

TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK ISOPROPIL ALKOHOL
KAPASITAS 75.000 TON/TAHUN



1. Eudia Novianty Putri I0517024
2. Louise I0517052

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2021

commit to user

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK ISOPROPIL ALKOHOL KAPASITAS 75.000
TON/TAHUN

Oleh:

Eudia Novianty Putri I0517024

Louise I0517052

Pembimbing II

Pembimbing I

Prof. Dr.Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.

NIP. 19750411031999031001

Ir. Arif Jumari, M.Sc.

NIP. 196503151997021001

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Dr. Y.C. Danarto, S.T., M.T.

NIP. 197308272000121001

2. Tika Paramitha, S.T., M.T.

NIP. 199308192019032022

1.....

7 Juli 2021

2.....

Disahkan

Kepala Program Studi Sarjana

Teknik Kimia



Dr. Adrian Nur, S.T., M.T.

NIP. 197301082000121001

12
07²¹

commit to user

LEMBAR KONSULTASI**Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Kimia**

Nama : 1. Eudia Novianty Putri (I 0517024)
























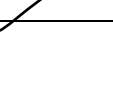
2. Louise (I 0517052)

Judul TA-PPK : Prarancangan Pabrik Isopropil Alkohol Kapasitas 75.000 ton/tahun


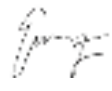


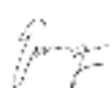








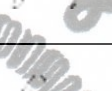



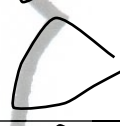










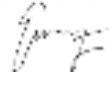


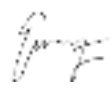



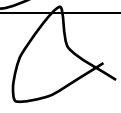

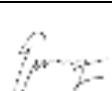

Tanggal mulai :

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Arif Jumari, M.Sc.





















2. Prof. Dr.Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.

| No | Tanggal | Konsultasi | Paraf | | | |
|----|-----------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| | | | Mhs | Mhs | Pembimbing 1 | Pembimbing 2 |
| 1 | 11/1/2021 | DAP |  |  |  | |
| 2 | 25/1/2021 | Neraca massa total |  |  |  | |
| 3 | 26/1/2021 | Temodinamika dan kinetika |  |  |  | |
| 4 | 5/2/2021 | Neraca Massa alat |  |  |  | |
| 5 | 24/2/2021 | Neraca panas reaktor |  |  |  | |
| 6 | 1/3/2021 | Program matlab reaktor |  |  |  | |
| 7 | 8/3/2021 | Perancangan reaktor |  |  |  | |
| 8 | 10/3/2021 | Perancangan MD |  |  |  | |

commit to user

| | | | | | | |
|----|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 9 | 15/3/2021 | Perancangan kondenser dan reboiler |  |  |  | |
| 10 | 18/3/2021 | Beban kondenser dan reboiler |  |  |  | |
| 11 | 26/3/2021 | Perancangan MD |  |  |  | |
| 12 | 5/4/2021 | Penentuan kondisi operasi separator |  |  |  | |
| 13 | 7/4/2021 | Perancangan separator |  |  |  | |
| 14 | 7/4/2021 | Perancangan expansion valve |  |  |  | |
| 15 | 7/4/2021 | Perancangan Tangki |  |  |  | |
| 16 | 8/4/2021 | Perancangan kompresor |  |  |  | |
| 17 | 9/4/2021 | Perancangan HE |  |  |  | |
| 18 | 15/4/2021 | Heat integration untuk HE |  |  |  | |
| 19 | 15/4/2021 | Perancangan pompa |  |  |  | |
| 20 | 20/4/2021 | PFD |  |  |  | |
| 21 | 22/4/2021 | Perancangan utilitas pengadaan air |  |  |  | |

commit to user

| | | | | | | |
|----|-----------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 22 | 23/4/2021 | Perancangan utilitas pengadaan steam, udara tekan, bahan bakar, listrik |  |  |  | |
| 23 | 17/5/2021 | Manajemen dan ekonomi |  |  |  | |
| 24 | 21/5/2021 | Perbaikan ekonomi |  |  |  | |
| 25 | 2/6/2021 | Neraca Panas |  |  |  | |
| 26 | 2/6/2021 | Naskah tugas akhir |  |  |  |  |
| 27 | 14/6/2021 | Perbaikan naskah |  |  |  |  |

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena limpahan rahmat dan kasih-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Isopropil Alkohol Kapasitas 75.000 ton/tahun”.

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

1. Dr. Adrian Nur, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia atas bimbingannya.
2. Ir. Arif Jumari, M.Sc. dan Prof. Dr.Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian tugas akhir ini
3. Seluruh dosen, laboran dan administrasi Program Studi Sarjana Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini
4. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa dan semangat yang senantiasa diberikan
5. Teman-teman teknik kimia UNS, khususnya angkatan 2017
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 yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, Juni 2020

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR KONSULTASI | iii |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| INTISARI | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik..... | 1 |
| 1.2. Kapasitas Perancangan..... | 2 |
| 1.2.1. Kebutuhan Isopropil alkohol di Indonesia | 2 |
| 1.2.2. Kapasitas Pabrik yang Telah Berproduksi | 3 |
| 1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik | 4 |
| 1.3.1. Sumber Bahan Baku | 5 |
| 1.3.2. Penyediaan Utilitas..... | 5 |
| 1.3.3. Pemasaran..... | 5 |
| 1.3.4. Kebutuhan Tenaga Kerja..... | 6 |
| 1.3.5. Kebijakan Pemerintah | 6 |
| 1.3.6. Kondisi Tanah dan Daerah | 6 |
| 1.4. Tinjauan Pustaka | 6 |
| 1.4.1. Macam-Macam Proses | 6 |
| 1.4.2. Tinjauan Proses Secara Umum..... | 11 |
| 1.4.3. Kegunaan Produk | 11 |
| 1.4.4. Sifat – Sifat Bahan Baku dan Produk | 12 |
| BAB II DESKRIPSI PROSES..... | 16 |
| 2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk | 16 |
| 2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku | 16 |
| 2.1.2. Spesifikasi Bahan Pendukung | 16 |
| 2.1.3. Spesifikasi Produk | 17 |
| 2.2. Konsep Proses | 17 |

| | |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.1. Dasar Reaksi | 17 |
| 2.2.2. Kondisi Operasi | 18 |
| 2.3. Tinjauan Termodinamika | 18 |
| 2.4. Tinjauan Kinetika | 20 |
| 2.5. Diagram Alir dan Tahapan Proses | 21 |
| 2.5.1. Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif | 21 |
| 2.5.2. Diagram Alir Proses | 21 |
| 2.5.3 Langkah Proses | 23 |
| 2.6. Neraca Massa dan Neraca Panas | 24 |
| 2.6.1. Neraca Massa | 24 |
| 2.6.2. Neraca Panas | 25 |
| 2.7. Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses | 27 |
| 2.7.1. Tata Letak Peralatan | 27 |
| 2.7.2. Tata Letak Pabrik Peralatan Proses | 29 |
| BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES | 32 |
| 3.1. Spesifikasi Alat Utama | 32 |
| 3.2. Spesifikasi Alat Pendukung | 36 |
| BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.... | 46 |
| 4.1. Unit Utilitas | 46 |
| 4.1.1. Unit Pengadaan Air | 47 |
| 4.1.2. Unit Pengadaan <i>Steam</i> | 54 |
| 4.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan | 55 |
| 4.1.4. Unit Pengadaan Listrik | 55 |
| 4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar | 60 |
| 4.2. Laboratorium | 61 |
| 4.3. Unit Pengolahan Limbah | 64 |
| 4.4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja | 66 |
| BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN | 67 |
| 5.1. Bentuk Perusahaan | 67 |
| 5.2. Struktur Organisasi | 68 |
| 5.3. Tugas dan Wewenang | 71 |

| | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.3.1. | Pemegang Saham | 71 |
| 5.3.2. | Dewan Komisaris | 71 |
| 5.3.3. | Dewan Direksi | 71 |
| 5.3.4. | Staf Ahli | 72 |
| 5.3.5. | Kepala Bagian | 73 |
| 5.3.6. | Kepala Seksi | 76 |
| 5.4. | Pembagian Jam Kerja dan Gaji Karyawan..... | 76 |
| 5.4.1. | Jaminan Sosial Tenaga Kerja | 80 |
| 5.5. | Keselamatan dan Kesehatan Kerja..... | 82 |
| 5.5.1. | Keselamatan Kerja | 82 |
| 5.5.2. | Kesehatan Kerja | 83 |
| BAB VI | ANALISA EKONOMI | 85 |
| 6.1 | Dasar Perhitungan Analisis Ekonomi | 85 |
| 6.2 | Estimasi Harga Peralatan | 85 |
| 6.3 | Estimasi Penanaman Modal Total (<i>Total Capital Investment</i>) | 87 |
| 6.3.1. | Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>) | 91 |
| 6.3.2. | Modal Kerja (<i>Working Capital Investment</i>)..... | 92 |
| 6.4 | Estimasi Biaya Total Produksi (<i>Manufacturing Cost</i>)..... | 93 |
| 6.4.1. | Manufacturing Cost..... | 93 |
| 6.5 | Analisis Profitabilitas | 97 |
| 6.6 | Analisis Kelayakan..... | 97 |
| 6.6.1 | Analisis Non-Discounted Cash-Flow | 97 |
| 6.6.2 | Analisis Discounted Cash-Flow | 99 |
| 6.6.3 | Analisis Resiko..... | 101 |
| 6.7 | Kesimpulan Analisa Kelayakan..... | 103 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 105 |
| LAMPIRAN | | 108 |

DAFTAR TABEL

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Tabel 1.1. Data Ekspor dan Impor Isopropil Alkohol Indonesia | 2 |
| Tabel 1.2. Kapasitas Pabrik Isopropil Alkohol di Dunia | 3 |
| Tabel 1.3. Proses – Proses Pembuatan Isopropil Alkohol | 10 |
| Tabel 2.1. Spesifikasi Bahan Baku | 16 |
| Tabel 2.2. Spesifikasi Produk..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 2.3. Nilai Entalpi dan Energi Gibbs Komponen | 19 |
| Tabel 2.4. Neraca Massa Total..... | 24 |
| Tabel 2.5. Jumlah Arus Input dalam Neraca Massa Total Pabrik..... | 25 |
| Tabel 2.6. Jumlah Arus Output dalam Neraca Massa Total Pabrik..... | 25 |
| Tabel 2.7. Neraca Panas Total..... | 26 |
| Tabel 3. 1. Spesifikasi Reaktor | 32 |
| Tabel 3. 2. Spesifikasi Separator..... | 34 |
| Tabel 3.3. Spesifikasi Menara Distilasi..... | 35 |
| Tabel 3.4. Spesifikasi Tangki Penyimpanan | 36 |
| Tabel 3.5. Spesifikasi Kondenser..... | 37 |
| Tabel 3.6. Spesifikasi Reboiler | 38 |
| Tabel 3.7. Spesifikasi Akumulator..... | 39 |
| Tabel 3.8. Spesifikasi Heat Exchanger | 40 |
| Tabel 3.9. Spesifikasi Pompa..... | 42 |
| Tabel 3.10. Spesifikasi Kompresor | 45 |
| Tabel 4.1. Kebutuhan Air Pendingin..... | 49 |
| Tabel 4.2. Persyaratan Air Umpan <i>Boiler</i> | 50 |
| Tabel 4.3. Kebutuhan Air Umpan <i>Boiler</i> | 52 |
| Tabel 4.4. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi | 53 |
| Tabel 4.5. Kebutuhan Air Total | 53 |
| Tabel 4.6. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses | 56 |
| Tabel 4.7. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas..... | 57 |
| Tabel 4.8. Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan..... | 58 |
| Tabel 4.9. Total Kebutuhan Listrik Pabrik..... | 59 |
| Tabel 5.1. Perincian Kualifikasi, Jumlah, dan Gaji Karyawan Nonshift | 77 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabel 5. 2. Perincian Kualifikasi, Jumlah, dan Gaji Karyawan Shift | 79 |
| Tabel 5. 3. Jadwal Shift Karyawan | 80 |
| Tabel 6.1. Indeks Harga Alat (Chemical Engineering Plant Cost Index) | 86 |
| Tabel 6.2. Harga Alat Proses..... | 88 |
| Tabel 6.3. Harga Alat Utilitas | 89 |
| Tabel 6.4. Modal Tetap | 91 |
| Tabel 6.5. Modal Kerja | 92 |
| Tabel 6.6. Total <i>Capital Investment</i> | 93 |
| Tabel 6.7. <i>Direct Manufacturing Cost</i> | 94 |
| Tabel 6. 8. Indirect Manufacturing Cost | 94 |
| Tabel 6.9. <i>Fixed Manufacturing Cost</i> | 95 |
| Tabel 6.10. Total <i>Manufacturing Cost</i> | 95 |
| Tabel 6.11. <i>General Expense</i> | 96 |
| Tabel 6.12. Total <i>Production Cost</i> | 96 |
| Tabel 6.13. <i>Variable Cost</i> | 101 |
| Tabel 6.14. <i>Regulated Cost</i> | 101 |
| Tabel 6.15. Analisa Kelayakan | 103s |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|----------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 1.1. Peta Lokasi Pabrik IPA | 5 |
| Gambar 2.1. Rumus Struktur Reaksi..... | 17 |
| Gambar 2.2. Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif..... | 22 |
| Gambar 2.3. Diagram Alir Proses | 23 |
| Gambar 2.4. Tata Letak Peralatan Proses | 28 |
| Gambar 2.5. Tata Letak Pabrik | 31 |
| Gambar 4.1. Skema Pengolahan Air Sungai..... | 54 |
| Gambar 5.1. Struktur Organisasi Perusahaan..... | 70 |
| Gambar 6. 1. Chemical Engineering Cost Index..... | 87 |
| Gambar 6. 2 Diagram Arus Kas Non Discounted..... | 98 |
| Gambar 6. 3 Diagram Arus Kas Discounted..... | 100 |
| Gambar 6. 4. Kurva Analisa Kelayakan..... | 104 |

INTISARI

Eudia Novianty Putri dan Louise, 2021, Prarancangan Pabrik Isopropil Alkohol Kapasitas 75.000 Ton/Tahun, Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Isopropil alkohol (C_3H_7OH) merupakan cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, dan mudah terbakar. Senyawa ini digunakan sebagai pelarut, pembuatan bahan kimia dalam bidang pertanian, bahan tambahan obat-obatan, dan antiseptik serta digunakan pada industri pembuatan aseton, metil isobutil keton, metil isobutil karbinol, isopropilamin, dan isopropil asetat. Pabrik isopropil alkohol dari propilen dan air akan didirikan di kawasan industri Banten pada tahun 2025 dengan kapasitas 75.000 ton/tahun.

Pembuatan isopropil alkohol dengan cara mereaksikan propilen dengan air pada suhu $145^{\circ}C$ - $160^{\circ}C$ dan tekanan 90 atm di dalam *fixed bed multitube* reaktor dengan kondisi non isothermal dan non adiabatik. Perbandingan mol propilen dengan mol air adalah 1 : 13,5. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis dan berlangsung pada fase gas-cair. Bahan baku yang dibutuhkan adalah propilen kemurnian 99% dengan kebutuhan spesifik 0,82 kg/kg produk yang diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical Tbk, air dengan kebutuhan spesifik 0,32 kg/kg produk, dan katalis Amberlyst 70. Produk utama yang dihasilkan berupa isopropil alkohol dengan kemurnian 99% berat dengan impuritas air dan produk samping diisopropil eter kemurnian 98% berat dengan impuritas isopropil alkohol sebanyak 0,06 kg/kg produk.

Unit pendukung proses meliputi unit pengadaan air (air pendingin, air umpan *boiler*, dan air konsumsi umum serta sanitasi) diperoleh dari Waduk Nadra Krenceng yang berada di kawasan industri Cilegon dengan kebutuhan spesifik 0,01 m^3/kg produk, unit pengadaan *steam* dengan kebutuhan spesifik sebesar 1,01 kg/kg produk, unit pengadaan listrik dari PLN dengan kebutuhan spesifik sebesar 0,12 kWh/kg produk, unit pengadaan bahan bakar solar dari PT. Pertamina dengan kebutuhan spesifik sebesar 0,02 L/kg produk, unit pengadaan gas alam dengan kebutuhan spesifik sebesar 0,06 kg/kg produk, dan unit pengadaan udara tekan dengan kebutuhan spesifik sebesar 0,02 m^3/kg produk. Terdapat tiga laboratorium, yaitu laboratorium fisik, analitik, penelitian dan pengembangan.

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non shift*. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 176 orang dengan jumlah karyawan *shift* 80 orang dan jumlah karyawan *non shift* 76 orang.

Hasil analisis ekonomi didapatkan *Rate of Return on Investment* (ROROI) sebesar 50,28% dan *Discounted Cash-Flow Rate of Return of Investment* (DCROROI) sebesar 53,35%. *Payback Period* (PBP) sebesar 1,13 tahun dan *Discounted Payback Period* (DPBP) sebesar 1,39 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 33,15%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 21,84%. Dari hasil analisis ekonomi dapat disimpulkan pabrik isopropil alkohol layak untuk didirikan.