NASKAH PUBLIKASI

PRARANCANGAN PABRIK RESIN FENOL FORMALDEHIDA DENGAN KATALIS ASAM SULFAT KAPASITAS 40.000 TON PER TAHUN

Oleh :

Aldila Wahyu Guritno

D 500 080 004

Dosen Pembimbing

1. Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi, M.T.

2. Eni Budiyati S.T., M.Eng

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

SURAKARTA

2013

Abstrak

Perkembangan dan pertumbuhan industri merupakan bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang. Salah satu hasil industri yang dibutuhkan adalah *novolac resin*. Penggunaan *novolac resin* cukup besar disebabkan oleh berkembangnya industri-industri mobil, industri plastik, industri perekat, industri cat dan lain-lain. *Novolac resin* merupakan salah satu jenis resin fenol formaldehida jenis termoset yang banyak digunakan dalam industri. Prarancangan pabrik resin fenol formaldehida bertujuan untuk memenuhi kebutuhan resin fenol formaldehida dalam negeri dan untuk diekspor. Resin fenol formaldehida dibuat melalui reaksi substitusi aromatik elektrofilik dari fenol dan formaldehida dengan bantuan katalis asam sulfat (H_2SO_4).

Proses pembuatan resin fenol formaldehida di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Reaksi berlangsung pada fase cair, yang mana masing-masing reaksi dijalankan pada suhu 94ºC dan tekanan 1 atm. Untuk memurnikan resin fenol formaldehida dilakukan proses dekantasi dan distilasi sehingga diperoleh produk dengan kemurnian 98%. Pabrik resin fenol formaldehida dengan kapasitas 40.000 ton per tahun ini membutuhkan bahan baku fenol sebanyak 33.351,436 ton per tahun, formaldehida sebanyak 33.276,741 ton per tahun, dan asam sulfat sebanyak 801,4783 kg per tahun. Utilitas yang dibutuhkan dalam setiap tahunnya meliputi 1.503.720.577,79 liter air per tahun, 46.316.478,94 kj per jam *steam*, 16.590.200,05 ton per tahun bahan bakar batubara, 1.055.982,787 kW listrik, dan 804.038,40 m^3 udara tekan.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh parameter-parameter ekonomi sebagai berikut: *Fixed Capital Investment* (FCI) sebesar Rp 319.306.838.121,78; *Working Capital Investment* (WCI) sebesar Rp 164.163.426.508,06; *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 71,72% dan setelah pajak sebesar 50,20%; *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,2 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 1,66 tahun; *Break Even Point* (BEP) sebesar 56,46%; *Shut Down Point* (SDP) sebesar 32,39%; dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 31,70%. Berdasarkan data di atas maka pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci : resin fenol formaldehida, fenol, formaldehida, RATB

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama	:	Aldila Wahyu Guritno
NIM	:	D 500 080 004
Judul Tugas Akhir	:	Prarancangan Pabrik Resin Fenol Formaldehida dengan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 40.000 Ton/Tahun
Dosen Pembimbing	:	1. Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi, M.T. 2. Eni Budiyati, S.T., M.Eng

Surakarta, juli 2013

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi, M.T.

NIK. 618

Dosen Pembimbing II

Eni Budiyati, S.T., M.Eng.

NIK. 100.991

Mengetahui,

u

Dekan

Ir. Agus Riyanto, M.T.

NIK.483

Ketua Jurusan

Rois Fatoni, Ph.D.

NIK. 892

A. PENDAHULUAN

Perkembangan dan pertumbuhan industri merupakan bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang yang ditujukan untuk menciptakan struktur ekonomi yang kokoh dan seimbang, yaitu struktur dengan titik berat industri maju yang didukung sektor industri yang tangguh. Dengan memasuki era globalisasi, kita dipacu untuk lebih efesien dalam melakukan terobosan baru sehingga produk yang dihasilkan mempunyai pangsa pasar tinggi, daya saing, efektif dan efesien, serta ramah terhadap lingkungan.

Novolac resin merupakan salah satu jenis resin fenol formaldehida yang merupakan resin sintetik jenis termoset yang banyak digunakan secara luas sebagai lak, pernis, senyawa cetakan, bahan laminating, untuk panel dinding dekorasi, taplak meja, dan bahan perekat khususnya untuk kayu lapis dan *particle board.*

Resin fenol formaldehida merupakan salah satu bahan kimia yang pengadaannya masih didatangkan dari luar negeri. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik diketahui bahwa kebutuhan resin fenol formaldehida di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada 5 tahun terakhir impor resin fenol formaldehida di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 3 hingga 5 ton dengan harga yang terus meningkat pula. Apabila di Indonesia telah berdiri sebuah pabrik resin fenol formaldehida maka pengeluaran devisa akan lebih hemat dan ekspor akan meningkat.

Hal ini dapat dijadikan acuan untuk mengkaji lebih dalam tentang pendirian pabrik resin fenol formaldehida di Indonesia sebagai investasi di masa depan.

B. Perancangan Kapasitas

Tabel 1.1 Ekspor Impor *Novolac Resin* di Indonesia

No	Tahun	Ekspor(Ton/thn)	Impor (Ton/thn)
1	2005	3.506,508	12.101,167
2	2006	4.304,203	12.826,799
3	2007	4.191,242	14.090,304
4	2008	4.265,040	23.776,333
5	2009	6.142,421	20.165,152
6	2010	4.143,273	24.526,255
7	2011	2.273,415	38.085,204

(Badan Pusat Statistik Indonesia, 2012).

Selain itu kebutuhan resin fenol formaldehida sangat diperlukan di negara-negara lain seperti Amerika, Cina, Jepang, Korea, negara-negara Timur Tengah, dan beberapa negara Eropa (Anonim, 2012). Bahan baku yang berupa fenol didapatkan PT. Global Makasar Petrocell, Makasar. Sedangkan formaldehida dibeli dari PT. Binajaya rodakarya dari Barito, Kalimantan Selatan, sedangkan katalisnya yang berupa asam sulfat didapatkan dari PT. Petrokimia Gresik.

Berdasarkan kapasitas produksi pabrik *novolac resin* yang telah ada, produksi minimal oleh *Taita Chemical Co. Plant*, jepang sebesar 15.000 ton per tahun dan kapasitas terbesar diproduksi oleh *Mc. Dowell & Co. Ltd. Jhagadia*, india sebesar 100.000 ton per tahun (Anonim, 2013).

Berdasarkan adanya kebutuhan produk yang berupa resin fenol formaldehida, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas pabrik yang sudah ada, maka dalam perancangan pabrik resin fenol formaldehida ditentukan kapasitas sebesar 40.000 ton/tahun. Kapasitas ini ditetapkan dengan beberapa tujuan antara lain:

1. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri,
2. Dapat dieksport sehingga menghasilkan devisa bagi negara,
3. Dapat membuka lapangan pekerjaan baru.

Dari berbgagai dasar pertimbangan ketersediaan bahan baku, pemasaran, tenaga kerja, transportasi, utilitas air, iklim, dan sarana dan prasarana, karateristik lokasi, kebijakan pemerintah, polusi dan faktor ekologi, kondisi tanah dan daerah, maka lokasi pabrik PFR ini ditetapkan di Barito, Kalimantan Selatan.

C. Pemilihan Jenis Proses

Proses pembuatan resin fenol formaldehida dengan katalis asam sulfat reaksinya akan berlangsung lebih cepat, produk akhir *novolac* yang dapat larut dan memiliki berat molekul rata-rata yang tergantung pada rasio fenol dibandingkan formaldehida (Stevan, 1995).

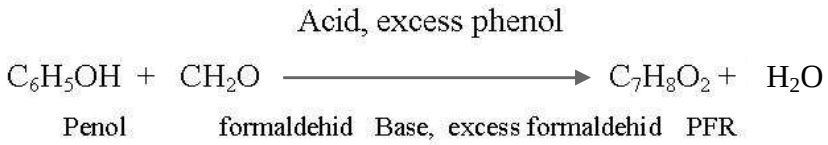
Proses ini berjalan pada fase cair-cair dalam Reaktor Alir Tangki Berpenganduk (RATB). Suhu dan tekanan operasi juga tidak terlalu tinggi, sehingga aman untuk dijalankan. Selain itu konversi yang dihasilkan juga paling tinggi, yaitu 90% (Jae wook lee, 2008).

D. Tinjauan Kinetika

Mekanisme reaksi dalam pembentukan resin fenol formaldehida dapat ditinjau melalui dua tahap reaksi sebagai berikut (Hesse, 1991):

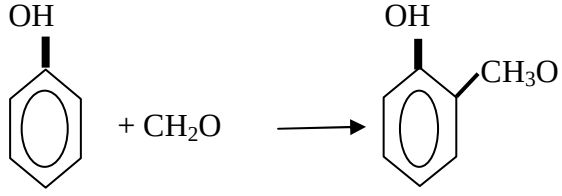
a) Polimer Fenol-Formaldehida, Resol

Reaksi:



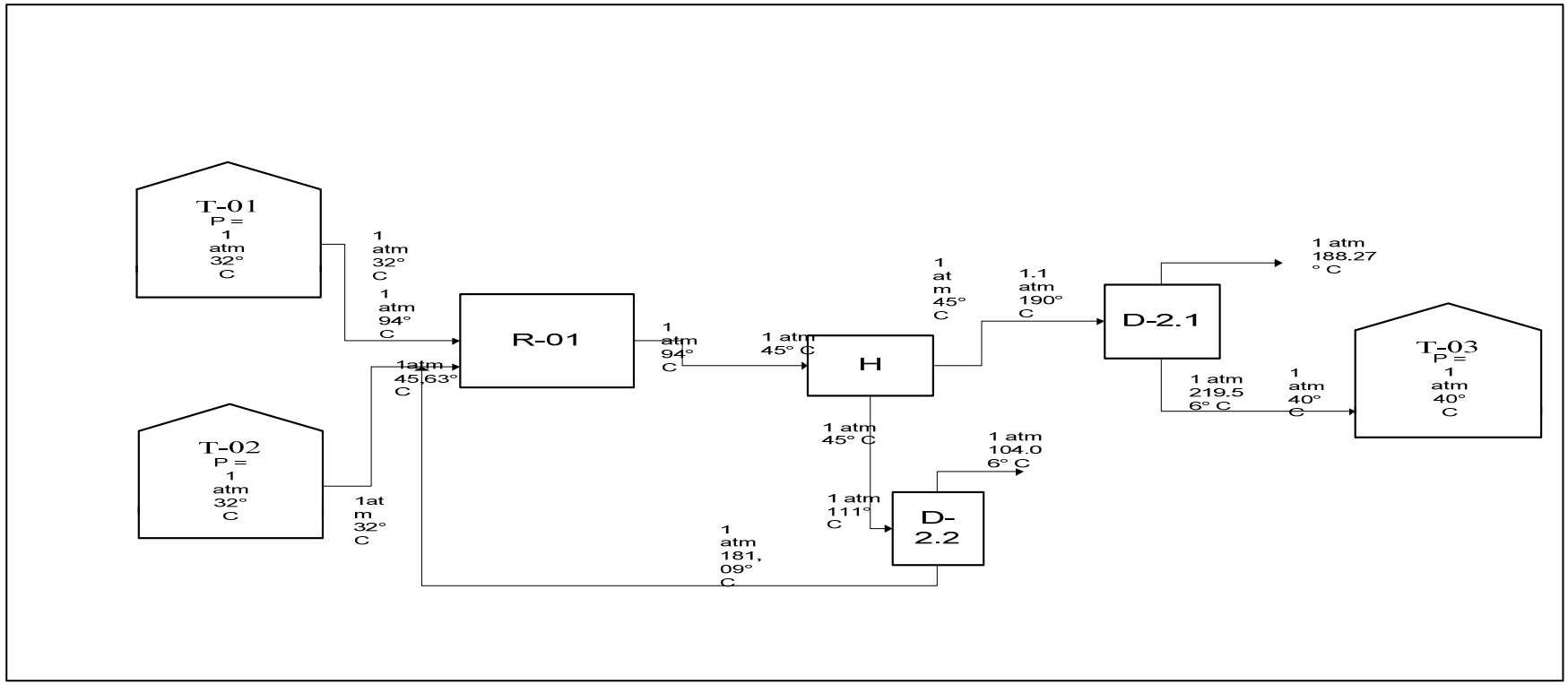
b) Polimer Fenol-Formaldehida, *Novolac Resin*

Reaksi:



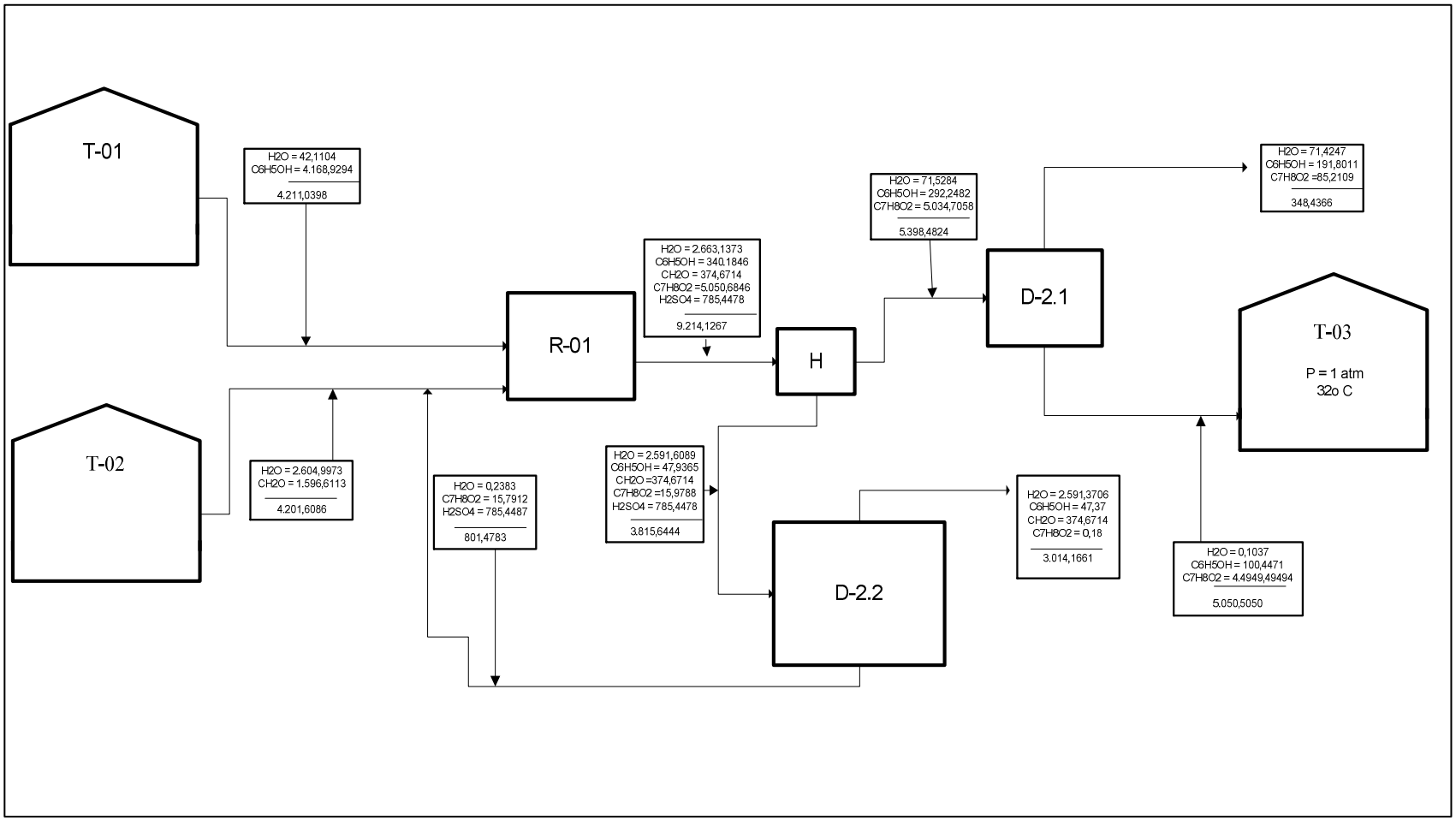
Proses pembentukan resin fenol formaldehida pada reaksi substitusi aromatik elektrofilik merupakan reaksi eksotermis. Kedua reaksi berjalan pada fase cair-cair di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB), yang mana masing-masing reaksi pada suhu 94°C dan tekanan 1 atm.

Adapun tinjauan untuk melihat lebih detail dari hasil perancangan dapat dilihat pada gambar 1.1. dan 1.2



komponen	arus 1	arus 2	arus 3	arus 4	arus 5	arus 6	arus 7	arus 8	arus 9
Air	v	v	v	v	v	v	v	v	v
Penol	v	-	v	v	v	v	-	v	v
Formaldehid	-	v	v	v	-	v	-	-	-
asam sulfat	-	-	v	v	-	-	v	-	-
PFR	-	-	v	v	v	v	v	v	v

Gambar 1.1 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 1.2 Diagram Alir Kuantitatif

E. Spesifikasi Alat Utama Proses

1. Reaktor 1 (R-01), Reaktor 2 (R-02)

Kode : R-01 dan R-02

Fungsi : Untuk mereaksikan fenol dengan formaldehida dengan katalis asam sulfat sehingga menjadi resin fenol formaldehida.

Jenis : *RATB*

Spesifikasi

a. Kondisi :

1. Suhu : 94^{o}C

2. Tekanan : 1 atm

b. Fase reaksi : Cair-cair

c. Katalis : Asam sulfat

d. D. Reaktor : 3,5526 m

e. Volume reaktor : 43,7949 m^{3}

f. Tinggi reaktor : 4,7359 m

g. Tebal *shell* : 5/16 in

h. Tebal *head* : 23 5/17 in

i. Pendingin : jaket

j. Jenis pengaduk : turbin

k. Kecepatan putar : 55 rpm

l. D.pengaduk : 1,1842 m

m. T. Pengaduk : 0,2368 m

n. Lebar *bufle* : 0,3553 m

o. Jenis pipa : *stainless steel*

p. Jumlah : 2 buah

2. Dekanter (H)

Kode	: Dekanter (H)
Fungsi	: Unruk memisahkan resin fenol formaldehida dengan asam sulfat.
Operasi	: kontinyu
Jumlah	: 1 buah
Jenis	: Drum
Bahan konstruksi	: *Stainless steel*
Volume	: 286,6264 m^3
Panjang	: 16,6306 m
Diameter	: 5,3061 m
Tekanan	: 1 atm
Temperatur	: 45^oC

3. Menara Distilasi 1 (MD-1.1)

Kode	: D-2.1
Fungsi	: Untuk memisahkan produk resin fenol formaldehida dengan pengotor.
Jenis	: *plate sieve tray*
Bahan	: *Stainless steel*
Tinggi D-01	: 8,2328 m
Jumlah plate min	: 1,1784 *stage*
Jumlah plate ideal	: 8 *stage*
Jumlah plate aktual	: 17 *stage*
Seksi *stripping*	: 7 buah
Seksi *enriching*	: 10 buah
Diameter D-01	: 1,9450 m
Tebal *head*	: 0,1875 in
Tebal *shell*	: 0,1875 in
ΔPt	: 0,0069 atm
Umpan masuk	: tray nomer 7

Kondisi atas

a. FLV : 0,02
b. Uf : 0,0590 m/dt
c. An : 2,3910 m^2
d. AD : 0,3260 m^2

Kondisi bawah

a. FLV : 0,03
b. Uf : 0,44059 m/dt
c. An : 2,8457 m^2
d. AD : 0,3881 m^2

4. Menara Distilasi 2 (MD-1.2)

Kode : D-2.2
Fungsi : Untuk memisahkan asam sulfat dan air yang akan *direcycle* kembali ke reaktor
Jenis : *plate sieve tray*
Bahan : *Stainless steel*
Tinggi D-01 : 11,6414 m
Jumlah plate min : 1,6783 *stage*
Jumlah plate ideal : 9 *stage*
Jumlah plate aktual : 23 *stage*
Seksi *stripping* : 11 buah
Seksi *enriching* : 12 buah
Diameter D-01 : 3,9807 m
Tebal *head* : 0,1875 in
Tebal *shell* : 0,1875 in
ΔPt : 0,0786 atm
Umpan masuk : tray nomer 11

Kondisi atas

a. FLV : 0,02
b. Uf : 0,0803 m/dt
c. An : 21,0430 m^2
d. AD : 2,8695 m^2

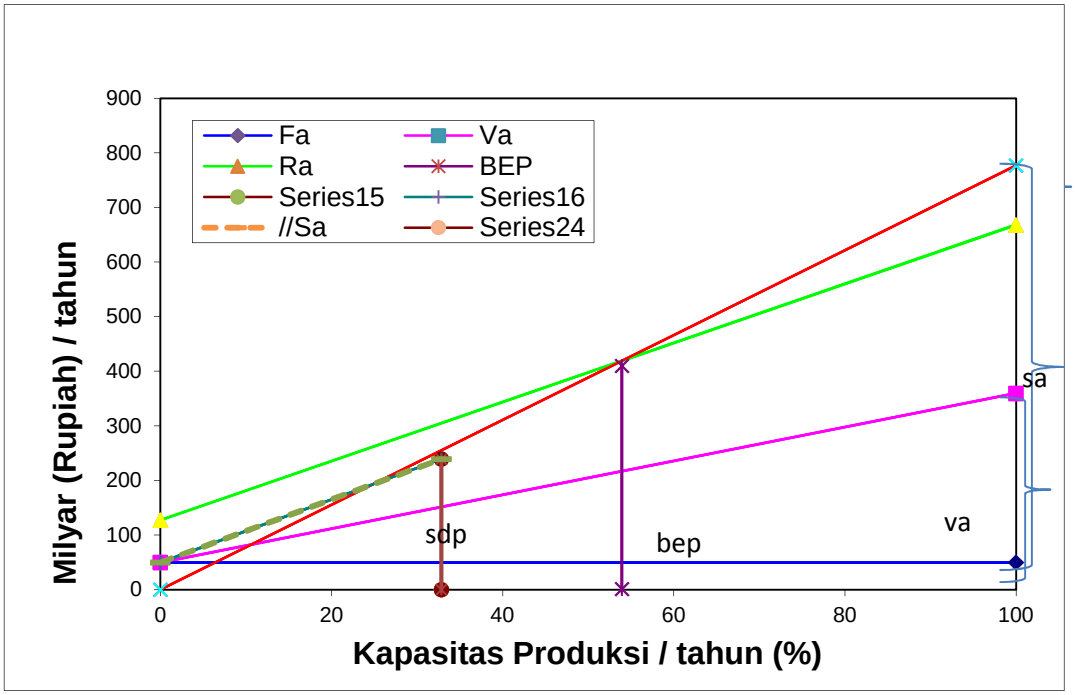
Kondisi bawah

e. FLV : 0,04
f. Uf : 0,58468 m/dt
g. An : 4,1204 m^2
h. AD : 0,5619 m^2

F. Analisis Ekonomi

Pabrik ini menggunakan modal tetap sebesar Rp 319.306.838.121,78 dan modal kerja sebesar Rp 164.163.426.508,06. Dari hasil analisis ekonomi didapatkan parameter-parameter ekonomi sebagai berikut: *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 71,71% dan setelah pajak sebesar 50,20%; *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 1,2 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 1,67 tahun; *Break Even Point* (BEP) sebesar 57,65%; *Shut Down Point* (SDP) sebesar 32,39%; dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 31,7%.

Berikut grafik hasil analisa ekonomi dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 1.4. Grafik analisa ekonomi

G. Kesimpulan

Pabrik resin fenol formaldehida termasuk pabrik dengan golongan resiko yang cukup rendah, hal ini dikarena pabrik beroperasi pada suhu dan tekanan yang tidak terlalu tinggi.

Analisa kelayakan ekonomi pabrik resin fenol formaldehida dinyatakan sebagai berikut:

1. Kentungan sebelum pajak sebesar Rp. 229.203.671.061,74 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 160.442.569.743,22 per tahun.
2. *ROI (Return On Investment)* sebelum pajak adalah 71,71%. *ROI (Return On Investment)* sesudah pajak adalah 50,20%. *ROI (Return On Invesment)* yang dihasilkan sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimal 11% (Aries dan Newton, 1955).
3. *POT (Pay Out Time)* sebelum pajak adalah 1,2 tahun. *POT (Pay Out Time)* sesudah pajak adalah 1,67 tahun. *POT (Pay Out Time)* yang dihasilkan sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah maksimal 5 tahun (Aries dan Newton, 1955).
4. *BEP (Break Event Point)* adalah 57,65% dan *SDP (Shut Down Point)* adalah 32,39%. *BEP* untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40%-60%.
5. *DCF (Discounted Cash Flow)* adalah 31,7%. *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. Untuk perancangan pabrik fenol formaldehid resin, bunga bank diperkirakan sebesar 30,5%.

Berdasarkan hasil dari analisis kelayakan ekonomi, diperoleh kesimpulan bahwa pabrik resin fenol formaldehida ini layak untuk didirikan dan dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 2012, *"Phenol Formaldehyde Resins"*, **Error! Hyperlink reference not valid.**
2. Aninom, 2012, *"Process Evaluation/Research Planning Program – Phenol Formaldehyde Resin (Novolac-Epoxy)"*, **Error! Hyperlink reference not valid.**
3. Anonim, 2013, *"Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia"*, Badan Pusat Statistik, Jakarta, **Error! Hyperlink reference not valid.**.
4. Aries, R.S., dan Newton R.D.,1955, *"Chemical Engineering Cost Estimation"*, Mc.Graw Hill Book Company, New York
5. Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1992, *"Encyclopedia of Chemical Technology"*, 3rd edition, vol. 4, Interscience Publishing Inc., New York
6. Peters, M.S., and Timmerhaus, E.D.,2003, *"Plant Design and Economics for Chemical Engineers"*, 4th ed, McGraw-Hill International Edition Chemical and Petroleum Engineering Series.
7. Weissermel, K., dan Jurgen, H., 2003, *"Industrial Organic Chemistry"*, John Wiley and Son's Publishing, Germany.
8. Yahya, 2011, *"Break Event Point (BEP)"*, http:// amrinyahya. blogspot. com/ 2011_04_01_ archive.html. diakses 2 Mei 2013, Pukul 21.15