

Prarancangan Pabrik Metanol Proses *Lurgi-Low Pressure Methanol* dengan Disain Alat Utama Destilasi Metanol

Reno Susanto, Edy Saputra

Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²Dosen Teknik Kimia
Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

Email : reno.susanto1793@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Domestic demand for methanol continues to increase, it was recorded that in 2018 Indonesia imported 701,291.5 tons of methanol, which was the highest import compared to previous years. Methanol is widely used globally for industrial applications including acetic acid, formaldehyde, MTBE, polyvinyl, polyester and DME industries. The main raw material used in the manufacture of methanol with the Low Lurgi Pressure process is natural gas. This factory is planned to operate for 330 days per year and work continuously for 24 hours / day with a capacity of 200,000 tons / year which will be established in the Pelintung Industrial area, Dumai, Riau. The remaining time during the operation process is used for shutdown, plant maintenance, maintenance and repair of equipment. The design of the main equipment in this plant is the Methanol Distillation which functions to separate methanol from water. The distillation tower is operated at a pressure of 1 Bar and a temperature of 95 ° C. The economic analysis in this plant design shows that the methanol plant with the lurgi-low pressure methanol process with the main methanol distillation tool design is feasible to be established with a BEP value of 41% and a Payback Period (PBP).) 3,008 years factory.

Keywords: *Methanol, Economic Analysis, Natural Gas,*

1. PENDAHULUAN

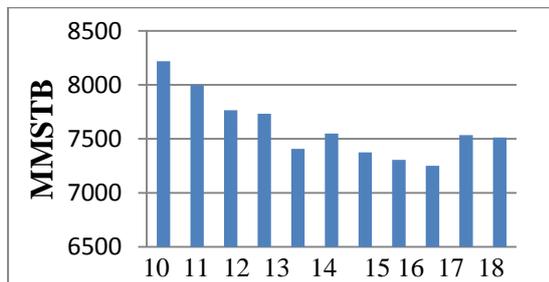
Metanol merupakan bentuk alkohol yang paling sederhana dengan rumus kimia CH_3OH . Metanol berbentuk cairan yang ringan, tidak berwarna, mudah menguap, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khusus. Metanol biasa digunakan untuk pelarut, bahan pendingin anti beku, dan bahan bakar (Wynn dkk, 2014).

Metanol adalah produk yang banyak digunakan secara global untuk aplikasi industri. Ini juga sangat penting dikarenakan menipisnya sumber daya bahan bakar fosil saat ini dan dianggap sebagai bahan bakar alternatif yang ideal karena sumber daya minyak dan gas yang sudah menipis. Metanol merupakan senyawa intermediate yang menjadi bahan baku untuk berbagai industri antara lain industri asam asetat, formaldehid, MTBE, polyvinyl, polyester, dan DME.

Kebutuhan metanol didalam negeri terus meningkat, tercatat pada tahun 2018 menurut Badan Pusat Statistik (2019), Indonesia mengimpor metanol sebanyak 701.291,5 ton yang merupakan impor tertinggi dibanding tahun-tahun sebelumnya. Di Indonesia sudah terdapat industri yang memproduksi metanol yaitu PT. Kaltim Methanol Industri, namun kapasitas produksinya belum mampu untuk mencukupi kebutuhan metanol dalam negeri sehingga diperlukan pembuatan pabrik baru untuk dapat mensuplai kebutuhan metanol di Indonesia.

Secara teori metanol dapat dibuat dari proses penyulingan biomasa, gasifikasi batu bara dan sintesis gas alam. Produksi gas alam di Indonesia yang relatif banyak menjadi salah satu pertimbangan penggunaan gas alam sebagai bahan baku.

Produksi gas alam di Indonesia dari tahun 2010 sampai tahun 2018 seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Cadangan Minyak Bumi Indonesia (Kementerian ESDM, 2018)

Dengan banyaknya cadangan gas di Indonesia sebagai bahan baku pembuatan metanol serta besarnya permintaan metanol di sektor industri menjadikan pendirian pabrik metanol merupakan hal yang sangat menjanjikan dan mempunyai prospek yang bagus dimasa depan mengingat kebutuhan metanol yang sangat besar serta Indonesia masih mengimpor dari luar negeri.

Atas pertimbangan tersebut, pembuatan pabrik metanol dengan bahan baku natural gas merupakan langkah yang strategis dan menarik untuk dilakukan

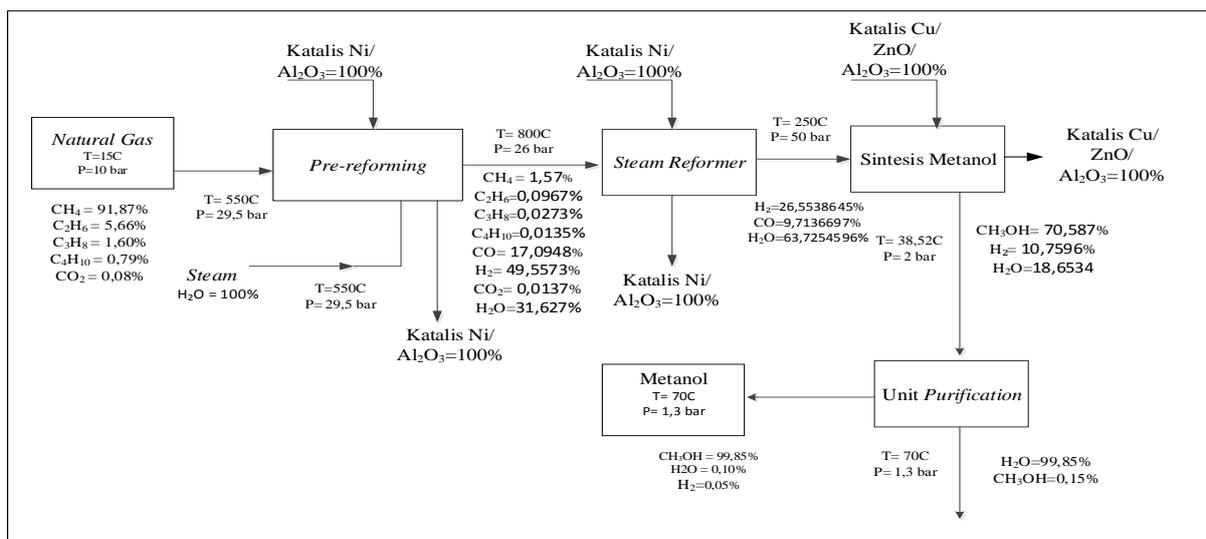
serta berdirinya pabrik metanol yang baru di Indonesia diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan

dapat membuka lapangan pekerjaan baru dan bisa menambah cadangan devisa baru bagi negara melalui sektor industri.

2. DESKRIPSI PROSES

Proses sintesis metanol dengan teknologi Lurgi digunakan reaktor shell dan tube yang beroperasi pada suhu 250 - 260 °C dan tekanan 50 - 60 bar. Reaksi sintesis metanol terjadi di bagian tube yang berisi katalis, sedangkan bagian shell dialirkan air pendingin untuk mengontrol suhu reaktor (Lee, 1990). Panas reaksi dihilangkan dengan mengalirkan air pendingin di sisi shell dan menghasilkan steam bertekanan tinggi. Reaksi pembuatan metanol yang terjadi pada proses Lurgi dengan menggunakan katalis CuO dan Al/Zn/Al₂O₃. Flowsheet proses pembuatan metanol ditampilkan pada Gambar 2.

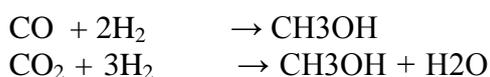
Reaktor Lurgi memiliki profil suhu hampir isothermal dengan penurunan suhu yang rendah sekitar 10 – 12 °C di sepanjang tabung, dengan demikian diperoleh selektivitas tinggi. Stabilitas termal ini menyebabkan jumlah katalis yang diperlukan lebih kecil dibandingkan dengan reaktor *quench*. Jenis reaktor ini tidak sensitif terhadap perubahan suhu umpan dan dapat dikontrol langsung oleh cairan pendingin.



Gambar 2. Flowsheet Proses Pembuatan Metanol dengan Teknologi Lurgi Low Pressure

Tahapan proses sintesis metanol terdiri dari 3 tahapan yaitu produksi gas sintesis, sintesis metanol, dan purifikasi metanol. Tahap awal, gas alam diumpan ke *pre-reformer* dengan menggunakan kompresor (CM-01) sehingga tekanan gas alam naik menjadi 29,5 bar dan suhu tetap 15°C. Selanjutnya gas alam dipanaskan dengan heater (E-01) dan gas keluaran dipanaskan lagi dengan *furnace* (F-01) hingga diperoleh suhu sebesar 550°C pada aliran 4. Gas alam pada aliran 4 masuk ke reaktor *pre-reformer* (R-01) dan mengalir melewati katalis. Pada reaktor *pre-reformer* dialirkan H₂O dengan menggunakan pompa (P-01) dan dipanaskan dengan heater (E-02) untuk memperoleh suhu sebesar 550°C. Tahap selanjutnya dari gas hasil steam reforming yaitu pemisahan H₂O dengan separator (S-01) dan dialirkan dengan pompa (P-02). Gas yang dipisahkan dari air lalu diekspansi dan gas hasil ekspansi didinginkan (C-01) untuk penurunan suhu dan dialirkan menuju reaktor sintesis metanol (R-03).

Syngas hasil proses steam reforming selanjutnya diubah menjadi metanol dengan menggunakan teknologi Lurgi. Pada proses sintesis metanol (R-03) digunakan reaktor yang beroperasi pada kisaran suhu 250 °C dan tekanan 50 bar. Pada teknologi Lurgi digunakan reaktor tipe shell dan tube dengan katalis yang diisi dalam tube. Katalis yang digunakan pada reaktor ini adalah Cu/ZnO/Al₂O₃ Di bagian shell terdapat boiler feed water (BFW). Panas reaksi dihilangkan dengan mengalirkan air dingin di sisi shell dan ini menghasilkan steam bertekanan tinggi untuk penggunaan lain. Dalam proses ini, reaksi yang terjadi ada dua macam reaksi utama (Arthur, 2010), yaitu :



Hasil reaksi dilakukan pemisahan (S-02) yaitu pemisahan purge gas crude

metanol. Crude metanol yang dihasilkan dimurnikan dengan distilasi.

Setelah produk dihasilkan, proses selanjutnya adalah proses pemisahan dengan menggunakan proses distilasi. Dalam proses pembuatan metanol dengan proses lurgi, sistem distilasi tiga kolom diterapkan untuk menghasikan metanol *grade AA*. *Crude* metanol diekspansi (EX-02) dan gas hasil ekspansi ini dipanaskan (E-04). Aliran ini selanjutnya masuk proses distilasi (D-01). Hasil yang diperoleh dari proses ini yaitu air dialirkan dengan pompa (P-04) dialirkan dengan pompa (P-03) dan disimpan pada *storage tank* (Arthur, 2010).

3. DISAIN MENARA DESTILASI

Pada perancangan menara distilasi digunakan condensor total, dimana uap yang masuk pada kondisi dew point akan dicairkan seluruhnya pada kondisi tertentu. Reboiler yang digunakan adalah reboiler parsial, dimana cairan yang masuk ke reboiler tidak semuanya diuapkan. Uap hasil reboiler dimasukkan kembali ke dalam menara dan cairan yang tidak diuapkan merupakan *bottom product*. Pada menara distilasi metanol (D-01) pemisahan komponen terjadi pada tekanan 1 bar dengan temperatur 100 °C.

Adapun aju alir umpan, produk distilat dan *bottom* hasil pemisahan pada menara distilasi terdapat pada Tabel 2

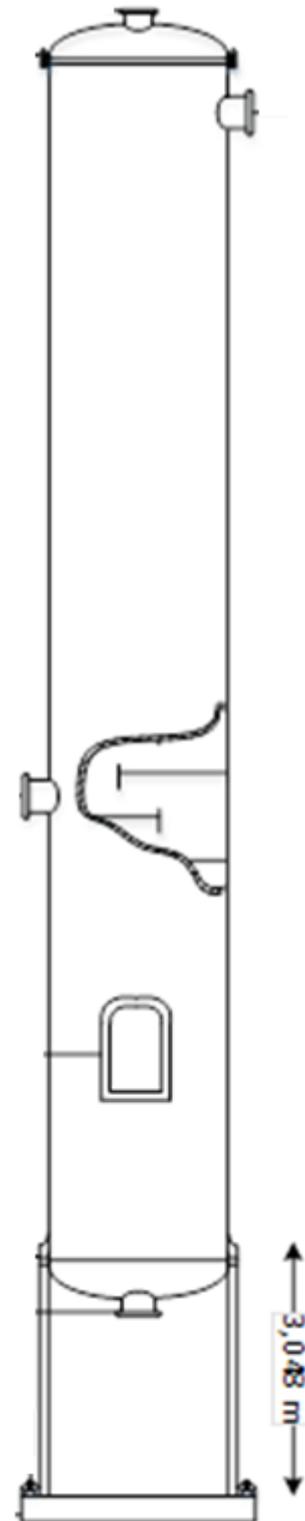
Tabel 1 Laju Alir Umpan, Distilat dan *Bottom* Pada Menara Distilasi Heksana

Jenis	Umpan (Kg/hr)	Destilat (Kg/hr)	Bottom (Kg/hr)
CH ₃ OH	23554,5	2473,81	26028,34
H ₂ O	23547,92	0,69396	23548,61
Total	26028,34	23548,6	2642,002

Tabel 3 Data Spesifikasi Destilasi Metanol

LEMBAR SPESIFIKASI			
Nama Alat	Destilasi Metanol	Kode Alat	D-01
Fungsi	Memisahkan metanol dan air		
Jenis	<i>Sieve Tray</i>		
KONDISI OPERASI			
Tekanan Operasi (atm)		1	
Temperatur Operasi (°C)		100	
Laju Alir Umpan (Kg/jam)		26028,34	
Laju Alir Distilat (Kg/jam)		23548,61	
Laju Alir <i>Bottom</i> (Kg/jam)		2642,002	
MATERIAL AND DESIGN			
Bahan		<i>carbon steel SA-283 Grade C</i>	
Tebal <i>Shell</i> , t_s		0,3125 in	
Efisiensi Sambungan (E)		0,8	
Faktor Korosi (C)		0,125 in	
Diameter		2,4 m	
Tinggi (H)		13,45 m	
Tebal <i>Shell</i> (ts)		0,3125 in	
Tekanan Design		17,6352 psi	
Efisiensi Sambungan (E)		0,8	
Faktor Korosi (C)		0,125 in	
Diameter		2,4 m	
MATERIAL AND DESIGN HEAD MENARA DESTILASI			
Bahan		<i>Carbon Steel SA-285 Grade C</i>	
Jenis <i>Head</i>		<i>Torispherical Head</i>	
Tebal <i>Head</i> (th)		0,3125 in	
Sf		2 in	
Icr		6,125 in	
Tinggi <i>head</i> (OA)		18.49370674 in	
Downcomer Area		0,546 m ²	
Active Area		4,011 m ²	
Hole Diameter		5 mm	
Hole Area		0,34641 m ²	
Tinggi Weir		50 mm	
Jumlah Plate		17 <i>plate</i>	
Jumlah hole		5296 Lubang	

Adapun gambar disain menara destilasi metanol (D-01) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3.1 Disain Menara Destilasi

4. ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi terhadap perancangan pabrik dilakukan untuk mengetahui kelayakan pabrik tersebut untuk didirikan. Dalam mendirikan pabrik, dibutuhkan *plant cost estimation* dan *production cost estimation*. *Plant cost estimation* merupakan perkiraan ekonomi pendirian suatu pabrik hingga pabrik tersebut beroperasi. Biaya ini termasuk *Fixed Capital Investment* (FCI) dan *Working Capital Investment* (WCI). Pada industri kimia perhitungan WCI yaitu 10-20% dari *Total Capital Investment* (Peters et al, 2003). Yang termasuk *Plant cost estimation* seperti biaya peralatan utama, biaya instalasi, biaya listrik serta. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh FCI sebesar Rp 959.000.618.254,71, WCI sebesar Rp 1.128.236.021.476,12.

Production cost estimation adalah keseluruhan biaya yang dikeluarkan pada pengolahan bahan baku menjadi bahan jadi dan sampai produk berada di pasar. Total biaya produksi terdiri dari *manufacturing cost*, *fixed charge*, dan *plant overhead cost* (Peters et al, 2003). Hasil perhitungan *Production cost estimation* diperoleh sebesar Rp. 1.090.716.097.586,20

Kelayakan suatu pabrik dapat dilihat dari laba yang diperoleh, *payback period* (PBP), *Break Event Point* (BEP) dan *Return On Investment* (ROI). *Payback period* menunjukkan seberapa cepat proyek dapat mengembalikan investasi. *Payback Period* pabrik ini yaitu selama 3.0088 tahun. Nilai ini menunjukkan bahwa pabrik ammonia layak untuk didirikan karena pengembalian modal kurang dari 5 tahun masa operasi.

Break Event Point (BEP) merupakan titik dimana hasil produksi pabrik tidak memberikan keuntungan dan juga tidak rugi. Biasanya BEP disebut sebagai titik impas antara pendapatan dan biaya produksi yang diperoleh dari kapasitas produksi. Pada pabrik ini nilai BEP yang diperoleh sebesar 41%.

Return On Investment (ROI) merupakan perkiraan tingkat keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan. Nilai ROI yang diperoleh pada pabrik ammonia ini adalah 36.298%.

5. KESIMPULAN

Menara destilasi didisain untuk memisahkan produk berupa metanol dari air yang merupakan produk samping. Menara destilasi pada perancangan ini memiliki tinggi 13,45 m dan lebar 2,4 m serta menggunakan jenis tray yaitu sieve tray.

Evaluasi analisa ekonomi perancangan pabrik ini menunjukkan bahwa pabrik layak untuk didirikan dengan *Return On Investment* (ROI) pabrik sebesar 36.29%, *Break Event Point* (BEP) adalah 41%, *Internal Rate of Return* (IRR) adalah 22.751%, dan *Payback Period* (PBP) pabrik selama 3.0088 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Arthur, T. 2010. "Control Structure Design For Methanol Process". Thesis. Norwegian University of Science and Technology.
- Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi. 2018. Laporan Tahunan Capaian Pembangunan 2018. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Peter, M.S., K.D. Timmerhaus., dan R.E. West. (2003). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fifth Edition*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Treybal, R., E. (1981). *Mass Transfer Operation, Third Edition*. Singapura: McGraw-Hill Book Company.
- Lee, S. 1990. "Methanol Syntesis Technology". CRC Press.