

**NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK N-METILANILIN DARI
KLOROBENZENA DAN METILAMINA DENGAN
KAPASITAS 25.000 TON / TAHUN**



Oleh :

Yuda Aryoko
D 500 090 006

Dosen Pembimbing :

Dr. Kusmiyati

Eni Budiwati, S.T. M.Eng

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

2014

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Nama : Yuda Aryoko
NIM : D 500 090 006
Judul Skripsi : Prarancangan Pabrik N-Metilanilin dari Klorobenzena
dan Metilamina Dengan Kapasitas 25.000 Ton/Tahun
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Kusmiyati
2. Eni Budiwati, S.T., M.eng.

Surakarta, Juli 2014

Menyetujui,

Pembimbing 1



Dr. Kusmiyati

NIK : 683

Pembimbing 2



Eni Budiwati, S.T., M.Eng.

NIK : 993

INTISARI

Pabrik n-metilanilin dengan bahan baku klorobenzena dan metilamina direncanakan berdiri di kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun pada tahun 2018. Pembuatan n-metilanilin dilakukan dengan penambahan katalis kupri klorida pada reaktor alir berpengaduk. Reaksi berlangsung pada fase cair irreversible dan endotermis. Pada suhu 215°C dan tekanan 68atm.

Kebutuhan klorobenzena untuk pabrik ini sebanyak 3.324,88kg/jam dan metilamina sebanyak 919,49kg/jam. Produk berupa N-metilanilin sebanyak 3.156,56kg/jam dan katalis berupa kupri klorida sebanyak 2.579,29kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air pendingin sebanyak 211.711,60kg/jam. Kebutuhan steam Kebutuhan utilitas air. Meliputi air untuk make up pembangkit steam 3.123,67kg/j, untuk make up air pendingin 207.400,20kg/jam dan air untuk perkantoran 1.187,50kg/jam. Untuk menjaga adanya kebocoran saat distribusinya, make up air diletakkan sebanyak 20 %, sehingga air yang harus diambil dari air sungai sebanyak 254.053,92 kg/jam. Daya listrik yang dibutuhkan 417,27kW.

Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari pertahun dengan jumlah karyawan 160 orang, modal tetap sebesar Rp.336.986.180.109,86/tahun. Modal kerja sebesar Rp. 102.835.830.484,20/tahun. Setelah dipotong pajak keuntungan mencapai 44.770.058.210,77/tahun. Percent return on investment (ROI) sebelum pajak sebesar 44,28% dan sesudah pajak sebesar 31,00%. Pay out time (POT) sebelum pajak sebesar 2,27 tahun dan setelah pajak 2,44 tahun. Break even point (BEP) sebesar 44,73%, shut down point (SDP) sebesar 26,33%, IRR berdasarkan discounted cash flow (DCF) sebesar 50,70%. Berdasarkan pertimbangan bahwa ROI, POT, BEP, SDP dan IRR untuk pabrik beresiko tinggi karena tekanan operasinya diatas tekanan atmosferis namun perhitungannya memenuhi standar maka pabrik n-metilanilin ini layak untuk didirikan.

A. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sebagai negara berkembang Indonesia dituntut untuk selalu memperbaiki sistem perekonomian. Upaya untuk meningkatkan sistem perekonomian tersebut salah satunya adalah dengan memajukan sistem industrialisasi. Pasar bebas yang dibuka seluas-luasnya merupakan salah satu alternatif agar terbangun industri yang kompetitif. Industri kimia yang memproduksi bahan kimia hulu maupun hasil olahannya merupakan contoh sektor industri yang kompetitif.

Pada pra rancangan pabrik ini digunakan bahan baku dari metilamina dan klorobenzena. N-Metilanilin mempunyai banyak kegunaan diantaranya adalah sebagai bahan pembuatan karet sintesis, pelarut, bahan pembuatan zat warna, pembuat suasana asam dan juga sebagai sintesa organik.

Kebutuhan n-metilanilin di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat dengan berkembangnya industri tekstil, karet, makanan, dan kosmetik di Indonesia yang membutuhkan bahan baku n-metilanilin. Selain itu metilanilin belum diproduksi di dalam negeri sehingga untuk mencukupi kebutuhan di dalam negeri masih didatangkan dari luar negeri.

Pendirian pabrik n-metilanilin ini dapat mengurangi impor dalam negeri meskipun bahan baku masih didatangkan dari luar negeri diharapkan dapat memberi keuntungan finansial. Selain itu dapat membantu pemerintah dalam mengatasi masalah tenaga kerja dan sekaligus dapat mendukung berkembangnya industri-industri di Indonesia.

Dari uraian di atas maka pabrik n-metilanilin layak dan perlu didirikan di Indonesia.

B. Kapasitas Pabrik

Kapasitas produksi pabrik mempengaruhi perhitungan ekonomis maupun teknis dalam suatu perancangan pabrik. Dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik n-netilanilin perlu mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya proyeksi konsumsi n-metilanilin, kapasitas produksi n-netilanilin

komersial yang sudah ada dan kapasitas minimal atau maksimal yang terpasang.

1.1 Kebutuhan dan Konsumsi n-metilanilin di Indonesia

Berdasarkan data impor dari Biro Pusat Statistik di Indonesia dari tahun 2009 – 2013, kebutuhan n-metilanilin adalah sebagai berikut :

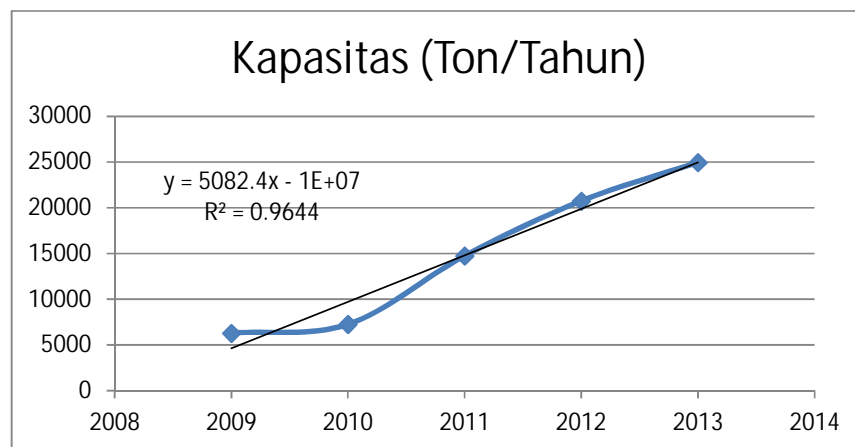
Tabel 1.1 Data Kebutuhan N-Metilanilin di Indonesia

No	Tahun	Jumlah Ton/Tahun
1	2009	6.271,06
2	2010	7.241,98
3	2011	14.726,22
4	2012	20.728,5
5	2013	24.939,87

Sumber (Biro Pusat Statistik Indonesia, data tahun 2009-2013)

Berdasarkan data yang ditunjukkan pada tabel 1.1. data impor Indonesia terhadap n-metilanilin mengalami pasang surut. Namun kebutuhan n-metilanilin diprediksikan akan mengalami peningkatan pada tahun-tahun berikutnya.

Gambar 1.1 Grafik impor N-Metilanilin Indonesia



1.2 Kegunaan Produk

1. Sebagai bahan pembuatan karet sintesis
2. Sebagai bahan pembuatan zat warna

3. Sebagai solven
4. Sebagai aseptor asam
5. Sebagai sintesa organik

(Hawley, 1980)

C. Deskripsi Proses

1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku klorobenzena disimpan pada fase cair pada suhu 30°C, tekanan 1atm di tangki silinder vertical (T-01), kemudian dipompakan bersama-sama dengan klorobenzena *recycle* dari hasil destilat Menara distilasi (MD-01) menggunakan pompa bertingkat (P-02), (P-03), (P-03). Setelah dipompa tekanannya menjadi 68,03atm dan siap dialirkan ke Reaktor (R-01) untuk direaksikan. Bahan baku Metilamina disimpan pada fase cair pada suhu 30°C, tekanan 5atm disimpan dalam vessel silinder horizontal (T-03) dipompakan dengan pompa (P-15) menuju Mixer (M-01). Pada Mixer (M-01) terjadi pencampuran *fresh* Metilamina bersama-sama dengan katalis (CuCl, air dan dimetilamina) dan metilamina *recycle* dari hasil atas Stripper (ST-01). Setelah tercampur di Mixer kemudian dipompakan dengan pompa (P-13) dan (P-14) sehingga tekanan menjadi 68,03atm menuju *Heat Exchanger* (HE-02) yang berfungsi menaikkan suhu dari 48,05°C menjadi 215°C, selanjutnya direaksikan dalam Reaktor (R-01) bersama dengan klorobenzena.

1.2 Tahap Reaksi

klorobenzena dan Metilamina direaksikan dengan katalis CuCl di dalam Reaktor pada suhu 215°C dan tekanan 68,03atm. Reaksi berlangsung pada fase cair-cair, kondisi *Isothermal* dan reaksi secara *endotermis* sehingga diperlukan pemanas supaya reaksi bisa berlangsung.

Reaktor dioperasikan secara kontinyu dengan jumlah reaktor 2 buah (R-01) dan (R-02) disusun secara seri. Setelah konversi mencapai 90%, maka produk keluar dari Reaktor (R-02) dialirkan ke *Cooler* (Co-01) yang berfungsi untuk menurunkan suhu dari 215°C menjadi 187,3°C, kemudian

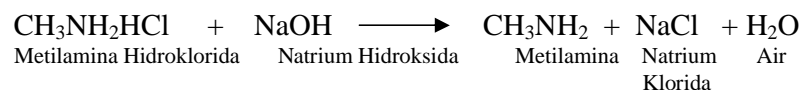
ke Expander (Ex-01) untuk menurunkan tekanan dari 68,03atm menjadi 31atm.

1.3 Tahap pemurnian Produk

Produk keluar dari Reaktor (R-02) dialirkan menuju Dekanter (DK-01) yang berfungsi untuk memisahkan fase terlarut air (metilamina, CuCl dan metilamina hidroklorida) dengan fase tidak larut dalam air (klorobenzena dan n-metilanilin). Produk bawah dari dekanter (DK-01) yang berupa klorobenzena dan n-metilanilin dialirkan ke Expander (Ex-02) untuk diturunkan tekanannya dari 31 atm menjadi 1,1atm selanjutnya dikirim ke Menara distilasi (MD-01) untuk memisahkan n-metilanilin dan klorobenzena. N-Metilanilin sebagai produk bawah dengan kemurnian 99,5% dipompakan dengan pompa (P-09) menuju *Cooler* (Co-02) untuk diturunkan suhunya dari 204,8°C menjadi 30°C, selanjutnya dikirim ke tangki penyimpanan (T04). Sedangkan produk atas Menara Distilasi dialirkan ke pompa (P-02) sebagai *recycle* ke Reaktor.

1.4 Tahap Recovery Katalis dan Bahan Baku

Produk atas dari dekanter (DK-01) yang berupa katalis, air, Metilamina dan metilamina hidroklorida dialirkan ke *Cooler* (Co-03) untuk diturunkan suhunya dari 187,3°C menjadi 30°C, selanjutnya ke Expander (Ex-03) untuk diturunkan tekanannya dari 31atm menjadi 1atm kemudian ke Netraliser (N-01) untuk mengambil metilamin dari Metilamina hidroklorida dengan cara mereaksikannya dengan larutan NaOH 50 %. Adapun reaksi yang terjadi :



Pada netraliser (N-01) reaksi berlangsung pada kondisi *Isothermal* dan reaksi secara *Eksotermis*, sehingga membutuhkan pendingin untuk menjaga suhu tetap konstan. Dalam proses penetralan akan terbentuk NaCl sampai kondisi lewat jenuh, sehingga NaCl akan terkondensasi dan dipisahkan di *Centrifuge Filter* (CF-01) sebagai produk bawah. Sedangkan produk atas berupa Metilamina, *Catalist Solution*, air di pompakan dengan

pompa (P-10) menuju ke Stripper (ST-01) untuk mengambil metilamina sebagai produk, melalui kompresor (K-01) tekanan dinaikkan dari 2 atm menjadi 5 atm dan dialirkan ke Mixer (M-01). Sedangkan produk bawah dialirkan ke *Cooler* (Co-04) untuk diturunkan suhunya dari 120,7°C menjadi 57°C, selanjutnya ke Expander (Ex-04) untuk diturunkan tekanannya dari 2 atm menjadi 0,23 atm kemudian dialirkan ke Evaporator (Ev-01). Pada Evaporator terjadi pada kondisi kesetimbangan suhu 63,55°C dan tekanan 0,23 atm untuk mengurangi kadar air yang terdapat pada katalis agar sesuai dengan kebutuhan di Reaktor. Selanjutnya produk bawah dari Evaporator (Ev-01) yang berupa katalis dipompakan oleh pompa (P-12) menuju ke Mixer (M-01) untuk dicampur bersama dengan Metilamina.

D. Alat Utama Proses

1.1 ALAT UTAMA PROSES

Berikut ini adalah nama alat utama berikut fungsinya yang akan digunakan pada proses pembuatan N-Metilanilin dari klorobenzena dan metilamina sebesar 25.000 ton / tahun.

1.2 REAKTOR

Untuk Mereaksikan Metilamina dengan klorobenzena menjadi Metilanilina dan Metilamina Hidroklorida, karena fasenya cair-cair maka jenis reaktor yang digunakan adalah *CSTR* dengan suhu 215 °C dan tekanan 68 atm.

1.3 DEKANTER-01 (DK-01)

Untuk memisahkan antara fase yang terlarut oleh air (metilamin, CuCl dan metilamina hidroklorida) dan fase yang tidak dapat terlarut oleh air (Klorobenzena dan N-metilanilin) cairan yang keluar dari reaktor, dalam dekanter terbentuk produk yaitu atas dan bawah dimana produk atas dialirkan ke netraliser dan produk bawah ke menara distilasi. dengan suhu operasi di dekanter adalah 187,3°C dan dengan tekanan 31 atm.

1.4 MENARA DISTILASI (MD-01)

Memisahkan produk N-Metilanilin dengan klorobenzena hasil keluaran dari dekanter, kemudian N-metilanilin yang terbentuk di masukan dalam tangki

penyimpan dan produk atas yang menyisakan klorobenzena lebih banyak kembali di *recycle* ke reaktor.

1.5 CENTRIFUGE FILTER-01 (CF-01)

Memisahkan Padatan NaCl dan filtratnya hasil keluaran dari netraliser yaitu berupa metilamina, dimetilamina, air, NaCl dan CuCl. Maka produk bawah yang terbentuk berupa NaCl dan air langsung dibuang, namun produk atas yang terbentuk berupa metilamina dan dimetilamina dilanjutkan ke proses selanjutnya.

1.6 STRIPER-01 (ST-01)

Untuk mengambil metilamina yang terbentuk dengan cara menguapkan metilamina pada suhu 54,18°C dan dengan tekanan 2 atm sebagai produk atas yang kemudian dilanjutkan ke mixer. Sementara hasil produk bawah berupa dimetilamina, air dan CuCl dilanjutkan ke evaporator dengan suhu 120,75°C dan tekanan 2 atm.

1.7 EVAPORATOR-01 (Ev-01)

Untuk mengurangi kadar air dan untuk memekatkan katalis *solution*. Air, dimetilamina dan CuCl hasil produk bawah stripper dikurangi kadar airnya di evaporator dengan cara menguapkan air, kemudian air yang terbentuk diuapkan sebagai produk atas sementara produk bawah CuCl dialirkan ke mixer sebagai *recycle*.

1.8 MIXER-01 (M-01)

Berfungsi untuk mencampur arus Metilamina segar dengan arus *recycle Catalyst Solution* untuk diumpankan ke Reaktor (R-01). Hasil produk atas netraliser berupa metilamin dan hasil produk bawah evaporator berupa CuCl dicampur dengan metilamin segar yang berasal dari tangki penyimpanan semuanya dicampur dalam mixer yang kemudian akan dimasukkan ke dalam reaktor. Pada mixer ini menggunakan suhu sebesar 48,05°C dan tekanan sebesar 5 atm.

1.9 NETRALIZER (N-01)

Berfungsi untuk mereaksikan metilamina hidroklorida dengan NaOH agar menjadi NaCl, Metilamin dan air. Proses ini dilakukan pada suhu 30°C dan dengan tekanan 2 atm.

E. ANALISIS EKONOMI

1. Keuntungan sebelum pajak Rp 149.223.527.369,23 per tahun
Keuntungan setelah pajak Rp 104.463.469.158,46 per tahun
2. ROI (*Return On Investment*) sebelum pajak 44,28 %
ROI sesudah pajak 31,00 %

ROI sebelum pajak untuk pabrik berisiko tinggi minimal 44 %.
(Aries & Newton.1955)

3. POT (*Pay Out Time*) sebelum pajak 1,84 tahun
POT sesudah pajak 2,44 tahun
POT sebelum pajak untuk pabrik berisiko tinggi maksimal 2 tahun.
4. BEP (*Break Even Point*) adalah 44,73 % dan SDP (*Shut Down Point*) adalah 26,33 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40 % - 60 %
5. DCF (*Discounted Cash Flow*) adalah 50,70 %
6. Berdasarkan pertimbangan bahwa ROI, BEP, dan DCF untuk pabrik berisiko tinggi dikarenakan tekanan operasinya diatas tekanan atmosfer namun perhitungannya memenuhi standar, sehingga pabrik N-Metilanilin ini layak unuk didirikan.

F. KESIMPULAN

Pabrik n-metilanilin dari klorobenzena dan metilamina dengan kapasitas 25.000 ton/tahun digolongkan pabrik berisiko tinggi, karena dan kondisi operasi pada kondisi diatas atmosferis yaitu sebesar 68 atm dan suhu operasinya adalah suhu 215°C. Berdasarkan perhitungan ROI, BEP, dan DCF untuk perhitungannya memenuhi standar, sehingga pabrik N-Metilanilin ini layak untuk didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S. and Newton, R.D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Air Product and Chemical. <http://www.Air Products and Chemical.com/> diakses pada tanggal 18-07-2014.
- Badan Pusat Statistka Indonesia. Data Ekspor Impor. <http://www.bps.go.id/> diakses pada tanggal 27-09-2013.
- Hawley, G.C. Lost Circulation Materials; Industrial Minerals Conference, Minerals and Chemicals in Drilling Muds -Houston, 1980.
- P. H *Groggins.*, 1952, "*Unit Processes in Organic Synthesis*", 4th ed., McGraw-Hill Book Company, New York.