PRARANCANGAN PABRIK MONONITROTOLUENA DARI TOLUENA DAN ASAM CAMPURAN DENGAN PROSES KONTINYU KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Disusun sebagai salah satu menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik

Disusun oleh:

Tiara Nurazizah

D500120076

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

PRARANCANGAN PABRIK MONONITROTOLUENA DARI TOLUENA DAN ASAM CAMPURAN DENGAN PROSES KONTINYU KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

TIARA NURAZIZAH

D 500 120 076

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing

Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D

NIK. 664

HALAMAN PENGESAHAN

PRARANCANGAN PABRIK MONONITROTOLUENA DARI TOLUENA DAN ASAM CAMPURAN DENGAN PROSES KONTINYU KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

OLEH

TIARA NURAZIZAH

D 500 120 076

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Jum'at, 19 Mei 2017

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Ir. Haryanto A.R, M.S (.....)
   (Ketua Dewan Penguji)
2. Ir.Nur Hidayati, M.T., Ph.D (.....)
   (Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D (.....)
   (Anggota II Dewan Penguji)

Dekan Fakultas Teknik

Ir. H. Sri Sunarjono. M.T., Ph.D

NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetauan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 31 Juli 2017

Penulis

TIARA NURAZIZAH

D 500 120 076

PRARANCANGAN PABRIK MONONITROTOLUENA DARI TOLUENA DAN ASAM CAMPURAN DENGAN PROSES KONTINYU KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

ABSTRAK

Perancangan pabrik mononitrotoluena (MNT) dengan bahan baku toluena dan asam campuran dengan menggunakan asam sulfat sebagai katalisnya ini akan direncanakan beroperasi selama 330 hari/tahun dengan jumlah karyawan 213 orang. Pabrik dengan luas area sebesar 14.223,29m^2 ini direncanakan dibangun pada tahun 2020 di lokasi industri Cilacap, Provinsi Jawa Tengah yang berdekatan dengan Pertamina UP IV dan PT Multi Nitrotama Kimia di Cikampek sebagai penyedia bahan baku. Proses pembuatan MNT berlangsung pada fase cair dengan menggunakan reaktor *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) dengan kondisi tekanan pada 1 atm dan suhu 50ºC. Reaksi berlangsung secara eksotermis, searah, dan non adiabatis.

Kebutuhan bahan baku pada pembuatan MNT ini yaitu toluena sebesar 2.176,39 kg/jam, HNO_3 sebesar 2.176,39 kg/jam, H_2SO_4 sebesar 27,70 kg/jam. Utilitas meliputi penyediaan air diperoleh dari air sungai. Total air make up yang digunakan 994,39 kg/jam,untuk *steam* sebesar 3.722,32 kg/jam, listrik sebesar 330 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 216,42 L/jam, penyediaan udara tekan sebesar 57,8 m^3/jam.

Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dengan modal tetap Rp. 318.621.055.924 dan modal kerja Rp. 33.825.351.324, menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp. 127.623.848.688 pertahun, setelah dipotong pajak 25%, keuntungan mencapai Rp. 95.717.886.516 pertahun. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 40,06% dan setelah pajak 30,04%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,00 tahun dan setelah pajak 2,50 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 45,65% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 25,3%. Dari data anlisis kelayakan di atas disimpulkan, pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan.

Kata kunci: mononitrotoluena, toluena, asam nitrat, asam sulfat, CSTR

ABSTRACT

The design of the mononitrotoluene (MNT) plant with the raw material of toluene and mixed acid using sulfuric acid as its catalyst will be planned to operate for 330 days / year with 213 employees. The factory with an area of 14,223.29 sqm is planned to be built in 2020 at Cilacap industrial site, Central Java province adjacent to Pertamina UP IV and PT Multi Nitrotama Kimia in Cikampek as raw material provider. The MNT manufacturing process takes place in the liquid phase using a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)

reactor under pressure conditions at 1 atm and 50ºC. The reaction takes place in an exothermic, unidirectional, and non adiabatic direction.

The need of raw material in MNT manufacture is toluene 2.176,39 kg / hour, HNO3 equal to 2.176,39 kg / hour, H2SO4 equal to 27,70 kg / hour. Utilities include the provision of water obtained from river water. Total make-up water used 994,39 kg / hour, for steam of 3.722,32 kg / hour, 330 kW of electricity as reserves, 216,42 L / h of fuel, compressed air supply of 57.8 m3 / hr.

From the economic analysis conducted on this factory with fixed capital Rp. 318.621.055.924 and working capital Rp. 33.825.351.324, showing profit before tax of Rp. 127.623.848.688 per year, after tax deducted 25%, profit reached Rp. 95.717.886.516 per year. Return On Investment (ROI) before tax 40,06% and after tax 30,04%. Pay Out Time (POT) before tax is 2,00 years and after tax 2,50 years. Break Even Point (BEP) of 45,65% and Shut Down Point (SDP) of 25,3%. From the above feasibility analysis data is concluded, the plant is profitable and feasible to be established.

Keywords: mononitrotoluene, toluene, nitric acid, sulfuric acid, CSTR

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam perkembangan saat ini bidang industri di negara Indonesia mengalami peningkatan salah satunya yaitu industri kimia. Tetapi Indonesia masih banyak mengimpor bahan-bahan kimia dari industri di luar negeri termasuk mononitrotoluena (MNT). Dalam hal ini industri kimia di dalam negeri yang tumbuh pesat akan menimbulkan kondisi di mana industri tersebut tidak hanya dituntut untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun dapat menjadi komoditi ekspor, sehingga dapat menghasilkan pendapatan dan devisa negara.

Salah satu industri yang mempunyai kegunaan penting dan memiliki prospek cerah adalah *aromatic compund* seperti MNT.Produksi MNT ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Indonesia.Selama ini untuk memenuhi MNT di Indonesia dilakukan dengan mengimpor dari Amerika Serikat, Inggris, dan Jerman. Selain itu dengan pendirian pabrik MNT diharapkan dapat menstimulasi tumbuhnya industri-industri baru yang berhubungan dengan nitrotoluena.

Keuntungan pendirian pabrik MNT antara lain ada 4.

a. Meningkatkan devisa Negara.
b. Memacu tumbuhnya industri baru terutama diversifikasi industri MNT.

c. Memenuhi kebutuhan MNT dalam negeri.

1.2. Kapasitas Perancangan

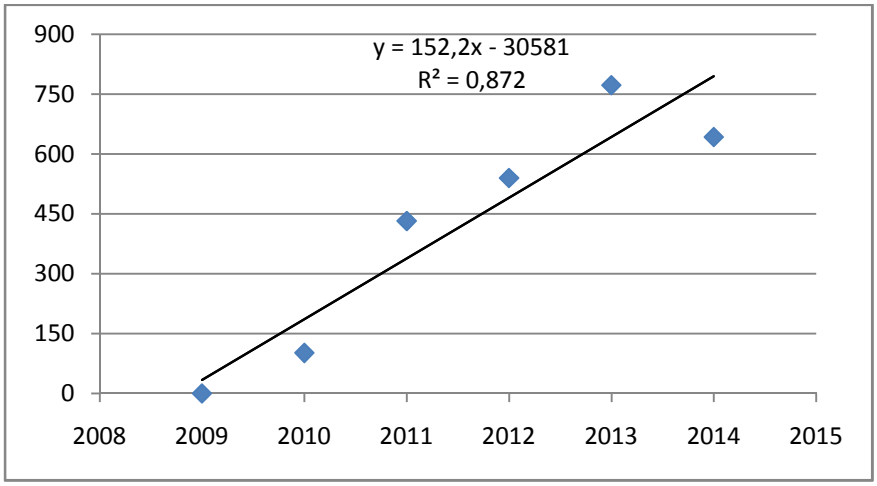
Pada prarancangan pabrik MNT dari toluena dan asam campuran yang akan didirikan pada tahun 2020 ini berkapasitas sebesar 25.000 ton per tahun. Dalam pemilihan kapasitas pabrik MNT ada tiga pertimbangan.

1. Prediksi kebutuhan dalam negeri

   Kebutuhan MNT dalam negeri dapat dilihat dalam data BPS impor dalam jangka waktu 2009-2014. Data impor MNT dari 2009 sampai tahun 2014. Data impor MNT dari 2009 sampai tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data impor MNT tahun 2004-2014

Tahun	Jumlah impor (kg)
2009	1.913.544
2010	101.358
2011	431.66
2012	539.351
2013	771.608
2014	641.976



Gambar 1. Hubungan tahun dengan kebutuhan MNT

Dari Gambar 1. diperoleh persamaan y = 152.2x– 30581

Dimana y adalah kebutuhan MNT dan x adalah tahun, perkiraan kebutuhan MNT pada tahun 2020.

y = 152.2x- 30581

= 152.2(2020)- 30581 =276.863 kg/tahun.

2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku toluena, asam nitrat, dan asam sulfat sudah banyak diproduksi di Indonesia, sehingga keberlangsungan ketersediaan bahan baku terjamin. Mengingat memadainya bahan baku dan tingkat permintaan MNT yang cukup besar, maka sangat prospektif bila didirikan pabrik MNT di Indonesia.

3. Kapasitas pabrik MNT di luar negeri

Pada tahun 1993 pabrik di Amerika Serikat memproduksi MNT sebesar 26.000 ton/tahun. Sedangkan di Jerman dalam kurun waktu 1993-1999 memproduksi MNT kurang lebih sekitar 10.000-50.000 ton/tahun. Salah satu dari pabrik tersebut pada tahun 2000 memproduksi MNT sebesar 34.400 ton/tahun.

Dengan pertimbangan kapasitas minimum dan kebutuhan impor MNT di Indonesia maka diperoleh kapasitas pabrik MNT yang akan berdiri tahun 2020 sebesar 25.000 ton/tahun. Kapasitas yang direncanakan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan mempertimbangkan kapasitas pabrik MNT di luar negeri yang cukup besar, maka selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sisa produk tersebut dappat diekspor ke luar negeri.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik MNT ini terletak di daerah Cilacap, Jawa Tengah. Ketepatan pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan kelangsungan dan perkembangan pabrik tersebut secara teknis dan ekonomis di masa yang akan mendatang.

1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-Macam Proses

1. Nitrasi toluena dengan asam campuran, proses kontinyu.
   a. Volume reaktor yang digunakan untuk proses kontinyu lebih kecil.
   b. Konsentrasi HNO_3 untuk penitrasi lebih rendah. Pada proses *batch* konsentrasi HNO_3 28-32%, sedangkan untuk proses kontinyu konsentrasi HNO_3 1-8%.
   c. Kecepatan reaksi lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena ukuran reaktor lebih kecil sehingga pengadukan lebih efisien.
2. Nitrasi toluena dengan asam campuran dengan proses *batch*.
   a. Pada proses *batch* konsentrasi asam campuran terdiri dari 12-20% H_2O, 28-32% HNO_3,52-56% H_2SO_4.
   b. Toluena dimasukkan nitrator dan didinginkan sampai suhu 25ºC.
   c. Asam campuran ditambahkan dengan perlahan ke permukaan toluena dan suhu reaksi campuran dijaga 25ºC.
3. Nitrasi toluena dengan asam nitrat proses kontinyu

   Dalam proses ini kedudukan asam campuran sebagai asam penitrasi tergantung pada asam nitrat. Proses ini kurang menguntungkan karena dibutuhkan asam nitrat yang berlebihan untuk menghasilkan MNT dalam jumlah yang sama.

1.4.2. Kegunaan Produk

MNT sangat berguna bagi bahan baku pembuatan zat warna sintetik, bahan baku untuk pembuatan busa poliuretan yang merupakan bahan isolasi refrigerator dan pembuatan trinitrotoluena (Kirk dan Othmer, 1996).

2. METODE

2.1. Konsep Proses

Reaksi pembuatan MNT dari bahan toluena dan HNO_3 termasuk dalam reaksi nitrasi yaitu masuknya gugus ($-NO_2$) kedalam molekul yang direaksikan menggantikan atom H.

Reaksi yang terjadi sesuai dengan persamaan 1.1 (Kirk Othmer, 1996).

$$C_6H_5CH_{3(l)} + HNO_{3(l)} \xrightarrow[50^oC.1atm]{H_2SO_4} C_6H_4CH_3NO_{2(l)} + H_2O_{(l)} \text{.....(1.1)}$$

2.2. Tinjauan Termodinamika

Ditinjau dari segi termodinamika, reaksi pembuatan MNT dapat ditentukan dengan menetapkan harga konstanta kesetimbangan reaksi. Dengan persamaan reaksi sesuai dengan persamaan 1.1 (Smith dan Van Ness, 1987).

Tabel 2. Sifat termodinamika bahan baku dan produk

Komponen	$\Delta H^o_{f\ 298}$ (kJ / mol)	$\Delta G^o_{f\ 298}$ (kJ / mol)
C_7H_8	50	122,01
$HNO_{3(l)}$	-135,38	-74,7
$C_7H_7NO_2$	20,8	143
$H_2O_{(l)}$	-240,56	-228,6

Dimana harga ΔH^o_f reaksi pada suhu 298°C adalah (Levenspiel, 1999)

ΔH^o_{reaksi} = $\sum (n\ \Delta H^o_f)_{produk} - \sum (n\ \Delta H^o_f)_{reaktan}$

ΔH^o_{reaksi} = ((-20,8) + (-240,56)) – ((50) + (-135,38)) kJ/mol

= - 134,38 kJ/mol

Sedangkan harga ΔH^o_{reaksi} pada suhu 50°C adalah:

T = 50°C = 323 K

$(\sum \Delta H^o_f)_{produk}$ = $(\sum \Delta H^o_f)_{produk,\ 298} + (\int Cp.dT)_{produk}$

= ((-20,8)+(-240,56)) + (4,7744 + 1,883) kJ/mol

= -213,10 kJ/mol

$(\sum \Delta H^o_f)_{reaktan}$ = $(\sum \Delta H^o_f)_{reaktan,\ 298} + (\int Cp.dT)_{reaktan}$

= ((50) + (-135,38)) + (3,986 + 2,786)kJ/mol

= -78,608 kJ/mol

ΔH^o_{reaksi} = $(\sum (n\ \Delta H^o_f)_{produk} - \sum (n\ \Delta H^o_f)_{reaktan})_{323}$

= (-213,10) – (-78,608) kJ/mol

= -134,49 kJ/mol

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa reaksi pembuatan MNTdari toluenadan asam nitrat merupakan reaksi eksotermis karena harga ΔH^o_f reaksi negatif (Levenspiel, 1999).

Dimana harga ΔG pada suhu 298°C adalah (Smith dan Van Ness, 1987).

ΔG_{298} = -R.T.In K

ΔG_{298} = ∑ ΔGproduk - ∑ ΔG reaktan

ΔG_{298} = ((143) + (-228,60)) – ((122,01) + (-74.6)) kJ/mol

= - 132,91 kJ/mol

= -132910 J/mol

ΔG_{298} = -R.T.In K

-132910 J/mol = - (8,314 J/mol) x (298, K) x (In K)

In K_{298} $= -\frac{-1 \quad \frac{J}{m}}{8,3 \quad \frac{J}{m \quad .K} x\, 2 \quad K}$

In K_{298} = 53,645

K_{298} = 1,984 x 10^{23}

Pada suhu operasi 50^0C = 323 K

$$\text{In } \frac{K}{K} = -\frac{\Delta H}{R} \times (\frac{1}{T} - \frac{1}{T})$$

$$= -\frac{-1 \quad J/m}{8,3 \quad \frac{J}{m \quad .K}} \times (\frac{1}{3} - \frac{1}{2})$$

= -4,1521

$\frac{K}{K}$ = 0,0157

K = (0,0157) x (1,984 x 10^{23}) = 3,114x 10^{21}

2.3. Tinjauan Kinetika

Dari segi kinetika, kecepatan reaksi akan bertambah dengan adanya kenaikan temperatur. Hal ini ditunjukkan oleh hubungan persamaan Arhenius.

$k=Ae^{E/RT}$.....(2.4)

Harga k akan mempengaruhi kecepatan reaksi yang ditunjukkan dengan persamaan umum.

Reaksi : a A + b B → c C + d .....(2.5)

Sehingga: $r = k\ C_A C_B$.....(2.6)

Dengan harga *k* yang besar akan diperoleh harga r yang besar pula, sehingga reaksi berjalan cepat, begitu pula sebaliknya.

Diperoleh harga konstanta kecepatan reaksi ke arah produk (Zaldivar dkk, 1995). k = 2.600,33 m^3/kmol.jam.

2.4. Langkah Proses

Proses pembuatan MNT dari toluena dan asam campuran dengan proses kontinyu dapat dilaksanakan melalui tiga tahap.

1. Proses penyiapan bahan baku

   Bahan baku dipanaskan dengan tujuan untuk menyesuaikan kondisi operasi dalam reaktor. Mula-mula bahan baku toluena yang berasal dari tangki penyimpan (F-103) pada suhu sebesar 30ºC dinaikkan suhunya dengan *heat exchanger* (E-01) menjadi suhu 50ºC lalu dipompa menuju reaktor (R-101). Di dalam *mixer* (M-101), asam nitrat dari tangki penyimpan (F-102) dicampur dengan asam sulfat yang dipompa dari tangki penyimpan (F-101) dan hasil rekonsentrasi asam sulfat dimana bahan-bahan tersebut bersuhu 30ºC. Rekonsentrasi asam sulfat dilakukan dengan menggunakan evaporator (V-101). Adapun komposisi asam campuran yaitu 30% HNO_3, 56% H_2SO_4, dan 12% H_2O. Perbandingan mol asam nitrat dan toluena di dalam reaktor adalah1 : 1 dan dialirkan secara kontinyu pada suhu 50ºC.

2. Proses reaksi nitrasi

   Bahan baku yang masuk ke reaktor pada suhu 30ºC dan tekanan 1 atm. Reaksi nitrasi antara toluena dan asam nitrat bersifat eksotermis dan berlangsung pada reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Untuk menjaga suhu reaktor agar tidak lebih dari 50ºC maka diperlukan pendingin. Pendingin reaktor menggunakan air yang masuk pada suhu 30ºC dan keluar pada suhu 50ºC. Produk yang diperoleh dari reaktor adalah MNT,

produk samping berupa air, sisa reaktan berupa toluena dan asam campuran. Produk reaktor selanjutnya diumpankan keunit pemurnian.

3. Proses pemurnian hasil

Pada proses pemurnian ada tiga tahapan.

a. Pemisahan fase organik dan anorganik

Produk reaktor dimasukkan di dalam dekanter (H-101) untuk memisahkan fase organik dan anorganik pada tahap pertama. Dekantasi dapat dilakukan karena kedua fase cair tidak saling melarutkan.

b. Netralisasi

Fase organik dari dekanter (H-101) dipompakan ke *netralizer* (N-101) untuk menetralkan asam nitrat dan asam sulfat yang terikut dalam fase organik. Natrium hidroksida yang digunakan sebagai penetral mempunyai kadar 48% dipompakan dari tangki penyimpan (F-104). Hasil netralisasi dimasukkan ke dalam dekanter (H-102) untuk memisahkan garam Na_2SO_4 dan $NaNO_3$ yang terbentuk dengan produk.

c. Pemurnian dengan distilasi

Larutan dari Dekanter (H-102) dinaikkan suhunya dengan (E-04) darisuhu 50ºC menjadi 160,89^{o}C dan diumpankan ke menara distilasi (D-101). Menara distilasi berfungsi untuk memisahkan produk MNT dari impuritasnya. Hasil bawah menara distilasi dengan suhu 211,81ºC dilewatkan pendingin untuk diturunkan suhunya menjadi 40ºC dan selanjutnya disimpan dalam tangki penyimpan (F-105).

3. HASIL dan PEMBAHASAN

Menara Distilasi

Kode	: D-101
Fungsi	: Memisahkan keluaran atas dari H-02 agar sesuai dengan spesifikasi produk
Jenis	: Menara bahan isian (*Packed Tower*)

Bentuk *head* : *Plat Sieve Tray Column*

Spesifikasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu umpan : 160,89^{o}C (433,89 K)

Suhu distilat : 124,24^{o}C (397,24 K)

Suhu *bottom* : 211,81^{o}C (484,81 K)

Diameter

Enriching : 1,305 m

Stripping : 1,6754 m

Tinggi : 5,2316 m

Tebal *head* : 3/16 in (0,00476 m)

Tebal *shell* : 3/16 in (0,00476 m)

Jumlah *plate*

Plate Ideal : 3 buah

Plate Aktual : 8 buah

Plate Seksi *Enriching* : 5 buah

Plate Seksi *Stripping* : 3 buah

Jumlah : 1

Bahan : *Stainless Steel 316*

Harga : US $ 86.886,45

a. Reaktor

Kode : R-101

Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi C_7H_8 dengan asam campuran.

Jenis : Reaktor alir tangki berpengaduk

Spesifikasi :

a. Tekanan : 1 atm

b. Suhu : 50 ^{o}C (122°F)

c. Volume : 0,18 m^3

d. Tinggi : 1,0362 m

e. Diameter : 0,6384 m

f. Tebal *shell*	:	$^{3}/_{16}$ in (0,00476 m)
g. Tebal *head*	:	$^{3}/_{16}$ in (0,00476 m)
h. Tinggi *head*	:	0,412 m
Pengaduk	:	
Jenis	:	Turbin dengan 6 *blade disk* standar
Diameter	:	0,2128 m
Kecepatan	:	321,763 rpm
Daya	:	2 Hp
Jumlah pengaduk	:	1 buah
Pendingin	:	
Jenis	:	koil pendingin
Jumlah koil	:	1
Jumlah lilitan	:	31
Tinggi koil total	:	0,8811 m
Jarak dari dasar	:	0,0263 m
Jumlah reaktor	:	2
Bahan konstruksi	:	*Stainless steel type 316*
Harga / unit	:	US $ 500.545,09

3.1. Unit Pendukung Proses dan Laboratorium

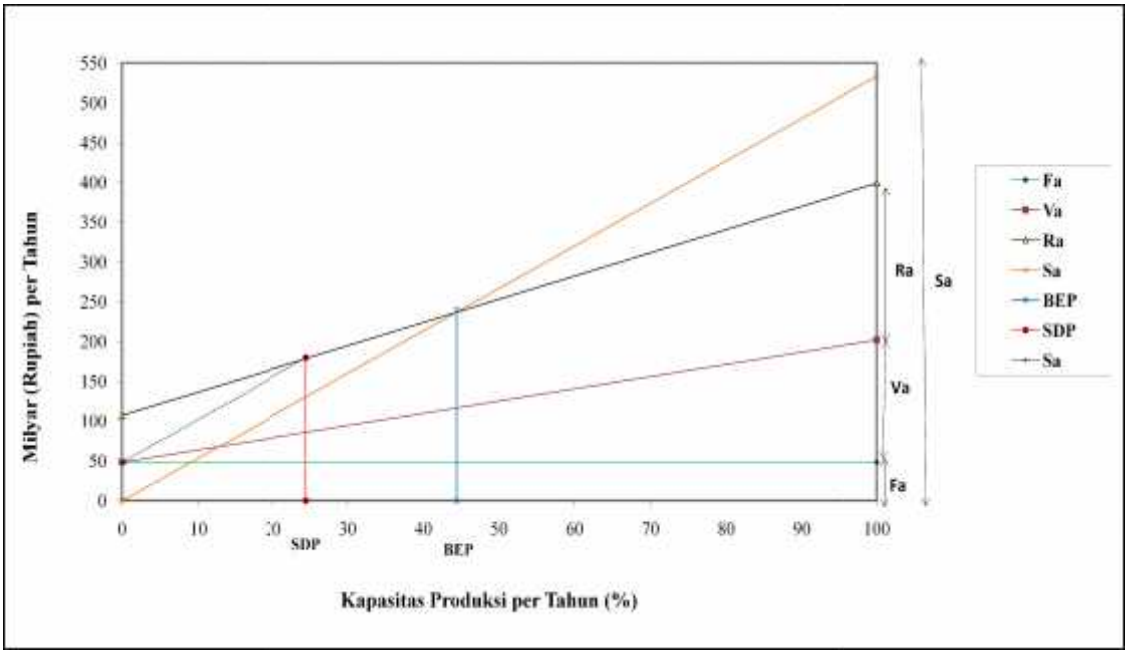
Unit pendukung proses atau sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting yang menunjang berlangsungnya suatu proses dalam suatu pabrik. Unit pendukung proses antara lain: unit penyediaan air (air proses, air pendingin, air sanitasi, air umpan boiler dan air untuk perkantoran dan perumahan), steam, listrik dan pengadaan bahan bakar.

3.2. Manajemen Perusahaan

Pabrik MNT direncanakan didirikan di Cilacap, Jawa Tengah dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT). PT merupakan badan hukum di Indonesia yang didirikan berdasarkan perundang-undangan yang berlaku dengan memenuhi persyaratan tertentu seperti yang telah ditetapkan oleh KUHD (Kitab Undang-Undang Hukum Dagang).

3.3. ANALISIS EKONOMI

Dari analisa ekonomi yang dilakukan terhadap pabrik ini dengan modal tetap Rp.318.621.055.924 dan modal kerja Rp.33.825.351.324, menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp. 127.623.848.688 pertahun, setelah dipotong pajak 25%, keuntungan mencapai Rp. 95.717.886.516 pertahun. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 40,06% dan setelah pajak 30,04%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak adalah 2,00 tahun dan setelah pajak 2,50 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 45,65% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 25,3%.



Gambar 2. Grafik perhitungan analisis ekonomi pabrik MNT

4. PENUTUP

Pabrik MNT digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah. Karena kondisi operasi pada tekanan 1 atm dan temperatur 50°C, serta bahan bakunya didatangkan dari dalam negeri.

Hasil analisis kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut:

1. Keuntungan sebelum pajak adalah sebesar Rp 127.623.848.688 per tahun. Keuntungan setelah pajak Rp 95.717.886.516 per tahun.
2. ROI (*Return On Investment*) sebelum pajak adalah 40,06%.

ROI (*Return On Investment*) sesudah pajak adalah 30,04%.

ROI (*Return On Investment*) sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimal 11 %.

3. POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak adalah 2,00 tahun.

   POT (*Pay Out Time*) sesudah pajak adalah 2,50 tahun.

   POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah maksimal 5 tahun.
4. BEP (*Break Even Point*) adalah 45,65% dan SDP (*Shut Down Point*) adalah 25,3%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40% - 60%.
5. DCF (*Discounted Cash Flow*) adalah 45,3%. DCF yang dapat diterima harus lebih besar dari bunga pinjaman di bank. Besarnya DCF untuk pabrik beresiko rendah minimal 1,5 kali besarnya bunga bank.

Dari data hasil perhitungan analisa ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik mononitrotoluena layak untuk dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Asahimas Chemical. 2016. https://www.asc.co.id. Diakses pada tanggal 4 Februari 2016.

Badan Pusat Statistik.2016.Statistik Perdagangan Luar Negeri.http://www.bps.go.id. Diakses pada tanggal 23 Februari 2016.

Brown, G.G. 1950. *Unit Operations.* John Wiley and Sons, Inc. New York.

Brownel, L.E. dan. Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design.* Edisi 1. John Wiley and Sonc Inc. New York.

Coulson, J.M. dan. Richardson, J.F. *An Introduction to Chemical Engineering.* Allyn and Bacon Inc. Massachusets.

Europa. 2016. http://www.ecb.jrc.ec.europa.eu. Diakses pada tanggal 4 Februari 2016.

Faith, W.L. Keyes, D.B. dan. Clark, R.L. 1957. *Industrial Chemistry.* John Wiley and Sons. London.

Kern, D.Q. 1950. *Process Heat Transfer.* McGraw-Hill International Book Company Inc. New York.

Kirk, R.E. and. Othmer, D.F. 1996. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Edisi ke-1. The Inter Science Encyclopedia, Inc. New York.

KursDollar.net. 2013. http://kursdollar.net/. Diakses pada tanggal 27 Desember 2016.

Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering*. Edisi ke-2. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Matche. 2014. *Matche Equipment.* http//:www.matche.com//equipmentcost/html. Diakses 16 Desember 2016.

McMurry, J. 1996. *Organic Chemistry*. Edisi ke-4. Brooks/Cole Publishing Company. USA.

Mhhe. 2016. Mhhe Equipment. http://www.mhhe.com/engcs/chemical/peters/data/ce.html. Diakses pada tanggal 16 Desember 2016

Multi Nitrotama. 2016. http://www.Multi-Nitrotama-Kimia.com. Diakses pada tanggal 8 Februari 2016.

Pertamina. 2016. http://www.pertamina.com. Diakses pada tanggal 4 Februari 2016.

Perry, R.H., dan Green,D.W. 1997. *Perry's Chemical Engineering Handbook.* 7th Edition. McGraw-Hill Book Company. New York.

Peters, M.S. dan. Timmerhaus, K.D. 2004. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering.* Edisi ke-5. McGraw-Hill International Book Company Inc. New York.

Plant Cost Index. 2016. *Chemical Engineering Plant Cost Index.* http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-8021863/Chemical-Engineering-Plant-Cost-Index.html. Diakses pada tanggal 18 Desember 2016.

Rase, H.F. dan. Holmes, J.R. 1977. *Chemical Reactor Design for Prcess Plant.* Vol 6. Principle and Techniques. John Wiley and Sons Inc. Canada.

Standart Nasional Indonesia. 2005. *Nilai Ambang Batas Zat Kimia di Udara Tempat Kerja*. http://web.ipb.ac.id/~tml_atsp/test/SNI%2019-0233-2005.pdf.

Smith, J.M. and Van Ness, H.C. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. Edisi ke-4. McGraw-Hill Book Co. New York.

Timuraya Tunggal. 2013. http://www.timuraya.com. Diakses pada tanggal 5 Februari 2016.

Widjaja, G. Dan Yani, A. 2003. *Perseroan Terbatas.* Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Yaws. 1999. *Thermodynamics and Physical Properties Data.* 4th Edition. McGraw-Hill Book Co. New York.

Zaldivar, J.M, Molga, E. Alos, M.A. Hernandes, H. Westertrep,K.R. 1995. Chemical Engineering and Processing. *Aromatic nitration by mixed acid, slow liquid-liquid reaction regine*. 34(1): 556-557.