

NASKAH PUBLIKASI

**PRARANCANGAN PABRIK BISFENOL-A DARI FENOL DAN ASETON
KAPASITAS 100.000 TON PER TAHUN**



Oleh :

Sugi Wijati

D 500 080 023

Dosen Pembimbing

1. Nur Hidayati Ph. D

2. 2.Emi Erawati ST

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

2013

Intisari

Pada era kemajuan teknologi dalam berbagai bidang pembangunan yang berjalan pesat, maka diperlukan beberapa macam sarana dan prasarana untuk era persaingan bebas. Salah satu prospek pembangunan masa depan adalah membangun pabrik yang mempunyai daya saing dengan produk-produk luar negeri. Salah satunya dengan mendirikan pabrik Bisfenol dari Fenol dan aseton dengan kapasitas 50.000 ton per tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun.

Proses pembuatan aseton dilakukan dalam reaktor RATB. Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase gas-gas, *irreversible*, eksotermis, *non adiabatic*, *non isothermal* pada suhu umpan 500°C dan tekanan 1,2 atm. Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah karena kondisi operasi pada tekanan atmosferis. Kebutuhan fenol untuk pabrik ini sebanyak 16.258,0423 kg per jam dan kebutuhan Aseton sebanyak 3.344.4442 kg per jam. Produk berupa Bisfenol-A sebanyak 12.607,3232 kg per jam dan air sebanyak 18,9394 kg per jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 220.000 kg per jam yang diperoleh dari air laut, penyediaan *saturated steam* sebesar 29.152,6095 kg per jam yang diperoleh dari *Waste Heat Boiler (WHB)* sebesar 2.259,9305 liter per jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan dua buah *generator set* sebesar 450 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 2.259,9305 liter per jam. Pabrik ini didirikan di kawasan industri Banten dengan luas tanah 30.000 m² dan jumlah karyawan 140 orang.

Pabrik Bisfenol-A ini menggunakan modal tetap sebesar Rp 543.271.908.618 dan modal kerja sebesar Rp186.569.926.721,24. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 42.182.491.382 per tahun setelah dipotong pajak 30 % keuntungan mencapai Rp 29.527.423.618 per tahun. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 20,737% dan setelah pajak 14,516%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 3,253 tahun dan setelah pajak 4,079 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 51.88 %, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 33.72%. *Discounted Cash Flow (DCF)* terhitung sebesar 51.777 % dan diperoleh *Cumulatif cash position* 4,5 tahun. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata kunci : Fenol, Aseton, Bisfenol-A, RATB

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/tugas akhir:

Nama : Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D.

NIP/NIK : 975

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/tugas akhir dari mahasiswa:

Nama : Sugi wijati

NIM : D 500 080 023

Program studi : Teknik Kimia

Judul skripsi : Prarancangan Pabrik Bisfenol-A Dari Fenol dan Aseton Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

Naskah artikel tersebut layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Surakarta, 23 Juli 2013

Dosen pembimbing



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

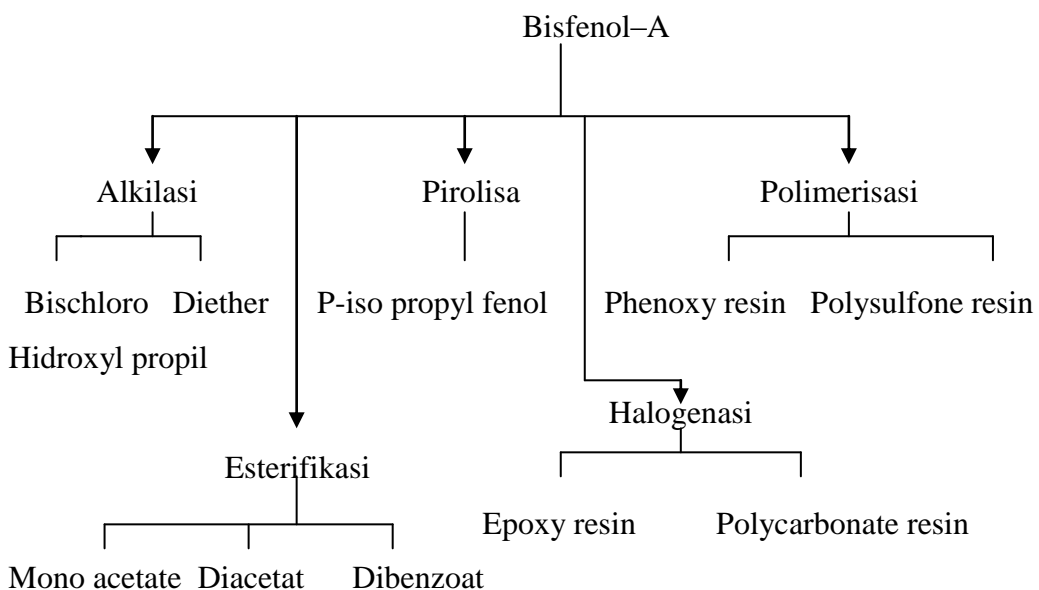
NIK. 972

A. Pendahuluan

Sejalan dengan berkembangnya industri di Indonesia, semakin banyak diversifikasi usaha telah dilakukan. Banyak bahan mentah atau setengah jadi diolah menjadi produk intermediate atau produk jadi, sehingga mengurangi ketergantungan pada produk import. Dalam usaha ini pemerintah memprioritaskan pada pembangunan industri yang dapat merangsang pertumbuhan industri lain, sehingga diharapkan pertumbuhan tersebut akan semakin pesat.

Pertumbuhan industri kimia di Indonesia patut dibanggakan. Tentu saja banyak alasan mengapa pemerintah begitu bersemangat untuk mengembangkan industri tersebut. Bukan hanya karena jumlah bahan baku yang cukup memadai di tanah air maupun wilayah pemasaran yang luas melainkan prospek dan kelanjutan industri kimia di Indonesia cukup cerah.

Salah satu industri kimia yang cukup baik untuk dikembangkan adalah industri Bisfenol-A. Bisfenol-A dengan nama lain *4,4 Isopropylidenedifenol* banyak digunakan dalam industri kimia intermediet. Beberapa kegunaannya ditunjukkan dalam pohon industri dibawah ini :



Proyeksi kebutuhan Bisfenol-A dalam negeri semakin meningkat seiring dengan peningkatan industri – industri yang menggunakannya. Oleh karena itu,

pendirian pabrik dirasakan sangat perlu karena pada saat ini pabrik yang memproduksi Bisfenol-A di Indonesia belum ada, sehingga pendirian pabrik Bisfenol-A ini diharapkan bisa mengantisipasi permintaan dalam negeri dan mengurangi ketergantungan akan Bisfenol-A dari negara *importer* seperti Jepang, Amerika, Inggris, Taiwan, Thailand, Singapura, India, Jerman, dan Perancis.

B. Perancangan Kapasitas

Kapasitas pabrik Bisfenol-A ditentukan berdasarkan kebutuhan impor Bisfenol-A dalam negeri yang berasal dari negara-negara lain. Kebutuhan Bisfenol-A di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1.1 Kebutuhan Bisfenol – A di Indonesia

No	Tahun	Kebutuhan impor
1	2003	106.701
2	2004	157.155
3	2005	176.100
4	2006	180.672
5	2007	180.527
6	2008	210.897
7	2009	219.451
8	2010	220.916
9	2011	250.555
10	2012	255.650

Sumber : Badan Pusat Statistik 2003-2012 , Jakarta.

Dari industrial and Engineering Chemistry (1999) diperoleh data bahwa kapasitas minimal pabrik yang dapat memberikan keuntungan jika mendirikan pabrik Bisfenol-A adalah sebesar 20.000 ton/tahun.

Tabel 1.2 Kapasitas Pabrik BPA yang telah didirikan.

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
GE Plastics	Mt. Vernon, Ind., USA	265.000
Dow Chemical	Freeport, Texas, USA	185.000
Shell	Rotterdam, Belanda	125.000
Mitsubishi Chemical Co	Nagoya , Japan	100.000
Nan Ya	Mailiao, Taiwan	50.000
Rhodia	Paulinia, Brazil	20.000

(Sumber : <http://google.com/plant of Bisfenol – A>)

Dengan pertimbangan tersebut diatas maka dalam perancangan dipilih kapasitas 100.000 ton / tahun dengan pertimbangan :

1. Dapat mencukupi kebutuhan Bisfenol–A dalam negeri yang mengalami peningkatan sebesar 4,24 % per tahun.
2. Akan dibangunnya beberapa industri yang mendukung industri Bisfenol–A terutama pada penyediaan bahan baku.
3. Dapat memberikan keuntungan karena kapasitas rencana minimal yang secara ekonomis menguntungkan adalah sebesar 20.000 ton / tahun.
4. Lokasi pabrik secara geografis dapat berpengaruh terhadap kelangsungan dan perkembangan pabrik tersebut. Untuk itu, pemilihan lokasi pabrik perlu dipertimbangkan agar memberikan keuntungan yang sebesar – besarnya bagi perusahaan.

Pabrik Bisfenol–A ini direncanakan berdiri di kawasan industri kabupaten cilegon, provinsi Banten. Dipilihnya Cilegon sebagai lokasi pabriknya.

C. Tinjauan Kinetika

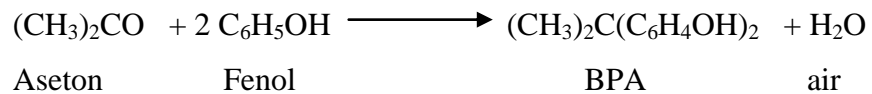
Ada beberapa macam proses pembuatan Bisfenol-A yaitu :

1. Bisfenol – A dengan bahan baku Aseton dan Fenol ada dua yaitu :

a. Dengan katalis Asam

Proses pembuatan Bisfenol-A dengan bahan baku Aseton dan Fenol menggunakan katalis asam.

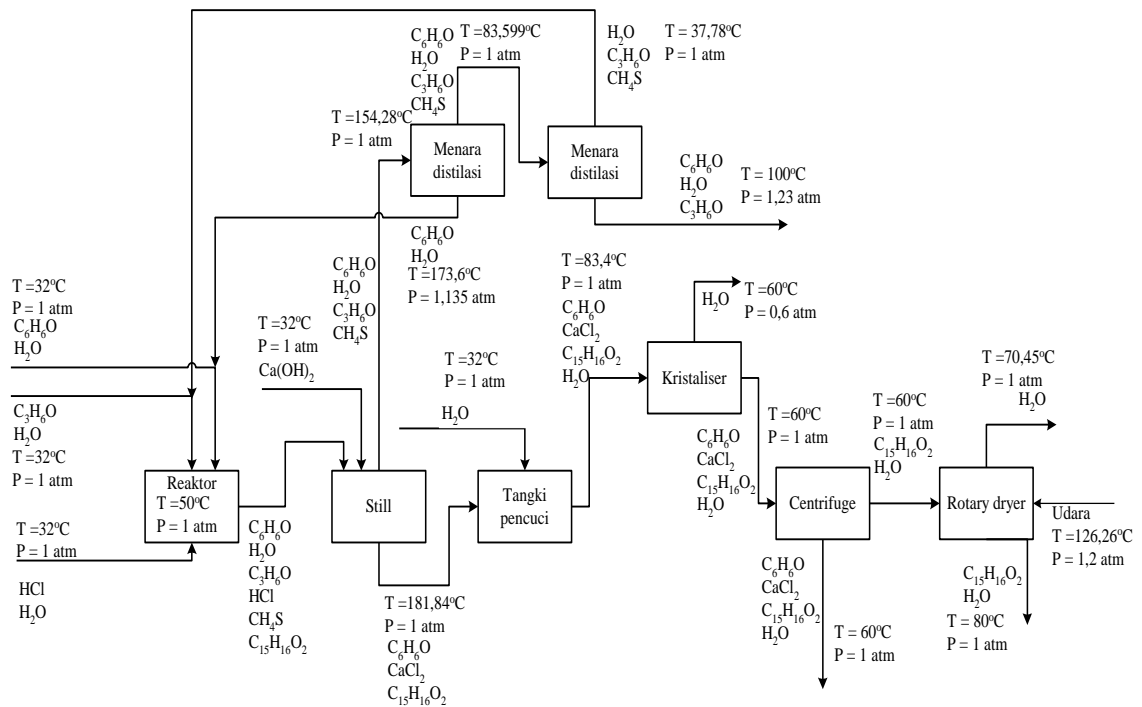
Reaksi yang terjadi :



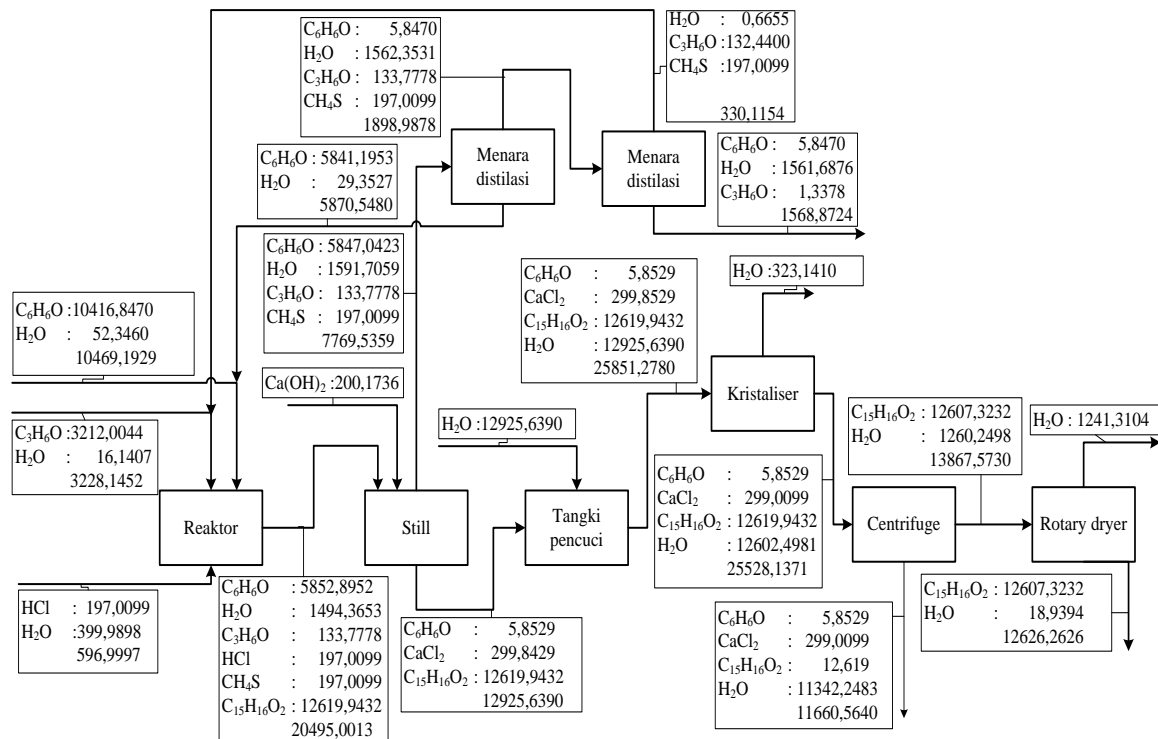
Campuran Aseton dan Fenol dengan perbandingan 1 : 4/ 1 : 3 dikontakkan dengan HCl pekat atau H₂SO₄ 70 % di dalam reaktor selama beberapa jam. Reaksi pembuatan Bisfenol – A dengan katalis asam merupakan reaksi orde 1 terhadap Aseton dan orde 2 terhadap Fenol. Energi aktivasi dari reaksi pembentukan Bisfenol-A dengan katalis asam 19 kkal/mol. Katalis H₂SO₄ jarang digunakan (hanya untuk pabrik skala kecil) karena akan mengalami kesulitan dalam pemisahan dibandingkan dengan katalis HCl. Reaksi ini berlangsung pada tekanan atmosferik sampai dengan 2 kg/cm² dan pada suhu 35 – 60 ° C dengan konversi 50 %. Suhu reaksi dibatasi, karena dengan suhu yang rendah (dibawah 30 ° C), reaksi berjalan lambat dan dengan suhu diatas 85 ° C, reaksi akan menghasilkan banyak hasil samping. Katalis yang dipakai adalah asam klorida, sedangkan katalis asam sulfat jarang digunakan (hanya digunakan oleh pabrik skala kecil) karena berbagai kekurangan antara lain akan mengalami kesulitan dalam pemisahan dibandingkan menggunakan katalis asam klorida, selain itu juga terjadi masalah dengan peralatan. Dalam perkembangan pembuatan Bisfenol-A dengan katalis asam dan promotor methyl

mercaptan dengan proses epoxy grade dapat meningkatkan konversi sampai 98 %. (US Patents 4,946,877)

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



Gambar 1.1. Diagram Alir Kualitatif



Gambar 1.2. Diagram Alir Kuantitatif

D. Spesifikasi Alat Utama Proses

1. Centrifuge

Kode	: Cf-01
Fungsi	: Untuk memisahkan <i>cake</i> basah (produk padatan) sebanyak 25.204,9908 kg/jam dari larutan induknya (<i>mother liquor</i>)
Tipe	: <i>Solid basket</i>
Kapasitas	: 110,7890 gpm
Kecepatan	: 6647,3403 gal/jam
Diameter	: 41 in(1,0414 m)
Kecepatan putar	: 6.400 rpm
Tenaga motor	: 30 HP

Bahan : *Stainless steel*
Jumlah : 1 buah
Harga : US \$ 872.895,49

2. Kristallizer

Kode : Cr-01
Fungsi : Mengkristalkan produk $C_{15}H_{16}O_2$ sebanyak 25.851,2393 kg/jam
Tipe : *Forced-circulation magma Crystallizer*
Kondisi operasi :
 Suhu : 60 °C
 Tekanan : 0,8 atm
Tenaga motor : 3 HP
Bahan : *Stainless steel*
Jumlah : 1 buah
Harga : US \$ 130.934,32

3. Menara Distilasi -01

Kode : MD-01
Fungsi : Untuk Memisahkan C_6H_6O dari campuran keluar Still sebanyak 1.850,3175 kg/jam
Jenis : *Sieve Tray*
Spesifikasi :
 Diameter menara : 1,5669 m
 Tinggi menara : 7,2537 m
 Jumlah *plate actual* : 14 buah
 Bahan konstruksi : *Carbon Steel*
 Harga : US \$ 70.311,73

4. Reaktor (R-01)

Kode	: R-01
Fungsi	: Mereaksikan Fenol (C_6H_6O) dan Aseton (C_3H_6O) menjadi Bisfenol-A ($C_{15}H_{16}O_2$) sebanyak 16.339,7410 kg/jam
Jenis alat	: Reaktor alir tangki berpengaduk
Konversi masuk	: 0
Konversi reaktor 1	: 80%
Konversi reaktor 2	: 96%
Kondisi operasi	:
Suhu	: 50 °C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	:
Diameter	: 3,4843 m
Tinggi	: 3,4843 m
Pengaduk	:
Putaran	: 85 rpm
Jumlah <i>baffle</i>	: 4
BHP	: 60 HP
Kondisi Operasi	:
Suhu Masuk	: 30 °C
Suhu Keluar	: 40 °C
Jenis	: <i>Helix</i>
Tebal <i>Coil</i>	: 1,75 m
Luas selubung	: 90,5573 m ²
Bahan	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US \$ 115.087,99

5. Reaktor (R-02)

Kode	: R-02
Fungsi	: Mereaksikan Fenol (C_6H_6O) dan Aseton (C_3H_6O) menjadi Bisfenol-A ($C_{15}H_{16}O_2$) sebanyak 16.369,7410 kg/jam
Jenis alat	: Reaktor alir tangki berpengaduk
Konversi masuk	: 0
Konversi reaktor 1	: 80%
Konversi reaktor 2	: 96%
Kondisi operasi :	
Suhu	: 50 °C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi :	
Diameter	: 3,4843 m
Tinggi	: 3,4843 m
Pengaduk :	
Putaran	: 85 rpm
BHP	: 18 HP
Kondisi Operasi :	
Suhu Masuk	: 30 °C
Suhu Keluar	: 40 °C
Jenis	: <i>Helix</i>
Tebal <i>koil</i>	: 1,75 m
Luas selubung	: 90,5573 m ²
Bahan	: <i>Stainless steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US \$ 115.087,99

6. Rotary Dryer

Kode	: RD-01
Fungsi	: Meringankan produk $C_{15}H_{16}O_2$ sebanyak 13.835,2586 kg/jam dari kandungan air 8,875 % menjadi 0,15 %.
Kondisi operasi	:
Tekanan	: 1 atm
Tipe	: <i>Rotary dryer counter current direct heat single shell</i>
Dimensi	:
Panjang	: 45,9545 m
Diameter	: 1,1952 m
Luas penampang pengering	: 6,187 ft ²
Kemiringan	: 0,17459 cm/m
Penggerak	: 0,6502 HP
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: US \$ 21.822,39

7. Still

Kode	: St-01
Fungsi	: Untuk menguapkan kembali sisa C_6H_6O sebagai umpan Reaktor sebanyak 20.495,0013 kg/jam dan sebagai alat penetral kandungan asam dengan penambahan <i>Lime</i> sebanyak 200,1736 kg/jam
Spesifikasi	:
Tekanan	: 1 atm
Diameter menara	: 2,1732 m
Tinggi menara	: 4,8136 m

Jumlah <i>plate actual</i>	: 8 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
Harga	: US \$ 95.391,11

8. Tangki Pencuci

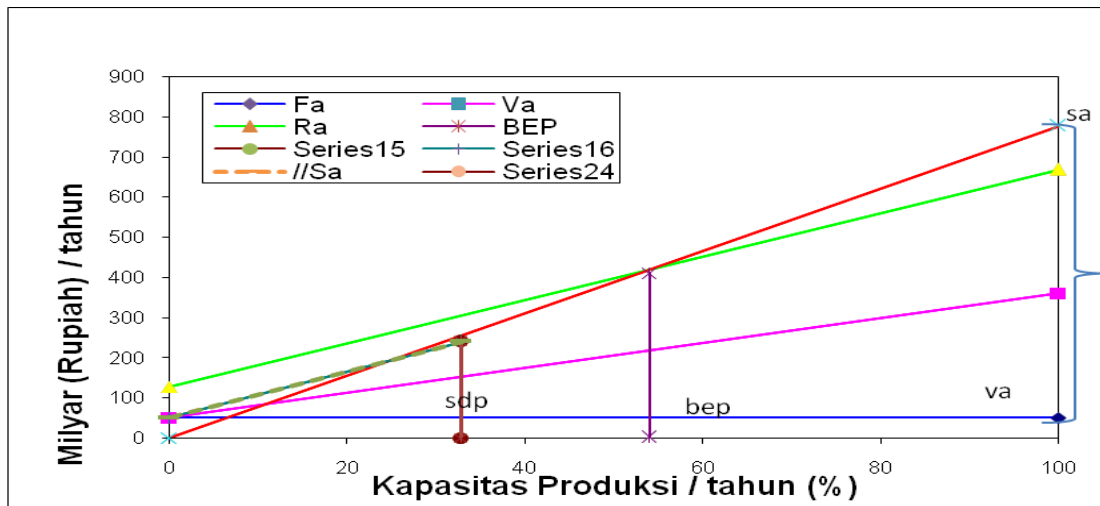
Kode	: Tp-01
Fungsi	: Menghilangkan kandungan garam yang terbentuk pada Still
Tipe	: Silinder tegak lurus tutup berbentuk <i>conical</i>
Spesifikasi	:
a. Jumlah	: 1 buah
b. Tekanan	: 1 atm
c. Suhu	: 83,4 °C
d. Tebal <i>shell</i>	: ¼ in (0,0054 m)
e. Tebal <i>head</i>	: ¼ in (0,0058 m)
f. Tinggi head	: 21,2935 in (0,5409 m)
g. Diameter	: 108 in (2,7432 m)
h. Tinggi	: 3,8249 m
i. Volume	: 26,1289 m ³
l. Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel</i>
m. Harga	: US \$ 38.189,18

E. Analisis Ekonomi

Pabrik ini menggunakan modal tetap sebesar Rp 393.082.017.188 dan modal kerja sebesar Rp 325.915.717.242. Dari hasil analisis ekonomi didapatkan parameter-parameter ekonomi sebagai berikut: *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 28,27% dan setelah pajak sebesar 19,79%; *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,61 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 3,35 tahun; *Break Even Point* (BEP) sebesar 56,76%; *Shut*

Down Point (SDP) sebesar 40,84%; dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 34,21%.

Berikut grafik hasil analisa ekonomi dapat dilihat sebagai berikut



Gambar 1.3. Grafik analisa ekonomi

F. Kesimpulan

Pabrik penol formaldehid resin termasuk pabrik dengan golongan resiko yang cukup rendah, hal ini karena pabrik beroperasi pada suhu dan tekanan yang tidak terlalu tinggi.

Analisa kelayakan ekonomi pabrik penol formaldehid resin dinyatakan sebagai berikut:

1. Kentungan sebelum pajak sebesar Rp. 393.082.017.188 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 325.915.717.242 per tahun.
2. *ROI (Return On Investment)* sebelum pajak adalah 28,27 %.
ROI (Return On Investment) sesudah pajak adalah 19,79 %.
ROI (Return On Investment) yang dihasilkan sebelum pajak untuk pabrik beresiko rendah minimal 11% (Aries dan Newton, 1955).
3. *POT (Pay Out Time)* sebelum pajak adalah 2,61 tahun
POT (Pay Out Time) sesudah pajak adalah 3,35 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 56,76% dan *SDP (Shut Down Point)* adalah 40,84%.

BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40%-60%.

5. *DCF (Discounted Cash Flow)* adalah 34,21%. *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 penol formaldehid resin, bunga bank diperkirakan sebesar 30,5%.

Berdasarkan hasil dari analisis kelayakan ekonomi, diperoleh kesimpulan bahwa pabrik Bisfenol-A ini layak untuk didirikan dan dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2013, “*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*”, Badan Pusat Statistik, Jakarta,

Imuro, et al., 1990, “*Process for Producing Bisfenol-A*”, US Patent 4,946,877

<http://www.bps.go.idwww.google.com/plant> of Bisfenol - A

Yahya, 2011, “*Break Event Point (BEP)*”, [http:// amrinyahya. blogspot. com/ 2011_04_01_archive.html](http://amrinyahya.blogspot.com/2011_04_01_archive.html)