

PRA RANCANGAN PABRIK
PABRIK ETILEN DARI ETANOL DENGAN PROSES DEHIDRASI
KAPASITAS 500.000 TON/TAHUN



Disusun Oleh:

RAHMA DEA RERINDRA ARIANTI

20031010134

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2024

PRA RANCANGAN PABRIK
PABRIK ETILEN DARI ETANOL DENGAN PROSES DEHIDRASI
KAPASITAS 500.000 TON/TAHUN

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan
Dalam memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Kimia



Disusun Oleh:

RAHMA DEA RERINDRA ARIANTI

20031010134

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2024



LEMBAR PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK
"PABRIK ETILEN DARI ETANOL DENGAN PROSES DEHIDRASI
KAPASITAS 500.000 TON/TAHUN"

Disusun oleh:

RAHMA DEA RERINDRA ARIANTI

NPM.20031010134

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing
Pada Tanggal : 24 Desember 2024

Dosen Penguji:

1.

Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.
NIP. 19570314 198603 2 001

Dosen Pembimbing:

Ir. Nurul Widji Triana, M.T.
NIP. 19610301 198903 2 001

2.

Erwan Adi Saputro, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19800410 200501 1 001

3.

Ir. Titi Susilowati, M.T.
NIP. 19600801 198703 2 008

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001



PRA RANCANGAN PABRIK
"Pabrik Etilen Dari Etanol Dengan Proses Dehidrasi"

LEMBAR PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK
"PABRIK ETILEN DARI ETANOL DENGAN PROSES DEHIDRASI
KAPASITAS 500.000 TON/TAHUN"

Disusun oleh:

RAHMA DEA RERINDRA ARIANTI

NPM.20031010134

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing
Pada Tanggal : 24 Desember 2024
Dosen Pembimbing

Ir. Nurul Widji Triana, M.T.
NIP. 19610301 198903 2 001



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Rahma Dea Rerindra Arianti
NPM : 20031010134
Program Studi : Teknik Kimia / ~~Teknik Industri~~ / ~~Teknologi Pangan~~ /
~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA RENCANA (DESAIN)~~ / ~~SKRIPSI~~ /
TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode September, TA. 2024/2025.

Dengan Judul : **PABRIK ETILEN DARI ETANOL DENGAN PROSES DEHIDRASI**

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.
NIP. 19570314 198603 2 001

2. Erwan Adi Saputro, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19800410 200501 1 001

3. Ir. Titi Susilowati, M.T.
NIP. 19600801 198703 2 008

Surabaya, 12 Desember 2024
Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Nurul Widji Triana, M.T.
NIP. 19610301 198903 2 001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahma Dea Rerindra Arianti

NPM : 20031010134

Fakultas/Program Studi : Teknik & Sains/Teknik Kimia

Judul Skripsi/Tugas Akhir/Tesis/Desertasi : Pra Rancangan Pabrik Etilen dari Etanol dengan Proses Dehidrasi Kapasitas 500.000 Ton/Tahun

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 23 Desember 2024

Yang Menyatakan,



(Rahma Dea Rerindra Arianti)



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan karunia serta rahmat-Nya sehingga penyusun diberikan kelancaran dalam menyelesaikan Pra Rancangan Pabrik Etilen dari Etanol dengan Proses Dehidrasi”. Pra Rancangan Pabrik ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur. Penyusun menyadari bahwa dalam menyelesaikan Laporan Pra Rencana Pabrik ini tidak dapat tersusun sedemikian rupa tanpa bantuan dari berbagai pihak baik sarana, prasarana, kritik dan saran. Penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Nurul Widji Triana, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
4. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T., Erwan Adi Saputro, S.T., M.T., Ph.D., Ir. Titi Susilowati, M.T., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
5. Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan doa dan dukungan, baik moral maupun material.
6. Kakak tercinta, Audrey Arindra Alfionita yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat.
7. Partner penyusunan Tugas Akhir, Achmad Rahditya Viman Anggoro yang membantu pengerjaan laporan ini.
8. Teman-teman Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
9. Semua pihak yang tidak dapat dituliskan terperinci yang telah membantu hingga terselesaikannya Laporan Pra Rencana Pabrik ini.

Penyusun sangat menyadari dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan. Maka dengan rendah hati, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan laporan ini. Akhir kata, penyusun



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Etilen Dari Etanol Dengan Proses Dehidrasi”

memohon maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, apabila dalam penyusunan laporan ini, penyusun melakukan kesalahan baik yang disengaja maupun tidak disengaja dan penyusun berharap semoga Laporan Pra Rancangan Pabrik ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya mahasiswa teknik kimia.

Surabaya, 2 Desember 2024

Penyusun



PRA RANCANGAN PABRIK
“Pabrik Etilen Dari Etanol Dengan Proses Dehidrasi”

DAFTAR ISI

| | |
|--|---------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| INTISARI..... | ix |
| BAB I PENDAHULUAN..... | I-1 |
| BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES..... | II-1 |
| BAB III NERACA MASSA | III-1 |
| BAB IV NERACA PANAS | IV-1 |
| BAB V SPESIFIKASI ALAT | V-1 |
| BAB VI INSTRUMENTASI ALAT DAN KESELAMATAN..... | VI-1 |
| BAB VII UTILITAS | VII-1 |
| BAB VIII LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK..... | VIII-1 |
| BAB IX STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAN..... | IX-1 |
| BAB X ANALISA EKONOMI..... | X-1 |
| BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN | XI-1 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | DP-1 |
| APPENDIX A PERHITUNGAN NERACA MASSA..... | APP A-1 |
| APPENDIX B PERHITUNGAN NERACA PANAS..... | APP B-1 |
| APPENDIX C PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT | APP C-1 |
| APPENDIX D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI..... | APP D-1 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|---------|
| Tabel I.1 Data Biaya Ekspor dan Impor Etilen di Indonesia..... | I-3 |
| Tabel I.2 Data Ekspor dan Impor Etilen di Indonesia..... | I-3 |
| Tabel I.3 Data Ekspor dan Impor Etilen di Luar Negeri..... | I-4 |
| Tabel I.4 Kapasitas Pabrik Etilen yang Telah Berdiri..... | I-5 |
| Tabel I.5 Data Kebutuhan Etilen di Indonesia..... | I-6 |
| Tabel I.6 Data Produsen Etanol di Indonesia..... | I-9 |
| Tabel I.7 Data Produsen Katalis γ Alumina di Dunia..... | I-10 |
| Tabel II.1 Seleksi Proses Produksi Etilen..... | II-4 |
| Tabel VI.1 Instrumentasi pada Pabrik..... | VI-4 |
| Tabel VI.2 Jenis dan Jumlah Fire-Extingisher..... | VI-6 |
| Tabel VIII.1 Industri Pemasok Etanol..... | VIII-2 |
| Tabel VIII.2 Jenis Transportasi Berdasarkan Jarak Tempuh Industri..... | VIII-2 |
| Tabel VIII.3 Data Pendidikan Terakhir Masyarakat Gresik, 2022 – 2023..... | VIII-5 |
| Tabel VIII.4 UMR wilayah Kabupaten Gresik dari tahun 2020 –2024..... | VIII-6 |
| Tabel VIII.5 Pembagian Luas Pabrik..... | VIII-10 |
| Tabel VIII.6 Nomenklatur Tata Letak Pabrik..... | VIII-13 |
| Tabel IX.1 Jadwal Kerja Karyawan Proses..... | IX-10 |
| Tabel IX.2 Perincian Jumlah Tenaga Kerja dan Gaji..... | IX-12 |



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Etilen Dari Etanol Dengan Proses Dehidrasi”

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|---------|
| Gambar I.1 Grafik Kebutuhan Etilen di Indonesia..... | I-6 |
| Gambar I.2 Skema Peredaran Produk Pabrik di Pasaran..... | I-7 |
| Gambar II.1 Proses Steam Cracking Hydrocarbon..... | II-1 |
| Gambar II.2 Proses Dehidrasi Etanol Menggunakan Katalis γ Alumina..... | II-3 |
| Gambar VIII.1 Lokasi Pendirian Pabrik Etilen..... | VIII-1 |
| Gambar VIII.2 Rencana Tata Letak Pabrik Etilen..... | VIII-9 |
| Gambar VIII.3 Tata Letak Peralatan Pabrik..... | VIII-12 |
| Gambar IX.1 Struktur Organisasi dan Perusahaan..... | IX-9 |



INTISARI

Pabrik Etilen dari Etanol menggunakan Proses Dehidrasi dengan kapasitas 500.000 ton/tahun, direncanakan akan didirikan di daerah Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur tepatnya di Kawasan Industri Java Integrated Industrial and Ports Estate (JIPE). Dalam industri kimia, Etilen digunakan dalam pembuatan etilbenzena, etanol, oksida Etilen, Etilen glikol, Etilen diklorida, poliEtilen berdensitas tinggi dan berdensitas rendah, etil klorida, dikloroetana, vinil klorida, dan stirena. Pabrik ini akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun.

Proses pembuatan Etilen secara singkat yaitu Proses dimulai dengan etanol dipompa menuju *vaporizer*, kemudian diuapkan sepenuhnya hingga suhu 110°C. Selanjutnya, gas etanol dikompresi hingga tekanan 21 atm. Gas etanol tersebut dipanaskan kembali hingga 450°C untuk menyesuaikan pada proses reaksi dehidrasi etanol. Uap etanol tersebut dipanaskan kembali hingga 450°C untuk menyesuaikan pada proses reaksi dehidrasi etanol. Umpan Etanol dimasukkan ke dalam reaktor *fixed bed multitube* dengan kondisi adiabatik dan dijaga suhunya sekitar 450°C menggunakan *steam*. Produk yang keluar berupa etilen, air, dan beberapa impuritas dengan konsentrasi kecil. Produk tersebut memerlukan pengolahan lebih lanjut agar dapat dihasilkan etilen dengan kemurnian tinggi. Salah satu tujuan utama dari langkah pemulihan adalah untuk menghilangkan impuritas dari produk. Produk pertama-tama didinginkan hingga 260°C dalam penukar panas dan kemudian diturunkan tekanannya hingga 1 atm. Setelah itu, produk didinginkan kembali hingga 15°C dengan refrigerant dalam penukar panas hingga membentuk 2 fase. Setelah didinginkan produk dipisahkan menggunakan separator dan etilen menjadi produk atas. Sebelum dimurnikan lebih lanjut, aliran Etilen ditekan hingga 4 atm menggunakan kompresor. Setelah ditekan, aliran Etilen didinginkan hingga 35°C. Sebelum memasuki bagian pemurnian akhir, penting untuk sepenuhnya menghilangkan air. Hal ini karena pemurnian dilakukan pada suhu sangat rendah (kondisi kriogenik), dan keberadaan air akan merusak instrumen. Penghilangan air terakhir dilakukan dengan *Pressure Swing Adsorber*. Aliran Etilen tersebut siap dikirim ke tahap pemurnian akhir. Distilasi kriogenik digunakan dalam bagian ini



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pabrik Etilen Dari Etanol Dengan Proses Dehidrasi”

untuk menghilangkan impuritas yang tersisa dari produk Etilen. Pada awalnya, aliran Etilen dinaikkan tekanannya hingga 25 atm, kemudian didinginkan hingga 60°C. Setelah itu, didinginkan kembali sampai suhu -21°C hingga membentuk 2 fase. Distilasi kriogenik dilakukan untuk menghilangkan impuritas berat dari Etilen, seperti propilena, 1-butena, dan etana. Aliran Etilen dengan kemurnian tinggi diperoleh pada akhirnya. Profil impuritas dari produk ini memenuhi persyaratan untuk Etilen kelas polimer. Akhirnya, Etilen disimpan pada tangki penyimpanan dan dipasarkan.

Ketentuan Pendirian Pabrik Etilen yang telah direncanakan disimpulkan sebagai berikut :

- Kapasitas produksi : 500.000 ton/tahun
- Bahan yang digunakan : Etanol dan Katalis Alumina
- Sistem operasi : Kontinyu
- Waktu operasi : 330 hari/tahun ; 24 jam/hari
- Jumlah karyawan : 790 orang
- Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Struktur Organisasi : Garis dan staff

Analisa Ekonomi :

- Masa konstruksi : 2 tahun
- Umur pabrik : 10 tahun
- Biaya Utilitas (1 tahun) : Rp.1.133.581.942.220
- Fixed Capital Investment (FCI) : Rp17.895.299.002.277
- Working Capital Investment (WCI) : Rp10.668.116.052.919
- Total Capital Investment (TCI) : Rp28.563.415.055.197
- Biaya Produksi Total (TPC) : Rp42.672.464.211.677
- Bunga Bank : 8,00 % per tahun
- Internal Rate of Return : 24,44 %
- Pay Back Periode : 3 tahun 9 bulan
- Break Even Point (BEP) : 37,05 %