

PRARANCANGAN PABRIK 1-HEXANA DARI ETILEN MENGGUNAKAN PROSES ALPHAHEXOL DENGAN DISAIN ALAT UTAMA MENARA DISTILASI O-XYLENE

Angela Marici Lisda Elfriyani Situmorang¹⁾, Padil²⁾

¹⁾angela.marici2061@student.unri.ac.id, ²⁾fadilpps@yahoo.com

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²⁾Dosen Teknik Kimia

Laboratorium Perancangan Produk

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam

Pekanbaru, 28293

ABSTRAK

1-Hexene is a raw material in plastic production and classified as a linear alpha olefin compound. 1-Hexane is produced from the ethylene trimerization process. The use of 1-hexene in the production of High-density polyethylene (HDPE) and linear low-density polyethylene (LLDPE) is one of the co-monomers. The use of 1-hexane in the manufacture of HDPE and LLDPE is about 2 - 4% and 8 - 10% of the co-monomer. HDPE and LLDPE are used as packaging for food and beverages. The need for 1-hexana in Indonesia is increasing over time, but in Indonesia there is no factory to produces 1-hexene. The increasing need for imports will reduce the source of foreign exchange for the country. So that the establishment of the 1-hexene plant can reduce the need for imports and can increase the country's foreign exchange. The main design is an o-xylene tower which functions to separate o-xylene from the mixture. The type of distillation column used is the tray column. The operating conditions at the distillation column are temperature of 204 °C at the top stage and 270 °C bars at the bottom stage with pressure at 4 bar respectively. Plant economic analysis is carried out to determine the feasibility of the factory to be built. Based on the results of the economic feasibility analysis of the factory, the 1-hexana plant is feasible to build with a PBB of 2 years, an IRR of 22.7433%, an ROI of 39.388%, and a BEP of 54%.

Keywords: *1-Hexene, co-monomer, o-xylene, distillation, economic analysis*

1. PENDAHULUAN

1-Hexana memiliki berbagai kegunaan sebagai bahan baku dalam produksi plastik dan tergolong ke dalam senyawa *linear alpha olefin*. Olefin adalah nama umum yang digunakan untuk senyawa alkena dimana terdapat ikatan rangkap pada salah satu atom C. *Linear alpha olefin* mengacu pada senyawa alkena yang tidak bercabang dan memiliki ikatan ganda pada atom karbon pertama atau '*alpha*' dalam rantai karbon (Arthur, 2013). *Linear alpha olefin* memiliki berbagai kegunaan sebagai bahan baku dalam produksi plastik. Adapun

senyawa yang tergolong kedalam *linear alpha olefin* adalah *1-butene*, *1-hexana*, *1-heptene* dan *1-octene*.

1-Hexana dihasilkan dari proses trimerisasi etilen. Senyawa ini digunakan sebagai *co-monomer* dalam produksi polietilen. Pemanfaatan 1-hexana dalam produksi *High-density polyethylene* (HDPE) dan *linear low-density polyethylene* (LLDPE) adalah sebagai salah satu *co-monomer*. Penggunaan 1-hexana didalam pembuatan HDPE dan LLDPE adalah sekitar 2-4% dan 8-10% dari *co-monomer*. Selain itu, 1-hexana juga digunakan sebagai *co-monomer* dalam

pembuatan pelumas karena memiliki berat molekul yang rendah serta fleksibilitas yang tinggi. HDPE dan LLDPE digunakan sebagai kemasan untuk makanan dan minuman, karena memiliki sifat tidak bereaksi dengan makanan atau minuman yang dikemasnya (Pharm Chemical, 2019). Contoh produk yang dihasilkan dari HDPE seperti PVC, ember, galon, gelas plastik, dan sebagainya. Sedangkan produk yang dihasilkan dari LLDPE seperti kantong plastik, *plastic warp*, tutup botol, pipet dan sebagainya (Liege, 2019)

Pada saat ini Indonesia masih mengimpor 1-hexana, sehingga dengan pendirian pabrik 1-hexana dapat mengurangi kebutuhan Impor. Pendirian pabrik 1-hexana juga dapat menjadi salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan bagi pabrik yang bergerak di bidang industri polietilen, pelumas, dan heptanol.

1-Hexana merupakan bahan kimia yang digunakan dalam produksi polietilen, pembuatan pelumas, pembuatan surfaktan dan alkohol. Permintaan senyawa ini sangat tinggi di Amerika Utara, Eropa Barat dan Asia, termasuk Indonesia. Saat ini hanya ada beberapa pabrik yang memproduksi 1-hexana, diantaranya adalah Axens, Mitsui Chem dan lain-lain.

Data yang didapat dari Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa kebutuhan 1-hexana di Indonesia semakin lama semakin meningkat, namun di Indonesia belum terdapat pabrik yang memproduksi 1-hexana. Sehingga kebutuhan bahan baku ini mengalami peningkatan signifikan di tahun 2018 yang mencapai sebesar 2.459.471 kg/tahun. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia masih mengimpor 1-hexana dari negara lain seperti Eropa, Cina, dan Amerika. Meningkatnya kebutuhan Impor akan mengurangi sumber devisa negara.

Sehingga dengan pendirian pabrik 1-hexana dapat mengurangi kebutuhan impor dan dapat menambah devisa negara.

Berdasarkan uraian di atas, maka di Indonesia perlu didirikan pabrik 1-hexana. Praperancangan pendirian pabrik 1-hexana merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan produksi bagi pabrik yang bergerak di bidang industri polietilen, pelumas, surfaktan dan alkohol. Selain itu pendirian pabrik ini dapat dijadikan sebagai upaya untuk meningkatkan daya guna etilen di Indonesia. Selain itu, pendirian pabrik 1-Hexana ini juga dapat membuka lapangan kerja sehingga dapat mengurangi pengangguran.

Pabrik 1-hexana direncanakan akan didirikan di daerah kawasan industri Pertamina RU II Dumai, Kota Dumai, Riau pada tahun 2025 dengan kapasitas pabrik sebesar 100.000 ton/tahun. Kawasan ini sangat mendukung untuk distribusi produk ke daerah-daerah yang menggunakan 1-hexana sebagai bahan baku yaitu perusahaan plastik terutama di daerah Sumatera. Selain itu, daerah dumai sangat berpotensi untuk menunjang kelancaran distribusi bahan baku yang berasal dari dari PT. Lotte Chemical Titan, Johor, Malaysia.

2. BAHAN DAN URAIAN PROSES

2.1 Bahan Baku dan Bahan Penunjang Proses

2.1.1 Etilen

Etilen adalah bentuk paling sederhana dari *olefins* yang mengandung ikatan rangkap dua antara atom karbon. Rumus kimia untuk etilen adalah C_2H_4 . Etilen adalah kimia organik yang paling banyak digunakan di dunia. Produk turunan dari etilen yaitu *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE), *High Density Polyethylene* (HDPE), dan *Styrene Monomer* (SM). Berikut merupakan spesifikasi dari etilen :

Tabel 1.2 Spesifikasi Etilen

Karakteristik	Satuan	Nilai
Etilen	Vol %	> 99,90
C1	Vol%	< 0,1
C3 + C4	ppm vol	< 10
Asetilen	ppm vol	< 5
Hidrogen	ppm vol	< 5
CO	ppm vol	< 2
CO ₂	ppm vol	< 5
Oksigen	ppm vol	< 2
H ₂ O	ppm vol	< 2

2.1.2 Katalis

Katalis yang digunakan pada proses ini adalah katalis cair berbasis kromium sehingga katalis yang kami pilih adalah kromium (III) 2-etilheksanoat (C₂₄H₄₅CrO₆). Berikut spesifikasi bahan :

Tabel 1.3 Spesifikasi Kromium (III) 2-etilheksanoat

Karakteristik	Nilai
Berat Molekul	481,62
Warna	Hijau
Kemurnian	65-70%
Wujud	Cairan
Titik Nyala	110 °C
Titik Didih	265 °C
Densitas	1,01 g/cm ³

2.1.3 Kokatalis

Katalis yang digunakan pada proses ini adalah 2-phenylphenol. Rumus kimia untuk 2-phenylphenol adalah C₁₂H₁₀O. Berikut spesifikasi bahan :

Tabel 1.4 Spesifikasi 2-Phenylphenol

Karakteristik	Nilai
Berat Molekul	170,21
Warna	Merah muda
Kemurnian	99 %
Wujud	Kristal
Titik Nyala	124 °C
Titik Didih	286 °C
Titik Leleh	59 °C
Densitas	1,213 g/cm ³

2.1.4 Aktivator

Aktivator yang digunakan pada proses ini adalah berbasis aluminium sehingga kami memilih untuk memakai trietilaluminium. Rumus kimia untuk trietilaluminium adalah C₆H₁₅Al. Berikut spesifikasi bahan :

Tabel 1.5 Spesifikasi Trietilaluminium

Karakteristik	Nilai
Berat Molekul	114,16
Warna	Tidak berwarna
Wujud	Cairan
Titik Nyala	110 °C
Titik Didih	- 53 °C
Titik Leleh	- 46,1 °C
Densitas	0,832 g/cm ³

2.1.5 Pelarut

Pelarut yang digunakan pada proses ini adalah *o-xylene*. *O-xylene* atau C₈H₁₀ dengan 106,16 g/mol merupakan cairan tidak berwarna, berbau aromatik dan tidak larut di dalam air. Berikut spesifikasi bahan :

Tabel 1.6 Spesifikasi *O-xylene*

Karakteristik	Nilai
Specific Gravity, 15.5 °C	0,885
<i>Ortho Xylene</i>	> 98 wt%
Non – aromatics	< 1 wt%
Cumene	< 0,5 wt%
Styrene	< 0,1 wt%
Total Sulfur	< 1 ppm wt

2.2 Uraian Proses AlphaHexol

Untuk memproduksi 1-hexana dengan kemurnian tinggi yang cocok untuk kopolimer-kopolimer dalam produksi *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE) dengan proses AlphaHexol yang dikembangkan oleh IFP dan berdasarkan trimerisasi etilen. Proses AlphaHexol melibatkan oligomerisasi gas etilen dengan kemurnian tinggi dan menggunakan katalis homogen.

Bahan baku berupa etilen, katalis dan pelarut diumpakan ke dalam reaktor dengan kondisi operasi pada temperatur 140⁰C pada tekanan 30 bar. Reaktor berfungsi untuk mengkonversi etilen menjadi 1-hexana dan 1-oktena dengan menggunakan *chromium (III) 2-ethylhexanoate* sebagai katalis dan *o-xylene* sebagai pelarut. Keluaran reaktor berupa etilen yang tidak bereaksi, kromium (iii) 2-etilheksanoat, *o-xylene*, 1-hexana, 1-oktena, 1-dekena, dan 1-dodekena, kemudian dialirkan ke unit *catalyst removal*.

Kondisi operasi unit ini berada pada temperatur 194⁰C pada tekanan 5 bar di *top stage* dan temperatur 216⁰C pada tekanan 5 bar di *bottom stage*. *Bottom product* dari unit *catalyst removal* berupa katalis sisa, yaitu *chromium (III) 2-ethylhexanoate*. *Top product* berupa etilen yang tidak bereaksi, *o-xylene*, 1-hexana, 1-oktena, 1-dekena, dan 1-dodekena. *Top product* dari unit *catalyst removal* dialirkan ke dalam *ethylene removal* yang berupa kolom destilasi untuk memisahkan etilen yang tidak bereaksi yang merupakan *top product* dan akan di *recycle* ke dalam reaktor. Kondisi operasi unit ini berada pada temperatur -75⁰C pada tekanan 4 bar di *top stage* dan temperatur 185⁰C pada tekanan 4 bar di *bottom stage*.

Top product dari *ethylene removal* berupa etilen yang tidak bereaksi dan sedikit 1-hexana. Sedangkan, pada *bottom product* berupa sedikit etilen yang tidak bereaksi, *o-xylene*, 1-hexana, 1-oktena, 1-dekena, dan 1-dodekena. dialirkan ke C6 *tower*. C6 *tower* menggunakan kolom destilasi yang berfungsi untuk memisahkan 1-hexana dari 1-oktena, 1-dekena, 1-dodekena dan pelarut. Kondisi operasi unit ini berada pada temperatur 102⁰C pada tekanan 3 bar di *top stage* dan

temperatur 186⁰C pada tekanan 3 bar di *bottom stage*.

Top product dari C6 *tower* berupa 1-hexana yang merupakan produk utama dalam proses AlphaHexol dengan sedikit 1-oktena dan etilen yang tidak bereaksi. Sedangkan *bottom product* berupa *o-xylene* 1-oktena, 1-dekena, dan 1-dodekena dibawa ke C8 *tower* untuk dipisahkan. Kondisi operasi unit ini berada pada temperatur 152⁰C pada tekanan 2 bar di *top stage* dan temperatur 172⁰C pada tekanan 2 bar di *bottom stage*. *Top product* dari C8 *tower* berupa 1-oktena merupakan produk samping dari proses ini dengan sedikit *o-xylene*. Sedangkan *bottom product* berupa *o-xylene* akan di *recycle* kembali ke dalam reaktor.

3. METODOLOGI

Adapun langkah-langkah dalam perancangan pabrik 1-hexana 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 jaringan 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 system pengendalian dan instrumentasi proses yang dibutuhkan dalam pabrik.
6. Analisa dan disain alat utama
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 pemelihan 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 dan kemudian menghitung parameter kelayakan yaitu, *Return on Investment* (ROI), *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. Disain Alat Utama Menara Destilasi O-xylene

Distilasi yang dirancang merupakan *O-xylene Tower*. Distilasi ini digunakan untuk memurnikan pelarut yang akan di recycle kembali ke *feed* sehingga pelarut yang digunakan bebas dari zat yang tidak diinginkan. Tahap pemisahan pelarut bertujuan untuk membersihkan aliran pelarut agar dapat mencegah akumulasi olefin rantai panjang yang tidak diinginkan di dalam reaktor.

Top product dari o-xylene tower berupa distilat cair yang sebagai besar terdiri dari o-xylene dialirkan ke dalam pendingin untuk menyesuaikan suhu pada mixing tank. *Bottom product* dari unit ini berupa 1-dekena dan 1-dodekena dialirkan ke tangki rotary kiln sebagai bahan bakar. 1-Dekana dan 1-dodekana disimpan dalam tangki rotary kiln.

Perancangan destilasi o-xylene dilakukan atas beberapa tahapan, yaitu :

1. Menentukan tipe kolom destilasi
2. Menentukan bahan konstruksi destilasi

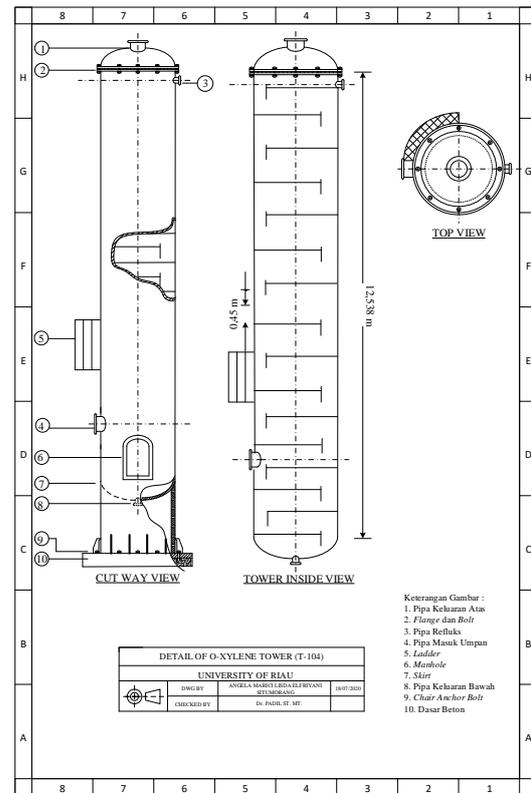
3. Menentukan kondisi operasi
4. Menentukan dimensi kolom destilasi
5. Mendisain perpipaan dan *nozzle*
6. Menghitung tebal isolasi menara destilasi
7. Mendisain peralatan penunjang menara destilasi yaitu *skirt support*, *anchor bolt*, *anchor bolt chair*, *base ring*
8. Menentukan *manhole*

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

Tabel 4.1 Spesifikasi Menara Destilasi

SPESIFIKASI MENARA DISTILASI		
Menara Destilasi O-xylene	Kode	T-104
	Fungsi	memisahkan o-xylene dari campuran (katalis, 1-dekena, dan 1-dodekena)
<i>Operating Data</i>		
Temperatur Operasi	210 °C	
Tekanan Operasi	4 Bar	
Laju Alir Distilat	88420,57949 kg/jam	
Laju Alir Bottom	2343,318742 kg/jam	
MATERIAL DAN DESAIN		
Jenis Shell	<i>Cylindrical Shell</i>	
Material	<i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>	
Tegangan diizinkan, (f)	13700 psi	
Efisiensi Sambungan (E)	0,8	
Faktor Korosi (C)	0,125 in	
Diameter Dalam (ID)	112,353 in	2,854 m
Diameter Luar (OD)	114 in	3,658 m
Tinggi (H)	493,622 in	12,538 m
Tebal <i>Shell</i> (ts)	0,5 in	0,0127 m
Tekanan <i>Design</i>	63,8167 psi	4 bar
Tebal <i>Head</i> (th)	0,75 in	0,01905 m
Sf	3 in	0,0762 m
Icr	6,875 in	0,175 m
Tinggi <i>head</i> (OA)	23,457 in	0,596 m
PLATE	TOP	BOTTOM
Downcomer Area	0,772 m ²	0,767 m ²
Active Area	4,886 m ²	4,857 m ²
Hole Diameter	5 mm	5 mm
Hole Area	0,488 m ²	0,488 m ³
Tinggi Weir	40 mm	
Jumlah Plate	17 <i>plate</i>	
Tebal Plate	5 mm	
Jenis Aliran	<i>Single Pass</i>	
Jumlah hole	24758 Lubang	

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 dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Pendukung

Ukuran <i>Nozzle</i>		
Pipa <i>Feed</i> , IPS	6 in	
Pipa Keluaran Atas, IPS	6 in	
Pipa Keluaran Bawah, IPS	1 in	
Pipa Refluks, IPS	3 in	
<i>Flange Pada Sambungan Head Dengan Shell</i>		
Material <i>Flange</i>	SA 283 Grade C	
Tegangan dari Material <i>Flange</i>	17.000 psi	
Diameter Luar <i>Flange</i> (A)	115,046 in	2,922 m
Diameter Dalam <i>Flange</i> (B)	114 in	2,896 m
Tebal <i>Flange</i>	4,37 in	0,111 m
Material Gasket	<i>Asbestos Composition</i>	
Lebar Gasket	0,5625 in	0,0143 m
Diameter Gasket	114,5625 in	2,91 m
Material Baut	SA 193 Grade B6	
Tegangan dari Material Baut	20.000 psi	
Ukuran Baut	1,625 in	0,0413 m
Jumlah Baut	8 buah	

<i>Manhole</i>		
Diameter Manhole	20 in	0,508 m
Ketebalan Cover Plate	0,5 in	0,0127 m
Bolting-flange after finishing	0,125 in	0,003175 m
Ketebalan Manhole	0,5 in	0,0127 m
Ukuran Fillet Weld A	0,1875 in	0,00476 m
Ukuran Fillet Weld B	0,5 in	0,0127 m
Approx Radius, R	0,5 in	0,0127 m
Width of Reinforcing Plate	63 in	1,6 m
Diameter Bolt Circle (DB)	30,25 in	0,768 m
Diameter of Cover Plate	32,75 in	0,832 m
PENYANGGA MENARA DISTILASI		
Jenis Penyangga	<i>Skirt</i>	
Diameter Luar Skirt (OD)	134,95 in	3,43 m
Tebal Skirt	1 in	0,0254 m
Ukuran Baut	1,625 in	0,0413 m
Lebar Base Ring	3,75 in	0,095 m
Ketebalan Base Ring	1,2 in	0,0305 m

5. Analisa Kelayakan Ekonomi

5.1 Plant Cost Estimation

Plant Cost Estimation merupakan perkiraan ekonomi pendirian suatu pabrik dari awal konstruksi hingga beroperasi. Modal investasi yang dibutuhkan dalam pendirian pabrik diperoleh dari investor, dengan perkiraan 40% modal berasal dari investor dan 60% merupakan modal pinjaman yang berasal dari bank.

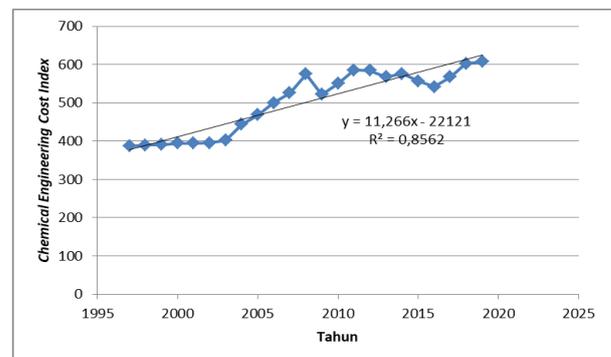
5.1.1 Modal Investasi Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Fixed Capital Investment (FCI) merupakan modal yang digunakan untuk penyediaan fasilitas pabrik. FCI terbagi menjadi dua, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung. FCI yang diperoleh sebesar Rp 405.695.614.656. Dimana biaya langsung sebesar Rp 259.194.420.475 dan biaya tidak langsung sebesar Rp 146.501.194.181.

Biaya langsung merupakan biaya yang terlibat secara langsung dengan material dan tenaga kerja. Adapun biaya langsung terdiri dari biaya pembelian alat, *instalation equipment and painting, piping, electrical system, building, service facilities, yard Improvement*, dan *land*. Sedangkan biaya tidak langsung terdiri dari

engineering and supervision, legal expenses, construction expenses, dan kontingensi.

Biaya peralatan pada tahun pendirian pabrik ditentukan dengan menggunakan indeks harga *chemical engineering plant cost* dengan pertimbangan bahwa perancangan pabrik yang berbasis kimia atau proses – proses terbaru sesuai dengan indeks *chemical engineering plant cost*. Untuk mengetahui indeks harga pada tahun 2020, digunakan metode regresi *linear*, pada regresi ini diplotkan data nilai cost indeks dari tahun 1997-2019 yang dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Regresi Linear dari Tahun 1997-2019

Berdasarkan metode regresi linear dapat diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$y = 11,266x - 22121$$

Dengan memasukkan nilai x, diperoleh indeks pada tahun selanjutnya dengan persamaan :

Tabel 5.1 Regresi Linear *Chemical Engineering Plant Cost Index*

No	Tahun	Indeks
1	2020	636,32
2	2021	647,586
3	2022	658,852
4	2023	670,118
5	2024	681,384
6	2025	692,65

Perkiraan harga alat pada tahun 2025 dihitung dengan persamaan :

$$Cp = Co \frac{Ip}{Io} \left[\frac{Vp}{Vo} \right]^n$$

Sehingga didapatkan total harga peralatan Rp 74.481.155.309.

5.1.2 Working Capital Investment (WCI)

Working capital investment merupakan jumlah biaya yang harus dikeluarkan setelah pabrik berdiri dan mulai beroperasi, seperti listrik, gaji karyawan, dana sosial dan sebagainya. Pada industri kimia perhitungan WCI adalah 10 - 20% dari biaya *fixed capital investment* (Peters, et al., 2003). Rentang yang digunakan 15% dari biaya *fixed capital investment*, sehingga biaya *working capital investment* adalah Rp 71.593.343.763.

5.2 Production Estimation Cost

Biaya produksi total adalah biaya keseluruhan yang dikeluarkan pada pengeluaran bahan baku menjadi produk hingga pemasaran. Biaya produksi total diperoleh dengan menjumlahkan *manufacturing cost* dan *General Expenses*. Total biaya *manufacturing* adalah Rp 2.147.862.151.543/tahun dan total biaya *general expenses* yang dibutuhkan adalah Rp 349.651.978.158/tahun. Sehingga didapatkan total biaya produksi pada pabrik 1-hexana dari etilen adalah Rp 2.497.514.129.702.

5.3 Analisa Kelayakan Ekonomi Pabrik

Adapun analisis kelayakan suatu pabrik layak didirikan dilakukan melalui perhitungan *pay back period*, *internal rate of return*, *return of investment*, *Break even point*, dan analisis sensitivitas.

4.3.1 Pay Back Period (PBB)

Pay back period (PBB) menunjukkan seberapa cepat suatu proyek dapat mengembalikan investasi awalnya.

Nilai ini diperoleh dari perbandingan antara investasi total pabrik yang dikurangi modal kerja yang terdapat pada aliran kas masuk (*cash flow*). Pabrik 1-Hexana dari Etilen memiliki PBB sebesar 2 tahun, nilai PBB dihitung menggunakan persamaan:

$$PBB = \frac{0,85TCI}{\left(\frac{ROI}{100} TCI + \frac{0,85 * TCI}{N} \right)}$$

5.3.2 Internal Rate of Return (IRR)

Internal rate of return (IRR) merupakan tingkat suku bunga proyek dalam jangka waktu tertentu, jika digunakan untuk mencari harga saat ini maka nilai dari penerimaan dan pengeluaran akan sama dengan jumlah investasi yang ditanam. Pada pabrik 1-hexana dari etilen, nilai IRR sebesar 22,7433%. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai IRR adalah:

$$IRR = i_1 + \left[\frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \right] (i_2 - i_1)$$

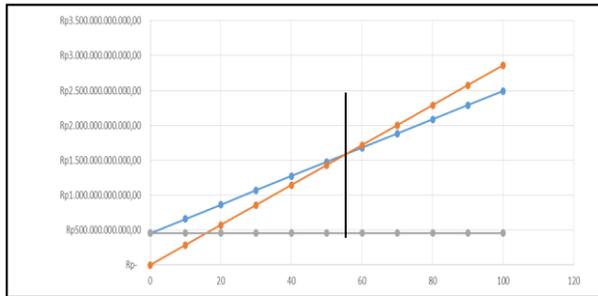
5.3.3 Return of Investment (ROI)

Return of investment (ROI) merupakan pengembalian modal tiap tahun. ROI menjadi dasar penentuan kelayakan pabrik paling sederhana, pada pabrik 1-hexana didapat nilai ROI adalah 39,388%. Persamaan yang digunakan untuk menghitung ROI adalah,

$$ROI = \frac{\text{laba bersih pertahun}}{TCI}$$

5.3.4 Break Even Point (BEP)

Break even point merupakan titik dimana hasil produksi tidak memberikan keuntungan akan tetapi juga tidak memberikan kerugian (titik impas). Pada pabrik 1-Hexana nilai BEP adalah 54%. Adapun grafik BEP terdapat pada Gambar 5.2



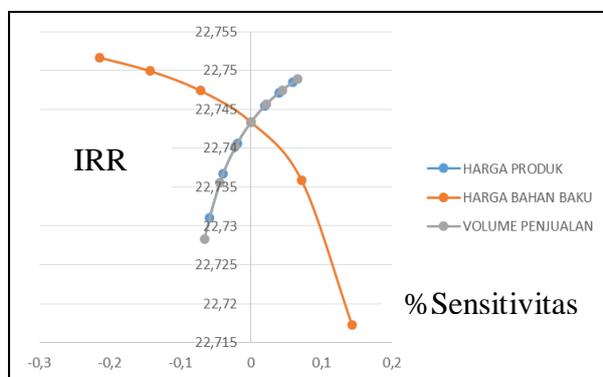
Gambar 5.2 BEP Pabrik 1-Hexana

5.3.5 Analisis Sensitivitas

Analisis Sensitivitas bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh perubahan persentase bahan baku, investasi, penjualan dan kapasitas produksi terhadap nilai IRR dan *Cash Net Present Value*. Menurut Gittinger (1993), rumus yang digunakan untuk menghitung laju kepekaan adalah:

$$\text{Laju sensitivitas} = \frac{\frac{X_1 - X_0}{X_r} \times 100\%}{\frac{Y_1 - Y_0}{Y_r} \times 100\%}$$

Adapun grafik sensitivitas dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Analisis Sensitivitas Terhadap IRR

Berdasarkan Gambar 5.3, semakin besar perubahan harga jual produk dan perubahan volume penjualan maka nilai IRR akan semakin meningkat. Sedangkan harga produk yang menurun menyebabkan IRR mengalami penurunan. Dari analisis ekonomi yang telah dilakukan, maka didapatkan data yang terdapat pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Analisis Kelayakan

Keterangan	Batasan	Hasil Perhitungan
<i>Pay back period</i>	Maks.5 Tahun (Resiko rendah)	1,98 Tahun
<i>Internal Rate of Return</i>	Diatas RRR (22,55%)	22,74%
<i>Return of Investment</i>	Min. 11% (Resiko rendah)	39,39%
<i>Break even point</i>	40-60%	54%

Berdasarkan Tabel 5.2, dapat diambil kesimpulan bahwa pendirian pabrik 1-hexana dari etilen dengan kapasitas 100.000 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Dari hasil prarancangan Pabrik 1-Hexana dapat disimpulkan bahwa Disain alat utama pada prarancangan pabrik ini berupa *O-xylene Tower* yang berfungsi untuk memisahkan *o-xylene* dari campuran (katalis, 1-dekena, dan 1-dodekena). Jenis distilasi yang digunakan adalah *tray column*.

Berdasarkan hasil analisis ekonomi, pendirian pabrik 1-hexana dari etilen dengan kapasitas 100.000 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya dengan PBB sebesar 2 tahun, IRR sebesar 22,7433%, ROI sebesar 39,388%, dan BEP sebesar 54%. Sehingga pendirian pabrik 1-hexana merupakan dapat memenuhi kebutuhan produksi bagi pabrik yang bergerak di bidang industri polietilen, pelumas, surfaktan dan alkohol. Selain itu pendirian pabrik ini dapat dijadikan sebagai upaya untuk meningkatkan daya guna etilen di Indonesia serta dapat membuka lapangan kerja sehingga dapat mengurangi pengangguran.

6.1 SARAN

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep – konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia. Produk 1-hexana dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Author, A., W. Madden, R. Percy, E. Soliman, 2013, *Ethylene to Linear Alpha Olefins (1-Hexana and 1-Octene)*, Amerika Serikat: Universitas Pennsylvania.
- Ballal, G., 2012, *1-Hexana Production by Axens AlphaHexol Process*, California: Process Economics Program.
- Brown, G. G., 1950, *Unit Operations, Modern Asia Edition*, New York, John Wiley and Sons, Inc.
- Brownell, L. E., and Young, E. H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley & Sons, Inc : USA.
- Coulson, J. M. and Richardson, J. F., 1999, *Chemical Engineering Design*, New York, Pergamon Press Inc.
- Fogler, H. S., 1999, *Element of Chemical Reaction Engineering*, London, Prentice Hall International.
- Foust, A. A., 1980, *Principles of Unit Operation 2nd edition*, New York, John Wiley And Sons Inc.
- Froment, F. Gilbert dan Bischoff, B. Kenneth, 2010, *Chemical Reactor Analysis and Design*, United States of Amerika, John Wiley & Sons, Inc.
- Geankoplis, C. J., 1993, *Transport Processes and Unit Operation, 3rd ed*, Prentice-Hall International : New Jersey.
- Hesse, H. c., Rushton, J. H., 1945, *Process Equipment Design*, New Jersey, D. Van Nostrand Company.
- HIS Markit, 2019, [ihsmarkit.com/research-analysis/us-ethylene-prices-in-q2-2019-where-have-all-the-trades-gone.html](https://www.hisemarkit.com/research-analysis/us-ethylene-prices-in-q2-2019-where-have-all-the-trades-gone.html) diakses tanggal 04 Agustus 2020.
- Klemps, C., 2009, *Selective Oligomerization of Ethylene with Chromium Complexes: Theoretical and Experimental Study Combined and Extensions to Other Metals*, Prancis: Ouvettes.
- Kern, D. Q., 1969, *Process Heat Transfer*, New York, McGraw-Hill.
- Liege, X., 2019, *Axens Technologies To Support Polyethylene Business*, Axens Solutions.
- Perry, H. Robert dan Green. W. Don, 2007, *Chemical Engineering Handbook*, New York, McGraw-Hill.
- 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.
- PT. Chandra Asri Petrochemical, 2010, *Ethylene Specification*.
- Walas, M. S., 1988, *Chemical Process Equipment Selection and Design, 3rd edition* London, Betterworth-Heinemann.
- Yaws, C. L., 1999, *Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals*, New York, McGraw-Hill