



Institut Teknologi Nasional Malang

**SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA
SISTEM KONTROL SUHU, pH DAN
MONITORING OKSIGEN PADA BIOREAKTOR
BERBASIS ARDUINO ATMEGA 2560**

**SANDY DWI KURNIAWAN
NIM. 1812903**

**Dosen Pembimbing
Mohammad Ibrahim Ashari, ST., MT.
Irmalia Suryani Paradisa, ST., MT.**

**PROGRAMSTUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Januari 2022**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA
SISTEM KONTROL SUHU, pH DAN
MONITORING OKSIGEN PADA BIOREAKTOR
BERBASIS ARDUINO ATMEGA 2560

SANDY DWI KURNIAWAN
NIM. 1812903

Dosen Pembimbing
Mohammad Ibrahim Ashari, ST., MT.
Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Januari 2022

LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM KONTROL SUHU, pH DAN MONITORING OKSIGEN PADA BIOREAKTOR BERBASIS

ARDUINO ATMEGA 2560

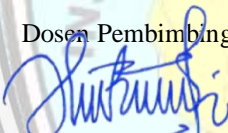
SKRIPSI

SANDY DWI KURNIAWAN
1812903

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi Teknik Elektro S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

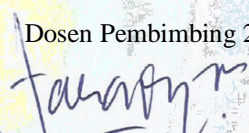
Diperiksa dan Disetujui :

Dosen Pembimbing 1



Mohammad Ibrahim Ashari, ST., MT.
NIP. P. 1030100358

Dosen Pembimbing 2



Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.
NIP. P. 1030100365

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT
NIP. P.1030100361

MALANG



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Sandy Dwi Kurniawan
NIM : 1812903
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Teknik Elektronika
Masa Bimbingan : 2021-2021
Judul Skripsi : Sistem Kontrol Suhu,pH Dan Monitoring Oksigen Pada
Bioreaktor Berbasis Arduino Atmega 2560

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu
(S-1) pada

Hari : Jum'at
Tanggal : 4 Februari 2022
Nilai : 80,86

Panitian Ujian Skripsi

Majelis Ketua Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.
NIP. P. 1030100361

Anggota Penguji

Sekretaris Majelis Penguji

Sotyo Hadi, ST., MT
NIP. Y. 1039700309

Dosen Penguji I

Ir. Kartiko Ardi Widodo, M.T
NIP. Y. 1030400475

Dosen Penguji II

Sotyo Hadi, ST., MT
NIP. Y. 1039700309

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sandy Dwi Kurniawan
NIM : 1812903
Konsentrasi : Teknik Elektronika
IDE KTP / Paspor : 3518140512960001
Alamat : Nganjuk
Judul Skripsi : Sistem Kontrol Suhu,pH Dan Monitoring
Oksigen Pada Bioreaktor Berbasis Arduino
Atmega 2560

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (S-1) dibatalkan, serta di proses sesuai dengan perundangan-undangan yang berlaku.

Malang, Januari 2022

Yang Membuat Pernyataan



(Sandy Dwi Kurniawan)
NIM. 1812903

SISTEM KONTROL SUHU, PH DAN MONITORING OKSIGEN PADA BIOREAKTOR BERBASIS ARDUINO ATMEGA 2560

Sandy Dwi Kurniawan, M.Ibrahim Ashari, Irmalia Suryani

Faradisa

Sandydkurniawan2@gmail.com

ABSTRAK

Minuman probiotik merupakan salah satu produk mengandung mikroba baik bagi tubuh. Hasil yang maksimal dalam pembuatan minuman probiotik yang melibatkan mikroorganismenya dapat diperoleh dengan menjaga suasana lingkungan yang terkontrol sesuai dengan standar, sehingga dibutuhkan teknologi tepat guna untuk memproduksi minuman probiotik dengan kondisi terkontrol. Bioreaktor adalah sebuah sistem yang mampu menyediakan sebuah lingkungan terkontrol sehingga dapat memproduksi suatu minuman probiotik. Pembuatan alat ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan kerusakan mikroorganismenya terjadi pada perubahan kadar oksigen, suhu dan pH pada saat monitoring secara manual. Maka dibuat suatu sistem pengendalian proses secara otomatis untuk menjaga agar kadar oksigen, pH dan suhu menggunakan metode sistem kontrol suhu menggunakan metode PID. Hasil dari penelitian ini adalah nilai tertinggi pada pengendalian suhu pada media sebesar 37,1 °C dan nilai terendah suhu sebesar 34,5 °C, oksigen terlarut media sebesar 5,3 pada menit ke-80 dan nilai terendah oksigen terlarut sebesar 0, kadar pH pada media sebesar 5,3 dan nilai terendah suhu sebesar 5,1. Pengujian perblok dari beberapa komponen yang digunakan memiliki eror kecil dari perbandingan dengan alat standar.

Kata Kunci - Kontrol Suhu, Kontrol pH, Bioreaktor, Arduino

**CONTROL SYSTEM TEMPERATURE, PH, AND MONITORING
OF OKSIGEN ON BIOREACTOR BASED ON ARDUINO
ATMEGA 2560**

Sandy Dwi Kurniawan, M.Ibrahim Ashari, Irmalia Suryani

Faradisa

Sandydkurniawan2@gmail.com

ABSTRACK

Probiotic drink is a product that contains good microbes for the body. Maximum results in the manufacture of probiotic drinks involving microorganisms can be obtained by maintaining a controlled environment according to standards, so appropriate technology is needed to produce probiotic drinks under controlled conditions. Bioreactor is a system capable of providing a controlled environment so that it can produce a probiotic drink. Making this tool aims to overcome the problem of damage to microorganisms that occur in changes in oxygen levels, temperature and pH during manual monitoring. Then a process control system is made automatically to maintain oxygen levels, pH and temperature using the temperature control system method using the PID method. The results of this study are the highest value for controlling the temperature in the media is 37.1 °C and the lowest value is 34.5 °C, dissolved oxygen in the media is 5.3 at 80 minutes and the lowest value is dissolved oxygen 0, the pH level at medium of 5.3 and the lowest value of temperature of 5.1. Block testing of several components used has a small error in comparison with standard tools.

Keyword - Temperature Control, pH Control, Bioreactor, Arduino

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis penjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat taufik dan hidayat-Nya, penyusunan skripsi yang berjudul **“SISTEM KONTROL SUHU, pH DAN MONITORING OKSIGEN PADA BIOREAKTOR BERBASIS ARDUINO ATMEGA 2560”** dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam proses pelaksanaan dan pembuatan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung, serta saran dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

Selanjutnya ucapan terima kasih penulis sampaikan pula kepada :

1. Ayah dan Ibu yang tidak pernah berhenti mendukung dan mencurahkan doanya kepada penulis.
2. Bapak Mohammad Ibrahim Ashari, ST., MT selaku dosen pembimbing pertama dan sosok panutan saya selama menempuh kuliah, atas bimbingan dan ilmu yang bermanfaat sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
3. Ibu Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku dosen pembimbing kedua yang tidak pernah letih memberikan masukan dan motivasi yang membangun untuk tugas akhir penulis.
4. Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT selaku Ketua Program studi Teknik Elektro S-1.
5. Kepada Rizqy Amaliyatunnisa telah memberikan support selama masa perkuliah ini.
6. Kepada rekan kerja Dhani Catur rahmad, Ayu Shinta Puspitasari Dan Ibu lila wijaya serta Pimpinan LSSR UB telah memberikan support doa dan bantuan moral dan finansial

Akhir kata, penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat digunakan dikemudian hari. Besar harapan penulis semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Malang, Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Arduino ATmega 2560.....	8
2.3 Sensor Oksigen.....	9
2.4 Sensor pH Meter.....	10
2.5 Sensor Suhu.....	11
2.6 Heater.....	12
2.7 Motor Stepper.....	13
2.8 Selenoid	13
2.9 Keypad.....	14
2.10 LCD (Liquid Crystal Display)	15
2.11 SD Module	15
2.12 Sistem Kontrol.....	16
2.12.1 Sistem Open loop	17
2.12.2 Sistem Closed loop	18
2.13 Kontrol PID (Proporsional, Integral, Derivatif).....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	20
3.2 Perancangan Perangkat Keras	20
3.2.1 Perancangan Sensor Oksigen	22
3.2.2 Perancangan Sensor pH	23
3.2.3 Perancangan Sensor Suhu	24
3.2.4 Perancangan Heater Dan Driver Heater	25

3.2.5	Perancangan Motor Dan Driver Motor	25
3.2.6	Perancangan Selenoid Dan Driver Selenoid.....	26
3.2.7	Perancangan Memory	27
3.2.8	Perancangan Keypad.....	28
3.2.9	Perancangan LCD.....	29
3.2.10	Rangkaian Keseluruhan	30
3.3	Diagram alir Perancangan Software	32
3.4	Perancangan Mekanik.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Pengujian Perblok.....	34
4.1.1	Pengujian Sensor Oksigen.....	34
4.1.2	Pengujian Sensor pH.....	35
4.1.3	Pengujian Sensor suhu	37
4.1.4	Pengujian Heater	38
4.1.5	Pengujian Motor	39
4.2	Inisialisasi PID	40
4.3	Hasil Keseluruhan Pengujian bioreaktor.	42
4.4	Hasil Uji Sistem Kontrol Suhu	43
4.5	Hasil Proses Lama Waktu Suhu Mencapai Suhu Set Point ..	43
4.6	Hasil Uji Monitoring pH.....	44
4.7	Hasil Uji Monitoring Kadar Oksigen	45
4.9	Hasil Perancangan Bioreaktor	47
4.10	Hasil Perancangan Hardware	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan	49
5.1	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN.....		52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Mega 2560	8
Gambar 2.2 Sensor Oksigen SKU SEN0237	9
Gambar 2.3 Sensor pH meter SKU SEN0161	10
Gambar 2.4 Sensor Suhu DS18B20	11
Gambar 2.5 Jenis water heater	12
Gambar 2.6 Motor Stepper	13
Gambar 2.7 Selenoid	14
Gambar 2.8 Keypad	15
Gambar 2.9 LCD (Liquid Crystal Display)	15
Gambar 2.10 SD Module	16
Gambar 2.11 Diagram Blok Pengendali Sistem Open Loop	17
Gambar 2.12 Diagram Blok Pengendali Sistem <i>Closed Loop</i>	18
Gambar 2.13 Diagram Blok PID	19
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem kontrol Bioreaktor	20
Gambar 3.2 Perancangan Sensor Oksigen.....	22
Gambar 3.3 Perancangan Sensor pH.....	23
Gambar 3.4 Perancangan Sensor Suhu.....	24
Gambar 3.5 Perancangan Heater.....	25
Gambar 3.6 Perancangan Motor Stepper.....	25
Gambar 3.7 Perancangan Selenoid	26
Gambar 3.8 Perancangan SD memory	27
Gambar 3.9 Perancangan Keypad 4x4	28
Gambar 3.10 Perancangan LCD	29
Gambar 3.11 Rangkaian Keseluruhan Hardware.....	30
Gambar 3.12 Diagram alir Perancangan Software.....	32
Gambar 3.13 Perancangan Bioreaktor dan Komponen Hardware... 33	
Gambar 4.1 Pengujian antara sensor oksigen standar dengan sensor oksigen SKU SEN0237	35
Gambar 4. 2 Pengujian antara sensor pH dengan buffer pH standar	36
Gambar 4. 3 pengujian suhu sensor pt-100 dengan sensor DS18B20 ...	38
Gambar 4. 4 Pengujian penembakan tachometer ke motor	40
Gambar 4. 5 Grafik hubungan hasil kontrol suhu dengan lama waktu fermentasi	43

Gambar 4. 6 Grafik hubungan waktu untuk mencapai suhu set point pada Pagi Hari	43
Gambar 4. 7 Grafik hubungan waktu untuk mencapai suhu set point pada Siang Hari.....	44
Gambar 4. 8 Grafik hubungan hasil monitoring pH dengan lama waktu fermentasi	44
Gambar 4. 9 Grafik hubungan hasil monitoring kadar Oksigen dengan lama waktu fermentasi	45
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan Suhu dengan Kadar Oksigen	45
Gambar 4.11 Hasil Perancangan alat bioreaktor	48
Gambar 4. 12 Hasil tampilan perancangan Hardware	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi sensor Oksigen SKU SEN0237	9
Tabel 2.2 Nilai konversi pH ke satuan milivolt	10
Tabel 2.3 Nilai konversi Sensor suhu DS18B20 ke satuan Binary....	12
Tabel 3.1 Konfigurasi Pin Modul Sensor Oksigen meter	22
Tabel 3.2 Pembacaan Nilai Kadar Oksigen meter di konversi ke Volt .	22
Tabel 3.3 Konfigurasi Pin Modul Sensor pH meter	23
Tabel 3.4 Pembacaan Nilai pH di konversi ke milivolt.....	23
Tabel 3.5 Konfigurasi Pin Sensor suhu meter	24
Tabel 3.6 Pembacaan suhu di konversi ke Digital Output.....	24
Tabel 3.7 Konfigurasi Pin Heater	25
Tabel 3.8 Konfigurasi Pin Motor stepper menggunakan ULN2003 Stepper Motor Driver Module.....	26
Tabel 3.9 Konfigurasi Pin Selenoid Driver Module.....	26
Tabel 3.10 Konfigurasi Pin SD meory card Module	27
Tabel 3.11 Konfigurasi Pin Keypad 4X4	28
Tabel 3.12 Konfigurasi Pin LCD I2C 20X4	29
Tabel 4.1 Hasil Pengujian dan Persentasi Kesalahan Kadar Oksigen ...	34
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian dan Persentasi Kesalahan Sensor pH	36
Tabel 4.3 Hasil Pengujian dan Persentasi Kesalahan.....	37
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian pada heater	38
Tabel 4.5 Pengujian dan Perentasi kesalahan pengukuran kecepatan motor.....	39
Tabel 4.6 Perhitungan Parameter Kontrol PID	41
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Parameter Kontrol PID	41

[Halaman Ini Sengaja Dikosongkan]