

DOKUMEN CD-1



**DESAIN FABRIKASI BIOETHANOL DARI BIOMASSA AREN
DAN KELAPA SAWIT DENGAN IONIC LIQUID
MENGUNAKAN SPD (SUPERPRO DESIGNER) *SOFTWARE***

Oleh :

**Ihsan Maulidin/1104192096
Nadila Yupaldi/1104194047
Arvid Lukita Zhafran/1104190074
Fariz Erawan/ 1104194086**

**PRODI S1 TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS TELKOM
BANDUNG
2022**

Dokumentasi Produk Capstone Design

Lembar Pengesahan Dokumen

Judul Capstone Design : Desain fabrikasi bioethanol dari biomassa aren dan kelapa sawit dengan ionic liquid menggunakan SPD *Software*

Jenis Dokumen : Usulan Gagasan dan Pemilihan Topik

Nomor Dokumen : FTE-CD-1

Nomor Revisi : 5

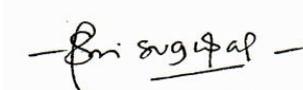
Tanggal Pengesahan : 17/10/2022

Fakultas : Fakultas Teknik Elektro

Program Studi : S1 Teknik Fisika

Jumlah Halaman : 20

Data Pemeriksaan dan Persetujuan			
Ditulis Oleh	Nama : Ihsan Maulidin	Jabatan : Mahasiswa	Tanda Tangan 
	NIM : 1104192096	Tanda Tangan	
	Nama : Nadila Yupaldi	Jabatan : Mahasiswa	
	NIM : 1104194047	Tanda Tangan 	
Ditulis Oleh	Nama : Arvid Lukita Zhafran	Jabatan : Mahasiswa	Tanda Tangan 
	NIM : 1104190074	Tanda Tangan	
	Nama : Fariz Erawan	Jabatan : Mahasiswa	
	NIM : 1104194086	Tanda Tangan 	
Disetujui Oleh	Nama : Dr. Eng. Amaliyah Rohsari I. U, S.T., M.Si.	Jabatan : Pembimbing 1	Tanda Tangan : 
	Tanggal : 16/10/2022	Tanda Tangan :	

Diperiksa Oleh	Nama : Dr. Sri Sugiwati Tanggal : 16/10/2022	Jabatan : Pembimbing 2 Tanda Tangan 
	Nama : Roni Maryana, Ph.D. Tanggal : 16/10/2022	Jabatan : Pembimbing 2 Tanda Tangan 
	Nama : ASSOC. Prof. Dr. Ir. TS Mizirwan M Tanggal : 16/10/2022	Jabatan : Pembimbing 2 Tanda Tangan 
	Nama : Dr. Rahmat Awaludin Salam, S.Si., M.Si. Tanggal : 25/07/2023	Jabatan : Penguji 1 Tanda Tangan : Approved
	Nama : Nurwulan Fitriyanti, S.Pd., M.Si. Tanggal : 25/07/2023	Jabatan : Penguji 2 Tanda Tangan : 

Timeline Revisi Dokumen

Versi, Tanggal	Revisi	Perbaikan yang dilakukan	Halaman Revisi
1,24 Oktober 2022	Permasalahan dan latar belakang diperjelas	Ditambahkan data data serta memperbaiki paragraf pada latar belakang	3,4
	Solusi yang ditawarkan jangan terlalu spesifik untuk CD. Jelaskan lebih general	Membuat 3 solusi yang menjadi acuan dalam pembuatan proyek untuk dianalisis kelayakan solusi yang telah ditawarkan	13,14
2,27 Oktober 2022	Aspek umum yang diperlukan	Aspek umum meliputi aspek ekonomi, aspek manufakturabilitas, dan aspek lingkungan	10,11
3,28 Oktober 2022	Perjelas stakeholder yang dituju	Stakeholder yang dituju adalah peneliti atau perusahaan yang bergerak dibidang energi terutama pengembangan bioethanol	11,12
10 Juni 2023	Perbaikan pada referensi	Referensi di setiap kalimat menggunakan software Mendeley	1-7
18 Juli 2023	Perbaikan <i>typo</i> dan daftar pustaka	Beberapa kalimat yang salah penulisan dan merapikan dokumen beserta daftar pustaka	1-15

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iv
1. Pengantar	1
1.1 Ringkasan Isi Dokumen	1
1.2 Tujuan Penulisan Dokumen	1
1.3 Referensi	1
1.4 Daftar Singkatan.....	2
2. Masalah	2
2.1 Latar Belakang Masalah	3
2.2 Informasi pendukung	4
2.3 Analisis Umum	4
2.3.1. <i>Aspek Ekonomi</i>	4
2.3.2. <i>Aspek Manufakturabilitas</i>	5
2.3.3. <i>Aspek Lingkungan</i>	5
2.4. Kebutuhan yang harus dipenuhi	5
2.5. Tujuan	6
3. Solusi Sistem yang Diusulkan	6
3.1 Karakteristik Produk	6
3.1.1. <i>Desain Fabrikasi Bioethanol menggunakan metode Ozonolisis</i>	6
3.1.2. <i>Desain Fabrikasi Bioethanol menggunakan metode Pyrolysis</i>	6
3.1.3. <i>Desain Fabrikasi Bioethanol menggunakan Ionic Liquid</i>	7
3.2 Skenario Penggunaan	7
4. Kesimpulan dan Ringkasan	7
5. Lampiran	8

1. Pengantar

1.1 Ringkasan Isi Dokumen

Saat ini, sebagian besar penggunaan energi masih mengandalkan energi fosil sebagai sumber energi utama. Penggunaan energi tersebut secara terus menerus dapat menyebabkan emisi gas dan kelangkaan sumber energi, mengingat energi fosil perlu ribuan tahun untuk dapat diproduksi kembali. Solusi dalam menghadapi hal tersebut banyak memunculkan inovasi sumber energi terbarukan seperti energi dari bioethanol. Bioethanol memiliki keunggulan yaitu bahan baku yang mudah didapatkan serta mengurangi emisi dan dapat meminimalisir pencemaran lingkungan. Akan tetapi, bioethanol yang dikembangkan masih belum efektif dan efisien. Proses produksi masih menggunakan metode *trial and error* dengan biomassa yang berbeda sehingga menyebabkan biaya yang dikeluarkan tinggi. Oleh karena itu, pada *capstone design* ini dibuat suatu desain fabrikasi simulasi pembuatan bioethanol menggunakan SPD *software* dalam memudahkan dalam proses pembuatan bioethanol. Tujuannya adalah dapat memudahkan *stakeholder* dalam proses pembuatan bioethanol. *Stakeholder* dapat mengetahui konsentrasi dan hasil bioethanol yang didapatkan sebelum melakukan pembuatan bioethanol secara langsung, sehingga menghemat biaya dan waktu pembuatan bioethanol.

1.2 Tujuan Penulisan Dokumen

Adapun tujuan dari penulisan dokumen *capstone design* yaitu memberikan solusi dalam mengatasi masalah pembuatan bioethanol dengan menyimulasikan proses biorefinery untuk mempermudah dan menekan biaya dalam proses produksi bioethanol, sehingga proses produksi bioethanol dapat dilakukan dengan efektif dan efisien.

1.3 Referensi

- [1] Agung Pribadi, “Cadangan Minyak Indonesia Tersedia untuk 9,5 Tahun dan Cadangan Gas 19,9 Tahun,” *Website Kementerian ESDM*, Jan. 19, 2021.
- [2] Yanni Sudiyani and dkk, *Perkembangan Bioethanol G2 Teknologi dan Perspektif*. Jakarta : LIPI PRESS, 2019.
- [3] S. Widi, “Energi di Indonesia Total Konsumsi Naik Tipis pada 2021,” *DataIndonesia.id*, 2021.
- [4] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050,” *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, Oct. 2021, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [5] A. Ditia *et al.*, “Telaah Potensi Penerapan Teknologi Terkini pada Hidrolisis Selulosa dengan Sistem Pengendalian Terintegrasi dalam Proses Bioetanol G2,” *JURNAL SELULOSA*, vol. 11, no. 01, p. 21, Jun. 2021, doi: 10.25269/jsel.v11i01.320.

- [6] S. Sugiwati, S. Suaidah, E. Triwahyuni, M. Muryanto, Y. Andriani, and H. Abimanyu, "Hydrolysis of cellulose from oil palm empty fruit bunch using aspergillus niger," in *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, Jan. 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202122600042.
- [7] A. R. I. Utami, M. F. Sulaeman, and M. Mei, "Analysis and design of low gas emission of ethanol fuel from ionic liquid-assisted pretreatment of biomass," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, Apr. 2021. doi: 10.1088/1755-1315/724/1/012055.
- [8] A. Rohsari, I. Utami, M. F. Sulaeman, and M. Mel, "Ethanol Production Prediction in Various Biomass Species Pretreated by Cholinium Ionic Liquid at SuperPro Designer Software," *Journal of Advanced Research in Biofuel and Bioenergy Journal homepage*, vol. 11, pp. 1–9, 2020, [Online]. Available: www.akademiabaru.com/arbb.html
- [9] K. Ninomiya *et al.*, "Pretreatment of bagasse with a minimum amount of cholinium ionic liquid for subsequent saccharification at high loading and co-fermentation for ethanol production," 2017. [Online]. Available: <http://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/>
- [10] J. Mabrouki, M. A. Abbassi, K. Guedri, A. Omri, and M. Jeguirim, "Simulation of biofuel production via fast pyrolysis of palm oil residues," *Fuel*, vol. 159, pp. 819–827, Jul. 2015, doi: 10.1016/j.fuel.2015.07.043.
- [11] I. Barrera, M. A. Amezcua-Allieri, L. Estupiñan, T. Martínez, and J. Aburto, "Technical and economical evaluation of bioethanol production from lignocellulosic residues in Mexico: Case of sugarcane and blue agave bagasses," *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 107, pp. 91–101, Mar. 2016, doi: 10.1016/j.cherd.2015.10.015.

1.4 Daftar Singkatan

Singkatan	Arti
IL	<i>Ionic Liquid</i>
SPD	SuperPro Designer
AGU	<i>Anhydroglucopiranoase</i>
ChOAC	<i>Choline Acetate</i>
TKS	Tandan Kosong Sawit

2. Masalah

Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral tahun 2021 diperkirakan cadangan minyak mentah yang ada di Indonesia akan habis dalam kurun waktu 9,5 tahun. Kelangkaan energi tersebut menjadi tantangan untuk menemukan sumber energi baru [1]. Adapun sumber energi yang menjadi fokus penelitian saat ini yaitu energi dari biomassa. Selain ketersediaan bahan baku biomassa yang melimpah, energi biomassa juga ramah terhadap lingkungan. Akan tetapi, terdapat permasalahan dalam pembuatan energi biomassa yaitu biaya pembuatan yang sangat mahal dengan hasil yang kurang optimal. Penelitian yang sudah ada hanya melakukan metode *trial and error* dalam mendapatkan hasil

bioethanol yang digunakan sebagai bioenergi. Hal tersebut menyebabkan membengkaknya biaya dalam pembuatan energi dari biomassa[2].

2.1 Latar Belakang Masalah

Bahan bakar fosil saat ini masih menjadi sumber energi utama khususnya di Indonesia, tercatat bahwa 90 % dari total konsumsi energi Indonesia masih bergantung pada energi fosil. Setiap tahunnya terjadi peningkatan konsumsi energi dari 2011 sampai dengan 2021 dengan rata - rata 885,32 juta per tahunnya. Sedangkan cadangan energi fosil Indonesia diperkirakan akan habis dalam 9,5 tahun dengan acuan tidak ditemukannya sumber energi fosil yang baru [1], [3], [4]. Selain itu, penggunaan energi fosil seperti minyak bumi, bensin dan lain lain menghasilkan gas berbahaya yang mengandung karbondioksida dan timbal (Pb) yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan efek rumah kaca. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi yang ramah lingkungan dan terbarukan. Adapun energi alternatif yang ramah lingkungan adalah energi dari biomassa [5].

Energi biomassa merupakan energi yang berasal dari berbagai jenis tumbuhan dengan karakteristik gas yang dihasilkan dapat mengurangi emisi sebesar 80 persen. Gas karbondioksida yang dihasilkan oleh energi biomassa akan mempercepat proses daur karbon oleh tumbuhan, sehingga tidak memiliki efek pada kesetimbangan karbondioksida di udara. Disamping itu, keberadaan biomassa juga sangat melimpah di berbagai sektor seperti pertanian, peternakan, perkebunan dan sektor sumber daya hayati lainnya. Umumnya biomassa yang dijadikan sebagai energi adalah biomassa yang memiliki nilai ekonomi rendah atau limbah sisa setelah produk primernya. Adapun pemanfaatan biomassa sebagai energi melalui tiga tahapan yaitu *pretreatment*, sakarifikasi enzimatik dan fermentasi. Proses *pretreatment* menjadi kunci dalam pembuatan bioenergi karena berhubungan langsung dengan struktur tumbuhan atau lignoselulosa yang tidak mudah terurai [2], [5], [6].

Lignoselulosa merupakan senyawa yang terdiri atas selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selulosa merupakan senyawa linear syndiotactic homopolymer dengan rumus molekul ($C_6H_{12}O_6$) dan tersusun atas unit D-anhydroglucopiranosose (AGU) yang sering disebut glukosa. Berbeda dengan selulosa, hemiselulosa adalah senyawa heteropolymer dari polisakarida, dimana monomernya dapat berupa glukosa, manosa, galaktosa, xylosa dan arabinosa. Sementara itu lignin merupakan senyawa pengikat selulosa dan hemiselulosa dalam tanaman. Lignin terakumulasi pada batang tumbuhan berbentuk pohon dan semak. Berbeda dengan selulosa yang terbentuk dari gugus karbohidrat, struktur kimia lignin sangat kompleks dan tidak berpola sama. Oleh karena itu, dalam pembuatan bioethanol dibutuhkan suatu *pretreatment* untuk memecah dinding sel, sehingga enzim dapat mengakses selulosa pada tahap sakarifikasi enzimatik. Produk dari proses sakarifikasi enzimatik adalah glukosa yang dapat difermentasi menggunakan

mikroorganisme untuk mendapatkan bioethanol yang digunakan sebagai energi [2].

Saat ini, proses pretreatment yang sangat efektif dalam biorefinery adalah penggunaan *ionic liquid* (IL). IL dapat membelah dinding sel dengan baik serta ramah terhadap enzim yang digunakan pada proses selanjutnya. Namun, harga IL yang tinggi dan proses eksperimen yang sulit membuat proses tersebut menjadi tidak ekonomis. Oleh karena itu, *capstone design* ini bertujuan untuk mengoptimalkan produksi bioethanol pada biorefinery dengan merancang suatu desain fabrikasi bioethanol menggunakan *software* SuperPro Designer (SPD) [7]. Proses biorefinery secara *real* dimodelkan dengan tiga tahap, seperti *pretreatment*, sakarifikasi enzimatik dan fermentasi. Perangkat lunak SPD memiliki struktur proses yang baik, terutama dalam proses biokimia, senyawa spesifik, dan unit yang lengkap. Hasil simulasi yang didapatkan menggunakan *software* akan menjadi acuan dalam fabrikasi bioethanol pada biorefinery secara langsung[8].

2.2 Informasi pendukung

Menurut penelitian yang telah dilakukan M F Sulaeman dkk. yang menyimulasikan hasil eksperimental yang dilakukan oleh Ninomiya dkk. menggunakan SPD *software* dengan biomassa ampas tebu dan IL *choline acetate* (ChOAc) menunjukkan dari 1 gr biomassa didapatkan bioethanol sebanyak 15 g/L pada 24 jam fermentasi yaitu 89% dari hasil etanol teoritis. Adapun nilai *error* yang didapatkan yaitu 1,59 %. Hasil *error* tersebut merupakan perbandingan dari penelitian eksperimental yang dilakukan oleh Ninomiya dkk. Sehingga, *error* yang kecil menunjukkan bahwa metode simulasi menggunakan SPD *software* dapat menjadi acuan dalam pembuatan bioethanol pada biorefinery [8].

2.3 Analisis Umum

2.3.1. Aspek Ekonomi

Secara umum dalam produksi bioethanol pemilihan bahan baku harus memiliki beberapa aspek ekonomis seperti, komposisi kimia biomassa, proses budidaya, penggunaan sumber daya terutama penggunaan energi, biaya logistik dan penyimpanan biomassa. Selain itu, pembuatan bioethanol harus memperhitungkan biaya pada setiap tahap seperti *pretreatment*, sakarifikasi enzimatik dan fermentasi. Hal tersebut merupakan parameter penting yang digunakan dalam melakukan analisis biaya ekonomi pembuatan bioethanol. Adapun biaya pembuatan bioethanol yang telah dianalisis oleh peneliti pada Badan Riset Inovasi Nasional Serpong dihasilkan bahwa biaya pembuatan bioethanol masih tergolong mahal, dimana biaya pembuatan bioethanol menggunakan biomassa Tandan Kosong Sawit menggunakan NaOH sekitar Rp. 35.600/L. Hasil tersebut menunjukkan produksi bioethanol menggunakan TKS 5 kali lebih mahal dari produksi di Brazil dan 3,5 kali dari Amerika Serikat[2].

Pengembangan bioethanol yang paling efektif saat ini yaitu menggunakan IL. Namun, produksi bioethanol dengan menggunakan bahan ini juga tergolong memerlukan biaya yang tinggi. Pengembangan pembuatan IL masih sangat sedikit dan hanya bisa dibeli dengan metode inden atau barang tidak tersedia secara langsung. Harga IL saat ini bisa mencapai jutaan rupiah untuk 50 gram IL saja seperti *choline acetate* dengan harga 8 juta rupiah untuk 50 gramnya. Tentunya dengan harga tersebut akan menambah biaya ekonomi jika sistem fabrikasi tidak dirancang dengan baik[9].

2.3.2. Aspek Manufakturabilitas

Pembuatan bioethanol mengarah kepada limbah habis pakai dari produk primer yang dihasilkan, ketersediaan bahan baku dalam pembuatan bioethanol di Indonesia sangat melimpah baik dari sektor pertanian, perkebunan dan limbah sisa perkotaan. Fokus penelitian yang banyak digunakan sebagai pembuatan bioethanol saat ini yaitu limbah dari famili atau ordo *Arecaceae* karena mengandung banyak lignoselulosa serta ketersediaan yang banyak di Indonesia. Hal tersebut menjadi peluang dalam produksi bioethanol selain dalam penerapan energi terbarukan juga dalam mengurangi limbah untuk kebersihan lingkungan. Ketersediaan limbah tersebut menjadikan desain sistem fabrikasi yang dirancang memiliki aspek manufakturabilitas yaitu kemudahan dalam memperoleh bahan baku[7].

Selain itu, perancangan sistem juga menggunakan *SPD Software* yang memiliki unit prosedur kimia yang sudah terverifikasi. *SPD software* merupakan *software* simulasi yang dapat digunakan dalam simulasi proses eksperimental secara langsung, sehingga memudahkan peneliti dalam melakukan percobaan di laboratorium. Selain itu, *software* ini memiliki analisis yang lengkap baik dari analisis ekonomi dari hasil yang didapatkan serta analisis produk utama maupun produk samping yang dihasilkan dari simulasi. Hal tersebut dapat mempermudah dalam pembuatan sistem fabrikasi serta analisis produksi bioethanol[7].

2.3.3. Aspek Lingkungan

Perkembangan bioethanol sebagai energi terbarukan terus meningkat karena dapat mengurangi emisi karbondioksida. Walaupun seperti itu, dalam tahap pembuatan bioethanol terdapat limbah sisa yang dapat mencemari lingkungan seperti gas hasil pembakaran pada proses pirolisis, limbah asam dan basa yang dapat mencemari air dan berbagai macam limbah lainnya. Oleh karena itu, dengan adanya desain fabrikasi menggunakan *SPD software* dapat dianalisis konsentrasi limbah sisa yang dihasilkan dari proses pembuatan bioethanol sehingga dapat dilakukan kontrol terhadap limbah sisa yang dihasilkan[7].

2.4. Kebutuhan yang harus dipenuhi

Berdasarkan aspek yang telah dijelaskan pada analisis umum, kebutuhan yang harus dipenuhi pada *Project Capstone Design* yaitu desain fabrikasi bioethanol yang dapat menyimulasikan pembuatan bioethanol pada *biorefinery*. Desain yang dibutuhkan merupakan desain yang dapat mempermudah dalam

proses input, analisis proses dan output bioethanol yang didapatkan. Desain harus sesuai dengan kondisi eksperimental secara *real* sehingga dapat menjadi acuan dalam proses pembuatan bioethanol pada biorefinery.

2.5. Tujuan

Berdasarkan kebutuhan yang harus dipenuhi, tujuan yang ingin dicapai dari *Project Capstone Design* yaitu membuat suatu desain fabrikasi bioethanol dalam mengoptimalkan waktu dan biaya menggunakan *software* SuperPro Designer (SPD). Dengan adanya desain fabrikasi dapat menjadi acuan dalam pembuatan bioethanol secara langsung sehingga menghasilkan energi yang ekonomis dan ramah terhadap lingkungan.

3. Solusi Sistem yang Diusulkan

3.1 Karakteristik Produk

3.1.1. Desain Fabrikasi Bioethanol menggunakan metode Ozonolisis

Desain fabrikasi bioethanol menggunakan metode ozonolisis memiliki beberapa fitur utama yaitu proses *pretreatment*, sakarifikasi enzimatik dan fermentasi. Pada fitur *pretreatment* terdapat beberapa masukan seperti ozon, air dan biomassa dengan konsentrasi tertentu. Proses *pretreatment* berlangsung pada tabung reaktor dengan pengaduk, pengaturan waktu dan suhu tertentu. Dalam tabung reaktor ozon dan biomassa akan mengalami proses delegnifikasi atau penghilangan lignin dari biomassa untuk masuk pada tahap sakarifikasi enzimatik[7].

Selanjutnya pada fitur sakarifikasi enzimatik terdapat tabung reaktor sebagai tempat berlangsung proses sakarifikasi enzimatik serta tabung pengumpul enzim. Enzim akan dikumpulkan pada tabung serta dapat diatur konsentrasi enzim yang diperlukan dalam proses tersebut. Enzim akan dicampurkan dengan biomassa dari hasil *pretreatment* yang telah dilakukan. Terakhir, terdapat fitur fermentasi yang terdiri dari tabung fermentor. Tabung fermentor memiliki input gula dari hasil sakarifikasi enzimatik dan ragi dengan output dari tabung fermentor adalah ethanol yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar. Baik pada proses sakarifikasi enzimatik dan fermentasi terdapat pengaturan suhu, konsentrasi dan waktu dilakukannya proses tersebut[8].

3.1.2. Desain Fabrikasi Bioethanol menggunakan metode Pyrolysis

Desain Fabrikasi bioethanol menggunakan metode *pyrolysis* memiliki beberapa fitur yaitu *pretreatment*, *pyrolysis* dan pemurnian. Bagian *pretreatment* berlangsung dengan beberapa komponen yaitu pengeringan dan penghancuran bahan baku, pengangkut, dan reaktor pemisah arang biomassa dengan gas. Selanjutnya, hasil arang pada fitur *pretreatment* akan dipisahkan menjadi gas dengan pemanasan. Gas tersebut mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin yang akan ditampung pada tabung reaktor yang berbeda. Selanjutnya gas tersebut melalui proses kondensasi dalam mendapatkan hasil bioethanol[10].

3.1.3. Desain Fabrikasi Bioethanol menggunakan Ionic Liquid

Desain fabrikasi bioethanol menggunakan *Ionic liquid* (IL) memiliki fitur yaitu *pretreatment*, sakarifikasi enzimatis dan fermentasi. Desain fabrikasi ini hampir sama dengan desain fabrikasi ozonolisis akan tetapi reagen atau pereaksi yang digunakan dalam fitur *pretreatment* desain ini menggunakan IL. Selain itu, jika pada proses ozonolisis *pretreatment* berlangsung pada unit prosedur yang sederhana, pada *pretreatment* menggunakan IL dibutuhkan unit prosedur yang kompleks dan lebih kepada analisis komponen supaya komponen seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin dapat dihasilkan dengan konsentrasi sesuai kandungan biomassa[11].

3.2 Skenario Penggunaan

Produk desain fabrikasi bioethanol dirancang dalam memudahkan proses produksi bioethanol pada biorefinery. Pada simulasi user melakukan registrasi komponen seperti biomassa dan bahan tambahan lainnya dengan konsentari, suhu dan berbagai kondisi tertentu. Proses akan tersambung satu sama lain dengan pengaturan waktu pada setiap proses yang dirancang. Masing masing output dapat dianalisis dengan perhitungan stoikiometri untuk mengetahui konsentrasi dari masing - masing output. Pada desain simulasi digunakan reaktor yang berbeda pada *software* untuk mendapatkan suatu desain yang paling optimal dalam memperkecil biaya dan waktu produksi bioethanol pada biorefinery.

Dalam pembuatan produk desain fabrikasi bioethanol ini bekerjasama dengan tiga institusi yaitu Universitas Islam Internasional Malaysia sebagai penyedia SPD *software* untuk simulasi, Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN) sebagai penyedia pembelajaran secara eksperimental yang dapat diterapkan pada skala pabrik pada desain simulasi, serta Telkom University sebagai eksekutor pembuatan desain fabrikasi. Oleh karena itu, dengan adanya sistem fabrikasi bioethanol menggunakan SPD *software* dapat mempermudah dalam produksi bioethanol untuk mendapatkan hasil yang optimal dan meminimalisir biaya produksi bioethanol pada biorefinery.

4. Kesimpulan dan Ringkasan

Solusi desain yang telah dijelaskan pada projek *capstone design* ini dapat disimpulkan bahwa desain sistem fabrikasi bioethanol yang akan dirancang menggunakan SPD *software* merupakan desain yang dapat mempermudah serta menekan biaya ekonomi dalam pembuatan bioethanol. Selain itu, kemudahan dalam memperoleh biomassa dan penggunaan *software* simulasi yang digunakan dapat menjadikan desain fabrikasi yang akan dibuat sebagai acuan dalam pembuatan bioethanol pada biorefinery supaya proses produksi bioethanol berlangsung efektif dan efisien.

5. Lampiran

Curriculum Vitae 1



PERSONAL INFORMATION

Full Name : Ihsan Maulidin
 Gender : Laki - laki
 Birth Place and Date : 1 Juni 2001
 Nationality : Indonesia
 Religion : Islam
 Phone Number : 081907811685
 Email : ihsanmaulidin75@gmail.com

ACADEMIC STATUS

University: Telkom University
 Major : Teknik Fisika
 Semester : 7

EDUCATION

Institutions	City and Province	Year
SMAN 1 Praya Barat Daya	LOMBOK TENGAH NTB	Julii 2016 – juni 2019
Universitas Telkom	Bandung, Jawa Barat	Agustus 2019 - Sekarang

PERSONAL ACHIEVEMENTS

Awards	Year	Description
Finalis ON MIPA 2022 tingkat Nasional	2022	Lomba olimpiade nasional Bidang Kimia
TOP 100 INNOVILLAGE 2020	2020	Lomba Pengabdian masyarakat dalam membuat desa digital tingkat universitas
Peraih Insentif PKM AI 2021	2021	Lomba Kreativitas Mahasiswa

ORGANIZATIONAL EXPERIENCE

Organizations	Title	Period	Descriptions
OSIS SMAN 1 PRAYA BARAT DAYA	Ketua	2017 - 2018	Organisasi Siswa Intra Sekolah
Himpunan Mahasiswa Teknik Fisika	Staf Ahli	2022	Organisasi mahasiswa Teknik Fisika Telkom Univesity

WORKING EXPERIENCE

Work	Year	Description
Laboratorium Fisika Dasar Telkom University	2020	Devisi Praktikum Laboratorium Fisika Dasar
Laboratorium Riset PLC	2022	Devisi Pengembangan Laboratorium Riset PLC

SKILLS AND HOBBIES

Language Skills : Indonesian

Computer Skills : MattLab, Microsoft Office

Hobbies and interests : leadership

Others : Interested in doing field project or research.

Curriculum Vitae 2

**PERSONAL INFORMATION**

Full Name : Nadila Yupaldi
 Gender : Perempuan
 Birth Place and Date : 11 Juli 2001
 Nationality : Indonesia
 Religion : Islam
 Phone Number : 08989165447
 Email : nadilayp@student.telkomuniversity.ac.id

ACADEMIC STATUS

University: Universitas Telkom
 Major : S1Teknik Fisika
 Semester : 7

EDUCATION

Institutions	City and Province	Year
SMA Hang Tuah 1	DKI, Jakarta Selatan	Juli 2016 – Juni 2019
Universitas Telkom	Bandung, Jawa Barat	Agustus 2019 - Sekarang

PERSONAL ACHIEVEMENTS

Awards	Year	Description
OSK Wilayah Jakarta Selatan DKI	2018	Peringkat 8 OSK Fisika
Olimpiade Sains Provinsi	2018	Finalis bidang Fisika OSP Fisika 2018
Olimpiade Sains SMA Hang Tuah Tingkat Nasional Yayasan Hang Tuah Tahun 2018	2018	Finalis OS2HT

ORGANIZATIONAL EXPERIENCE

Organizations	Title	Period	Descriptions
Himpunan Mahasiswa Teknik Fisika	Staf Kewirausahaan	2020-2021	Organisasi mahasiswa Teknik Fisika Telkom University
Himpunan Mahasiswa Teknik Fisika	Wakil Bidang Keuangan	2022-Sekarang	Organisasi mahasiswa Teknik Fisika Telkom University
Kepanitiaan Technogine 2022	Sekretaris	2022-Sekarang	Kepanitiaan Lomba Mahasiswa Teknik Fisika Telkom University

WORKING EXPERIENCE

Work	Year	Description
Asisten Praktikum di Laboratorium Kontrol dan Sistem Energi	2021-2022	Bendahara dan Asisten Praktikum Termodinamika
Indonesia Power	2022	Bidang Kontrol dan Instrumen (Arus Lemah)

SKILLS AND HOBBIES

Language Skills : Indonesian (Native)

Computer Skills : Microsoft Office,

Hobbies and interests : leadership

Others : Interested in doing field project or research.

Curriculum Vitae 3

**PERSONAL INFORMATION**

Full Name : Arvid Lukita Zhafran
 Gender : Laki - Laki
 Birth Place and Date : 25 Agustus 2001
 Nationality : Indonesia
 Religion : Islam
 Phone Number : 081287638344
 Email : arvidzhafran@student.telkomuniversity.ac.id

ACADEMIC STATUS

University: Universitas Telkom
 Major : S1 Teknik Fisika
 Semester : 7

EDUCATION

Institutions	City and Province	Year
SMAN 3 Tangerang Selatan	Tangerang Selatan, Banten	Juli 2016 – Juni 2019
Universitas Telkom	Bandung, Jawa Barat	Agustus 2019 - Sekarang

ORGANIZATIONAL EXPERIENCE

Organizations	Title	Period	Descriptions
Nepal cup 2017	Divisi Perlombaan	2017	Organisasi Sekolah
Nepal Cup 2018	Divisi Perlengkapan	2018	Organisasi Sekolah
Nepal Cup 2019	Divisi Acara	2019	Organisasi Sekolah
Kalibrassi HMTF	Divisi Acara	2021	Kepantian OSPEK Jurusan Teknik Fisika

WORKING EXPERIENCE

Work	Year	Description
Sekretariat TNP2K	2021 – 2022	Manajemen Pengetahuan
Indonesia Power	2022	Bidang Mesin

SKILLS AND HOBBIES

Language Skills : Indonesia

Computer Skills : Microsoft Office

Hobbies and interests : leadership

Others : Interested in doing field project or research.

Curriculum Vitae 4

**PERSONAL INFORMATION**

Full Name : Fariz Erawan
 Gender : Laki-laki
 Birth Place and Date : Bukittinggi, 24 Agustus 2001
 Nationality : Indonesia
 Religion : Islam
 Phone Number : 082268759408
 Email : farizerawan476@gmail.com

ACADEMIC STATUS

University: Universitas Telkom
 Major : S1 Teknik Fisika
 Semester : 7

EDUCATION

Institutions	City and Province	Year
SMAN 1 Ampek Angkek	Sumatera Barat, Agam	Juli 2016 – Juni 2019
Universitas Telkom	Bandung, Jawa Barat	August 2019 - sekarang

PERSONAL ACHIEVEMENTS

Awards	Year	Description
Olimpiade Sains Nasional	2018	Peringkat 2 bidang fisika tingkat kabupaten
Olimpiade Sains Nasional	2018	Finalis bidang fisika tingkat provinsi

SUPPORTING ACTIVITIES AND TRAININGS

Activities and Trainings	Period	Place
ISLAH (Islamic Motivation and Leadership)	Agustus 2020	Bandung
IoT Training	February 2021	Telkom University

ORGANIZATIONAL EXPERIENCE

Organizations	Title	Period	Descriptions
OSIS SMPN 1 Canduang	Ketua	2014-2015	Organisasi sekolah
Himpunan Mahasiswa Teknik Fisika	Staff	2021 - 2022	Biro hubungan luar
Al-Fath FTE	Staff	2020 - 2021	Organisasi keislaman divisi media

WORKING EXPERIENCE

Work	Year	Description
Kerja Praktek di Telkom Datel Bukittinggi	2022	Pengembangan website company profile Telkom datel bukittinggi dan promosi produk Indihome
Lab Asisten di Laboratorium Fisika Dasar Fakultas Teknik Elektro dan Fakultas Rekayasa Industri	2020	Asisten Laboratorium Fisika Dasar dan divisi MSI (Manajemen Sistem Informasi)
Lab Asisten di Laboratorium Mersi Teknik Fisika	2022	Asisten Laboratorium Mersi (Measurement and Instrumentation System) dan divisi Commition

SKILLS AND HOBBIES

Language Skills : Indonesia
 Computer Skills : Microsoft Office, HTML, CSS, JavaScript, Go, SQL
 Hobbies and interests : Leadership, Data Analyst, Full-stack Developer
 Others : Interested in doing field project or research.