

NASKAH PUBLIKASI

**PRARANCANGAN PABRIK DIOKTIL FTALAT
DARI FTALIK ANHIDRAT DAN 2-ETIL HEKSANOL
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :
Hamdan Wijaya
D 500 110 023

Dosen Pembimbing :
Nur Hidayati, Ph.D.
Dr. Ahmad Muhammad Fuadi

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PRARANCANGAN PABRIK DIOKTIL FTALAT
DARI FTALIK ANHIDRAT DAN 2-ETIL HEKSANOL
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

HAMDAN WIJAYA

D 500 110 023

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Nur Hidayati, Ph.D

NIK.975




HALAMAN PENGESAHAN

**PRARANCANGAN PABRIK DIOKTIL FTALAT
DARI FTALIK ANHIDRAT DAN 2-ETIL HEKSANOL
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

OLEH
HAMDAN WIJAYA
D 500 110 023

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jumat, 24 Juni 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Haryanto A.R, M.S (Ketua Dewan Penguji) 
2. Emi Erawati, M.Eng (Anggota I Dewan Penguji) 
3. Nur Hidayati, Ph.D (Anggota II Dewan Penguji) 

Dekan Fakultas Teknik



PERNYATAAN

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

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

Surakarta, Juli 2016

Penulis



HAMDAN WIJAYA
D500110023

PRARANCANGAN PABRIK DIOKTIK FTALAT DARI FTALIK ANHIDRAT DAN 2-ETIL HEKSANOL DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

ABSTRAK

Industri sebagai bagian dari indikator kemajuan suatu negara menjadi pendorong untuk memenuhi kebutuhan manusia modern yang semakin kompleks dari skala rumah tangga sampai industri tanpa terkecuali kebutuhan yang berbahan plastik. Dioktil ftalat merupakan *plasticizer*, bahan pembantu dalam industri berbahan plastik yang terus meningkat konsumsinya dari tahun ke tahun berdasarkan badan pusat statistik Indonesia. Pabrik Dioktil Ftalat direncanakan berdiri di Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 40.000 ton/tahun. Pabrik dirancang untuk menghasilkan dioktil ftalat dengan konsentrasi 99,9% berat menggunakan bahan baku berupa ftalik anhidrat sebanyak 2.299,2859 kg/jam, 2-etil heksanol sebanyak 11.922,8023 kg/jam, dan katalis dari asam sulfat sebanyak 12,9414 kg/jam. Proses pembuatan dioktil ftalat dilakukan dengan reaksi esterifikasi yang berlangsung pada fase cair dengan kondisi operasi 150°C dan 1 atm secara *irreversible* dan nonadiabatis eksotermis. Reaktor yang digunakan berjenis *CSTR* atau reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan katalis yang digunakan H₂SO₄ (Asam Sulfat). Unit pendukung proses (utilitas) terdiri dari unit penyedia air dan steam, kebutuhan air sebanyak 2.458.853,590 kg/jam dan steam sebanyak 4953,9364 kg/jam. Kebutuhan listrik disuplai dari PLN sebanyak 819,0353 kWh, pabrik dioktil ftalat direncanakan berdiri dengan luas tanah sebesar 16910 m² dan jumlah karyawan 158 orang. Modal tetap yang diperlukan untuk mendirikan pabrik dioktil ftalat ini sebesar Rp. 1.190.988.467.490 dan modal kerja sebesar Rp. 212.236.742.528. Berdasarkan analisis ekonomi menunjukkan keuntungan sebelum pajak yang diperoleh sebesar Rp. 188.971.940.414 per tahun dan keuntungan setelah pajak (25%) sebesar Rp. 141.728.955.311 per tahun. *Persen Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 15,9%, dan sesudah pajak 11,90%. Sedangkan *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 3,87 tahun dan sesudah pajak 4,57 tahun. *Break Event Point* (BEP) sebesar 54,94% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 23,70%. Sementara *Discounted Cash Flow* (DCF) terhitung sebesar 22,27%. Dari analisis ini dapat disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak didirikan.

Kata Kunci : Dioktil ftalat, ftalik anhidrat, 2-etil heksanol, reaksi esterifikasi, RATB

ABSTRACT

Industry as part of progress indicator of a country becomes a stimulus to fulfill modern people needs which happen to be complex from domestic range to industry level, as well as plasticized entity. Dioctyl phthalate is a plasticizer, a material support in the plastic industry that its consumption is happen to increase from year to year based on central Indonesia statistic data. Dioctyl phthalate industrial unit planned to be built at Gresik, East Java by 40.000 ton per year capacity. The industrial unit managed to produce dioctyl phthalate weigh 99,9% concentration using material base anhydrate phthalic 2.299,2859 kilograms per hour, 2-ethyl hexanol 11.922,8023 kilograms per hour, and sulfur acid catalyst 12,9414 kilograms per hour. Dioctyl phthalate production performed by etherification obtained in liquid stage with 150°C operation phase and 1 ATM, irreversible and exothermic non-adiabatic. The reactor utility is CSTR type or flow stirred tank reactor (RATB) with H₂SO₄ (Sulfur Acid) catalyst. The process support unit (utility) consists of water supplier and steam, with the need of water 2.458.853,59 kilograms per hour and steam 4953,9364 kilograms per hour. Electricity needs supplied by Nuclear Electricity Generator (PLN) 819,0353 kilowatt per hour, and the dioctyl phthalate industrial unit intended to be built by 16910 m² wide territory and run by 158 employee. The settled financial capital needed to build this dioctyl phthalate industrial unit is IDR 1.190.988.467.490,00 and work funds by IDR 212.236.742.528,00. Economy analysis shows the annual profit before tax is IDR 188.971.940.414 and IDR 141.728.955.311 after tax (by 25%) per year. The percentage of Return On Investment (ROI) before tax 15,9% and after tax 11,90%. Whether the Pay Out Time (POT) before tax 3,87 year and after tax 4.57 year. Break Event Point (BEP) by 54,94% and Shut Down Point (SDP) by 23,70%. Summarized by these analysis is that this industrial unit is profitable and worth established.

Keywords: Dioctyl phthalate, anhydrate phthalic, 2-ethyl hexanol, etherification reaction, RATB

1. Pendahuluan

Dewasa ini dunia global mengalami perkembangan pesat dalam bidang industri karena kebutuhan akan barang meningkat, disertai dengan diberlakukannya kesepakatan perdagangan bebas yang mulai berlaku di negara-negara asia. Merupakan konsekuensi logis dari pada itu untuk bersaing dikancah nasional maupun internasional dengan manuver-manuver masif, melalui perindustrian yang sudah menjadi komoditas utama negara-negara maju paska revolusi industri di Inggris.

Indonesia adalah salah satu bahan perbincangan oleh para ekonom dunia dunia, yaitu diprediksikan akan menjadi negara berpengaruh di tahun 2040 mendatang didasarkan pada pertumbuhan ekonomi dari tahun ke tahun yang selalu mengalami peningkatan. Melihat fenomena dan geografis serta atmosfer perdagangan di indonesia, sebagaimana presiden joko widodo dalam pidatonya pada konferensi tingkat tinggi (KTT) tentang kemandirian ekonomi dan mengurangi ketergantungan pada negara asing, sudah saatnya melakukan terobosan-terobosan baru, penumbuhan dan pengembangan dalam sektor industri guna menghasilkan produk-produk bersaing tinggi, pangsa pasar yang luas, efektif dan efisien serta ramah terhadap lingkungan.

Kebutuhan diocthyl phthalate terus bertambah seiring dengan berkembangnya industri – industri di indonesia. Tingkat konsumsi Dioktil ftalat cukup besar sebagai bahan pembantu dalam industri berbahan plastik, terutama yang terbuat dari polyvinil chloride (PVC) seperti kulit imitasi, sol sepatu dan lain sebagainya. *Diocthyl phthalate atau Bis (2-ethylhexyl)1-2 benzene dicarboxylete* dengan rumus kimia $C_{24}H_{38}O_4$ merupakan senyawa kimia yang berbentuk cairan yang berwarna jernih, beraroma lembut, mendidih pada temperatur $384^{\circ}C$ dengan titik leleh $-55^{\circ}C$ sampai $46^{\circ}C$ digunakan sebagai plasticizer untuk berbagai resin dan elastomer.

2. Perancangan Kapasitas

Pabrik dioktil ftalat direncanakan akan didirikan pada tahun 2020. Penentuan kapasitas pabrik didasarkan beberapa faktor, yaitu:

1. Kebutuhan dioktil ftalat
 2. Ketersediaan bahan baku
 3. Kapasitas minimum produksi
 4. Kapasitas rancangan produksi
1. Kebutuhan dioktil ftalat

Kebutuhan dioktil ftalat di indonesia meningkat di setiap tahunnya.

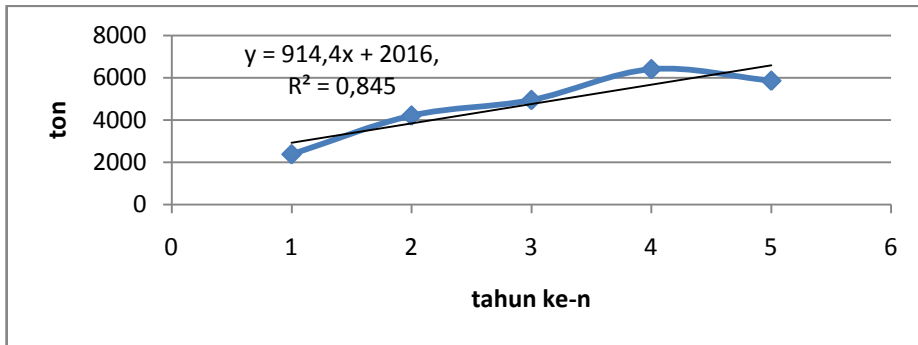
Tabel 1.1 adalah hasil estimasi dari kebutuhan dioktil ftalat di Indonesia:

Tabel 1.1. Data Impor dioktil ftalat di Indonesia

Tahun	Kapasitas (ton)
2009	2382,4
2010	4209,628
2011	4945,923
2012	6402,919
2013	5858,152

(Sumber: BPS, "Statistik Perdagangan Luar Negri Indonesia")

Dari data – data dioktil ftalat setiap tahunnya dapat dilakukan prediksi untuk kebutuhan pada masa mendatang.



Gambar 1. Prediksi kebutuhan dioktil ftalat di Indonesia

Persamaan garis linier diperoleh:

$$y = 914,4 (x) + 2016 \dots\dots\dots(1.1)$$

Pada tahun 2020 pembuatan pabrik dioktil ftalat

$$\begin{aligned} \text{Perkiraan kebutuhan dioktil ftalat} &= 914,4 (x) + 2016 \\ &= 914,4 (12) + 2016 \\ &= 12988,80 \end{aligned}$$

Pabrik dioktil ftalat di rencanakan beroperasi pada tahun 2020.

Dari hasil prediksi, impor dioktil ftalat di indonesia pada tahun tersebut adalah 12.988,80 ton/tahun.

2. Ketersediaan Bahan Baku

Ftalik anhidrat sebagai bahan baku diperoleh dari PT. Petrowidodo, Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas produksi 70.000 ton/tahun sedangkan 2-etil heksanol diperoleh dari PT. Petro Oxo Nusantara, Gresik, Jawa timur dengan kapasitas produksi 135.000 ton/tahun.

3. Kapasitas Minimum Produksi

Kapasitas rancangan minimum pabrik dioktil ftalat dapat diketahui dari data kapasitas pabrik dioktil ftalat yang sudah berdiri di indonesia atau beberapa negara. Adapaun kapasitas pabrik yang sudah berdiri di Indonesia atau beberapa negara sebagai berikut

Tabel 1.2. Industri dioktil ftalat di Indonesia dan beberapa negara

Nama Pabrik	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
PT.Petronika	30.000
Jinling, Petrochemical	50.000
Guang Dong Goaming Mingye	40.000
PT.Eterindo Wahanata	30.000

Dari prediksi dari data impor mengindikasikan bahwa kebutuhan dioktil ftalat di indonesia cenderung naik yaitu pada tahun ke-12 atau 2020 sekitar 13.000 ton/tahun, akan tetapi melihat data pabrik dioktil ftalat yang sudah berdiri di indonesia sebagaimana Tabel 1.2 diatas menunjukkan bahwa kapasitas Pabrik minimum yang masih layak didirikan, yaitu sebesar 30.000 ton/tahun sehingga kapasitas prarancangan pabrik yang

dipilih yaitu sebesar 40.000 ton/tahun masih layak didirikan untuk memenuhi kebutuhan baik didalam maupun diluar negri.

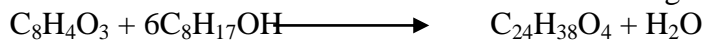
4. Kapasitas Prarancangan Pabrik

Dengan berbagai pertimbangan antara lain: prediksi paling minimum dari data impor, kapasitas minimum yang masih layak didirikan, ketersediaan bahan baku serta kebutuhan produksi di Indonesia, dan tujuan ekspor maka ditentukan kapasitas produksi dioktil ftalat 40.000 ton/tahun. Kapasitas tersebut ditentukan berdasarkan pertimbangan, berikut:

- a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negri yang diperkirakan akan meningkat dari tahun ke tahun karena pembangunan dari berbagai sektor yang terus berlanjut.
- b. Dapat membuka berdirinya industri – industri yang menggunkan bahan baku dioktil ftalat sebagai pemenuhan kebutuhan di dalam negri.

3. Tinjauan Pustaka

Reaksi esterifikasi dioktil ftalat adalah sebagai berikut:



Proses pembuatan dioktil ftalat dilakukan didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan bahan baku ftalik anhidrat dan 2-etil heksanol serta katalis berupa asam sulfat (H₂SO₄) dimasukan secara bersama – sama melalui bagian atas reaktor pada kondisi suhu 150°C dan tekanan 1 atm.

4. Tinjauan Termodinamika

Sifat reaksi suatu proses dapat diketahui melalui tinjauan termodinamika, bersifat endotermis atau eksotermis yaitu dengan jalan mengetahui perubahan entalpi atau ΔH^o_R yang terjadi. Perubahan entalpi atau ΔH^o_R diketahui dengan menggunakan panas pembentukan standar (ΔH^o_f) pada suhu 298 K dari reaktan dan produk sebagai berikut: ΔH^o_R = ΔH^o_{f(produk)} - ΔH^o_{f(reaktan)}

Reaksi yang berlangsung dalam reaktor pada proses pembuatan dioktil ftalat adalah sebagai berikut:

Reaksi :



Menghitung termodinamika :

Tabel 2.1. data ΔH dan ΔG masing – masing komponen

Komponen	ΔH	ΔG
C ₈ H ₄ O ₃	-393,13	-329
C ₈ H ₁₇ OH	-365,55	-118,88
C ₁₆ H ₂₂ O ₄	-750,9	-396
C ₂₄ H ₃₈ O ₄	-966,72	-364,8
H ₂ O	-242,00	-228,77



$$\begin{aligned} \Delta H_{F298} &= \Delta H_{Produk} - \Delta H_{Reaktan} \\ &= -750,9 - (-393,13+-365,55) \\ &= 7,78 \text{ Kkal/mol} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \Delta H_{F298} &= \Delta H_{Produk} - \Delta H_{Reaktan} \\ &= (-966,72 + -242,00) - (-365,55 + -750,9) \\ &= -92,27 \text{ Kkal/mol} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat bahwa reaksi pembuatan dioktil ftalat dengan menggunakan esterifikasi 2 reaksi didapatkan reaksi pertama secara endotermis dengan nilai ($\Delta H = +$) dan reaksi kedua secara eksotermis dengan nilai ($\Delta H = -$).

Menghitung konstanta kesetimbangan :

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$\ln K = \frac{\Delta G^\circ}{-RT \ln K}$$



$$\begin{aligned} \Delta G &= \Delta G_{Produk} - \Delta G_{Reaktan} \\ \Delta G &= (-396) - (-329 + -118,88) \\ \Delta G &= 51,88 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\ln K = \frac{\Delta G^\circ}{-RT \ln K}$$

$$\ln K = \frac{51,88}{1,987 \times 298}$$

$$\ln K = -0,08762$$

$$K_1 = 0,9161 \text{ (Reaksi reversible)}$$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H_r}{R} \left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$$

Untuk reaksi pertama:

$$R = 1,987 \text{ kal/mol K; } T_2 : 150^\circ\text{C} = 473,15 \text{ K}$$

$$\ln \frac{K_2}{0,9161} = \frac{7,78}{1,987} \left[\frac{1}{473,15} - \frac{1}{298,15} \right]$$

$$\ln \frac{K_2}{0,9161} = 0,00407$$

$$\frac{K_2}{0,9161} = 1,00408$$

$$K_2 = 0,9198 \text{ (Reaksi reversible)}$$



$$\begin{aligned} \Delta G &= \Delta G_{Produk} - \Delta G_{Reaktan} \\ \Delta G &= (-364,8 + -228,77) - (-118,88 + -396) \\ \Delta G &= -78,69 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\ln K = \frac{\Delta G^\circ}{-RT \ln K}$$

$$\ln K = \frac{-71,69}{1,987 \times 298}$$

$$\ln K = 0,13289$$

$$K_1 = 1,142 \text{ (Reaksi reversible)}$$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H_r}{R} \left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right]$$

Untuk reaksi kedua:

$$R = 1,987 \text{ kal/mol K}; T_2 : 150^\circ\text{C} = 473,15 \text{ K}$$

$$\ln \frac{K_2}{1,1421} = \frac{-92,0866}{1,987} \left[\frac{1}{473,15} - \frac{1}{298,15} \right]$$

$$\ln \frac{K_2}{1,1421} = -0,04827$$

$$\frac{K_2}{1,1421} = 0,9528$$

$$K_2 = 1,0883 \text{ (Reaksi reversible)}$$

5. Tinjauan Kinetika

Dari segi kinetika, laju reaksi akan bertambah jika suhu dinaikkan. Hal ini ditunjukkan oleh hubungannya dalam persamaan Archenius :

$$k = Ae^{-E/RT} \quad \dots(2.4)$$

Dimana, k = konstanta laju reaksi

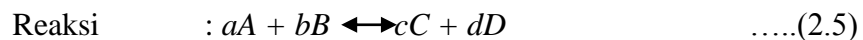
A = faktor frekuensi

E = energi aktivasi, J/mol atau kal/mo

R = tetapan gas umum, 8,314 J/mol.K atau 1,987 kal/mol.K

T = suhu mutlak, Kelvin (K)

Harga k akan mempengaruhi kecepatan reaksi yang ditunjukkan dengan persamaan berikut :



$$\text{Sehingga} \quad : r = k.C_A.C_B - k'.C_C.C_D \quad \dots(2.6)$$

Karena mol B yang direaksikan dalam jumlah yang sangat besar, maka laju reaksi ke kiri dianggap kecil dan menganut reaksi orde pseudo (seolah-olah orde 1). Sehingga laju reaksi secara keseluruhan adalah :

$$r \approx k^*.C_A \quad \dots(2.5)$$

$$k^* \approx k.C_{katalis}$$

nilai k diketahui dari penelitian Jerzy Skrzypek dan kawan – kawan sebagai berikut:

$$k = 1,66 \times 10^6 \exp\left(-\frac{11300}{RT}\right) [dm^3 mol^{-1} min^{-1}]$$

$$k = 2,47 [dm^3 mol^{-1} min^{-1}]$$

$$k^* = [dm^3 mol^{-1} min^{-1}][mol dm^{-3}]$$

$$k^* = [min^{-1}]$$

Faktor–faktor yang mempengaruhi harga k dalam pembuatan Dioktil Ftalat, antara lain :

a) Temperatur

Ditinjau dari hukum Archenius, bahwa suhu tinggi akan mempercepat laju reaksi dan memperbesar nilai k . Untuk pembuatan Dioktil Ftalat, suhu reaksi dijaga agar tidak semakin naik karena hal tersebut dapat mempengaruhi tingkat viskositas.

b) Tingkat pencampuran

Dalam reaktor pembuatan Dioktil Ftalat, untuk memperbesar faktor tumbukan atau meningkatkan homogenitas campuran maka reaktor dilengkapi dengan pengaduk.

c) Konsentrasi

Semakin tinggi konsentrasi, maka molekul atau atom tumbukan yang terkandung semakin banyak sehingga laju reaksi akan semakin cepat. Hal tersebut dikarenakan tumbukan antar molekul tersebar. Harga konsentrasi yang tinggi menghasilkan harga r yang besar.

6. Deskripsi Proses

Secara umum pembuatan dioktil ftalat dibagi 3 tahapan, yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemurnian produk

1. Tahap persiapan bahan baku

Tahap ini dimaksudkan untuk mempersiapkan bahan baku agar sesuai dengan kondisi reaktor. Bahan baku 2-etil heksanol disiapkan dalam keadaan cair pada tangki (F-107) pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm dipompakan menuju reaktor dengan pompa (L-102) melewati *heat exchanger* (E-103) untuk dinaikan suhunya menjadi 150°C, ftalik anhidrat padatan dari *hopper* (F-112) diangkut menggunakan *bucket elevator* menuju *melter* untuk dicairkan sampai pada suhu 150°C sebelum menuju reaktor (R-100), dan asam sulfat sebagai katalis disiapkan dalam keadaan cair pada tangki (F-108) pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm dialirkan menuju reaktor (R-100) dengan melewati *heat exchanger* (E-103) untuk dinaikan suhunya menjadi 150°C.

2. Tahap reaksi

Reaksi terjadi di reaktor pada suhu 150°C, tekanan 1 atm, isothermal, eksotermis dan nonadiabatik. Perbandingan umpan masuk yaitu 6:1 antara 2-etil heksanol dan ftalik anhidrat dengan menggunakan katalis asam sulfat yang sudah disesuaikan suhunya. Produk keluar reaktor (R-100) dialirkan menuju netralizer (M-130) menggunakan pompa (L-106) untuk dilakukan pemurnian produk.

3. Tahap pemurnian produk

Pemurniaan produk dimulai dengan produk keluar dari reaktor menuju *netralizer* (M-130) menggunakan pompa (L-06) untuk menetralkan asam sulfat dengan NaOH yang telah dilarutkan pada *mixer* (M-120) kemudian produk dialirkan menuju *decanter* (H-140) menggunakan pompa (L-131) untuk dipisahkan produk dengan hasil proses netralisasi yaitu Na₂SO₄ menuju tangki penyimpanan (F-145) dengan pompa (L-143) melewati *coller* (E-144) untuk disesuaikan suhunya dengan lingkungan dan produk dialirkan menuju kolom distilasi (D-150) menggunakan pompa (L-141) dengan produk atas berupa uap, dialirkan menuju kembali reaktor menggunakan pompa (L-158) dengan melewati kondensor (E-156) dan *accumulator* (F-157) untuk diturunkan suhunya menjadi 150°C dan fase cair, produk bawah kolom distilasi berupa dioktil ftalat dialirkan menuju tangki penyimpanan (F-154) menggunakan pompa (L-152) dengan melewati *coller* (E-153) untuk disesuaikan dengan suhu lingkungan.

7. Spesifikasi Alat Utama Proses

a. Melter

Kode	: M-110
Fungsi	: Melelehkan ftalik anhidrat sebanyak 2253,3006 kg/jam menjadi ftalik anhidrat cair
Jenis	: Silinder vertical dengan head dan bottom berbentuk <i>torispherical</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA 283 grade C</i>
Kondisi operasi	:
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 150°C
Spesifikasi	:
Diameter	: 5,0696 ft
Tinggi	: 6,8616 ft
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 <i>inch</i>
Tinggi <i>head</i>	: 10,7517 <i>inch</i>
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 <i>inch</i>
Spesifikasi pengaduk	:
Diameter	: 1,6899 ft
Lebar	: 0,4225 ft
Daya	: 3 HP
Spesifikasi pemanas	:
Jenis	: jaket (<i>saturated steam</i>)
Suhu	: 220°C
IPS	: $\frac{3}{4}$
OD	: 1,05 <i>inch</i>
ID	: 0,824 <i>inch</i>
<i>Schedule number</i>	: 40
Jumlah	: 1 Buah
Harga	: US\$ 193.310

b. Reaktor

Kode	: R-100
Fungsi	: Mereaksikan ftalik anhidrat dan 2-Etil Heksanol menjadi dioktil ftalat sebanyak 5050,5051 kg/jam
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)
Bahan	: <i>Stainless steel SA 204 Grade B</i>
Kondisi operasi	:
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 150°C
Spesifikasi	:
Diameter	: 18,2984 ft
Tinggi	: 26,0507 ft
Tebal <i>shell</i>	: 0,4375 <i>inch</i>
Tinggi <i>head</i>	: 48,7606 <i>inch</i>

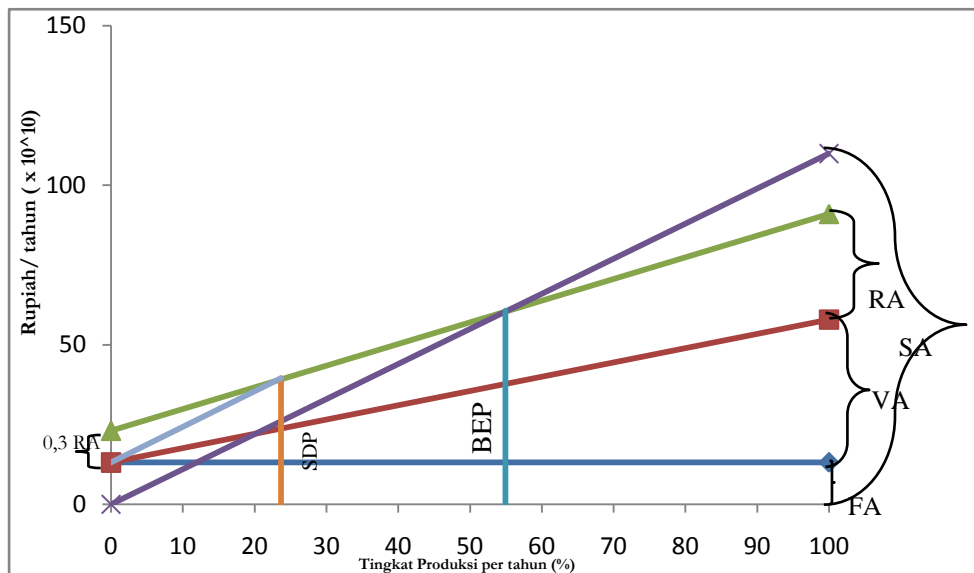
Tebal <i>head</i>	: 0,3750 <i>inch</i>
Spesifikasi pengaduk	:
Diameter	: 6,0995 ft
Lebar	: 1,5249 ft
Daya	: 21,2 HP
Spesifikasi pendingin	:
Jenis	: jaket (<i>saturated steam</i>)
Suhu	: 30°C
IPS	: 2
OD	: 2,800 <i>inch</i>
ID	: 2,007 <i>inch</i>
<i>Schedule number</i>	: 40
Jumlah	: 1 Buah
Harga	: US\$ 1.245.793
c. <i>Neutralizer</i>	
Kode	: M-130
Fungsi	: Menetralkan H ₂ SO ₄ dengan menggunakan NaOH sebanyak 20,6880 kg/jam
Jenis	: Tangki silinder tegak berpengaduk
Bahan	: <i>Stainless steel 304</i>
Kondisi operasi	:
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 150°C
Spesifikasi	:
Diameter	: 8,0000 ft
Tinggi	: 11,0829 ft
Tebal <i>shell</i>	: 0,1875 <i>inch</i>
Tinggi <i>head</i>	: 24,0473 <i>inch</i>
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 <i>inch</i>
Spesifikasi pengaduk	:
Diameter	: 2,6667 ft
Lebar	: 0,6667 ft
Daya	: 5 HP
Jumlah	: 1 Buah
Harga	: US\$ 1.300.657
d. <i>Mixer</i>	
Kode	: M-120
Fungsi	: Mencampurkan NaOH dengan H ₂ O
Jenis	: Silinder vertical dengan head dan bottom berbentuk <i>torispherical</i>
bahan	: <i>Stainless steel SA 316I AISI</i>
Kondisi operasi	:
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30°C
Spesifikasi	:
Diameter	: 0,9133 ft

Tinggi	: 1,4792 ft
Tebal <i>shell</i>	: 0,1250 <i>inch</i>
Tinggi <i>head</i>	: 3,3953 <i>inch</i>
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 <i>inch</i>
Spesifikasi pengaduk	:
Diameter	: 0,3044 ft
Lebar	: 0,0761 ft
Daya	: 0,5 HP
Jumlah	: 1 Buah
Harga	: US\$ 70.571
e. Decanter	
Kode	: H-140
Fungsi	: Memisahkan produk hasil dari <i>netralizer</i>
Jenis	: <i>Continuous Gravity Decanter Silinder Horizontal</i>
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Kondisi operasi	:
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 50°C
Spesifikasi	:
Diameter	: 5,0129 ft
Panjang	: 15,0386 ft
Tebal <i>shell</i>	: 0,2500 <i>inch</i>
Tinggi <i>head</i>	: 17,5386 <i>inch</i>
Tebal <i>head</i>	: 0,2500 <i>inch</i>
Jumlah	: 1 Buah
Harga	: US\$ 39.037
f. Menara Distilasi	
Kode	: D-150
Fungsi	: Memisahkan produk (DOP) dari campurannya sebanyak 5050,5051 kg/jam.
Jenis	: <i>Plate sieve tray</i>
Bahan	: <i>Stainless steel type 304 grade B</i>
Kondisi operasi	:
Puncak menara	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 185,7338°C
Umpan menara	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 192,2828°C
Dasar menara	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 383,6823°C
Spesifikasi	:
Diameter atas	: 4,4737ft
Diameter bawah	: 9,9886 ft

Tinggi	: 66,5777 ft
Tebal shell	: 0,2500 inch
Tinggi head	: 17,4189 inch
Tebal head	: 0,2500 inch
Jenis tray	: Sieve tray
Jumlah tray	: 43 tray
Jumlah	: 1 Buah
Harga	: US\$ 275.722

8. Evaluasi Ekonomi

Analisa ekonomi merupakan perangkat untuk mengetahui kelayakan suatu pabrik yang akan didirikan. Evaluasi ekonomi berdasarkan basis perhitungan yaitu operasi pabrik direncanakan selama 330 hari dalam satu tahun dan jumlah karyawan sebanyak 158, membutuhkan modal tetap sebesar Rp.1.190.988.467.490 dan modal kerja sebesar Rp. 212.236.742.528 didapatkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 188.971.940.414 dan keuntungan setelah pajak (25%) sebesar Rp. 141.728.955.311 per tahun. Dengan hasil evaluasi ekonomi sebagai berikut: *Persen Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 15,9%, dan sesudah pajak 11,9%. Sedangkan *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak 3,87 tahun dan sesudah pajak 4,57 tahun. *Break Event Point* sebesar 54,94% dan *Shut Down Point* sebesar 23,70%. Sementara *Discounted Cash Flow* terhitung sebesar 22,27%.



Gambar 2. Grafik Analisis Ekonomi

9. Kesimpulan

Dari hasil analisis ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik dioktil ftalat layak dan menarik untuk didirikan.

10. Daftar Pustaka

Aries, R.S. and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc. Graw Hill Book Company. New York.

- Alibaba.2016."Alibaba Harga Pasaran Produk dan bahan baku".
<http://m.indonesian.alibaba.com/p-detail.html>, diakses pada tanggal
 20 April 2016 pukul 14.02 WIB
- Biro Pusat Statistik. 2005-2014. *Data Impor-Ekpor Indonesia*. Diakses
 pada tanggal 20 Mei 2014 pukul 15:20 WIB.
- Brown, G.G. 1978. *Unit Operation*. John Willey and Sons, Inc. New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H. 1979. *Process Engineering Design, 3rd
 Edition*. Willey Eastern Ltd. New Delhi.
- Coulson, J.H., and Ricardson, J.F. 1983. *Chemical Engineering Design
 vol 6*. Pergason Press. Oxford.
- Donald, E.G., 1989, "*Chemical Engineering Economics*", Van Nostrond,
 New York.
- Donovan, J.R. and J.M. Salamone. 1984. *Kirk-Othmer Encyclopedia of
 Chemical Technology, 3rd ed*. John Wiley and Sons, Inc. New
 York
- Faith, W.L., Keyes, D.E., and Clark, R.L., 1957. *Industrial Chemical, 2nd
 ed*. John Willey and Sons, Inc. New York.
- Hani Handoko, T., 1990, "*Manajemen Personalia dan Sumber Daya
 Manusia*" Penerbit Liberty, Jogjakarta.
- Kern, D.Q., 1950. *Process Heat Transfer*. Mc Graw Hill Book Company
 Inc. New York.
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F. 1982. *Encyclopedia of Chemical Technology
 3rd ed*. Vol. 19. Interscience Publishing Inc. New York.
- Levenspiel, O., 1976. *Chemical Reaction Engineering, 2nd ed*. John
 Willey and Sons Inc. New York.
- Matches, 2016, "*Matche's Process Equipment Cost Estimates*",
<http://www.matche.com/equipcost/Default.html>, Diakses pada 20
 April 2016 pukul 13.30 WIB.
- Perry, R.H., and Green, D. 1999. *Perry's Chemical Engineering Hand
 Book, 7th ed*. Mc Graw Hill Book Company Inc. New York.
- Peter, M.S., and Timmerhaus, E.D. 2002. *Plant Design and Economic for
 Chemical Engineers, 3rd ed*. Mc Graw Hill Book Company Inc.
 Singapore.
- Powell, S., 1985, *Water Conditioning for Industry, 1st ed*. Mc Graw Hill.
 New York.
- Rase, H.F., Barrow, M.H. 1974. *Chemical Reactor Design for Process
 Plants, 2rd ed*. John Willey and Sons, Inc. New York.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw Hill
 Company Inc. New York.
- Smith, J.M., and Van Ness, H.C. 1996. *Introduction to Chemical
 Engineering Thermodynamics, 5th ed*. Mc Graw Hill Inc. Tokyo.
- Sitorus, M. dan Sutiani, A., 2012, "*Pengolahan dan Manajemen
 Laboratorium Kimia*", Graha Ilmu, Jakarta.