

TUGAS AKHIR

**IMPLEMENTASI AKUISISI DATA SISTEM KONTROL
PADA INDOOR GARDEN SYSTEM (IGS) MENGGUNAKAN
PROTOKOL KOMUNIKASI MODBUS TCP/IP DENGAN
TAMPILAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)
SOFTWARE NODE-RED**



Disusun Oleh :

IBNU MUHYIDDIN HIDAYATULLOH

NBI : 1451700054

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2021**

TUGAS AKHIR

**IMPLEMENTASI AKUISISI DATA SISTEM KONTROL
PADA INDOOR GARDEN SYSTEM (IGS) MENGGUNAKAN
PROTOKOL KOMUNIKASI MODBUS TCP/IP DENGAN
TAMPILAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)
SOFTWARE NODE-RED**



Disusun Oleh :

IBNU MUHYIDDIN HIDAYATULLOH

NBI : 1451700054

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

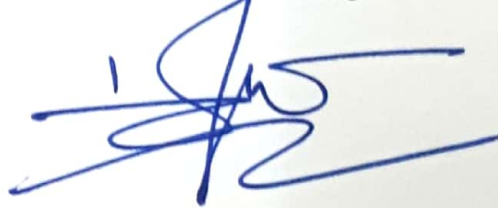
2021

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : IBNU MUHYIDDIN HIDAYATULLOH
NBI : 1451700054
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : IMPLEMENTASI AKUISISI DATA SISTEM KONTROL
PADA INDOOR GARDEN SYSTEM (IGS)
MENGUNAKAN PROTOKOL KOMUNIKASI MODBUS
TCP/IP DENGAN TAMPILAN HUMAN MACHINE
INTERFACE (HMI) SOFTWARE NODE-RED

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Santoso, ST., MT.
NPP. 20450110704

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajyo, M.Kes.
NPP.20410900197

Ketua Program
Studi Teknik Elektro



Puji Slamet, ST., MT.
NPP. 20450110601

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ibnu Muhyiddin Hidayatulloh

NBI : 1451700054

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul :

"IMPLEMENTASI AKUISISI DATA SISTEM KONTROL *INDOOR SYSTEM* (IGS) MENGGUNAKAN PROTOKOL KOMUNIKASI MODBUS TCP/IP DENGAN TAMPILAN *HUMAN MACHINE INTERFACE* (HMI) SOFTWARE NODE-RED"

Adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 18 Juli 2021

Yang menyatakan,



Ibnu Muhyiddin Hidayatulloh

NBI. 1451700054



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **IBNU MUHYIDDIN HIDAYATULLOH**
NBI/NPM : **1451700054**
Fakultas : **TEKNIK**
Program Studi : **TEKNIK ELEKTRO**
Jenis Karya : **TUGAS AKHIR**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

“Implementasi Akuisisi Data Sistem Kontrol Pada *Indoor Garden System (IGS)* Menggunakan Protokol Komunikasi Modbus TCP/IP dengan Tampilan *Human Machine Interface (HMI) Software Node-Red*”

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 18 Juli 2021

Yang Menyatakan



(Ibnu Muhyiddin H.)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan baik dan lancar. Penulis juga tidak lupa untuk senantiasa mengucapkan shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi teladan bagi seluruh umat manusia didunia ini. Penelitian Tugas Akhir yang berjudul "Implementasi Akuisisi Data Sistem Kontrol *Indoor Garden System* (IGS) Menggunakan Protokol Komunikasi Modbus TCP/IP Dengan Tampilan *Human Machine Interface* (HMI) Software Node-Red" ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan kuliah Strata 1 (S-1) di Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan buku Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis mengharap kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun sehingga bermanfaat bagi kesempurnaan dan pengembangan lebih lanjut. Harapan dari penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca khususnya bagi akademi Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Terima kasih.

Surabaya, 18 Juli 2021

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Selama menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini penulis telah mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan saya kesempatan dan kesehatan sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan penuh semangat.
2. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Puji Slamet, ST., MT. selaku Ketua Prodi S1 Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Santoso, S.T., MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam membimbing penulisan tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua saya Bapak Supriono dan Ibu Nur Kasanah yang senantiasa mendo'akan, mencurahkan kasih sayang, perhatian, motivasi nasihat, serta dukungan baik secara moral maupun finansial.
6. Saudara dan Sahabat-sahabat serta teman seperjuangan yang membantu dan memberikan semangat dalam pembuatan Tugas Akhir saya.
7. Dan semua pihak yang terlibat.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis selalu terbuka terhadap segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Surabaya, 18 Juli 2021

Penulis

ABSTRAK

Indoor Garden System (IGS) Merupakan Metode Budidaya Tanaman yang dapat diaplikasikan didalam ruangan. Namun, ada beberapa kendala dalam perancangan Indoor Garden System, salah satunya adalah untuk Pengendali atau Pengontrol kondisi Lingkungan didalam Indoor Garden System. Sistem Akuisisi Data ini akan menggunakan beberapa data dari sensor, serta pemberian perintah berupa kontrol pada Aktuator. Sistem Akuisisi Data ini memanfaatkan Software Node-Red sebagai pemrogram dan penampil Nilai Parameter Sensor baik berupa Nilai Angka maupun Grafik pada Human Machine Interface (HMI) Software Node-Red. Adapaun sensor yang digunakan untuk memantau kondisi lingkungan pada Indoor Garden adalah Sensor suhu DS18B20, Sensor Kelembaban Tanah YL-69 dan sensor Cahaya (LDR). Sedangkan Untuk pemroses datanya menggunakan Arduino Mega 2560 dan Ethernet Shield sebagai penyedia alamat IP (Internet protocol). Untuk media pengiriman dan penerima data menggunakan Protokol Komunikasi Modbus TCP/IP dan Kabel LAN. Tahapan penelitian meliputi perancangan, pembuatan dan pengujian alat. Berdasarkan Hasil Penelitian serta Pengamatan alat yang sudah dibuat menunjukkan bahwa kinerja Sensor-Sensor tertampil dengan baik pada Human Machine Interface dan untuk Aktuator juga dapat berkerja dengan baik. Didapatkan dimana pembacaan sensor suhu DS18B20 memiliki kebenaran sebesar 99,2 % sedangkan Sensor Kelembaban Tanah YL-69 mempunyai kebenaran pembacaan sebesar 90% dan untuk sensor LDR miliki kebenaran hasil Pembacaan ADC manual adalah sebesar 97.28 % .

Kata kunci : *Indoor Garden system (IGS), Akuisisi Data, Arduino, Human Machine Interface, Sistem Kontrol, Node-Red.*

ABSTRACT

Indoor Garden System (IGS) Is a Plant Cultivation Method that can be applied indoors. However, there are several obstacles in the design of the Indoor Garden System, one of which is for the Controller or Controller of Environmental conditions in the Indoor Garden System. This Data Acquisition System will use some data from sensors, as well as giving commands in the form of controls on the Actuator. This Data Acquisition System utilizes Node-Red Software as a programmer and a viewer of Sensor Parameter Values in the form of Numerical Values and Graphics on the Human Machine Interface (HMI) Node-Red Software. The sensors used to monitor environmental conditions in the Indoor Garden are the DS18B20 temperature sensor, the YL-69 Soil Moisture Sensor and the Light sensor (LDR). Meanwhile, the data processor uses Arduino Mega 2560 and Ethernet Shield as the provider of IP addresses (Internet protocol). For media for sending and receiving data, it uses the Modbus TCP/IP Communication Protocol and LAN Cable. Based on the results of observations, the tools that have been made Sensors and Actuators can work well, where the temperature sensor readings DS18B20 has an average truth of 99.2% while the YL-69 Soil Moisture Sensor has a reading of 90% and for the LDR sensor has the correctness of the manual ADC reading is 97.28 % .

Keywords: *Indoor Garden system (IGS), Data Acquisition, Arduino, Human Machine Interface, Control System, Node-Red.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Metode penyusunan Tugas Akhir	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Indoor Garden System (IGS).....	7
2.2. Bayam Hijau.....	7
2.3 Sistem Akuisisi Data	8
2.4 <i>Analog to Digital Converter</i> (ADC) pada Arduino.....	9
2.5 Sensor dan Tranduser	11

2.6 Sistem Kontrol	12
2.7 Perangkat Keras	13
2.7.1 Arduino Mega 2560	13
2.7.2 Power supply	15
2.7.3 Ethernet Shield	16
2.7.4 Kabel UTP dan juga konektor RJ 45	17
2.7.5 Sensor Kelembaban Tanah.....	19
2.7.6 Sensor suhu DS18B20.....	20
2.7.7 Sensor cahaya/ LDR.....	21
2.7.8 Relay	22
2.7.9 LCD 20x4 dan I2C	24
2.7.10 Lampu <i>grow</i>	25
2.7.11 Pompa DC	26
2.7.12 Kipas DC	27
2.7.13 Pushbutton atau tombol.....	27
2.7.14 LED Indikator (<i>Pilot lamp</i>)	28
2.7.15 Buzzer	29
2.8 Perangkat Lunak.....	29
2.8.1 Bahasa pemrograman C	29
2.8.2 Arduino IDE.....	31
2.8.3 Software perancangan Rangkaian (Fritzing).....	32
2.8.4 Software TinkerCad	33
2.8.5 <i>Human Machine Interface</i> (HMI)	34
2.8.6 Komunikasi Modbus	35
2.8.7 Protokol TCP/IP	36
2.8.8 Node JS dan JSON	38
2.8.9 Node Red.....	39

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	43
3.1 Alur Tahapan Penelitian.....	43
3.2 Alat Dan Bahan	45
3.3 Perencanaan Hardware (Perangkat Keras).....	47
3.3.1 Perancangan Rangkaian Arduino Mega 2560 dengan Ethernet shield	48
3.3.2 Perancangan Rangkaian Sensor Cahaya LDR.....	49
3.3.3 Perancangan Rangkaian Sensor kelembaban tanah YL-69	51
3.3.4 Perancangan Rangkaian Sensor Suhu DS18B20.....	53
3.3.5 Perancangan Rangkaian Input sensor dan Output utama (relay).....	54
3.3.6 Perancangan Rangkaian Kontrol Panel	55
3.3.7 Perancangan Rangkaian Keseluruhan sistem	57
3.4 Perencanaan Software (Perangkat Lunak)	59
3.4.1 Perancangan Software	59
3.4.2 Perancangan Sistem pengendali atau Kontrol	60
3.4.3 Perancangan Pengiriman Data Menuju Modbus (Modscan 32).....	62
3.4.4 Perancangan Register Pencatatan Data Pada Modbus.....	64
3.4.5 Perancangan Desain <i>Human Machine Interface</i> (HMI).....	68
3.4.6 Perancangan Desain Indoor Garden System (IGS)	69
3.4.7 Perancangan Desain Tata Letak Kontrol Panel	71
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	73
4.1 Pengujian <i>Hardware Indoor Garden System</i>	73
4.2 Pengujian Sensor Cahaya atau LDR	76
4.2.1 Pembacaan Manual Sensor Cahaya atau LDR	77
4.2.2 Analisa Pembacaan Sensor Cahaya atau LDR	80
4.3 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah YL-69	82
4.3.1 Pembacaan Manual Sensor Kelembaban Tanah YL-69	83
4.3.2 Analisa Pembacaan Manual Sensor kelembaban Tanah YL-69.....	86
4.3.3 Perbandingan Pembacaan Sensor Kelembaban YL-69 dengan Soil Meter..	88

4.4 Pengujian Sensor suhu DS18B20.....	90
4.5 Pengujian Data Modbus	92
4.6 Pengujian Tampilan <i>Human Machine Interface</i> (HMI)	95
4.7 Pengujian Keseluruhan Sistem Kontrol	96
4.7.1 Pengujian Tampilan LCD.....	97
4.7.2 Pengujian Tombol Panel	98
4.7.3 Pengujian Led Indikator	98
4.7.4 Pengujian Buzzer.....	100
4.7.5 Pengujian Relay	100
BAB V PENUTUP.....	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA.....	105
LAMPIRAN.....	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Indoor Garden System.....	7
Gambar 2. 2 Bayam Hijau.....	8
Gambar 2. 3 Proses Akuisisi data Secara Sederhana	9
Gambar 2. 4 ADC (a) Kecepatan Sampling Rendah (b) Tinggi.....	10
Gambar 2. 5 Gambaran sederhana ADC pada arduino	11
Gambar 2. 6 Analogi Sensor pada suatu sistem	12
Gambar 2. 7 Contoh Hubungan antara sensor dan tranduser	12
Gambar 2. 8 Proses Loop tertutup pada suatu sistem kontrol	13
Gambar 2. 9 Arduino Mega 2560.....	14
Gambar 2. 10 Power supply	16
Gambar 2. 11 Ethernet Shield	16
Gambar 2. 12 Kabel UTP dan port RJ 45.....	18
Gambar 2. 13 Urutan Kabel Straight-through.....	18
Gambar 2. 14 Sensor kelembaban Tanah YL-69	19
Gambar 2. 15 Sensor Suhu DS18B20 <i>Waterproof</i>	20
Gambar 2. 16 (a) Sensor LDR (b) Rangkaian Sensor LDR	22
Gambar 2. 17 Modul Relay	23
Gambar 2. 18 Struktur Sederhana Relay.....	23
Gambar 2. 19 LCD 20 x 4 dan Modul I2C.....	24
Gambar 2. 20 Lampu Pertumbuhan tanaman atau Lampu Grow	26
Gambar 2. 21 Pompa air DC	27
Gambar 2. 22 Kipas DC	27
Gambar 2. 23 Push Button	28
Gambar 2. 24 Pilot Lamp sebagai LED indikator	28
Gambar 2. 25 <i>Buzzer High Level</i>	29
Gambar 2. 26 jendela Tampilan Arduino IDE	32
Gambar 2. 27 Jendela Tampilan software Fritzing	33
Gambar 2. 28 Jendela tampilan Tinkercad.....	33
Gambar 2. 29 Tampilan HMI pada Node red.....	34
Gambar 2. 30 Contoh Arsitektur Komunikasi Modbus	35
Gambar 2. 31 Tampilan software Modscan 32	36
Gambar 2. 32 Arsitektur Protokol TCP/IP	37
Gambar 2. 33 Proses penerimaan dan pengiriman data pada protocol TCP/IP.....	38
Gambar 2. 34 Tampilan Jendela Utama Node -Red.....	39
Gambar 2. 35 Tampilan Dashboard Node-red penampil HMI.....	40

Gambar 2. 36 Contoh <i>palette Modbus</i>	41
Gambar 2. 37 Contoh <i>Palette Dashboard</i>	41
Gambar 3. 1 Diagram alir Tahapan Peneletiian	43
Gambar 3. 2 Diagram Blok Perangkat keras Indoor Garden System.....	47
Gambar 3. 3 Arduino Mega 2560 dengan Ethernet Shield	48
Gambar 3. 4 Arduino Mega 2560 dengan Sensor LDR	49
Gambar 3. 5 Rangkaian sensor LDR.....	50
Gambar 3. 6 Arduino Mega dengan sensor YL-69	51
Gambar 3. 7 Arduino Mega dengan sensor DS18B20	53
Gambar 3. 8 Rangkaian Input sensor dan Output utama Relay	54
Gambar 3. 9 Rangkaian Kontrol Panel.....	55
Gambar 3. 10 Rangkian Keseluruhan Sistem.....	57
Gambar 3. 11 diagram blok software	59
Gambar 3. 12 Diagram Alir Perancangan Sistem pengendali atau Kontrol.....	60
Gambar 3. 13 Contoh Program mengakses sensor DS18B20	61
Gambar 3. 14 Contoh Program mengkonversikan Nilai analog Ke persen.....	62
Gambar 3. 15 Diagram Alir Perancangan Pengiriman Data	62
Gambar 3. 16 Contoh Program Mengakses Ethernet Shield.....	63
Gambar 3. 17 Contoh Program Menjalankan Modbus dalam Arduino.....	66
Gambar 3. 18 Tampilan Register data Untuk Coil Status	66
Gambar 3. 19 Tampilan Register Data Untuk Holding Register.....	67
Gambar 3. 20 Rancang desain Human Machine Interface (HMI).....	68
Gambar 3. 21 Desain Indoor Garden System.....	69
Gambar 3. 22 Desain Tata Letak Kontrol Panel	71
Gambar 4. 1 Rangkaian Elektronika Akuisisi data Indoor Garden System	73
Gambar 4. 2 (a) desain Indoor garden system (b) Hardware Indoor garden system (c) Hardware Indoor garden system	75
Gambar 4. 3 Letak sensor cahaya / LDR.....	76
Gambar 4. 4 Grafik hubungan antara nilai ADC pembacaan manual dengan ADC Serial monitor	79
Gambar 4. 5 Grafik hubungan nilai ADC dengan Persentase LDR	81
Gambar 4. 6 Grafik hubungan nilai ADC dengan tegangan	81
Gambar 4. 7 letak sensor YL-69	82
Gambar 4. 8 Pengujian Sensor kelembaban Tanah YL-69	85
Gambar 4. 9 Garfik Hubungan nilai ADC dengan Nilai persen.....	87
Gambar 4. 10 Grafik hubungan Nilai ADC dengan Nilai Tegangan keluaran.....	87

Gambar 4. 11 (a) Nilai kelembaban tanah YL-69 pada LCD (b) Nilai kelembaban tanah pada Soil Meter.....	88
Gambar 4. 12 Perbandingan Sensor DS18B20 dengan Thermometer HTC-1	90
Gambar 4. 13 Perbandingan sensor DS18B20 dengan Thermometer HTC-01.....	91
Gambar 4. 14 Letak sensor DS18B20	92
Gambar 4. 15 Data pada Coil Status Modscan 32.....	92
Gambar 4. 16 Data pada Holding Register Coil Status	94
Gambar 4. 17 Gambar Tampilan Human Machine Interface	95
Gambar 4. 18 Kontrol Panel.....	96
Gambar 4. 19 Pengujian Tampilan LCD 20 x 04.....	97
Gambar 4. 20 (a) Led indikator saat salah satu nilai sensor kurang sesuai dengan Set point (b) Led indikator saat nilai sensor sesuai set point.....	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi dari bayam Hijau	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi Teknis Arduino mega 2560	15
Tabel 2. 3 spesifikasi Teknis Ethenet Shield.....	17
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor Kelembaban Tanah YL-69.....	19
Tabel 2. 5 Pin sensor Kelembaban tanah YL-69.....	20
Tabel 2. 6 Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20	21
Tabel 2. 7 Konfigurasi pin Modul I2C	25
Tabel 2. 8 Macam – macam Tipe data Bahasa C	30
Tabel 2. 9 Penyimpanan data protocol Modbus	35
Tabel 3. 1 Alat dan bahan yang digunakan	45
Tabel 3. 2 T Koneksi Pin Arduino mega dengan Ethernet Shield	49
Tabel 3. 3 Koneksi Pin Arduino dengan Sensor cahaya atau LDR.....	49
Tabel 3. 4 Koneksi Pin Arduino dengan Sensor YL-69.....	52
Tabel 3. 5 Koneksi Pin Arduino mega dengan sensor DS18B20.....	54
Tabel 3. 6 Koneksi pin Rangkaian Input dan Output Relay.....	55
Tabel 3. 7 Koneksi Pin Arduino dengan Rangkaian Kontrol Panel.....	56
Tabel 3. 8 Koneksi Pin Rangkaian Keseluruhan Sistem	57
Tabel 3. 9 Register Penyimpanan Data Modbus	64
Tabel 4. 1 Pembacaan Manual Sensor LDR.....	77
Tabel 4. 2 Hasil keseluruhan data Sensor LDR.....	78
Tabel 4. 3 Analisa Pembacaan Sensor LDR.....	80
Tabel 4. 4 Pembacaan Manual ADC sensor Kelembaban Tanah YL-69	83
Tabel 4. 5 Hasil pengujian data sensor kelembaban Tanah YL-69.....	84
Tabel 4. 6 Pembacaan Sensor Kelembaban Tanah YL-69.....	86
Tabel 4. 7 Nilai Perbandingan Pembacaan Sensor YL-69 dan Soil Meter	89
Tabel 4. 8 Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	91
Tabel 4. 9 Pengujian data Modbus pada Register Coil status	93
Tabel 4. 10 Data pengujian Holding Register	94
Tabel 4. 11 Pengujian Tombol	98
Tabel 4. 12 Pengujian Led Indikator	99
Tabel 4. 13 Pengujian Buzzer	100
Tabel 4. 14 Pengujian Relay	100
Tabel 4. 15 Pengujian data Relay.....	101