih akan *dissolve* terhadap aliran *liquid* metanol, kemudian aliran tersebut terdifusi terhadap katalis. Katalis Amberlyst-15 dapat memutuskan ikatan rangkap pada gugus karboksil isobutilen serta ikatan hidrogen, sehingga ion H<sup>+</sup> akan mengisi rantai kosong yang dimiliki oleh atom C dan O pada isobutilen dan kemudian menjadi metil tersier butil eter (MTBE). Aliran keluaran reaktor berupa produk dengan temperatur 65°C kemudian didinginkan melalui *cooler* hingga 50°C dan kemudian hasil reaksi R-02 (*Fixed Bed Reactor*) dialirkan menuju R-03 (*Fixed Bed Reactor*) untuk meningkatkan nilai konversi dari MTBE.

Reaksi yang terjadi pada R-02 dan R-03 sama seperti reaksi yang terjadi di R-01. MTBE yang terbentuk pada R-02 sebesar 67,47%, sedangkan isobutilen dan metanol yang tidak bereaksi adalah sebesar 10,90%, dan 21,61%. Pada R-03, MTBE yang terbentuk sebesar 84,03%, isobutilen yang tidak bereaksi sebesar 0,37%, dan metanol yang tidak bereaksi sebesar 15,55%.

### 2.5.3. Tahap Purifikasi

MTBE kemudian dipisahkan dari metanol dengan kolom distilasi (KD-01) berdasarkan perbedaan titik didih masing-masing komponen. Proses purifikasi MTBE terjadi pada temperatur 57,12°C dan tekanan 1 atm menghasilkan produk utama berupa MTBE dengan kemurnian 99,80%. Produk MTBE keluar melalui *top* KD-01 yang kemudian didinginkan oleh *cooler* (C-04) menjadi 30°C dan selanjutnya ditampung pada tangki penyimpanan (T-02). Produk samping berupa metanol dengan kemurnian 99,99% didinginkan oleh *cooler* (C-01) menjadi 30°C dan ditampung pada tangki penyimpanan (T-03) sebelum dapat dijual kembali.



**KETERANGAN:**

- ACC = Accumulator
- C = Cooler
- CD = Condensor
- EP = Ekspander
- H = Heater
- K = Kompresor
- KD = Kolom Destilasi

- MSS = Molecular Sieve Separator
- P = Pompa
- R = Reaktor
- RB = Reboiler
- T = Tangki
- V = Valve



UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Gambar 2.2

**DIAGRAM ALIR PROSES PABRIK PEMBUATAN METIL TERSIER BUTIL ETHER 125.000 TON/TAHUN**

Digambar oleh :  
1. Joni Prasanto (03031381520040)  
2. Evan Orlando (03031381520050)

Diperiksa oleh : Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M.Eng

Disetujui oleh : Prof. Dr. Ir. H. M. Djoni Bustan, M.Eng