

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik *Methanol* perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Penyiapan Bahan Baku

Sebelum masuk reaktor batu bara dikecilkan ukurannya menggunakan roller crusher (C-111) sampai ukuran 5 mm agar sesuai dengan persyaratan reaktor. Setelah batu bara sesuai dengan persyaratan yang diinginkan untuk umpan reaktor maka batu bara dikeluarkan dari roller crusher (C-111) dan diangkat menggunakan conveyor.

Batu bara diumpankan masuk ke dalam gasifier. Gasifier (R-211) yang dipakai ialah jenis Fluidized bed reaktor. Gasifier (R-01) ini bekerja pada kondisi operasi 850 °C dengan tekanan 3 atm. Media gasifikasi yang dipakai adalah oksigen dengan kemurnian 100% (v/v) dan juga Steam. Dalam gasifier terjadi pembentukan syngas (H_2 , CO, CO_2 , dan H_2O). Pada proses gasifikasi reaksi terjadi pada konversi 72% untuk reaksi utama dimana senyawa Carbon direkasikan untuk menjadi syngas dan 10% untuk proses reaksi samping.

Proses penghilangan sulfur yang terjadi di dalam desulfurator (D-221), pengikatan sulfur oleh zeolit. Reaksi tersebut berlangsung pada tekanan dan temperatur operasi sebesar 3 atm dan 500°C. Gas yang keluar

dari unit desulfurisasi diharapkan tidak mengandung sulfur.

3.1.2 Proses Pembentukan Produk

Reaksi sintesis metanol berlangsung pada tekanan sekitar 3 atm dan temperatur reaksi sebesar 200 °C, katalis yang digunakan adalah CuO-ZnO-Al₂O₃. Proses ini bersifat eksotermis sehingga panas reaksi harus cepat dipindahkan untuk pelindungan katalis dan mencegah reaksi samping yang tidak diinginkan. Penghilangan panas tersebut dilakukan dengan cara mensirkulasikan dowtherm A pada bagian shell dari reaktor. Semua tube katalis terendam dalam dowtherm A sehingga temperatur reaktor dapat dikendalikan. Berikut adalah reaksi yang terjadi di dalam reaktor beserta konversinya.



Produk keluaran dari reaktor didinginkan dalam condenser (E-331) kemudian dipisahkan antara gas dan cairan di dalam separator (H-321). Fraksi gas yang keluar dari separator (H-321) di buang Unit pengolahan Limbah. Fasa cairan yang keluar dari separator (H-321) akan diproses sebagai crude metanol di unit distilasi agar menghasilkan metanol murni.

3.1.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Crude metanol dialirkan ke menara distilasi (D-331) untuk pemurnian menjadi metanol grade AA 99,85% berat. Proses pemisahan pada unit ini bergantung pada relative volatility dari komponen umpan. Komponen

yang lebih volatil (low boilers) cenderung membentuk fase uap sedangkan komponen yang kurang volatil (high boilers) akan cenderung membentuk fase liquid.

Hasilnya uap akan naik ke atas saling berkontak dengan liquid di setiap tray sehingga uap akan lebih kaya pekat dengan low boiler dan liquid akan lebih kaya dengan high boiler. Liquid yang mencapai dasar kolom akan diuapkan sebagian di reboiler (E-341) untuk penyediaan uap yang akan kembali naik ke puncak kolom. Sedangkan sebagian lainnya akan diambil sebagai produk. Uap yang mencapai puncak kolom akan dikondensasi total dan didinginkan menjadi liquid oleh condenser. Sebagian liquid ini akan dikembalikan ke kolom sebagai reflux dan sebagian lagi dialirkan ke storage tank sebagai produk yang siap dipasarkan.

3.2 Spesifikasi Alat

3.2.1 Spesifikasi Alat Proses

1.) Gudang Penyimpan Bahan Baku Batubara

Tabel 3.1 Spesifikasi Gudang Bahan Baku

Kode	F-111
Fungsi	Menyimpan bahan baku Batubara
Jenis	Prisma Segi Empat Beraturan
Tekanan	1 atm
Temperatur	30 °C
Volume Gudang	4 kg/jam
Bahan	Beton
Tinggi	15 m
Panjang	31 m
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 631,07

2.) Tangki Penyimpan Produk (F-312)

Tabel 3.2 Spesifikasi Tangki Produk

Kode	F-344	F-345
Fungsi	Menyimpan <i>methanol</i>	Menyimpan H ₂ O
Jenis	Silinder horizontal dengan alas dan tutup hemispherical.	
Tekanan	1 atm	
Temperatur	30 °C	
Volume	1.698.075,066 gal	685.698,381 gal
Bahan	Low Alloy Steel SA-301 Grade A	
Diameter	18,31 m	13,54 m
Tinggi Silinder	22,89 m	16,92 m
Tebal Silinder	1,38 in	1,38 in
Tinggi Tutup	4,58 m	3,38 m
Tinggi Tangki	32,05 m	23,69 m
Jumlah	1 buah	
Harga	US\$ 451.378,34	US\$ 375.341,34

3.) Reaktor

Tabel 3.3 Spesifikasi Reaktor

Kode	R-111	R-212
Fungsi	Tempat Gasifikasi Batubara menjadi Syngas	Tempat Berlangsungnya reaksi methanol sintesis.
Jenis	Reaktor jenis <i>fluidizedbed</i>	Reaktor <i>Fixed Bed Multi Tube</i>
Tekanan	3 atm	3 atm
Temperatur	850 °C	200 °C
Volume	5,893 m ³	46,3847 m ³
Bahan	<i>Plate Steel SA 301</i>	
Diameter	1,186 m	2,905 m
Tinggi	5,490 m	7,555 m
Tebal	0,635 m	4,572 m
Harga	US\$ 1.042.147,77	US\$ 241.628,78

4.) Chrusher

Tabel 3.4 Spesifikasi Crusher

Kode	C-111
Fungsi	Primary Size reduction gypsum feed
Jenis	Roll Crusher
Kapasitas	30,603 ton/jam
Diameter	1,5 ft
Lebar	20 in
Putaran Roll	150 rpm
Power Putaran	9 hp
Harga	US\$ 33.118,35

5.) **Conveyor**Tabel 3.5 Spesifikasi *Conveyor*

Kode	J-111	J-111
Fungsi	Mengangkut bahan baku batubara dari storage ke crusher.	Mengangkut bahan baku batubara dari Crusher ke Gasifier.
Jenis	<i>Flat belt conveyor</i>	<i>Flat belt conveyor</i>
Kondisi Operasi	30 °C	30 °C
Bahan	Carbon Steel SA 283 Grade C	Carbon Steel SA 283 Grade C
Tekanan	1 atm	1 atm
Kapasitas	45,446 ton/jam	45,446 ton/jam
Lebar Belt	16 in	16 in
Kecepatan	300 ft ³ /menit	300 ft ³ /menit
Triper	2,44 Hp	2,44 Hp
Panjang Belt	35,085 ft	35,085 ft
Daya Motor	2,3 Hp	2,3 Hp
Harga	US\$ 21.740,96	US\$ 21.740,96

6.) Condensor

Tabel 3.6 Spesifikasi *Condensor*

Kode	E-231
Fungsi	Untuk mengembunkan hasil dari R-212
Jenis	<i>Shell and Tube</i>
Dirt Factor 0,003)	0,011
Shell :	
ID <i>shell</i>	25 in
<i>Baffle Space</i>	15,25 in
<i>Pressure Drop</i>	7,756 psia
Tube :	
OD	6 in
Panjang	12 ft
Jumlah (Nt)	4418
<i>Pitch</i>	1
<i>Pressure Drop</i>	0,257 psia
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 36.610,42

7.) Separator

Tabel 3.6 Spesifikasi *Separator*

Kode	H-331
Fungsi	Memisahkan komponen uap dan cairan yang keluar dari Reaktor.
Jenis	<i>vertikal separator single stage</i>
Tekanan	1 atm
Temperatur	40 °C
Tebal Shell	0,25 in
Tebal Head	0,5 in
Bahan	<i>Stainless Steel, SA 167 grade 11</i>
Diameter	60 in
Tinggi	7,085 m
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 22.867,43

8.) *Compressor*Tabel 3.8 Spesifikasi *Compressor*

Kode	G-111	G-111
Fungsi	Untuk menaikkan tekanan udara dari 1 atm menjadi 3 atm dan mengalirkan udara ke PSA.	Untuk menaikkan tekanan steam dari 1 atm menjadi 3 atm.
Jenis		
Temperatur		
Tekanan	3 atm	3 atm
Kapasitas	30.964,046 kmol/jam	416,585 kmol/jam
Tenaga Kompresor	4.457,709 kW	47,818
Jumlah	1 buah	1 buah
Harga	US\$ 1.772.169,72	US\$ 73.333,49

9.) *Pressure Swing Adsorber*

Tabel 3.9 Spesifikasi *Pressure Swing Adsorber*

T

Kode	a	D-111
Fungsi	b	Memisahkan N ₂ dari udara
Jenis	e	Vertical vessel
Bahan	l	SA-30 (carbon steel)
Temperatur		30 °C
Volume	3	5.752,744kg/m ³
Diameter		3,758 m
Tebal	.	0,187 in
Tinggi	9	2,09 ft
Jumlah		1 Buah
Harga		US\$ 82.345,29

10.) *Furnace*Tabel 3.10 Spesifikasi *Furnace*

Kode	Q-111
Fungsi	Memanaskan gas umpan O ₂ dari suhu 30°C menjadi 850°C.
Jenis	Furnace type box.
Bahan	
Bagian Radiasi :	
Lebar	44 ft
Tinggi	31 ft
Panjang	24 ft
Jumlah Tube	56 Buah
Luas Permukaan	485,837 ft ²
Bagian Konveksi :	
Lebar	5 ft
Tinggi	5 ft
Panjang	24 ft
Jumlah Tube	75 Buah
Luas Permukaan	47,709 ft ²
Jumlah Baris	7 Buah
Jumlah pipa Tiap Baris	6 Buah

Lanjutan tabel 3.10 *Furnace*

Jarak center to center	8 in
<i>Stack</i>	
Diameter <i>Stack</i>	1,83 m
Tinggi <i>Stack</i>	8,87 m
Temperatur Keluar	632,39 °C
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 293.488,48

11). CycloneTabel 3.11 Spesifikasi *Cyclone*

Kode	H-211
Fungsi	Memisahkan partikel padat yang terbawa oleh gas keluar dari reactor.
Tipe	
Kapasitas	95.132,897 kg/jam
Material	
Tinggi total	4,462 m
Diameter	1,784 m
Jumlah Alat	1 Buah
Harga	US\$ 11.940,63

12.) BlowerTabel 3.12 Spesifikasi *Blower*

Kode	H-211	G-222
Fungsi	Mengalirkan mengalirkan gas menuju cooler-01.	Mengalirkan mengalirkan gas menuju cooler-03
Jenis	Sentrifugal blower	Sentrifugal blower
Suhu Operasi	850 °C	500 °C
Kapasitas	5.372.178,959 ft3/jam	60.975,559 ft3/menit
Tekanan	42,618 psia	42,618 psia
Daya Blower	7,5 Hp	5 Hp
Harga	US\$ 181.024,46	US\$ 121.884,54

13.) *Cooler*Tabel 3.13 Spesifikasi *Cooler*

Kode	E-221	E-222	E-223	E-224
Fungsi	Mendinginkan arus menuju Desulfurizer	Mendinginkan arus menuju Desulfurizer	Mendinginkan arus menuju reaktor-02.	Mendinginkan arus menuju reaktor-02.
Jenis	<i>Shell and Tube Heat Exchangr</i>	<i>Shell and Tube Heat Exchangr</i>	<i>Shell and Tube Heat Exchangr</i>	<i>Shell and Tube Heat Exchangr</i>
Bahan	Stainless Steel	Stainless Steel	Stainless Steel	Stainless Steel
Beban Panas	20.723.273,88 Btu/jm	26.758.222,08 Btu/jam	19.211.782,33 Btu/jam	18.641.795,69 Btu/jam
Luas Transfer Panas	747,288 ft ²	1.995,946 ft ²	1.050,757 ft ²	1.402,1028 ft ²
Dirt Factor (Min 0,003)	0,286	0,084	0,251	0,182
<i>Shell Side</i> : ID	12 in	12 in	12 in	12 in

Lanjutan tabel 3.13 *Cooler*

Baffle Space	9 in	9 in	9 in	9 in
Pass	1	1	1	1
Tube Slide : Jumlah Tube	159	766	766	766
OD	1 in	1 in	1 in	1 in
BWG	16	16	16	16
ID	0,87 in	0,87 in	0,87 in	0,87 in
Pass	2	2	2	2
Jumlah	1 buah	1 buah	1 buah	1 buah
Harga	US\$ 44.270,45	US\$ 67.588,45	US\$ 52.493,71	US\$ 58.801,71

14.) Expander

Tabel 3.14 Spesifikasi *Expander*

T

Kode	a	G-331
Fungsi	b e	Untuk menurunkan tekanan gas dari 3 atm menjadi 1 atm.
Type	1	Turbin
Tekanan		3 atm
Temperatur	3	200 °C
Daya Motor		48 Hp
Harga		US\$ 69.841,42

15.) Menara Distilasi

Tabel 3.15 Spesifikasi Menara Distilasi

Kode	D-331
Fungsi	Memisahkan <i>methanol</i> dengan air.
Tipe	<i>Sieve Tray</i>
Jumlah <i>Plate</i>	<i>27 stage</i>
Diameter Menara	2,212 m
Tinggi Menara	10,057 m
Tebal	0,187 in
Bahan	<i>Carbon steel SA-283 grade C</i>
Tebal Isolator	0,036 m
Pipa umpan	4 in
Pipa hasil atas ke Concensor	24 in
Pipa refluks distilat	4 in
Pipa Pengeluaran Bottom	6 in
Pipa refluks bottom	20 in
Volume menara	38,688 m ³
Harga	US\$ 68.039,06

16.) CondensorTabel 3.16 Spesifikasi *Condensor*

Kode	E-331
Fungsi	Untuk mengembunkan hasil dari D-331
Jenis	<i>Shell and Tube</i>
Dirt Factor 0,003)	0,016
Shell :	
ID <i>shell</i>	25 in
<i>Baffle Space</i>	15,25 in
<i>Pressure Drop</i>	5,582 psia
Tube :	
OD	0,75 in
Panjang	12 ft
Jumlah (Nt)	6733
<i>Pitch</i>	1
<i>Pressure Drop</i>	0,085 psia
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 43.369,27

17.) ReboilerTabel 3.17 Spesifikasi *Reboiler*

Kode	E-341
Fungsi	Untuk menguapkan kembali hasil bawah dari MD.
Jenis	<i>Shell and Tube</i>
Dirt Factor (0,003)	0,005
Shell : ID <i>shell</i>	12 in
<i>Baffle Space</i>	10 in
Tube : OD	0,75 in
Panjang	18 ft
Jumlah (Nt)	69
<i>Pitch</i>	1
<i>Pressure Drop</i>	3,448 Psia
Jumlah	1 buah
Harga	US\$ 73.896,73

18.) AccumulatorTabel 3.18 Spesifikasi *Accumulator*

Kode	F-211
Fungsi	Menampung kondensat dari menara distilasi (D-221)
Tipe	<i>Silinder Horizontal</i>
Bahan	<i>Carbon Steel SA-283 grade C</i>
Diameter	1,281 m
Panjang	7,688 m
Volume	2.763,615 gall
Suhu	64 °C
Tekanan	1 atm
Waktu tinggal	5 menit
Tebal head	3,087 m
Tinggi Total	8,203 m
Harga	US\$ 49.339,58

19.) *Pompa*Tabel 3.19 Spesifikasi *Pompa*

Kode	G-341	G-342	G-345	G-344	G-343
Fungsi	Memompa cairan dari kondensor ke Sparator.	Memompa cairan dari Sparator ke MD.	Memompa Cairan dari Kondensor ke Acc.	Memompa Cairan dari Acc ke tangki produk.	Memompa cairan dari reboiler ke tangki upl
Jenis	Sentrifugal				
Diameter Optimum	3,44 in	2 in	0,27 in	0,27 in	1,69 in
Diameter Dalam	2,90 in	0,96 in	0,96 in	0,96 in	1,94 in
Diameter Luar	3,50 in	1,32 in	1,32 in	1,32 in	2,38 in
Tenaga Motor	2 Hp	0,25 Hp	0,25 Hp	0,25 Hp	0,75 Hp
Jumlah	1 buah				
Harga	US\$ 2.800				

3.3 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

a.) Kemampuan pasar

Dapat dibagi 2 kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
 - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
 - Mencari daerah pemasaran.

b.) Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Material (bahan baku)
Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.
- Manusia (tenaga kerja)
Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.
- Mesin (peralatan)
Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.