

PERANCANGAN PABRIK MTBE (METIL TERTIARI BUTIL ETER) DARI METANOL DENGAN DESAIN ALAT UTAMA MENARA DISTILASI METANOL RECOVERY TOWER

Aufa Zakya Atsarina¹⁾, Said Zul Amraini²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²⁾Dosen 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 : aufa.zakya3256@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Human life will not be separated from vehicles as a medium of transportation that makes it easier to move from one place to another. Until now, oil is the largest percentage of vehicle fuel providers. One of the important components in fuel from petroleum is additives. The addition of additives can produce fuel with a higher octane function as a booster, and also enhances the combustion of fuel by the vehicle engine. The type of additive used in most countries is methyl tert butyl ether (MTBE). MTBE is produced from a catalytic reaction that occurs between methanol and isobutene which will be produced with a capacity of 280,000 tons / year. One of the supporting tools for producing MTBE is a distillation tower, namely the methanol recovery tower. This distillation tower will separate the methanol that is still mixed with water from the previous operation unit so that the methanol can be recovered. Distillation tower is designed with feed, distillate and bottom temperatures of 357 K, 329 K and 372 K and feed, distillate and bottom flow rates of 14,207 kg / hour, 11,812 kg / hour and 2394 kg / hour. The results of the design obtained the distillation tower diameter and height of 5.28 m and 17.86 m with the number of trays is 35 pieces. The overall process to produce MTBE requires one fixed bed multitubular reactor, one mixer, four distillation units, three heat exchangers (one double pipe type and two shell and tube types), 2 heaters units (shell and tube), 2 coolers (double pipe), 3 centrifugal pumps with 5 storage tanks. The amount of Fixed Capital Investment (FCI) is \$ 39,009,534. The amount of Direct Cost (DC) is \$ 17,571,862 and Indirect Cost (IC) is \$ 21,437,671. The Working Capital Investment (WCI) fee is \$ 6,884,035 and the Total Capital Investment (TCI) fee is \$ 45,893,569. The value of the Break Even Point (BEP) is 50%. The amount of Return On Investment (ROI) is 52%, Pay Out Time (POT) is 1.5 years, Shut Down Point (SDP) is 0.1% and the Internal Rate of Return (IRR) is 22.76%. The most sensitive factors that can affect the feasibility of this project are the selling price of the product and the volume of production. So that based on the analysis that has been done, it can be concluded that the factory is feasible to build.

Keywords: Methyl Tert Butyl Ether, Methanol, Net Profit After Tax.

1. PENDAHULUAN

Kehidupan manusia modern saat ini tidak akan lepas dari kendaraan bermotor. Kendaraan ini digunakan sebagai alat untuk memudahkan manusia agar dapat berpindah dari satu tempat ketempat lain. Seiring perkembangan waktu setiap tahun terus terjadi peningkatan terhadap jumlah

kebutuhan manusia terhadap kendaraan bermotor. Hal ini akan berbanding lurus dengan permintaan bahan bakar kendaraan bermotor tersebut. Semakin tingginya laju permintaan akan kendaraan bermotor tentu juga akan meningkatkan kebutuhan akan pengolahan minyak bumi sebagai penyedia bahan bakar kendaraan bermotor.

Salah satu komponen penting dalam bahan bakar dari minyak bumi adalah zat aditif. Dengan penambahan zat aditif dapat menghasilkan bahan bakar dengan angka oktan lebih tinggi berfungsi untuk *booster* dan juga penyempurna pembakaran bahan bakar oleh mesin kendaraan. Jenis bahan zat aditif yang sering digunakan sebagian besar negara hingga saat ini adalah *Metil Tertiary Butil Eter* (MTBE). *Metil Tertiary Butil Eter* (MTBE) telah banyak diminati sebagai zat aditif dikarenakan harganya yang lebih murah disamping itu MTBE juga lebih ramah lingkungan dibandingkan pendahulunya yaitu *Tetra Etil Lead* (TEL) (Nelson dkk, 1990).

Prospek dari *Metil Tertiary Butil Eter* (MTBE) didasarkan pada data dari *Mordor Intelligence* (2019), Indonesia masuk ke dalam salah satu golongan negara dengan dengan pertumbuhan pasar MTBE yang tinggi. Hal ini juga didukung dengan data statistik yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik untuk Indonesia saja hingga tahun 2019 telah tercatat kebutuhan MTBE yang telah di impor sebesar 18.498.176 kg/tahun. Untuk mencukupi kebutuhan akan MTBE tersebut selama ini Indonesia selalu mengimpor bahan tersebut dari Negara lain seperti China. Disamping itu menurut *Mordor Intelligence* (2019) berdasarkan analisis *statistic*nya pertumbuhan MTBE dunia akan terus meningkat hingga 6% pada tahun 2024.

Permintaan yang cukup besar dan terus meningkat ini, tidak seiring dengan jumlah perusahaan MTBE yang telah berdiri serta kapasitas dari setiap pabrik tersebut untuk mencukupi kebutuhan MTBE dari seluruh dunia. Hal ini akan membuka peluang besar bahwa MTBE yang dihasilkan oleh perusahaan ini dapat ikut berkontribusi sebagai produsen guna untuk menyuplai kebutuhan MTBE di Indonesia serta di

pasar dunia. Pabrik MTBE yang akan didirikan ini direncanakan akan berdiri dengan kapasitas 280,000 ton/tahun, ini merupakan hasil dari perhitungan linier kapasitas kebutuhan akan impor MTBE di Indonesia pada tahun 2023 yaitu sebesar 279,049.6 ton/tahun. Dengan berbagai penjelasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa dengan pendirian pabrik MTBE di Indonesia ini dapat dikatakan layak dan akan sangat menjanjikan untuk dibangun dan akan menghasilkan keuntungan yang sangat besar.

2. LANDASAN TEORI

2.1 *Metil Tertiary Butil Eter* (MTBE)

MTBE termasuk ke dalam golongan eter yang mana merupakan gugus metil dan butyl tersier dengan rumus molekul $\text{CH}_3\text{OC}(\text{CH}_3)_3$. Sifat Kimia dan Fisika dari MTBE dapat dilihat dari Tabel 2.1

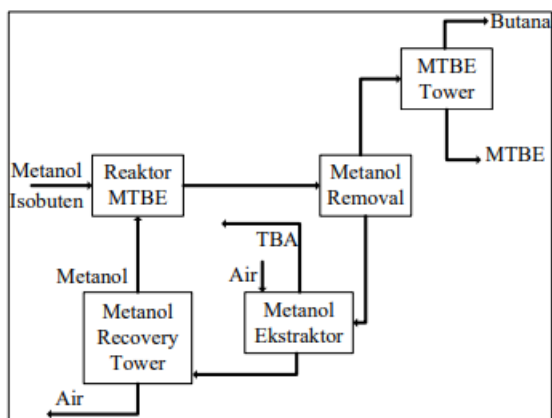
Tabel 2.1 Sifat Kimia dan Fisika MTBE

Parameter	Nilai
Wujud Zat	Liquid
Berat Molekul	32,04 gr/mol
Densitas	0,792 g/cm ²
<i>Boiling Point</i>	64,5 °C
<i>Melting Point</i>	-97,8 °C
<i>Specific Gravity</i>	0,7915
<i>Spesific Volume</i>	192
<i>Spesific Pressure</i>	96 mmHg

(Sumber : MSDS, 2007)

Penambahan *Metil Tertiary Butil Eter* (MTBE) dalam bahan bakar kendaraan bermotor dapat meningkatkan angka oktan dalam komposisi 115 – 135 RON sehingga terjadi peningkatan sekitar 20% berkaitan keefektifan pembakaran dibandingkan tanpa penambahan MTBE. Untuk angka oktan motornya dapat mencapai berkisar 98-102 (Taniguchi, 1979).

Secara garis besar proses pembuatan *Metil Tertiary Butil Eter* (MTBE) dapat dilihat pada blok diagram proses seperti pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Diagram Proses MTBE

Bahan baku yang akan digunakan dalam pembuatan *Metil Tertiary Butil Eter* (MTBE) secara konvensional yaitu metanol, *isobutene* dan katalis *Amberlyst*.

2.2 Metanol (CH₃OH)

Metanol merupakan suatu senyawa hidrokarbon paling sederhana dalam gugus alkohol dengan rumus molekul CH₃OH. Sifat utama dari metanol adalah senyawa jenis *alcohol* yang mudah menguap sehingga penyimpanan metanol harus dilakukan dengan baik, dengan spesifikasi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Sifat Fisika dan Kimia Metanol

Parameter	Nilai
Wujud Zat	Liquid
Berat Molekul	32,04 gr/mol
Densitas	0,792 g/cm ²
Boiling Point	64,5 °C
Melting Point	-97,8 °C
Specific Gravity	0,7915
Specific Volume	192
Specific Pressure	96 mmHg

(Sumber : MSDS, 2007)

Metanol yang akan digunakan sebagai bahan baku MTBE ini akan dibeli dari perusahaan PT Kaltim Metanol Indonesia dengan spesifikasi seperti pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Grade Metanol Produksi PT Kaltim Metanol Indonesia

Product Name	Methanol
Grade	AA
Formula	CH ₃ OH

Synonyms	MeOH
CAS No	67-56-1
EINECS No	200-659-6
Molar Mass	32.04 r/mol

2.3 Isobuten (C₄H₈)

Isobuten merupakan senyawa kimia yang dalam kondisi ruang dan tekanan atmosferik tidak memiliki warna, dan merupakan suatu gas yang bersifat mudah terbakar. Spesifikasi dari isobutene dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 1.7 Sifat Kimia dan Fisika Isobuten

Parameter	Nilai
Berat Molekul	56,108
Freezing Point	-140,4 °C
Boiling Point	-6,9 °C
Relative Density	1,947 pada 1 atm, 21,1 °C
Colour	Tidak Bewarna
Wujud	Gas

(Sumber : MSDS, 2007)

Bahan baku isobuten pada pabrik ini akan di suplai dan di impor dari Negara China dan akan didistribusi dengan jalur laut melalui perusahaan PT BASF-YPC. Ratio komponen dari isobutene dapat dilihat pada Tabel 1.8.

Tabel 1.8 Ratio of Component Isobuten

Komponen	θi
Methanol	2.00
Isobuten	1.00
1-Butenes	0.87
2-Butenes	2.48
MTBE	0.00
H ₂ O	0.00

(Sumber : Amin, 2015)

3. METODELOGI

Untuk dapat merancang pabrik MTBE ini terlebih dahulu dilakukan langkah seperti dibawah ini :

1. Mengumpulkan landasan teori yang dapat digunakan sebagai penunjang pendirian pabrik MTBE.
2. Melakukan perhitungan kelayakan neraca massa dan energi proses.

3. Menentukan perhitungan kebutuhan terhadap alat penukar panas.
4. Melakukan desain setiap alat utama dan utilitas guna mempertimbangkan aspek lingkungan.
5. Menganalisis dan menyempurnakan perancangan dengan penambahan instrumentasi sistem kendali sebagai monitoring proses.
6. Melakukan desain alat utama Menara Distilasi Metanol Recovery Tower.
7. Menghitung kelayakan ekonomi pabrik dengan perhitungan analisis ekonomi :
 - a. Menganalisis pasar, prospek industri dan proses pemasaran.
 - b. Menghitung kapasitas berdasarkan tingkat kebutuhan.
 - c. Menentukan lokasi pabrik.
 - d. Meninjau studi kelayakan pasar, teknis, budaya dan serta legal dari pabrik MTBE.
 - e. Memperhitungkan tata letak alat pada pabrik sesuai SOP industri. Serta *master schedule* pendirian pabrik MTBE.
 - f. Membuat struktur organisasi dan system penggajian karyawan.
 - g. Penentuan cost index untuk setiap harga alat yang digunakan dalam proses produksi MTBE.
 - h. Melakukan perhitungan ekonomi, sebagai berikut :
 - Perkiraan biaya pembangunan spesifikasi *manufacturing*.
 - Menentukan analisis kelayakan ekonomi pabrik serta aliran kas tahunan dan juga menentukan parameter yang mempengaruhi kelayakan yaitu : *Return on Investment (ROI)*, *Payout Period (POP)*, *Net Payout Time (NPT)*, *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, dan *Break-Even Point (BEP)*.

- Menganalisis sensitivitas untuk mengetahui faktor apa saja yang secara potensial dapat mempengaruhi kelayakan dari pabrik yang didirikan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Alat Utama Menara Distilasi Metanol Recovery Tower.

Menara distilasi metanol recovery tower (T-102) merupakan salah satu unit penunjang pada proses perancangan pabrik MTBE (Metil Tertiar Butil Eter) dari metanol. Hal ini dikarenakan alat ini berfungsi memisahkan metanol yang merupakan *top product* dari air sebagai *bottom product*-nya. Metanol yang murni kemudian dijadikan bahan recycle untuk dikembalikan ke *feed* proses. Tahap-tahap perancangan menara distilasi metanol recovery tower adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jenis pemisahan.
2. Menentukan kondisi operasi sesuai proses.
3. Memilih jenis tray yang efisien, optimal dan menguntungkan.
4. Menentukan penunjang tahapan perhitungan.
5. Memperhitungkan spesifikasi alat.
6. Memperhitungkan alat pendukung dan kelengkapan menara distilasi.

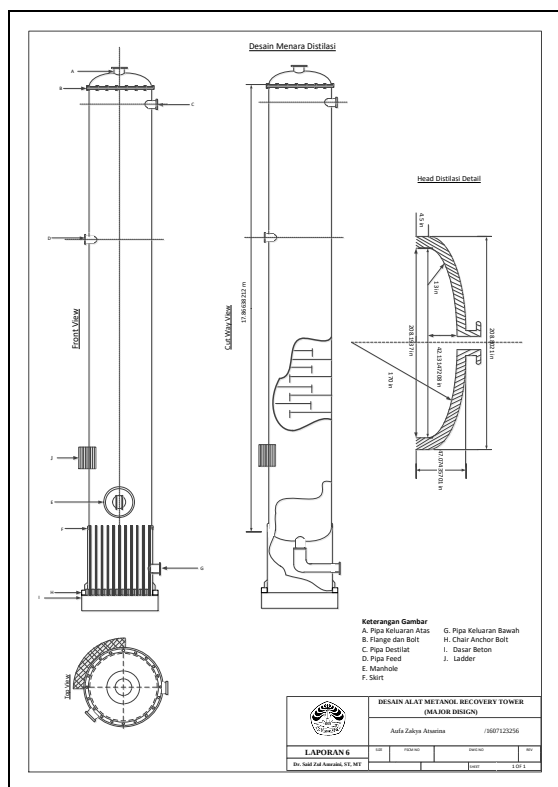
Setelah dilakukannya tahapan perhitungan dalam perancangan menara distilasi metanol recovery tower diperoleh spesifikasi menara distilasi seperti pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Spesifikasi Menara Destilasi

Kolom Distilasi III	Kode : T-102
	Fungsi : Memisahkan Metanol dengan TBA
DATA IDENTIFIKASI	
Jenis Operasi	<i>Continuous</i>
Tipe	<i>Sieve Tray Colomn</i>
KONDISI OPERASI	
Tekanan Operasi (bar)	4

Temperatur top menara (K)	329.17
Temperatur dasar menara (K)	372.72
Temperatur umpan (K)	357.25
Laju alir umpan (kg/jam)	4207.40
Laju alir destilat (kg/jam)	11812.46
Laju alir bottom (kg/jam)	2394.90
MATERIAL DAN DISAIN	
SHELL	
Diameter (m)	5.28
Tray Spacing (m)	0,45
Jumlah tray (termasuk reboiler)	35
Material	Carbon Steel SA 283
Allowable Stress (psi)	11500
Jenis sambungan	Double welded butt joint
Efisiensi sambungan (%)	80%
Faktor korosi (in)	0,125
Tebal shell (in)	0.30
Tebal Head (in)	0.44
Total tinggi menara (m)	17.86
PLATE	
Downcomer area (m ²)	2.19
Hole area (m ²)	1.19
Tinggi weir (mm)	50
Tebal plate (m)	0,005
Tipe aliran cairan	Single Pass
Jumlah Hole	89485.87
Waktu Tinggal (m)	5

Dari tabel spesifikasi ukuran hasil perhitungan maka dibuatkan gambar perancangan dari menara destilasi metanol recovery tower pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Detail Menara Destilasi

Untuk spesiikasi alat penunjang lain dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Pendukung

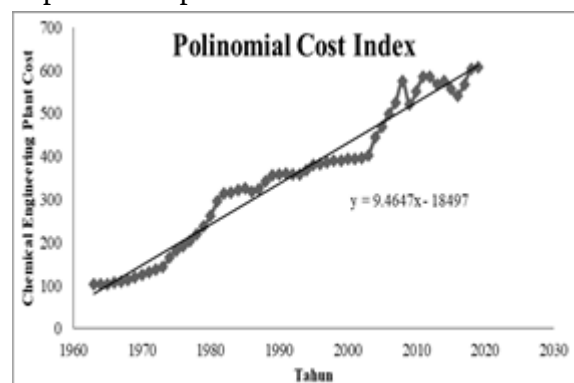
Ukuran Pipa dan Nozzle		
Pipa Feed, NPS	2 in	
Pipa Keluaran Atas, NPS	2 in	
Pipa keluaran bawah, NPS	0.75 in	
Manhole		
Diameter	20 in	0.50 m
Circumference	131,88 in	3,34 m
Ketebalan cover plate	0.375 in	0.007938 m
Baut		
Jumlah baut	19 buah	
Ukuran baut	1.875 in	0,1458 ft
Tegangan material	20.000 psi	
Flange		
Diameter luar	217.80 in	5.53 m
Diameter dalam	208.80 in	5.30m
Tebal Flange	3.42 in	0.087 m

4.2 Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis ini digunakan untuk menunjukkan kelayakan pabrik MTBE.

4.2.1 Penentuan Index Biaya

Indeks harga merupakan suatu nilai *index* yang diberikan pada suatu waktu yang dapat menunjukkan harga atau nilai pada waktu tertentu. Harga peralatan pada tahun pendirian pabrik ditentukan dengan menggunakan indeks harga CEPCI (*Chemical Engineering Plant Cost Index*). Untuk mengetahui indeks harga pada tahun 2020, digunakan metode regresi linear, pada regresi ini diplotkan data nilai cost index dari tahun 1963-2019 yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Metode Regresi Linear

Dari grafik diperoleh persamaan linear sebagai berikut:

$$y = 9.4647x - 18497 \dots\dots\dots (4.1)$$

dengan memasukkan nilai x , maka diperoleh indeks pada tahun selanjutnya yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 *Chemical Engineering Plant Cost Index* hasil regresi linear

No	Tahun	Index	Polinomial
1	2020	Regresi	621.694
2	2021	Regresi	631.1587
3	2022	Regresi	640.6234
4	2023	Regresi	650.0881
5	2024	Regresi	659.5528
6	2025	Regresi	669.0175

Setelah dilakukan perhitungan, total harga peralatan sebesar \$ 3,747,564.06.

4.2.2 Total Capital Investment (TCI)

Untuk dapat menentukan nilai TCI maka dahulu harus dilakukan perhitungan terhadap nilai *Fixed Capital Investment* (FCI) dan *Working Capital Investment* (WCI).

FCI merupakan suatu modal yang digunakan untuk penyediaan fasilitas pabrik. FCI ini dibagi menjadi dua, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung (Peters dkk, 2003). Total dari nilai FCI yang didapatkan sebesar \$39,009,534.

WCI adalah jumlah biaya yang harus dikeluarkan setelah pabrik berdiri dan mulai beroperasi, seperti listrik, gaji karyawan, dana sosial dan sebagainya. Pada industri kimia perhitungan WCI yaitu 10-20 % dari total *capital investment*. Besarnya WCI pada pabrik ini adalah 15% dari *Total Capital Investment* (TCI) atau senilai Rp100,975,031,928.84 atau \$6,884,035.45

Sehingga total *Capital Investment* (TCI) merupakan nilai akumulasi dari penjumlahan nilai FCI dengan WCI. Dari hasil perhitungan pada analisis ekonomi diperoleh nilai *Total Capital Investment* (TCI) sebesar \$45,893,569.64.

4.2.3 Analisis Profitabilitas

Analisis profitabilitas merupakan suatu analisis yang menunjukkan apakah suatu perusahaan bisa dapat dinyatakan kelayakannya untuk di realisasikan secara ekonomi atau tidak. Hal yang menyangkut analisis profitabilitas dapat ditinjau dari beberapa aspek yaitu *Percent Return On Investment* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Shut Down Point* (SDP) dan *Break Event Point*. Dari perhitungan awal didapati laba kotor perusahaan MTBE ini sebesar Rp 3,227,128,879,094.67. Dari nilai ini maka dapat ditentukan laba bersih yaitu laba kotor dikurangkan dengan biaya operasi lalu dikurangkan lagi dengan 35%. untuk biaya pajak. Penjabaran beberapa aspek dari analisis profitabilitas, yaitu

a. *Percent Return On Investment* (ROI)

ROI merupakan suatu tingkat dari keuntungan hasil dari investasi terhadap pembangunan suatu perusahaan. ROI dihitung berdasarkan pada kemampuan dari perusahaan dalam mengembalikan modalnya (*fixed capital investment*) yang diakumulasikan setiap tahunnya untuk bisa mengetahui besarnya keuntungan yang diperoleh. Perusahaan ini mendapatkan persen ROI sebesar 88%.

b. *Pay Out Time* (POT)

POT merupakan suatu cara analisis batas waktu pengembalian modal yang dapat ditentukan berdasarkan laba yang diperoleh. POT dihitung untuk mengetahui seberapa lama modal awal investasi akan dapat dikembalikan sepenuhnya kepada pemilik. Perhitungan ini akan didasarkan dari kemampuan suatu perusahaan dalam mengembalikan modalnya (*fixed capital investment*). Dari perhitungan yang telah dilakukan maka perusahaan MTBE ini dapat mengembalikan modalnya dalam waktu 1tahun.

c. *Shut Down Point* (SDP)

SDP merupakan perhitungan yang menentukan kapan suatu perusahaan harus menghentikan proses produksinya. Jika pada titik dibawah persen SDP perusahaan dianggap sudah tidak mampu lagi untuk membiayai aktivitas produksi. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai persen SDP yaitu 0.23%.

d. *Total Production Cost* (TPC)

Nilai TPC hasil perhitungan yaitu Rp 5,130,538,594,098. Untuk landasan dari perhitungan berdasarkan buku peter dan Timmerhouse, 2003 yang dapat dilihat di Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perhitungan TPC

Indikator	Persamaan	Biaya (Rp)
Direct Production Cost (DPC)		
Raw Material		3,856,808,454,811
Operating Labor	OL	2,298,000,000
Direct Supervisory and Clearing Labor (DS)	15% dari OL	344,700,000
Utilities	10 % TPC	513,053,859,409
Maintenance and Repairs (MR)	7% dari FCI	40,053,429,331
Operating Supplies	15% dari MR	6,008,014,399
Laboratory Charges	10% dari OL	229,800,000
Patent and Royalties	2% dari TPC	102,610,771,881
Total Direct Production Cost		4,521,407,029,835
Fized Change (FC)		
Financing	5% dari TCP	256,526,929,704
Deprisiation	10% dari TCI	57,219,184,759
Local Taxes	2% dari FCI	11,443,836,951
Insurance	1% dari FCI	5,721,918,475
Total Fixed Charges	18%	330,911,869,992
Plant Overhead Cost (PO)	50% (OL+MR+DS)	21,348,064,665
Total Manufacturing Cost (MC)		4,873,666,964,393
General Expenses (GE)		
Administrative Costs	10% OL	344,700,000
Distribution and Marketting Costs	2% TCP	102,610,771,881
Research and Development Costs	3%TCP	153,916,157,822
Total General Expenses		256,871,629,704

Nilai dari GE (*General Expenses*) didapat sebesar Rp 344,700,000 + (0,05 TPC). Kemudian nilai dari TPC (*Total Production Cost*) dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$TPC = MC + GE$$

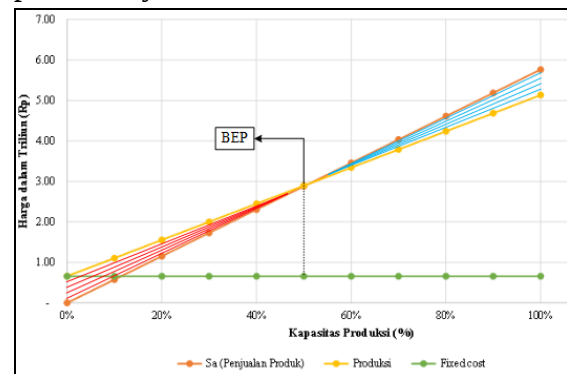
$$TPC = Rp\ 4,001,475,403,396 + 0,17 TPC + 344,700,00 + 0,05 TPC$$

$$0,22\ TPC = 4,001,820,103,396$$

$$TPC = Rp\ 5,130,538,594,098$$

e. *Break Event Point* (BEP)

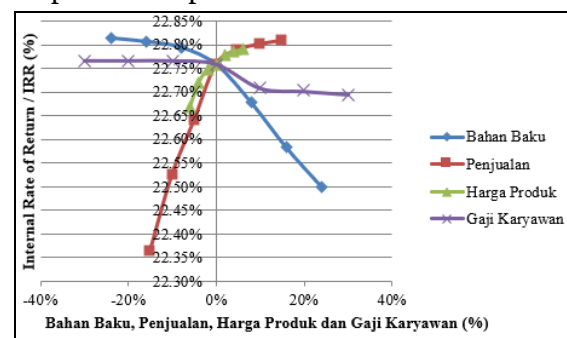
Break Event Point merupakan suatu analisis untuk dapat mengetahui berapa batas dihasilkannya kapasitas produksi perusahaan untuk perusahaan MTBE ini mendapatkan keuntungan. *Break Event Point* untuk perusahaan ini didapatkan pada persentase 50%. Ini menunjukan bahwa ketika perusahaan sudah mampu menghasilkan kapasitas produksi diatas 50% maka perusahaan MTBE dipastikan akan memperoleh untung dari hasil produksinya tersebut.



Gambar 4.3 Break Even Point (BEP)

f. Analisis Sensitivitas

Untuk dapat melihat perubahan persen *Internal Rate of Retrurn* (IRR) terhadap harga baik bahan baku, produk ataupun penjualan maka dilakukan sebuah metode dengan prinsip “coba-coba” *trial and error* yang disebut sebagai analisis sensitivitas. Dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Hasil Pemplootan Sensitivitas

Gambar 4.4 dapat menjelaskan bahwa terdapat hubungan di antara harga bahan baku, gaji karyawan, penjualan dan juga harga jual produk yaitu MTBE terhadap kestabilan ekonomi dari perusahaan. Disini dapat dilihat bahwa terjadinya peningkatan yang cukup signifikan terhadap kapasitas perusahaan serta harga dari produk apabila kapasitas dan harga berubah. Begitu juga dengan volume penjualan, juga terlihat ada peningkatan namun ini tidak signifikan komponen lain. Dari hal ini dapat diketahui bahwa suatu sistem ekonomi perusahaan akan sangat dipengaruhi oleh terjadinya perubahan yang terjadi pada bahan baku, penjualan maupun harga produk.

5. KESIMPULAN

1. Menara distilasi metanol recovery tower merupakan unit pemisahan untuk memisahkan metanol yang merupakan *top product* dari air sebagai *bottom product*-nya dan kemudian dijadikan bahan *recycle* untuk dikembalikan ke *feed* proses.
2. Secara menyeluruh proses untuk menghasilkan MTBE membutuhkan satu buah reaktor fixed bed multitubular, satu buah mixer, empat buah unit distilasi, tiga buah heat exchanger (satu buah jenis double pipe dan dua buah jenis shell and tube), 2 unit heaters (shell and tube), 2 unit coolers (double pipe), 3 pompa sentrifugal dengan 5 tanki penyimpanan.
3. Faktor paling sensitif yang dapat mempengaruhi kelayakan proses ini adalah harga jual produk dan volume produksi. Sehingga berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pabrik ini layak untuk dibangun.

DAFTAR PUSTAKA

Amin, A., M., 2015, *Production Of Methyl Tertiary Butyl Ether (MTBE)*,

Chemical Engineering Department,
Koya University, Iraq.

Brownell, L. E., and Young, E. H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley & Sons, Inc : USA.

Mordor Intelligence, 2019, MTBE Market Summary,

www.mondorintelligence.com.

Peter, M.S., Timmerhouse, K.D, And West, R.E. 2003. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering*. New York : Mc Graw Hill Book Co.

Taniguchi, B., and Johnson, R.T., 1979, "MTBE for Octane Improvement", CHEM-TECH, Agustus Mubarak, A., I. Setyaningsih., dan Uju. 2018. Karakteristik dari Ekso polisakarida Mikroalga *Porphyridium cruentum* yang Berpotensi Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 24-34.