

PRA RENCANA
PABRIK LIMONENE OKSIDA DARI
BAHAN BAKU KULIT JERUK KEPROK
KAPASITAS: 889,4 TON PER TAHUN



Disusun Oleh :

MARIA YULIANA

5203004006

FELICIA ANGELINA NATAN

5203004009

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA .
SURABAYA
2008



LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **TUGAS AKHIR** bagi mahasiswa di bawah ini:

Nama : Maria Yuliana

NRP : 5203004006

Telah diselenggarakan / dilaksanakan pada:

Hari / Tanggal : Rabu, 9 Januari 2008

Karenanya yang bersangkutan dengan Tugas Akhir ini dinyatakan telah memenuhi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** bidang **Teknik Kimia**.

Surabaya, 18 Januari 2008

Pembimbing I

Aylianawati, ST., MSc., PhD.
NIK.521.96.0242

Pembimbing II

Laurentia Eka, ST., M.Phil.
NIK.521.03.0551

DEWAN PENGUJI

Ketua

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK.521.89.0151

Sekretaris

Aylianawati, ST., MSc., PhD.
NIK.521.96.0242

Anggota

Felycia Edi Soetaredjo, ST., M.Phil.
NIK. 521.99.0391

Anggota

Aning Ayucitra, ST., M.Eng.Sc.
NIK. 521.03.0563

Fakultas Teknik
Dekan



Ir. Rasional Sitepu, M.Eng
NIK. 511.89.0154

Jurusan Teknik Kimia
Ketua



Ir. Suryadi Ismehji, MT, Ph.D
NIK. 511.93.0198

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **TUGAS AKHIR** bagi mahasiswa di bawah ini:

Nama : Felicia Angelina Natan

NRP : 5203004009

Telah diselenggarakan / dilaksanakan pada:

Hari / Tanggal : Rabu, 9 Januari 2008

Karenanya yang bersangkutan dengan Tugas Akhir ini dinyatakan telah memenuhi persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** bidang **Teknik Kimia**.

Surabaya, 18 januari 2008

Pembimbing I

Aylianawati, ST., MSc., PhD.
NIK.521.96.0242

Pembimbing II

Laurentia Eka, ST., M. Phil.
NIK.521.03.0551

DEWAN PENGUJI

Ketua

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK.521.89.0151

Sekretaris

Aylianawati, ST., MSc., PhD.
NIK.521.96.0242

Anggota

Felycia Edi Soetaredjo, ST., M.Phil.
NIK. 521.99.0391

Anggota

Aning Ayucitra, ST., M.Eng.Sc.
NIK. 521. 03.0563

Fakultas Teknik
Dekan



Ir. Rastional Setpu, M.Eng
NIK. 511.89.0154

Jurusan Teknik Kimia
Ketua



Ir. Saiful Anadji, MT, Ph.D
NIK. 521.93.0198

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa tugas akhir ini benar-benar merupakan hasil karya kami sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa Tugas Akhir ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka kami sadar dan menerima konsekuensi bahwa tugas akhir ini tidak dapat kami gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 18 Januari 2007



Maria Yuliana
NRP. 5203004006



Felicia Angelina Natan
NRP. 5203004009

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan limpahan rahmat sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Limonene Oksida dari Bahan Baku Kulit Jeruk Keprok dengan kapasitas 889,4 ton/tahun”.

Adapun laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas tersusunnya laporan tugas akhir ini kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Aylilianawati, S.T., M.Sc., PhD. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak membimbing, memberi pengarahan dan masukan kepada penyusun.
2. Laurentia Eka, ST, M.Phil., selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membimbing, memberi pengarahan dan masukan kepada penyusun.
3. Ir. Suryadi Ismaji, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
4. Orang tua tercinta yang telah memberi banyak dukungan dan semangat sehingga laporan ini dapat diselesaikan dengan baik.

5. Seluruh rekan–rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian laporan ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Surabaya, 18 Januari 2008

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| Lembar Judul | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| Lembar Pernyataan | iii |
| Kata Pengantar | iv |
| Daftar Isi | vi |
| Daftar Tabel | ix |
| Daftar Gambar | xi |
| Abstract | xii |
| Intisari | xiv |
| Bab I. Pendahuluan | I-1 |
| I.1. Latar Belakang | I-1 |
| I.2. Bahan Baku dan Produk | I-2 |
| I.2.1. Jeruk | I-2 |
| I.2.1.1. Jeruk Keprok (<i>Citrus Aurtifolia</i>) | I-3 |
| I.2.2. Minyak Jeruk | I-4 |
| I.2.3. Limonene | I-6 |
| I.2.4. Tersier Butil Hidroperoksida (TBHP) | I-7 |
| I.2.5. Limonene Oksida | I-8 |
| I.2.6. Tersier Butanol / Tersier Butil Alkohol (TBA) | I-9 |
| I.3. Analisa Pasar (<i>Market Analysis</i>) | I-9 |
| I.3.1. Perkiraan Kebutuhan Pasar | I-9 |
| I.3.2. Daya Saing Produk | I-10 |
| I.4. Menentukan Kapasitas Produksi | I-10 |
| Bab II. Deskripsi Proses | II-1 |
| II.1. Pertimbangan Pemilihan Proses | II-1 |
| II.2. Uraian Proses | II-7 |
| Bab III. Neraca Massa | III-1 |
| III.1. Tangki Pencuci (F-120) | III-1 |
| III.2. Menara Adsorber (D-132) | III-1 |
| III.3. <i>Tray Dryer</i> (B-130) | III-2 |
| III.4. <i>Rotary Cutter</i> (C-140) | III-2 |
| III.5. <i>Screen</i> (C-150) | III-3 |
| III.6. Destilasi Uap (D-210) | III-3 |
| III.7. <i>Settling Tank</i> dengan Refrigerasi (H-220) | III-4 |
| III.8. Tangki Penampung Limonene Sementara (F-230) | III-4 |
| III.9. Reaktor (R-310) | III-5 |
| III.10. <i>Plate and Frame Filter Press</i> (H-320) | III-6 |
| III.11. Menara Destilasi (D-330) | III-6 |

| | |
|--|------------|
| Bab IV. Neraca Panas | IV-1 |
| IV.1. Tangki Pencuci (F-120) | IV-1 |
| IV.2. Menara Adsorber (D-132) | IV-1 |
| IV.3. <i>Tray Dryer</i> (B-130) | IV-1 |
| IV.4. <i>Rotary Cutter</i> (C-140) | IV-1 |
| IV.5. <i>Screen</i> (C-150) | IV-2 |
| IV.6. Destilasi Uap (D-210) | IV-2 |
| IV.7. <i>Settling Tank</i> dengan Refrigerasi (H-220) | IV-2 |
| IV.8. Reaktor (R-310) | IV-5 |
| IV.9. <i>Plate and Frame Filter Press</i> (H-320) | IV-6 |
| IV.10. Menara Destilasi (D-330) | IV-6 |
| Bab V. Spesifikasi Peralatan | V-1 |
| Bab VI. Utilitas | VI-1 |
| VI.1. Unit Penyediaan Air | VI-2 |
| VI.1.1. Jumlah Air yang Digunakan | VI-2 |
| VI.1.2. Unit Pengolahan Air | VI-7 |
| VI.1.3. Spesifikasi Peralatan <i>Water Treatment</i> | VI-9 |
| VI.2. Unit Penyediaan <i>Steam</i> | VI-57 |
| VI.3. Unit Penyediaan <i>Refrigerant</i> | VI-64 |
| VI.4. Unit Penyediaan Listrik | VI-69 |
| VI.4.1. Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Proses | VI-69 |
| VI.4.2. Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Utilitas | VI-70 |
| VI.4.3. Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Utilitas Refrigerasi .. | VI-70 |
| VI.4.4. Kebutuhan Listrik untuk Utilitas Penerangan | VI-71 |
| VI.4.5. Kebutuhan Listrik Total | VI-73 |
| VI.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar | VI-73 |
| Bab VII. Lokasi, Tata Letak Pabrik, dan Instrumentasi | VII-1 |
| VII.1. Pemilihan Lokasi Pabrik | VII-1 |
| VII.2. Tata Letak Pabrik | VII-4 |
| VII.2.1. Tata Letak Pabrik | VII-6 |
| VII.2.2. Tata Letak Ruang Proses Produksi | VII-7 |
| VII.2.3. Tata Letak Ruang Utilitas | VII-9 |
| VII.3. Luas Tanah dan Bangunan | VII-10 |
| VII.4. Instrumentasi | VII-10 |
| Bab VIII. Analisa Ekonomi | VIII-1 |
| VIII.1. Perhitungan Total Modal / <i>Total Capital Investment</i> (TCI) | VIII-2 |
| VIII.2. Perhitungan Biaya Produksi Total (<i>Total Production Costs – TPC</i>)..... | VIII-3 |

| | |
|--------------------------------------|--------|
| VIII.3. Analisa Ekonomi | VIII-4 |
| Bab IX. Diskusi dan Kesimpulan | IX-1 |
| IX.1. Diskusi | IX-1 |
| IX.1.1. Segi Lokasi | IX-1 |
| IX.1.2. Segi Ekonomi | IX-2 |
| IX.2. Kesimpulan | IX-2 |
| IX.2.1. Analisa Ekonomi | IX-3 |
| Daftar Pustaka | P-1 |
| Appendix A | A-1 |
| Appendix B | B-1 |
| Appendix C | C-1 |
| Appendix D | D-1 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|--------|
| Tabel I.1. Komponen-komponene dalam Minyak Jeruk..... | I-5 |
| Tabel I.2. Data Sifat Fisika Kimia d-limonene, l-limonene dan dipentene... I-7 | |
| Tabel II.1. Keuntungan dan Kerugian Beberapa Macam Metode Destilasi | II-2 |
| Tabel VI.1. Kebutuhan Air Pendingin..... | VI-5 |
| Tabe' VI.2. Kebutuhan <i>Steam</i> dengan Suhu 200°C..... | VI-62 |
| Tabel VI.3. Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Proses pada Pabrik Limonene Oksida dari Bahan Baku Kulit Jeruk Keprok..... | VI-70 |
| Tabel VI.4. Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Utilitas pada Pabrik Limonene Oksida dari Bahan Baku Kulit Jeruk Keprok | VI-71 |
| Tabel VI.5. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan pada Pabrik Limonene Oksida dari Bahan Baku Kulit Jeruk Keprok..... | VI-73 |
| Tabel VII.1. Luas Tanah dan Bangunan..... | VII-10 |
| Tabel VII.2. Instrumentasi pada Peralatan Proses Pabrik Limonene Oksida..... | VII-13 |
| Tabel VIII.1. Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i> – FCI)..... | VIII-2 |
| Tabel VIII.2. Biaya Pembuatan (<i>Manufacturing Costs</i>)..... | VIII-3 |
| Tabel VIII.3. Biaya Pengeluaran Umum..... | VIII-4 |
| Tabel VIII.4. Investasi dengan modal sendiri..... | VIII-5 |
| Tabel VIII.5. Investasi dengan pinjaman bank | VIII-5 |
| Tabel VIII.6. <i>Discounted Cash Flow</i> | VIII-7 |
| Tabel VIII.7. <i>Rate of Return on Investment</i> sebelum pajak..... | VIII-8 |

| | |
|---|---------|
| Tabel VIII.8. <i>Rate of Return on Investment</i> sesudah pajak..... | VIII-8 |
| Tabel VIII.9. <i>Rate of Return on Equity</i> sebelum pajak..... | VIII-9 |
| Tabel VIII.10. <i>Rate of Return on Equity</i> sesudah pajak..... | VIII-9 |
| Tabel VIII.11. <i>Pay Out Time</i> sebelum pajak..... | VIII-10 |
| Tabel VIII.12. <i>Pay Out Time</i> sesudah pajak..... | VIII-10 |
| Tabel VIII.13. <i>Break Event Point</i> | VIII-11 |
| Tabel A.1. Komposisi Komponen <i>Essential Oil</i> dalam Kulit Jeruk Keprok (<i>Citrus Aurtifolia</i>)..... | A-1 |
| Tabel B.1. Komponen <i>Essential Oil</i> dalam Kulit Jeruk Keprok (<i>Citrus Aurtifolia</i>)..... | B-1 |
| Tabel B.2. Kapasitas Panas Komponen <i>Essential Oil</i> , CO ₂ dan H ₂ O..... | B-6 |
| Tabel B.3. Kapasitas Panas Komponen Pada Reaksi Pembuatan Limonene Oksida..... | B-7 |
| Tabel C.1. Data Densitas Komponen Keluar dan Masuk Reaktor..... | C-102 |
| Tabel C.2. Data Densitas Komponen Keluar dan Masuk Reaktor pada Suhu 28°C..... | C-102 |
| Tabel D.1. Harga Peralatan Proses..... | D-2 |
| Tabel D.2. Harga Peralatan Utilitas..... | D-3 |
| Tabel D.3. Daftar Harga Bahan Baku pada Proses Produksi Limonene Oksida..... | D-5 |
| Tabel D.4. <i>Shift</i> Pergantian Kerja..... | D-7 |
| Tabel D.5. Daftar Gaji Karyawan Tetap..... | D-8 |
| Tabel D.6. Daftar Biaya Utilitas..... | D-11 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|-------|
| Gambar I.1. Struktur Atom Limonene..... | I-6 |
| Gambar II.1. Reaksi Limonene dengan Tersier Butil Hidroperoksida (TBHP)..... | II-9 |
| Gambar VI.1. <i>Flowsheet</i> Unit Pengolahan Air..... | VI-8 |
| Gambar VI.2. Sistem Sirkulasi <i>Refrigerant</i> | VI-65 |
| Gambar VII.1. Peta Pandaan, Jawa Timur..... | VII-1 |
| Gambar VII.2. Tata Letak Pabrik Secara Keseluruhan..... | VII-6 |
| Gambar VII.3. Tata Letak Ruang Proses..... | VII-8 |
| Gambar VII.4. Tata Letak Ruang Utilitas..... | VII-9 |
| Gambar D.1. Hubungan Tahun dan CE Index..... | D-1 |

ABSTRACT

Plastic is widely used in our life. It causes the usage of crude oil increases. Because of that, there were some experiments done to produce plastic with renewable material. One of these method uses keprok orange which is produced in large number every year. In this preliminary design project, this keprok orange is processed into limonene oxide which is the main material to make polimer.

The orange peels were washed, crushed and sieved into one centimeter in particle size. This orange oil was separated from its peel by steam distillation process. Then, this oil was freezed to obtain the limonene compund in settling tank with refrigeration. Limonene obtained from last process was reacted with tert-butyl hydroperoxide to produce the limonene oxide compound. This product then was separated with distillation process to obtain limonene oxide 76%.

Limonene oxide factory will continuously operate in 24 hours and divided into 3 shift. This factory operate for 365 days in a year.

These are the specification details of Limonene Oxide factory :

- The main raw material : Keprok orange peel, tert-butyl hydroperoxide, acetone and silica powder
- The main raw material capacity : Keprok orange peel = 10 tons/hour
Tert-butyl hydroperoxide = 57,092 kg/hour
Acetone = 2,235 kg/hour
Silica powder = 0,745 kg/hour
- Production capacity : 889,4 tons/year
- Utility : Air = 23.103 m³/day
Steam 100°C = 1.121.568 kg/day
Steam 200°C = 12.404,664 kg/day
Refrigerant = 4.952.192,952 kg/day
Electricity = 13.804,358 kW
Fuel oil = 2.521,513 m³/month
- The number of employees : 200 personels
- Factory location : Pandaan, Pasuruan, East Java
- Land area : 34.587,30 m²
- Economic analysis with *Discounted Cash flow* method
 - Fixed Capital Investment (FCI) : Rp. 719.916.351.415,78
 - Working Capital Investment (WCI) : Rp 127.044.062.014,55
 - Total Capital Investment (TCI) : Rp 846.960.413.430,33
 - Total Production Cost (TPC) : Rp. 664.340.695.260,59
 - Capital income per year : Rp 1.684.298.766.684,61
 - Rate of Return (ROR) before tax : 69%
 - Rate of Return (ROR) after tax : 48%
 - Rate on Equity (ROE) before tax : 96%
 - Rate on Equity (ROE) after tax : 70%

| | |
|-------------------------------|------------------------------|
| Pay out time (POT) before tax | : 1,52 (1 tahun 6,24 bulan) |
| Pay out time (POT) after tax | : 1,84 (1 tahun 10,08 bulan) |
| Break Even Point (BEP) | : 16% |

INTISARI

Plastik merupakan bahan yang saat ini banyak digunakan di masyarakat. Hal ini menyebabkan pemakaian minyak bumi sebagai bahan baku plastik akan meningkat. Oleh karena itu, maka banyak usaha dilakukan untuk dapat memproduksi plastik dengan menggunakan bahan yang dapat diperbaharui. Salah satunya adalah dengan menggunakan jeruk yang merupakan buah yang sangat banyak diproduksi setiap tahunnya. Pada pra rencana pabrik ini, direncanakan untuk mengolah jeruk menjadi senyawa limonene oksida yang merupakan bahan baku untuk membuat polimer plastik yang sejenis dengan polistirena.

Kulit jeruk awalnya dicuci, dipotong dan diseragamkan ukurannya. Kulit jeruk yang sudah di-*pretreatment* kemudian dilewatkan pada proses destilasi uap untuk mendapatkan kandungan minyaknya. Minyak ini kemudian didinginkan dalam *settling tank* yang dilengkapi dengan refrigerasi untuk mendapatkan limonene. Limonene ini kemudian direaksikan dengan Tersier Butil Hidroperoksida (TBHP) untuk mendapatkan limonene oksida. Campuran produk ini kemudian dipisahkan dengan menggunakan proses destilasi. Pabrik mie jagung direncanakan akan beroperasi secara kontinyu dimana dalam 24 jam dibagi menjadi 3 *shift*. Dalam 1 tahun pabrik akan beroperasi selama 365 hari.

Pabrik limonene oksida dari bahan baku kulit jeruk keprok ini memiliki rincian sebagai berikut :

- Bahan baku utama : Kulit jeruk keprok, Tersier Butil Hidroperoksida, Aseton dan Silika
- Kapasitas bahan baku utama : Kulit jeruk = 10 ton/jam
Tersier Butil Hidroperoksida = 57,092 kg/jam
Aseton = 2,235 kg/jam
Silika = 0,745 kg/jam
- Kapasitas produksi : 889,4 ton/tahun
- Utilitas : Air = 23.103 m³/hari
Steam 100°C = 1.121.568 kg/hari
Steam 200°C = 12.404,664 kg/hari
Refrigerant : Etana = 4.952.192,952 kg/hari
Listrik = 13.804,358 kW
Minyak IDO = 2.521,513 m³/bulan
- Jumlah tenaga kerja : 200 orang
- Lokasi pabrik : Pandaan, Pasuruan, Propinsi Jawa Timur
- Luas Tanah : 34.587,30 m²
- Analisa ekonomi Metode *Discounted Cash Flow*
Modal tetap (FCI) : Rp. 719.916.351.415,78
Modal kerja (WCI) : Rp 127.044.062.014,55
Modal total (TCI) : Rp 846.960.413.430,33
Biaya Produksi Total (TPC) : Rp. 664.340.695.260,59

Penjualan per tahun : Rp 1.684.298.766.684,61
Rate of Return (ROR) sebelum pajak : 69%
Rate of Return (ROR) setelah pajak : 48%
Rate of Equity (ROE) sebelum pajak : 96%
Rate of Equity (ROE) setelah pajak : 70%
Pay Out Time (POT) sebelum pajak : 1,52 (1 tahun 6,24 bulan)
Pay Out Time (POT) setelah pajak : 1,84 (1 tahun 10,08 bulan)
Break Even Point (BEP) : 16%