

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**RANCANG BANGUN PENANAMAN TANAMAN MIKROALGA DALAM**  
**BIOREAKTOR YANG DIKONTROL SECARA OTOMATIS**



**Disusun Oleh:**  
**SIGIT WAHYU KUNCORO**  
**40040317640010**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI**  
**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**SEKOLAH VOKASI**  
**UNIVERSITAS DIPONEGORO**  
**SEMARANG**  
**2024**

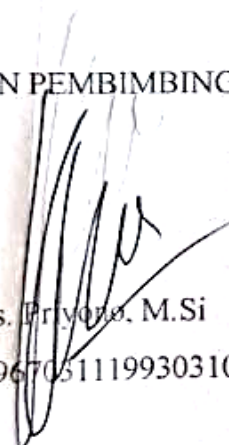
**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING  
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN PENANAMAN TANAMAN MIKROALGA DALAM  
BIOREAKTOR YANG DIKONTROL SECARA OTOMATIS**

Diajukan Oleh :  
Sigit Wahyu Kuncoro  
40040317640010


Telah dilakukan pembimbingan dan dinyatakan layak untuk mengikuti ujian tugas akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

DOSEN PEMBIMBING,

  
Dr. Drs. Priyo, M.Si  
NIP. 196705111993031005

Tanggal 14/6 2024

Mengetahui  
Ketua  
Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro

  
Priyo Sasmoko, ST, M. Eng  
NIP. 197009161998021001

Tanggal

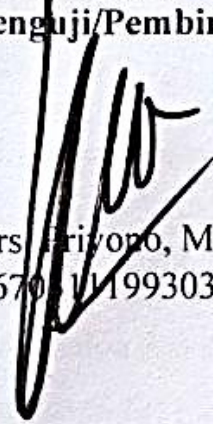
**HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**Rancang Bangun Penanaman Tanaman Mikroalga Dalam Bioreaktor Yang  
Dikontrol Secara Otomatis**

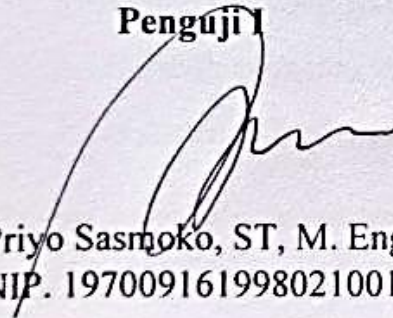
**Disusun oleh:**  
Sigit Wahyu Kuncoro  
40040317640010

**Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji Pada tanggal 21 Juni  
2024**


**Tim Penguji**  
**Ketua Penguji/Pembimbing**

  
Dr. Drs. Priyono, M.Si  
NIP. 19670111993031005

**Penguji I**

  
Priyo Sasmoko, ST, M. Eng  
NIP. 197009161998021001

**Penguji II**

  
Lisa' Yiha Roodhiyah, S.Si., M.Si.  
NPPU. H.7.199210062022042001

**Mengetahui**

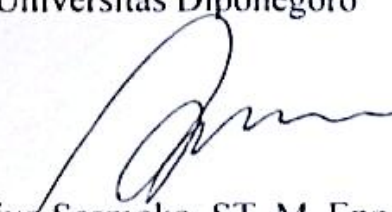
**Ketua Program Studi Sarjana Terapan (S.Tr.)**

**Teknologi Rekayasa Otomasi**

**Departemen Teknologi Industri**

**Sekolah Vokasi**

**Universitas Diponegoro**

  
Priyo Sasmoko, ST, M. Eng  
NIP. 197009161998021001

## **SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Sigit Wahyu Kuncoro

NIM : 40040317640010

Program Studi : S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi

Judul Tugas Akhir : **RANCANG BANGUN PENANAMAN TANAMAN**

**MIKROALGA DALAM BIOREAKTOR YANG**

**DIKONTROL SECARA OTOMATIS**

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 10 Juni 2024

Yang Membuat Pernyataan,

Sigit Wahyu Kuncoro

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kita panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya berkat dan ridhonya penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang bangun penanaman mikroalga dalam Bioreaktor yang dikontrol secara otomatis” dan diajukan guna memenuhi persyaratan mencapai derajat pendidikan tingkat Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi Departemen Teknologi Industri Universitas Diponegoro, Semarang.

Pada kesempatan ini penulis ingin memberikan ucapan terima kasih atas segala bentuk doa, dukungan dan fasilitas yang telah diperoleh penulis baik selama proses pengerjaan Tugas Akhir maupun penulisan laporan kepada :

1. Bapak Priyo Sasmoko, S.T, M.Eng selaku ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi
2. Bapak Dr.Drs. Priyono, M.Si selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
3. Orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan.
4. Seluruh angkatan 2017 Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi.
5. Himpunan Mahasiswa Teknologi Rekayasa Otomasi.

Dalam proses penyusunan hingga terwujudnya tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh dukungan, motivasi, perhatian, dan masukan. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna di karenakan keterbatasan ilmu, pengalaman dan kemampuan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun dari pembaca akan menjadi masukan yang sangat berharga bagi penulis.

Semarang, 2024

Penulis

Sigit Wahyu Kuncoro

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
ABSTRAK .....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Perumusan Masalah.....	3
1.3    Tujuan Penelitian.....	4
1.4    Manfaat Penelitian.....	4
BAB II DASAR TEORI .....	6
2.1    Sumber-sumber energi.....	6
2.2    Energi Terbarukan.....	7
2.3    Mikroalga sebagai energi baru terbarukan.....	7
2.4    Mikroalga <i>Chlorella Vulgaris</i> .....	8
2.4.1    Taksonomi <i>Chlorella Vulgaris</i> .....	9
2.4.2    Pertumbuhan dan Perkembangan Mikroalga <i>Chlorella Vulgaris</i> .....	10
2.5    Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>Chlorella Vulgaris</i> .....	11
2.5.1    Temperature .....	12
2.5.2    Nutrien (Unsur Hara) .....	12
2.5.3    Intensitas Cahaya .....	13
2.5.4    Aerasi.....	13
2.5.5    Salinitas.....	14
2.5.6    Derajat Keasaman (pH).....	14
2.6    Fotobioreaktor .....	14

2.7	Otomatisasi Perancangan Reaktor Mikroalga .....	155
2.8	Mikrokontroler Arduino Mega 2560 .....	16
2.8.1	Spesifikasi Arduino Mega 2560.....	17
2.8.2	Blok Diagram Arduino Mega 2560.....	17
2.8.3	Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560.....	19
2.9	Sensor .....	21
2.9.1	Water Flow Sensor.....	211
2.9.2	UV Sensor Module Ultraviolet .....	23
2.10	LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ).....	24
2.10.1	Konfigurasi Pin LCD .....	254
2.10.2	Cara Kerja LCD .....	26
2.11	Module I2C.....	276
2.12	Relay.....	27
2.13	Solenoid Valve .....	288
2.14	Limit Switch.....	288
2.15	Prinsip Kerja Limit Switch .....	29
2.16	Motor DC .....	29
2.17	Water Mini Pump .....	31
2.18	Power Supply .....	31
2.19	Driver Motor L298N .....	32
2.20	Konfigurasi Pin Driver Motor L298N .....	33
2.21	Regulator Tegangan LM2956.....	34
2.22	Lampu UV.....	36
2.23	Keypad.....	36
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>38</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	38
3.1.1	Tempat Penelitian.....	38
3.1.2	Waktu Penelitian .....	38
3.2	Alat dan Bahan .....	38
3.3	Blok Diagram .....	41

3.4 Gambar Desain 3D .....	41
3.4.1 Exploded View .....	41
3.4.2 Detail Proyeksi 3D.....	43
3.5 Diagram Alir.....	44
3.6 Pelaksanaan Kegiatan.....	37
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>45</b>
4.1 Pengujian Water Flow Sensor.....	45
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>47</b>
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Sumber Energi Berdasarkan Asal Energi.....	6
Gambar 2.2 Mikroalga <i>Chorella Vulgaris</i> .....	9
Gambar 2.3 Gambar Board Arduino Mega 2560.....	17
Gambar 2.4 Blok Diagram Arduino Mega 2560.....	18
Gambar 2.5 Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560.....	19
Gambar 2.6 <i>Water Flow Sensor</i> .....	22
Gambar 2.7 Module Sensor Ultraviolet.....	23
Gambar 2.8 LCD.....	24
Gambar 2.9 Module I2C.....	27
Gambar 2.10 Relay.....	27
Gambar 2.11 Solenoid Valve.....	28
Gambar 2.12 Limit Switch.. ..	29
Gambar 2.13 Motor DC.....	30
Gambar 2.14 Water Mini Pump.....	31
Gambar 2.15 Power Supply.....	32
Gambar 2.16 Driver Motor L298N.....	33
Gambar 2.17 Regulator Tegangan LM2596.....	35
Gambar 2.18 Lampu UV.....	36
Gambar 2.19 Bentuk Fisik Keypad.....	37
Gambar 3.1 Wiring Diagram.....	38
Gambar 3.2 Blok Diagram.....	40
Gambar 3.3 Exploded View.....	41
Gambar 3.4 Detail Proyeksi 3D.....	42
Gambar 3.5 Diagram Alir.....	43

Gambar 4.1 Hasil Pengisian Tabung Bioreaktor Ketinggian 5 cm.....	46
Gambar 4.2 Hasil Pembacaan Water Flow Sensor pada Ketinggian 5 cm.....	46
Gambar 4.3 Hasil Pengisian Tabung Bioreaktor Ketinggian 10 cm.....	47
Gambar 4.4 Hasil Pembacaan Water Flow Sensor pada Ketinggian 10 cm .....	47
Gambar 4.5 Hasil Pengisian Tabung Bioreaktor Ketinggian 15 cm .....	48
Gambar 4.6 Hasil Pembacaan Water Flow Sensor pada Ketinggian 15 cm .....	48
Gambar 4.7 Hasil Pengisian Tabung Bioreaktor Ketinggian 20 cm .....	49
Gambar 4.8 Hasil Pengisian Tabung Bioreaktor Ketinggian 25 cm.....	49
Gambar 4.9 Grafik Pengujian Water Flow Sensor.....	50
Gambar 4.10 Hasil Pembacaan Sensor Ultraviolet pada Ketinggian 3 cm.....	53
Gambar 4.11 Hasil Pembacaan Sensor Ultraviolet pada Ketinggian 5 cm .....	54
Gambar 4.12 Hasil Pembacaan Sensor Ultraviolet pada Ketinggian 7 cm .....	54
Gambar 4.13 Hasil Pembacaan Sensor Ultraviolet pada Ketinggian 9 cm.....	55
Gambar 4.14 Hasil Pembacaan Sensor Ultraviolet pada Ketinggian 11 cm.....	55
Gambar 4.15 Grafik Pengujian Sensor Ultraviolet.....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Taksonomi <i>Chlorella Vulgaris</i> .....	9
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560.....	15
Tabel 2.3 Spesifikasi sensor <i>water flow</i> .....	21
Tabel 2.4 Spesifikasi Ultraviolet.....	23
Tabel 2.5 Spesifikasi LCD.....	24
Tabel 2.6 Spesifikasi Limit Switch.....	28
Tabel 2.7 Spesifikasi Water Mini Pump.....	30
Tabel 2.8 Spesifikasi Driver Motor L298N.....	32

## ABSTRAK

Tanaman mikroalga merupakan salah satu tanaman yang sering dibudidayakan oleh masyarakat. Dalam proses pertumbuhan mikroalga terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan seperti intensitas cahaya, suhu, aliran air, dan kadar pH. Selama ini, proses penanaman mikroalga masih dilakukan secara manual, dengan menggunakan tabung bioreactor. Beberapa kelemahan dalam penanaman mikroalga secara konvensional adalah tidak terkontrol temperature intensitas cahaya, konsentrasi Ph sehingga diperlukan rekayasa penanaman dengan melibatkan pengkondisian cahaya dan aliran air menggunakan kontrol otomatis. Pada rancangan alat penanaman mikroalga dalam bioreactor yang dikendalikan secara otomatis, menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pengendali utama. Kemudian sensor ultraviolet yang akan mendeteksi intensitas cahaya yang dibutuhkan mikroalga, serta *water level sensor* yang akan mengatur aliran air ke dalam biorekator. LCD akan menampilkan hasil pembacaan dari kedua sensor. Pada penelitian ini, Bioreaktor akan disempurnakan dengan penambahan atap naungan untuk mengendalikan intensitas cahaya yang diperlukan pada pertumbuhan mikroalga. Cara kerja alat ini yaitu ketika sensor ultraviolet sudah mendeteksi intensitas cahaya yang dibutuhkan sesuai dengan set point, maka sensor ultraviolet akan mengirim perintah menuju atap naungan untuk menutup bagian atas biorektor. Terdapat 3 lampu UV yang memberikan sumber cahaya untuk mikroalga, jika intensitas cahaya yang ditangkap sensor ultraviolet belum memenuhi set point maka atap naungan tetap dalam keadaan tertutup. Jika water level sensor belum mencapai ketinggian set point maka pompa akan mati. Jika sudah mencapai setpoint maka water level sensor akan mengirim sinyal menuju arduino mega dan mengirim perintah menuju pompa untuk menghidupkan aliran air. Setelah proses berjalan pembacaan akan ditampilkan pada LCD.

## **ABSTRACT**

*Microalgae plants are one of the plants that are often cultivated by the community. In the process of microalgae growth there are several parameters that must be considered such as light intensity, temperature, water flow, and pH levels. So far, the process of planting microalgae is still done manually, using a bioreactor tube. Some of the weaknesses in conventional microalgae cultivation are that the temperature and light intensity are not controlled, the pH concentration is so necessary that planting engineering involves light conditioning and water flow using automatic control. In the design of the microalgae planting tool in a bioreactor that is controlled automatically, the Arduino Mega 2560 microcontroller is used as the main controller. Then an ultraviolet sensor that will detect the intensity of light needed by microalgae, and a water level sensor that will regulate the flow of water into the bioreactor. The LCD will display the readings from both sensors. In this research, the bioreactor will be improved by adding a shade roof to control the light intensity required for microalgae growth. The way this tool works is that when the ultraviolet sensor has detected the required light intensity according to the set point, the ultraviolet sensor will send a command to the roof of the shade to close the top of the bioreactor. There are 3 UV lamps that provide a light source for microalgae, if the intensity of light captured by the ultraviolet sensor does not meet the set point, the shade roof remains closed. If the water level sensor has not reached the set point height, the pump will turn off. If it reaches the setpoint, the water level sensor will send a signal to the Arduino Mega and send a command to the pump to turn on the water flow. After the process is running the reading will be displayed on the LCD.*