

**LAPORAN TUGAS PERANCANGAN PABRIK**

**PERANCANGAN PABRIK**  
***CUMENE DARI PROPYLENE DAN BENZENE***  
***DENGAN PROSES Q-MAX MENGGUNAKAN KATALIS***  
***QZ2000/2001***  
**KAPASITAS 80.000 TON PER TAHUN**



**Oleh :**  
**DEA PURWANDI**  
**D 500 080 003**

Dosen Pembimbing :  
M. Mujiburohman, ST, MT, PhD.  
Rois Fatoni, ST, MSc., PhD.

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**SURAKARTA**  
**2013**

HALAMAN PENGESAHAN



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK KIMIA

---

**Nama** : Dea Purwandi  
**NIM** : D 500 080 003  
**Judul Tugas Prarancangan Pabrik** : Prarancangan Pabrik *Cumene dari Propylene dan Benzene Dengan Proses Q-Max Menggunakan katalis QZ2000/2001 Kapasitas 80.000 Ton Per Tahun*  
**Dosen Pembimbing** : 1. M. Mujiburohman, ST, MT, PhD.  
2. Rois Fatoni, ST, MSc. Ph.D

Surakarta, 19 Maret 2013

Dosen Pembimbing I

M. Mujiburohman, ST, MT, PhD.

Dosen Pembimbing II

Rois Fatoni, ST, MSc., PhD.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Agus Riyanto, M.T.

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Rois Fatoni, ST, MSc., PhD.

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA**

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

NAMA : DEA PURWANDI

FAKULTAS : TEKNIK

JURUSAN : PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

NIM : D500080003

dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul:

*“PRARANCANGAN PABRIK CUMENE DAN BENZENE DENGAN PROSES Q-MAX MENGGUNAKAN KATALIS QZ2000/2001 KAPASITAS 80.000 TON PER TAHUN”*

adalah karya saya sendiri dan belum pernah dipublikasikan sebelumnya. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat pelanggaran kaidah-kaidah akademik pada karya saya, maka saya bersedia menanggung sanksi-sanksi yang dijatuhkan karena kesalahan tersebut, sebagaimana diatur oleh Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat dipergunakan bilamana diperlukan.

Kartasura, 20 Maret 2013

Yang menyatakan,



**(DEA PURWANDI)**

## INTISARI

*Cumene* atau *isopropyl benzene* adalah senyawa yang berfungsi untuk meningkatkan nilai oktan dari bensin. Selain itu juga dapat digunakan sebagai bahan baku phenol. Semua *cumene* yang dibutuhkan Indonesia berasal dari luar negeri. Jelas akan berdampak yang signifikan terhadap harga *cumene* di Indonesia dikarenakan ketergantungan negara kita untuk mengimpor *cumene* terus menerus. Ironis, melihat negara Indonesia sebagai pengguna bahan bakar minyak bumi terbesar, namun tidak mempunyai pabrik yang memproduksi senyawa ini. Hal inilah yang menjadi landasan penulis. Senyawa *cumene* terbentuk dari senyawa *propylene* dan *benzene* dalam keadaan gas maupun cair. Dari fakta yang ada sebagian besar pabrik *cumene* di dunia memilih mereaksikan bahan baku dalam fase gas, dikarenakan efisiensi *cumene* lebih tinggi dan limbah *diisopropyl benzene (DIPB)* yang merupakan hasil samping produksi, dapat direaksikan kembali dengan *benzene* membentuk produk *cumene*.

Proses pembuatan *cumene* dalam perancangan ini, menggunakan reaktor *fixed bed multitube* fase gas, dan *nonisothermal*. Dengan kondisi operasi yang berlangsung pada suhu 350°C dan tekanan 25 atm. Pabrik ini, menggunakan dua reaktor. Reaktor pertama bertindak sebagai reaktor alkilasi, yang mereaksikan *propylene* dan *benzene* menghasilkan *cumene* menggunakan katalis QZ2001. Reaktor kedua bertindak sebagai reaktor *trans*-alkilasi yang mereaksikan *DIPB* dan *benzene* menghasilkan *cumene* menggunakan katalis QZ2000. Untuk menghasilkan *cumene* 80.000 ton setiap tahun dibutuhkan bahan baku *propylene* sebanyak 28.008,77 ton dan *benzene* 51.987,87 ton. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan bahan air sebesar 23.500,00 kg/jam yang diperoleh dari air sungai, bahan bakar yang dibutuhkan boiler adalah bakar minyak solar sebesar 1990,63 liter/jam, kebutuhan udara tekan sebesar 300 m<sup>3</sup>/jam, kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan *generator set* sebesar 447 kW sebagai cadangan, bahan bakar sebanyak 60,00 m<sup>3</sup>/jam.

Pabrik ini didirikan di kawasan Industri Banten dengan luas tanah 60.200 m<sup>2</sup> sedangkan bahan baku *Isobutylene* direncanakan diperoleh *propylene* dari PT. Chandra Asri di Cilegon dengan kapasitas terpasang 218.700 ton/tahun dan *benzene* dari kilang *paraxylene* di Cilacap dengan kapasitas 128.000 ton/tahun dan dari *pertamina* balongan. Jumlah karyawan pabrik ini direncanakan berjumlah 170 orang. Pabrik *cumene* ini menggunakan modal tetap sebesar Rp 447.147.765.868,34 dan modal kerja Rp 1.237.065.888.446,94. Dari analisis ekonomi pabrik ini menunjukkan keuntungan sebelum pajak Rp 97.116.178.681,93 per tahun setelah dipotong pajak 25 % keuntungan mencapai Rp 72.837.134.011,45 per tahun. *Percent Return On Investment (ROI)* sebelum pajak 21,72 % dan setelah pajak 16,29 %. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak selama 4,19 tahun dan setelah pajak 5,58 tahun. *Break Even Point (BEP)* sebesar 45,27 %, dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 25,98 %. *Discounted Cash Flow (DCF)* terhitung sebesar 24,44 %. Dari data analisis kelayakan ekonomi disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

## MOTTO

- *Hai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan sholat, sesungguhnya Allah beserta orang – orang yang sabar .( Q.S. Al - Baqarah:153)*
- *Dan adapun orang – orang yang takut kepada kebesaran Tuhannya dan menahan diri dari keinginan hawa nafsu, maka sesungguhnya surgalah tempat tinggal (nya).  
(Q.S. An – Nazi'at: 40 – 41)*
- *Jadikan segala ujian dan cobaan yang Allah berikan kepada kita menjadi anugrah terindah dalam hidup yang akan menjadikan kita kian indah dihadapan-Nya.*
- *Sesungguhnya Allah mencintai Muslim yang senantiasa teguh dalam (membina) persahabatan dan setia kepada sahabat mereka, berusaha menjalankan kewajiban (tuntutan) dari (hubungan) persahabatan, cinta, dan kesetiaan.*
- *Orang yang kikir dengan ilmunya lebih buruk dari pada orang yang kikir dengan uangnya. Sebab, orang yang kikir dengan uangnya merasa takut miskin, namun orang yang kikir dengan ilmunya menahan sesuatu yang tidak akan habis atau hilang jika diberikan kepada orang lain.*

## Ucapan Terimakasih

- Allah SWT yang banyak mencurahkan mahabbah dalam hidup. Akhirnya ku mengerti bahwa cinta-Mu terlalu indah.
- Ayahku tercinta yang telah mendidikku sehingga aku bisa tegar dalam berjuang. Maafkan anakmu tak sempat bahagiakanmu.
- Ibunda tercinta yang telah memberiku nasihat, motivasi, doa, kasih sayang yang tiada pernah putus. Aku selalu berusaha menjadi yang terbaik bagimu, walau kadang lebih sering mengecewakanmu.
- Buat Mas Imam, Sahabat karibku, terima kasih atas segala usaha, kesabaran dan kerja kerasnya....kita memang harus selalu yakin dengan kemampuan kita sendiri....terima kasih telah menjadi temen, dan kakak yang baik buatku.
- Sahabat-sahabatku Akbar, Rudi, Mas Madi, Uzman, Ihsan, Elip, Indah, Tia, Gita. Saat aku sedih kalianlah yang selalu membuatku tertawa. Terima kasih buat semuanya.....
- Teman-teman Teknik Kimia 2008 yang tidak dapat ku sebutkan satu persatu...terimakasih banyak atas segala dukungan dan bantuannya.
- Mas Rudi, kapan skripsinya mau dikerjain? Kasihan ibu yang selalu mengharapkanmu. Adhekkku Rendra, terima kasih atas pengertianmu. Yang selalu sedia saat aku butuh bantuan, Ayo tetep semangat belajar !!!!!

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Rabb Pencipta alam semesta, yang atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik kimia ini.

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 *Cumene* dari *propylene* dan *benzene* dengan proses Q-Max menggunakan katalis QZ2000/2001 kapasitas 80.000 Ton Per Tahun**. Adanya prarancangan pabrik ini diharapkan dapat memperkaya alternatif industri masa depan bagi Indonesia.

Penyusun mohon maaf atas segala kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, dan terimakasih untuk bantuan semua pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung, telah terlibat dalam penyelesaian tugas ini.

1. Bapak Rois Fatoni, ST. MSc. Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia UMS dan Dosen Pembimbing II.
2. Bapak M. Mujiburohman, ST, MT, PhD. Selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Kimia UMS atas segala bimbingan dan arahannya.
4. Teman-teman angkatan 2008, 2009 dan 2010 Teknik Kimia UMS.

Penyusun menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun selalu dinantikan penyusun demi kesempurnaan karya kecil ini.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Surakarta,25 Februari 2013

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT KEASLIAN KARYA .....	iii
INTISARI.....	iv
MOTTO.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan .....	3
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Dasar Penetapan Kapasitas .....	4
1.6. Dasar Penetapan Lokasi .....	4
1.7. Tinjauan Pustaka .....	5
1.7.1. Macam-Macam Proses .....	5
1.4.2. Sifat Fisis dan Sifat Kimia.....	6
1.4.3. Kegunaan Produk.....	13
BAB II. DISKRIPSI PROSES .....	14
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	14
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku .....	14
2.1.2. Spesifikasi Bahan Penunjang .....	14
2.1.3. Spesifikasi Produk.....	14
2.2. Konsep Reaksi.....	15



2.2.1. Dasar Reaksi dan Kinetika.....	15
2.2.2. Tinjauan Termodinamika.....	16
2.2.3. Kondisi Operasi.....	17
2.2.4. Langkah Proses.....	18
2.3. Diagram Alir Proses.....	20
2.4. Neraca Masa dan Neraca Panas.....	22
2.4.1. Neraca Massa.....	22
2.4.2. Neraca Panas.....	25
2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan.....	36
2.5.1. Tata Letak Pabrik.....	36
2.5.2. Tata Letak Peralatan.....	39
BAB III. SPESIFIKASI PERALATAN PROSES .....	42
BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM .....	74
4.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	74
4.1.1. Unit Penyediaan Air.....	75
4.1.2. Unit Penyediaan Steam.....	82
4.1.3. Unit Penyediaan Listrik.....	82
4.1.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	85
4.1.5. Unit Penyediaan Udara Tekan.....	85
4.1.6. Unit Pengelola Limbah.....	85
4.2. Laboratorium.....	86
BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN .....	100
5.1. Bentuk Perusahaan.....	100
5.2. Struktur Organisasi.....	101
5.3. Tugas dan Wewenang.....	102
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	107
5.5. Perincian Jumlah Karyawan.....	108
5.6. Kesejahteraan Karyawan.....	111
5.7. Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	112
5.8. Manajemen Produksi.....	112
BAB VI. ANALISA EKONOMI .....	116

6.1. Dasar Perhitungan.....	116
6.2 Perhitungan Biaya.....	118
6.2.1. <i>Capital Investment</i> .....	118
6.2.2. <i>Manufacturing Cost</i> .....	119
6.2.3. <i>General Expenses</i> .....	119
6.2.4. Analisis Kelayakan.....	119
6.3 Perhitungan Biaya.....	121
KESIMPULAN.....	126
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kebutuhan impor <i>Cumene</i> .....	2
Tabel 1.2 Data pokok bahan baku dan produk.....	6
Tabel 1.3 Data antoin bahan baku dan produk.....	7
Tabel 1.4 Densitas bahan baku dan produk fase cair.....	7
Tabel 1.5 Viskositas bahan baku dan produk fase cair.....	8
Tabel 1.6 Viskositas bahan baku dan produk fase gas.....	8
Tabel 1.7 Kapasitas panas bahan baku dan produk fase cair.....	8
Tabel 1.8 Kapasitas panas bahan baku dan produk fase gas.....	9
Tabel 1.9 Konduktivitas panas bahan baku dan produk fase cair.....	9
Tabel 1.10 Konduktivitas panas bahan baku dan produk fase gas.....	9
Tabel 1.11 Panas Pembentukan bahan baku dan produk fase cair.....	10
Tabel 1.12 Panas Laten bahan baku dan produk fase cair.....	10
Tabel 1.13 Sifat Fisis Katalis .....	10
Tabel 2.1. Neraca massa di reaktor alkilasi .....	22
Tabel 2.2. Neraca massa di sekitar arus <i>flashdrum</i> .....	23
Tabel 2.3. Neraca massa di reaktor transalkilasi.....	23
Tabel 2.4. Neraca massa di kolom destilasi 01 .....	23
Tabel 2.5. Neraca massa di sekitar arus kolom destilasi .....	24
Tabel 2.6 Neraca panas di HE-01+ <i>vaporizer</i> .....	25
Tabel 2.7. Neraca panas di HE-02 .....	26
Tabel 2.8. Neraca panas di HE-03 part 1 .....	26
Tabel 2.9. Neraca panas di HE-03 part 2 .....	26
Tabel 2.10. Neraca panas di HE-04 part 1 .....	27
Tabel 2.11. Neraca panas di HE-04 part .....	27
Tabel 2.12. Neraca panas di Reaktor 01 .....	28
Tabel 2.13. Neraca panas di <i>cooler</i> 1.....	28

Tabel 2.14. Neraca panas di <i>cooler 2</i> .....	29
Tabel 2.15. Neraca panas di <i>Flash Drum</i> .....	29
Tabel 2.16. Neraca panas di <i>expander 1</i> .....	30
Tabel 2.17. Neraca panas di HE-05 .....	30
Tabel 2.18. Neraca panas di HE 06.....	31
Tabel 2.19. Neraca panas di komprsor 01.....	31
Tabel 2.20. Neraca panas di HE-07 .....	31
Tabel 2.21. Neraca panas di Reaktor 02 .....	32
Tabel 2.22. Neraca panas di Menara Destilasi 01 .....	32
Tabel 2.23. Neraca panas di Menara Destilasi 02.....	33
Tabel 2.24. Neraca panas di <i>expander 02</i> .....	34
Tabel 2.25. Neraca panas di <i>cooler 03</i> .....	34
Tabel 2.26. Neraca panas di <i>cooler 04</i> .....	35
Tabel 2.27. Neraca panas di <i>cooler 05</i> .....	35
Tabel 2.28. Perincian luas tanah bangunan pabrik.....	37
Tabel 4.1. Data kebutuhan air pendingin .....	81
Tabel 4.2. Data kebutuhan <i>steam</i> .....	81
Tabel 4.3. Data kebutuhan air sanitasi .....	82
Tabel 4.4. Daftar kebutuhan listrik untuk proses .....	83
Tabel 4.5. Daftar kebutuhan listrik untuk utilitas .....	84
Tabel 5.1. Jadwal kerja untuk setiap regu.....	108
Tabel.5.2. Perincian jumlah karyawan dan gaji setiap bulan.....	110
Tabel. 6.1. <i>Cost index chemical plant</i> .....	117
Tabel 6.2. <i>Physical Plant Cost (PPC)</i> .....	121
Tabel 6.3. <i>Working capital</i> .....	122
Tabel 6.4. <i>Manufacturing Cost</i> .....	123
Tabel 6.5. <i>General expenses</i> .....	123

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Konsumsi cumene terbesar di dunia .....	3
Gamba 1.2. struktur propylene.....	11
Gamba 1.3. struktur benzene.....	12
Gamba 1.4. struktur cumene .....	13
Gambar 2.1. kinetika reaksi antara propylene dan benzene .....	16
Gambar 2.2. Diagram alir kualitatif .....	20
Gambar 2.3. Diagram alir kuantitatif .....	21
Gambar 2.4. Diagram alir neraca massa .....	22
Gambar 2.5. Diagram alir neraca panas .....	25
Gambar 2.6. <i>Layout</i> pabrik .....	39
Gambar 2.7. <i>Layout</i> peralatan proses.....	41
Gambar 4.1. Unit pengolahan air Sungai .....	99
Gambar 5.1.1. Struktur organisasi perusahaan .....	115
Gambar 6.1. Grafik hubungan tahun dengan <i>cost index</i> .....	118
Gambar.6.2. Grafik analisa ekonomi .....	125

