

**PRARANCANGAN PABRIK BIOETANOL DARI JERAMI PADI
DENGAN PROSES HIDROLISIS DAN FERMENTASI
KAPASITAS 64.000 KILO LITER/TAHUN**



Disusun Oleh :

VERA NIKA NOVITASARI

D500130135

Dosen Pembimbing:

Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi, MT

Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2015


HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Nama : Vera Nika Novitasari
NIM : D500130135
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Bioetanol dari Jerami Padi
dengan Proses Hidrolisis dan Fermentasi Kapasitas
64000 KL per Tahun
Dosen Pembimbing : 1. Dr.Ir.Ahmad M. Fuadi,MT
2. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D


Surakarta , Agustus 2015

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi, MT
NIK. 618

Pembimbing II



Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D
NIK. 100.96

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D
NIK. 682

Ketua Program Studi


Rois Fatoni, ST, M.Sc, Ph.D
NIK. 892

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Vera Nika Novitasari
NIM : D500130135
Program Studi : S-1 Teknik Kimia
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Bioetanol dari Jerami Padi
dengan Proses Hidrolisis dan Fermentasi Kapasitas
64000 KL per Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat ini, adalah hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang dirujuk dari sumbernya.

Surakarta, Agustus 2015


Penulis

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, dan hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Prarancang Pabrik Bioetanol dari Jerami Padi dengan Proses Hidrolisis dan Fermentasi Kapasitas 64000 KL/tahun” ini.

Tugas prarancang pabrik ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program strata 1 di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan sehingga terselesaikan Tugas Akhir ini. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain :

1. Dr. Ir. Ahmad M Fuadi, M.T sebagai dosen pembimbing I
2. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D sebagai dosen pembimbing II
3. Seluruh dosen dan staf Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta
4. Segenap civitas akademika dan teman-teman mahasiswa Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta

Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini berguna bagi semua pihak.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Surakarta , Juli 2015

Penulis

INTISARI

Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan baku industri turunan alkohol, bahan dasar industri farmasi, campuran bahan bakar untuk kendaraan dan lain-lain. Bioetanol yang dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar untuk kendaraan harus betul-betul kering dan *anhydrous* supaya tidak korosif, sehingga etanol/bioetanol harus mempunyai *grade* sebesar 99,5-100%-vol. Produksi jerami padi di Jawa Timur berkisar antara 10 juta ton pertahun. Dengan jumlah yang cukup besar tersebut, jerami padi yang merupakan limbah sisa saat padi dipanen, dapat menjadi salah satu alternatif bahan baku bioetanol yang cukup bagus di Indonesia.

Bioetanol dapat diperoleh melalui proses fermentasi yang melibatkan mikroorganisme. Mikroorganisme yang digunakan adalah *Trichoderma Reesei* yang menghasilkan enzim selulase yang dapat memecah selulosa. Digunakan juga *Zymomonas Mobilis* yang dapat mengkonversi glukosa menjadi bioetanol. Sebelum proses fermentasi, umpan berupa jerami padi dimasukkan ke dalam tangki hidrolisis untuk memecah lignin. Proses yang dipilih adalah hidrolisis enzim. Setelah proses hidrolisis, masuk ke dalam proses fermentasi. Setelah kurun waktu tertentu dan proses fermentasi selesai, dilanjutkan dengan proses distilasi yang kemudian menuju proses adsorpsi menggunakan *molecular sieve* sehingga diperoleh bioetanol dengan kadar 99,5%.

Proses pembuatan bioetanol ini berlangsung selama 24 jam/hari, selama 330 hari/tahun dengan perencanaan sebagai berikut:

- Kapasitas produksi : 64.000 kL/tahun
- Bahan baku jerami padi : 4.077.921,29 ton/tahun

Pabrik bioetanol ini akan didirikan pada tahun 2018 di Kabupaten Malang, Jawa Timur. Karena berdekatan dengan bahan baku, dan adanya kemudahan dalam memenuhi kebutuhan air. Dari segi analisa ekonomi diperoleh hasil-hasil sebagai berikut :

- Modal Tetap (FCI) : Rp. 100.517.092.113,88
- Modal Kerja (WCI) : Rp. 17.738.310.373,04
- Total Investasi (TCI) : Rp. 118.255.402.486,91
- *Internal Rate of Return* : 62,84 %
- *Pay Out Time* : 1,37 tahun
- BEP : 42,32 %

Dari uraian di atas, secara teknis dan ekonomis, pabrik ini layak untuk didirikan.

MOTTO

Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar

(QS. Al Baqarah :153)

Sesuatu yang belum dikerjakan seringkali tampak mustahil, kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik.

(Evelyn Underhill)

Musuh yang paling berbahaya didunia ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia hanyalah keberanian dan keyakinan dan teguh.(Andrew Jackson)

Motivasilah diri sendiri untuk terus belajar dan berilmu, karena kita yang akan menjaga harta, namun ilmu yang akan menjaga kita.

(penulis)

Ya Tuhanku, lapangkanlah untuk ku dadaku, dan mudahkanlah untukku urusanku, dan lepaskanlah kekakuan dari lidahku, supaya mereka mengerti perkataanku.

(QS. Thaha:25-28)

PERSEMBAHAN

Segala puji syukur selalu tercurah kepadaMu ya Allah, atas segala nikmat dan karuniaMu sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

- ❖ Orang tua yang selalu memberikan kasih sayang, motivasi dan doa yang selalu tercurah, sehingga dalam keadaan sesulit apapun aku tetap semangat dan tidak pernah menyerah. Semoga selalu dalam perlindungan Allah SWT.
- ❖ Keluarga besarku yang selalu memberikan nasehat-nasehat dan semangat, terimakasih, semoga kalian selalu dalam cinta kasih Allah SWT.
- ❖ Sahabat-sahabatku anak transfer yeni, mbak ifa, hasri dll. Trimakasih selama ini kalian mampu menjadi motivator untuk ku lebih semangat untuk segera lulus. Serta bantuan-bantuan yang tidak akan mampu membalasnya, semoga Allah yang membalas kebaikan kalian.
- ❖ Teman-teman seperjuangan tri, linda, ismae, teris, nur . kalian adalah inspirasi buat aku. Semoga kesuksesan selalu menyertai kalian.
- ❖ Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia UMS, baik yang seangkatan, adek kelas, maupun kakak kelas, kalian sungguh luar biasa. Dan terimakasih telah memberikan ku lingkungan keluarga yang membuatku nyaman. Sukses selalu buat kalian.

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| Halaman Judul | i |
| Halaman Pengesahan | ii |
| Pernyataan Keaslian Skripsi | iv |
| Kata Pengantar | v |
| Intisari | vi |
| Motto..... | vii |
| Persembahan | viii |
| Daftar Isi | ix |
| Daftar Tabel | xi |
| Daftar Gambar | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Dasar Teori..... | 12 |
| 1.3 Kegunaan Bioetanol..... | 14 |
| 1.4 Sifat Fisika dan Kimia | 15 |
| BAB II MACAM DAN URAIAN PROSES | |
| 2.1 Macam Proses | 21 |
| 2.2 Seleksi Proses..... | 26 |
| 2.3 Uraian Proses | 27 |
| Tinjauan Termodinamika..... | 30 |
| Tinjauan Kinetika..... | 31 |

| | |
|---|----|
| Resum Neraca Massa..... | 32 |
| Resum Neraca Panas..... | 34 |
| BAB III SPESIFIKASI ALAT | |
| BAB IV UTILITAS | |
| 4.1 Unit Penyediaan Air..... | 53 |
| 4.2 Unit Penyediaan Steam..... | 57 |
| 4.3 Unit Penyediaan Listrik | 57 |
| 4.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar | 57 |
| 4.5 Perhitungan Kebutuhan Air | 58 |
| 4.6 Perhitungan Unit Penyediaan Listrik | 60 |
| 4.7 Unit Pengolahan Limbah | 61 |
| 4.8 Laboratorium..... | 62 |
| BAB V MANAJEMEN PERUSAHAN | |
| 5.1 Bentuk Perusahaan..... | 67 |
| 5.2 Struktur Organisasi | 68 |
| 5.3 Tugas dan Wewenang..... | 70 |
| 5.4 Pembagian Jam Kerja dan Gaji..... | 70 |
| 5.5 Identifikasi Bahaya | 73 |
| BAB VI ANALISA EKONOMI | |
| 6.1 Penafsiran Harga Peralatan..... | 75 |
| 6.2 Dasar Perhitungan..... | 77 |
| 6.3 Analisa Kelayakan | 79 |
| KESIMPULAN | |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1.1 Pentahapan Kewajiban Minimal Pemanfaatan Bioetanol..... | 4 |
| Tabel 1.2 Data Pertumbuhan Penjualan Bahan Bakar Premium..... | 5 |
| Tabel 1.3 Data Ekspor Etanol | 7 |
| Tabel 1.4 Data Impor Etanol..... | 7 |
| Tabel 1.5 Nama Perusahaan Etanol Di Indonesia..... | 8 |
| Tabel 1.6 Luas Panen dan Produksi Padi Di Indonesia | 9 |
| Tabel 1.7 Luas Panen dan Produksi Padi Di Jawa Timur..... | 10 |
| Tabel 2.1 Perbandingan Kondisi Proses dan Kinerja Proses Hidrolisis | 27 |
| Tabel 2.2 Perbandingan Konfigurasi Proses Hidrolisis dan Fermentasi..... | 27 |
| Tabel 4.1 Kebutuhan Air Pendingin Proses Produksi..... | 59 |
| Tabel 4.2 Kebutuhan Steam Proses Produksi | 59 |
| Tabel 4.3 Kebutuhan Listrik Alat Proses | 60 |
| Tabel 4.4 Kebutuhan Listrik Total Pabrik..... | 61 |
| Tabel 5.1 Perincian Jumlah dan Gaji Karyawan Non Shift | 71 |
| Tabel 5.2 Perincian Jumlah dan Gaji Karyawan Shift | 72 |
| Tabel 5.3 Alat Pelindung Diri | 73 |
| Tabel 5.4 Material Safety Data Sheet Bioetanol..... | 74 |
| Tabel 6.1 Indeks Harga Alat | 76 |
| Tabel 6.2 Fix Capital Invesment | 77 |
| Tabel 6.3 Total Production Cost | 78 |
| Tabel 6.4 Analisa Kelayakan | 80 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1 Grafik Data Target Kapasitas Penyediaan Bioetanol Di Indonesia | 4 |
| Gambar 1.2 Jerami Padi | 13 |
| Gambar 2.1 Diagram Proses SSCF | 25 |
| Gambar 2.2 Layout Pabrik | 37 |
| Gambar 2.3 Diagram Alir Kualitatif | 39 |
| Gambar 2.4 Diagram Alir Kuantitatif | 40 |
| Gambar 4.1 Skema Pengolahan Air Sungai | 58 |
| Gambar 5.1 Struktur Organisasi Pabrik | 69 |
| Gambar 6.1 Grafik Hubungan Indeks Cost Vs Tahun | 76 |
| Gambar 6.2 Grafik Analisa Kelayakan Ekonomi | 81 |