

LEMBAR PENGESAHAN

**TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK ISOPROPIL ALKOHOL
DARI PROPILEN DAN AIR
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Nesia Angela Cristi I 1507010

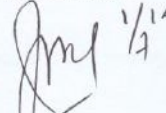
Desti Dwi Nurrokhimah I 1507018

Pembimbing I



Y.C. Danarto, S.T., M.T.
NIP. 19730827 200012 1 001

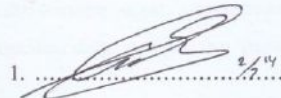
Pembimbing II



Dr. Margono, S. T., M. T.
NIP. 19681107 199702 1 001

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Mujtahid Kaavessina, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19790924 200312 1 002

1.  2/14

2. Wusana Agung W., S.T., M.T.
NIP. 19801005 200501 1 001

2.  07/07/2014

Dibahkan,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Sunu M. Pranolo
NIP. 19690316 199802 1 001



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Isopropil Alkohol dari Propilen dan Air Kapasitas 40.000 ton/tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Sunu H. Pranolo selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia atas bimbingannya.
2. Y.C. Danarto, S.T., M.T. dan Dr. Margono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
4. Kedua orangtua dan keluarga atas dukungan doa, materi, dan semangat yang senantiasa diberikan tanpa kenal lelah.
5. Teman-teman Teknik Kimia 2007 UNS untuk semangatnya, *we are the best!*
6. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---|----------|
| Halaman Judul | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| Kata Pengantar | iii |
| Daftar Isi | iv |
| Daftar Tabel | viii |
| Daftar Gambar | xi |
| Intisari | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik | 1 |
| I.2. Kapasitas Perancangan | 2 |
| I.2.1. Proyeksi Kebutuhan Isopropil Alkohol | 2 |
| I.2.2. Ketersediaan Bahan Baku | 3 |
| I.2.3. Kapasitas Produksi Pabrik Komersial yang Pernah Ada .. | 4 |
| I.3. Pemilihan Lokasi Pabrik | 4 |
| I.4. Tinjauan Pustaka | 7 |
| I.4.1. Macam-macam Proses Pembuatan Isopropil Alkohol | 7 |
| I.4.2. Pemilihan Proses | 9 |
| I.4.3. Sifat Fisis dan Kimia | 11 |
| A. Bahan Baku | 11 |
| B. Bahan Pembantu (Katalis) | 13 |
| C. Produk Utama | 14 |

commit to user

| | | |
|---------|---|----|
| | D. Produk Samping | 15 |
| BAB II | DESKRIPSI PROSES | 16 |
| II.1. | Spesifikasi Bahan Baku dan Produk | 16 |
| II.1.1. | Spesifikasi Bahan Baku | 16 |
| II.1.2. | Spesifikasi Produk | 16 |
| II.1.3. | Spesifikasi Katalis | 17 |
| II.2. | Konsep Proses | 17 |
| II.2.1. | Dasar Reaksi | 17 |
| II.2.2. | Tinjauan Kinetika | 18 |
| II.2.3. | Tinjauan Termodinamika | 19 |
| II.2.4. | Kondisi Operasi | 22 |
| II.3. | Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses | 23 |
| II.3.1. | Diagram Alir Kualitatif | 24 |
| II.3.2. | Diagram Alir Kuantitatif | 25 |
| II.3.3. | Diagram Alir Proses | 26 |
| II.3.4. | Tahapan Proses | 27 |
| | II.3.4.1. Tahap Penyiapan Bahan Baku | 27 |
| | II.3.4.2. Tahap Pembentukan Isopropil Alkohol | 28 |
| | II.3.4.3. Tahap Pemisahan | 28 |
| II.4. | Neraca Massa dan Neraca Panas | 29 |
| II.4.1. | Neraca Massa | 29 |
| II.4.2. | Neraca Panas | 31 |
| II.5. | Layout Pabrik dan Peralatan Proses | 35 |

| | |
|--|----|
| II.5.1. <i>Layout</i> Pabrik | 35 |
| II.5.2. <i>Layout</i> Peralatan Proses | 38 |
| BAB III SPESIFIKASI ALAT PROSES | 41 |
| III.1. Reaktor | 42 |
| III.2. <i>Separator</i> | 42 |
| III.3. Menara Distilasi | 43 |
| III.4. Tangki Penyimpanan | 44 |
| III.5. Kompresor | 44 |
| III.6. <i>Heat Exchanger</i> | 44 |
| III.7. <i>Accumulator</i> | 48 |
| III.8. Pompa | 49 |
| BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM | 51 |
| IV.1. Unit Pendukung Proses | 51 |
| IV.1.1. Unit Pengadaan Air | 52 |
| IV.1.2. Unit Pengadaan <i>Steam</i> | 56 |
| IV.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan | 58 |
| IV.1.4. Unit Pengadaan N ₂ | 60 |
| IV.1.5. Unit Pengadaan Listrik | 60 |
| IV.1.6. Unit Pengadaan Bahan Bakar | 64 |
| IV.2. Laboratorium | 65 |
| IV.2.1. Laboratorium Fisik | 67 |
| IV.2.2. Laboratorium Analitik | 67 |
| IV.2.3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan | 68 |

| | | |
|--------|---|------|
| | IV.2.4. Prosedur Analisa Bahan Baku dan Produk | 68 |
| | IV.2.5. Prosedur Analisa Proses | 68 |
| | IV.2.6. Prosedur Analisa Air | 69 |
| | IV.3. Unit Pengolahan Limbah | 70 |
| | IV.4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja | 72 |
| BAB V | MANAJEMEN PERUSAHAAN | 73 |
| | V.1. Bentuk Perusahaan | 73 |
| | V.2. Struktur Organisasi | 74 |
| | V.3. Tugas dan Wewenang | 76 |
| | V.4. Pembagian Jam Kerja dan Gaji Karyawan | 76 |
| | V.4.1. Karyawan <i>Non Shift</i> | 78 |
| | V.4.2. Karyawan <i>Shift</i> | 78 |
| BAB VI | ANALISIS EKONOMI | 80 |
| | VI.1. Penaksiran Harga Peralatan | 80 |
| | VI.2. Dasar Perhitungan | 82 |
| | VI.3. Penentuan <i>Total Capital Investment (TCI)</i> | 83 |
| | VI.4. Hasil Perhitungan | 84 |
| | DAFTAR PUSTAKA | xiii |
| | LAMPIRAN | |

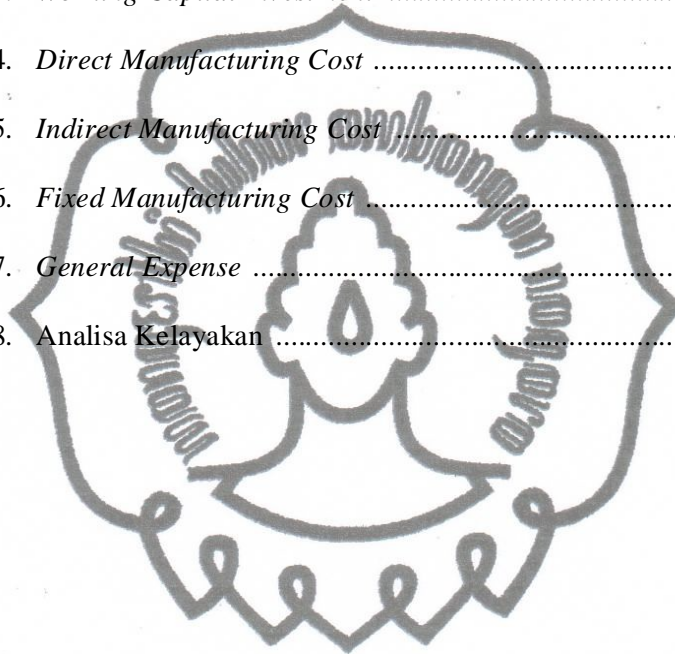
DAFTAR TABEL

| | | |
|--------------|---|----|
| Tabel I.1. | Data Impor Isopropil Alkohol di Indonesia | 2 |
| Tabel I.2. | Pabrik Isopropil Alkohol di Luar Negeri | 4 |
| Tabel I.3. | Perbandingan Proses Pembuatan Isopropil Alkohol | 10 |
| Tabel II.1. | Spesifikasi Bahan Baku | 16 |
| Tabel II.2. | Spesifikasi Produk | 16 |
| Tabel II.3. | Harga ΔH_r° Masing-masing Komponen | 19 |
| Tabel II.4. | Harga ΔG_r° Masing-masing Komponen | 20 |
| Tabel II.5. | Neraca Massa di Tee-01 | 29 |
| Tabel II.6. | Neraca Massa di Tee-02 | 29 |
| Tabel II.7. | Neraca Massa Reaktor (R) | 29 |
| Tabel II.8. | Neraca Massa <i>Separator</i> (FD) | 29 |
| Tabel II.9. | Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01) | 30 |
| Tabel II.10. | Neraca Massa Menara Distilasi (MD-02) | 30 |
| Tabel II.11. | Neraca Massa Menara Distilasi (MD-03) | 30 |
| Tabel II.12. | Neraca Massa Menara Distilasi (MD-04) | 30 |
| Tabel II.13. | Neraca Massa Total | 31 |
| Tabel II.14. | Neraca Panas di Tee-01 | 31 |
| Tabel II.15. | Neraca Panas di Tee-02 | 31 |
| Tabel II.16. | Neraca Panas di Kompresor (CP) | 31 |
| Tabel II.17. | Neraca Panas di <i>Heater</i> (HE) | 32 |
| Tabel II.18. | Neraca Panas di Reaktor (R) | 32 |

commit to user

| | |
|--|----|
| Tabel II.19. Neraca Panas di <i>Separator</i> (SP) | 32 |
| Tabel II.20. Neraca Panas di Menara Distilasi (MD-01) | 32 |
| Tabel II.21. Neraca Panas di Menara Distilasi (MD-02) | 33 |
| Tabel II.22. Neraca Panas di Menara Distilasi (MD-03) | 33 |
| Tabel II.23. Neraca Panas di Menara Distilasi (MD-04) | 33 |
| Tabel II.24. Neraca Panas Total | 34 |
| Tabel III.1. Spesifikasi Reaktor | 42 |
| Tabel III.2. Spesifikasi <i>Separator</i> | 42 |
| Tabel III.3. Spesifikasi Menara Distilasi | 43 |
| Tabel III.4. Spesifikasi Tangki Penyimpanan | 44 |
| Tabel III.5. Spesifikasi Kompresor | 44 |
| Tabel III.6. Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> | 44 |
| Tabel III.7. Spesifikasi <i>Accumulator</i> | 48 |
| Tabel III.8. Spesifikasi Pompa | 49 |
| Tabel IV.1. Kebutuhan Air Pendingin | 53 |
| Tabel IV.2. Kebutuhan Air Umpan <i>Boiler</i> | 55 |
| Tabel IV.3. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi | 56 |
| Tabel IV.4. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses | 60 |
| Tabel IV.5. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas | 61 |
| Tabel IV.6. Jumlah <i>Lumen</i> Berdasarkan Luas Bangunan | 62 |
| Tabel IV.7. Total Kebutuhan Listrik Pabrik | 64 |
| Tabel IV.8. Total Kebutuhan Bahan Bakar Pabrik | 65 |
| Tabel V.1. Perincian Kualifikasi, Jumlah, dan Gaji Karyawan <i>Non Shift</i> | 77 |

| | |
|--|----|
| Tabel V.2. Perincian Kualifikasi, Jumlah, dan Gaji Karyawan <i>Shift</i> | 78 |
| Tabel V.3. Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i> | 79 |
| Tabel VI.1. Indeks Harga Alat | 81 |
| Tabel VI.2. <i>Fixed Capital Investment</i> | 84 |
| Tabel VI.3. <i>Working Capital Investment</i> | 84 |
| Tabel VI.4. <i>Direct Manufacturing Cost</i> | 85 |
| Tabel VI.5. <i>Indirect Manufacturing Cost</i> | 85 |
| Tabel VI.6. <i>Fixed Manufacturing Cost</i> | 85 |
| Tabel VI.7. <i>General Expense</i> | 86 |
| Tabel VI.8. Analisa Kelayakan | 89 |



DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|---|----|
| Gambar I.1. | Grafik Impor Isopropil Alkohol dari Tahun 2005-2012 | 3 |
| Gambar I.2. | Gambar Pemilihan Lokasi Pabrik | 5 |
| Gambar II.1. | Diagram Alir Kualitatif | 24 |
| Gambar II.2. | Diagram Alir Kuantitatif | 25 |
| Gambar II.3. | Diagram Alir Proses | 26 |
| Gambar II.4. | <i>Layout</i> Pabrik Isopropil Alkohol | 37 |
| Gambar II.5. | <i>Layout</i> Peralatan Proses | 40 |
| Gambar V.1. | Struktur Organisasi Pabrik Isopropil Alkohol | 75 |
| Gambar VI.1. | Grafik Linierisasi Indeks Harga | 81 |
| Gambar VI.2. | Grafik Analisa Kelayakan | 90 |

ABSTRACT

Nesia Angela Cristi, Desti Dwi Nurrokhimah, 2014, Preliminary Design of Isopropyl Alcohol Plant from Propylene and Water Capacity 40,000 Tons/Year, Chemical Engineering, Sebelas Maret University, Surakarta.

Isopropyl alcohol (C_3H_7OH) is a colorless, volatile, and flammable liquid. Isopropyl alcohol can be used as solvent, additional chemicals in agriculture, additional chemicals in pharmacy, and antiseptic as well as is consumed in the production of acetone, methyl isobutyl ketone, methyl isobutyl carbinol, isopropylamine, and isopropyl acetate. Isopropyl alcohol plant from propylene and water will be built on Cilegon industrial area, Banten on 2018 with 40,000 tons/year capacity.

Isopropyl alcohol is produced by treating propylene with water at $145,67\text{ }^\circ\text{C}$ - $148,02\text{ }^\circ\text{C}$ and $78,95\text{ atm}$ in a trickle bed reactor at adiabatic condition. The molar ratio of propylene and water is 1 : 12. The reaction operates in exothermic reaction and gas-liquid phase. The feeds used are propylene with purity of 99.5 wt percent (48.530,195 tons/year), water (237.104,664 tons/year) and Amberlyst DT as catalyst (11.323,509 tons/year). The main products are isopropyl alcohol with purity of 99 wt percent, water impurity and diisopropyl ether. The by products are diisopropyl ether with purity of 97 wt.

The utilities including water (process water, cooler water, boiler feed water, drinking water, and sanitized water) from PT Krakatau Tirta Industri (PT. KTI) which located in Cilegon industrial area. The water consumption rate is $800.065\text{ m}^3/\text{hour}$ and steam consumption rate is $97,070.687\text{ lb}/\text{hour}$. The electricity usage is 818.13 kW from Perusahaan Listrik Negara (PLN). The fuel consumption rate from IDO (Industrial Diesel Oil) is $284.239\text{ liter}/\text{hour}$. And the pressurized air consumption rate is $44.174\text{ m}^3/\text{hour}$. There are 3 laboratories, physical, analytical and research, and development laboratory.

The type of company is chosen as Private Limited with line and staff structure. The company employs 137 people. Economic analysis shows that the Return of Investment (ROI) is 56.54% before tax and 39.58% after tax. Pay Out Time (POT) is 1.5 year before tax and 2.02 year after tax. Break Even Point (BEP) is 41.87%, Shut Down Point (SDP) is 27.48% and Discounted Cash Flow (DCF) is 17.20%. These data show that isopropyl alcohol plant can be established.