

NASKAH PUBLIKASI

PRARANCANGAN PABRIK *DIBUTYL PHTHALATE* DARI *PHTHALIC ANHYDRIDE* DAN N-BUTANOL KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN



Disusun oleh:

Nur Hidayati

D 500 110 016

Dosen pembimbing:

- 1. Ir. Ahmad M Fuadi, M.T, Ph.D**
- 2. Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA**

2015

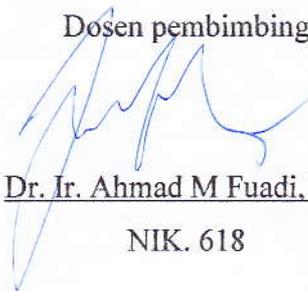
HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : Nur Hidayati
NIM : D 500 110 016
Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik *Dibutyl Phthalate* dari *Phthalic Anhydride* dan n-Butanol Kapasitas 20.000 Ton/Tahun
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Ahmad M Fuadi, M.T
2. Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D

Surakarta, 27 Agustus 2015

Menyetujui Naskah Publikasi ini :

Dosen pembimbing


Dr. Ir. Ahmad M Fuadi, M.T

NIK. 618

INTISARI

Plasticizer merupakan salah satu bahan penunjang bagi industri plastik, khususnya yaitu untuk PVC (*polyvinyl chloride*) yang berfungsi membentuk sifat kekenyalan atau keliatan agar barang-barang dari plastik menjadi kenyal, mudah dibentuk dan tidak mudah pecah atau patah. *Dibutyl phthalate* merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang digunakan di Indonesia. Dengan mempertimbangkan proyeksi konsumsi kebutuhan *dibutyl phthalate*, kapasitas produksi yang sudah ada dan kapasitas minimal atau maksimal maka prarancangan pabrik *dibutyl phthalate* dengan bahan baku *phthalic anhydride* dan n-butanol direncanakan berdiri di kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 21.370 m² dan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun pada tahun 2020.

Pembuatan *dibutyl phthalate* dilakukan dengan proses esterifikasi dengan katalis asam sulfat pada reaktor alir berpengaduk non adiabatik isothermal. Reaksi berlangsung pada fase cair irreversible dan eksotermis. Pada suhu 140°C dan tekanan 2 atm. Kebutuhan *phthalic anhydride* untuk pabrik ini sebanyak 1.601,710 kg/jam dan n-butanol sebanyak 1.798,153 kg/jam. Produk berupa *dibutyl phthalate* sebanyak 2.525,268 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebanyak 5499,3097 kg/jam yang diperoleh dari air sungai Brantas, kebutuhan *steam* sebanyak 3753,6383 kg/jam, kebutuhan listrik sebesar 82,69 kW dengan bahan bakar solar dan udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *pneumatic*.

Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari pertahun dengan jumlah karyawan 186 orang, modal tetap sebesar Rp 357,141,384,142.55 per tahun. Modal kerja sebesar Rp 117.228.095.838,89 per tahun. Setelah dipotong pajak keuntungan mencapai Rp 80.252.914.055,63 pertahun. Percent return on investment (ROI) sebelum pajak sebesar 32,10% dan sesudah pajak sebesar 22,47%. Pay out time (POT) sebelum pajak sebesar 2,38 tahun dan setelah pajak 3,08 tahun. *Break event point* (BEP) sebesar 44,9%, shut down point (SDP) sebesar 22,73%, IRR berdasarkan discounted cash flow (DCF) sebesar 42,0%. Berdasarkan pertimbangan bahwa ROI, POT, BEP, SDP dan IRR untuk pabrik beresiko sedang perhitungannya memenuhi standar maka pabrik *dibutyl phthalate* ini layak untuk didirikan.

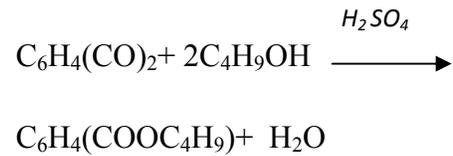
Keyword : *dibutyl phthalate*, esterifikasi, RATB

A. PENDAHULUAN

Dewasa ini Indonesia banyak melakukan pengembangan disegala bidang, salah satunya adalah pembangunan dibidang industri, termasuk industri kimia. Pasar bebas yang dibuka seluas-luasnya merupakan salah satu alternative agar terbangun industri yang kompetitif.

Salah satu industri kimia yang dinilai prospektif adalah *Plasticizer*. *Plasticizer* merupakan salah satu bahan organik penunjang bagi industri plastik khususnya yaitu untuk PVC (*polyvinyl chloride*) yang berfungsi membentuk sifat kekenyalan atau keliatan agar barang-barang dari plastik menjadi kenyal, mudah dibentuk dan tidak mudah pecah atau patah. *Dibutyl phthalate* merupakan salah satu jenis *plasticizer* yang digunakan di Indonesia.

Dibutyl phthalate merupakan salah satu *Plasticizer* hasil reaksi antara *phthalate anhydride* dan 2 molekul *n*-butanol dengan reaksi esterifikasi yang disertai pengeluaran air (Keyes,1975):



Produk yang diperoleh dari reaksi esterifikasi adalah 99% *dibutyl phthalate*. Dengan menggunakan katalis asam sulfat, maka reaksi berlangsung cepat, sehingga kemungkinan terjadinya reaksi samping sangat kecil.

Pendirian pabrik *dibutyl phthalate* di Indonesia didasarkan oleh beberapa hal sebagai berikut:

- Menciptakan lapangan pekerjaan sehingga dapat mengurangi jumlah angka pengangguran
- Meningkatkan pendapatan negara dari sektor industri, serta dapat menghemat devisa negara
- Mengurangi ketergantungan terhadap negara asing
- Meningkatkan mutu sumber daya manusia (SDM) Indonesia lewat alih teknologi

B. PERANCANGAN KAPASITAS

Kapasitas produksi pabrik mempengaruhi perhitungan ekonomis maupun teknis dalam suatu perancangan pabrik selain itu perlu mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya proyeksi konsumsi *dibutyl phthalate*, kapasitas produksi *dibutyl phthalate* komersial yang sudah ada dan kapasitas minimal atau maksimal yang terpasang.

1. Proyeksi Kebutuhan *Dibutyl Phthalate*

Tabel 1.1. Data Impor Indonesia terhadap *Dibutyl Phthalate*

No.	Tahun	Jumlah (kg)
1.	2010	1.979,091
2.	2011	2.127,137
3.	2012	3.167,507
4.	2013	4.946,497

(Badan Pusat Statistik, 2010-2013)

2. Kapasitas Produksi Pabrik Komersial yang Sudah Ada

Saat ini ada 2 pabrik di Indonesia yang memproduksi *dibutyl phthalate*, yaitu: PT. Indo Polimers Adiputra dengan kapasitas 7.200

ton/tahun dan PT. Buana Chemical Industries yang berkapasitas 10.000 ton/tahun (Indochemical'CIC',2013). Sedangkan industri *dibutyl phthalate* di luar negeri ditunjukkan pada Tabel 1.3 :

Tabel 1.3. Data Pabrik *Dibutyl phthalate* di Dunia (Pertiwi, 2013)

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Henan Premtec Enterprise Corporation	35.000
Jinan Yuntian Chemical Co., Ltd	100.000
Dezhou Jupont Chemical Co., Ltd	6.000
Tianjin Kaifengshun Chemicals Co., Ltd	120.000
Puyang Yongo Chemical Company Ltd	40.000
Zhengzhou Mahaco Industrial Corp Ltd	36.000

Berdasarkan berbagai pertimbangan di atas, maka di ambil kapasitas produksi rancangan pabrik *dibutyl phthalate* yang akan didirikan pada tahun 2020 sebesar 20.000

ton/tahun. Selain untuk pemenuhan kebutuhan *dibutyl phthalate* dalam negeri, produk *dibutyl phthalate* juga diharapkan dapat di ekspor ke beberapa Negara lain.

C. PROSES PEMBUATAN *DIBUTYL PHTHALATE*

Proses pembuatan *Dibutyl phthalate* yaitu dengan mereaksikan antara *phthalic anhydride* dan butanol dengan reaksi esterifikasi menggunakan katalis asam sulfat. Reaksi dijalankan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada suhu 80-150°C. Reaksi berlangsung dalam fase cair.

D. TINJAUAN KINETIKA

Dari eksperimen diperoleh persamaan empiris untuk harga k , reaksi esterifikasi pembentukan *dibutyl phthalate* adalah sebagai berikut (Berman,1949):

$$k_T = 2,1 \times 10^{-5} - 889 \times 10^{-4} C + 1,228 \times 10^{-3} C \left[\frac{B}{M} \right] \left[\frac{10^{(15,135 - 4516 / T)}}{1205,8} \right]$$

dengan :

k_T : Konstanta laju reaksi dengan katalis ($m^3/kmol \cdot jam$)

C : Prosen berat katalis dalam umpan

B/M : Rasio mol Butanol dan MBP

T : Temperatur

Reaksi esterifikasi pembuatan *dibutyl phthalate* adalah reaksi eksotermis atau menghasilkan panas.

E. DESKRIPSI PROSES

Bahan baku *phthalate anhydride* dimasukkan ke dalam *melting tank* bersama dengan asam sulfat untuk dilelehkan menggunakan panas dari uap air. N-butanol dari tangki penyimpanan dipanaskan menggunakan *heat exchanger* untuk mencapai suhu reaksi. Campuran asam sulfat dan *phthalate anhydride* yang berfase cair tersebut diumpankan ke dalam reaktor bersama dengan n-butanol yang telah dipanaskan.

Hasil dari reaktor berupa *dibutyl phthalate*, air dan sisa reaktan. Air dan n-butanol, *dibutyl phthalate*, *phthalate anhydride* keluar dari bagian bawah reaktor berfase cair, kemudian dipisahkan menggunakan separator. Hasil separator bagian atas berupa gas campuran butanol dan air didinginkan kemudian dicampur dengan hasil atas menara distilasi (D-102) dan diumpankan ke dalam menara distilasi (D-101) untuk dipisahkan. Hasil atas menara distilasi (D-101) berupa uap air dan sedikit n-butanol dibuang ke udara bebas, sedangkan produk bawah berupa n-butanol dikembalikan ke dalam reaktor. Hasil bawah separator selanjutnya didinginkan dan diumpankan ke dalam netralizer untuk menghilangkan asam sulfat dengan penambahan NaOH membentuk endapan Na_2SO_4 . Pemisahan endapan dari campuran produk dilakukan menggunakan dekanter. Campuran produk selanjutnya diumpankan ke dalam menara distilasi (D-102) untuk memisahkan *dibutyl phthalate* dengan sisa reaktan. Produk atas menara distilasi (D-102) berupa campuran

reaktan berfase gas selanjutnya dikondensasikan dan dicampur dengan hasil atas separator untuk dijadikan umpan menara distilasi (D-101), sedangkan produk bawah berupa *dibutyl phthalate* fase cair kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan. *Dibutyl phthalate* yang terbentuk memiliki kemurnian 99% dan siap untuk dipasarkan.

F. SPESIFIKASI ALAT UTAMA PROSES

Berikut ini merupakan spesifikasi alat proses pembuatan *dibutyl phthalate*

1. Silo

Kode alat : S-01

Fungsi : Penampung *phthalic anhydride* sebelum diumpankan ke melting tank

Suhu operasi : 30°C

Tekanan operasi: 1 atm

Diameter : 6,096 m

Tinggi : 12,802 m

Tebal plate shell: 3/16 in

Tebal plate roof : 3/16 in

Harga : US \$ 15.264

2. Melting Tank

Kode alat : M-01
Fungsi : Melelekan sekaligus memanaskan phthalic anhydride dan asam sulfat dari 30°C menjadi 140°C
Suhu operasi : 140°C
Tekanan operasi: 1 atm
Diameter : 1,011 m
Tinggi : 1,485 m
Tebal plate shell: 3/16 in
Tebal plate roof : 3/16 in
Harga : US \$ 7.295

3. Reaktor

Kode alat : R-101
Fungsi : Tempat terjadinya reaksi antara n-butanol dengan *phthalic anhydride* menjadi *dibutyl phthalate*
Suhu operasi : 140°C
Tekanan operasi: 1 atm
Diameter : 1,686 m
Tinggi : 2,871 m
Tebal plate shell: 3/16 in
Tebal plate roof : 3/16 in
Harga : US \$ 439.973

4. Netralizer

Kode alat : R-201
Fungsi : Tempat terjadinya reaksi netralisasi asam sulfat (sisa reaksi di reaktor) dengan natrium hidroksida menjadi natrium sulfat
Suhu operasi : 60°C
Tekanan operasi: 1 atm
Diameter : 1,1336 m
Tinggi : 1,959 m
Tebal plate shell: 3/16 in
Tebal plate roof : 3/16 in
Harga : US \$ 230.000

5. Dekanter

Kode alat : D-201
Fungsi : Tempat terjadinya pemisahan berdasarkan densitas bahan hasil reaksi di netralizer
Suhu operasi : 60°C
Tekanan operasi: 1 atm
Diameter : 1,129 m
Panjang : 4,692 m
Tebal plate shell: 3/16 in
Tebal plate roof : 3/16 in
Harga : US \$ 25.400

6. Menara Distilasi

a. Menara distilasi-01

Kode alat : D-101

Fungsi : Tempat terjadinya pemisahan produk *dibutyl*

phthalate dengan sisa reaktan, sehingga produk *dibutyl phthalate* yang dihasilkan menjadi 99%

Jenis : *Plate sieve tray*

Bahan : Carbon *stell* SA-238 Grade C

Tinggi D-101 : 32,314 m

Jumlah plate minimum : 21,486 *plate*

Jumlah plate ideal : 57 *plate*

Jumlah plate aktual: 80 *plate*

Seksi *stripping* (bawah): 21 *plate*

Seksi *enriching* (atas): 59 *plate*

Diameter atas : 0,381 m

Diameter bawah : 0,573 m

Diameter D-101 : 0,573 m

Tebal *head* : 3/16 in

Tebal *shell* : 3/16 in

Jarak antar *tray* : 0,4 m

ΔP_t : 0,005 atm

Umpan masuk : Tray nomer 59

Kondisi atas

a. FLV : 0,017

b. Uf : 3,221 m/dt

c. An : 0,100 m²

d. AD : 0,014 m²

Kondisi bawah

a. FLV : 0,067

b. Uf : 1,526 m/dt

c. An : 0,227 m²

d. AD : 0,031 m²

Harga : US \$ 72.400

b. Menara distilasi-02

Kode alat : D-102

Fungsi : Tempat terjadinya pemisahan n-butanol dan sisa reaktan dengan air

Jenis : *Plate sieve tray*

Bahan : *Stainlessstell* SA-135

Tinggi D-102 : 5,46 m

Jumlah plate minimum: 1,622 *plate*

Jumlah plate ideal : 6 *plate*

Jumlah plate aktual: 8 *plate*

Seksi *stripping* (bawah): 6 *plate*

Seksi *enriching* (atas): 2 *plate*

Diameter atas : 0,361 m

Diameter bawah : 0,624 m

Diameter D-102 : 0,624 m

Tebal *head* : 3/16 in

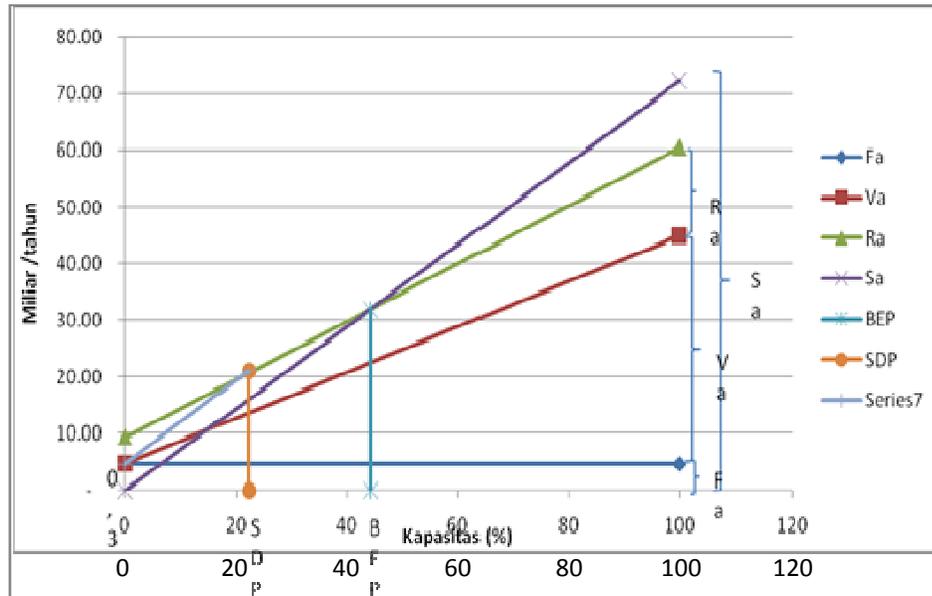
Tebal *shell* : 3/16 in

Jarak antar *tray* : 0,4 m
 ΔP_t : 0,005 atm
Umpan masuk : Tray nomer 2
dari atas
Kondisi atas
e. FLV : 0,022
f. U_f : 1,553 m/dt
g. A_n : 0,090 m²
h. AD : 0,012 m²
Kondisi bawah
e. FLV : 0,149
f. U_f : 0,798 m/dt
g. A_n : 0,269 m²
h. AD : 0,037 m²
Harga : US \$ 9.091

G. ANALISIS EKONOMI

Analisa ekonomi berfungsi untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak dan layak atau tidak jika

didirikan. Berdasarkan evaluasi ekonomi yang telah dilakukan pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari pertahun dengan jumlah karyawan 186 orang, dengan modal tetap sebesar Rp 357.141.384.142,55 pertahun. Modal kerja sebesar Rp 117.228.095.838,89 pertahun. Setelah dipotong pajak keuntungan menjadi Rp 80.252.914.055,63 pertahun. Percent return on investment (ROI) sebelum pajak sebesar 32,10% dan sesudah pajak sebesar 22,47%. Pay out time (POT) sebelum pajak sebesar 2,38 tahun dan setelah pajak 3,08 tahun. Break event point (BEP) sebesar 44,9%, shut down point (SDP) sebesar 22,73%, discounted cash flow (DCF) sebesar 44,47%. Hasil ini dapat ditunjukkan dalam gambar 3.



Gambar 3. Grafik Analisa kelayakan Ekonomi

H. KESIMPULAN

Pabrik *dibutyl phthalate* dari *phthalic anhydride* dan n-butanol dengan proses esterifikasi dengan menggunakan katalis asam sulfat kapasitas 20.000 ton/tahun digolongkan pabrik beresiko rendah, bahan baku di peroleh dari Gresik (non-impor) dan kondisi operasi pada kondisi tekanan 2atm dan suhu 140°C.

Berdasarkan pertimbangan bahwa ROI, BEP, dan DCF untuk pabrik beresiko rendah selain itu perhitungannya memenuhi standar,

sehingga pabrik *dibutyl phthalate* ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S, and Newton, R.D., 1995, "Chemical engineering Cost Estimation", Mc. Graw Hill Book Co Inc., New York.
- Berman, S., Melnychuk, A.A., and Othmer, D.F. 1948. "*Dibutyl Phthalate: Reaction Rate of Catalitic Esterification*". J. Industrial and Engineering

Chemistry. Vol 40, no 7
1312-1319.

Biro Pusat Statistik, 2010-2013,
Statistik Perdagangan Luar
Negeri Indonesia. Jakarta.

Faith, Keyes, and Clark, 1975,
Industrial Chemical, 4th
Edition, John Wiley and Sons
Inc., New York.