



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**AUDIT ENERGI SISTEM KULTIVASI MIKROALGA  
UNTUK PRODUKSI BIOMASSA SKALA  
LABORATORIUM**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

Oleh:

**Anugrah Aji Listianto  
NIM. 1802321026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
AGUSTUS, 2021**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**AUDIT ENERGI SISTEM KULTIVASI MIKROALGA  
UNTUK PRODUKSI BIOMASSA SKALA  
LABORATORIUM**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
Diploma III Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

**NEGERI  
JAKARTA**

Oleh:  
**Anugrah Aji Listianto**  
**NIM. 1802321026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA  
AGUSTUS, 2021**



*"Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk ayah ibu, bangsa dan almamater"*

## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

### AUDIT ENERGI SISTEM KULTIVASI MIKROALGA UNTUK PRODUKSI BIOMASSA SKALA LABORATORIUM


Oleh:  
Anugrah Aji Listianto  
NIM. 1802321026

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

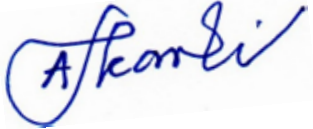
Pembimbing 1

Pembimbing 2

  
Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, M.T.  
NIP. 197111142006041001

  
Arifia Ekayuliana, M.T.  
NIP. 199107212018032001

Ketua Program Studi  
D III Teknik Konversi Energi

  
Ir. Agus Sukandi, M.T.  
NIP. 196006041998021001

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta




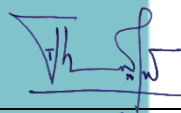

## HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

### AUDIT ENERGI SISTEM KULTIVASI MIKROALGA UNTUK PRODUKSI BIOMASSA SKALA LABORATORIUM

Oleh:  
Anugrah Aji Listianto  
NIM. 1802321026  
Program Studi Teknik Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 19 Agustus 2018 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

#### DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, M.T. NIP. 197111142006041001	Ketua		02/09/2021
2	Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si. NIP. 196694161995122001	Anggota		01/09/2021
3	Isnanda Nuriskasari, M.T. NIP. 199306062019032030	Anggota		01/09/2021

Disahkan oleh:  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.  
NIP. 197707142008121005

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## HALAMAN PERNYATAAN OSISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anugrah Aji Listianto

Nim : 1802321026

Program Studi : Diploma III Teknik Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 19 Agustus 2021

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



Anugrah Aji Listianto

NIM. 1802321026

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## AUDIT ENERGI SISTEM KULTIVASI MIKROALGA UNTUK PRODUKSI BIOMASSA SKALA LABORATORIUM

Anugrah Aji Listianto<sup>1)</sup>, Gun Gun Ramdhan Gunadi<sup>1)</sup>, Arifia Ekayuliana<sup>1)</sup>

1) Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 164242

### ABSTRAK

Penggunaan energi di Indonesia masih di dominasi dengan bahan bakar fosil oleh karena itu maka diperlukanya penelitian terkait produksi bahan bakar dari energi baru dan terbarukan salah satunya adalah biodiesel. Bahan baku biodiesel sudah memiliki beberapa generasi hingga saat ini mikroalga sebagai generasi ketiga dinilai memiliki keunggulan dimana tidak memerlukan lahan yang luas untuk produksinya, menghasilkan biomassa dalam waktu yang cepat, dan memiliki kemampuan menyerap CO<sub>2</sub>. Produksi bahan baku berupa biomassa dari mikroalga untuk pembuatan biodiesel dapat dilakukan dengan berbagai sistem kultivasi salah satunya adalah Fotobioreaktor dalam proses didalamnya mikroalga membutuhkan suplai CO<sub>2</sub>, sumber Cahaya yang cukup, dan pengadukan untuk mencegah pengendapan. Sejumlah energi akan dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan untuk pertumbuhan mikroalga dalam fotobioreaktor. Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data konsumsi energi peralatan yang digunakan untuk proses kultivasi dalam satuan Kwh. Dilakukan juga pengukuran parameter berupa suhu, pH, kadar CO<sub>2</sub> dan intensitas cahaya dalam fotobioreaktor. Berdasarkan data yang diambil didapatkan bahwa Konsumsi energi total pada percobaan kultivasi yang dilakukan mencapai 20,06 KWh untuk kapasitas kultur 28,5 liter selama 8 hari.



## ENERGY AUDIT OF MIKROALGAE CULTIVATION SYSTEM FOR BIOMASS PRODUCTION IN LABORATORIUM SCALE

Anugrah Aji Listianto<sup>1)</sup>, Gun Gun Ramdhan Gunadi<sup>1)</sup>, Arifia Ekayuliana<sup>1)</sup>

1) Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 164242

### ABSTRACT

Energy consumption in Indonesia is still dominated by fossil fuels, therefore research is needed regarding the production of fuels from new and renewable energy, one of which is biodiesel. Biodiesel raw material has had several generations until now, microalgae as the third generation is considered to have advantages in that it does not require large land for production, produces biomass in a fast time, and has the ability to absorb CO<sub>2</sub>. The production of raw materials in the form of biomass from microalgae for biodiesel production can be carried out with various cultivation systems, one of which is a photobioreactor in which microalgae processes require a supply of CO<sub>2</sub>, sufficient light sources, and stirring to prevent precipitation. A certain amount of energy will be required to meet the needs for microalgae growth in photobioreactors. In this study, data was collected on the energy consumption of the equipment used for the cultivation process in kWh units. Parameters such as temperature, pH, CO<sub>2</sub> levels and light intensity were also measured in the photobioreactor. Based on the data taken, it was found that the total energy consumption in the cultivation experiment was 20.06 kWh for a culture capacity of 25.8 liters for 8 days.

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





## KATA PENGATAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul “**Audit Energi Sistem Kultivasi Mikroalga untuk Produksi Biomassa Skala Laboratorium**”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Dipoma III Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Agus Sukandi, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, ST, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Ibu Arifia Ekayuliana, ST, MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
6. Rekan-rekan Program Studi yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian Tugas akhir.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak terutama pada bidang konversi energi.

Depok, 19 Agustus 2021

Anugrah Aji Listianto

NIM. 1802321026



## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN OSISINALITAS.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACK.....	vii
KATA PENGATAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Penulisan .....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	3
1.3 Manfaat.....	3
1.4 Metode Penulisan .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mikroalga .....	5
2.2 Pertumbuhan mikroalga .....	6
2.3 Pemanenan Mikroalga .....	7
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroalga .....	8
2.5 Fotobioreaktor .....	8
2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan Beberapa Tipe Kultivasi.....	9
2.6 Aerasi Pada Kultivasi Mikroalga .....	10
2.7 Pencahayaan Pada Kultivasi Mikroalga.....	11
2.7.1 Pemilihan Jenis Pencahayaan Buatan .....	11
2.7.1 Pengaruh Intensitas Berlebih .....	12
2.6 Audit Energi.....	14
BAB III METODE Pengerjaan TUGAS AKHIR .....	15
3.1 Diagram Alir Pengerjaan .....	15
3.2 Penjelasan Langkah Kerja.....	16

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan satu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.1 Studi Literatur dan konsultasi .....	16
3.2.2 Perancangan dan setup alat.....	16
3.2.4 Pengujian kultivasi mikroalga .....	16
3.2.5 Pengambilan Data .....	16
3.2.6 Pengolahan data .....	16
3.3 Metode Pemecahan Masalah .....	16
3.3.1 Perancangan alat.....	17
3.3.2 Setup alat .....	17
3.3.3 Pengujian Kultivasi .....	25
3.3.4 Pengambilan data .....	26
3.3.5 Analisa data.....	26
BAB IV PEMBAHASAN .....	27
4.1 Desain Fotobioreaktor .....	27
4.2 Skema Rancangan Kultivasi.....	28
4.2 Analisis Data.....	30
4.2.1 Data Penggunaan Energi.....	30
4.2.2 data parameter pertumbuhan mikroalga .....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran .....	33
DAFTAR PUSTAKA .....	34
LAMPIRAN .....	37





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. 1 Suplai Energi Indonesia Berdasar Jenis Energi .....	1
Tabel 2. 1 Kadar Minyak pada Beberapa Jenis Mikroalga (% bk) .....	5
Tabel 2. 2 Kelebihan dan Kekurangan Beberapa Jenis Kultivasi .....	9
Tabel 2. 3 Tipe pencahayaan buatan .....	11
Tabel 3. 1 Zat Nutrisi Dalam Medium .....	25
Tabel 4. 1 Penggunaan Energi pada Percobaan Kultivasi .....	30
Tabel 4. 2 Data Parameter Pertumbuhan Mikroalga dalam Fotobioreaktor .....	32





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva Pengaruh Intensitas Terhadap Pertumbuhan Mikroalga .....	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan.....	15
Gambar 3. 2 Fotobioreaktor .....	17
Gambar 3. 3 Kompresor .....	18
Gambar 3. 4 Sparger .....	18
Gambar 3. 5 Selang .....	19
Gambar 3. 6 Flow Meter .....	19
Gambar 3. 7 Filter .....	20
Gambar 3. 8 Monitor.....	20
Gambar 3. 9 CPU .....	21
Gambar 3. 10 Compact Chassis cDAQ-9174 dan Current Input Module.....	21
Gambar 3. 11 Sensor Supmea Model SUP-PH6.0 Dan Probe Sensor pH.....	22
Gambar 3. 12 Sensor Cahaya .....	22
Gambar 3. 13 Probe sensor CO <sub>2</sub> EE872.....	23
Gambar 3. 14 Gambar Termocouple.....	23
Gambar 3. 15 Power Suplai .....	24
Gambar 3. 16 Lampu LED.....	24
Gambar 3. 17 Energi Meter.....	25
Gambar 4. 1 Rancangan Fotobioreaktor .....	27
Gambar 4. 2 Hasil Rancangan Fotobireaktor.....	27
Gambar 4. 3 Skema perakitan alat .....	28
Gambar 4. 4 Hasil Rancangan Pencahayaan.....	29
Gambar 4. 5 Sebaran Konsumsi Energi pada Peralatan.....	31

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penulisan

Cadangan energi fosil memiliki jumlah yang sangat terbatas. Sedangkan untuk energi alternatif dan terbarukan belum dimanfaatkan secara maksimal, belum lagi konsumsi energi yang berasal dari fosil masih menjadi primadona dalam pemakaian energi. seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam menurut data tabel 1.1 suplai energi indonesia pada tahun 2019 masih didominasi oleh energi fosil dengan penggunaan minyak bumi (35,03 %), batu bara (37,28 %) ,dan gas (18,51 %) sedangkan penggunaan energi terbarukan (9,18 %) dengan penggunaan terbesar biofuel (2,95 %) dan hydropower (2,52 %) masih tergolong rendah dibandingkan penggunaan yang berasal dari energi fosil [1].

Tabel 1. 1 Suplai Energi Indonesia Berdasar Jenis Energi

Type of Energy	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Oil	47,35	43,24	46,77	47,43	48,13	47,06	42,12	44,90	41,42	38,71	35,03
Coal	23,43	26,24	27,74	27,77	24,79	25,76	30,14	27,84	30,53	33,00	37,28
Gas	24,87	25,11	21,73	20,88	22,12	21,85	22,77	21,12	21,39	19,68	18,51
Energi terbarukan	4,35	5,42	3,77	3,92	4,96	5,32	4,97	6,13	6,66	8,61	9,18
Hydropower	2,79	3,86	2,32	2,35	3,15	3,06	2,90	3,33	3,57	2,74	2,52
Geothermal	1,48	1,42	1,26	1,22	1,25	1,30	1,35	1,28	1,52	1,78	1,68
Solar	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0,02	0,03
Wind	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0,03	0,08
Other Renewables	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	2,08	1,92
Biofuel	0,08	0,13	0,19	0,35	0,56	0,96	0,71	1,51	1,57	1,93	2,95
Biogas	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Sumber: Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia[1]

Besarnya jumlah konsumsi bahan bakar fosil yang masih tinggi sehingga diperlukannya pengembangan dalam pemanfaatan energi alternatif. Di indonesia, biodiesel merupakan energi baru dan terbarukan yang menjadi perhatian pemerintah dari tahun 1980-an dengan beberapa program yang dilakukan seperti





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

B20 yang mencampurkan 20 % biodiesel dengan 80 % solar dan B30 yang mencampurkan 30 % biodiesel dengan 70 % solar [2]. Bahan baku untuk pembuatan biodiesel bisa menggunakan mikroalga karena mikroalga dinilai lebih baik dari generasi bahan baku lainnya karena bukan bahan pangan sehingga tidak mempengaruhi ketahanan pangan, produksinya membutuhkan lahan dan waktu yang lebih sedikit dibandingkan tanaman tingkat tinggi, dan kemampuan menyerap polusi seperti CO<sub>2</sub> [3].

Produksi biodiesel dari mikroalga merupakan salah satu cara yang paling efisien untuk menghasilkan biodiesel dan juga salah satu bahan baku biodiesel yang dapat memenuhi permintaan global untuk bahan bakar transportasi. Keunggulan dari penggunaan mikroalga antara lain menghasilkan bahan non toksik, dapat dipanen sepanjang tahun, jumlah akumulasi lipid yang besar 10-30% berat kering pada kondisi tumbuh normal, serta memiliki kemampuan penyerapan CO<sub>2</sub> yang dapat mengurangi polusi [4].

Kultivasi mikroalga merupakan cara yang dilakukan untuk produksi biomassa [3]. Terdapat dua jenis sistem kultivasi mikroalga, sistem terbuka di mana mikroalga dikultivasi pada alam terbuka seperti danau, sungai, dan sedangkan pada sistem tertutup mikroalga dikultivasi secara tertutup dengan materi tembus pandang (fotobioreaktor).

Sistem tertutup fotobioreaktor dirancang untuk mengatasi kelemahan yang ada pada sistem terbuka terutama dalam meminimalisir terjadinya kontaminasi pada mikroalga. Sistem kultivasi tertutup atau fotobioreaktor memiliki banyak keuntungan yang membuatnya dipilih untuk memproduksi biomassa mikroalga [5]. Akan tetapi sistem kultivasi menggunakan fotobioreaktor yang dibuat pada penelitian ini membutuhkan energi (listrik) untuk operasinya oleh karena itu perlu analisis konsumsi energi supaya sistem kultivasi yang dibuat memiliki penggunaan energi yang baik.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## 1.2 Tujuan Penulisan

1. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan energi yang digunakan pada proses kultivasi mikroalga menggunakan fotobioreaktor yang telah dibuat.
2. Penelitian ini bertujuan melihat parameter penting pertumbuhan mikroalga pada sistem photobioreaktor yang telah dibuat.

## 1.3 Manfaat

### 1. Manfaat teoritis

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran energi yang digunakan untuk produksi biomassa mikroalga sehingga diharapkan hasil penelitian dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut pada produksi biomassa mikroalga.

### 2. Manfaat Praktis

Manfaat dari penelitian ini juga dapat dijadikan alat bantu pelajaran tentang produksi biomassa mikroalga untuk mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta.

## 1.4 Metode Penulisan

### 1. Jenis data yang digunakan

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data konsumsi energi berupa nilai KWh dari peralatan dan parameter kondisi dalam fotobioreaktor berupa Suhu, pH, Kadar CO<sub>2</sub>, dan intensitas cahaya selama proses kultivasi.

### 2. Cara pengumpulan data

Data yang dikumpulkan dengan mencatat nilai kwh dengan energi meter selama proses kultivasi mikroalga dan data parameter pertumbuhan dikumpulkan dengan sensor yang terhubung pada komputer untuk perekaman.

### 3. Metode kajian / pembahasan

Kajian yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dengan melihat konsumsi energi selama proses kultivasi dengan parameter kondisi dalam fotobioreaktor.





## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir secara umum terdiri dari :

### 1. Bab I Pendahuluan

Dalam Bab Pendahuluan berisi penguraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan, metode penyelesaian, manfaat penulisan tugas akhir, dan sistematika penulisan.

### 2. Bab II Tinjauan Pustaka

Dalam Bab tinjauan pustaka ini meguraikan studi pustaka atau memaparkan kajian yang memuat teori-teori yang digunakan untuk melakukan kajian dari suatu permasalahan yang menjadi topik dari laporan tugas akhir.

### 3. Bab III Metode Pengerjaan tugas Akhir

Pada Bab III terdapat penguraian metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah meliputi diagram alir, penjelasan diagram alir, metode pemecahan masalah.

### 4. Bab IV Pembahasan

Bab pembahasan terdiri dari beberapa subbab yang berisi pembahasan dari setiap tujuan penulisan laporan tugas akhir. Banyaknya subbab dalam bab ini sama dengan banyaknya tujuan yang dinyatakan pada bab I. Pada penelitian ini bab pembahasan berisi pembahasan terkait penggunaan energi yang digunakan selama proses kultivasi berlangsung

### 5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Pada Bab ini berisi kesimpulan berupa inti dari setiap pembahasan yang menjadi jawaban dari tujuan yang terdapat pada bab I. Bab ini juga berisi saran tentatif penulis yang diberikan untuk penyelesaian masalah atau perbaikan suatu kondisi dalam kajian yang dilakukan.

#### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kebutuhan energi dalam proses kultivasi mikroalga menggunakan fotobioreaktor selama 8 hari adalah 20,06 KWh. Penggunaan terbesar energi yaitu pada pengoprasian komputer sebesar 8,55 KWh, kemudian kompresor sebesar 4,32 KWh, Lampu sebesar 3,38 KWh, Sensor 1,83 KWh, Power supply sebesar 1,6 KWh, dan NI sebesar 0,38 KWh.

2. Parameter-parameter penting yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga secara berturut-turut pada sistem kultivasi yang digunakan adalah suhu berkisar dari 27-28 °C, ph berkisar 6-7, konsentrasi CO<sub>2</sub> 0,0082% dan intensitas berkisar 330-600 μmol/m<sup>2</sup>.s.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukannya optimasi mengenai konsumsi energi yang digunakan pada proses kultivasi dengan fotobioreaktor pada percobaan ini karena konsumsi terbesar berada pada penggunaan komputer yang hanya digunakan untuk perekaman data sensor. Saran optimasi yang dapat dilakukan adalah dengan mengganti sistem perekaman data parameter dengan sistem yang memiliki konsumsi daya yang lebih sedikit dan optimasi juga bisa dilakukan dengan perekaman data parameter yang dilakukan pada waktu tertentu . Optimasi juga dianjurkan pada penggunaan cahaya dengan mengganti lampu atau mengurangi jumlah lampu dengan intensitas cahaya yang lebih sesuai. Sedangkan untuk parameter CO<sub>2</sub> rendah dapat diatasi dengan penggunaan sumber CO<sub>2</sub> dengan kadar tinggi seperti Gas CO<sub>2</sub> murni.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia, "Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2019," *Handb. Energy Econ. Stat. Indones. 2019*, p. 129, 2020, [Online]. Available: <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-handbook-of-energy-and-economic-statistics-of-indonesia.pdf>.
- [2] Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia, "Pahami Istilah B20, B30, B100, BBN dalam Bioenergi," 2019. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2019/12/18/2433/pahami.istilah.b20.b30.b100.bn.dalam.bioenergi> (accessed Mar. 30, 2021).
- [3] S. O. Gultom, "Mikroalga: Sumber Energi Terbarukan Masa Depan," *J. Kelaut. Indones. J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 11, no. 1, p. 95, 2018, doi: 10.21107/jk.v11i1.3802.
- [4] P. M. Schenk *et al.*, "Second Generation Biofuels: High-Efficiency Microalgae for Biodiesel Production," *BioEnergy Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 20–43, 2008, doi: 10.1007/s12155-008-9008-8.
- [5] D. Ariyanti and noer abyor Handayani, "Mikroalga Sebagai Sumber Biomasa Terbarukan: Teknik Kultivasi Dan Pemanenan," *Metana*, vol. 6, no. 2, pp. 35–40, 2012, doi: 10.14710/metana.v6i2.3431.
- [6] A. Widjaja, "Lipid Production From Microalgae As a Promising Candidate for Biodiesel Production," *MAKARA Technol. Ser.*, vol. 13, no. 1, pp. 47–51, 2010, doi: 10.7454/mst.v13i1.496.
- [7] R. Rusydi and U. Malikussaleh, *Prospektif Biodiesel dari Cyanobacteria dan Mikroalga*, no. February. SEFA BUMI PERSADA, 2019.
- [8] M. Kawaroe, T. Prartono, A. Sanuddin, D. Wulansari, and D. Augustine, *Mikroalga : Potensi dan pemanfaatannya untuk produksi bio bahan bakar*. Bogor: IPB Press, 2010.
- [9] N. A. Handayani and D. Ariyanti, "POTENSI MIKROALGA SEBAGAI SUMBER BIOMASA DAN PENGEMBANGAN PRODUK TURUNANNYA," *Teknik*, vol. 33, no. 2, pp. 58–65, 2012, doi: <https://doi.org/10.14710/teknik.v33i2.4384>.
- [10] D. Efendi, S. Waspodo, and A. A. Damayanti, "PENGARUH LAMA PENYINARAN TERHADAP PERTUMBUHAN POPULASI Nannochloropsis sp. SKALA LABORATORIUM," Mataram University, 2018.
- [11] J. Prayitno, "Pola Pertumbuhan dan Pemanenan Biomassa dalam Fotobioreaktor Mikroalga untuk Penangkapan Karbon," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 17, no. 1, p. 45, 2016, doi: 10.29122/jtl.v17i1.1464.
- [12] S. Hutasoit, I. Panggabean, N. J. R. Turnip, and A. Aditia, "KAJIAN LITERATUR

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MENGENAI PEMANFAATAN BAHAN ALAM SEBAGAI FLOKULAN UNTUK PEMANENAN CHLORELLA VULGARIS," *Jurnal Ilm. Maksitej*, vol. 5, no. 4, pp. 99–104, 2020.

- [13] T. Wianto, "Response of Indigenous Microalgae ( *Synechococcus* sp. ) Growth and Fe Heavy Metal Decrease on Culture Media," pp. 244–249, 2017.
- [14] S. Y. Chalid, S. Amini, and S. D. Lestari, "Kultivasi Chlorella, sp Pada Media Tumbuh Yang Diperkaya Dengan Pupuk Anorganik Dan Soil Extract," *J. Kim. Val.*, vol. 1, no. 6, pp. 298–304, 2010, doi: 10.15408/jkv.v1i6.242.
- [15] R. Daniyati, G. Yudoyono, and A. Rubiyanto, "Desain Closed Photobioreaktor Chlorella Vulgaris Sebagai Mitigasi Emisi CO<sub>2</sub>," *Sains dan Seni*, vol. 1, no. September, pp. 2–7, 2012.
- [16] L. Brennan and P. Owende, "Biofuels from microalgae-A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, no. 2, pp. 557–577, 2010, doi: 10.1016/j.rser.2009.10.009.
- [17] S. R. Ardiansyah, A. M. Orlando, A. Rahman, N. B. Prihantini, and Nasruddin, "Effect of aeration in simple photobioreactor system for biomass production of *synechococcus* sp. (cyanobacteria) HS-7 and HS-9 as biofuel feedstock," *E3S Web Conf.*, vol. 67, pp. 0–5, 2018, doi: 10.1051/e3sconf/20186702006.
- [18] N. T. Purba, "Pemanfaatan Mikroalga Untuk Pengolahan Limbah Dan Potensinya Sebagai Bahan Baku Biofuel," Universitas Indonesia, 2011.
- [19] R. R. Rusdiani, R. Boedisantoso, and M. Hanif, "Optimalisasi Teknologi Fotobioreaktor Mikroalga sebagai Dasar Perencanaan Strategi Mitigasi Gas CO<sub>2</sub>," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 188–192, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16942.
- [20] J. Li, M. Stamato, E. Velliou, C. Jeffryes, and S. N. Agathos, "Design and characterization of a scalable airlift flat panel photobioreactor for microalgae cultivation," pp. 1–29.
- [21] B. Sajjadi, W. Y. Chen, A. A. A. Raman, and S. Ibrahim, "Microalgae lipid and biomass for biofuel production: A comprehensive review on lipid enhancement strategies and their effects on fatty acid composition," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 97, pp. 200–232, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.07.050.
- [22] A. Widjaja, C. C. Chien, and Y. H. Ju, "Study of increasing lipid production from fresh water microalgae *Chlorella vulgaris*," *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, vol. 40, no. 1, pp. 13–20, 2009, doi: 10.1016/j.jtice.2008.07.007.
- [23] J. P. Bitog *et al.*, "Application of computational fluid dynamics for modeling and designing photobioreactors for microalgae production: A review," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 76, no. 2, pp. 131–147, 2011, doi:10.1016/j.compag.2011.01.015.
- [24] A. P. Carvalho, S. O. Silva, J. M. Baptista, and F. X. Malcata, "Light requirements in microalgal photobioreactors: An overview of biophotonic aspects," *Appl.*





## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Microbiol. Biotechnol.*, vol. 89, no. 5, pp. 1275–1288, 2011, doi: 10.1007/s00253-010-3047-8.

- [25] P. C. Devi, A. R. Matondang, and D. Wahyuni, "Usulan Perbaikan Sistem Pencahayaan Di Unit Percetakan Perusahaan Xxx Sumatera Utara," *J. Tek. Ind. FT USU*, vol. 5, no. 1, pp. 7–12, 2014.
- [26] "Conversion - PPF to Lux." <https://www.apogeeinstruments.com/conversion-ppfd-to-lux/> (accessed Aug. 29, 2021).
- [27] A. Rahman, J. Dwi, N. Betawati, T. M. I. Mahlia, M. Aziz, and N. Nasruddin, "Case Studies in Thermal Engineering Cultivation of *Synechococcus* HS-9 in a novel rectangular bubble column photobioreactor with horizontal baffle," vol. 27, no. April, 2021.
- [28] S. A. Scott *et al.*, "Biodiesel from algae : challenges and prospects," *Curr. Opin. Biotechnol.*, vol. 21, no. 3, pp. 277–286, 2010, doi: 10.1016/j.copbio.2010.03.005.
- [29] A. D. Santoso, "Telaah Produksi Biodiesel dari Biomassa Mikroalga A Study on Biodiesel Production from Microalgae Biomass ( Comparison of Energy Budget and Environmental Cost Value )," *Teknol. Lingkungan.*, vol. 17, pp. 66–72, 2016.

POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA



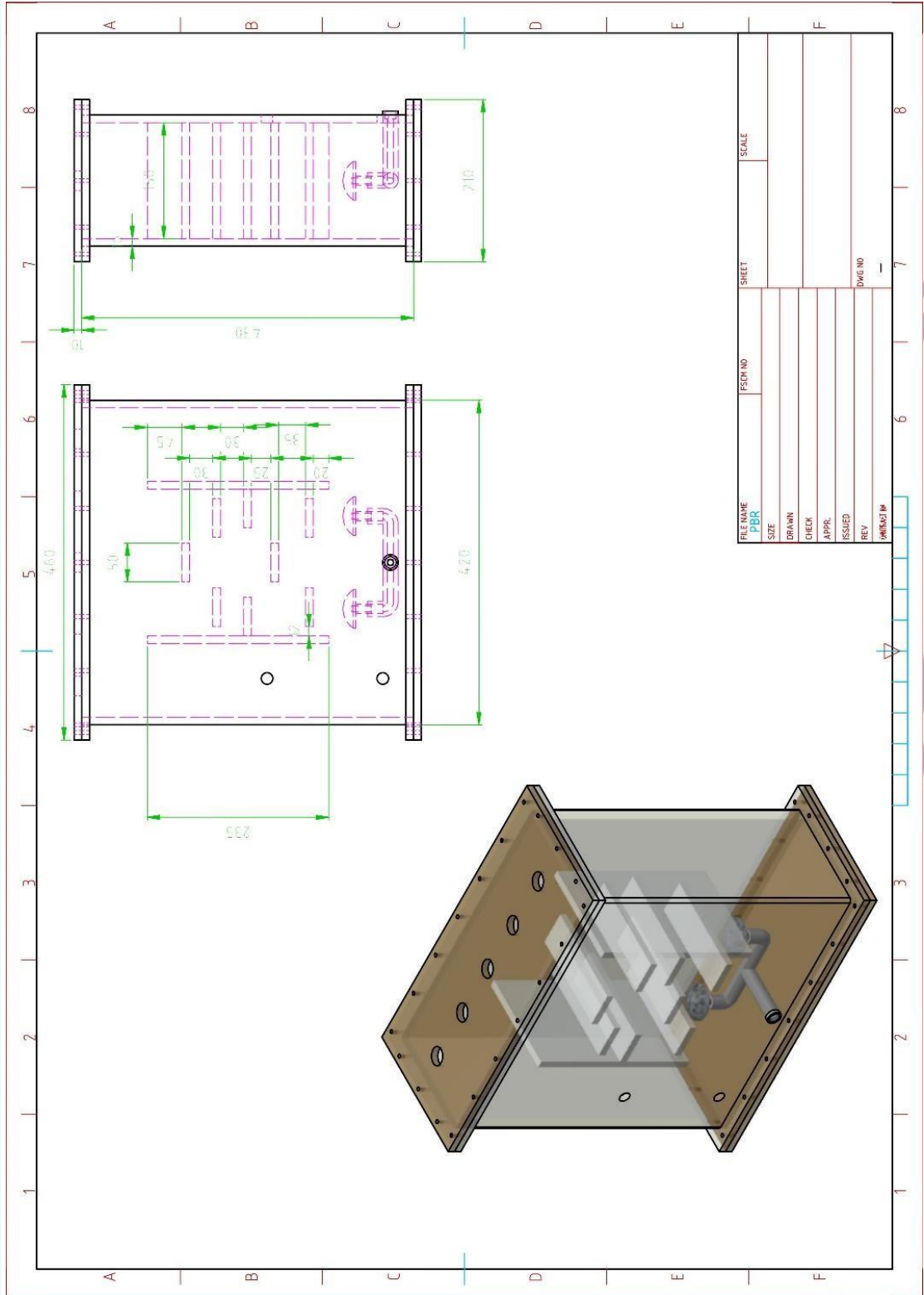
## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## LAMPIRAN

Lampiran 1 : Rancangan Fotobioreaktor





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2: Biodata penulis

Nama	Anugrah Aji Listianto
Alamat	Jl. Jamrut, RT05/RW07 NO 14, Kp Bojong, Kel. Pusanegara, Kec. Citeureup, Kab. Bogor, JawaBarat 16810
Jenis Kelamin	Laki-laki
Jurusan	Teknik Mesin
Program Studi	Teknik Konversi Energi
Email	Anugrahaji106@gmail.com
No Telp/HP	082298432632

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

