



PRARANCANGAN PABRIK METIL ETIL KETON DARI 2-BUTANOL DENGAN PROSES DEHIDROGENASI KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Nisa Aulia^{1*}, Violina Sekar Angkasawati¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jalan A. Yani KM 35, Kampus Unlam Banjarbaru, Kalimantan Selatan

*Corresponding Author: aulianisy838@gmail.com

Abstrak

2-butanone atau metil etil keton (MEK) merupakan senyawa keton yang banyak di gunakan sebagai solven di berbagai industri. Metil Etil Keton biasanya di gunakan juga dalam pembuatan kulit sintesis, kertas transparan, tinta percetakan dan pelapis aluminium foil. Peluang berkembangnya industri metil etil keton (MEK) di Indonesia cukup besar, maka perlu di rencanakan perancangan pabrik kimia dengan produk metil etil keton dari 2-butanol. Pabrik ini di rencanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan kapasitas produksi sebesar 40.000 ton/tahun dan rencanakan berdiri pada tahun 2024.

Pabrik akan berdiri di Cilegon, Provinsi Banten di mana lokasi pabrik dekat dengan sungai Cisadane, sehingga sumber air untuk unit utilitas berasal dari sungai tersebut. Produk metil etil keton (MEK) dengan kapasitas 40.000 ton/tahun dan hasil samping berupa gas hidrogen. Produk metil etil keon (MEK) menggunakan proses dehidrogenasi 2-butanol dengan bantuan katalis *zinc oxide* (ZnO) pada tekanan 1 atm dan suhu 350 °C di mana reaktor yang di gunakan adalah reaktor *fixed bed multitube* dan reaksi bersifat endotermis (membutuhkan panas). Produk yang keluar dari reaktor selanjutnya di alirkan menuju menara distilasi-01 dan diperoleh hasil atas berupa produk metil etil keton dan hasil bawah di dapatkan campuran 2-butanol dan air. Produk hasil atas kemudian di simpan dalam tangki penyimpanan, sedangkan hasil bawah berupa campuran metanol dan air dapat di *recycle* menuju *Mixing Point*.

Pemasaran metil etil keton di utamakan untuk konsumsi dalam negeri. Bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line* dan *staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari *shift* dan *non shift* dengan tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 135 orang. Adapun hasil analisa ekonomi memberikan hasil investasi modal total (TCI) adalah sebesar Rp 750.197.803.834,89 dan diperoleh hasil penjualan yaitu sebesar 1.698.191.181.386,03. Selain itu diperoleh juga *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 46% dan *Return of Investment* (ROI) sesudah pajak sebesar 30%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak yaitu 1,73 tahun dan *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak sebesar 2,40 tahun. Sehingga diperoleh *Break Event Point* (BEP) sebesar 47% dan *Shut down point* (SDP) sebesar 21%. Berdasarkan pertimbangan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik metil etil keton dengan kapasitas 40.000 ton/tahun ini layak untuk di dirikan.

Kata kunci : 2-butanon, metil etil keton (MEK), 2-butanol, reaktor fixed-bed

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang sedang berkembang. Hal ini ditunjukkan dengan perkembangan industri kimia yang cukup pesat. Industri kimia merupakan salah satu industri yang mempunyai prospek yang bagus karena dapat menunjang kehidupan manusia, meningkatkan perekonomian baik di bidang kesehatan, keamanan, produksi barang dan jasa maupun pendidikan. Salah satu industri kimia yang dinilai prospektif adalah industri metil etil keton (MEK). Sampai saat ini MEK merupakan bahan kimia yang masih mengimpor dari negara lain.

Metil etil keton (MEK) yang memiliki rumus molekul C_4H_8O merupakan senyawa keton yang berwujud cair, tidak berwarna, berbau seperti i aseton dan stabil pada suhu kamar. MEK digunakan dalam dunia industri dan telah diproduksi secara komersial. MEK digunakan sebagai pelarut dalam proses penghilangan impuritas pengolahan minyak bumi (*solvent dewaxing*), pelarut organik, bahan pelindung (*coating*), pembuatan kulit sintesis, pelapis *aluminium foil* dan sebagainya. MEK memiliki keunggulan dibandingkan dengan pelarut (*solvent*) lain, yaitu memiliki kelarutan yang

tinggi, viskositas tinggi, rasio volume terhadap massa menguntungkan karena massa jenis MEK yang rendah dan dapat larut dengan banyak hidrokarbon tanpa merusak kandungan padatan ataupun viskositas (Neir dan Sterhke, 2011)

Penentuan kapasitas suatu pabrik yang akan dibangun dapat ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti ketersediaan bahan baku, permintaan produk dan kapasitas pabrik yang sudah ada. Data kapasitas pabrik di dunia dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1 Data Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri di Dunia

No.	Nama Perusahaan	Lokasi	Jumlah
1	Tonen Chemical	Kawaski, Jepang	60.000
2	SK Corp	Korea Selatan	100.000
3	Tasco Chemical	Taiwan	60.000
4	Idemitsu Petrochemical	Tokuyuma, Jepang	40.000

Data kebutuhan impor metil etil keton di Indonesia dari tahun 2013-2018 dapat dilihat pada tabel berikut (BPS, 2018).

Tabel 2. Kebutuhan Impor Metil Etil Keton

No.	Tahun	Impor (ton/tahun)
1	2013	29.295,226
2	2014	31.004,316
3	2015	31.311,312
4	2016	31.413,734
5	2017	32.415,832
6	2018	33.449,897

Tabel 3. Seleksi Proses Metil Etil Keton (MEK)

Parameter	Proses oksidasi n-butana fase cair	Proses oksidasi langsung n-butene (<i>Hoechst Wacker Process</i>)	Proses dehidrogenasi katalitik 2-butanol fase gas
Bahan Baku	n-butana	n-butena	2-butanol
Reaktor	<i>Plug flow</i>	<i>Plug flow</i>	<i>Fixed bed multitube</i>
Suhu	150 – 225 °C	110 °C	250-400 °C
Tekanan	56 atm	10 atm	1-3 atm
Konversi	-	90%	85%
Ekonomi	Menggunakan material anti korosi sehingga lebih mahal	Menggunakan material anti korosi sehingga lebih mahal	Dapat menggunakan material konstruksi dari baja

- MEK diproduksi sebagai produk utama sehingga kapasitasnya lebih besar dibanding proses oksidasi n-butana. MEK yang terbentuk merupakan produk samping dari produksi asam asetat.

Berdasarkan data di atas, perkiraan jumlah kebutuhan *precipitated silica* pada tahun 2024 dapat diperkirakan menggunakan perhitungan regresi linier dengan persamaan sebagai berikut (Peters, 1991) :

$$y = 717,4378x - 1414514,282 \quad \dots(1.1)$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan regresi linier menunjukkan peluang kapasitas metil etil keton di Indonesia serta berdasarkan produksi pabrik di dunia yang telah ada, maka didapatkan besar kapasitas pabrik MEK yang direncanakan adalah sebesar 40.000 ton/tahun.

2. Deskripsi Proses

Pembuatan metil etil keton (MEK) dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu dengan Proses oksidasi n-butana fase cair, proses oksidasi langsung n-butene (*Hoechst Wacker*) dan proses dehidrogenasi katalitik 2-butanol fase gas. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 3.

Dengan mempertimbangkan kelebihan dan kekurangan dari ketiga proses diatas, maka proses yang digunakan adalah proses dehidrogenasi katalitik 2-butanol fase gas menggunakan katalis *Zink Oxide* (ZnO) dengan reaktor *fixed bed multitube*. Pemilihan ini didasarkan pada kelebihan proses ini, jika dibandingkan dengan kedua proses lainnya dengan alasan:

- Tekanan operasi lebih rendah yaitu 1-3 atm dibandingkan dengan proses oksidasi n-butana fase cair yaitu 56 atm.

- Tidak ada permasalahan khusus mengenai korosi seperti pada proses oksidasi n-butana fase cair dan proses *Hoechst Wacker Proses*, sehingga peralatan proses dapat menggunakan bahan-bahan konstruksi dari baja.



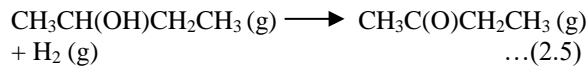
Proses pembuatan Metil etil Keton (MEK) ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi MEK adalah 2-butanol. 2-butanol ($C_4H_{10}O$) dengan *impurities* dari tangki penyimpanan dialirkan dengan menggunakan pompa menuju *mixing point* untuk di campurkan dengan hasil bawah aeparator 1 dan produk bawah menara distilasi. Setelah dicampur pada *mixing point*, 2-butanol di alirkan menuju *vaporizer*. Pada *vaporizer* bahan baku di rubah dari fase cair menjadi fase gas. Kemudian dari *vaporizer*, 2-butanol dialirkan menuju separator 1 untuk memisahkan antara fase gas dan cairnya. Fase cair keluaran bawah separator akan masuk lagi kedalam *vaporizer*, sedangkan fase gas akan dialirkan menuju *heater* sebelum diumpankan menuju reaktor agar sesuai dengan kondisi operasinya.

2. Proses Reaksi

Pembuatan MEK dihasilkan melalui proses dehidrogenasi 2-butanol dengan katalis ZnO. Gas 2-butanol dialirkan menuju reaktor *fixed bed multitube* dengan reaksi sebagai berikut:



3. Pemurnian Produk

Produk yang dihasilkan dari reaktor *fixed bed multitube* berupa campuran MEK, gas H_2 dan 2-butanol yang tidak terkonversi dengan *impurities* air. Campuran ini kemudian dialirkan menuju *cooler* 1 untuk menurunkan suhunya, kemudian dialirkan menuju kondensor parsial 1 agar fase produk MEK berubah menjadi cair. Gas H_2 , MEK dan 2-butanol yang tidak terkondensasi kemudian menuju separator 1 untuk dipisahkan dengan fase cairnya. Keluaran atas separator 2 yaitu berupa gas H_2 dibuang ke udara sedangkan keluaran bawah 4 yaitu berupa MEK dan 2-butanol cair dipompakan meenuju *heater* 2 sebelum diumpankan menuju menara distilasi agar sesuai dengan kondisi operasi pada menara distilasi. Produk bawah menara distilasi akan di recycle meuju *mixing point*. Sedangkan hasil produk atas menara distilasi dipompakan menuju *cooler* 2 sebelum disimpan pada tangki penyimpanan.

Berdasarkan tinjauan termodinamika, dapat diketahui bahwa reaksi pembentukan produk bersifat endotermis atau eksotermis dengan perhitungan sebagai berikut.

Tabel 4. Data ΔH° pada temperatur 25 °C (Yaws, 1999)

Komponen	ΔH_f° (kJ/kmol)
2-Butanol	-292,29
Metil Etil Keton	-238,36
Hidrogen	0

Perhitungan entalpi pada temperatur 25 °C

$$\Delta H \text{ reaksi} = \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan} \\ = 53,93 \text{ kJ/mol.}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui bahwa a reaksi pembentukan metil etil keton (MEK) bersifat endotermis ditandai dengan nilai ΔH_f yang positif.

Reaksi pembentukan metil0etil0keton (MEK) dengan konversi0sebesar 85% (US Patent No. 835706A). Adapun persamaan kecepatan reaksi adalah sebagai berikut.

$$r_A = C (P_{ai} - (\frac{P_{ki} \cdot P_{hi}}{K})) \\ P_{ki} (1 + (K_a \cdot P_{ai}) + (\frac{K_{ak} \cdot P_{ai}}{P_{ki}}))$$

Berdasarkan perhitungan neraca massa, komposisi masuk dan keluar reaktor dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Neraca Massa Reaktor (R-210)

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)
	Arus 7	Arus 8
$C_4H_{10}O$	6107,4713	916,1207
H_2O	30,6908	30,6908
C_4H_8O	0,0011	5050,3662
H_2	-	140,0739
Total	6138,163	6138,163

3. Utilitas

Sumber air untuk pabrik metil etil keton (MEK) diperoleh dari Sungai Cisadane dengan debit air sebesar 70.00 m^3 /detik. Pembangkit listrik utama menggunakan generator dengan bahan dasar *diesel oil* dan sebagian kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN Suralaya. Kebutuhan total utilitas yang diperlukan pada operasi pabrik *precipitated silica* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kebutuhan Utilitas Pabrik *Precipitated Silica*

Kebutuhan	Jumlah
Steam	44839,8818 kg/jam
Air	244.801,67 kg/jam
Listrik	559,495 kW
Bahan Bakar	3.804,998 liter/jam



4. Analisa Ekonomi

Data harga bahan baku dan produk pada pabrik Metil Etil Keton (MEK) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 7. Daftar Harga Bahan Baku dan Produk

Komponen	Harga (Rp/Kg)
2-Butanol	21.228
Metil Etil Keton	42.659

Adapun biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik Metil Etil Keton (MEK) dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 8. Total Biaya Pabrik Metil Etil Keton (MEK)

Jenis Biaya	Jumlah (Rp)
FCI	409.937.211.537,51
WC	564.157.453.708,74
TCI	750.197.803.834,89
TPC	1.513.738.207.846,43

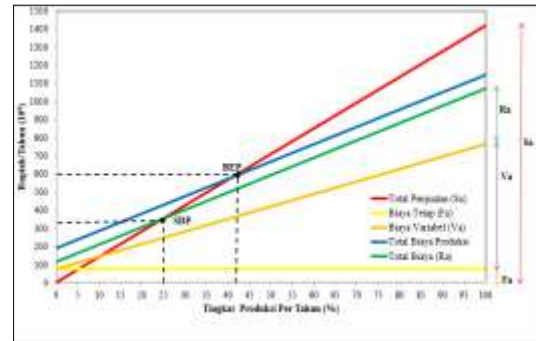
Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau kecil dan pabrik tersebut dapat dikategorikan layak atau tidak untuk didirikan maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan ekonominya. Beberapa cara yang digunakan untuk menyatakan kelayakan ekonomi antara lain adalah *Percent Profit On Sales* (POS), *Percent Return On Investment* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Net Present Value* (NPV), *Interest Rate of Return* (IRR), *Break Even Point* (BEP), dan *Shut Down Point* (SDP). Hasil analisa ekonomi pabrik metil etil keton (MEK) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Ket
ROI	30%	Min. 11%	Layak
POT	1,73 thn	Max. 5 thn	Layak
BEP	47%	40-60%	Layak
SDP	21%	20-40%	Layak

Return On Investment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. *Pay Out Time* (POT) adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini di perlukan untuk mengetahui berapa lama investasi yang telah dilakukan akan kembali. *Break Even Point* (BEP) adalah titik impas atau suatu kondisi di mana pabrik menunjukkan biaya dan penghasilan jumlahnya sama atau tidak untung dan tidak rugi. *Shut Down Point* (SDP) adalah suatu titik atau saat dimana penentuan suatu aktivitas produksi harus di hentikan karena lebih murah untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Expense* (Fa) dibandingkan harus produksi. Penyebabnya

antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi atau tidak menghasilkan profit (Aries, 1955). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik metil etil keton (mek) dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP Pabrik *Precipitated Silica* Kapasitas 10.000 Ton/Tahun

5. Kesimpulan

Prarancangan Pabrik Metil Etil Keton dari 2-Butanol dengan Proses Dehidrogenasi Kapasitas 40.000 Ton/Tahun akan didirikan di daerah Cilegon, Banten pada tahun 2024. Bentuk hukum perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yang direncanakan adalah garis dan staf dengan jumlah total atasan dan tenaga kerja yang dibutuhkan 135 orang, Kelayakan suatu pabrik dapat dilihat dari beberapa faktor analisa ekonomi. Dari analisa ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 30%, POT sebesar 1,73 tahun, BEP sebesar 47% dan SDP sebesar 21%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pabrik metil etil keton (MEK) ini layak untuk didirikan dan dapat diteruskan ke tahap perencanaan pabrik.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2017. *Data Ekspor-Impor Menurut Komoditi*. www.bps.go.id
- Brown, G. G et all. 1956. *Unit Operations*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Brownell, Llyod E and Edwin H.Y. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Coulson, J.M and J. F Richardson. 1999. *Chemical Engineering Design Volume 6*. Department of Chemical Engineering: Butterworth-Heinemann.
- Faith, W.L., Keyes, D.B and Clark, R.L., 1975, "Industrial Chemistry", John Wiley and Sons, London.
- Geankoplis, Christie John. 1997. *Transport Processes and Unit Operation Third Edition*.





- New Jersey: Prentice Hall.
- Himmeblau, David M and James B.Riggs. 2004. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering Seventh Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: Mc.Graw Hill.
- Ketta, John, 1990. *Encyclopedia Chemical Process and Design*. Marchell Dekker Inc., New York.
- Kirk-Othmer. 1981. *Encyclopedia of Chemical Technology Vol.19*. John Wiley & Sons inc. New York.
- Mc.Cabe.JF.Walls. A. 1993. *Applied Dental Material*. Singapore: Blackwell Publishing.
- Mc.Ketta, J.J., and Cunningham W.A. 1977. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design, vol.31*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Peters, M.S and Timmerhouse, K.D. 1991. *Plants Design and Economics for Chemical Engineering 4th Edition*. McGraw-Hill Inc. Singapore.
- Ullmann. 1996. *Ullmann's Encyclopedia og Industry Chemistry 5th Edition*. Weinhem Willey-Vch Verlag GmbH & co KgaA. Germany.
- Yaws, Carl. 1999. *Chemical Properties Hand Book*. Lamar University Beaumont. Texas.



