

**PRARANCANGAN PABRIK DODEKILBENZENA
DARI DODEKENA DAN BENZENA
DENGAN PROSES DETAL
KAPASITAS 65.000 TON/TAHUN**



PUBLIKASI ILMIAH

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan

Program Studi Strata 1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik

Oleh:

PUTRI MAHARANI BUDI

D500140166

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

HALAMAN PERSETUJUAN

PRARANCANGAN PABRIK DODEKILBENZENA
DARI DODEKENA DAN BENZENA DENGAN PROSES DETAL
KAPASITAS PRODUKSI 65.000 TON/TAHUN

PUBLIKASI ILMIAH

PUTRI MAHARANI BUDI

D 500 140 166

oleh:

Telah dipresentasikan di Depan Dewan Penguji

PUTRI MAHARANI BUDI

Universitas Surakarta

D 500 140 166

Pada hari Senin, 03 Mei 2016

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

1. Ir. Nur Hidayat, M.T., Ph.D.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Emi Erawati, S.T., M.Eng.

(Pengjaji I Dewan Penguji)

3. Hamdi Abdullah, S.T., M.T.

(Pengjaji II Dewan Penguji)

Dosen Pembimbing

Emi Erawati, S.T., M.Eng.

NIK. 989

HALAMAN PENGESAHAN

PRARANCANGAN PABRIK DODEKILBENZENA
DARI DODEKENA DAN BENZENA DENGAN PROSES DETAL
KAPASITAS PRODUKSI 60.000 TON/TAHUN

OLEH

PUTRI MAHARANI BUDI

D 500 140 166

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 03 Mei 2016

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Emi Erawati, S.T., M.Eng.

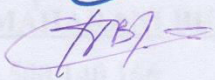
(Penguji I Dewan Penguji)

3. Hamid Abdillah, S.T., M.T.

(Penguji II Dewan Penguji)

()

()

()

Dekan,



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

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan 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 di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 12 Mei 2016

Penulis



PUTRI MAHARANI BUDI

D 500 140 166

Prarancangan Pabrik Dodekilbenzena dari Dodekena dan Benzena dengan Proses Detal Kapasitas 65.000 Ton/Tahun

ABSTRAK

Surfaktan merupakan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan sabun dan detergent. Salah satu jenis surfaktan yang sering digunakan yaitu natrium dodekilbenzena yang terbuat dari bahan baku linier alkil benzena (LAB). Salah satu jenis LAB yang sering digunakan yaitu dodekilbenzena yang terbentuk dari dodekilbenzena dan benzena. Dodekilbenzena merupakan zat yang sangat ramah lingkungan. Pembuatan dodekilbenzena dengan proses DETAL berlangsung pada suhu 150°C menggunakan Reaktor *fixed bed singletube*. Kebutuhan bahan baku Benzena sebanyak 2.733,70 kg/jam dan dodekena sebanyak 6.139,44 kg/jam. Produk utama berupa dodekilbenzena sebesar 8207,0707 kg/jam dan produk samping berupa didodekilbenzena sebesar 452,61 kg/jam. Unit pendukung proses pada pabrik dodekilbenzena meliputi unit penyediaan air sebesar 46.912,83 kg/jam, unit pengadaan *steam* sebanyak 8.478,37 kg/jam, unit pengadaan listrik sebesar 472,84 kW, unit pengadaan udara tekan sebesar 150 m³/jam, dan unit pengadaan bahan bakar berupa MFO sebanyak 711,38 kg/jam. Pabrik ini didirikan di Cilacap, Jawa Tengah dengan jumlah karyawan 156 orang. Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) dimana modalnya berasal dari penjualan saham. Pabrik dodekilbenzena memerlukan modal tetap sebesar Rp 475.082.291.012 dan modal kerja sebesar Rp 153.829.169.489. Hasil analisa ekonomi menunjukkan bahwa keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 330.098.382.068 per tahun, keuntungan setelah pajak sebesar Rp 247.573.786.551 per tahun, *Return on investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 69,50%, *ROI* setelah pajak sebesar 52,10%, *Pay out time (POT)* sebelum pajak selama 1,26 tahun, *POT* setelah pajak selama 1,61 tahun, *Break even point (BEP)* sebesar 41,99%, dan *Shut down point (SDP)* sebesar 28,63% dengan *Discounted cash flow (DCF)* sebesar 20%, sehingga pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : Dodekilbenzena , fixedbed singletube, DETAL

ABSTRACT

Surfactant is a kind of raw material that used as soap and detergent production. One of the most usable surfactant is sodium dodecylbenzene sulphonate which produced from linear alkyl benzene (LAB). Dodecylbenzene, the most produced LAB, are made from dodecene and benzene. This dodecylbenzene are very environmentally friendly. Dodecylbenzene producing process with DETAL are carried out with temperature of 150°C in singletube fixed bed reactor. The benzene needs are 2.733,70 kg/h and dodecene needs are 6.139,44 kg/h. The main product is dodecylbenzene with 8.207,07 kg/h massflow and side product is didodecylbenzene with 452,61 kg/h. The supporting process unit in this dodecylbenzene factory are water producing unit with 46.912,83 kg/h capacity, steam producing unit with 8.478,37 kg/h, electricity unit with 472,84 kW, compressed air supply unit 150 m³/h, and MFO fuel supply unit with 711,38 kg/h capacity. This factory are established in Cilacap, Central Java with 156 employees. The company are classified as Limited Liability Company which is the capital cost are covered by stocks selling. This dodecylbenzene factory needs 475.082.291.012 rupiahs fixed capital and 153.829.169.489 rupiahs working capital. The economical analysis result shows that the profit before tax are 330.098.382.068 rupiahs per year, profit after tax are 247.573.786.551 rupiahs per year, Return on investment (ROI) before tax are 69,50%, ROI after tax are 52,10%, Pay out time

(POT) before tax are 1,26 years, POT after tax are 1,16 years, Break even point (BEP) are 41,99% and Shut down point (SDP) are 28,63% with Discounted cash flow (DCF) are 20%, so the company are feasible to establish.

Keywords : Dodecylbenzene, fixedbed singletube, DETAL,

I. PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Manusia harus senantiasa memperhatikan kebersihan lingkungan sekitar. Surfaktan merupakan salah satu komponen penting dalam kebersihan manusia. Surfaktan adalah bahan baku pembuat detergen. Surfaktan (dodekilbenzena sulfonat) terbuat dari bahan baku dodekilbenzena. Dodekilbenzena ini terbuat dari dodekena dan benzena.

Penggunaan dodekilbenzena rantai cabang dilarang karena tidak bisa terurai oleh mikroorganisme. Sehingga penggunaannya saat ini digantikan dengan dodekilbenzena rantai lurus yang aman lingkungan. Berkembangnya industri detergen membuat kebutuhan dodekilbenzena semakin meningkat. Sehingga sangat potensial jika mendirikan pabrik dodekilbenzena di Indonesia.

B. Pemilihan kapasitas pabrik

1. Permintaan produk

Dari data BPS diketahui data impor dodekilbenzena menurun tetapi impor natrium dodekilbenzena sulfonat sebagai hasil produk pengolahan dodekilbenzena meningkat. Dengan keadaan impor yang turun maka kebutuhan dodekilbenzena sebagai pengisi kebutuhan dodekilbenzena yang meningkat.

2. Kapasitas pabrik yang sudah ada

Indonesia hanya memiliki 1 pabrik pengolahan LAB dengan kapasitas 210.000 ton/tahun. Berikut ini tabel pabrik dodekilbenzena yang berada di luar negeri

Tabel 1 Data pabrik dodekilbenzena di dunia

Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Repsol YPF	45.000
Iron Chemical	50.000
Kirshi	60.000
Petresa	75.000
Reliance Industries	100.000

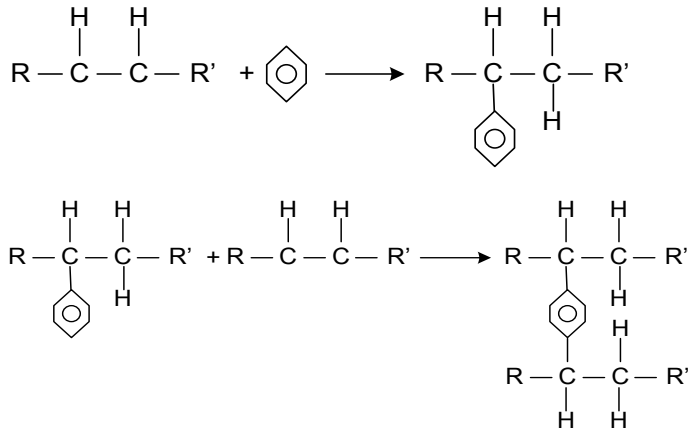
3. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku berupa benzene dapat diperoleh dari Pertamina RU IV Berdasarkan pertimbangan diatas maka pabrik dodekilbenzen akan didirikan dengan kapasitas 65.000 ton/tahun.

II. DESKRIPSI PROSES

A. Dasar Reaksi

Reaksi alkilasi pembentukan dodekilbenzen sebagai berikut:



Pembuatan dodekilbenzen ini dengan proses DETAL, dimana berlangsung dalam reaktor *fixedbed*, pada suhu 150°C dan tekanan 15 atm. Dalam reaksi ini menggunakan katalis silika alumina. Reaksi ini menghasilkan produk utama dodekilbenzen dan produk samping didodekilbenzen.

B. Tinjauan Termodinamika

Tabel 2 Data ΔH reaksi

Komponen	ΔH_f° (KJ/mol)
Benzen	82,93
Dodeken	-165,35
Dodekilbenzen	-178,28

$$\begin{aligned}\Delta H_f^\circ &= \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan} \\ &= \Delta H_f^\circ \text{ dodekilbenzene} - (\Delta H_f^\circ \text{ benzen} + \Delta H_f^\circ \text{ dodeken}) \\ &= (-178,28 \text{ KJ/mol}) - (82,93 \text{ KJ/mol} + (-165,35 \text{ KJ/mol})) \\ &= -96,28 \text{ KJ/mol}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapat hasil ΔH_f bernilai negatif, sehingga reaksi bersifat eksotermis.

C. Langkah proses

1. Penyimpanan bahan baku

Bahan baku benzen disimpan pada tangki *F-113* dan dodeken pada tangki *F-114 A/B*, pada suhu 30°C .

2. Pembentukan produk

Sebelum direaksikan di dalam reaktor, benzen dan dodeken terlebih dahulu dipanaskan hingga mencapai suhu operasi yaitu 150°C . Reaksi berlangsung dalam *fixedbed reactor* dengan katalis silika alumia, menghasilkan produk utama dodekilbenzen dan produk samping berupa didodekilbenzen.

3. Tahap pemurnian

Tahap pemurnian ini menggunakan 4 menara destilasi. Menara destilasi 1 bertujuan untuk memisahkan benzen dari produk, dan benzen tersebut akan di *recycle*. Kemudian produk dialirkan ke menara destilasi 2, dimana pada menara destilasi 2 ini reaktan benzen dan dodeken dipisahkan dari produk. Reaktan benzen dan dodeken tersebut dialirkan ke menara destilasi 4 untuk memisahkan benzen nya dan di *recycle* kembali. Sedangkan produk dari menara destilasi 2 dialirkan ke menara destilasi 3 untuk memisahkan

produk utama dan produk samping. Hasil atas menara destilasi 3 berupa dodekilbenzen 99,88% dan hasil bawah berupa didodekilbenzen 81,71%.

III. DESKRIPSI PROSES

A. Reaktor (R-110)

Fungsi	:	Mereaksikan Benzena dan Dodekena dengan bantuan katalis Tungsten oksida untuk menghasilkan Dodekilbenzena
Tipe	:	<i>Fixed bed reactor</i>
Kondisi Operasi	:	Tekanan : 16,5 atm
	:	Suhu : 150°C
Spesifikasi	:	Diameter : 0,8353 m
	:	Tinggi : 3,3173 m
	:	Tebal <i>Shell</i> : 0,0111 m
	:	Tebal <i>Head</i> : 0,0111 m
	:	Tinggi <i>Head</i> : 9 in (0,2276 m)
	:	Jenis <i>Head</i> : <i>Torispherical</i>
Harga	:	US \$14.493

B. Menara Destilasi 1 (D-120)

Fungsi	:	Untuk memisahkan produk hasil reaktor sebanyak 34.089,26 kg/jam menjadi hasil atas sebanyak 24.460,11 kg/jam dan hasil bawah sebanyak 9.629,15 kg/jam.
Tipe	:	Menara distilasi dengan <i>sieve tray</i>
Kondisi	:	Umpan
		- P : 1,1 atm
		- T : 148°C
		Atas
		- P : 1 atm
		- T : 80,09°C
		Bawah

- P : 1,15 atm
- T : 145,12°C

Tray Spacing : 0,45 m
Tray : 28 *tray*
Diameter : 3,44 m
Tinggi : 13,47 m
Harga : US \$289.000

C. Menara Destilasi 2 (D-130)

Fungsi : Untuk memisahkan produk bawah Menara Destilasi 1 (D-120) sebanyak 9.629,15 kg/jam menjadi hasil atas sebanyak 969,46 kg/jam dan hasil bawah sebanyak 8.659,69 kg/jam.

Tipe : Menara destilasi dengan *sieve tray*

Kondisi : Umpan

- P : 1,15 atm
- T : 145,12°C

Atas

- P : 1,05 atm
- T : 85,50°C

Bawah

- P : 1,2 atm
- T : 337,18°C

Tray Spacing : 0,30 m
Tray : 49 *tray*
Diameter : 1,04 m
Tinggi : 15,14 m
Harga : US \$134.271

D. Menara Destilasi 3 (D-140)

Fungsi	:	Untuk memisahkan produk hasil reaktor sebanyak 8.659,69 kg/jam menjadi hasil atas sebanyak 8.207,07 kg/jam dan hasil bawah sebanyak 452,62 kg/jam.
Tipe	:	Menara distilasi dengan <i>sieve tray</i>
Kondisi	:	Umpan
	- P	: 1,2 atm
	- T	: 337,18°C
	Atas	
	- P	: 1,1 atm
	- T	: 331,80°C
	Bawah	
	- P	: 1,25 atm
	- T	: 397,02°C
<i>Tray Spacing</i>	:	0,45 m
<i>Tray</i>	:	28 <i>tray</i>
Diameter	:	1,12 m
Tinggi	:	13,08 m
Harga	:	US \$117.346

E. Menara Destilasi 4 (D-150)

Fungsi	:	Untuk memisahkan produk hasil reaktor sebanyak 969,46 kg/jam menjadi hasil atas sebanyak 756,00 kg/jam dan hasil bawah sebanyak 213,46 kg/jam.
Tipe	:	Menara distilasi dengan <i>sieve tray</i>
Kondisi	:	Umpan
	- P	: 1,05 atm
	- T	: 85,50°C

	Atas	
	- P	: 1 atm
	- T	: 80,09°C
	Bawah	
	- P	: 1,1 atm
	- T	: 166,02°C
<i>Tray Spacing</i>	:	0,15 m
<i>Tray</i>	:	49 tray
Diameter	:	0,95 m
Tinggi	:	7,68 m
Harga	:	US \$60.177

IV. UTILITAS

Unit utilitas merupakan suatu bagian dari pabrik yang berfungsi untuk menyediakan bahan-bahan pendukung kelancaran produksi dan untuk menyediakan sumber energi untuk menggerakkan peralatan yang ada dalam proses produksi. Dalam perancangan pabrik Dodekilbenzen ini menggunakan air sungai serayu cilacap sebagai sumber air nya. Berikut ini rincian kebutuhan utilitas pabrik dodekilbenzena:

- Unit penyediaan air = 58.359,19 kg/jam
- Unit penyediaan *steam* = 21.207,19 kg/jam
- Unit penyediaan listrik = 470,26 kW
- Unit penyediaan bahan bakar = 1.438,01 kg/jam
- Unit penyediaan udara tekan = 150 m³/jam

V. MANAJEMEN PERUSAHAAN

Pabrik Dodekilbenzena dari dodekena dan benzena ini direncanakan didirikan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan lokasi perusahaan di Cilacap, Jawa Tengah. Jumlah karyawan pabrik ini sebanyak 156 orang yang terbagi atas karyawan *non shift* dan *shift*.

VI. ANALISIS EKONOMI

Perhitungan analisa diperlukan untuk memperkirakan kelayakan investasi, besarnya keuntungan, lama kembalinya modal investasi, dan titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan. Selain itu analisa ekonomi ini juga dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak.

Dari perhitungan analisa ekonomi yang dilakukan, didapat: keuntungan sebelum pajak Rp 330.098.382.068 dan keuntungan setelah pajak Rp 247.573.786.551 , *return of investment (ROI)* sebelum pajak 69,50% dan setelah pajak sebesar 52,10% , *Pay out time (POT)* sebelum pajak selama 1,26 tahun dan POT setelah pajak selama 1,61 tahun, *break even point (BEP)* sebesar 41,99% dan *shut down point (SDP)* sebesar 28,63% , *discounted cash flow (DCF)* sebesar 20%

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. *Data Import-Ekspor 2009-2015*. (<http://www.bps.go.id>, diakses pada 11 september 2015)
- Dessler, G. 1997. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Pt. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Johnson, S.J. 2003. *Microbial Degradation of Linear Alkylbenzene Cable Oil in Soil and Aqueous Culture Under Aerobic and Anaerobic Conditions*. Edinburgh : The University of Edinburgh
- Kirk, R.E., dan Othmer, D.F. 1992. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4rd ed. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Matches. 2014. *Matche's Process Equipment Cost Estimates*. (<http://www.matche.com/equipcost/Default.html>. Diakses pada 6 Maret 2016)
- Mc Ketta, J.J. & Cunningham, W.A. 1992. *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. New York: Merzell Dekker.
- Peters, M.S and Timmerhause, K.D. 2004. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Sastrohamidjojo, H. 2010. *Kimia Organik Dasar*. UGM Press. Yogyakarta

- Sitorus, M. Dan Sutiani, A. 2012. *Pengelolaan dan Manajemen Laboratorium Kimia*. Graha Ilmu. Jakarta.
- Slaugh, L.H. 1982. *Alkylation of Benzene Compounds wiyh Detergent Range Olefins*. U.S.Patent No. 4,358,628. (www.freepatentsonline.com, diakses pada 1 agustus 2015)
- Smith, J. M., Van Ness, H.C. & Abbott, M. M. 1987. *Chemical Engineering Thermodynamics*, 4thed. New York: McGraw-Hill Company.
- Yaws, C.L 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw Hill Company.