



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM  
TELEMETRI SUHU DAN KELEMBABAN PADA  
TANAMAN HIDROPONIK**

**TESIS**

Disusun Oleh :

**MUHTAR  
55414120026**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
GELOMBANG MIKRO  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2017**

## PENGESAHAN TESIS

Judul : Desain dan Implementasi Sistem Telemetry Suhu dan Kelembaban  
pada Tanaman Hidroponik  
Nama : Muhtar  
NIM : 55414120026  
Program : Pascasarjana, Magister Teknik Elektro  
Konsentrasi : Gelombang Mikro  
Tanggal : Juni 2017

Mengesahkan

Pembimbing 1

Pembimbing 2



**Prof. Dr. -Ing Mudrik Alaydrus**



**Dr. Alimuddin, S.T., M.T.**

Direktur Pascasarjana

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Elektro



**Prof. Dr. Didik J. Rachbini**



**Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Desain dan Implementasi Sistem Telemetri Suhu dan Kelembaban pada Tanaman Hidroponik  
Nama : Muhtar  
NIM : 55414120026  
Program : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro  
Konsentrasi : Gelombang Mikro  
Tanggal : Mei 2017

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan dan karya saya sendiri dengan bimbingan pembimbing yang ditetapkan dengan Surat keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi data dan hasil pengolahannya yang digunakan telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, Mei 2017



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Alloh SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan Tesis ini dapat diselesaikan. Dalam proses penulisan Tesis ini, ingin penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada :

Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada Bapak Prof. Dr. -Ing Mudrik Alaydrus selaku ketua Program Studi Pasca Sarjana Teknik Elektro Universitas Mercu Buana sekaligus Pembimbing Utama dan juga Dr. Alimuddin, MT sebagai Pembimbing Kedua yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini.

Prof. Dr. Didik J. Rachbini selaku Direktur Pascasarjana Universitas Mercu Buana atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan pendidikan program Magister di Universitas Mercu Buana.

Seluruh dosen Magister Teknik Elektro yang telah memberikan bekal bagi penulis melalui materi kuliah sehingga bermanfaat dan bernilai guna dalam penyempurnaan penulisan Tesis ini. Juga kepada seluruh tenaga Administrasi yang dengan baik telah melayani keperluan penulis selama menjalani studi di Universitas Mercu Buana.

Akhirnya dengan iringan doa semoga Alloh SWT memberikan pahala yang berlipat ganda atas segala amal baik yang telah diberikan kepada penulis. Semoga Tesis ini bermanfaat bagi penulis dan bagi semua pihak yang berkepentingan.

Jakarata, Juni 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PENGESAHAN TESIS</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	3
1.5 Sasaran.....	3
<b>BAB II STUDI LITERATUR</b>	
2.1. Tinjauan Singkat Penelitian Terdahulu .....	4
2.2. Sistem Kendali.....	6
2.3 Analisa Tanggapan Peralihan .....	6
2.4 <i>Fuzzy Logic</i> .....	8
2.4.1 Himpunan <i>Fuzzy</i> .....	8
2.4.2 Fungsi Anggota .....	9
2.4.3 <i>Fuzzy Inference System</i> .....	12
2.5 Arduino .....	13
2.5.1 Bagian - Bagian Arduino Uno .....	14
2.5.2 Perangkat Lunak IDE Arduino .....	15
2.6 XBee Pro S2B .....	15

2.6.1	Fitur-Fitur Xbee Pro S2B .....	16
2.6.2	XBee Usb Adapter dan <i>Software</i> X-CTU .....	16
2.7	Pemograman Matlab .....	17
2.8	Sensor DHT11 .....	18
2.9	<i>Greenhouse</i> .....	18
2.10	Hidroponik <i>Deep Flow Technique</i> .....	19
2.11	Pakcoy (Brassica Rapa L.) .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1.	Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.2.	Konsep Perancangan.....	22
3.3.	Sistem Secara Umum .....	22
3.3.1	Cara Kerja Sistem .....	23
3.4.	Pembuatan Sistem Perangkat Keras .....	24
3.5.	Perancangan <i>Fuzzy Logic Control</i> .....	25
3.5.1	<i>Fuzzy Logic Control</i> Suhu .....	26
3.5.2	<i>Fuzzy Logic Control</i> Kelembaban .....	35
3.6.	Perancangan Pada Simulink Matlab .....	44
3.7.	Perancangan Program Pada Mikrokontroller.....	47
3.8	Perancangan <i>Greenhouse</i> .....	49
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA</b>		
4.1	Pengujian Perangkat Keras .....	50
4.2	Pengujian Setiap Blok .....	50
4.2.1	Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT11) .....	50
4.2.2	Pengukuran Jarak Komunikasi Zigbee Pro S2B.....	51
4.2.3	Pengujian Rangkaian Pengatur Tegangan AC.....	53
4.3	Pengujian Seluruh Sistem.....	55
4.3.1	Pengontrolan Suhu dari 23 <sup>0</sup> C ke 27 <sup>0</sup> C.....	55
4.3.2	Pengontrolan Suhu dari 23 <sup>0</sup> C ke 26 <sup>0</sup> C .....	57
4.3.3	Pengontrolan Suhu dari 23 <sup>0</sup> C ke 25 <sup>0</sup> C .....	57
4.3.4	Pengontrolan Suhu dari 23 <sup>0</sup> C ke 24 <sup>0</sup> C .....	58
4.3.5	Pengontrolan Suhu dari 27 <sup>0</sup> C ke 24 <sup>0</sup> C .....	59

4.3.6 Pengontrolan Kelembaban > 75 % .....	59
4.4 Perbandingan Hasil dengan Peneliti Terkait .....	60
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran.....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	63
<b>LAMPIRAN</b>	



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kurva tanggapan sistem terhadap masukan tangga (step) .....	7
Gambar 2.2	<i>Input–output system</i> .....	8
Gambar 2.3	Himpunan <i>fuzzy</i> pada variabel error.....	9
Gambar 2.4	Representasi linier naik .....	10
Gambar 2.5	Representasi Linier Turun.....	10
Gambar 2.6	Kurva segitiga .....	11
Gambar 2.7	Kurva trapezium.....	11
Gambar 2.8	Daerah bahu pada variabel <i>error</i> .....	12
Gambar 2.9	Model FIS.....	13
Gambar 2.10	Bagian-bagian mikrokontroler arduino uno .....	14
Gambar 2.11	Jendela perangkat lunak IDE Arduino .....	15
Gambar 2.12	Modul XBee Pro S2B .....	16
Gambar 2.13	XBee usb adapter dan kabel mini usb .....	17
Gambar 2.14	Tampilan <i>software X_CTU</i> .....	17
Gambar 2.15	Sensor kelembaban DHT11 .....	18
Gambar 2.16	Ilustrasi rangkaian sistem <i>zig zag</i> pada DFT.....	19
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> pelaksanaan penelitian .....	21
Gambar 3.2	Blog diagram sistem .....	23
Gambar 3.3	Diagram koneksi perangkat keras .....	24
Gambar 3.4	Diagram alir kendali <i>fuzzy logic</i> .....	25
Gambar 3.5	Input dan output pengendali <i>fuzzy</i> .....	25
Gambar 3.6	Himpunan <i>fuzzy</i> untuk input variabel $e(t)$ .....	27
Gambar 3.7	Himpunan <i>fuzzy</i> untuk input variabel $\Delta e(t)$ .....	28
Gambar 3.8	Himpunan <i>fuzzy</i> untuk input variabel $u(t)$ .....	29
Gambar 3.9	Jendela matlab untuk membuka <i>fuzzy toolbox</i> .....	30
Gambar 3.10	FIS editor .....	31
Gambar 3.11	Penambahan input pada FIS editor .....	31
Gambar 3.12	Penyesuaian nama variabel .....	32



Gambar 3.13 Menyimpan file pada fis editor .....	32
Gambar 3.14 Membership <i>function editor</i> .....	32
Gambar 3.15 <i>Custom membership function</i> .....	33
Gambar 3.16 Hasil himpunan <i>fuzzy</i> NBk .....	33
Gambar 3.17 Himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>error</i> dan <i>derror</i> .....	34
Gambar 3.18 Himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>output</i> suhu .....	35
Gambar 3.19 <i>Rules editor</i> .....	35
Gambar 3.20 Himpunan <i>fuzzy</i> untuk <i>input</i> variabel $e(t)$ .....	36
Gambar 3.21 Himpunan <i>fuzzy</i> untuk <i>input</i> variabel $\Delta e(t)$ .....	37
Gambar 3.22 Himpunan <i>fuzzy</i> untuk <i>input</i> variabel $u(t)$ .....	37
Gambar 3.23 Jendela matlab untuk membuka <i>fuzzy toolbox</i> .....	39
Gambar 3.24 FIS editor .....	39
Gambar 3.25 Penambahan input pada fis editor .....	40
Gambar 3.26 Penyesuaian nama variabel .....	40
Gambar 3.27 Menyimpan file pada fis editor .....	40
Gambar 3.28 <i>Membership function editor</i> .....	41
Gambar 3.29 <i>Custom membership function</i> .....	41
Gambar 3.30 Hasil himpunan <i>fuzzy</i> N .....	42
Gambar 3.31 Himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>error</i> dan <i>derror</i> .....	43
Gambar 3.32 Himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>output</i> kelembaban .....	43
Gambar 3.33 <i>Rules editor</i> .....	44
Gambar 3.34 Simulink matlab .....	45
Gambar 3.35 <i>Simulink library browser</i> .....	45
Gambar 3.36 Simulink kendali suhu dan kelembaban menggunakan <i>fuzzy logic control</i> pada <i>greenhouse</i> .....	47
Gambar 3.37 Diagram alir program utama .....	48
Gambar 3.38 <i>Design greenhouse</i> .....	49
Gambar 4.1 Jarak pengukuran penerimaan sinyal data .....	53

Gambar 4.2	Sinyal kontrol 0%, 10 % dan 20 % .....	54
Gambar 4.3	Sinyal kontrol 30%, 60% dan 90% .....	55
Gambar 4.4	Grafik respon pengontrolan suhu 27 <sup>0</sup> C .....	55
Gambar 4.5	Grafik respon pengontrolan suhu 26 <sup>0</sup> C .....	57
Gambar 4.6	Grafik respon pengontrolan suhu 25 <sup>0</sup> C .....	57
Gambar 4.7	Grafik respon pengontrolan suhu 24 <sup>0</sup> C .....	58
Gambar 4.8	Grafik respon pengontrolan suhu 24 <sup>0</sup> C .....	59
Gambar 4.9	Grafik respon pengontrolan kelembaban > 75 % .....	60



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan penelitian .....	5
Tabel 2.2	Standar suhu dan kelembaban lingkungan tanaman .....	6
Tabel 2.3	Bagian-bagian mikrokontroler arduino uno .....	14
Tabel 2.4	Karakteristik Xbee .....	16
Tabel 3.1	Perbandingan penelitian .....	22
Tabel 3.2	Fungsi keanggotaan variabel <i>error</i> suhu .....	27
Tabel 3.3	Fungsi keanggotaan variabel <i>derror</i> suhu .....	29
Tabel 3.4	Fungsi keanggotaan variabel <i>output</i> suhu .....	29
Tabel 3.5	Aturan <i>fuzzy</i> untuk suhu .....	30
Tabel 3.6	Parameter himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>error</i> suhu .....	34
Tabel 3.7	Parameter himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>derror</i> suhu .....	34
Tabel 3.8	Parameter himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>output</i> suhu .....	34
Tabel 3.9	Fungsi keanggotaan variabel <i>error</i> kelembaban .....	36
Tabel 3.10	Fungsi keanggotaan variabel <i>derror</i> kelembaban .....	37
Tabel 3.11	Fungsi keanggotaan variabel <i>output</i> kelembaban .....	37
Tabel 3.12	Aturan <i>fuzzy</i> untuk kelembaban .....	38
Tabel 3.13	Parameter himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>error</i> kelembaban .....	42
Tabel 3.14	Parameter himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>derror</i> kelembaban .....	42
Tabel 3.15	Parameter himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>output</i> kelembaban .....	43
Tabel 3.16	Blok diagram yang digunakan pada simulink .....	46
Tabel 4.1	Hasil pengujian sensor DHT11 dengan <i>thermometer</i> raksa .....	51
Tabel 4.2	Hasil pengukuran komunikasi antar zigbee pro <i>outdoor</i> .....	52
Tabel 4.3	Hasil pengukuran komunikasi antar zigbee pro <i>indoor</i> .....	52
Tabel 4.2.	Pengaruh perubahan pemberian nilai sinyal kontrol terhadap tegangan pada beban .....	53
Tabel 4.3.	Karakteristik tanggapan sistem terhadap nilai setting suhu 27°C .	56
Tabel 4.4.	Karakteristik tanggapan sistem terhadap nilai setting suhu 26°C .	57
Tabel 4.5	Karakteristik tanggapan sistem terhadap nilai setting suhu 25°C .	58
Tabel 4.6	Karakteristik tanggapan sistem terhadap nilai setting suhu 24°C ..	58



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Perpustakaan Universitas Mercu Buana  
Kampus B Menteng Gedung Tedja Buana  
Jl. Menteng Raya No.29 Jakarta Pusat  
Telp : 021-31935454 ext. 4418

<http://mercubuana.ac.id>

<http://digilib.mercubuana.ac.id>