

# **PRA-RANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI PATI TAPIOKA DENGAN PROSES HIDROLISIS ENZIMATIS KAPASITAS 130.000 TON/TAHUN**

Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat  
untuk mendapatkan gelar sarjana



**Disusun Oleh :**

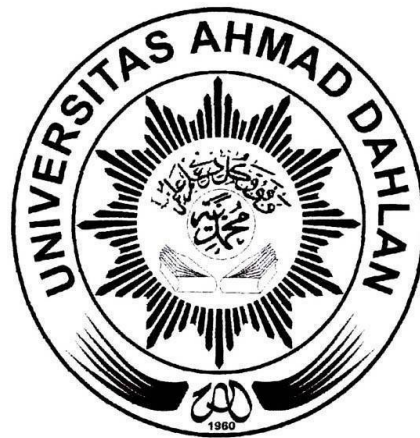
**Yolanda Waldatul Marwa (2000020058)**

**Irene Enjeli Purba (2000020081)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN  
YOGYAKARTA**

**2024**

**PRE-DESIGNED GLUCOSE SYRUP PLANT FROM  
TAPIOCA STARCH WITH ENZYMATIC HYDROLYSIS  
PROCESS WITH A CAPACITY OF 130.000 TON/YEAR**



**Composed By:**

**Yolanda Waldatul Marwa (2000020058)**

**Irene Enjeli Purba (2000020081)**

**CHEMICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
AHMAD DAHLAN UNIVERSITY  
YOGYAKARTA**

**2024**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PRA-RANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI PATI TAPIOKA  
DENGAN PROSES HIDROLISIS ENZIMATIS KAPASITAS 130.000  
TON/TAHUN**

**Yang telah dipersiapkan dan disusun oleh :**

**Yolanda Waldatul Marwa (2000020058)**

**Irene Enjeli Purba (2000020081)**



Telah disetujui oleh

Dosen pembimbing skripsi Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Ahmad Dahlan

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk mendapat gelar sarjana.

**Dosen Pembimbing**

**(Prof. Dr. Ir. Erna Astuti, S.T., M.T., IPM)**

**NIPM. 197112111996010110730128**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PRA-RANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI PATI TAPIOKA  
DENGAN PROSES HIDROLISIS ENZIMATIS KAPASITAS 130.000  
TON/TAHUN**

**Disusun oleh:**

**Yolanda Waldatul Marwa (2000020058)**

**Irene Enjeli Purba (2000020081)**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada tanggal 19 Maret 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Susunan Dewan Penguji:**

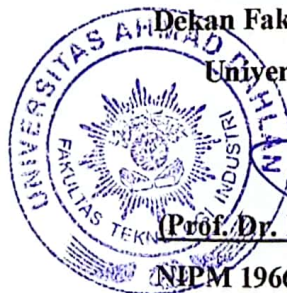
**Ketua : Prof. Dr. Ir. Erna Astuti, S.T., M.T., IPM**

**Anggota : 1. Maryudi, S.T., M.T., Ph.D., IPM**

**2. Prof. Dr. Ir. Zahrul Mufrodi, S.T., M.T., IPM**

**Yogyakarta, 19 Maret 2024**

**Dekan Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Ahmad Dahlan**



**(Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T.)**

**NIPM 196608121996010110784324**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : 1. Yolanda Waldatul Marwa (2000020058)  
2. Irene Enjeli Purba (2000020081)  
Program Studi : Teknik Kimia  
Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang kami tulis ini dengan judul Pra-Rancangan Pabrik Sirup Glukosa Dari Pati Tapioka Dengan Proses Hidrolisis Enzimatis Kapasitas 130.000 Ton/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 skripsi ini hasil karya jiplakan, maka kami bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Yogyakarta, 06 Maret 2024

Yang membuat pernyataan



(Yolanda Waldatul Marwa)



(Irene Enjeli Purba)

**Lampiran 2**

**PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irene Enjeli Purba  
NIM : 2000020081 Email: irene2000020081@webmail.uad.ac.id  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri Program Studi : Teknik Kimia  
Judul tugas akhir : PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI PATI TAPIOKA  
DENGAN PROSES HIDROLISIS ENZIMATIS DENGAN KAPASITAS  
130.000 TON/TAHU

Dengan ini saya menyerahkan hak *sepenuhnya* kepada Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut

Saya (~~mengijinkan~~/~~tidak mengijinkan~~)\* karya tersebut diunggah ke dalam Repository Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan.

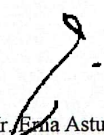
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 22 Maret 2024



Irene Enjeli Purba

Mengetahui,  
Pembimbing\*\*



Prof. Dr. Ir. Enda Astuti, S.T., M.T., IPM

**Ket:**

\*coret salah satu

\*\*jika diijinkan TA dipublish maka ditandatangani dosen pembimbing dan mahasiswa

**Lampiran 2**

**PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:


Nama : Yolanda Waldatul Marwa  
NIM : 2000020058 Email: yolanda2000020058@webmail.uad.ac.id  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri Program Studi : Teknik Kimia  
Judul tugas akhir : PRARANCANGAN PABRIK SIRUP GLUKOSA DARI PATI TAPIOKA  
DENGAN PROSES HIDROLISIS KAPASITAS 130.000 TON/TAHUN

Dengan ini saya menyerahkan hak *sepenuhnya* kepada Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengelolaan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas akhir elektronik sebagai berikut

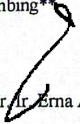
Saya (~~mengijinkan~~ ~~tidak mengijinkan~~)\* karya tersebut diunggah ke dalam Repository Perpustakaan Universitas Ahmad Dahlan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 22 Maret 2024

  
Yolanda Waldatul Marwa

Mengetahui,  
Pembimbing\*\*

  
Prof. Dr. Ir. Erna Astuti, S.T., M.T., IPM.

**Ket:**

\*coret salah satu

\*\*jika diijinkan TA dipublish maka ditandatangani dosen pembimbing dan mahasiswa

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### PENULIS 1

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat, karunia serta hidayah-Nya yang telah memberikan kesempatan, kesabaran, kesehatan, kekuatan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW serta kepada keluarganya sahabatnya, dan semoga kita mendapat syafa'atnya di hari akhir kelak. Tak terhingga pula terima kasih saya ucapkan kepada bapak Dedi Suhendi dan mamah Atun Rohmatun, yang telah memberikan cinta, dukungan, dan doa tiada henti sepanjang perjalanan hidup dan studi saya. Kalian adalah sumber inspirasi dan kekuatan yang tak tergantikan bagiku.

Tak lupa juga kepada parnert saya Irene yang sudah sabar berjuang untuk menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa kepada Kakak saya tercinta Agna Nur Sofa yang selalu mendukung langkah-langkah saya, serta sahabat-sahabat saya, Yupi Mutiara, Wafa Amalia, Rini Sufia, Imam Mahdi, Mba Aulia, Mas Galih, Zinnia, Adi, idola saya Taeyong NCT dan teman-teman Angkatan 2020 yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan support dalam setiap langkah yang saya ambil. Keberadaan kalian selalu menjadi penyejuk dan penguat di saat-saat sulit maupun bahagia.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada dosen pembimbing Ibu Prof. Dr. Ir. Erna Astuti, S.T., M.T., IPM. yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan berharga dalam proses penulisan skripsi ini. Ilmu dan wejangan yang diberikan akan selalu menjadi bekal berharga bagi perjalanan hidup dan karier saya ke depan.

Skripsi ini tidaklah hanya sekadar kumpulan kata-kata dan angka-angka, melainkan sebuah perjalanan penuh perjuangan, pengorbanan, dan rintangan yang telah saya lalui dengan penuh keyakinan dan ketabahan. Semua pengalaman ini telah membentuk saya menjadi pribadi yang lebih kuat dan tangguh.

Akhir kata, saya mohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan dan kesalahan yang terdapat dalam skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat diterima dengan baik dan menjadi awal dari perjalanan ilmiah yang lebih berarti dan bermakna di masa depan.

Terima kasih.



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

### **PENULIS 2**

Dengan penuh rasa syukur dan haru, saya Irene Enjeli Purba ingin mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada Tuhan Maha Esa atas segala limpahan rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya yang telah mengiringi perjalanan panjang penulisan skripsi ini. Tak terhingga pula terima kasih saya ucapkan kepada Bapak Masnur Purba dan mama Lenni Marlina Sitanggang, yang telah memberikan cinta, dukungan, dan doa tiada henti sepanjang perjalanan hidup dan studi saya. Kalian adalah sumber inspirasi dan kekuatan yang tak tergantikan bagiku.

Tak lupa juga kepada parnert saya Yolanda dan sahabat maupun teman saya Debby Haloho, Clarissa, Yohana, Gracia, Nzel, Indah, Uswatun, Aditya, Sekar, Deddy, Ahyar, Amal, Dzaki, Lia, Seila, Selina, Sari, Mariska, Ristika, Alliya, Ara, Zinia, dan teman-teman Angkatan 2020 yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan support dalam setiap langkah yang saya ambil. Keberadaan kalian selalu menjadi penyejuk dan penguat di saat-saat sulit maupun bahagia.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada dosen pembimbing Ibu Prof. Dr. Ir. Erna Astuti, S.T., M.T., IPM. yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan berharga dalam proses penulisan skripsi ini. Ilmu dan wejangan yang diberikan akan selalu menjadi bekal berharga bagi perjalanan hidup dan karier saya ke depan.

Skripsi ini tidaklah hanya sekadar kumpulan kata-kata dan angka-angka, melainkan sebuah perjalanan penuh perjuangan, pengorbanan, dan rintangan yang telah saya lalui dengan penuh keyakinan dan ketabahan. Semua pengalaman ini telah membentuk saya menjadi pribadi yang lebih kuat dan tangguh.

Akhir kata, saya mohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan dan kesalahan yang terdapat dalam skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat diterima dengan baik dan menjadi awal dari perjalanan ilmiah yang lebih berarti dan bermakna di masa depan.

Terima kasih.

## HALAMAN MOTTO

“Tuhanmu tidak meninggalkan engkau dan tidak pula membencimu”

(Q.S; Ad-Duha: 03)

“Aku memang tidak sempurna, tapi Tuhan berkata aku berharga dan layak”

(Irene Enjeli Purba)

“Jangan tinggalkan Tuhan mu dalam urusan pribadi mu, tapi libatkan Tuhan mu dalam setiap langkah mu“

(Irene Enjeli Purba)

*“Let God Be With Me and Accompany Me”*

(Irene Enjeli Purba)

“Tidak ada kata menyerah dalam hidup ku, kecuali nyawa ku sudah tidak ada di bumi ini”

(Irene Enjeli Purba)

*“While you’re diligently taking a step forward, don’t forget to take some time looking up to the sky and see how it always opens for you”*

(Lee Taeyong)

“Teruslah berjalan pada jalan yang kamu yakini, peganglah erat tujuan dari perjalanan ini, berusaha mencapai tujuanmu”

(Yolanda Waldatul Marwa)

## KATA PENGANTAR

Puji serta rasa syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua. Tak lupa sholawat beriring salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW. berkat rahmat serta karunia-Nya kami dapat menyusun dan menyelesaikan naskah tugas akhir dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Sirup Glukosa Dari Pati Tapioka Dengan Proses Hidrolisis Enzimatis Kapasitas 130.000 Ton/Tahun”**. Tugas akhir prarancangan pabrik ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat guna memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia S-1 pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Dalam penyusunan naskah ini, penyusun banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik yang secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Muchlas Arkanuddin, M.T. selaku Rektor Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
3. Bapak Agus Aktawan, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Erna Astuti, S.T., M.T., IPM , selaku dosen pembimbing skripsi atas bimbingannya, saran dan motivasinya.
5. Segenap Dosen dan Karyawan di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
6. Kedua orangtua seluruh keluarga tercinta atas doa, semangat, dan dukungannya, semoga Allah senantiasa melimpahkan Rahmat-Nya.
7. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan bantuan.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu baik secara moril maupun spiritual.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan naskah ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan naskah ini. Akhir kata penyusun berharap laporan tugas akhir ini bermanfaat dan memberikan wawasan bagi penyusun khususnya dan bagi pembaca serta semua pihak pada umumnya.

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>                 | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>                   | <b>ii</b>   |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI .....</b> | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>                 | <b>iv</b>   |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>                 | <b>v</b>    |
| <b>HALAMAN MOTTO .....</b>                       | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                           | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                        | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                        | <b>xiii</b> |
| <b>ABSTRAK.....</b>                              | <b>xix</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                    | <b>20</b>   |
| I.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik .....        | 20          |
| I.2 Penentuan Kapasitas Pabrik.....              | 21          |
| I.2.1 Data Impor .....                           | 21          |
| I.2.2 Kapasitas Pabrik yang sudah berdiri .....  | 21          |
| I.3 Pemilihan Lokasi Pabrik .....                | 23          |
| I.4 Tinjauan Pustaka.....                        | 26          |
| I.4.1 Dasar Reaksi .....                         | 26          |
| I.4.2 Pemilihan Proses.....                      | 29          |
| I.4.3 Tinjauan Kinetika .....                    | 30          |
| I.4.4 Tinjauan Termodinamika .....               | 32          |
| <b>BAB II URAIAN PROSES .....</b>                | <b>33</b>   |
| II.1 Tahap Persiapan bahan baku.....             | 33          |
| II.2 Pencampuran .....                           | 33          |
| II.3 Hidrolisis .....                            | 34          |
| II.3.1 Proses Liquifikasi .....                  | 34          |
| II.3.2 Proses Sakarifikasi .....                 | 34          |
| II.4 Tahap Permukiman Produk .....               | 35          |
| II.5 Diagram Alir Kualitatif .....               | 35          |
| <b>Gambar II. 1 Diagram Kualitatif .....</b>     | <b>24</b>   |
| <b>BAB III SPEFIKASI BAHAN .....</b>             | <b>24</b>   |
| III.1 Spesifikasi Bahan Baku.....                | 24          |
| III.2 Spesifikasi Bahan Pembantu .....           | 25          |
| III.3 Spesifikasi Produk.....                    | 27          |
| <b>BAB IV NERACA MASSA.....</b>                  | <b>28</b>   |

|   |           |
|---|-----------|
| IV.1. Neraca Massa Alat .....                                       | 28        |
| IV.1.1 Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-01).....                        | 28        |
| IV.1.2 Neraca Massa Reaktor (R-01).....                             | 28        |
| IV.1.3 Neraca Massa Reaktor (R-02).....                             | 28        |
| IV.1.4 Neraca Massa <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RDVF-01)..... | 29        |
| IV.1.5 Neraca Massa <i>Kation Exchanger</i> (KE-01) .....           | 29        |
| IV.1.6 Neraca Massa <i>Anion Exchanger</i> (AE-01).....             | 29        |
| IV.1.7 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-01) .....                 | 30        |
| IV.8 Neraca Massa Total .....                                       | 30        |
| IV.9 Diagram Alir Kuantitatif.....                                  | 30        |
| <b>BAB V NERACA PANAS .....</b>                                     | <b>32</b> |
| V.1. Neraca Panas Alat .....  | 32        |
| V.1.4 Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-01) .....                        | 32        |
| V.1.1 Neraca Panas Reaktor (R-01).....                              | 32        |
| V.1.2 Neraca Panas Reaktor (R-02).....                              | 32        |
| V.1.3 Neraca Panas <i>Evaporator</i> (EV-01) .....                  | 32        |
| V.1.5 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-01).....               | 33        |
| V.1.6 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-01).....                       | 33        |
| V.1.7 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-02).....                       | 33        |
| V.1.8 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-03).....                       | 33        |
| V.1.9 Neraca Panas <i>Condensor</i> (CD-01).....                    | 33        |
| <b>BAB VI SPESIFIKASI ALAT.....</b>                                 | <b>34</b> |
| VI.1. Tangki Penyimpanan.....                                       | 34        |
| VI.2. <i>Mixer</i> .....  | 35        |
| VI.3. Reaktor.....  | 35        |
| VI.4 <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> (RDVF).....                   | 37        |
| VI.5. <i>Cation Exchanger</i> .....                                 | 37        |
| VI.6 <i>Anion Exchanger</i> .....                                   | 38        |
| VI.7 <i>Evaporator</i> .....  | 39        |
| VI.8 <i>Heat Exchanger</i> .....                                    | 40        |
| VI.9 <i>Cooler</i> .....  | 40        |
| VI.10. <i>Condesor</i> .....  | 41        |
| VI.11. Pompa .....  | 42        |
| VI.13 <i>Warehouse</i> .....  | 44        |
| VI.14. <i>Belt Conveyor</i> .....                                   | 45        |
| VI.16. <i>Screw Conveyor</i> .....                                  | 45        |
| VI.17. <i>Bin Hopper Enzim Amilase</i> .....                        | 46        |
| VI.17. <i>Silo</i> .....  | 47        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>BAB VII UTILITAS .....</b>                           | <b>48</b> |
| VII.1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....         | 48        |
| VII.1.1 Unit Penyedia Air.....                          | 48        |
| VII.1.2 Unit Pengolahan Air.....                        | 50        |
| VII.1.3 Kebutuhan Air .....                             | 55        |
| VII.1.4 Unit Pembangkit <i>steam</i> .....              | 57        |
| VII.1.5 Unit Pembangkit Listrik .....                   | 57        |
| VII.1.6 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....                | 58        |
| VII.1.7 Unit Pengolahan Limbah .....                    | 58        |
| <b>BAB VIII LAYOUT PABRIK DAN PERALATAN PROSES.....</b> | <b>60</b> |
| VIII.1. Lokasi Pabrik .....                             | 60        |
| VIII.2. <i>Layout</i> Pabrik .....                      | 62        |
| VIII.3 Layout Peralatan .....                           | 65        |
| <b>BAB IX STRIKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN .....</b>      | <b>67</b> |
| IX.1 Organisasi Perusahaan.....                         | 67        |
| IX.2 Struktur Organisasi .....                          | 67        |
| IX.3 Tugas dan Wewenang .....                           | 70        |
| IX.4. Pembagian Jam Kerja .....                         | 75        |
| XI. 5 Perincian Tugas dan Keahlian .....                | 76        |
| IX.6. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji .....          | 77        |
| IX.6.1. Sistem Kepegawaian.....                         | 77        |
| XI.6.2 Sistem Gaji.....                                 | 77        |
| IX.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan.....                | 80        |
| XI.8. Manajemen Perusahaan .....                        | 81        |
| X.1. Dasar Perhitungan .....                            | 82        |
| X.2 Perhitungan <i>Capital Investment</i> .....         | 87        |
| X.3. Perhitungan Biaya Produksi .....                   | 87        |
| X.4. Analisis Kelayakan .....                           | 89        |
| X.4.1. Analisis Keuntungan .....                        | 91        |
| XI. 4.2. Analisis Kelayakan .....                       | 91        |
| <b>BAB XI KESIMPULAN.....</b>                           | <b>94</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                              | <b>95</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                    | <b>97</b> |
| <b>REAKTOR LIKUIFIKASI (R-01:R-05) .....</b>            | <b>97</b> |
| A. Tinjauan Kinetika Reaksi .....                       | 97        |
| B. Menghitung Konstanta Kecepatan Reaksi .....          | 97        |
| C. Menghitung <b>CA0</b> .....                          | 98        |
| D. Optimasi Jumlah Reaktor .....                        | 98        |

|    |   |            |
|----|---|------------|
| E. | Neraca Massa Reaktor.....                                 | 100        |
| F. | Perhitungan Volume Perancangan .....                      | 100        |
| G. | Menghitung Diameter dan Tinggi Tangki.....                | 100        |
| H. | Menghitung Tebal <i>Shell</i> dan Tebal <i>Head</i> ..... | 101        |
| I. | Menghitung Tinggi Total Reaktor.....                      | 102        |
| J. | Menghitung Dimensi Pengaduk.....                          | 104        |
| K. | Menghitung Tinggi Cairan dalam Tangki Reaktor .....       | 105        |
| L. | Menghitung Kecepatan Pengadukan .....                     | 105        |
| M. | Menghitung Daya Pengadukan.....                           | 105        |
| N. | Neraca Panas Reaktor.....                                 | 106        |
| O. | Perancangan Jaket Pendingin .....                         | 107        |
|    | <b>REAKTOR SAKARIFIKASI (R-01:R-05).....</b>              | <b>112</b> |
| A. | Tinjauan Kinetika Reaksi.....                             | 112        |
| B. | Menghitung Konstanta Kecepatan Reaksi .....               | 113        |
| C. | Menghitung <b>CAO</b> .....                               | 113        |
|    | <b>EVAPORATOR (EV-01) .....</b>                           | <b>128</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                |  |     |
|----------------|--|-----|
| Gambar I.1     | Lokasi Pendiri Pabrik di Lampung Selatan ..... | 23  |
| Gambar II.1    | Diagram Kuantitatif .....                      | 21  |
| Gambar VI.1    | Diagram Kualitatif .....                       | 23  |
| Gambar VII.1   | Skema Pengolahan Air .....                     | 23  |
| Gambar VIII. 1 | <i>Layout</i> Pabrik .....                     | 64  |
| Gambar VIII. 2 | <i>Layout</i> Peralatan Pabrik .....           | 66  |
| Gambar IX.1    | Bagan Struktur Organisasi .....                | 69  |
| Gambar X.1     | Perkembangan Harga <i>Indeks</i> .....         | 84  |
| Gambar 1.      | Desain Reaktor Likuifikasi .....               | 111 |
| Gambar 2       | Desain Reaktor Sakarifikasi .....              | 127 |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel I. 1 Data Impor Sirup Glukosa di Indonesia .....               | 21 |
| Tabel I. 2 Kapasitas Pabrik Sirup Glukosa di Indonesia .....         | 21 |
| Tabel I. 3 Pabrik yang Membutuhkan Sirup Glukosa.....                | 24 |
| Tabel I. 4 Perbandingan Kondisi Operasi Pada Proses Hidrolisis ..... | 30 |
| Tabel I. 5 Data Panas Pembentukan .....                              | 32 |
| Tabel III. 1 Sifat Fisis Bahan baku .....                            | 25 |
| Tabel III. 2 Sifat fisis bahan pendukung .....                       | 26 |
| Tabel III. 3 Sifat Fisik Produk .....                                | 27 |
| Tabel IV. 1 Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-01).....                    | 28 |
| Tabel IV. 2 Neraca Massa Reaktor (R-01) .....                        | 28 |
| Tabel IV. 3 Neraca Massa Reaktor (R-02) .....                        | 28 |
| Tabel IV. 4 Neraca Massa RDVF (RDFV-01) .....                        | 29 |
| Tabel IV. 5 Neraca Massa <i>Cation Exchanger</i> (KE-01) .....       | 29 |
| Tabel IV. 6 Neraca Massa <i>Anion Exchanger</i> (AE-01) .....        | 29 |
| Tabel IV. 7 Neraca Massa <i>Evaporator</i> (EV-01).....              | 30 |
| Tabel IV. 8 Neraca Massa Total .....                                 | 30 |
| Tabel V. 1 Tabel V.1 Neraca Panas Reaktor (R-01).....                | 32 |
| Tabel V. 2 Neraca Panas Reaktor (R-02).....                          | 32 |
| Tabel V. 3 Neraca Panas <i>Evaporator</i> (EV-01) .....              | 32 |
| Tabel V. 4 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-01) .....          | 32 |
| Tabel V. 5 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (HE-01) .....          | 33 |
| Tabel V. 6 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-01).....                   | 33 |
| Tabel V. 7 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-02).....                   | 33 |
| Tabel V. 8 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-03).....                   | 33 |
| Tabel V. 9 Neraca Panas <i>Condensor</i> (CD-01).....                | 33 |
| Tabel VI. 1 Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....                      | 34 |
| Tabel VI. 2 Spesifikasi <i>Mixer</i> .....                           | 35 |
| Tabel VI. 3 Spesifikasi Reaktor .....                                | 35 |
| Tabel VI. 4 Spesifikasi <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i> .....       | 37 |
| Tabel VI. 5 Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> .....                | 37 |
| Tabel VI. 6 Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> .....                 | 38 |
| Tabel VI. 7 Spesifikasi <i>Evaporator</i> .....                      | 39 |
| Tabel VI. 8 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> .....                  | 40 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel VI. 9 Spesifikasi <i>Cooler</i> .....                    | 40  |
| Tabel VI. 10 Spesifikasi <i>Condesor</i> .....                 | 41  |
| Tabel VI. 11 Spesifikasi Pompa.....                            | 42  |
| Tabel VI. 12 Spesifikasi Pompa.....                            | 43  |
| Tabel VI. 13 Spesifikasi Pompa.....                            | 44  |
| Tabel VI. 14 Spesifikasi Alat <i>Warehouse</i> .....           | 44  |
| Tabel VI. 15 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> .....            | 45  |
| Tabel VI. 16 Spesifikasi <i>Bin hopper Enzim Amilase</i> ..... | 46  |
| Tabel VI. 17 Spesifikasi Silo .....                            | 47  |
| Tabel VII. 1Kebutuhan Air Steam .....                          | 55  |
| Tabel VII. 2 Kebutuhan Air Pendingin.....                      | 55  |
| Tabel VII. 3 Kebutuhan Air Domestik .....                      | 56  |
| Tabel VII. 4 Kebutuhan Air Kantor .....                        | 56  |
| Tabel VII. 5 Kebutuhan air sungai.....                         | 56  |
| Tabel IX. 1 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu .....              | 76  |
| Tabel IX. 2 Syarat Jabatan Kepegawaian .....                   | 76  |
| Tabel X. 1Harga Indeks .....                                   | 83  |
| Tabel X. 2 Harga Alat Proses .....                             | 85  |
| Tabel X. 3 Harga Alat Utilitas .....                           | 86  |
| Tabel X. 4 <i>Fixed Capital Investment</i> .....               | 87  |
| Tabel X. 5 <i>Working Capital Invesment</i> .....              | 87  |
| Tabel X. 6 <i>Direct Manufacturing Cost</i> .....              | 88  |
| Tabel X. 7 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....            | 88  |
| Tabel X. 8 Harga bahan baku dan Pendukung.....                 | 88  |
| Tabel X. 9 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....            | 89  |
| Tabel X. 10 <i>General Expense</i> .....                       | 89  |
| Tabel 1. Data Laju Alir Untuk Masing-Masing Bahan Baku .....   | 98  |
| Tabel 2. Optimasi Jumlah Reaktor.....                          | 98  |
| Tabel 3. Batch Scheduling .....                                | 98  |
| Tabel 4. Neraca Massa Reaktor .....                            | 100 |
| Tabel 5. Data Kapasitas Panas .....                            | 106 |
| Tabel 6. Data Kenaikan Suhu Umpan.....                         | 106 |
| Tabel 7. Data Nilai Kenaikan Suhu Produk.....                  | 107 |
| Tabel 8. Neraca Panas Total .....                              | 107 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 1. Data Laju Alir Untuk Masing-Masing Bahan Baku ..... | 113 |
| Tabel 2. Optimasi Jumlah Reaktor.....                        | 114 |
| Tabel 3 <i>Batch Scheduling</i> .....                        | 115 |
| Tabel 4. Neraca Massa Reaktor .....                          | 116 |

## DAFTAR LAMBANG

|     |  |
|-----|--|
| A   | = Luas perpindahan panas, ft <sup>2</sup> , in <sup>2</sup> , m <sup>2</sup> |
| AR  | = Luas permukaan dinding reaktor, m <sup>2</sup>                             |
| a   | = Jari-jari dalam reaktor, m   |
| BC  | = <i>Belt conveyor</i>   |
| BE  | = <i>Bucket elevator</i>   |
| BEP | = <i>Break Event Point</i>   |
| BHP | = <i>Brake Horse Power</i> , Hp  |
| BM  | = Berat Molekul, Kg/kmol   |
| C   | = Faktor korosi, in  |
| FA  | = Konsentrasi zat A, Kmol/L  |
| FAo | = Konsentrasi zat A mula-mula, Kmol/L  |
| FB  | = Konsentrasi zat B, Kmol/L  |
| FBo | = Konsentrasi zat B mula-mula, Kmol/L  |
| CD  | = <i>Condensor</i>   |
| CL  | = <i>Cooler</i>  |
| Cp  | = Kapasitas panas, Btu/lb °F, Kkal/Kg °C                                     |
| D   | = Diameter, in, m  |
| DMC | = <i>Direct Manufacturing Cost</i>   |
| DPC | = <i>Direct Plant Cost</i>   |
| E   | = <i>Efisiensi</i> pengelasan  |
| Ea  | = Harga alat dengan kapasitas a  |
| Eb  | = Harga alat dengan kapasitas b  |
| EV  | = <i>Evaporator</i>  |
| Ex  | = Harga alat untuk tahun x   |
| Ey  | = Harga alat untuk tahun y   |
| FV  | = Kecepatan volumetrik, m <sup>3</sup> /j, L/j                               |
| FC  | = <i>Flow Controller</i>   |
| FCI | = <i>Fixed Capital Investment</i>  |
| Fa  | = <i>Fixed Expense</i>   |
| f   | = <i>Allowable stresses</i>  |
| f   | = Faktor friksi  |

|      |  |
|------|--|
| GE   | = <i>General Expenses</i>                                      |
| g    | = Gravitasi, m <sup>2</sup> /s                                 |
| gpm  | = Galon per menit  |
| HE   | = <i>Heater</i>  |
| hi   | = Koefisien perpindahan panas pada diameter dalam, Btu/j.ft.°F |
| hio  | = Koefisien perpindahan panas, Btu/j.ft.°F                     |
| ID   | = Diameter dalam, in, m, ft                                    |
| IMC  | = <i>Indirect Manufacturing Cost</i>                           |
| J    | = Lebar <i>baffle</i> , m,in,ft                                |
| L    | = Tinggi, m, in, ft  |
| LC   | = Level kontrol  |
| Le   | = Panjang <i>elbow</i> , ft                                    |
| LI   | = Level Indikator  |
| m    | = massa, Kg/j  |
| M    | = <i>Mixer</i>   |
| Nre  | = <i>Reynold Number</i>  |
| Nt   | = Jumlah <i>tube</i>   |
| Nx   | = Nilai <i>index</i> tahun x                                   |
| Ny   | = Nilai <i>index</i> tahun y                                   |
| OD   | = Diameter luar, m,in,ft                                       |
| P    | = Tekanan, atm   |
| P    | = Power motor, Hp  |
| P-n  | = Pompa  |
| PEC  | = <i>Purchased Equipment Cost</i>                              |
| POT  | = <i>Pay Out Time</i>  |
| Q    | = Panas, Btu/j, Kkal/j, KJ/j                                   |
| r    | = Jari-jari, m   |
| R    | = Reaktor  |
| RC   | = <i>Ratio Controller</i>                                      |
| RDVF | = <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>                             |
| ROI  | = <i>Return Of Investment</i>                                  |
| Ra   | = <i>Regulated Expenses</i>                                    |
| SDP  | = <i>Shut Down Point</i>                                       |
| Sa   | = <i>Sales Expense</i>   |

|            |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| Sch        | = <i>Shcedule</i>                 |
| T          | = Suhu                            |
| T – n      | = Tangki                          |
| t          | = Waktu, detik, menit, jam        |
| TC         | = <i>Temperature Controller</i>   |
| th         | = Tebal dinding <i>head</i> , in  |
| ts         | = Tebal dinding <i>Shell</i> , in |
| WC         | = <i>Working Capital</i>          |
| X          | = Konversi                        |
| Zl         | = Tinggi cairan, in, m, ft        |
| $\mu$      | = Viskositas, Cp                  |
| $\eta$     | = Efisiensi pompa                 |
| $\pi$      | = Jari-jari, in, m, ft            |
| $\Sigma$   | = Jumlah                          |
| $\rho$     | = Densitas, Kg/m <sup>3</sup>     |
| $\Delta P$ | = <i>Pressure drop</i> , psi      |
| $\Delta T$ | = Beda suhu                       |

## ABSTRAK

Sirup Glukosa adalah jenis gula yang termasuk kedalam monosakarida dengan rumus molekul  $C_6H_{12}O_6$ . Memiliki warna putih, manis, tidak berbau, dan dapat dibuat dari bahan berpati seperti tapioka, sagu, atau pati jagung. Kegunaan sirup glukosa adalah sebagai bahan baku pada industri makanan & minuman. Untuk memenuhi kebutuhan pasar, maka dirancang pabrik sirup glukosa dari pati tapioka dengan kapasitas 130.000 ton/tahun. Untuk pemilihan wilayah pendirian pabrik perlu diperhatikan beberapa faktor, antara lain penyediaan bahan baku, transportasi, tenaga kerja, pemasaran, serta utilitas, dengan pertimbangan tersebut dipilihlah lokasi pabrik yang cukup strategis yaitu di Lampung Selatan, Lampung.

Pabrik ini membutuhkan bahan baku pati tapioka sebesar 69373,45679 ton/tahun. Proses utama didalam pabrik ini adalah proses hidrolisis enzimatis pati tapioka menjadi Sirup Glukosa, didukung oleh enzim  $\alpha$ -amilase dan enzim glukamilase. Pati Tapioka yang disimpan di gudang dialirkan kedalam *mixer* untuk melarutkan pati dengan menambahkan air bersuhu  $90^{\circ}C$  dan  $CaCl_2$  hingga konsentrasi *slurry* menjadi 1,07999E-05% w/w basis pati kering. Kemudian *slurry* dialirkan menuju reaktor *liquifikasi* untuk penambahan enzim  $\alpha$ -amilase dengan kondisi operasi sebesar 1 atm dan suhu  $90^{\circ}C$ . Lalu dialirkan lagi menuju ke reaktor sakarifikasi dengan penambahan enzim *glukoamilase* dengan kondisi operasi 1 atm dan suhu  $60^{\circ}C$ . Utilitas yang digunakan adalah steam sebanyak 5359,5592 kg/jam, air pendingin sebesar 16006,1136 kg/jam dan kebutuhan listrik sebanyak 916,3471 kW.

Hasil analisa ekonomi terhadap perancangan pabrik sirup glukosa dengan resiko pabrik rendah, diperoleh modal tetap yang dibutuhkan sebesar Rp. 291.708.607.249,20 T. *Working capital* yang dibutuhkan adalah sebesar Rp. 2.046.209.561.966,57 T. Dari hasil studi kelayakan bisa diperoleh hasil untuk ROI *before tax* 23,26% dan ROI *after tax* 16,28%. POT *before tax* sebesar 1,38 tahun dan POT *after tax* 1,86 tahun. BEP berada pada titik 49% dan *Shut Down Point* berada pada titik 39%. Untuk DCFR sendiri diperoleh nilai sebesar 55%. Secara keseluruhan dari hasil tersebut, pabrik ini layak untuk ditinjau lebih lanjut.