

**PRARANCANGAN  
PABRIK BUTINEDIOL DARI ASETILEN DAN  
FORMALDEHID  
KAPASITAS 55.000 TON PER TAHUN**



**TUGAS AKHIR**

**Oleh:**

**Wahyu Aditiya Arif**

**D 500 060 013**

**Dosen Pembimbing:**

**Muhammad Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D.**

**Ir. H. Haryanto Ar., M.S.**

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

**2013**

Lembar Pengesahan

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

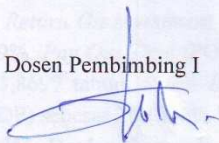
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : Wahyu Aditiya Arif  
NIM : D 500 060 013  
Judul TPP : Prarancangan Pabrik Butinediol dari Asetilen dan Formaldehid Kapasitas  
55.000 Ton/Tahun  
Pembimbing : 1. Muhammad Mujiburohman, S.T, M.T., Ph.D  
2. Ir. H. Haryanto, Ar., M.S.

Surakarta, Februari 2013

Dosen Pembimbing I

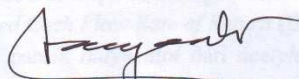


Muhammad Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D

NIK. 794

Menyetujui

Dosen Pembimbing II



Ir. H. Haryanto, Ar., M.S.

NIP. 196307051990031002

Mengetahui



Dekan

Ir. Agus Riyanto, M.T.  
NIK. 483

Ketua Jurusan



Rois Fatoni, S.T, MSc., Ph.D  
NIK. 892

### PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan sepanjang sepengetahuan saya tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain atau telah dipergunakan dan diterima sebagai persyaratan menyelesaikan studi di Universitas ini, kecuali pada bagian – bagian tertentu yang telah dinyatakan dalam teks.

Apabila skripsi ini merupakan jiplakan dan atau penelitian karya ilmiah lain, maka saya siap menerima sanksi baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, Februari 2013

Yang Menyatakan



(Wahyu Aditiya Arif)

## MOTTO

*Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan berilmu diantara kamu sampai beberapa derajat.”*

*(Q.S. Al-Mujadilah: 11)*

*Hai jiwa yang tenang, kembalilah pada Tuhanmu dengan hati yang puas lagi diridhoi-Nya*

*(Qs. Al-Fajr :27-28)*

*Jangan pernah tinggalkan tasbeih, takbir dan tahlil doa merupakan awal dari seluruh perjalanan hidup. Istighfar membuka jalan pendewasaan, karena kesempurnaan hanyalah milik Allah.*

*Pintu kebahagiaan terbesar adalah doa kedua orang tua, berusaha mendapatkan doa itu dengan berbakti agar doa mereka menjadi benteng yang selalu melindungimu.*

*(La Tahzan)*

*Dalam hidup cerminkanlah dirimu pada sosok batang pohon pisang, walau kau pangkas tubuhnya beribu-ribu kali dia tidak akan mati dan akan tetap tumbuh tunas baru, sampai dia menghasilkan buah. Begitupun hidup jangan kamu pantang menyerah walau aral rintangan menghadangmu tetaplah kamu melaju sampai menghasilkan apa yang kau inginkan.*

*(Bang Qomar)*

## PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmannirrahim...

Karya sederhana ini aku persembahkan pada Mu... Ya Allah, atas segala hidayahMu lah aku bisa sampai seperti sekarang ini, bukan apa-apa aku tanpa karuniaMu, bukan apa-apa aku tanpa rahmatMu... "Alhamdulillah" hanya itu yang mampu terucap dari hatiku, bagiku hanya engkau lah yang mampu selami dalamnya samudera hati setiap anak Adam... karena engkau lah yang memulai sesuatu didunia ini dan engkau pulalah yang mengakhiri segalanya... maka aku selalu berdo'a kepadaMu agar aku selalu bisa menyayangiMu dan menyayangi semua makhlukMu seperti halnya engkau menyayangi hamba-hambaMu sebelum hambaMu menyayangiMu... agar apa... agar aku tidak menjadi sampah bagi yang menyayangiku namun bisa menjadi bunga bagi yang membenciku... Amin...amin...amin...

"JazzahummullahuKhaira..." pada Nabiku Muhammad SAW dan semua sahabatnya... kalianlah yang selalu memperjuangkan hidayah Allah dan menuntunku kejalan "sabilillah...bukan dunia yang kalian pilih namun akhirat yang kalian raih, inilah yang selalu mengingatkanku akan pagar-pagar kehidupan yang ditentukanNya dan melupakan permata dunia yang maya... Ibuku... Ibuku... Ibuku, terimakasih dan sayanku selalu padamu... Bapakku, engkaulah yang terbaik... ijin kan aku berdo'a agar aku bisa membalas apa yang telah kalian berikan padaku, walaupun ini semua belum mampu membalas segala kasih sayang yang selalu kalian curahkan padaku... Aku tdak pernah cemas berada jauh dari kalian karena aku yakin akan kasih sayang kalian yang senantiasa membuatku tegar dalam segala hal... Ya Allah untuk kesekian kalinya aku berdo'a kepadaMu... semoga kasihMu tidak pernah luput untuk Ibu dan Bapakku dan keluargaku... Amin...amin...amin...

"JazzakummullahuKhaira" persahabatan yang kalian tawarkan kepadaku ternyata membawaku pada lautan kasih yang tak bisa aku lupakan... karena apa... karena akan selalu membekas pada ingatanku... maafkan segala kekuranganku selama bersama-sama dengan kalian... semoga apa yang kita lalui bersama selama ini bisa memberikan manfaat, barokah, serta hidayah untuk kita semua...

Amin...Amin...Amin... Ya Robbal Alamin...

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan petunjuknya-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini dengan baik. Tak lupa sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan seluruh pengikutnya.

Tugas Prarancangan Pabrik Kimia merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan 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 Butinediol dari Acetylene dan Formaldehyde dengan Kapasitas 55.000 ton/tahun**. Adanya prarancangan pabrik ini diharapkan dapat memperkaya alternatif industri masa depan bagi Indonesia.

Penyelesaian penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak. Melalui laporan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang tiada terhingga, terutama kepada :

1. Bapak Rois Fathoni, ST, MSc. selaku ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Muhamad Mujiburohman, ST, MT., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I .
3. Bapak Ir. H. Haryanto, M.S., selaku Dosen Pembimbing II .
4. Ibu Emi Erawati, ST. Selaku Koordinator TPP.
5. Pak Agung Sugiharto. ST. M. Eng, yang telah membantu saya membuat program Q-basic.
6. Ibu Nuryati, ST. Yang telah banyak membantu saya.
7. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta atas segala bimbingan dan arahnya.

8. Bapak, Ibu, yang selalu mendoakan dan memberi semangat serta semua dukungannya.
9. Devina Arbitria K, S.Farm.,Apt. Yang selalu mendoakan dan memberi semangat serta dukungannya.
10. Teman-temanku paling baik Suryo, Mahmud ,Candra, Dewik, makasih atas semua bantuan, dukungan, doa, semoga kita selalu diberikan yang terbaik.
11. Mas Amanuni, mas Wawan, pak Yatno, terimakasih atas kerjasamanya.
12. All Teman – temanku Teknik Kimia angkatan 2006-2007 yang selalu memberikan dorongan, suportnya, tetap jadi yang terbaik
13. Semua pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya laporan ini.

*“tak ada gading yang tak retak”* Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik membangun demi kesempurnaan laporan ini. Dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak. Akhir kata penulis mohon maaf apabila ada salah kata, dan terima kasih.

*Wassalamu’alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, Februari 2013

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
INTISARI .....	iii
MOTTO .....	iv
PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Kapasitas Perancangan.....	2
1.2.1. Prediksi Kebutuhan Dalam Negeri .....	2
1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku .....	2
1.2.3. Kapasitas Minimal .....	2
1.3. Pemilihan Lokasi .....	4
1.3.1. Faktor Utama Dalam Pemilihan Lokasi Pabrik .....	4
1.3.2. Faktor Pendukung Dalam Pemilihan Lokasi Pabrik.....	7
1.4. Tinjauan Pustaka .....	9
1.4.1. Proses Pembuatan .....	9
1.4.2. Kegunaan Produk.....	10



1.4.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk .....	10
1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum .....	10
<b>BAB II DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>17</b>
2.1. Spesifikasi Produk dan Bahan Baku .....	17
2.1.1. Bahan Baku .....	17
2.1.2. Bahan Produk .....	17
2.1.3. Bahan Pembantu .....	18
2.2. Konsep Proses .....	18
2.2.1. Dasar Reaksi .....	18
2.2.2. Mekanisme Reaksi .....	19
2.2.3. Tinjauan Termodinamika .....	19
2.2.4. Tinjauan Kinetika .....	20
2.3. Langkah Proses .....	21
2.3.1. Tahap Persiapan Bahan Baku .....	21
2.3.2. Tahap Proses <i>Ethynylation</i> .....	22
2.3.3. Tahap Pemurnian Produk .....	22
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas .....	23
2.4.1. Neraca Massa .....	23
2.4.2. Neraca Panas .....	25
2.5. Tata Letak Pabrik .....	30
2.6. Tata Letak Peralatan .....	34
<b>BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES .....</b>	<b>38</b>
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS) DAN</b>	

LABORATORIUM .....	62
4.1. Unit Pendukung Proses .....	62
4.4.1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air .....	62
4.2. Spesifikasi Alat Utilitas .....	70
4.2.1. Unit Pengadaan Steam .....	82
4.2.2. Unit Pengadaan Tenaga Listrik.....	82
4.2.3. Unit Pengadaan Udara Tekan .....	83
4.2.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	83
4.3. Laboratorium.....	84
4.3.1. Tugas Pokok Laboratorium.....	84
4.3.2. Program Kerja Laboratorium .....	84
4.3.3. Alat-alat Utama Laboratorium .....	86
<b>BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN .....</b>	<b>87</b>
5.1. Bentuk Perusahaan.....	87
5.2. Struktur Organisasi .....	87
5.3. Tugas dan Wewenang .....	89
5.3.1. Pemegang Saham .....	89
5.3.2. Dewan Komisaris.....	89
5.3.3. Direktur .....	89
5.3.4. Kepala Bidang.....	89
5.3.5. Staf Ahli .....	90
5.3.6. Penelitian dan Pengembangan .....	90
5.3.7. Koordinator .....	90

5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	90
5.4.1. Karyawan Non Shift .....	91
5.4.2. Karyawan Shift .....	91
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah .....	92
5.5.1. Karyawan Tetap .....	92
5.5.2. Karyawan Harian .....	92
5.5.2. Karyawan Borongan .....	92
5.6. Kesejahteraan Karyawan .....	94
BAB VI ANALISIS EKONOMI .....	98
BAB VII KESIMPULAN .....	111
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1. Impor Butynediol Indonesia .....	2
Tabel 2.1. Neraca Massa Total .....	23
Tabel 2.2. Neraca Massa di sekitar Reaktor .....	24
Tabel 2.3. Neraca Massa di sekitar Separator .....	24
Tabel 2.4. Neraca Massa di Menara Distilasi 01 .....	25
Tabel 2.5. Neraca Massa di Menara Distilasi 02 .....	25
Tabel 2.6. Neraca Panas di Heater 01 .....	25
Tabel 2.7. Neraca Panas di Heater 02 .....	26
Tabel 2.8. Neraca Panas di Heater 03 .....	26
Tabel 2.9. Neraca Panas di Heater 04 .....	26
Tabel 2.10. Neraca Panas di Heater 05 .....	27
Tabel 2.11. Neraca Panas di Cooler 01 .....	27
Tabel 2.12. Neraca Panas di Cooler 02 .....	28
Tabel 2.13. Neraca Panas di Cooler 03 .....	28
Tabel 2.14. Neraca Panas di Cooler 04 .....	28
Tabel 1.15 Neraca Panas di sekitar Reaktor .....	29
Tabel 1.16 Neraca Panas di sekitar Separator .....	29
Tabel 1.17 Neraca Panas di sekitar Menara Distilasi 01 .....	30
Tabel 1.18 Neraca Panas di sekitar Menara Distilasi 02 .....	30
Tabel 4.1. Daftar Kebutuhan untuk Air Pendingin .....	64
Tabel 4.2. Daftar Kebutuhan untuk <i>steam</i> .....	65

Tabel 4.3. Daftar Kebutuhan untuk Sanitasi.....	66
Tabel 4.4. Daftar Kebutuhan total air .....	70
Tabel 5.1. Jadwal Hari dan Jam Kerja Karyawan <i>Shift</i> .....	92
Tabel 5.2. Jabatan dan Prasyarat.....	93
Tabel 6.1. <i>Cost Index</i> Harga dari Tahun 1900-2010.....	110

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Grafik Tahun Versi kebutuhan <i>butinediol</i> .....	3
Gambar 2.5. <i>Lay Out Pabrik</i> .....	33
Gambar 2.4. <i>Lay Out</i> Peralatan Proses .....	36
Gambar 2.2. Diagram Alir Kualitatif.....	37
Gambar 2.3. Diagram Alir Kuantitatif.....	38
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan .....	88
Gambar 6.1. Grafik Hubungan antara Tahun dan <i>Cost Index</i> .....	103
Gambar 6.2. Grafik <i>Break Even Point</i> dan <i>Shut Down Point</i> .....	110

## INTISARI

*Butynediol* merupakan bahan yang cukup penting dalam sintesis bahan-bahan organik, seperti *butanediol*, *tetrahydrofuran*, dan *pyrolidone*. Pabrik ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan tidak menutup kemungkinan untuk diekspor karena selama ini untuk memenuhi kebutuhan *butynediol* didalam negeri, pemerintah mengimpor dari luar negeri. Pabrik *butynediol* diharapkan akan memacu tumbuhnya industri hilir yang memanfaatkan *butynediol* sebagai bahan baku, sehingga dapat menciptakan lapangan kerja yang baru, dan dapat menambah pendapatan daerah setempat.

Pabrik *butynediol* dari *acetylene* dan *formaldehyde* dirancang dengan kapasitas 55.000 ton/tahun. Pabrik beroperasi kontinyu selama 330 hari per tahun. Proses pembuatan *butynediol* dijalankan dalam reaktor fixed bed single tube, irreversible, dengan kondisi operasi berlangsung pada range suhu 100-130°C dan pada tekanan 2 atm. Sifat reaksi eksotermis, non adiabatik sehingga dibutuhkan pendingin untuk menjaga agar suhu di dalam reaktor tetap pada *range* suhu yang diinginkan. Kemudian hasil dari reaktor dipisahkan dalam separator. Hasil atas separator berupa gas bereaksi dengan udara menjadi *flare* dan hasil bawah separator yang berupa cairan diumpankan ke menara distilasi. Dari hasil bawah menara distilasi diperoleh produk *butynediol* dengan kemurnian yang diinginkan di pasaran (45%). Hasil atas menara distilasi dipisahkan kembali untuk memperoleh produk samping berupa *methanol* dengan kemurnian sebesar 99%. Kemudian pada unit utilitas total air pendingin yang digunakan 22.607,5728 kg/jam, sedangkan air kebutuhan steam 43.960,0807 kg/jam, air untuk sanitasi 2.175,5000 kg/jam. Sehingga jumlah total kebutuhan air 61.635,9554 kg/jam. Kebutuhan listrik dalam pabrik *butynediol* adalah 860,936 KW. Untuk kebutuhan udara tekan diperkirakan 500 kg/jam dengan udara masuk tekanan 1 atm dan udara keluar tekanan 4 atm. Sedangkan pada unit bahan bakar total kebutuhan bahan baku 342,6634 m<sup>3</sup>. Pabrik ini digolongkan beresiko rendah karena beroperasi pada kondisi suhu dan tekanan yang tidak terlalu tinggi serta sifat bahan baku dan produk yang tidak terlalu berbahaya.

Pabrik direncanakan didirikan di Kawasan Industri Gresik (KIG), Jawa Timur dengan luas tanah 1,2 Ha. Pabrik direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas ( PT ) dan dengan jumlah karyawan sebanyak 150 orang. Dari analisis ekonomi, pabrik *butynediol* ini membutuhkan modal terdiri dari modal tetap dan modal kerja sebesar Rp 104.401.542.770,20. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 41.389.710.474,34 /th. Keuntungan sesudah pajak sebesar Rp 16.555.884.189,74 /th. Analisis kelayakan ini memberikan hasil bahwa *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 39,6447% dan setelah pajak sebesar 15,8679%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,0143 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 3,8697 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 44,0718% kapasitas, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 26,1336% kapasitas. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFRR) sebesar 36,5813%. Berdasarkan data-data di atas maka pabrik *butynediol* dari *acetylene* dan *formaldehyde* cukup layak untuk didirikan.