

**PRARANCANGAN PABRIK MTBE (METIL TERTIARY BUTIL ETER) DARI
METANOL DENGAN DISAIN ALAT UTAMA MENARA DESTILASI PEMISAHAN
METANOL DAN TBA (T-102)**

Zikir Akbar Kemala¹⁾, Said Zul Amraini²⁾

1) Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, 2) Dosen Teknik Kimia
Laboratorium Teknologi Bioproses
Porgram Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam
Pekanbaru, 28293
E-mail : zikirakbarkemala21@gmail.com

ABSTRAK

The increasing number of motorized vehicles is not matched by proper waste emission processing, which has a negative impact on the environment in the form of air pollution. This is a result of the incomplete combustion process so that the number of pollutants produced is increasing. One way to reduce the occurrence of incomplete combustion is by increasing the value of the octane number in motor vehicle fuel oil with additives that can increase the octane number such as methyl tert butyl ether (MTBE). MTBE production process is carried out by reacting the feed in the form of methanol with isobutene and the obtained production capacity is 180,000 tons / year. In the design of the distillation tower for the separation of methanol and Tertiary Butyl alcohol (TBA), the feed temperature, tower top and bottom of the tower were 333 K, 298 K and 328 K. The feed, distillate and bottom flow rates were 11,858 kg / hour, 10,644 kg, respectively. / hour and 1,214 kg / hour. The tower diameter is 2.27 m, with a spacing tray of 0.45 m, and the number of trays (without a reboiler) is 28. The type of flow that occurs inside the tower is a double pass with a total tower height of 13.77 m. The main equipment required is one reactor (fixed multitubular), one mixer (paddle), four for the distillation unit (sieve tray), three Heat Exchangers (one double pipe and two shell and tube), two heaters (shell and tube), two coolers (double pipe), three centrifugal pumps, and five storage tanks (methanol, isobutene, MTBE, Butane and Water). 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, tertiary butyl alcohol, total capital investment*

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin majunya peradaban manusia, maka kemajuan teknologi juga terjadi sangat pesat. Hal ini juga berpengaruh terhadap perkembangan dunia industri kendaraan bermotor. Jumlah kendaraan sepeda motor yang semakin

banyak tidak diimbangi dengan pengolahan limbah emisi yang baik dari kendaraan bermotor sehingga memberi dampak yang buruk terhadap lingkungan berupa pencemaran udara. Hal ini merupakan akibat dari proses pembakaran yang terjadi pada kendaraan bermotor

yang tidak sempurna sehingga jumlah polutan yang dihasilkan semakin banyak. Salah satu cara untuk mengurangi terjadinya pembakaran yang tidak sempurna ini adalah dengan meningkatkan nilai dari bilangan oktan pada bahan bakar minyak kendaraan bermotor. Adapun zat aditif yang dapat meningkatkan bilangan oktan pada kendaraan bermotor adalah *methyl tert butyl ether* (MTBE) dan *tetra ethyl lead* (TEL) (Nelson dkk, 1990).

Di Indonesia kebutuhan akan senyawa MTBE masih sangat bergantung pada produk impor dari negara lain seperti China, Amerika Serikat, Korea Selatan dan Jerman. Sehingga pendirian pabrik MTBE dinilai sangat diperlukan untuk menekan angka impor MTBE dari luar negeri dan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kemudian apabila memungkinkan MTBE produksi dalam negeri dapat di ekspor keluar negeri keluar negeri untuk menambah keuangan negara serta meningkatkan peran serta Indonesia dalam dunia industry berskala internasional. Selain itu, hal yang tidak kalah penting adalah dengan adanya pendirian pabrik MTBE di Indonesia dapat mengurangi angka pengangguran di tanah air, melihat banyaknya jumlah lulusan sarjana di Indonesia.

Prospek industri dari MTBE saat menjanjikan mengingat jumlah produsen MTBE didunia masih sangat sedikit. *Methyl Tert-Butyl Ether* (MTBE) telah diakui cukup ramah bagi lingkungan. Negara-negara seperti Kanada, Jepang, Amerika Serikat dan Eropa Bagian Barat sudah mulai beralih dengan cara mencari beberapa alternatif lain yang dinilai lebih ramah lingkungan untuk menutupi kebutuhan akan produk MTBE sebagai bahan dasar aditif *gasoline*, namun alternatif lain tersebut masih memiliki

beberapa kendala yakni biaya produksi yang dibutuhkan jauh lebih mahal. Sedangkan negara-negara di wilayah Asia Pasifik dan Eropa Timur, karena harga produksi terhadap produk MTBE yang relatif lebih murah dari produk lainnya serta semakin meningkatnya konsumsi bensin akibat jumlah kendaraan bermotor yang semakin banyak dan kebutuhan akan bahan bakar juga mengalami peningkatan yang tajam menyebabkan tumbuhnya permintaan terhadap MTBE khususnya dikawasan Asia Pasifik dan Eropa Timur semakin tinggi.

Berdasarkan data yang didapat dari *Mordor Intelligence* pada tahun 2019 negara Indonesia masuk kedalam salah satu negara dengan pertumbuhan pasar MTBE yang tinggi dikawasan Asia Pasifik. Sehingga prospek pembangunan pabrik MTBE khususnya di Indonesia akan sangat menjanjikan. Data yang didapat dari Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa kebutuhan impor terhadap MTBE di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan yang signifikan. Bahkan hingga tahun 2019 telah tercatat bahwa kebutuhan akan MTBE di Indonesia mencapai sebesar 18.498.176 kg/tahun dan merupakan impor terbesar yang pernah dilakukan Indonesia. Dari data ini dapat kita lihat bahwasanya prospek pasar MTBE di Indonesia akan sangat baik kedepannya. Hal ini juga menunjukkan bahwa tingginya jumlah kebutuhan dan konsumsi MTBE di Indonesia sebagai bahan aditif. Oleh sebab itu dengan berdirinya pabrik MTBE di Indonesia akan sangat menguntungkan karena dapat mengurangi jumlah impor Indonesia dan dapat di ekspor ke berbagai negara di sekitar Indonesia sehingga akan meningkatkan pendapatan negara melalui devisa.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Metil Tertiary Butil Eter (MTBE)

MTBE adalah eter yang terdiri dari gugus metil dan butil tersier yang memiliki rumus molekul $\text{CH}_3\text{OC}(\text{CH}_3)_3$. MTBE merupakan komponen yang bagus dicampurkan kedalam senyawa hidrokarbon dengan tujuan peningkatan bilangan oktan bahan bakar kendaraan bermotor. Angka oktan MTBE relatif tinggi, yakni berkisar dari 116-118 *researchoctane number* (RON), angka oktan dalam komposisi mencapai 115-135 RON serta angka oktan motornya berkisar antara 98-102 (Taniguchi, 1979) dan 98-110 (Pecci dan Floris, 1977).

MTBE juga mempunyai titik didih yang relatif rendah yaitu $55,2\text{ }^\circ\text{C}$ (Taniguchi, 1979), sehingga MTBE dapat mempengaruhi kurva destilasi bensin, terutama pada daerah 10 % dan 50 % dari volume destilasi, yang nantinya berkaitan dengan penyalaan bahan bakar. Bensin dengan kandungan MTBE sampai dengan 20 %, bila dibandingkan dengan yang tidak mengandung MTBE sama sekali, akan menunjukkan perbedaan dalam kemudahan penyalaan motor pada waktu dingin dan kecenderungan mengalami sumbatan uap.

Campuran bahan bakar dengan MTBE juga tidak akan menimbulkan pembentukan es pada karburator, tidak akan mengalami penyusutan yang signifikan karena penguapan, tidak menimbulkan masalah korosi, dan tidak akan bereaksi dengan cat dan bahan elasmotor (Pecci dan Floris, 1977).

2.2 Metanol

Metanol merupakan senyawa hidrokarbin paling sederhana dalam gugus alkohol dengan rumus molekul CH_3OH . Metanol merupakan zat yang cair dan

bersifat mudah menguap pada suhu ruang, sehingga penyimpanan metanol harus dilakukan dengan baik. Metanol juga bersifat mudah terbakar dengan densitas $0,792\text{ gr/cm}^3$. Metanol yang dipakai sebagai bahan produksi dibeli dari PT. Kaltim Metanol Indonesia dengan spesifikasi seperti Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 *Grade* Metanol Produksi PT Kaltim Metanol Indonesia

<i>Product Name</i>	<i>Methanol</i>
<i>Grade</i>	AA
<i>Formula</i>	CH_3OH
<i>Synonyms</i>	MeOH
<i>CAS No</i>	67-56-1
<i>EINECS No</i>	200-659-6
<i>Molar Mass</i>	32.04 r/mol

2.3 Isobuten

Isobuten merupakan senyawa hidrokarbon yang penting di industri. Senyawa ini biasanya merupakan produk intermediet dari beberapa variasi produk. Isobuten direaksikan dengan metanol dan etanol untuk memproduksi zat aditif untuk bahan bakar metil tersier butil eter (MTBE) dan etil tersier butil eter (ETBE). Isobuten merupakan senyawa kimia berwujud gas dan tidak berwarna. Isobulen juga memiliki bau yang tidak enak, sehingga penyimpanannya dilakukan dalam tangki khusus. Isobuten yang akan dipakai diimpor dari China dengan rasio komponen pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Rasio Komponen Isobuten

Komponen	θ_i
Methanol	2.00
Isobuten	1.00
1- Butenes	0.87
2- Butenes	2.48
H_2O	0.00
MTBE	0.00

3. METODOLOGI

Adapun langkah-langkah dalam perancangan pabrik MTBE ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan sumber data pendukung pendirian pabrik dan proses produksi yang akan dilakukan.
2. Perhitungan neraca massa dan energi pada setiap unit.
3. Perhitungan alat penukar panas dan massa.
4. Perhitungan dan disain setiap unit utama dan utilitas yang akan digunakan. Penentuan spesifikasi setiap unit utama dan utilitas yang akan digunakan.
5. Penambahan sistem pengendalian dan instrumentasi proses yang dibutuhkan dalam pabrik.
6. Analisa dan disain alat utama (menara destilasi pemisahan metanol dan TBA)
7. Analisa ekonomi yang meliputi :
 - a. Analisa pasar, prospek industri dan pemasaran produk.
 - b. Penentuan kapasitas produksi, kebutuhan akan produk yang akan dihasilkan.
 - c. Manajemen yang meliputi pemilihan lokasi pendirian pabrik dan pertimbangan-pertimbangan pendukung.
 - d. Studi kelayakan pasar, kelayakan teknis, kelayakan manajemen, studi kelayakan budaya, studi kelayakan lingkungan dan studi kelayakan legal.
 - e. Tata letak pabrik, tata letak alat dan *master schedule* pendirian pabrik.
 - f. Struktur organisasi pabrik yang meliputi sistem kerja karyawan, jumlah karyawan, sistem penggajian karyawan dan kesejahteraan karyawan.
 - g. Melakukan perhitungan ekonomi dari penaksiran harga peralatan utama dan utilitas.
 - h. Melakukan perhitungan ekonomi dan kelayakan ekonomi dari pabrik yang mencakup :
 - Perkiraan biaya pembangunan pabrik berdasarkan spesifikasi yang telah dibuat dan biaya manufacturing berdasarkan kebutuhan bahan baku dan utilitas pada neraca massa dan energi.
 - Menilai kelayakan ekonomi pabrik dengan memperkirakan aliran kas tahunan (pro-forma) dan kemudian menghitung parameter kelayakan: *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).
 - Melakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui faktor-faktor yang secara signifikan mempengaruhi kelayakan proyek. Analisis dilakukan terhadap variabel-variabel: harga bahan baku, harga produk, penjualan, dan gaji karyawan. Prosedurnya adalah memvariasikan nilai suatu variabel dengan menjaga variabel-variabel lainnya tetap (*ceteris paribus*) untuk melihat kecenderungan pengaruhnya terhadap keuntungan serta nilai maksimal atau minimalnya agar hasil operasional pabrik memberikan IRR lebih besar dari minimum.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Disain Alat Utama Menara Destilasi Pemisahan Metanol dan TBA (T -102)

Menara destilasi T-102 berfungsi untuk memisahkan metanol dan TBA yang merupakan bottom produk pada menara destilasi T-101. Umpan yang masuk merupakan fasa liquid pada *boiling point*. Dimana nantinya TBA yang dihasilkan merupakan top produk dan serta metanol dan air sebagai bottom produk. Perancangan menara destilasi dilakukan atas beberapa tahap yakni :

1. Tentukan tingkat pemisahan yang akan dilakukan.
2. Pilih kondisi operasi yang diperlukan (*batch* atau *continue*).
3. Pilih tipe alat pengontakan (*tray* atau *packing*).
4. Tentukan persyaratan tahap dan refluks.
5. Tentukan spesifikasi alat.
6. Rancang kolom bagian internal dan alat pendukung alat.

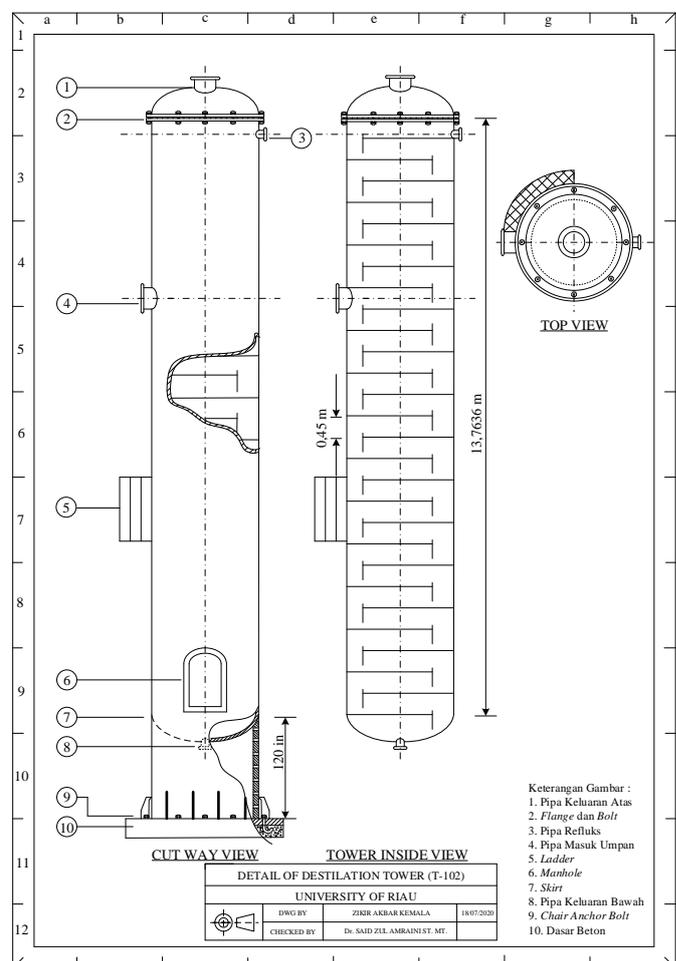
Adapun hasil perancangan menara destilasi T-102 didapatkan spesifikasi alat yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Spesifikasi Menara Destilasi

Kolom Destilasi 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 (atm)	7	
Temperatur top menara (K)	298,6015	
Temperatur dasar menara (K)	328,7692	
Temperatur umpan (K)	333,0000	
Laju alir umpan (kg/jam)	11858,75	
Laju alir destilat (kg/jam)	10644,22	
Laju alir bottom (kg/jam)	1214,806	
MATERIAL DAN DISAIN		
SHELL		
Diameter (m)	2,267	
Tray Spacing (m)	0,45	
Jumlah tray (termasuk reboiler)	29	

Material	<i>Carbon Steel SA 285</i>
Allowable Stress (psi)	11500
Jenis sambungan	<i>Double welded butt joint</i>
Efisiensi sambungan (%)	80%
Faktor korosi (in)	0,125
Tebal <i>shell</i> (in)	3/16
Tebal <i>Head</i> (in)	90
Total tinggi menara (m)	13,7636
PLATE	
<i>Downcomer liquid backup</i> (m)	393,5564
Luas area netto (m ²)	3,551382
<i>Hole area</i> (cm ²)	0,196250
Tinggi <i>weir</i> (mm)	50
Weeping Rate (kg/s)	3,548073
Tebal <i>plate</i> (m)	0,005
Tipe aliran cairan	<i>Double Pass</i>
Jumlah <i>Hole</i>	15628
Waktu Tinggal (s)	13,37806

Adapun bentuk dari menara destilasi dapat dilihat dari Gambar 4.1 berikut ini :



Gambar 4.1 Detail Menara Destilasi

Spesifikasi dari alat pendukung menara destilasi yakni berupa ukuran pipa *nozzle* dan *anchor bolt* dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini :

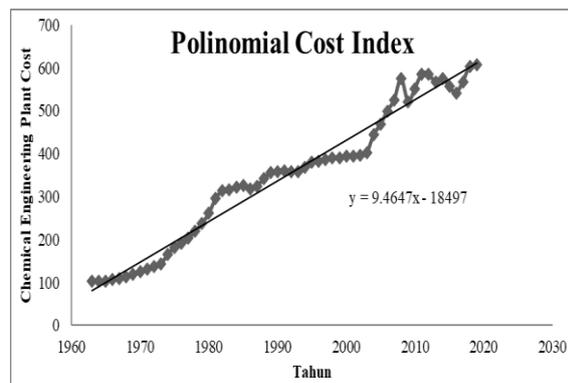
Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Pendukung

Ukuran Pipa dan Nozzle		
Pipa Feed, NPS	3 in	
Pipa Keluaran Atas, NPS	3 in	
Pipa keluaran bawah, NPS	1 in	
Pipa Refluks, NPS	1 in	
Anchor Bolt		
Area bolt	1384,74 in ²	0,89337 m ²
Circumference	131,88 in	3,34975 m
Maximum Tension	982,6859 lb/in	
Jumlah baut	8 buah	
Area Bolt	1,0799 in ²	0,0006967 m ²
Bolt Size	1 in	0,0254 m
Root Area	1,054	0,02677 m
Faktor Korosi	0,125 in ²	0,00008064 m ²
I ₂ dan I ₃	1,875 in dan 1,375 in	0,047625 m dan 0,034925 m
Total Area	1,179 in ²	0,0007606 m ²

4.2 Analisis Kelayakan Ekonomi

4.2.1 Penaksiran Biaya Peralatan

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 indeks 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 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

Sehingga didapatkan total harga peralatan \$ 4,874,426.

4.2.2 Total Capital Investment (TCI)

Total capital investment terdiri dari biaya pendirian pabrik (*Fixed Capital Investment*) dan biaya pengoperasian pabrik pada jangka waktu tertentu (*Working Capital Investment*). Untuk memperkirakan modal investasi tetap digunakan persentase dari Tabel 6.3 *typical percentages of fixed-capital investment values for direct and indirect cost segments for multipurpose or large additions to existing facilities* (Peters dkk, 2003) dan diperoleh besarnya FCI \$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) sebesar \$ 6,884,035. Sehingga didapatkan besarnya TCI \$ 45,893,569.

4.2.3 Analisis Profitabilitas

Dari data hasil penjualan produk dan total *production cost* akan menghasilkan laba kotor yang dihasilkan pada pabrik ini yaitu sebesar Rp3,227,128,879,094.67. Beberapa parameter yang digunakan untuk mengetahui kelayakan dari suatu pabrik adalah dengan analisis profitabilitas, antara lain :

a. *Percent Return On Investment (ROI)*

Return on investment merupakan perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun, didasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap (*fixed capital investment*) yang diinvestasikan. Pada pabrik MTBE ini diperoleh ROI setelah pajak sebesar 88%.

b. *Pay Out Time (POT)*

Pay out time adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan dilakukan dengan membagi *capital investment* dengan *profit* sbelum dikurangi depresiasi. *Pay out time* pada pabrik MTBE ini adalah selama 1 tahun.

c. *Shut Down Point (SDP)*

Shut down point adalah titik atau saat penentuan suatu aktifitas produksi dihentikan. *Shut down point* pada pabrik ini sebesar 0,23%.

d. *Total Production Cost (TPC)*

TPC (*Total Production Cost*) adalah sebesar Rp 5,130,538,594,098. Adapun dasar perhitungan diambil dari buku Peter dan Timmerhouse, 2003 sebagaimana dijelaskan pada Tabel 4.4 berikut ini :

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		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

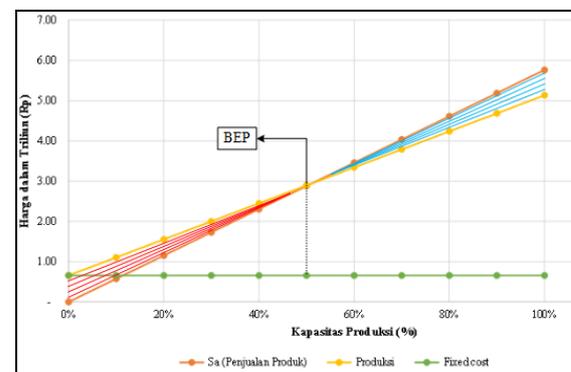
General Expenses (GE)		
Administrative Costs	10% OL	344,700,000
Distribution and Marketing Costs	2% TCP	102,610,771,881
Research and Development Costs	3% TCP	153,916,157,822
Total General Expenses		256,871,629,704

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 :

$$\begin{aligned} \text{TPC} &= \text{MC} + \text{GE} \\ \text{TPC} &= \text{Rp } 4,001,475,403,396 + 0,17 \\ &\quad \text{TPC} + 344,700,00 + 0,05 \text{ TPC} \\ 0,22 \text{ TPC} &= 4,001,820,103,396 \\ \text{TPC} &= \text{Rp } 5,130,538,594,098. \end{aligned}$$

e. *Break Event Point (BEP)*

BEP adalah kondisi dimana jika pabrik berhasil menjual sebagian produk dari kapasitas produknnya, pabrik tidak mendapat keuntungan maupun kerugian. Pada pendirian pabrik ini pabrik akan mengalami keuntungan setelah pabrik memiliki kapasitas produksi diatas 50%, karena BEP diperoleh pada titik tersebut.

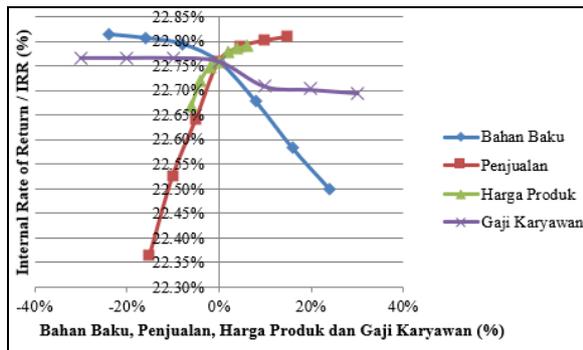


Gambar 4.3 Break Even Point (BEP)

f. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh perubahan persentase bahan baku, investasi, penjualan dan kapasitas produksi terhadap nilai *Internal Rate of Retrurn (IRR)* dalam perhitungan ekonomi pra-rancangan pabrik

ini dengan metode *trial and error*. Gambar 4.4 menunjukkan hasil analisis sensitivitas.



Gambar 4.4 Analisis Sensitivitas

Dari Gambar F.1 diatas terlihat bahwa parameter volume penjualan, harga produk dan kapasitas pabrik berpengaruh terhadap ekonomi dari pabrik. Kapasitas pabrik dan harga produk memperlihatkan trane peningkatan yang tajam ketika terjadi perubahan kapasitas dan harga sedikit saja. Sementara untuk volume penjualan juga memiliki trane peningkatan yang signifikan tetapi sedikit lebih landai dari dua lainnnya.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kapasitas pabrik MTBE (Metil Tert Butil Eter) yang akan dibangun adalah sebesar 280,000 ton/tahun. Pada tugas khusus perancangan menara destilasi pemisahan metanol dan TBA didapat menara dengan tinggi 13,7636 m dengan diameter 2,2673 m dengan jenis *sieve tray*. TCI adalah sebesar Rp 673,166,879,525 (\$ 45,893,569) dengan nilai FC sebesar Rp 330,911,869,892 (\$ 22,450,151). Nilai dari BEP pada pabrik MTBE yang akan dibangun adalah 50 % dengan kapasitas produksi awal sebesar 60 %. Lokasi pabrik terpilih adalah di daerah Bukit Batu, Kecamatan Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau dengan maksud pembukaan lapangan kerja baru dan peningkatan ekonomi masyarakat.

5.1 Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan alternatif lain yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan MTBE serta pemaksimalan penggunaan MTBE dan pemanfaatan produk samping yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Nelson, E. C., Lagrangeville, N. Y., Storm, D. A., Montvale, N. J., Patel M. S., dan Hudson, C. O., 1990, *Preparation of MTBE From TBA and Methanol*, 4, 918, 244.
- Pecci, G., and Floris, T., 1977, "Ether Up Antiknock of Gasoline", *Hydrocarbon Processing*, Desember Kadita, F. D. 2016. Produksi Bioetanol Menggunakan Ragi Komersial *New Aule Instant Dry Yeast* pada Media Molases Secara *Fed-Batch*. *Skripsi*. Universitas Jember.
- Peter, M.S., Timmerhouse, K.D, And West, R.E. 2003. *Plant Design and Economic for Che,ical 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 Eksopolisakarida Mikroalga *Porphyridium cruentum* yang Berpotensi Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 24-34.