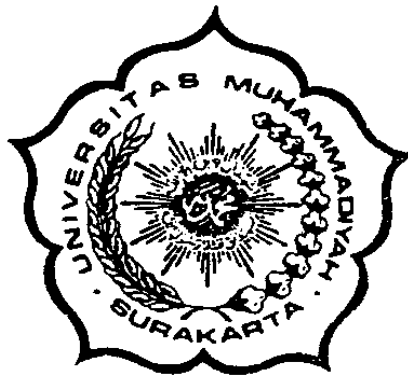


NASKAH PUBLIKASI
PRARANCANGAN PABRIK BISPHENOL-A
DARI PHENOL DAN ACETON
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Strata I Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Oleh:

PRARIZKA LISTYANTO RAMADHAN

D 500 100 006

Dosen Pembimbing:

KUSMIYATI, ST, MT, Ph.D

Ir. HERRY PURNAMA, MT, Ph.D

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2015**

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH PUBLIKASI

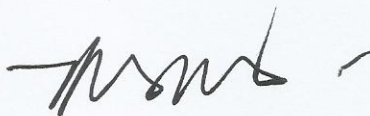
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA**

NAMA : Prarizka Listyanto Ramadhan
NIM : D 500 100 006
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Bisphenol-A Dari Phenol Dan
Aceton Kapasitas 25.000 Ton Per Tahun
DOSEN PEMBIMBING : 1. Kusmiyati, ST, MT, Ph.D.
2. Ir. Herry Purnama, MT, Ph.D.

Surakarta, 5 Agustus 2015

Menyetujui,

Pembimbing II



Ir. Herry Purnama, MT, Ph.D.
NIK.664

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 Bisphenol-A dengan bahan baku Phenol dan Aceton. dengan kapasitas 25.000 ton per tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari per tahun.

Proses pembuatan aceton dilakukan dalam reaktor RATB (CSTR). Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase cair-cair, irreversible, eksotermis, non adiabatic, isothermal pada suhu umpan 50 °C dan tekanan 1 atm. Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah karena kondisi operasi pada tekanan atmosferis. Kebutuhan Phenol untuk pabrik ini sebanyak 2.617,2983 kg per jam dan kebutuhan Aceton sebanyak 807,0363 kg per jam. Produk berupa Bisphenol-A sebanyak 3.151,8308 kg per jam, dan air sebanyak 4,7349 kg per jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air sebesar 60.000 kg per jam yang diperoleh dari air sungai, penyediaan saturated steam sebesar 5.784,8235 kg per jam kebutuhan udara tekan sebesar 150 m³ per jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan dua buah generator set sebesar 400 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 3,0034 liter per jam. Pabrik ini didirikan di kawasan industri Cilegon dengan luas tanah 30.000 m² dan jumlah karyawan 145 orang.

Pabrik Bisphenol-A ini menggunakan modal tetap sebesar Rp 273.988.475.856 dan modal kerja sebesar Rp 125.813.192.263. Dari analisis ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 121.074.731.088 per tahun setelah dipotong pajak 30 % keuntungan mencapai Rp 36.322.419.326 per tahun. Persen Return On Investment (ROI) sebelum pajak 44,190 % dan setelah pajak 30,933 %. Pay Out Time (POT) sebelum pajak selama 1,845 tahun dan setelah pajak 2,443 tahun. Break Even Point (BEP) sebesar 44,562 %, dan Shut Down Point (SDP) sebesar 28,387 %. Dari data analisis kelayakan di atas disimpulkan, bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Bisphenol-A, isothermal, irreversible

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

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.

Bisphenol-A dengan nama lain 4,4 Isopropylidenediphenol banyak digunakan dalam industri kimia intermediet. Dengan didirikannya pabrik industri Bisphenol-A akan mendorong berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan bahan dasar Bisphenol-A untuk bisa dikembangkan kembali dalam teknologi yang lebih luas di Indonesia. Proyeksi kebutuhan Bisphenol-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 Bisphenol-A di Indonesia belum ada, sehingga pendirian pabrik Bisphenol-A ini diharapkan bisa mengantisipasi permintaan dalam negeri dan mengurangi ketergantungan akan Bisphenol-A dari negara importer seperti Jepang, Amerika, Inggris, Taiwan, Thailand, Singapura, India, Jerman, dan Perancis.

2. Kapasitas Perancangan Pabrik

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), kebutuhan impor Bisphenol-A di Indonesia semakin meningkat tahun 2009-2013 yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Data Impor Bisphenol-A di Indonesia

No.	Tahun	Kebutuhan (ton/Tahun)
1.	2009	291,222
2.	2010	445,630
3.	2011	585,451
4.	2012	574,074
5.	2013	1.650,491

Dirancang pabrik dibangun pada tahun 2018, dengan prediksi impor sebesar 569.111 ton/tahun. Dari Industrial and Engineering Chemistry (2004) diperoleh data bahwa kapasitas minimal pabrik yang dapat memberikan keuntungan jika mendirikan pabrik Bisphenol-A adalah sebesar 20.000 ton/tahun. Sehingga ditetapkan kapasitas perancangan pabrik sebesar 25.000 ton/tahun.

Lokasi pendirian pabrik direncanakan di daerah Cilegon, Kabupaten Banten, Propinsi Jawa Barat dikarenakan bahan baku utama didapat dari pabrik di daerah Serang. Selain itu, Cilegon juga merupakan kawasan industri, mudah akses baik jalur darat maupun jalur laut.

B. DESKRIPSI PROSES

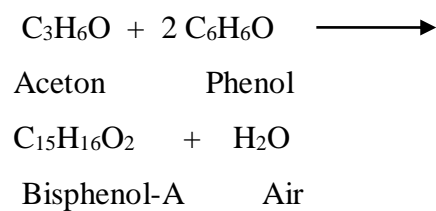
1. Konsep Reaksi

Bisphenol-A dengan nama kimia *4,4-Isopropylidene Diphenol* dengan rumus kimia $C_{15}H_{16}O_2$, adalah merupakan senyawa organik yang berbentuk flake berwarna putih, tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan alkali, alkohol dan aceton.

Pada prinsipnya proses pembuatan Bisphenol-A secara komersial pertama kali dengan reaksi "condensation" yaitu dengan mereaksikan Phenol dan Aceton dengan katalisator asam cair yaitu asam sulfat dan asam klorida.

Reaksi kondensasi adalah reaksi antara pasang-pasangan gugus fungsional untuk membentuk suatu gugus yang tidak terdapat dalam reaktan sebelumnya dan dihasilkan molekul sederhana seperti air. Secara stoikiometri reaksi pembuatan Bisphenol-A adalah reaksi Eksotermis.

Reaksinya adalah sebagai berikut :



(McKetta, 1994).

2. Uraian Proses

Untuk mendapatkan produk yang optimum, proses yang terjadi adalah sebagai berikut :

a. Persiapan bahan baku

Bahan baku pembuatan Bisphenol-A adalah Phenol (C_6H_6O) dan Aceton (C_3H_6O). Bahan baku

Aceton disimpan dalam tangki penyimpan pada suhu 32 °C tekanan 1 atm. Aceton dipompa dengan pompa setrifugal bersama dengan recycle produk atas menara distilasi diumpankan menuju reaktor melewati heat exchanger untuk menaikkan suhu umpan dari 32,5 °C menjadi 50 °C dengan menggunakan pemanas steam jenuh.

Asam klorida disimpan dalam keadaan cair pada suhu 32 °C tekanan 1 atm diumpankan menuju Vaporizer yang berfungsi untuk menguapkan asam klorida cair menjadi gas dengan pemanas steam, karena efisiensi vaporizer hanya mencapai 80 % maka diperlukan separator untuk memisahkan gas dengan cairan. Produk bawah berupa cairan akan dikembalikan menuju vaporizer untuk diupkan kembali sedangkan produk atas separator akan diumpankan menuju reaktor.

b. Pembentukan Bisphenol A

Pada proses pembentukan Bisphenol-A dari Phenol dan aceton reaksi dilakukan menggunakan Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Kondisi operasi reaktor pada suhu 50 °C dan tekanan 1 atm

dengan sifat reaksi eksotermis sehingga untuk mempertahankan agar suhu tetap digunakan coil pendingin dengan media pendingin air umpan masuk 30 °C keluar 40 °C.

Dari hasil optimasi diperoleh dua buah reaktor yang dipasang secara seri agar diperoleh konversi 96 %. Agar tidak terjadi reaksi samping dan arah reaksi kearah produk maka menggunakan umpan Phenol berlebih. Hasil reaksi yang berupa cairan akan diumpankan menuju still distilasi.

c. Pemisahan Bisphenol-A

Pada menara distilasi (MD-01) untuk memisahkan phenol dari air. Hasil atas menara distilasi dialirkan ke condensor untuk diubah fasenya dari fase gas menjadi fase cair, lalu dialirkan ke accumulator, sebagian digunakan untuk refluk dan sebagian sebagai produk atas akan dilarilkan menuju menara distilasi. Hasil bawah dari menara distilasi yang berupa cairan dialirkan ke reboiler untuk menguapkan sebagian cairan agar diperoleh hasil bawah menara distilasi. Dari reboiler dipompa menuju melt tank sebagai

recycle untuk direaksikan kembali menuju reaktor.

Pada Menara distilasi (MD-02) untuk memisahkan Aceton dengan air berdasarkan titik didihnya. Hasil atas menara distilasi dialirkan ke kondensor untuk mengembunkan gas hasil atas menara distilasi, kemudian dialirkan ke accumulator, sebagian produk atas dipompa untuk refluk dan sebagian di recycle menuju reaktor untuk direaksikan menuju reaktor. Sedang produk bawah menara distilasi yang berupa cairan dialirkan ke reboiler dengan menguapkan sebagian cairan untuk memisahkan air, hasil bawah menara distilasi, kemudian produk bawah berupa air dialirkan ke unit pengolahan limbah.

d. Pengkristalan Bisphenol-A

Produk bawah dari still distilasi (St-01) dialirkan menuju tangki pencuci yang berfungsi untuk melarutkan kandungan garam dengan penambahan air yang diperoleh dari unit utilitas dengan pompa. Produk keluar tangki pencuci dipompa menuju kristalizer tipe *circulation effect crystalizer* untuk di kristalkan produknya. Sedangkan uapnya

menuju ejektor yang akan dikondensasikan pada barometrik condenser.

e. Pengeringan Bisphenol-A

Kristal yang keluar dari centrifugal filter diumpankan ke Rotary Dryer (RD-01) untuk dikeringkan. Selanjutnya mother liquor dialirkan menuju unit pengolahan limbah.

f. Penyimpanan Produk

Kristal Bisphenol A yang telah kering dengan menggunakan *Bucket Elevator* dibawa ke penampung produk sebelum dilakukan pengemasan. Penampungan produk berupa silinder tegak tertutup dengan tutup bawah berupa conis. Kemudian kristal Bisphenol-A siap dikemas dan dipasarkan.

3. Tinjauan Termodinamika

Untuk menentukan sifat reaksi apakah berjalan secara eksotermis atau endotermis maka perlu pembuktian dengan menggunakan panas reaksi (ΔH) yang dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\Delta H^{\circ}_{\text{reaksi}} = \Delta H^{\circ}_{\text{f,p}} - \Delta H^{\circ}_{\text{f,r}}$$

Dari hasil sebesar -77472 kJ/kmol dapat disimpulkan

bahwa pada reaksi tersebut adalah reaksi eksotermis. Untuk mengetahui reaksi pembentukan Bisphenol-A termasuk reaksi reversibel atau irreversibel, maka harus dihitung harga dari tetapan kesetimbangan.

Dari perhitungan tampak bahwa harga K sebesar 36.465,0091, sehingga reaksi yang terjadi merupakan reaksi irreversibel.

C. SPESIFIKASI ALAT PROSES

1. Reaktor

Fungsi : Mereaksikan Phenol dan Aceton menjadi Bisphenol-A sebanyak 5.123,7503 kg/jam

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk.

Kondisi Operasi: Tekanan : 1 atm
Suhu : 50°C

Volume : 7,7037 m³

Bahan : *Stainlees steel*

Diameter : 2,7655 m

Tinggi : 3,8972 m

Tebal *shell* : 3/16 in

Tebal *head* : ¼ in

Jumlah reaktor : 2 buah

Pengaduk

Jenis : *Six blades turbine*

Diameter *Impeller* : 0,9218 m

Lebar *Impeller* : 0,2305 m

Panjang *Impeller* : 0,1844 m

Jumlah *baffle* : 4 buah

Lebar *baffle* : 0,2766 m

Kecepatan putar : 85 rpm

Power pengaduk : 18 Hp

Bahan : *Carbon steel*

Jumlah pengaduk : 1 buah

Pendingin

Media : Air

Jenis : *Coil (Water)*

Diameter pipa : 2,5 in

ID : 2,469 in

OD : 2,88 in

Tinggi puncak koil : 1,9540 m

Panjang koil tiap lilitan : 4,9691 m

Jumlah lilitan koil : 47,8812 lilitan

Tinggi tumpukan koil : 1,7562 m

2. Still Distilasi

Fungsi : Untuk menguapkan kembali sisa C₆H₆O sebagai umpan Reaktor sebanyak 5.123,7503 kg/jam dan sebagai alat penetral kandungan asam dengan penambahan *lime* sebanyak 50,0434 kg/jam.

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 181,84°C

Diameter menara : 2,1732 m

Tebal *shell* : 3/16 in

Tebal *head* : 3/16 in

Tinggi *head* : 9,1957 in

Tinggi menara : 4,8136 m
Jumlah plate actual : 8 buah
Bahan : *Carbon Steel*

D. UTILITAS

1. Kebutuhan Air

Kebutuhan air di pabrik meliputi:

a. Air Proses

Air yang digunakan pada alat - alat proses yang membutuhkan air yaitu pada Melt tank dan Tangki Pencuci.

b. Air pendingin

Air pendingin digunakan pada kristaliser, reaktor dan pendingin alat proses.

c. Air domestik

Air domestik digunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga perusahaan, yaitu air minum, mandi, mencuci, dan laboratorium.

2. Kebutuhan Air Secara Kontinyu:

- a. Air proses : 327.278,1653 kg/jam
- b. Air *make-up* pendingin : 49.091,7248 kg/jam
- c. Air *make-up boiler* : 867,7235 kg/jam

d. Air kantor dan rumah tangga: 1.500 kg/jam

3. Kebutuhan Steam

- a. Kebutuhan *steam* : 5.784,8235 kg/jam
- b. Luas transfer panas : 36.387,2093 ft²
- c. Kapasitas *boiler* (Q) = 16.650.782,4468 Btu/jam
- d. Kebutuhan bahan bakar = 446,8617 liter/jam

4. Kebutuhan Listrik

Total kebutuhan listrik yang dibutuhkan sebesar 270,0912 Kw, faktor keamanan 20% sehingga kebutuhan listrik total sebesar 337,6139 kW sehingga digunakan input generator sebesar 400 Kw.

E. MANAJEMEN PERUSAHAAN

Pabrik Bisphenol-A ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (P.T) dengan status perusahaan milik swasta yang berkapasitas 25.000 ton/tahun yang akan didirikan didaerah Cilegon, Serang. PT merupakan badan hukum Indonesia yang didirikan berdasarkan

perundang-undangan yang berlaku, dengan memenuhi persyaratan tertentu seperti yang telah ditetapkan oleh KUHD (Kitab Undang-undang Hukum Dagang).

F. ANALISIS EKONOMI

1. Analisis Keuntungan

Penjualan produk yang dihasilkan dalam satu tahun sebesar Rp. 619.200.000.000. Untuk total biaya produksi sebesar Rp. 498.125.268.912. Sehingga keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 121.074.731.088. Pajak 30% dari keuntungan, sehingga yang didapatkan setelah pajak sebesar Rp. 84.752.311.762.

2. Analisis kelayakan

a. *Return On Investment (ROI)* yaitu perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasi. ROI sebelum pajak didapat 44,19 % dan setelah pajak 30,933 %.

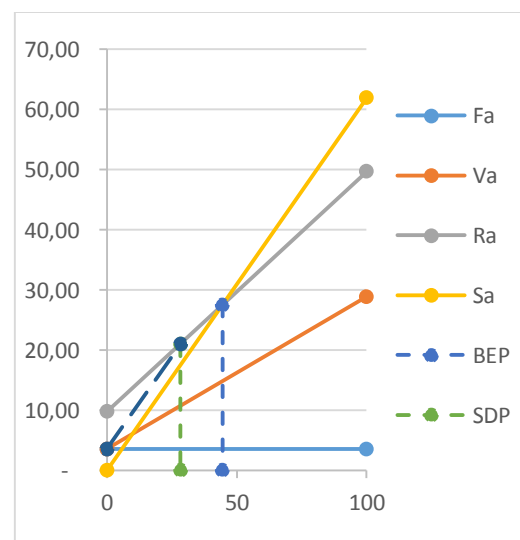
b. *Pay Out Time* adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment

dengan profit sebelum dikurangi depresiasi. Didapatkan POT sebelum pajak 1,845 tahun dan setelah pajak 2,443 tahun.

c. *Break Even Point (BEP)* adalah titik batas suatu pabrik dapat dikatakan tidak untung dan tidak rugi. Didapatkan BEP sebesar 44,562 %.

d. *Shut Down Point (SDP)* adalah suatu titik di mana pabrik merugi sebesar *fixed cost* sehingga pabrik harus ditutup. Didapatkan SDP sebesar 28,387 %.

e. *Discounted Cash Flow (DCF)* adalah perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun selama umur ekonomi. Dengan trial and error diperoleh DCF sebesar 0,3949 %



G. KESIMPULAN

Dari analisis keuntungan dan analisis kelayakan disimpulkan bahwa pabrik Bisphenol-A ini merupakan pabrik yang menguntungkan dan layak didirikan.

H. DAFTAR PUSTAKA

Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc Graw Hill Handbook Co., Inc., New York.

Badan Pusat Statistik, 2013, *Statistik Perdagangan Luar Negeri*. Jakarta.

Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.

Brownell, L.E., and Young, E.H., 1979, *Process Equipment Design*, John Wiley and Sons, Inc., New York.

Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, *Chemical Engineering*, Vol 6, Pergamon Internasional Library, New York.

Holman, J. P., 1988, "Perpindahan Kalor", alih bahasa Jasifi E., edisi ke-6, Erlangga, Jakarta.

Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.

Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1978, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York.

Perry, R.H., and Green, D.W., 1997, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.

Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 2003, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 4th ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.

Rase, F.H., 1977, *Chemical Reactor Design for Process Plants*, John Wiley and Sons, Inc., New York.

Yaws, 1979, *Thermodynamic and Physical Properties Data*, McGraw Hill Book Co. Singapore.