NASKAH PUBLIKASI

PRARANCANGAN PABRIK NITROBENZENA DARI BENZENA DAN ASAM NITRAT DENGAN PROSES BIAZZI KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

Lut Firman Dwi Hermawan
D 500 100 031

Dosen Pembimbing :

1. **Ir. Nur Hidayati,M.T, PhD**
2. **Eni Budiyati, ST, M.Eng**

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2014

INTISARI

Permintaan pasar terhadap *nitrobenzena* baik dalam pasar global maupun pasar lokal menunjukkan tren yang positif. *Nitrobenzena* memiliki berbagai macam kegunaan, mulai dari bahan peledak, bahan baku pembuatan *aniline*, industri farmasi, pestida. Maka dari itu dilakukan perancangan pabrik *nitrobenzena* dari *benzena* dan asam campuran (asam nitrat dan asam sulfat) kapasitas 40.000 ton/tahun. Reaksinya dilakukan dengan proses *biazzi* pada temperatur 50°C di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dengan waktu reaksi selama 3,6 jam dan terjadi reaksi *eksotermis*.

Benzena dialirkan sebanyak 3203,9049 kg/jam dan asam campuran 11.461,9679 kg/jam (asam nitrat 4.283,3988 kg/jam dan asam sulfat 7.178,5691 kg/jam) untuk menghasilkan *nitrobenzena* sebesar 5050,5051 kg/jam. Pabrik direncanakan akan didirikan di Cilacap, Jawa Tengan dengan luas 35.000 m^2. Cilacap dipilih karena lokasi ini dekat dengan sumber bahan baku utama yaitu *benzena*. Untuk unit pendukung utilitas, sumber air berasal dari sungai Serayu dengan kebutuhan air sebesar 315.641,4317 kg/jam, kebutuhan *saturated steam* 3173,9645 kg/jam. Pabrik ini membutuhkan pasokan listrik sebesar 550 kW. Untuk bahan bakar dibutuhkan sebanyak 409,8238 L/jam. Dan kebutuhan udara tekan untuk alat instrumentasi sebanyak 50 m^3/jam.

Berdasarkan perhitungan ekonomi pabrik ini mempunyai modal (FCI) Rp 515.157.766.798,22 dengan modal kerja (WC) Rp 134.460.177.465,56. Dari analisis Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 111.736.935.630,27 dan keuntungan sesudah pajak 30% sebesar Rp 78.215.854.941,19. *Return On Investment* (ROI) sebelum pajak 21,69%, sesudah pajak 15,18 %. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 3,16 tahun dan sesudah pajak 3,97 tahun. *Break Even Point* (BEP) 55,55%, dan *Shut Down Point* (SDP) 29,13%, serta *Discounted Cash Flow* (DCF) 39,3%. Dari analisa tersebut disimpulkan bahwa pabrik nitrobenzena ini layak berdiri dan menguntungkan dari segi ekonomi.

Kata kunci: *Nitrobenzena, benzena, biazzi*

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Nama	: Lut Firman Dwi Hermawan
NIM	: D 500 100 031
Judul TPP	: Prarancangan Pabrik Nitrobenzena dari Benzena dan Asam Nitrat dengan Proses *Biazzi* Kapasitas 40.000 ton/tahun
Dosen Pembimbing	: 1. Ir. Nur Hidayati, M.T, PhD 2. Eni Budiyati, ST, M.Eng

Surakarta, 23 Januari 2015

Menyetujui,

Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. Nur Hidayati, M.T, Ph.D NIK. 975	Eni Budiyati, ST, M.Eng NIK.991

Mengetahui,

Dekan Teknik	Ketua Program Studi
Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D NIK. 682	Rois Fatoni, ST, M.Sc, Ph.D NIK.892

A. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pembangunan industri di Indonesia semakin giat dilakukan. Terobosan-terobosan yang baru dan efisien akan memberikan pengaruh yang baik untuk menghasilkan produk yang mampu bersaing dalam pasar yang semakin kompetitif.

Industri petrokimia mengalami perkembangan yang paling pesat diantara industri lainnya. Hal ini memberikan nilai tambah terhadap sektor migas yang merupakan bahan baku industri ini serta memberikan keragaman produk turunan petrokimia. Walaupun sektor ini mempunyai prospek yang cerah, akan tetapi sektor ini belum banyak dikembangkan di Indonesia dan masih mengimpor dari luar negeri. Salah satunya produk industri ini adalah *nitrobenzena*.

Nitrobenzena dihasilkan dari proses nitrasi senyawa *aromatic* yaitu *benzena* dengan asam campuran (asam nitrat dan asam sulfat). *Nitrobenzen* sering digunakan sebagai *raw material* dalam pembuatan aniline, bahan peledak, pelarut, dan terkadang digunakan sebagai campuran *drugs* dalam bidang farmasi.

Pendirian pabrik *nitrobenzena* akan memberikan banyak keuntungan dengan mengurangi nilai impor yang akan mengurangi defisit dan serta akan memberikan devisa apabila sudah bisa untuk mengekspor komoditi ini. Disamping itu pendirian industri ini akan menciptakan lapangan kerja serta menstimulus tumbuhnya industri baru terutama industri diversivikasi *nitrobenzena*.

2. Kapasitas Perancangan Pabrik

Penentuan perancangan pabrik *nitrobenzena* berorientasi kepada kapasitas produksi pabrik yang sudah ada. Hal ini dimaksudkan untuk memutuskan berapa besar kapasitas produksi pabrik yang akan dibangun untuk menentukan untung tidaknya pabrik yang akan dibangun.

Tabel 1. Pabrik *Nitrobenzena*

No	Produsen	Kapasitas (ton/tahun)
1	BASH, Geismar, La.	15.000
2	Du Pont, Beaumont, Tex.	10.000
3	First Chemical, Baytown, Tex.	9.400
4	First Chemical, Pascagoula, Miss.	12.000
5	Rubicon, Geismar, La.	28.000

Dari tabel tersebut maka direncanakan akan didirikan pabrik *nitrobenzena* dengan kapasitas produksi sebasar 30.000 ton/tahun agar mencukupi demand pasar dalam negeri dan sisanya bisa diekspor.

B. DESKRIPSI PROSES

1. Tahapan Proses

a. Penyiapan Bahan Baku

Benzena dari tangki (F-1.1) dialirkan menuju *Heat Exchanger* (E-1.1) untuk menaikkan suhu menjadi 50°C yang selanjutnya dialirkan menuju reaktor (R-01). Sedangkan asam nitrat dan asam sulfat dicampurkan di dalam *mixer* terlebih dahulu sebelum menuju reaktor.

b. Nitrasi

Reaksi nitrasi terjadi antara *benzena* dan asam campuran pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm. Reaksi nitrasi ini akan menghasilkan produk *nitrobenzena* dengan produk samping berupa air, *benzena*, dan sedikit asam campuran. Reaksi nitrasi berlangsung sebagai berikut:

$$C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5NO_2 + H_2O$$

c. Pemurnian Produk

Produk *nitrobenzena* dari reaktor akan dimurnikan dengan proses pemisahan dengan memisahkan fase organik dan fase anorganik yang kemudian dilanjutkan dengan pemurnian dengan menggunakan menara distilasi. Menara distilasi akan membuat *nitrobenzena* mempunyai kemurnian yang sesuai dengan spesifikasi produk yang diinginkan.

2. Tinjauan Thermodinamika

a. Entalpi (ΔH)

Reaksi nitrasi *benzena* menjadi *nitrobenzena* dapat berjalan secara endotermis atau eksotermis yang bisa ditentukan dengan meninjau panas pembentukan standar (ΔH_f) pada 298 K, 1atm.

Tabel 2. Harga ΔH^o_f

No	Komponen	Harga ΔH^o_f (Kkal/mol)
1	C_6H_6	11,7180
2	HNO_3	-41,3500
3	$C_6H_5NO_2$	13,9000
4	H_2O	-68,3174

(Perry, 1984)

Total $\Delta H^o_{f298} = \Sigma\ \Delta H^o_f$ Produk - $\Sigma\ \Delta H^o_f$ Reaktan

$= \{(\Delta H^o_f\ C_6H_5NO_2 + \Delta H^o_f\ H_2O) - (\Delta H^o_f\ C_6H_6 + \Delta H^o_f\ HNO_3)\}$

$= \{((13,9 + (-68,3174)) - ((11,718 + (-41,35))\}$

= -24,7854 kkal/mol

Harga ΔH^o_f menunjukkan negatif maka reaksi pembentukan *nitrobenzena* merupakan reaksi *eksotermis.*

b. Energi Gibbs (ΔG)

Diketahui ΔG masing-masing komponen pada 298 K adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Harga ΔH^o_f

No	Komponen	Harga ΔH^o_f (Kkal/mol)
1	C_6H_6	29,732
2	HNO_3	-19,288
3	$C_6H_5NO_2$	34,943
4	H_2O	-56,678

(Dean, J.A., 1999)

ΔG^o = Σ ΔG^o Produk - Σ ΔG^o Reaktan

= {(ΔG^o $C_6H_5NO_2$+ ΔG^o H_2O) – (ΔG^o C_6H_6 + ΔG^o HNO_3)}

= {((34,943) + (-56,678)) – ((29,732) – (-19,288))}

= -32,179 kkal/mol

Harga konstanta keseimbangan dapat diperoleh dengan rumus:

ΔG^o = -R.T.ln K

(Smith & Van Ness, 1975)

Dimana: R= 1,987 kal/mol. K= $1,987.10^{-3}$ kkal/mol

Sehingga:

Ln K = ΔG^o / (-R.T)

= -(-32,179) / ($1,987.10^{-3}$ x 298)

= 54,345

K = $3,996.10^{23}$

Pada T = $T_{operasi}$

$$ln\frac{K_{operasi}}{K_{298}} = \frac{-\Delta H}{R} x \frac{T - T_{ref}}{TxT_{ref}}$$

$$\ln K_{operasi} - lnK_{298} = -\frac{-24,7824}{1,987.10^{-3}} x \frac{323 - 298}{323x298}$$

$K_{operasi}$ =$1,0204.10^{25}$

Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai K sangat besar sehingga reaksi yang terjadi merupakan reaksi *irreversible* (searah).

C. SPESIFIKASI ALAT PROSES

1. *MIXER*

Kode : M-01
Tekanan : 1 atm
Suhu : 50^oC
Volume : 4,4628 m^3
Tinggi : 1,7848 m
Diameter : 1,7848 m
Pengaduk : Turbin (6 *blade*)
Kecepatan : 138 rpm
Daya : 15 Hp
Pendingin : koil
Jumlah lilitan : 45

2. REAKTOR

Kode : R-01
Tekanan : 1 atm
Suhu : 50^oC
Volume : 59,6117 m^3
Tinggi : 3,9675 m
Diameter : 3,9675 m
Pengaduk : Turbin (6 *blade*)

Kecepatan : 60 rpm
Daya : 60 Hp
Pendingin : koil
Jumlah lilitan :22

3. *NETRALIZER*

Kode : NT-01
Tekanan : 1 atm
Suhu : 50°C
Volume : 2,7107 m^{3}
Tinggi : 1,5114 m
Diameter : 1,5114 m
Pengaduk : Turbin (6 *blade*)
Kecepatan : 142 rpm
Daya : 5 Hp

4. MENARA DISTILASI

Kode : MD-01
Jenis : Packed Distilation
Tekanan : 1 atm
Suhu umpan : 182,68^{o}C
Suhu distilat : 86,98^{o}C
Suhu bottom : 198,49^{o}C
Tinggi : 7,0915 m
Diameter : 1,0058 m

D. UNIT PENDUKUNG

Unit pendukung proses atau lebih sering disebut unit utilitas merupakan bagian penting bagi pabrik untuk mendukung berjalannya proses produksi. Unit utilitas ini antara lain meliputi unit penyedia air (air pendingin, air sanitasi, air umpan *boiler*, dan air untuk perkantoran serta perumahan), *steam*, listrik, dan pengadaan bahan bakar.

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air

Total kebutuhan air yang digunakan untuk operasional pabrik adalah 315.641,4317 kg/jam.

2. Unit Penyediaan *Steam*

Total kebutuhan steam yang diperlukan untuk proses produksi pabrik adalah 3.173,9645 kg/jam.

3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Total bahan bakar yang dibutuhkan untuk operasional pabrik baik untuk bahan bakar *boiler* maupun pembangkit listrik generator set adalah 409,8238 L/jam.

4. Unit Penyediaan Listrik

Total kebutuhan listrik pabrik adalah sebesar 550kW.

5. Unit Penyediaan Udara Tekan

Total udara tekan yang dibutuhkan untuk alat proses instrumentasi adalah 50 m^{3}.

6. Unit Pengolahan Limbah

Setiap pabrik pastilah menghasilkan limbah yang akan mencemari lingkungan sekitar. Oleh karena itu setiap pabrik harus mempunya unit pengolahan limbah

yang akan mengolah dan menangani limbah agar tidak mencemari lingkungan.

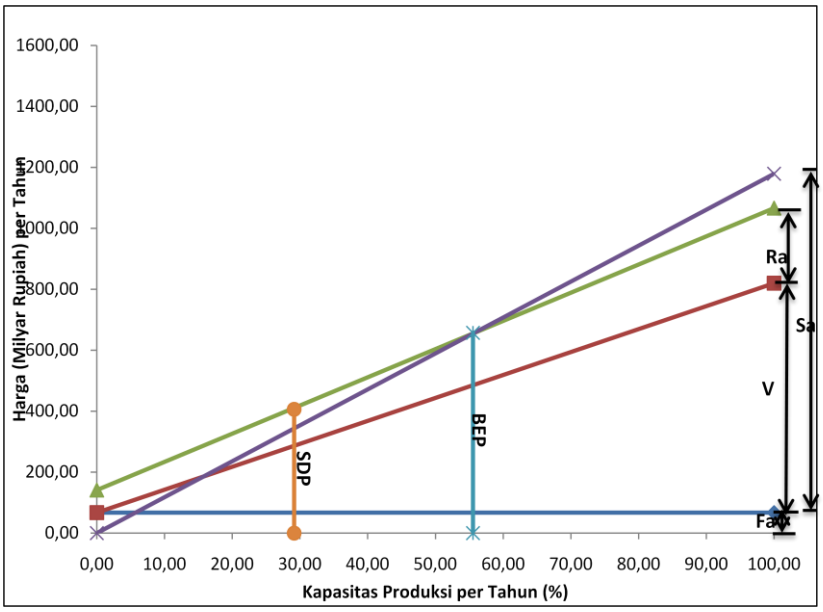
7. Laboratorium

Penelitian dan pengembangan lembih lanjut amat sangat dibutuhkan oleh suatu pabrik untuk mencapai hasil produk yang maksimal.

E. Analisis Ekonomi

Pabrik *nitrobenzena* akan didirikan pada tahun 2020 yang akan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dengan jumlah pekerja sebanyak 170 orang. Dari analisis ekonomi yang dilakukan diperoleh hasil keuntungan sebelum pajak Rp 111.736.935.630,27 dan setelah pajak Rp 78.215.854.941,19. *Return On Investment* sebelum dan sesudah pajak sebesar 21,69% dan 15,18%, berarti sesuai karena ROI untuk pabrik beresiko rendah minimal 11%. *Pay Out Time* sebelum pajak 3,19 tahun dan sesudah pajak 3,97 tahun. Untuk *Break Even Point* sesuai atruan antara 40-60%, yaitu 55,55%. *Shut Down Point* pabrik ini adalah 29,13% dan untuk *Discontinued Cash Flow sebesar* 39,3%.

Dari hasil analisis di atas dapat ditarik kesimpulan jika pabrik *nitrobenzena* ini memberikan keuntungan finansial sehingga layak didirikan.



Gambar 1. Analisis Ekonomi

DAFTAR PUSTAKA

Biro Pusat Statistik, Semarang, " *Data Import-Eksport Tahun 2001-2006*"

Dean, J.A, 1999,"Lange's Hand Book of Chemistry " 5th Edition, Mc. Graw-Hill Inc., new York

Perry, R.H. and Green, D.W., 1997, "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 7th ed., McGraw-Hill Book Company, New York

Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 2004, "Plant Design and Economic for Chemical Engineering", 5th ed., McGraw-Hill International Book Company Inc., New York

Rase, H.F., and Holmes, J. R., 1977, "*Chemical Reactor Design for Process Plant, Volume One : Principles and Techniques"*, John Wiley and Sons, Inc., New York

Ulrich, G.D., 1984, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Wiley and Sons, Inc., New York

Yaws, 1979, "Thermodynamic and Physical Properties Data", Mc Graw Hill Book Co. Singpore