

**SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK *FUEL GRADE*  
*BIOETHANOL* BERBASIS *CORN STOVER* DENGAN  
KAPASITAS 53.431 kL/TAHUN**



Disusun Oleh :

**Fery Herliana      8421224003**

**Kharisman        8421224001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS INSAN CENDEKIA MANDIRI  
BANDUNG  
2026**

**HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**

**PRARANCANGAN PABRIK *FUEL GRADE BIOETHANOL*  
BERBASIS *CORN STOVER*  
DENGAN KAPASITAS 53.431 kL/TAHUN**

Disusun Oleh:

**Fery Herliana 8421224003**

**Kharisman 8421224001**

**Pembimbing I**



**Ir. Galu Murdikaningrum, M.T.**  
**NIDN. 0428016801**

**Pembimbing II**



**Lia Muliati, S.T., M.T.**  
**NIDN. 0415077506**

**Mengetahui/Menyetujui  
Program Studi Teknik Kimia  
Ketua,**



**Lia Muliati, S.T., M.T.**  
**FAK NIDN. 0415077506**

## BIODATA PELAKSANA PRARANCANGAN PABRIK



PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INSAN CENDEKIA MANDIRI  
BIODATA PELAKSANAAN PRARANCANGAN PABRIK  
Periode Pengusulan: Genap 2026

|                                                              |   |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------|
| Nama Lengkap                                                 | : | Fery Herliana                                                            |
| NIM / Tahun Masuk Prodi TK                                   | : | 8421224003                                                               |
| Alamat Tinggal                                               | : | Cimaung, Pangalengan Kabupaten Bandung                                   |
| No Telephone/HP                                              | : | 081286127184                                                             |
| Alamat e-mail                                                | : | <a href="mailto:feri_herliana@yahoo.co.id">feri_herliana@yahoo.co.id</a> |
| Total Beban SKS ditempuh                                     | : | 144 SKS                                                                  |
| Beban SKS yang sedang diambil                                | : | 144 SKS                                                                  |
| Mata kuliah Pilihan yang diambil(menunjang rancangan pabrik) | : | 1. Utilitas<br>2. Emisi Energi                                           |
| IPK                                                          | : |                                                                          |

|                                                              |   |                                                                    |
|--------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------|
| Nama Lengkap                                                 | : | Kharisman                                                          |
| NIM / Tahun Masuk Prodi TK                                   | : | 8421224001                                                         |
| Alamat Tinggal                                               | : | Kopo Sayati, Manglid Kabupaten Bandung                             |
| No Telephone/HP                                              | : | 081221368758                                                       |
| Alamat e-mail                                                | : | <a href="mailto:kha.risman@yahoo.co.id">kha.risman@yahoo.co.id</a> |
| Total Beban SKS ditempuh                                     | : | 144 SKS                                                            |
| Beban SKS yang sedang diambil                                | : | 144 SKS                                                            |
| Mata kuliah Pilihan yang diambil(menunjang rancangan pabrik) | : | 1. Manajemen Proyek<br>2. Pengendalian dan Penjaminan Mutu         |
| IPK                                                          | : |                                                                    |

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : 1. Fery Herliana (8421224003)  
2. Kharisman (8421224001)

Program Studi : Teknik Kimia

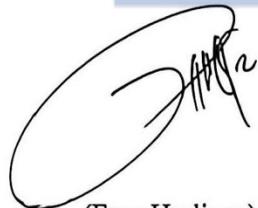
Fakultas : Fakultas Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang kami tulis dengan judul **“Prarancangan Pabrik Fuel Grade Bioethanol Berbasis Corn Stover Dengan Kapasitas 53.431 kL/Tahun”**, benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang kami akui sebagai hasil tulisan atau pikiran kami sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan penelitian ini merupakan hasil karya jiplakan, maka kami bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Bandung, 26 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan,



(Fery Herliana)



(Kharisman)

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **"Prarancangan Pabrik *Fuel Grade Bioethanol* Berbasis *Corn Stover* Dengan Kapasitas 53.431 kL/Tahun"**. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Insan Cendekia Mandiri.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terlaksana tanpa dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Galu Murdikaningrum, M.T. selaku dosen Pembimbing I, dan Ibu Lia Muliati, S.T, M.T. selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan arahan dalam penyusunan laporan penelitian.
2. Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Insan Cendekia Mandiri.
3. Dosen dan staf Fakultas Teknik Universitas Insan Cendekia Mandiri atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh rekan Teknik Kimia angkatan 2022 atas dukungan dan bantuannya.
5. Keluarga yang selalu memberikan motivasi dan doa.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan, baik dari segi metode, cakupan data, maupun analisis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Bandung, 26 Agustus 2026  
Hormat kami,

Fery Herliana / Kharisman

## ABSTRAK

Ketergantungan sektor transportasi Indonesia terhadap bahan bakar fosil menimbulkan permasalahan keterbatasan cadangan, ketergantungan impor, serta tingginya emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Bioetanol generasi kedua berbasis lignoselulosa menjadi alternatif energi terbarukan yang menjanjikan karena mampu menurunkan emisi GRK secara signifikan dan memanfaatkan limbah pertanian yang melimpah. Penelitian ini bertujuan merancang pabrik *Fuel Grade Bioethanol* berbahan baku jerami jagung (*corn stover*) dengan kapasitas 53.431 kL/tahun dan kemurnian produk 99,8% v/v untuk mendukung program pencampuran bioetanol nasional. Perancangan dilakukan mengacu pada metodologi NREL/TP-510-32438 (Aden et al., 2002), meliputi pemilihan proses, penyusunan neraca massa dan neraca energi, serta penentuan kondisi operasi setiap unit dengan basis perancangan 23.512,5 kg/jam jerami jagung kering. Rangkaian proses mencakup *pretreatment* asam encer (*dilute acid*), detoksifikasi melalui *overliming* dan reasidifikasi, fermentasi *Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF) menggunakan *Zymomonas mobilis*, serta dehidrasi dengan *molecular sieve*. Hasil perancangan menunjukkan bahwa rangkaian proses dari unit *Corn Stover Feeder* hingga *Molecular Sieves* mampu menghasilkan bioetanol dengan kemurnian 99,8% v/v sesuai spesifikasi bahan bakar. Dengan demikian, prarancangan pabrik bioetanol berbasis jerami jagung terbukti layak secara teknis dan berpotensi mendukung kemandirian energi nasional serta penurunan emisi GRK pada sektor transportasi.

*Kata kunci: fuel grade bioethanol, jerami jagung, lignoselulosa, pra-rancangan pabrik, dilute acid pretreatment*

## ABSTRACT

*The dependence of Indonesia's transportation sector on fossil fuels poses persistent challenges of limited reserves, import dependency, and high Greenhouse Gas (GHG) emissions. Second-generation bioethanol derived from lignocellulose has emerged as a promising renewable energy alternative, as it substantially reduces GHG emissions while utilizing abundant agricultural waste. This study aims to design a Fuel Grade Bioethanol plant using corn stover as feedstock, with a capacity of 53,431 kL/year and a product purity of 99.8% v/v, to support the national bioethanol blending program. The design was carried out following the NREL/TP-510-32438 methodology (Aden et al., 2002), encompassing process selection, the development of mass and energy balances, and the determination of operating conditions for each unit, with a design basis of 23,512.5 kg/hr of dry corn stover. The process sequence comprises dilute acid pre-treatment, detoxification through overliming and reacidification, Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) using *Zymomonas mobilis*, and dehydration using a molecular sieve. The design results demonstrate that the process sequence from the Corn Stover Feeder unit to the Molecular Sieves is capable of producing bioethanol with a purity of 99.8% v/v in accordance with fuel-grade specifications. Accordingly, the pre-design of a corn stover-based bioethanol plant is proven to be technically feasible and holds strong potential to support national energy self-sufficiency and reduce GHG emissions in the transportation sector.*

*Keywords: fuel grade bioethanol, corn stover, lignocellulose, plant pre-design, dilute acid pretreatment*

## DAFTAR ISI

|                                                       |      |
|-------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI .....                      | ii   |
| BIODATA PELAKSANA PRARANCANGAN PABRIK .....           | iii  |
| PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....                     | iv   |
| KATA PENGANTAR .....                                  | v    |
| ABSTRAK .....                                         | vi   |
| ABSTRACT .....                                        | vii  |
| DAFTAR ISI .....                                      | viii |
| DAFTAR GAMBAR .....                                   | xiv  |
| DAFTAR TABEL .....                                    | xv   |
| BAB I PENDAHULUAN .....                               | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1    |
| 1.2 Deskripsi Produk .....                            | 5    |
| 1.3 Kegunaan Produk .....                             | 8    |
| 1.4 Penentuan Kapasitas Pabrik .....                  | 12   |
| 1.5 Penentuan Lokasi Pabrik .....                     | 13   |
| 1.6 Sifat Fisika Bahan Baku dan Bahan Pendukung ..... | 16   |
| 1.6.1 Jerami Jagung ( <i>Corn Stover</i> ) .....      | 16   |
| 1.6.2 Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) .....                 | 17   |
| 1.6.3 Kalsium Hidroksida ( $Ca(OH)_2$ ) .....         | 19   |
| 1.7 Perhitungan <i>Gross Profit Margin</i> .....      | 21   |
| BAB II DESKRIPSI PROSES .....                         | 27   |
| 2.1 Pemilihan Proses .....                            | 27   |
| 2.1.1 Seleksi Proses <i>Pretreatment</i> .....        | 28   |
| 2.1.2 Seleksi Proses Hidrolisis .....                 | 32   |
| 2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung .....  | 35   |
| 2.2.1 Jerami Jagung ( <i>Corn Stover</i> ) .....      | 35   |
| 2.2.2 Air .....                                       | 35   |
| 2.2.3 Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) .....                 | 36   |

|                                              |                                                                                    |    |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.4                                        | Kalsium Hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) .....                              | 37 |
| 2.3                                          | Pengendalian Kualitas .....                                                        | 37 |
| 2.3.1                                        | Pengendalian Bahan Baku .....                                                      | 38 |
| 2.3.2                                        | Pengendalian Kualitas Proses .....                                                 | 39 |
| 2.3.3                                        | Pengendalian Kualitas Produk .....                                                 | 39 |
| BAB III NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI ..... |                                                                                    | 40 |
| 3.1                                          | Neraca Massa .....                                                                 | 40 |
| 3.1.1                                        | Neraca Massa Total .....                                                           | 41 |
| 3.1.2                                        | Neraca Massa <i>Corn Stover Feeder</i> (F-101) .....                               | 41 |
| 3.1.3                                        | Neraca Massa <i>Prehydrolysis Reactor</i> (R-201) .....                            | 42 |
| 3.1.4                                        | Neraca Massa <i>Flash Tank</i> (V-202) .....                                       | 43 |
| 3.1.5                                        | Neraca Massa <i>Filter Press</i> 1 (F-204) .....                                   | 44 |
| 3.1.6                                        | Neraca Massa <i>Overliming Tank</i> (T-205) .....                                  | 45 |
| 3.1.7                                        | Neraca Massa <i>Reacidification Tank</i> (T-206) .....                             | 46 |
| 3.1.8                                        | Neraca Massa <i>Filter Press</i> 2 (F-207) .....                                   | 47 |
| 3.1.9                                        | Neraca Massa <i>Agitation Tank</i> (T-208) .....                                   | 48 |
| 3.1.10                                       | Neraca Massa <i>Saccharification Reactor</i> (R-301) .....                         | 49 |
| 3.1.11                                       | Neraca Massa <i>Starter Reactor</i> (R-302) .....                                  | 50 |
| 3.1.12                                       | Neraca Massa <i>Fermentation Reactor</i> (R-303) .....                             | 51 |
| 3.1.13                                       | Neraca Massa <i>Centrifuge</i> (F-304) & <i>Beer Storage Tank</i> (T-305)<br>..... | 52 |
| 3.1.14                                       | Neraca Massa <i>Distillation Column</i> 1 (V-401) .....                            | 53 |
| 3.1.15                                       | Neraca Massa <i>Distillation Column</i> 2 (V-402) .....                            | 53 |
| 3.1.16                                       | Neraca Massa <i>Adsorption Column</i> (V-403) .....                                | 54 |
| 3.2                                          | Neraca Energi .....                                                                | 54 |
| 3.2.1                                        | Neraca Energi Reaktor <i>Prehydrolysis</i> (R-201) .....                           | 56 |
| 3.2.2                                        | Neraca Energi <i>Flash Tank</i> (V-202) .....                                      | 57 |
| 3.2.3                                        | Neraca Energi <i>Filter Press</i> 1 (F-204) .....                                  | 57 |
| 3.2.4                                        | Neraca Energi <i>Hydrolysate Cooler</i> (H-200) .....                              | 58 |
| 3.2.5                                        | Neraca Energi <i>Overliming Tank</i> (T-205) .....                                 | 58 |

|                                          |                                                                          |    |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.6                                    | Neraca Energi <i>Reacidification Tank</i> (T-206) .....                  | 59 |
| 3.2.7                                    | Neraca Energi <i>Filter Press 2</i> (F-207) .....                        | 59 |
| 3.2.8                                    | Neraca Energi <i>Agitation Tank</i> (T-208) .....                        | 60 |
| 3.2.9                                    | Neraca Energi <i>Hydrolysate Heater</i> (H-301A) .....                   | 60 |
| 3.2.10                                   | Neraca Energi <i>Saccharification Reactor</i> (R-310) .....              | 61 |
| 3.2.11                                   | Neraca Energi <i>Saccharified Cooler</i> (H-301B) .....                  | 61 |
| 3.2.12                                   | Neraca Energi <i>Starter Reactor</i> (R-302) .....                       | 62 |
| 3.2.13                                   | Neraca Energi <i>Fermentation Reactor</i> (R-303) .....                  | 62 |
| 3.2.14                                   | Neraca Energi <i>Centrifuge</i> (F-304) .....                            | 63 |
| 3.2.15                                   | Neraca Energi <i>Vent HEX</i> (H-410) .....                              | 63 |
| 3.2.16                                   | Neraca Energi <i>Feed HEX</i> (H-405) .....                              | 64 |
| 3.2.17                                   | Neraca Energi <i>Distillation Column 1</i> (V-401) .....                 | 64 |
| 3.2.18                                   | Neraca Energi <i>Distillation Column 2</i> (V-402) .....                 | 65 |
| 3.2.19                                   | Neraca Energi <i>Overhead Heater</i> (H-406) .....                       | 65 |
| 3.2.20                                   | Neraca Energi <i>Adsorption Column</i> (V-403) .....                     | 66 |
| 3.2.21                                   | Neraca Energi <i>Vent Condenser</i> (H-407) .....                        | 66 |
| 3.2.22                                   | Neraca Energi <i>Ethanol HEX</i> (H-408) .....                           | 67 |
| 3.2.23                                   | Neraca Energi <i>Product Condenser</i> (H-409) .....                     | 67 |
| BAB IV DESAIN DAN SPESIFIKASI ALAT ..... |                                                                          | 68 |
| 4.1                                      | Peralatan Proses .....                                                   | 69 |
| 4.1.1                                    | <i>Presteamer</i> (R-201) dan <i>Prehydrolysis Reactor</i> (R-202) ..... | 69 |
| 4.1.2                                    | <i>Flash Tank</i> (T-202) .....                                          | 70 |
| 4.1.3                                    | <i>Hydrolysate Mixing Tank</i> (T-203) .....                             | 70 |
| 4.1.4                                    | <i>Filter Press 1</i> (F-204) .....                                      | 71 |
| 4.1.5                                    | <i>Overliming Tank</i> (T-205) .....                                     | 71 |
| 4.1.6                                    | <i>Reacidification Tank</i> (T-206) .....                                | 72 |
| 4.1.7                                    | <i>Filter Press 2</i> (F-207) .....                                      | 72 |
| 4.1.8                                    | <i>Agitation Tank</i> (T-208) .....                                      | 73 |
| 4.1.9                                    | <i>Lime Storage Bin</i> (T-213) .....                                    | 73 |
| 4.1.10                                   | <i>Hydrolysate Cooler</i> (H-208) .....                                  | 74 |

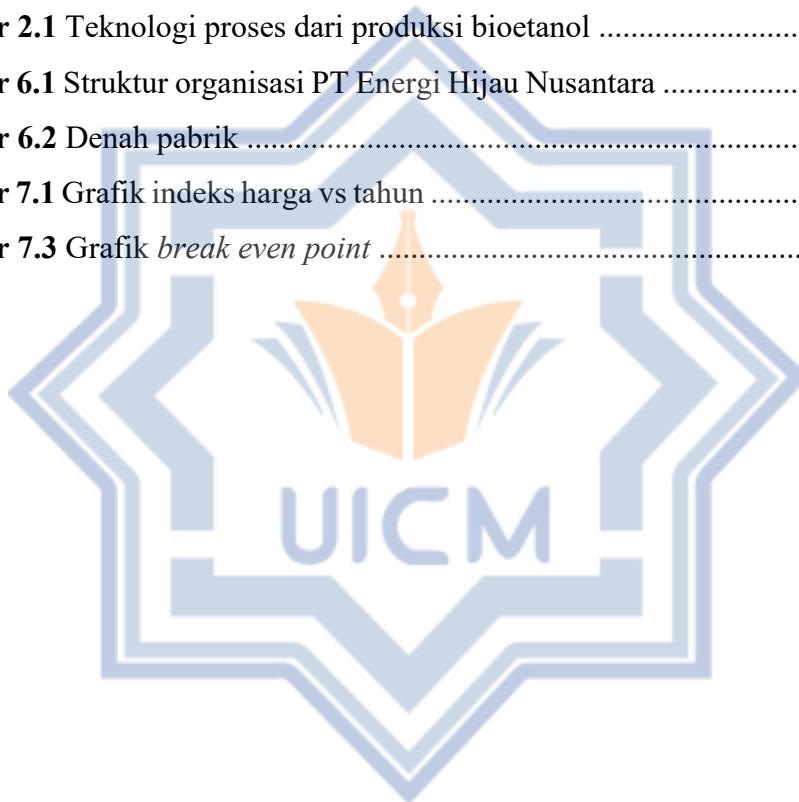
|        |                                                      |    |
|--------|------------------------------------------------------|----|
| 4.1.11 | <i>Hydrolysate Heater (H-301A)</i> .....             | 74 |
| 4.1.12 | <i>Saccharified Slurry Cooler (H-301B)</i> .....     | 75 |
| 4.1.13 | <i>Saccharification Tank (R-301)</i> .....           | 75 |
| 4.1.14 | <i>Ethanol Fermentor (R-303)</i> .....               | 76 |
| 4.1.15 | <i>Beer Tank (T-305)</i> .....                       | 76 |
| 4.1.16 | <i>Centrifuge (F-307)</i> .....                      | 77 |
| 4.1.17 | <i>Distillation Column 1 (V-401)</i> .....           | 77 |
| 4.1.18 | <i>Distillation Column 2 (V-402)</i> .....           | 78 |
| 4.1.19 | <i>Distillation Column 1 Condenser (H-403)</i> ..... | 78 |
| 4.1.20 | <i>Distillation Column 2 Condenser (H-404)</i> ..... | 79 |
| 4.1.21 | <i>Feed Distillation Column 1 HEX (H-405)</i> .....  | 79 |
| 4.1.22 | <i>Overhead Heater (H-406)</i> .....                 | 79 |
| 4.1.23 | <i>Vent Condenser (H-407)</i> .....                  | 80 |
| 4.1.24 | <i>Ethanol HEX (H-408)</i> .....                     | 80 |
| 4.1.25 | <i>Product Condenser (H-409)</i> .....               | 80 |
| 4.1.26 | <i>Vent Blowdown HEX (H-409)</i> .....               | 81 |
| 4.1.27 | <i>Ethanol Storage Tank (T-501)</i> .....            | 81 |
| 4.1.28 | <i>Adsorption Column (V-502)</i> .....               | 82 |
| 4.2    | <b>Peralatan Penunjang Proses</b> .....              | 82 |
| 4.2.1  | <i>Boiler</i> .....                                  | 82 |
| 4.2.2  | <i>Sulfuric Acid Pump (P-102)</i> .....              | 83 |
| 4.2.3  | <i>Filter Press Feed Pump (P-203)</i> .....          | 83 |
| 4.2.4  | <i>Primary Filtrate Pump (P-211)</i> .....           | 83 |
| 4.2.5  | <i>Wash Filtrate Pump (P-212)</i> .....              | 84 |
| 4.2.6  | <i>Overlimed Hydrolysed Pump (P-205)</i> .....       | 84 |
| 4.2.7  | <i>Reacidification Liquor Pump (P-206)</i> .....     | 84 |
| 4.2.8  | <i>Filtrated Hydrolysate Pump (P-207)</i> .....      | 84 |
| 4.2.9  | <i>Saccharification Feed Pump (P-208)</i> .....      | 85 |
| 4.2.10 | <i>Saccharification Transfer Pump (P-301)</i> .....  | 85 |
| 4.2.11 | <i>Fermentation Transfer Pump (P-303)</i> .....      | 85 |

|                                             |                                                    |     |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----|
| 4.2.12                                      | <i>Beer Transfer Pump</i> (P-305)                  | 85  |
| 4.2.13                                      | <i>Distillation Column 1 Bottom Pump</i> (P-401)   | 86  |
| 4.2.14                                      | <i>Distillation Column 1 Reflux Pump</i> (P-403)   | 86  |
| 4.2.15                                      | <i>Distillation Column 2 Bottom Pump</i> (P-402)   | 86  |
| 4.2.16                                      | <i>Distillation Column 2 Reflux Pump</i> (P-404)   | 86  |
| 4.2.17                                      | <i>Recycle Pump</i> (P-408)                        | 87  |
| 4.2.18                                      | <i>Seed Transfer Pump</i> (P-302)                  | 87  |
| 4.2.19                                      | <i>Seed Transfer Pump</i> (P-303)                  | 87  |
| <b>BAB V UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH</b> |                                                    | 88  |
| 5.1                                         | Unit Penyediaan dan Pengolahan Air                 | 89  |
| 5.1.1                                       | Kebutuhan Air Pendingin                            | 90  |
| 5.1.2                                       | Kebutuhan Air Umpan <i>Boiler</i> ( <i>Steam</i> ) | 91  |
| 5.1.3                                       | Kebutuhan Air Proses                               | 93  |
| 5.1.4                                       | Kebutuhan Air Sanitasi dan Domestik                | 93  |
| 5.2                                         | Unit Penyediaan <i>Steam</i>                       | 95  |
| 5.3                                         | Unit Penyediaan Bahan Bakar                        | 97  |
| 5.4                                         | Unit Penyediaan <i>Air Instrument</i>              | 98  |
| 5.5                                         | Unit Penyediaan Tenaga Listrik                     | 98  |
| 5.5                                         | Unit Pengolahan Limbah                             | 100 |
| <b>BAB VI ORGANISASI PERUSAHAAN</b>         |                                                    | 104 |
| 6.1                                         | Bentuk Perusahaan                                  | 104 |
| 6.2                                         | Struktur Organisasi                                | 105 |
| 6.3                                         | Tugas dan Wewenang                                 | 108 |
| 6.4                                         | Kesejahteraan Sosial Karyawan                      | 113 |
| 6.5                                         | Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)               | 114 |
| <b>BAB VII EVALUASI EKONOMI</b>             |                                                    | 117 |
| 7.1                                         | Penaksiran Harga Alat dan Gaji Pegawai             | 117 |
| 7.2                                         | Dasar Perhitungan                                  | 123 |
| 7.3                                         | Komponen Biaya                                     | 123 |
| 7.3.1                                       | <i>Total Capital Investment</i>                    | 123 |

|                                                            |                                                         |     |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----|
| 7.3.2                                                      | <i>Total Production Cost</i> .....                      | 125 |
| 7.4                                                        | Analisa Keuntungan .....                                | 128 |
| 7.5                                                        | Analisa Kelayakan Ekonomi .....                         | 129 |
| 7.5.1                                                      | <i>Return of Investment (ROI)</i> .....                 | 129 |
| 7.5.2                                                      | <i>Pay Out Time (POT)</i> .....                         | 129 |
| 7.5.3                                                      | <i>Break Even Point (BEP)</i> .....                     | 130 |
| 7.5.4                                                      | <i>Shut Down Point (SDP)</i> .....                      | 134 |
| 7.5.5                                                      | <i>Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)</i> ..... | 135 |
| BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN .....                        |                                                         | 141 |
| 8.1                                                        | Kesimpulan .....                                        | 141 |
| 8.2                                                        | Saran .....                                             | 145 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                       |                                                         | 147 |
| LAMPIRAN                                                   |                                                         |     |
| LAMPIRAN A NERACA MASSA .....                              |                                                         | 156 |
| LAMPIRAN B NERACA ENERGI .....                             |                                                         | 220 |
| LAMPIRAN C PERHITUNGAN ALAT PROSES .....                   |                                                         | 280 |
| LAMPIRAN D PERHITUNGAN HARGA ALAT PROSES .....             |                                                         | 452 |
| LAMPIRAN E <i>PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM</i> ..... |                                                         | 466 |
| LAMPIRAN F FORM BIMBINGAN SKRIPSI .....                    |                                                         | 477 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Gambar 1.1</b> Keekonomian <i>biofuels</i> vs <i>conventional fuel</i> .....                  | 3   |
| <b>Gambar 1.2</b> Grafik data proyeksi kebutuhan <i>fuel grade bioethanol</i> di Indonesia ..... | 12  |
| <b>Gambar 1.3</b> Grafik data proyeksi produksi <i>fuel grade bioethanol</i> di Indonesia .....  | 13  |
| <b>Gambar 1.4</b> Grafik IHPB komoditas jagung .....                                             | 24  |
| <b>Gambar 1.5</b> Grafik IHPP sektor industri manufaktur .....                                   | 24  |
| <b>Gambar 2.1</b> Teknologi proses dari produksi bioetanol .....                                 | 28  |
| <b>Gambar 6.1</b> Struktur organisasi PT Energi Hijau Nusantara .....                            | 107 |
| <b>Gambar 6.2</b> Denah pabrik .....                                                             | 108 |
| <b>Gambar 7.1</b> Grafik indeks harga vs tahun .....                                             | 118 |
| <b>Gambar 7.3</b> Grafik <i>break even point</i> .....                                           | 133 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 1.1</b> Sifat fisik dan kimia bioetanol .....                                    | 5  |
| <b>Tabel 1.2</b> Produsen <i>fuel grade bioethanol</i> (FGE) terbesar di dunia .....      | 10 |
| <b>Tabel 1.3</b> Kapasitas produksi terbesar di dunia .....                               | 10 |
| <b>Tabel 1.4</b> Proyeksi kebutuhan <i>fuel grade bioethanol</i> (FGE) di Indonesia ..... | 11 |
| <b>Tabel 1.5</b> Data produsen domestik <i>fuel grade bioethanol</i> tahun 2024 .....     | 11 |
| <b>Tabel 1.6</b> Data perbandingan komponen pemilihan lokasi pabrik .....                 | 14 |
| <b>Tabel 1.7</b> Data IHBP sektor pertanian dan industri manufaktur .....                 | 23 |
| <b>Tabel 1.8</b> Data harga komponen bahan baku dan produk (2025 & 2029) .....            | 25 |
| <b>Tabel 2.1</b> Seleksi proses <i>pretreatment</i> .....                                 | 30 |
| <b>Tabel 2.2</b> Kondisi operasi reaktor <i>prehydrolysis</i> .....                       | 31 |
| <b>Tabel 2.3</b> Prehidrolisis reaksi dan konversi .....                                  | 32 |
| <b>Tabel 2.4</b> Seleksi proses hidrolisis .....                                          | 34 |
| <b>Tabel 2.5</b> Kondisi operasi reaktor sakarifikasi .....                               | 34 |
| <b>Tabel 2.6</b> Reaksi dan konversi dalam reaktor prehidrolisis .....                    | 35 |
| <b>Tabel 2.7</b> Komposisi <i>corn stover</i> .....                                       | 35 |
| <b>Tabel 2.8</b> Spesifikasi <i>treated water</i> .....                                   | 36 |
| <b>Tabel 2.9</b> Spesifikasi asam sulfat .....                                            | 37 |
| <b>Tabel 2.10</b> Spesifikasi kalsium hidroksida .....                                    | 37 |
| <b>Tabel 3.1</b> Neraca massa total .....                                                 | 41 |
| <b>Tabel 3.2</b> Neraca massa <i>corn stover feeder</i> .....                             | 41 |
| <b>Tabel 3.3</b> Neraca massa <i>prehydrolysis reactor</i> .....                          | 42 |
| <b>Tabel 3.4</b> Neraca massa <i>blowdown tank</i> .....                                  | 43 |
| <b>Tabel 3.5</b> Neraca massa <i>filter press 1</i> .....                                 | 44 |
| <b>Tabel 3.6</b> Neraca massa <i>overliming tank</i> .....                                | 45 |
| <b>Tabel 3.7</b> Neraca massa <i>reacidification Tank</i> .....                           | 46 |
| <b>Tabel 3.8</b> Neraca massa <i>filter press 2</i> .....                                 | 47 |
| <b>Tabel 3.9</b> Neraca massa <i>agitation tank</i> .....                                 | 48 |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 3.10</b> Neraca massa <i>saccharification reactor</i> .....           | 49 |
| <b>Tabel 3.11</b> Neraca massa <i>starter reactor</i> .....                    | 50 |
| <b>Tabel 3.12</b> Neraca massa <i>fermentation reactor</i> .....               | 51 |
| <b>Tabel 3.13</b> Neraca massa <i>centrifuge &amp; beer storage tank</i> ..... | 52 |
| <b>Tabel 3.14</b> Neraca massa <i>distillation column 1</i> .....              | 53 |
| <b>Tabel 3.15</b> Neraca massa <i>distillation column 2</i> .....              | 53 |
| <b>Tabel 3.16</b> Neraca massa <i>adsorption column</i> .....                  | 54 |
| <b>Tabel 3.17</b> Neraca energi <i>pre-hydrolysis reactor</i> .....            | 56 |
| <b>Tabel 3.18</b> Neraca energi <i>blowdown tank</i> .....                     | 57 |
| <b>Tabel 3.19</b> Neraca energi <i>filter press 1</i> .....                    | 57 |
| <b>Tabel 3.20</b> Neraca energi <i>hydrolysate cooler</i> .....                | 58 |
| <b>Tabel 3.21</b> Kebutuhan air pendingin <i>hydrolysate cooler</i> .....      | 58 |
| <b>Tabel 3.22</b> Neraca energi <i>overliming tank</i> .....                   | 58 |
| <b>Tabel 3.23</b> Neraca energi <i>reacidification tank</i> .....              | 59 |
| <b>Tabel 3.24</b> Neraca energi <i>filter press 2</i> .....                    | 59 |
| <b>Tabel 3.25</b> Neraca energi <i>agitation tank</i> .....                    | 60 |
| <b>Tabel 3.26</b> Neraca energi <i>hydrolysate heater</i> .....                | 60 |
| <b>Tabel 3.27</b> Kebutuhan uap jenuh <i>hydrolysate heater</i> .....          | 60 |
| <b>Tabel 3.28</b> Neraca energi <i>saccharification reactor</i> .....          | 61 |
| <b>Tabel 3.29</b> Neraca energi <i>saccharified cooler</i> .....               | 61 |
| <b>Tabel 3.30</b> Kebutuhan air pendingin <i>saccharified cooler</i> .....     | 61 |
| <b>Tabel 3.31</b> Neraca energi reaktor bibit mikroba .....                    | 62 |
| <b>Tabel 3.32</b> Kebutuhan <i>water jacket</i> reaktor bibit mikroba .....    | 62 |
| <b>Tabel 3.33</b> Neraca energi <i>fermentation reactor</i> .....              | 62 |
| <b>Tabel 3.34</b> Kebutuhan <i>water jacket fermentation reactor</i> .....     | 63 |
| <b>Tabel 3.35</b> Neraca energi <i>centrifuge</i> .....                        | 63 |
| <b>Tabel 3.36</b> Neraca energi <i>vent heat exchanger</i> .....               | 63 |
| <b>Tabel 3.37</b> Neraca energi <i>feed heat exchanger</i> .....               | 64 |
| <b>Tabel 3.38</b> Neraca energi <i>distillation column 1</i> .....             | 64 |

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabel 3.39</b> Neraca energi <i>distillation column 2</i> .....       | 65  |
| <b>Tabel 3.40</b> Neraca energi <i>overhead heater</i> .....             | 65  |
| <b>Tabel 3.41</b> Neraca energi <i>adsorption column</i> .....           | 66  |
| <b>Tabel 3.42</b> Neraca energi <i>vent condenser</i> .....              | 66  |
| <b>Tabel 3.43</b> Kebutuhan air pendingin <i>vent condenser</i> .....    | 66  |
| <b>Tabel 3.44</b> Neraca energi <i>ethanol heat exchanger</i> .....      | 67  |
| <b>Tabel 3.45</b> Neraca energi <i>product condenser</i> .....           | 67  |
| <b>Tabel 3.46</b> Kebutuhan air pendingin <i>product condenser</i> ..... | 67  |
| <b>Tabel 5.1</b> Beban panas unit pendingin .....                        | 91  |
| <b>Tabel 5.2</b> Kebutuhan air untuk <i>steam</i> .....                  | 92  |
| <b>Tabel 5.3</b> Kebutuhan air untuk proses .....                        | 93  |
| <b>Tabel 5.4</b> Total kebutuhan air .....                               | 94  |
| <b>Tabel 5.5</b> Kebutuhan <i>steam</i> .....                            | 95  |
| <b>Tabel 5.6</b> Spesifikasi <i>boiler</i> .....                         | 97  |
| <b>Tabel 5.7</b> Kebutuhan daya .....                                    | 99  |
| <b>Tabel 6.1</b> Jabatan dan jumlah kebutuhan <i>man power</i> .....     | 106 |
| <b>Tabel 7.1</b> Indeks CEPCI .....                                      | 118 |
| <b>Tabel 7.2</b> Harga peralatan proses .....                            | 120 |
| <b>Tabel 7.3</b> Harga peralatan penunjang proses .....                  | 121 |
| <b>Tabel 7.4</b> Biaya gaji untuk karyawan .....                         | 122 |
| <b>Tabel 7.5</b> <i>Direct cost</i> .....                                | 124 |
| <b>Tabel 7.6</b> <i>Indirect cost</i> .....                              | 124 |
| <b>Tabel 7.7</b> <i>Direct production cost</i> .....                     | 126 |
| <b>Tabel 7.8</b> Biaya utilitas .....                                    | 126 |
| <b>Tabel 7.9</b> <i>Fixed charges</i> .....                              | 127 |
| <b>Tabel 7.10</b> <i>General expenses</i> .....                          | 127 |
| <b>Tabel 7.11</b> Variabel $F_a$ , $R_a$ , dan $V_a$ .....               | 131 |
| <b>Tabel 7.12</b> Data perhitungan grafik <i>break even point</i> .....  | 133 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabel 7.13</b> Perhitungan trial and error DCFR pada 14% ..... | 136 |
| <b>Tabel 7.14</b> Perhitungan trial and error DCFR pada 15% ..... | 137 |
| <b>Tabel 7.15</b> Perhitungan trial and error DCFR pada 16% ..... | 138 |

