

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM ASETAT DENGAN PROSES
MONSANTO KAPASITAS 120.000 TON PER TAHUN**



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Strata Satu Pada Program Studi Teknik Kimia

Oleh :

Darmanto

D 500 120 016

Dosen Pembimbing :

Hamid Abdillah, S.T., M.T

Emi Erawati, S.T., M.Eng

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Nama : Darmanto
NIM : D 500 120 016
Judul : Prarancangan Pabrik Asam Asetat dari Metanol dan Karbon Monoksida dengan Proses Monsanto Kapasitas 120.000 ton/tahun

Surakarta, Maret 2017

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Hamid Abdillah, S.T., M.T

NIK : 894

Dosen Pembimbing II



Emi Erawati, ST., M.Eng

NIK : 989

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia



Rois Fatoni., S.T., M.Sc., Ph.D

NIK : 892

Dekan Fakultas Teknik



Ir. H. Sri Sunarjono., M.T., Ph.D

NIK : 682

MOTTO

‘ Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan.
Karena itu bila kau sudah selesai (mengerjakan yang lain).
Dan berharaplah kepada Tuhanmu. (Q.S Al-Insyirah : 6-8)’

“Bertakwalah pada Allah maka Allah akan mengajaramu.
Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui segala sesuatu (Q.S Al-Baqarah : 282)”

“ Kesabaran, keikhlasan, serta istiqomah yang mampu
membuatku terus bertahan (Penulis) “

“Aku bersujud, bersyukur atas nikmat yang telah Engkau limpahkan dalam hidupku,
dan aku bersujud memohon segala pertolongan-Mu dalam segala kesulitanku
(Melinda)”

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah

Dengan mengucap rasa syukur kepada Allah SWT, kupersembahkan karya ini untuk:

Kedua Orang Tua ku tercinta atas kasih sayang, pengorbanan dan keikhlasannya, yang telah memberikan dukungan baik materiil maupun secara moril dan do'a disetiap langkahku

Keluarga besar ku yang selalu memberikan motivasi dan do'a dalam menyelesaikan studi ini

Teman terkasih (**Melinda**) atas perhatianmu yang selalu memberi semangat dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini

Partner tugas akhir (**Syifda W M H**) atas kerjasamanya dalam mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini

Bapak ibu dosen Program Studi Teknik Kimia yang selama studi selalu ikhlas memberikan ilmu yang bermanfaat, memberi arahan serta motivasi

Teman – teman **Chemeng 2012** yang telah membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini

Almamaterku

©©©©©

ABSTRAK

Kebutuhan asam asetat di Indonesia belum terpenuhi oleh produsen lokal, sehingga harus melakukan impor dari luar negeri. Hal ini dikarenakan masih sedikitnya pabrik asam asetat di dalam negeri. Pabrik asam asetat didirikan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan asam asetat di dalam negeri untuk memacu perkembangan industri yang menggunakannya sebagai bahan baku. Pabrik asam asetat dengan proses karbonilasi metanol dirancang dengan kapasitas 120.000 ton per tahun yang beroperasi selama 330 hari per tahun

Proses pembuatan asam asetat ini menggunakan metanol dan karbon monoksida sebagai bahan baku. Proses ini berlangsung di dalam reaktor gelembung dengan air sebagai pendingin. Reaksi berlangsung pada fase cair-gas. Reaksi di dalam reaktor bersifat eksotermis, *irreversible* dengan kondisi operasi *isothermal non adiabatic* pada suhu 177 °C dan tekanan 30 atm. Pabrik asam asetat ini membutuhkan bahan baku metanol sebesar 8.135,94 kg/jam dan karbon monoksida sebesar 7.229,39 kg/jam. Hasil produk berupa asam asetat sebesar 15.182,10 kg/jam. Utilitas pabrik asam asetat meliputi penyediaan air yang diperoleh dari air sungai yaitu sebesar 13.628,18 kg/jam, kebutuhan *steam* sebesar 5.272,68 kg/jam dengan kebutuhan bahan bakar sebesar 4.615,78 L/hari untuk kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan generator set sebesar 250 kW sebagai cadangan. Sedangkan untuk kebutuhan udara tekan sebesar 50 m³/jam. Pabrik ini didirikan di kawasan industri Bontang, Kalimantan Timur dengan luas tanah sebesar 25.000 m² dengan jumlah karyawan 160 orang.

Pabrik ini memerlukan modal tetap sebesar Rp. 785.457.962.777 dan modal kerja sebesar Rp. 455.970.978.794. Hasil analisa ekonomi pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 403.389.987.571 per tahun dan keuntungan setelah dipotong pajak 50 % yaitu sebesar Rp. 201.694.993.785 per tahun. *Percent of Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 51,35 % dan setelah pajak 25,67 %. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 1,62 tahun dan setelah pajak 2,80.tahun. *Break Event Point (BEP)* sebesar 40,60 %, *Shut Down Point (SDP)* sebesar 27,94 % dan *Internal Rate of Return (IRR)* sebesar 34,93 %

Kata kunci : asam asetat, metanol, karbon monoksida

ABSTRACT

Acetic acid in Indonesia needs unmet by local producers, so it must be imported from abroad. This is due to the small number of acetic acid plant in the country. With established acetic acid plant is expected to meet the needs of acetic acid in the country to spur the development of industries that use it as raw material. Acetic acid plant as methanol carbonylation process capacity of 120.000 tonnes by year of operation for 330 days by year.

The process of manufacturing acetic acid using methanol and carbon monoxide such as raw material. This process takes place in a bubble reactor with water as a coolant. The reaction takes place in the liquid-gas phase. Which is exothermic, irreversible with non-adiabatic isothermal operating conditions at a temperature of 177 ° C and a pressure of 30 atm. Methanol requirement of 8.135,94 kg/hr and carbon monoxide by 7.229,39 kg/hr. Products such as acetic acid at 15.182,10 kg/h. Utilities that include the provision of water obtained from river that is 13.628,18 kg/h, the steam requirement is 5.272,68 kg/h with the fuel requirement is 4.615,78 L/day for electricity requirement is obtained from the PLN and generator sets for 250 kW as reserve . While for compressed air requirement of 50 m³/hour. The factory was established in the industrial area of East Kalimantan, with a land area of 25.000 m² with number of employees 160 people.

This plant requires fixed capital amount Rp. 785. 457. 962. 777 and working capital. Rp 455. 970. 978.794. From the economic analysis of this plant demonstrates a profit before tax of Rp. 403. 389. 987. 571 by year and profit after tax of 50% is Rp. 201. 694. 993. 785 by year. Percent of Return On Investment (ROI) before tax after tax is 51,35% and 25,67%. Pay Out Time (POT) before tax is 1,62 year and after tax is 2,80 year. Break Event Point (BEP) is 40,60%, Shut Down Point (SDP) is 27,94% and the Internal Rate of Return (IRR) is 34,93%.

Keywords : *acetic acid, methanol, carbon monoxide*

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat, nikmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini.

Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai prasyarat untuk menyelesaikan jenjang studi sarjana. Dengan tugas ini diharapkan kemampuan penalaran dan penerapan teori-teori yang telah diperoleh selama kuliah dapat berkembang dan dapat dipahami dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah **Prarancangan Pabrik Asam Asetat dari Metanol dan Karbon Monoksida dengan Proses Monsanto kapasitas 120.000 Ton Per Tahun**. Adanya prarancangan pabrik ini diharapkan dapat memperkaya alternatif industri masa depan bagi Indonesia.

Penulis mohon maaf atas segala kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini, dan terima kasih untuk bantuan semua pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung, telah terlibat dalam penyelesaian tugas ini.

1. Bapak Rois Fatoni, ST, M.Sc, P.hD, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Hamid Abdillah, ST, MT, selaku dosen pembimbing pertama tugas akhir ini atas waktu dan bimbingannya.
3. Ibu Emi Erawati, ST, M.Eng, selaku dosen pembimbing kedua tugas akhir ini atas waktu dan bimbingannya.
4. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Kimia atas segala bimbingan dan arahnya.
5. Kedua Orang tua serta saudara untuk kasih sayang pengorbanan dan keikhlasannya, yang telah memberikan dukungan materi maupun rohani.
6. Partner tugas akhir, Syifda Riyandi W atas kerjasamanya dalam mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Teman-teman seperjuangan teknik kimia angkatan 2012 yang telah membantu dan memberikan semangat dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu. Penulis menyadari bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun selalu dinantikan penulis demi kesempurnaan karya kecil ini

Surakarta, Maret 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	2
1.3 Lokasi Pabrik	4
1.4 Tinjauan Pustaka	6
1.5 Sifat Kimia, Fisika Bahan baku dan Produk	10
1.5.1 Sifat Kimia, Fisika Bahan Baku	10
1.5.2 Sifat Kimia, Fisika Produk	11
BAB II DISKRIPSI PROSES	13
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	13
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	13
2.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	13
2.1.3 Spesifikasi Produk	14
2.2 Konsep Proses	14
2.2.1 Dasar Reaksi	14
2.2.2 Kondisi Operasi	14
2.2.3 Sifat Reaksi	14
2.2.4 Kinetika Reaksi	17
2.3 Diagram Alir Proses	17

2.3.1 Tahapan proses	17
2.4 Diagram Alir Neraca Massa dan Neraca Panas.....	21
2.4.1 Neraca Massa	21
2.4.2 Neraca Panas	27
2.5 Tata Letak Pabrik dan Peralatan	31
2.5.1 Tata Letak Pabrik.....	31
2.5.2 Tata Letak Peralatan	34
BAB III SPESIFIKASI ALAT	36
3.1 Akumulator	36
3.1.1 Akumulator -01	36
3.1.2 Akumulator-02	36
3.2 Cooler.....	37
3.2.1 Cooler-01	37
3.2.2 Cooler-02	38
3.2.3 Cooler 03	38
3.3 Expansion Valve	39
3.4 Flash Distillation	40
3.5 Heat exchanger	40
3.5.1 Heat exchanger -01	40
3.5.2 Heat Exchanger -02.....	41
3.6 Kondensator	42
3.6.1 Kondensator-01	42
3.6.2 Kondensator-02	42
3.7 Menara Distilasi	43
3.7.1 Menara Distilasi-01	43
3.7.2 Menara distilasi-02.....	44
3.8 Mixer	45
3.9 Pompa	45
3.9.1 Pompa-01	45
3.9.2 Pompa-02	46
3.9.3 Pompa-03	46

3.9.4	Pompa-04	47
3.9.5	Pompa-05	47
3.9.6	Pompa-06	48
3.9.7	Pompa-07	48
3.9.8	Pompa-08	48
3.9.9	Pompa-09	49
3.10	Reaktor	49
3.11	Reboiler	50
3.11.1	Reboiler-01	50
3.11.2	Reboiler-02	51
3.12	Tangki	51
3.12.1	Tangki CH ₃ OH	51
3.12.1	Tangki CH ₃ COOH	52
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM		53
4.1	Unit Pendukung Proses (Utilitas)	53
4.1.1	Unit Penyediaan Air	53
4.1.2	Unit Penyedia Steam	62
4.1.3	Unit Penyedia Listrik	63
4.1.4	Unit Penyedia Bahan Bakar	64
4.1.5	Unit Penyedia Udara Tekan	65
4.1.6	Unit Pengelolaan Limbah.....	65
4.2	Laboratorium	66
4.2.1	Program Kerja Laboratorium	66
4.3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	68
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN		70
5.1	Bentuk Perusahaan	70
5.2	Struktur Organisasi	70
5.3	Sistem Kepegawaian dan Gaji	75
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	75
5.4.1	Karyawan non shift	75
5.4.2	Karyawan shift	76

5.5 Perincian Jumlah Karyawan	77
5.5.1 Sistem Gaji Pegawai	78
5.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan	79
5.7 Manajemen Produksi	79
5.7.1 Perencanaan Produksi	79
5.7.2 Pengendalian Produksi	80
BAB VI ANALISIS EKONOMI	82
6.1 <i>Total Capital Investment</i>	87
6.2 <i>Working Capital</i>	88
6.3 <i>Manufacturing Cost</i>	88
6.4 <i>General Expenses</i>	89
6.5 Analisis Ekonomi	89
KESIMPULAN	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	97

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data <i>Import</i> Asam Asetat di Indonesia	2
Tabel 1.2 Kapasitas Produksi Asam Asetat	4
Tabel 1.3 Perbandingan Proses oksidasi asetaldehid dengan oksidasi n-butana	8
Tabel 1.4 Perbandingan Proses BASF dan Proses Monsanto	9
Tabel 2.1 Arus Neraca Massa	21
Tabel 2.2 Neraca Massa Mixer (M-101).....	24
Tabel 2.3 Neraca Massa Reaktor (R-201).....	24
Tabel 2.4 Neraca Massa Flash Distilasi (D-301).....	25
Tabel 2.5 Neraca Massa Menara Distilasi(D-401).....	25
Tabel 2.6 Neraca Massa Menara Distilasi (D-501).....	26
Tabel 2.7 Neraca Massa Total.....	26
Tabel 2.8 Neraca panas Mixer (M-101).....	27
Tabel 2.9 Neraca Panas Reaktor(R-201).....	27
Tabel 2.10 Neraca Panas Flash Distilasi (D-301)	28
Tabel 2.11 Neraca Panas Menara Distilasi (D-401).....	28
Tabel 2.12 Neraca Panas Menara Distilasi (D-501).....	29
Tabel 2.13 Neraca Panas <i>Cooler</i> (E-402)	29
Tabel 2.14 Neraca Panas <i>Cooler</i> (E-114)	30
Tabel 2.15 Neraca Panas <i>Cooler</i> (E-506)	30
Tabel 2.16 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (E-202)	31
Tabel 2.17 Neraca Panas Heat Exchanger (E-205).....	31
Tabel 4.1 Kebutuhan Air untuk Pendingin	55
Tabel 4.2 Kebutuhan Air untuk Sanitasi	56
Tabel 4.3 Kebutuhan Air untuk <i>Steam</i>	57
Tabel 4.4 Total Kebutuhan Air	57
Tabel 5.1 Pembagian <i>Shift</i> karyawan.....	76
Tabel 5.2 Perincian Jumlah karyawan.....	77
Tabel 6.1 <i>Cost Index Chemical Plant</i>	83
Tabel 6.2 <i>Total Capital Investment</i>	87

Tabel 6.3 <i>Working Capital</i>	88
Tabel 6.4 <i>Manufacturing Capital</i>	88
Tabel 6.5 <i>General Expenses</i>	89
Tabel 6.6 <i>Fixed Cost</i>	91
Tabel 6.7 <i>Variable Cost</i>	91
Tabel 6.8 <i>Regulated Cost</i>	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data Impor Asam Asetat	3
Gambar 2.1 Diagram Alir Massa	21
Gambar 2.2 Diagram Alir Kualitatif	22
Gambar 2.3 Diagram Alir Kuantitatif	23
Gambar 2.4 Tata Letak Pabrik	33
Gambar 2.5 Tata Letak Peralatan	36
Gambar 4.1 Proses Pengolahan Air	61
Gambar 5.1 Struktur Organisasi	74
Gambar 6.1 Hubungan Tahun dengan <i>Cost Index</i>	83
Gambar 6.2 Hasil Perhitungan Analisis Ekonomi	93