



TUGAS AKHIR – SF 141501

**RANCANG BANGUN SISTEM SENSOR PADA
OTOMASI *GREENHOUSE URBAN FARMING***

**MUHAMMAD BOBBY ELDION
NRP 1113 100 030**

**Dosen Pembimbing
Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.
Diky Anggoro M.Si.**

**DEPARTEMEN FISIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT – SF 141501

**DESIGN OF SENSOR SYSTEM ON AN URBAN
FARMING GREENHOUSE AUTOMATION**

**MUHAMMAD BOBBY ELDION
NRP 1113 100 030**

**Supervisor
Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.
Diky Anggoro M.Si.**

**DEPARTMENT OF PHYSICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

**LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN SISTEM SENSOR PADA OTOMASI
GREENHOUSE URBAN FARMING**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Instrumentasi
Program Studi S-1 Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

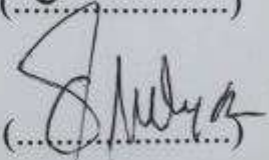
Oleh :
MUHAMMAD BOBBY ELDION
NRP 1113 100 030

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dr.Melania Suweni Muntini, M.T


(.....)

Diky Anggoro, M.Si


(.....)



RANCANG BANGUN SISTEM SENSOR PADA OTOMASI *GREENHOUSE URBAN FARMING*

Nama : Muhammad Bobby Eldion
NRP : 1113 100 030
Departemen : Fisika
Pembimbing : Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.
Diky Anggoro M. Si.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian dengan judul rancang bangun sistem sensor pada otomasi *greenhouse urban farming*. Penelitian dilakukan untuk membuat rancang bangun sistem sensor pada sebuah *greenhouse* dan menentukan algoritma otomasi *greenhouse*. Penelitian dilakukan pada sebuah *greenhouse* berukuran $16 \times 6m$ yang berlokasi di *Urban Farming* Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Alat yang digunakan berupa 4 modul mikrokontroler dan 12 modul sensor yang dihubungkan menggunakan kabel LAN. Dari hasil karakterisasi sensor, setiap sensor memiliki kemampuan yang berbeda berdasarkan dari variabel yang diakuisisi sensor tersebut. Pada proses akuisisi data yang dikirimkan pada mikrokontroler berjalan dengan baik menggunakan kabel LAN, walaupun lokasi antara mikrokontroler dengan modul sensor berjauhan. Berdasarkan data yang diperoleh desain sensor yang digunakan dapat menunjukkan waktu dimana otomasi sangat dibutuhkan.

Kata kunci : *Greenhouse, kelembaban, LAN, otomasi, tanah, temperatur, udara*

DESIGN OF SENSOR SYSTEM ON AN URBAN FARMING GREENHOUSE AUTOMATION

Name : **Muhammad Bobby Eldion**
NRP : **1113 100 030**
Department : **Physics**
Supervisor : **Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.**
Diky Anggoro M. Si.

ABSTRACT

This study was conducted to design of sensor system on an urban farming green house. It was done in order to design a sensor for greenhouse and determine the algorithm for greenhouse automation. The dimensions of greenhouse used in this study is $16 \times 6m$ located at the Urban Farming site of Sepuluh Nopember Institute of Technology, Surabaya. The tools are 4 microcontroller modules and 12 sensor modules connected using LAN cable. Based on the sensor characterization output, each sensor has different capabilities depending on the variable received by the sensor. During this receiving process, eventhough the microcontroller and sensor module are far from each other, data sent to microcontroller ran smoothly through LAN cable. According to the acquired data, sensor design used in this study is able to indicate the times at which automation may be required.

Keyword : air, automation, Greenhouse, humidity, LAN, soil, temperature

“halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, petunjuk serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul

“RANCANG BANGUN SISTEM SENSOR PADA OTOMASI *GREENHOUSE URBAN FARMING*”

Sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana (S1) Departemen Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ibu Inna Suerlin dan Alm Bapak Edy Darmawan yang telah memberikan yang terbaik kepada penulis dari kecil hingga dewasa.
2. Ibu Dr. Melania Suweni Muntini, M.T. dan Bapak Diky Anggoro M. Si. selaku dosen pembimbing serta dosen wali penulis atas segala bimbingan dan motivasinya serta saran yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Rekan satu tim *Greenhouse* di bawah yang telah membantu dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. demi kesempurnaan Tugas akhir ini.

Surabaya, Mei 2017

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN MUKA	i
COVER PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Temperatur	5
2.2 Perpindahan Panas	5
2.3 Kelembaban.....	6
2.4 <i>Greenhouse</i>	6
2.5 Jaringan Kabel UTP	8
2.6 Sensor DHT11.....	9

2.7 Sensor DS18B20	10
2.8 Sensor Soil Moisture	10
2.9 Mikrokontroler ATmega328P	10
2.10 Pembagi Tegangan	11
2.11 Akurasi	13
2.12 Presisi	13
2.13 Kalibrasi	14
2.14 Peletakan Sensor pada Otomasi <i>Greenhouse</i>	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Alat dan Bahan	17
3.2 Hasil Penelitian Sebelumnya	17
3.3 Karakterisasi Sensor	18
3.3.1 Akurasi Sensor	18
3.3.2 Presisi Sensor	22
3.4 Perancangan Sensor dan Mikrokontroler	23
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Karakterisasi DHT11	27
4.2 Karakterisasi DS18B20	30
4.3 Karakterisasi <i>Soil Moisture Sensor</i>	32
4.4 Grafik Temperatur dan Kelembaban Sebelum dan Sesudah Otomasi	34
4.5 Perbedaan Akuisisi Data Sensor Sebelum dan Sesudah Otomasi	42
4.6 Realisasi Program Otomasi <i>Greenhouse</i>	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47

5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	51
Karakterisasi Akurasi Sensor	51
Karakterisasi Presisi Sensor	54
Data Temperatur dan Kelembaban Sebelum dan Sesudah Otomasi	58
Grafik Temperatur dan Kelembaban Sebelum dan Sesudah Otomasi	106
Grafik Karakterisasi Temperatur Udara pada Sensor DHT11	122
Grafik Karakterisasi Kelembaban Udara pada Sensor DHT11	134
Grafik Karakterisasi Temperatur Tanah pada Sensor DS18B20	146
Grafik Karakterisasi Kelembaban Tanah pada Sensor <i>Soil Moisture</i>	158
Algoritma Otomasi <i>Greenhouse</i>	170
BIODATA PENULIS.....	183

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pembagian jenis-jenis jaringan berdasarkan luas areanya (Zunaidi, et al., 1978).....	9
Tabel 2.2 <i>Datasheet</i> mikrokontroler ATmega328/P (Atmel, 2016)	11

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tampilan luar <i>Greenhouse</i> yang terdapat pada lokasi <i>urban farming</i> Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. .	7
Gambar 2.2 Tampilan dalam <i>Greenhouse</i> yang terdapat pada lokasi <i>urban farming</i> Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.	8
Gambar 2.3 Peletakan sensor di dalam <i>Greenhouse</i> (Zulfa, 2017)	15
Gambar 3.1 Higrometer UNI-T yang digunakan sebagai acuan pengambilan data temperatur udara dan kelembaban udara.....	18
Gambar 3.2 Lampu halogen digunakan untuk memanaskan keadaan didalam box	19
Gambar 3.3 Termokopel tipe-K digunakan sebagai acuan untuk menentukan akurasi sensor temperatur tanah.....	20
Gambar 3.4 <i>Humidifier</i> mampu mengeluarkan uap air untuk melembabkan keadaan sekitarnya	21
Gambar 3.5 Higrometer tanah dapat membantu menentukan nilai akurasi dari sensor kelembaban tanah	21
Gambar 3.6 Rangkaian sensor pada mikrokontroler dengan menggunakan <i>datalogger shield</i>	23
Gambar 3.7 Diagram alir akuisisi data saat dilakukan otomasi ..	25
Gambar 4.1 Grafik akurasi pada karakterisasi pembacaan kelembaban udara pada sensor DHT11 area 1	27
Gambar 4.2 Grafik akurasi pada karakterisasi pembacaan temperatur udara pada sensor DHT11 area 2	28
Gambar 4.3 Grafik akurasi pada karakterisasi pembacaan temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 2	30
Gambar 4.4 Grafik akurasi pada karakterisasi pembacaan kelembaban tanah pada sensor <i>Soil Moisture Sensor</i> area 10	32
Gambar 4.5 Grafik temperatur udara selama tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017.....	34
Gambar 4.6 Grafik kelembaban udara selama tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017.....	35

Gambar 4.7 Grafik temperatur tanah selama tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017.....	36
Gambar 4.8 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017.....	37
Gambar 4.9 Grafik temperatur udara selama tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017.....	38
Gambar 4.10 Grafik kelembaban udara selama tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017.....	39
Gambar 4.11 Grafik temperatur tanah selama tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017.....	40
Gambar 4.12 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data akurasi sensor temperatur udara diambil pada tanggal 20 Mei 2017 pukul 16:00 selama 30 menit	51
Lampiran 2 Data akurasi sensor temperatur tanah diambil pada tanggal 20 Mei 2017 pukul 16:30 selama 30 menit	52
Lampiran 3 Data akurasi sensor kelembaban udara diambil pada tanggal 20 Mei 2017 pukul 17:00 selama 30 menit	52
Lampiran 4 Data akurasi sensor kelembaban tanah diambil pada tanggal 20 Mei 2017 pukul 17:30 selama 30 menit	53
Lampiran 5 Data presisi sensor temperatur udara diambil pada tanggal 21 Mei 2017 pukul 14:00.....	54
Lampiran 6 Data presisi sensor temperatur tanah diambil pada tanggal 21 Mei 2017 pukul 15:00.....	55
Lampiran 7 Data presisi sensor kelembaban udara diambil pada tanggal 21 Mei 2017 pukul 16:00.....	56
Lampiran 8 Data presisi sensor kelembaban tanah diambil pada tanggal 21 Mei 2017 pukul 17:00.....	57
Lampiran 9 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C	58
Lampiran 10 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %.....	60
Lampiran 11 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C	62
Lampiran 12 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %.....	64
Lampiran 13 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C	66
Lampiran 14 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %.....	68

Lampiran 15 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C.....	70
Lampiran 16 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %	72
Lampiran 17 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C.....	74
Lampiran 18 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %.....	76
Lampiran 19 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C.....	78
Lampiran 20 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %.....	80
Lampiran 21 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C.....	82
Lampiran 22 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %.....	84
Lampiran 23 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C.....	86
Lampiran 24 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %.....	88
Lampiran 25 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C	90

Lampiran 26 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %	92
Lampiran 27 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C	94
Lampiran 28 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %	96
Lampiran 29 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C	98
Lampiran 30 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %.....	100
Lampiran 31 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C	102
Lampiran 32 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %.....	104
Lampiran 33 Grafik temperatur udara selama tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 19:00 29 April 2017 hingga 06:00 30 April 2017	106
Lampiran 34 Grafik kelembaban udara selama tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 23:00 29 April 2017 hingga 04:00 30 April 2017	107
Lampiran 35 Grafik temperatur tanah selama tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 22:00 29 April 2017 hingga 09:00 30 April 2017	108
Lampiran 36 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 21:00 29 April 2017 hingga 08:00 30 April 2017	109

Lampiran 37 Grafik temperatur udara selama tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 17:00 30 April 2017 hingga 10:00 1 Mei 2017	110
Lampiran 38 Grafik kelembaban udara selama tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 16:00 30 April 2017 hingga 10:00 1 Mei 2017	111
Lampiran 39 Grafik temperatur tanah selama tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 19:00 30 April 2017 hingga 08:00 1 Mei 2017	112
Lampiran 40 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 18:00 30 April 2017 hingga 12:00 1 Mei 2017	113
Lampiran 41 Grafik temperatur udara selama tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 19:00 1 Mei 2017 hingga 05:00 2 Mei 2017	114
Lampiran 42 Grafik kelembaban udara selama tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 23:00 1 Mei 2017 hingga 04:00 2 Mei 2017	115
Lampiran 43 Grafik temperatur tanah selama tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 22:00 1 Mei 2017 hingga 07:00 2 Mei 2017	116
Lampiran 44 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 23:00 1 Mei 2017 hingga 07:00 2 Mei 2017	117
Lampiran 45 Grafik temperatur udara selama tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 17:00 2 Mei 2017 hingga 07:00 3 Mei 2017	118
Lampiran 46 Grafik kelembaban udara selama tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 18:00 2 Mei 2017 hingga 07:00 3 Mei 2017	119
Lampiran 47 Grafik temperatur tanah selama tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 18:00 2 Mei 2017 hingga 07:00 3 Mei 2017	120

Lampiran 48 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 18:00 2 Mei 2017 hingga 11:00 3 Mei 2017	121
Lampiran 49 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 1.....	122
Lampiran 50 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 2.....	123
Lampiran 51 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 3.....	124
Lampiran 52 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 4.....	125
Lampiran 53 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 5.....	126
Lampiran 54 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 6.....	127
Lampiran 55 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 7.....	128
Lampiran 56 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 8.....	129
Lampiran 57 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 9.....	130
Lampiran 58 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 10.....	131
Lampiran 59 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 11.....	132
Lampiran 60 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 12.....	133
Lampiran 61 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 1.....	134
Lampiran 62 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 2.....	135
Lampiran 63 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 3.....	136
Lampiran 64 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 4.....	137

Lampiran 65 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 5	138
Lampiran 66 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 6	139
Lampiran 67 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 7	140
Lampiran 68 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 8	141
Lampiran 69 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 9	142
Lampiran 70 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 10	143
Lampiran 71 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 11	144
Lampiran 72 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 12	145
Lampiran 73 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 1	146
Lampiran 74 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 2	147
Lampiran 75 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 3	148
Lampiran 76 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 4	149
Lampiran 77 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 5	150
Lampiran 78 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 6	151
Lampiran 79 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 7	152
Lampiran 80 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 8	153
Lampiran 81 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 9	154

Lampiran 82 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 10	155
Lampiran 83 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 11	156
Lampiran 84 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 12	157
Lampiran 85 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 1	158
Lampiran 86 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 2	159
Lampiran 87 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 3	160
Lampiran 88 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 4	161
Lampiran 89 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 5	162
Lampiran 90 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 6	163
Lampiran 91 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 7	164
Lampiran 92 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 8	165
Lampiran 93 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 9	166
Lampiran 94 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 10	167
Lampiran 95 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 11	168
Lampiran 96 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor <i>soil moisture</i> area 12	169

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyak contoh *Greenhouse* yang dibangun dengan biaya rendah. Seiring berjalannya waktu *greenhouse* mulai diberikan otomasi untuk sistem kontrolnya. Namun, pemberian otomasi tersebut menyebabkan biaya yang semakin tinggi, dibandingkan dengan hasil yang diperoleh. Banyak riset yang dilakukan, sehingga peralatan–peralatan penunjang otomasi seperti sensor dan mikrokontroler juga semakin mudah dijumpai di pasaran dengan harga yang lebih terjangkau. Hal tersebut mendukung terwujudnya *Greenhouse* terintegrasi sistem kontrol otomatis dengan biaya minimalis, sehingga efisiensi penanaman pada *Greenhouse* meningkat (Groener, et al., 2015).

Permintaan akan sayuran berkualitas dan bebas dari pestisida meningkat. Permintaan tersebut tidak mungkin dipenuhi dengan sistem pertanian konvensional. *Greenhouse* dibutuhkan untuk menjaga kualitas sayuran. *Greenhouse* dengan sistem kontrol otomatis di desain memiliki sistem penyiraman dengan pengaturan tertentu. Penyiraman sangat menentukan hasil panen dari biji yang ditanam. Penyiraman yang terkontrol, akan menghasilkan pertumbuhan tanaman yang seimbang. Sehingga waktu panen dapat dilakukan secara bersamaan pada *Greenhouse* yang sama (Hariadi, 2007).

Pada *Greenhouse* yang memiliki sistem otomasi, harus ada beberapa parameter yang akan dikontrol. Parameter yang dikontrol merupakan variabel-variabel yang berpengaruh terhadap lingkungan. Variabel yang akan dikontrol harus dapat dideteksi perubahan nilainya. Perubahan nilai variabel yang akan dikontrol dapat dideteksi dengan memasang sensor yang sesuai di beberapa titik. Penempatan dan pemilihan sensor bukanlah hal yang sederhana dan perlu dirancang dengan baik. Sistem sensor yang dibangun untuk otomasi *greenhouse* diperlukan agar otomasi

dapat berlangsung sesuai dengan kebutuhan tanaman, sehingga penelitian rancang bangun sistem sensor pada otomasi *greenhouse urban farming* perlu dilakukan (Yang, et al., 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dibahas, permasalahan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara membuat rancang bangun sistem sensor pada otomasi *Greenhouse*
2. Bagaimana cara menentukan algoritma otomasi *greenhouse*

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Sensor suhu dan kelembaban udara yang digunakan adalah DHT11
2. Sensor suhu tanah yang digunakan adalah DS18B20
3. Sensor kelembaban tanah yang digunakan adalah *soil moisture* sensor
4. *Greenhouse* yang akan diotomasi berukuran 16×6 meter dan berada pada -7.285444 LU, 112.798250 LS.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk membuat rancang bangun sistem sensor pada otomasi *Greenhouse*
2. Untuk menentukan algoritma otomasi *greenhouse*

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memaksimalkan usia pertumbuhan pada tanaman dengan meningkatkan kemampuan sensor untuk mengirim data ke mikrokontroler

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan makalah tugas akhir ini terdiri dari abstrak yang berisi ringkasan dari penelitian. Bab I pendahuluan yang memuat latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian serta sistematika penulisan. Bab II tinjauan pustaka memuat tentang teori-teori pendukung yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Bab III metodologi penelitian memuat tentang metode yang digunakan dalam penelitian. Bab IV hasil penelitian dan pembahasan berisi tentang hasil data dan pengolahan data serta analisis data. Bab V kesimpulan dan saran.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Temperatur

Kemampuan manusia terhadap rangsangan temperatur dapat memberi tahu tentang perbedaan antara panas dan dingin. Indera perangsang tidak dapat memberitahu secara pasti tingkat panas suatu kondisi. Hal ini berbeda dengan sensor yang dapat memberikan informasi perubahan temperatur dengan baik (Tipler & Mosca, 2008).

Benda akan mengalami perubahan sifat ketika mengalami perubahan temperatur. Sifat-sifat tersebut diantaranya adalah volume cairan, panjang sebuah tongkat, hambatan listrik sebuah kawat, tekanan sebuah gas pada volume konstan, volume gas pada tekanan konstan dan warna sebuah kawat pijar. Berdasarkan sifat-sifat ini dibuat alat pengukur temperatur yang disebut termometer. (Serway & Jewett, Jr., 2008).

Bila dalam suatu sistem terdapat gradien temperatur, atau bila ada dua sistem dengan temperatur yang berbeda bersinggungan, maka akan terjadi perpindahan panas. Proses panas dipindahkan diantara sebuah sistem dan sekelilingnya. Perbedaan temperatur antara sistem dan sekelilingnya disebut panas (Incropera & Witt, 1981).

2.2 Perpindahan Panas

Perpindahan panas secara perambatan atau konduksi adalah perpindahan panas pada suatu bagian benda padat ke bagian lain dari benda padat yang sama, atau dari benda padat yang satu ke benda padat yang lain karena terjadi persinggungan fisik atau menempel tanpa terjadinya perpindahan molekulmolekul dari benda padat itu sendiri (Incropera & Witt, 1981).

Konveksi adalah perpindahan panas melalui media gas atau cairan seperti udara di dalam es dan air yang dipanaskan di dalam ceret. Contoh dari konveksi adalah udara yang bersinggungan

dengan pipa-pipa evaporator yang dingin di dalam lemari. Udara mengambil panas, udara akan merenggang dan menjadi ringan, kemudian mengalir lagi ke atas sampai udara bersinggungan lagi dengan pipa evaporator (Incropera & Witt, 1981).

Perpindahan panas secara pancaran atau radiasi adalah perpindahan panas suatu benda ke benda yang lain melalui gelombang elektromagnetik tanpa medium perantara. Bila pancaran panas menimpa suatu bidang, sebagian dari panas pancaran yang diterima benda tersebut akan dipancarkan kembali (*re-radiated*), dipantulkan (*reflected*) dan sebagian dari panas akan diserap (Incropera & Witt, 1981).

2.3 Kelembaban

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi, maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban mutlak adalah kandungan uap air (dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya) per satuan volume. Kelembaban nisbi merupakan perbandingan antara kandungan /tekanan uap air aktual dengan kapasitas udara untuk menampung uap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air (pada keadaan jenuh) ditentukan oleh temperatur udara. Defisit tekanan uap air adalah selisih antara tekanan uap jenuh dengan tekanan uap aktual. Masing-masing pernyataan kelembaban udara tersebut mempunyai arti dan fungsi tertentu berdasarkan masalah yang dibahas (Hariadi, 2007).

2.4 Greenhouse

Greenhouse merupakan sebuah bangunan tempat budidaya tanaman dengan pengaturan beberapa variabel di dalamnya. Pengaturan dilakukan agar kebutuhan tumbuh kembang tanaman dapat terpenuhi. Variabel-variabel pokok yang perlu diatur dalam *Greenhouse* yaitu temperatur dan kelembaban. Penanganan lain yang diberikan kepada obyek tanam dalam *Greenhouse* antara

lain penyiraman, pemupukan, dan pemberantasan hama dan penyakit (Ziapour & Hashtroudi, 2016).



Gambar 2.1 Tampilan luar *Greenhouse* yang terdapat pada lokasi *urban farming* Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.



Gambar 2.2 Tampilan dalam *Greenhouse* yang terdapat pada lokasi *urban farming* Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pengendalian variabel-variabel lingkungan, seperti temperatur dan kelembaban pada *greenhouse* pada umumnya dilakukan secara manual oleh pekerja. Pengendalian variabel-variabel secara otomatis dan terus-menerus dapat dilakukan dengan mudah karena perkembangan teknologi sensor dan mikrokontroler yang semakin murah. Salah satu pengaturan yang sangat diperlukan adalah sistem penyiraman secara otomatis. Penyiraman tanaman akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman, sehingga pengendalian iklim *greenhouse* sebaiknya diatur sehingga dapat mengikuti kebutuhan tanaman (Ziapour & Hashtroudi, 2016).

2.5 Jaringan Kabel UTP

Pembuatan suatu jaringan membutuhkan beberapa perangkat sebagai pendukung. Perangkat-perangkat tersebut bergantung pada bagaimana bentuk jaringan yang dibuat.

Biasanya jaringan seperti ini dimanfaatkan untuk berbagi data dari suatu komputer ke komputer lainnya maupun perangkat lainnya yang memungkinkan (Zunaidi, et al., 1978).

Jaringan-jaringan ini dapat dibagi menjadi beberapa jenis. Jenis pertama dikelompokkan berdasarkan luas areanya. Jenis kedua dikelompokkan berdasarkan media yang digunakan untuk menghantarkan, dan yang terakhir dikelompokkan berdasarkan pola pengoperasian. Pembagian luas area pada setiap jaringan dapat dibagi, sebagai berikut (Zunaidi, et al., 1978):

Tabel 2.1 Pembagian jenis-jenis jaringan berdasarkan luas areanya (Zunaidi, et al., 1978)

Jaringan	Jarak (meter)	Contoh Area
LAN	10 ~ 1000	Rumah/Gedung
MAN	10000 ~ 100000	Kota
WAN	Diatas 100000	Negara

2.6 Sensor DHT11

DHT11 merupakan sensor digital yang digunakan untuk mengukur kelembaban dan temperatur. Sensor ini terbuat dari bahan keramik komposit yang telah dikalibrasi sehingga dapat menghasilkan sinyal output untuk menyatakan nilai kelembaban dan temperatur. DHT11 memiliki sistem resistif untuk mendeteksi kelembaban dari komponen yang basah, dan alat ukur temperatur berbasis NTC (*Negative Temperature Coefficient*). Sensor ini membutuhkan daya masukan sebesar 3,5~5 Volt (Aosong(Guangzhou) Electronics Co.,Ltd., 2003).

DHT11 bekerja berdasarkan pola sinyal respon yang diterima. DHT11 memberikan sinyal *start* yang akan diterima oleh bahan kapasitif, kemudian dari bahan kapasitif tersebut muncul sinyal dengan pola *high* dan *low*. Jika arus yang dikeluarkan dari bahan tersebut dapat bertahan selama lebih dari 70 μ s, maka DHT11 membaca pola tersebut sebagai pola *high*. Jika arus yang dikeluarkan bertahan kurang dari 70 μ s, maka

DHT11 membaca pola tersebut sebagai pola *low*. Setelah DHT11 memperoleh 8 pola, pola tersebut dikirimkan ke mikrokontroler dalam bentuk data bilangan biner. Data tersebut akan diolah sebagai nilai kelembaban dan temperatur.

2.7 Sensor DS18B20

DS18B20 merupakan sensor temperatur dengan pengukuran dalam satuan *celcius* $9bit \sim 12bit$. Sensor ini memerlukan satu kabel untuk mengirimkan data temperatur. DS18B20 merupakan sensor digital dengan *range* pengukuran temperatur $-55^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ dan akurasi $\pm 0.5^{\circ}C$. DS18B20 dapat diaplikasikan untuk kontrol temperatur, sistem industri, dan termometer (Maxim Integrated Products, Inc., 2015).

2.8 Sensor Soil Moisture

Sensor *soil moisture* merupakan sensor analog. Data yang diberikan berupa tegangan dengan rentang tertentu. Sensor ini merupakan sensor yang bersifat kapasitif. Nilai kapasitansi akan menentukan perubahan tegangan sebagai *input* pada mikrokontroler. Akuisisi data tegangan memerlukan pembagian tegangan. Pembagian tegangan memerlukan perbedaan impedansi. Impedansi memerlukan arus bolak balik yang dapat dibuat dengan menggunakan rangkaian osilator pada sensor *soil moisture*. Karakter dari sensor ini bergantung jumlah *bit* pada mikrokontroler yang digunakan (Lee, 2013).

2.9 Mikrokontroler ATmega328P

ATmega328/P merupakan mikrokontroler CMOS 8-bit dengan daya rendah. Pada mikrokontroler ini telah diberikan 32 perintah dasar secara umum. Semua perintah dasar tersebut langsung terhubung pada *Arithmetic Logic Unit* (ALU), yang menyebabkan dua input sekaligus dapat diproses dalam satu *loop* waktu. Hasil akhir dari mikrokontroler ini menunjukkan keluaran sepuluh kali lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler CISC pada umumnya. Pada mikrokontroler ini, program yang

sebelumnya telah dimasukkan dapat diprogram ulang kembali (Atmel, 2016).

Tabel 2.2 *Datasheet* mikrokontroler ATmega328/P (Atmel, 2016)

Fitur	ATmega328/P
Jumlah Pin	28/32
<i>Flash</i> (Bytes)	32K
SRAM(Bytes)	2K
EEPROM(Bytes)	1K
<i>General Purpose I/O s</i>	23
SPI	2
TWI(I ² C)	1
USART	1
ADC	10-bit 15kSPS
<i>ADC Channels</i>	8
<i>8-bit Timer/Counters</i>	2
<i>16-bit Timer/Counters</i>	1

2.10 Pembagi Tegangan

Rangkaian elektronik seri atau paralel banyak digunakan untuk berbagai kebutuhan. Sebagai contoh jika ada suatu rangkaian listrik dengan loop satu dan memiliki dua hambatan yang dipasang secara seri, selama arus yang sama masih melewati mereka, maka dapat diterapkan hukum ohm, yaitu:

$$v_1 = iR_1, v_2 = iR_2 \quad (1)$$

bila prinsip KVL diterapkan pada loop tersebut (loop arahnya mengikuti arah jarum jam), maka:

$$-v + v_1 + v_2 = 0 \quad (2)$$

dengan mengkombinasikan persamaan (1) dan persamaan (2), maka didapati:

$$v = v_1 + v_2 = i(R_1 + R_2) \quad (3)$$

atau bisa dipersingkat sebagai:

$$v = iR_{eq} \quad (4)$$

sehingga bisa dikatakan bahwa nilai ekivalen dari suatu resistansi berdasarkan jumlah resistor yang terhubung pada rangkaian seri adalah jumlah total dari nilai pada setiap resistansinya. Rangkaian seri dapat dituliskan dalam persamaan:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{n=1}^N R_n \quad (5)$$

dan untuk menentukan tegangan pada setiap hambatan bisa dituliskan sebagai:

$$v_x = \frac{R_x}{R_x + R_y} \cdot v_s \quad (6)$$

Jika ada dua resistor yang dipasang secara paralel dan memiliki sumber tegangan yang sama, maka mengaplikasikan hukum KCL, diperoleh persamaan:

$$i_1 + i_2 = i \quad (7)$$

dan dengan mensubstitusikan persamaan (1) dan persamaan (7), maka didapatkan:

$$i = \frac{v}{R_1} + \frac{v}{R_2} = v \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right] = \frac{V}{R_{eq}} \quad (8)$$

dengan R_{eq} adalah resistansi ekivalen dari setiap resistor pada rangkaian paralel, persamaan (8) dapat dituliskan sebagai:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (9)$$

sehingga bisa dikatakan bahwa dua resistor yang dipasang secara paralel adalah sama dengan hasil kali resistansinya dibagi dengan

jumlah resistansi. Sebuah resistor yang ekuivalen, memiliki tegangan yang sama sehingga dapat dituliskan sebagai:

$$v = iR_{eq} = \frac{iR_1R_2}{R_1 + R_2} \quad (10)$$

maka, jika dikombinasikan dengan persamaan (1) akan menjadi:

$$i_1 = \frac{R_2i}{R_1 + R_2} \quad (11)$$

Persamaan (5) dan persamaan (10) menunjukkan bahwa nilai sebuah resistansi pada suatu rangkaian yang dipasang secara seri akan menyebabkan hambatan rangkaian tersebut bertambah, sedangkan pada suatu rangkaian paralel, hal yang terjadi adalah sebaliknya (Alexander & Sadiku, 2013).

2.11 Akurasi

Akurasi dari sebuah pengukuran merupakan seberapa dekatkah nilai yang terbaca dari pengukuran dengan nilai yang diharapkan. Akurasi menunjukkan sebuah pembacaan yang mungkin salah dan lebih sering disebut sebagai presentase total dari sebuah pengukuran. Sebagai contoh, pada skala pengukuran antara 0 hingga 10 *bar* menunjukkan akurasi $\pm 1.0\%$. Sehingga nilai *error* maksimal adalah 0.1 *bar*. Hal tersebut menunjukkan ketika pengukuran menunjukkan nilai 1.0 *bar*, kemungkinan *error* yang muncul pada pengukuran ini adalah 10% dari nilai tersebut. Berdasarkan hal tersebut, jika kita akan melakukan pengukuran dengan perkiraan nilai keluaran antara 0 dan 1 *bar*, sebaiknya kita tidak menggunakan alat ukur dengan ukuran 0 hingga 10 *bar* (Morris, 2001).

2.12 Presisi

Presisi menunjukkan seberapa dekat hasil dari serangkaian pengukuran antara satu sama lain. Jika data dalam jumlah yang banyak diambil dengan jumlah yang sama pada pengukuran pada presisi tinggi, maka persebaran data pada pembacaan akan semakin kecil. Presisi sering kali disalah artikan dengan akurasi.

Nilai presisi yang tinggi tidak akan mempengaruhi akurasi pada pengukuran tersebut (Morris, 2001).

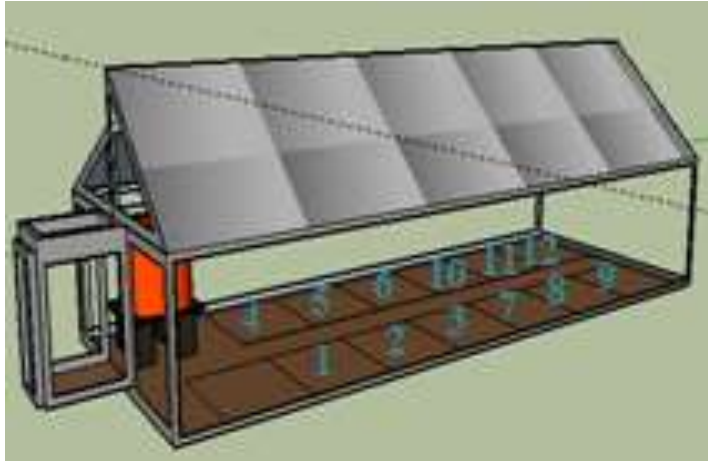
Aturan dari sebuah pengulangan menunjukkan kedekatan dari keluaran pembacaan ketika input yang sama diberikan secara terus menerus, dengan kondisi pengukuran yang sama, pengamat yang sama, dan kondisi yang sama. Jika nilai keluaran yang muncul selalu sama, maka dapat dikatakan alat ukur tersebut memiliki nilai presisi yang tinggi (Morris, 2001).

2.13 Kalibrasi

Kalibrasi merupakan hal yang sangat penting dalam sistem pengukuran. Kalibrasi dilakukan untuk menyesuaikan nilai keluaran pada sebuah pengambilan data yang disebabkan oleh beberapa faktor. Untuk mendapatkan nilai yang semakin sesuai dengan nilai yang diharapkan, kalibrasi dapat dilakukan secara terus menerus. Kalibrasi biasanya dilakukan dengan melihat *error* yang dihasilkan dari sebuah pembacaan dengan nilai yang diharapkan (Morris, 2001).

2.14 Peletakan Sensor pada Otomasi *Greenhouse*

Peletakan sensor didalam sebuah *Greenhouse* yang memiliki sistem otomasi, akan bergantung pada kemampuan aktuator saat mengontrol variabel-variabel seperti temperatur dan kelembaban di dalam *Greenhouse*. Sebelum perancangan node sensor, terlebih dahulu dilakukan analisa penempatan sensor dan aktuator yang akan digunakan. Langkah pertama adalah menguji jangkauan aktuator *sprayer* dan kipas. *Sprayer* dinyalakan dan diukur luasan siraman yang diberikan. Kemudian dicatat hasil yang diperoleh. Setelah mendapatkan hasil untuk *sprayer*, kemudian kipas dinyalakan dan dihitung jangkauan dari kipas. Di dalam *Greenhouse* terdapat 12 *line* bagian utara dan 13 *line* bagian selatan dengan jarak antar *line* adalah 1 meter. Pada bagian selatan, satu *line* terdepan tidak digunakan untuk menanam tanaman (Zulfa, 2017).



Gambar 2.3 Peletakan sensor di dalam *Greenhouse* (Zulfa, 2017)

Dari hasil pengukuran, *sprayer* dapat menjangkau luasan dua *line* tanaman. Sedangkan kipas dapat menjangkau tiga *line* tanaman dengan syarat kipas diletakkan ditengah *line*. Sehingga sensor dapat diletakkan diantara dua *line* tanaman. Skema peletakan sensor dapat dilihat pada **Gambar 2.3** (Zulfa, 2017).

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Pada pembuatan sistem sensor pada otomasi *Greenhouse* diperlukan alat dan bahan sebagai berikut:

- 4 buah *power supply*
- 4 buah mikrokontroler ATMega328/P
- 4 buah *datalogger*
- 12 buah sensor DHT11
- 12 buah sensor DS18B20
- 12 buah sensor *soil moisture*
- 24 buah *port female* RJ45
- 24 buah *jack male* RJ45
- 100 meter kabel RJ45
- 1 buah *humidifier*
- 1 buah *dehumidifier*
- 1 buah lampu halogen
- 1 buah *box* karakterisasi
- 1 buah termokopel
- 1 buah termometer dan higrometer udara
- 1 buah higrometer tanah

3.2 Hasil Penelitian Sebelumnya

Penelitian tugas akhir ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya yang berjudul Optimasi Persebaran Suhu dan Kelembaban pada Iklim Mikro *Greenhouse* untuk Pertumbuhan Tanaman. Jumlah sensor yang digunakan untuk setiap variabel yang di akuisisi adalah 12. Akuisisi data kelembaban dan temperatur udara digunakan 12 sensor DHT11. Untuk akuisisi data temperatur tanah diperlukan 12 sensor DS18B20. Akuisisi data kelembaban tanah diperlukan 12 sensor *soil moisture*. Area di dalam *Greenhouse* yang digunakan sebagai lokasi penelitian dibagi menjadi 12 bagian. Setiap bagiannya

masing-masing akan diletakkan satu buah sensor dari setiap jenis sensor yang digunakan.

3.3 Karakterisasi Sensor

3.3.1 Akurasi Sensor



Gambar 3.1 Higrometer UNI-T yang digunakan sebagai acuan pengambilan data temperatur udara dan kelembaban udara

Pada pengambilan data untuk mengetahui akurasi dari sebuah sensor dilakukan beberapa langkah berikut.

1. Pengambilan data pertama dilakukan untuk mengetahui akurasi sensor saat membaca data temperatur udara yang dilakukan dalam box tertutup. Temperatur awal yang digunakan adalah 28°C kemudian temperatur dinaikkan dengan memanaskan udara di dalam box dengan memanfaatkan panas dari lampu halogen. Hasil pembacaan sensor diamati dan dicatat setiap kenaikan temperatur sebesar 2°C hingga temperatur mencapai 40°C .



Gambar 3.2 Lampu halogen digunakan untuk memanaskan keadaan didalam box

2. Lampu halogen dinonaktifkan dan temperatur udara dibiarkan menurun. Nilai temperatur hasil pembacaan sensor dicatat untuk setiap penurunan 2°C . Hal tersebut dilakukan terus menerus hingga temperatur mencapai 28°C . Langkah berikutnya adalah menentukan akurasi sensor temperatur tanah. Langkah yang sama pada pengambilan data sebelumnya, namun batas temperaturnya diubah menjadi 28°C hingga 34°C .



Gambar 3.3 Termokopel tipe-K digunakan sebagai acuan untuk menentukan akurasi sensor temperatur tanah

3. Penentuan akurasi dari sensor kelembaban udara digunakan sebuah *humidifier* untuk meningkatkan kelembaban area sekitar dan sebuah *dehumidifier* untuk mengurangnya dibantu dengan pemanasan dari lampu halogen. Mula-mula kelembaban berada pada kondisi 70% kemudian kelembaban dinaikkan hingga peningkatan 5% pengamatan ini dibantu dengan higrometer udara. Kemudian nilai kelembaban yang muncul pada sensor kelembaban udara dicatat. Pengambilan data ini diulangi hingga kelembaban mencapai 90%.



Gambar 3.4 *Humidifier* mampu mengeluarkan uap air untuk melembabkan keadaan sekitarnya

4. *Humidifier* dinonaktifkan, dan lampu halogen diaktifkan serta *dehumidifier* diletakkan didalam box guna mengurangi kelembaban yang ada. Kemudian dilakukan pengamatan dan kelembaban yang terbaca pada sensor dicatat setiap penurunan 5% hingga kelembaban kembali menjadi 70%.



Gambar 3.5 Higrometer tanah dapat membantu menentukan nilai akurasi dari sensor kelembaban tanah

5. Langkah yang sama dilakukan kembali namun kali ini dilakukan untuk menentukan kelembaban tanah dengan

menggunakan sensor kelembaban tanah dan dengan bantuan higrometer tanah. Setelah semua data diperoleh dilakukan perhitungan nilai akurasi(A) dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

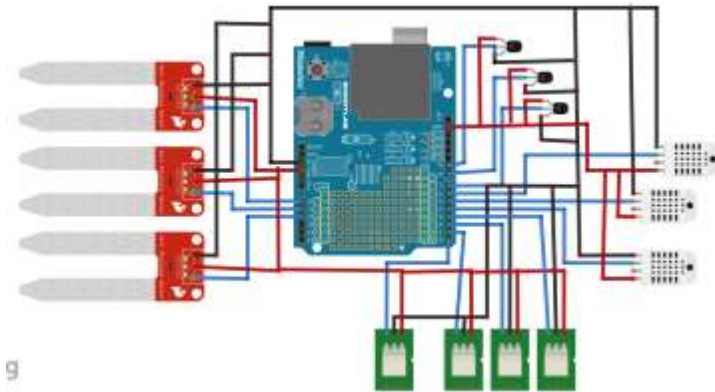
$$A = 100\% - \left| \frac{N \text{ Ekspektasi} - N \text{ Terbaca}}{N \text{ Ekspektasi}} \right| \times 100\%$$

3.3.2 Presisi Sensor

Karakterisasi dilanjutkan dengan menentukan presisi dari masing-masing sensor yang akan digunakan pada penelitian ini. Untuk setiap sensor dilakukan pengambilan data dengan pembacaan nilai yang tetap/konstan baik kelembaban maupun temperatur. Kemudian diamati dan dicatat data yang muncul setiap jeda 5 menit. Pengambilan data dilakukan mulai dari menit ke-0 hingga menit ke-60. Kemudian dari data yang diperoleh dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai presisi(P) sensor dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = 100\% - \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

3.4 Perancangan Sensor dan Mikrokontroler

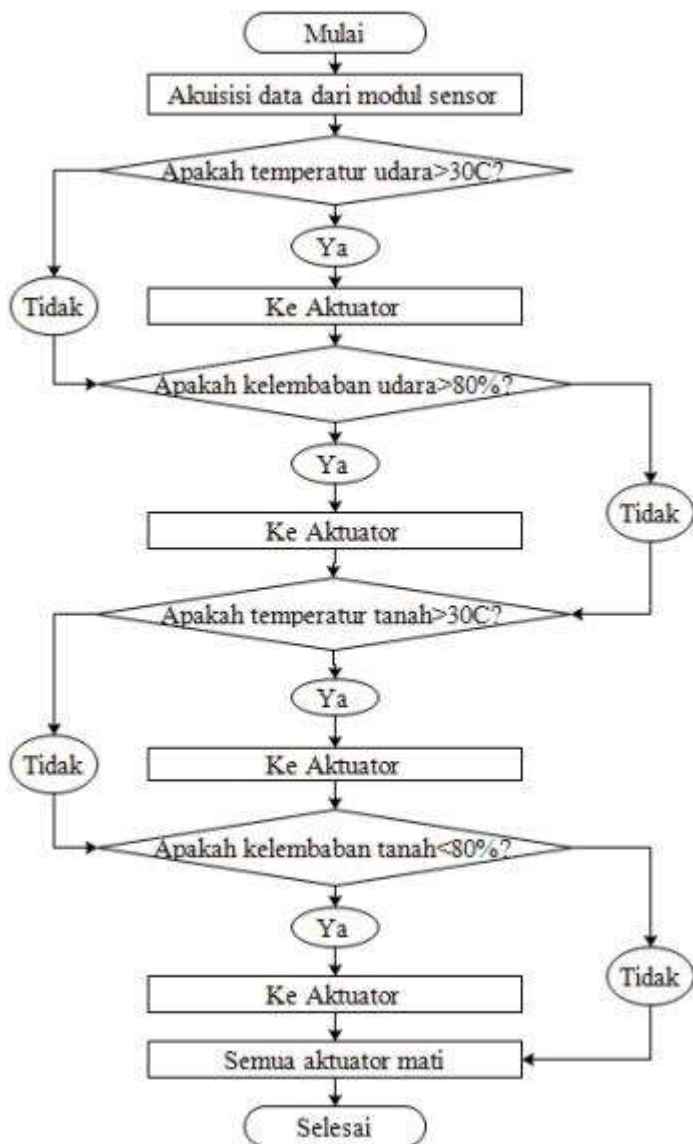


Gambar 3.6 Rangkaian sensor pada mikrokontroler dengan menggunakan *datalogger shield*

Pada penelitian ini, akan dibuat dua jenis modul. Modul pertama merupakan modul sensor. Pada modul sensor terdapat masing-masing satu buah sensor untuk setiap jenisnya (DHT11, DS18B20, *Soil Moisture*) dan sebuah *relay*. Sebagai sarana untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, pada modul sensor digunakan satu *port female* RJ-45, yang akan dihubungkan pada pin data setiap sensor dan sisanya dihubungkan secara paralel untuk VCC dan *ground*.

Pada pembuatan modul mikrokontroler, diperlukan tiga buah *port female* RJ-45 untuk menghubungkan pin pada mikrokontroler dengan *relay* dan sensor yang sudah ditentukan. Pada penempatan pin, sensor dibagi menjadi dua bagian, yakni sensor dengan data analog dan sensor dengan data keluaran digital. Pada modul mikrokontroler digunakan juga satu buah *relay* yang terkoneksi langsung dengan mikrokontroler. Setelah itu dibuat sambungan dengan menggunakan kabel UTP jenis LAN dengan panjang sesuai kebutuhan pada setiap area yang akan diambil datanya. Pada pembuatan kabel ini diperlukan dua buah *port male* RJ-45 dan sebuah *crimping tool* untuk

menyambungkan *port male* RJ-45 dengan kabel UTP LAN. Setelah itu, modul sensor dan modul mikrokontroler dihubungkan dengan menggunakan kabel tersebut, dengan catatan, satu modul mikrokontroler dapat menampung hingga tiga buah modul sensor. Sebelum dihubungkan pada *power supply*, mikrokontroler diprogram terlebih dahulu dengan menggunakan alur pemrograman pada **Gambar 3.7**.



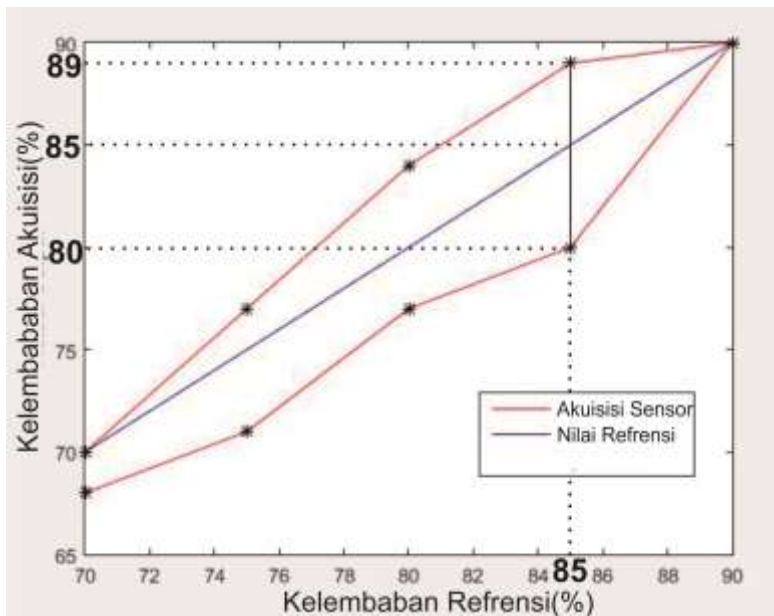
Gambar 3.7 Diagram alir akuisisi data saat dilakukan otomasi

“halaman ini sengaja dikosongkan”

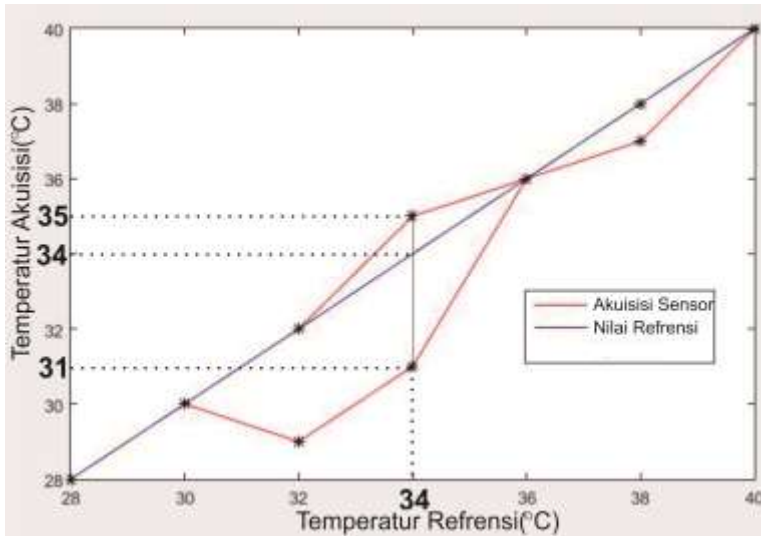
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi DHT11

Karakterisasi DHT11 telah dilakukan dan diperoleh data akurasi dari 12 area. Akuisisi data dilakukan pada tanggal 20 Mei 2017 pukul 16:00 selama 30 menit secara bersamaan.



Gambar 4.1 Grafik akurasi pada karakterisasi pembacaan kelembaban udara pada sensor DHT11 area 1



Gambar 4.2 Grafik akurasi pada karakterisasi pembacaan temperatur udara pada sensor DHT11 area 2

Berdasarkan **Gambar 4.1** dan **Gambar 4.2**, terdapat perbedaan nilai yang cukup jauh antara data yang diperoleh saat suhu dan kelembaban ditingkatkan dengan data suhu dan kelembaban saat diturunkan. Perbedaan temperatur yang diperoleh berbeda hingga 3°C dari temperatur yang seharusnya, sedangkan kelembaban berbeda hingga 3% dari kelembaban yang seharusnya terbaca. Perlu diingat kembali, bahwa DHT11 merupakan sensor yang terbuat dari bahan keramik. Bahan keramik memiliki porositas (daya serap air) yang sangat tinggi. Jika sensor DHT11 merespon suatu kelembaban yang cukup tinggi, maka ketika kelembaban diturunkan DHT11 akan membutuhkan waktu lebih untuk menentukan nilai keluaran yang tepat. Hal tersebut, dapat mempengaruhi karakterisasi ini.

Berbeda dengan sebelumnya, ketika DHT11 digunakan untuk mengukur suatu temperatur, sensor akan cenderung stabil. Hal tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.2**. pada saat temperatur diturunkan akuisisi nilai temperatur yang diperoleh dari DHT11

tampak lebih stabil dibandingkan dengan akuisisi data kelembaban pada saat diturunkan pada **Gambar 4.1**.

Hasil karakterisasi presisi DHT11 menunjukkan nilai diatas 99% secara keseluruhan. Sebagai contoh diambil data temperatur pada area 1.

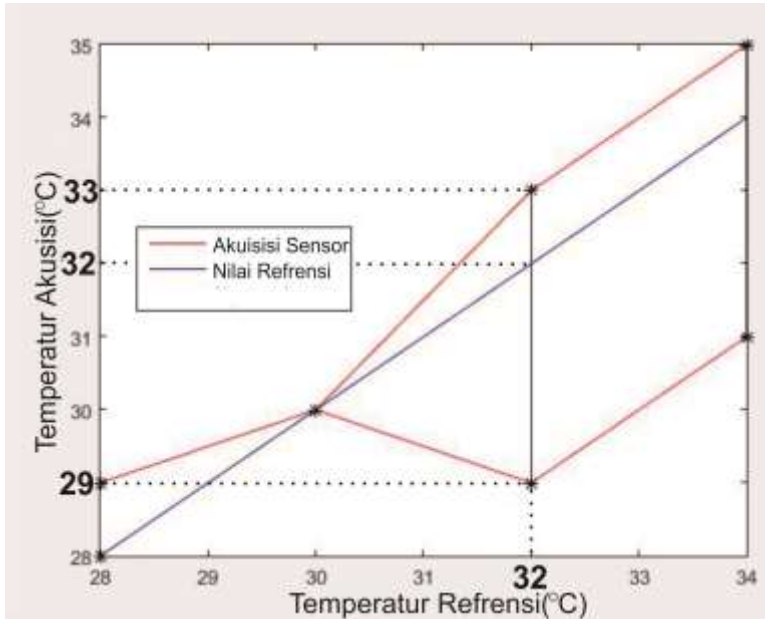
Diperoleh rata-rata temperatur $\bar{T} = 28,76^{\circ}\text{C}$ pada cacah pengukuran $n = 13$, kemudian dilakukan perhitungan presisi(P) dengan persamaan

$$P = 100\% - \sqrt{\frac{\sum(T - \bar{T})^2}{n - 1}}$$

Sehingga $P = 99,20\%$, data selengkapnya dapat dilihat di **Lampiran 5** dan **Lampiran 7**.

4.2 Karakterisasi DS18B20

Karakterisasi DS18B20 telah dilakukan dan diperoleh data akurasi dari 12 area. Akuisisi data dilakukan pada tanggal 20 Mei 2017 pukul 16:30 selama 30 menit secara bersamaan..



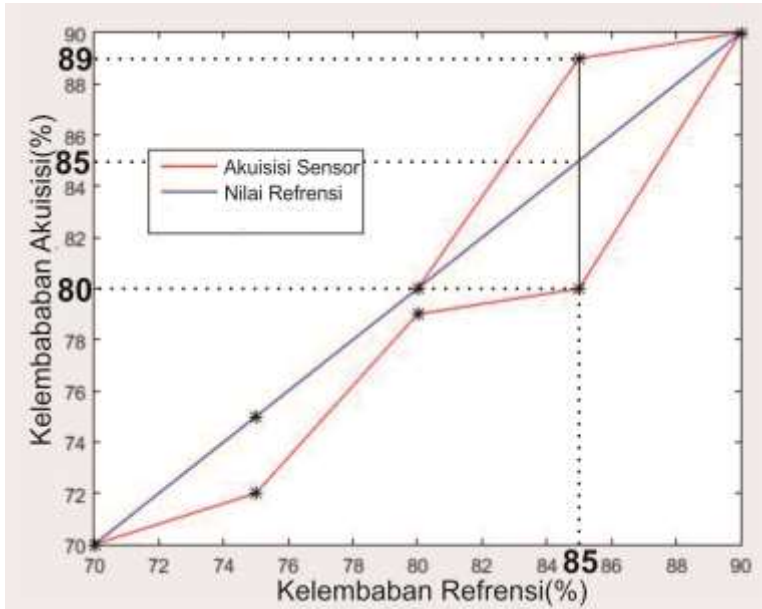
Gambar 4.3 Grafik akurasi pada karakterisasi pembacaan temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 2

Pada karakterisasi DS18B20 data yang diperoleh saat temperatur dinaikkan cukup berbeda dibandingkan ketika temperatur diturunkan. Ketika temperatur dinaikkan nilai yang terbaca jauh berbeda dari nilai yang semestinya muncul hingga 1,5°C, sedangkan pada saat temperatur diturunkan nilai yang terbaca hanya memiliki perbedaan hingga 1°C dari nilai yang semestinya muncul. Hal tersebut disebabkan karena sensor DS18B20 diberikan perlindungan *waterproof*, sehingga sensor tidak mengalami kerusakan ketika sedang dilakukan penyiraman. Penambahan pelindung tersebut dapat mempengaruhi data yang

diakuisisi oleh sensor. Namun ketika akuisisi data telah berjalan, data yang diakuisisi kemudian akan menjadi lebih stabil. Pengujian tingkat presisi sensor ini juga menunjukkan data yang stabil, karena tidak banyak mengalami perubahan. Hal tersebut dapat dilihat pada **Lampiran 6**.

4.3 Karakterisasi *Soil Moisture Sensor*

Karakterisasi *Soil Moisture* telah dilakukan dan diperoleh data akurasi dari 12 area. Akuisisi data dilakukan pada tanggal 20 Mei 2017 pukul 17:30 selama 30 menit secara bersamaan.



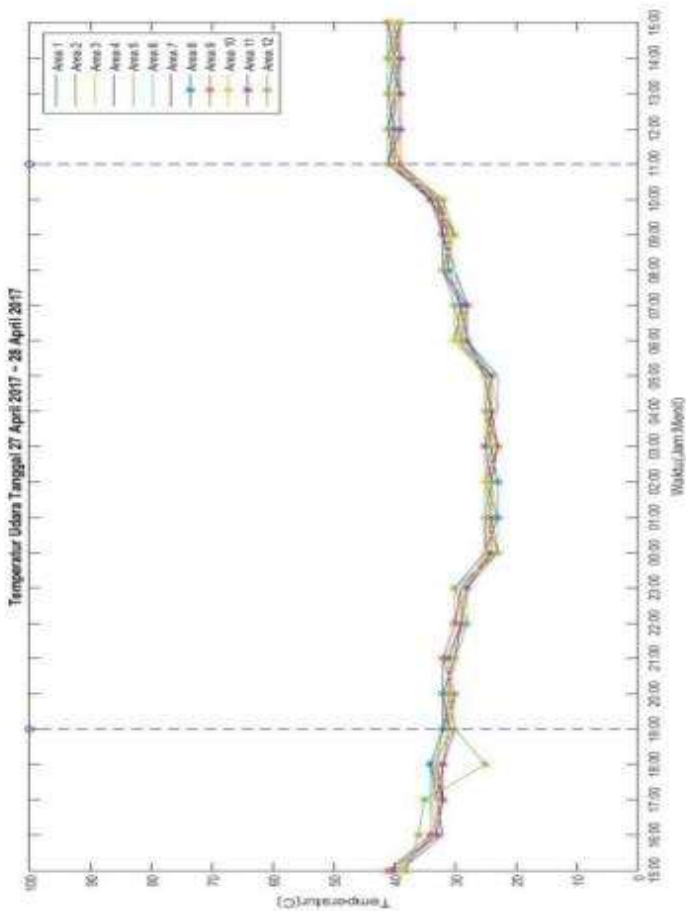
Gambar 4.4 Grafik akurasi pada karakterisasi pembacaan kelembaban tanah pada sensor *Soil Moisture Sensor* area 10

Karakterisasi *soil moisture sensor* menunjukkan hasil yang hampir mirip dengan karakterisasi DS18B20, dimana pada awalnya data yang diakuisisi jauh dari nilai yang diharapkan, namun pada saat diturunkan terdapat dua nilai yang berada tepat pada nilai yang diharapkan. Perbedaan kelembaban terbaca dengan kelembaban yang diperkirakan muncul hingga 3%. Hal tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.4**. Perlu diingat kembali bahwa sensor ini merupakan sensor yang bersifat kapasitif. Hal tersebut dapat menyebabkan akuisisi data pada sensor ini sangat mudah untuk dipengaruhi faktor-faktor yang ada disekitarnya.

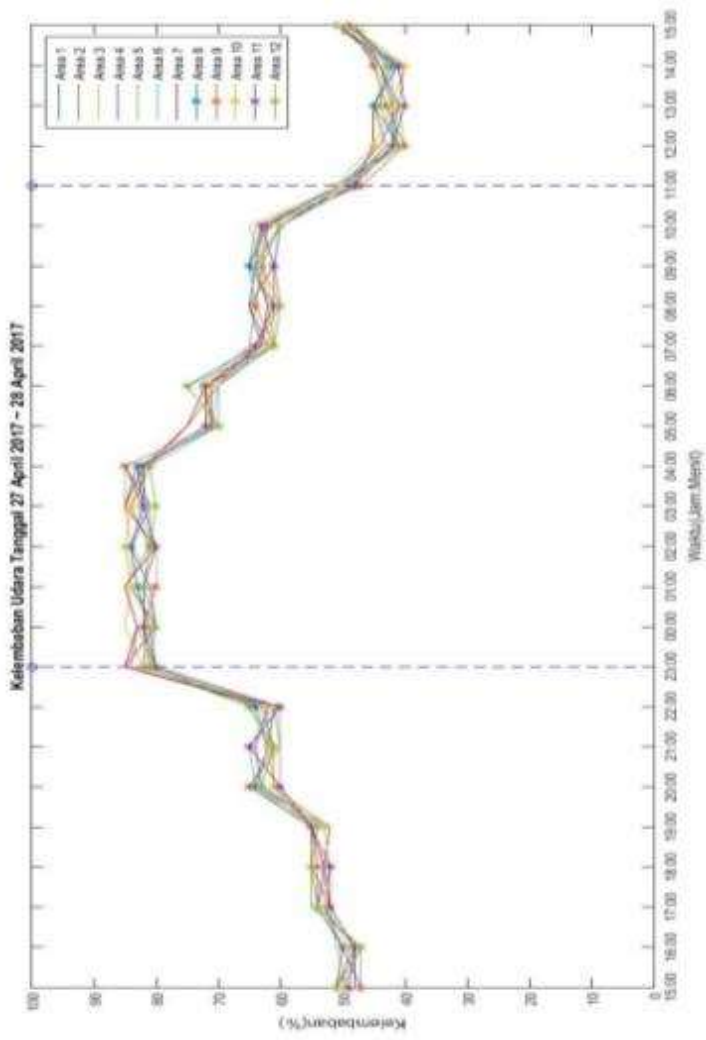
Sebagai contoh, jika ada serangga yang melintas diantara sensor ini, maka nilai yang diperoleh dapat menjadi tidak sesuai dengan nilai yang seharusnya muncul.

4.4 Grafik Temperatur dan Kelembaban Sebelum dan Sesudah Otomasi

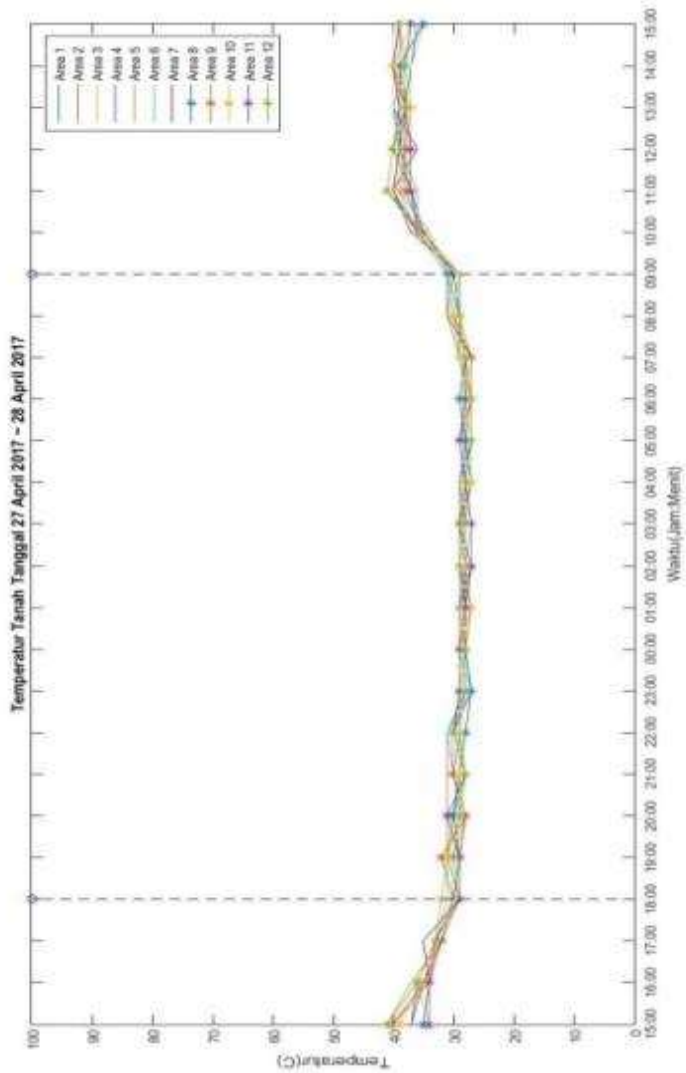
Gambar berikut merupakan grafik temperatur dan kelembaban saat sebelum dilakukan otomasi. Akuisisi data dilakukan pada tanggal 27 April 2017 selama 24 jam.



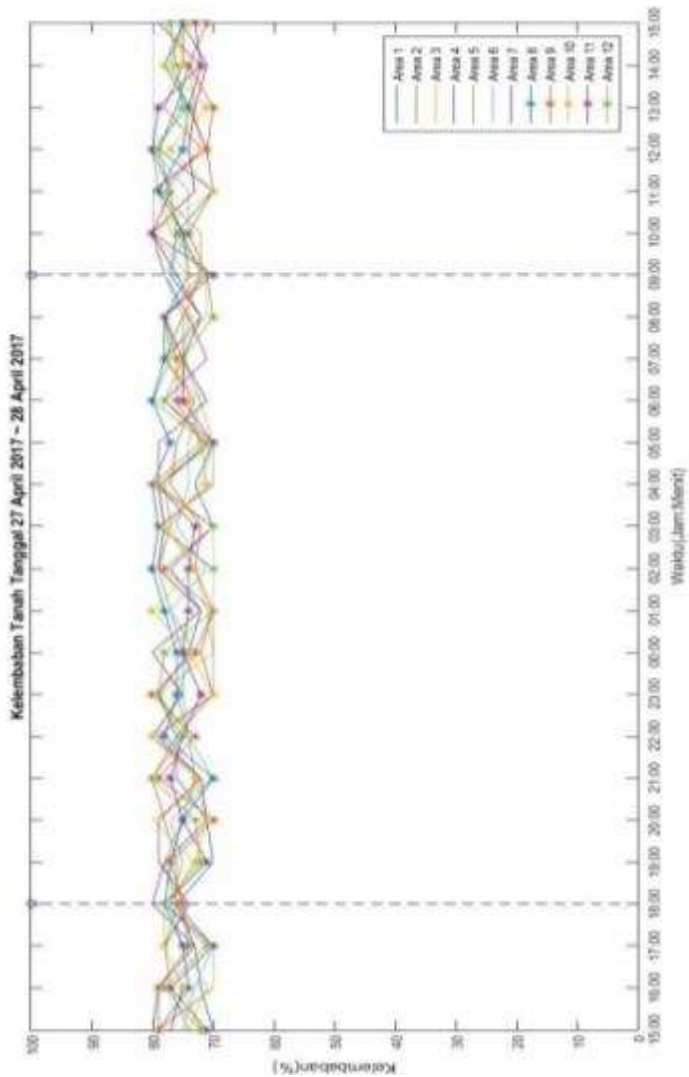
Gambar 4.5 Grafik temperatur udara selama tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017



Gambar 4.6 Grafik kelembaban udara selama tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017

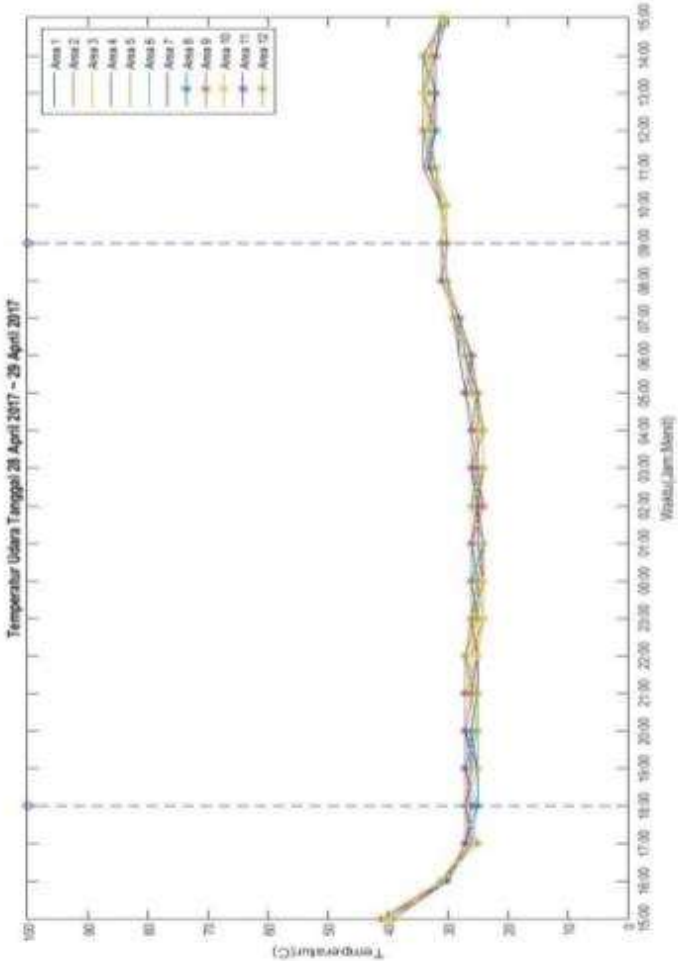


Gambar 4.7 Grafik temperatur tanah selama tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017

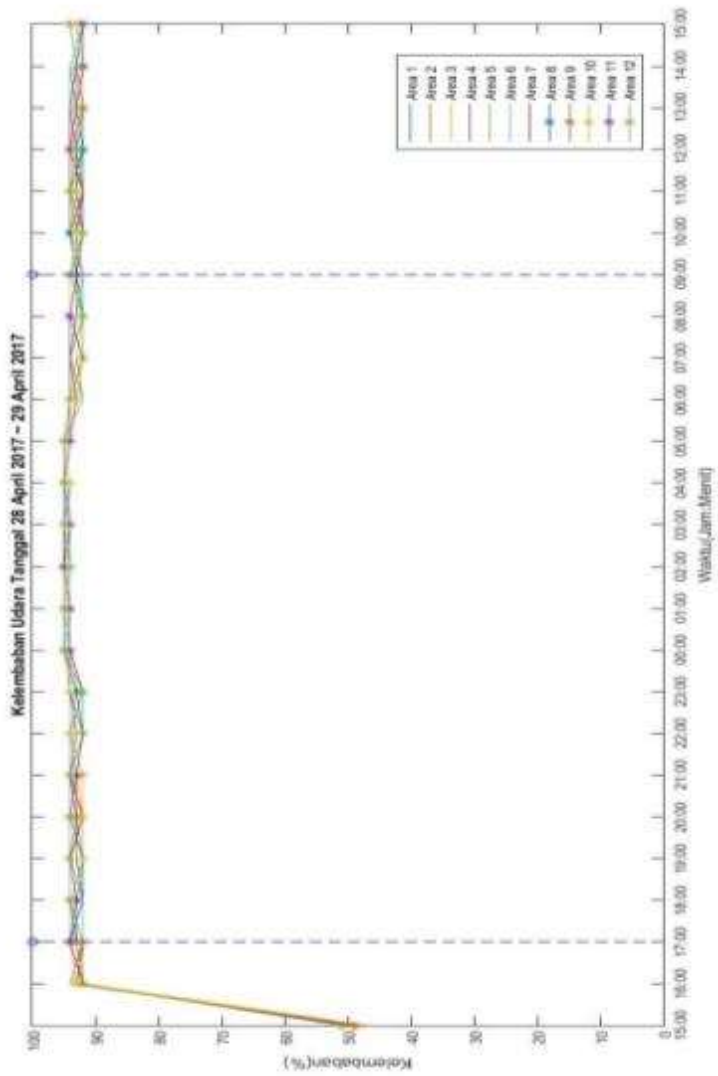


Gambar 4.8 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017

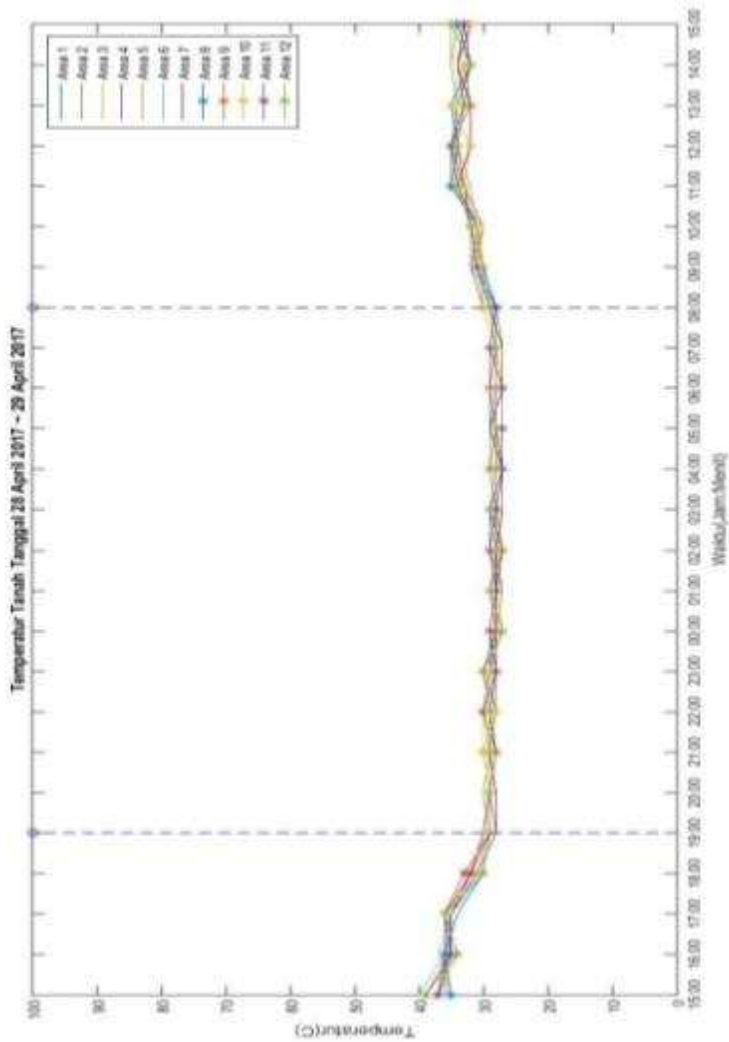
Gambar berikut merupakan grafik temperatur dan kelembaban saat dilakukan otomasi. Akuisisi data dilakukan pada tanggal 28 April 2017 selama 24 jam.



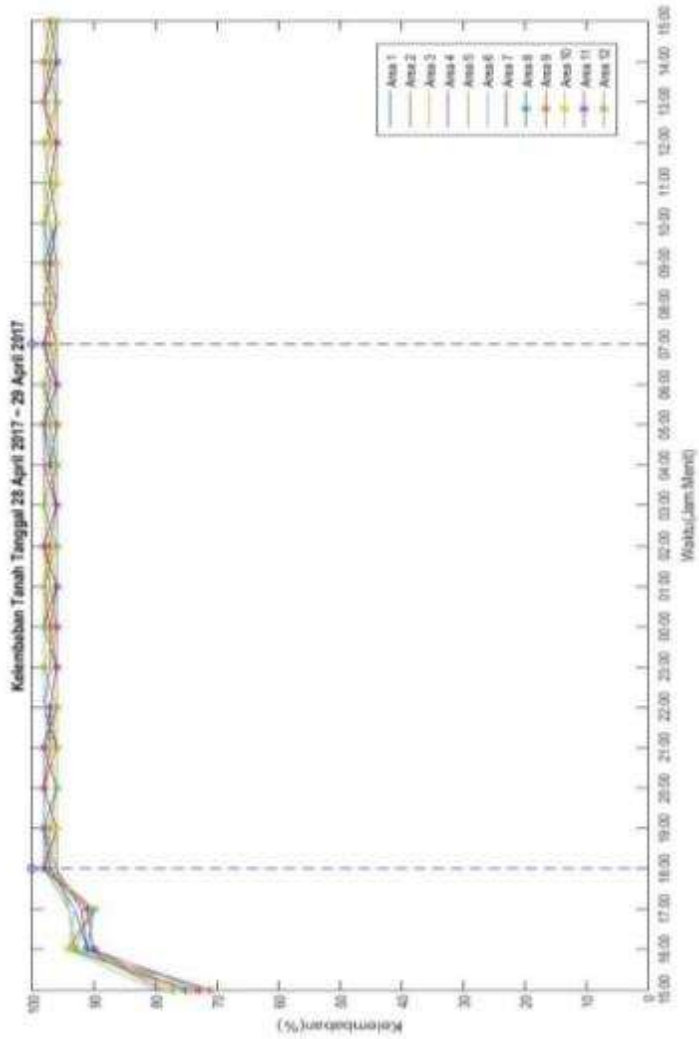
Gambar 4.9 Grafik temperatur udara selama tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017



Gambar 4.10 Grafik kelembaban udara selama tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017



Gambar 4.11 Grafik temperatur tanah selama tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017



Gambar 4.12 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017

4.5 Perbedaan Akuisisi Data Sensor Sebelum dan Sesudah Otomasi

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh 4 jenis data yang terdiri dari temperatur udara, temperatur tanah, kelembaban udara, dan kelembaban tanah. Pada data pertama yang dilakukan pada tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017 tanpa menggunakan otomasi selama 24 jam diperoleh nilai yang sangat variatif setiap jamnya. Di awal pengambilan data, yakni pada pukul 15:00 nilai temperatur udara dan temperatur tanah cukup tinggi hingga akhirnya terus menerus turun karena penyinaran matahari mulai berkurang. Kedua temperatur tersebut mengalami penurunan secara terus menerus, dan mulai berada dibawah 30°C ketika waktu melewati pukul 22:00, dan mulai stabil temperaturnya.. Pada saat yang bersamaan kelembaban udara mengalami peningkatan hingga 90% pada jam-jam tersebut. Namun kelembaban tanah tidak mengalami perubahan. Hal tersebut disebabkan karena variabel-variabel yang ada pada tanah sangat sukar untuk dipengaruhi, karena tanah tidak memiliki sifat seperti udara yang lebih mudah untuk berdifusi.

Pengukuran membantu berjalannya otomasi di dalam *Greenhouse*. Pada pengukuran yang tepat, kondisi variabel-variabel yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dapat dijaga dengan baik. Dalam penelitian ini variabel-variabel tersebut adalah temperatur udara, temperatur tanah, kelembaban udara, dan kelembaban tanah. Setelah akuisisi data tahap pertama dilakukan kembali akuisisi data dengan kondisi dilakukan otomasi. Pada saat dilakukan otomasi, kondisi dimana temperatur udara berada dibawah 30°C dan kelembaban udara diatas 90% berlangsung lebih lama. Bahkan kelembaban tanah juga meningkat terus menerus, selalu diatas 90%. Perbedaan tersebut dapat diamati melalui grafik yang ada pada **Gambar 4.5** dan **Gambar 4.9** untuk perbandingan temperatur udara, **Gambar 4.6** dan **Gambar 4.10** untuk perbandingan kelembaban udara, **Gambar 4.7** dan **Gambar 4.11** untuk perbandingan temperatur tanah, **Gambar 4.8** dan **Gambar 4.12** untuk perbandingan

kelembaban tanah. Setiap grafik terdapat batas-batas yang telah diberikan. Jika dibandingkan antara grafik saat sebelum dan sesudah otomasi, terjadi perubahan batas. Grafik data tanpa otomasi, terdapat daerah yang berada diluar batas. Data tersebut menunjukkan perlunya dilakukan otomasi. Batas tersebut akan semakin melebar untuk grafik pengukuran variabel yang telah diotomasi,. Namun tidak semua daerah diluar batas yang mampu diturunkan temperaturnya maupun ditingkatkan kelembabannya. Kejadian tersebut disebabkan kondisi temperatur dan kelembaban dari luar yang tidak memungkinkan untuk diotomasi.

Secara keseluruhan, pembacaan data tampak lebih acak pada variabel kelembaban tanah. Hal ini disebabkan karena sensor yang digunakan masih bersifat analog. Sensor analog yang dihubungkan mikrokontroler, *input*-nya berupa tegangan yang dikonversikan menjadi digit mulai 0 hingga 1023. Dimana 0 mewakili tegangan 0 *volt* dan 1023 mewakili tegangan 5 *volt*. Jika digambarkan pada sensor yang digunakan, maka nilai 1023 akan mewakili kelembaban dengan nilai 100%. Sensor ini memanfaatkan perubahan nilai permitivitas yang ada diantara dua ujungnya. Jika tanah semakin lembab, maka kandungan air yang ada pada tanah akan semakin meningkat. Sensor ini memanfaatkan nilai kapasitansi dari kedua ujung sensor yang berbentuk menyerupai garpu. Diantara dua ujung tersebut terdapat tanah yang kandungan airnya bisa tercampur berbagai macam zat, maupun dihindangi serangga. Kejadian tersebut dapat mempengaruhi kapasitansi yang dihasilkan, sehingga nilai kelembaban yang dibaca menjadi fluktuatif.

4.6 Realisasi Program Otomasi *Greenhouse*

Algoritma otomasi *greenhouse* disesuaikan dengan diagram alir **Gambar 3.7**. Algoritma diawali dengan identifikasi sensor DHT11, DS18B20, *soil moisture sensor*, LCD, *datalogger*, dan pin mikrokontroler. Inisialisasi sensor membantu mikrokontroler mengenali perangkat yang digunakan beserta peranannya. Sensor DHT11 membutuhkan inisialisasi awal,

sehingga data yang diakuisisi dapat dikenali mikrokontroler. DHT11 mengakuisisi dua jenis data (kelembaban dan temperatur), sehingga diperlukan dua nama variabel. *SH* merupakan nama variabel kelembaban udara, sedangkan *SU* untuk temperatur udara. Pembagian nama untuk setiap modul sensor dilakukan dengan memberikan nomer disetiap nama variabelnya. Nilai kelembaban dan temperatur udara ditampilkan melalui LCD setelah data diakuisisi DHT11 ke mikrokontroler. Data yang telah diakuisisi akan disimpan menggunakan *datalogger*. Data tersimpan akan menentukan kinerja aktuator. Jika nilai kelembaban dan temperatur masing-masing mencapai lebih dari 80% dan kurang dari 30°C, maka aktuator akan berhenti bekerja dan mikrokontroler melakukan perintah berikutnya.

Sensor DS18B20 membutuhkan inisialisasi awal, sehingga data yang diakuisisi dapat dikenali mikrokontroler. DS18B20 mengakuisisi data temperatur tanah. *suhutanah* merupakan nama variabel temperatur tanah. Pembagian nama untuk setiap modul sensor dilakukan dengan memberikan nomer disetiap nama variabelnya. Nilai temperatur tanah ditampilkan melalui LCD setelah data diakuisisi DS18B20 ke mikrokontroler. Data yang telah diakuisisi akan disimpan menggunakan *datalogger*. Data tersimpan akan menentukan kinerja aktuator. Jika nilai temperatur kurang dari 30°C, maka aktuator akan berhenti bekerja dan mikrokontroler melakukan perintah berikutnya.

Sensor *soil moisture* membutuhkan inisialisasi awal berupa *map*, sehingga data yang diakuisisi dapat dikenali mikrokontroler. *Soil moisture sensor* mengakuisisi data kelembaban tanah. *sh* merupakan nama variabel kelembaban tanah. Pembagian nama untuk setiap modul sensor dilakukan dengan memberikan nomer disetiap nama variabelnya. Nilai kelembaban tanah ditampilkan melalui LCD setelah data diakuisisi *soil moisture sensor* ke mikrokontroler. Data yang telah diakuisisi akan disimpan menggunakan *datalogger*. Data tersimpan akan menentukan kinerja aktuator. Jika nilai

kelembaban dan temperatur masing-masing mencapai lebih dari 80%, maka aktuator akan berhenti bekerja. Mikrokontroler mengakuisisi data waktu melalui RTC *datalogger* dan menonaktifkan semua aktuator sebagai akhir dari program.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal, antara lain:

1. Pada *greenhouse* dengan ukuran 16×6 meter dapat digunakan 12 modul sensor yang tersebar pada 12 titik. Setiap modul terdapat 3 jenis sensor yang terdiri dari DHT11, DS18B20, dan *Soil Moisture Sensor*. Satu mikrokontroler didesain untuk menerima data dari 3 buah modul sensor.
2. Realisasi program otomasi *greenhouse* menunjukkan bahwa proses otomasi dengan menggunakan sensor DHT11, DS18B20, dan *Soil Moisture Sensor* dapat dilakukan dengan algoritma yang bertahap. Setiap algoritma sensor memiliki tahapan berupa *sensing*, *monitoring*, dan *controlling*.

5.2 Saran

Penambahan sensor untuk variabel-variabel lain yang dapat memaksimalkan usia tumbuh pada sebuah tanaman dapat dilakukan.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, C. K. & Sadiku, M. N., 2013. *Fundamentals Of Electric Circuits*. 5th ed. New York: McGraw-Hill.
- Aosong(Guangzhou) Electronics Co.,Ltd., 2003. *Aosong*. [Online]
Available at: <http://www.aosong.com>
[Accessed 21 October 2016].
- Atmel, 2016. *8-bit AVR Microcontrollers ATmega328/P*. 3 ed. San Jose: Atmel Corporation.
- Groener, B. et al., 2015. Preliminary Design of a Low-Cost *Greenhouse* with Open Source Control Systems. *Procedia Engineering*, pp. 470-479.
- Hariadi, T. K., 2007. Sistem Pengendali Suhu, Kelembaban dan Cahaya dalam Rumah Kaca. *Ilmiah Semesta Teknika*, pp. 82-93.
- Incropera, F. & Witt, P., 1981. *Fundamental of Heat Transfer*. New York: John Wiley and Sons.
- Lee, S., 2013. *Soil Moisture Sensor*. 1st ed. Shenzehen: Itead Studio.
- Maxim Integrated Products, Inc., 2015. *Maxim Integrated*. [Online]
Available at: <http://www.datasheets.maximintegrated.com>
[Accessed 10 November 2016].
- Morris, A. S., 2001. *Measurement & Instrumentation Principles*. 3rd ed. Woburn: Butterworth-Heinemann.
- Serway, R. A. & Jewett, Jr., J. W., 2008. *Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics*. New York: Thomson Higher Education.
- Tipler, P. A. & Mosca, G., 2008. *Physics for Scientist and Engineers*. Sixth ed. New York: W. H. Freeman Company.

- Yang, I.-C. et al., 2014. Development of an Automation System for *Greenhouse* Seedling Production Management Using Radio-Frequency-Identification and Local Remote Sensing Techniques. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, pp. 52-58.
- Ziapour, B. M. & Hashtroudi, A., 2016. Performance Study of an Enhanced Solar *Greenhouse* Combined with The Phase Change Material Using Genetic Algorithm Optimization Method. *Applied Thermal Engineering*, Volume 110, pp. 253-264.
- Zulfa, V. Z., 2017. Optimasi Persebaran Suhu dan Kelembaban pada Iklim Mikro *Greenhouse* untuk Pertumbuhan Tanaman. *Publikasi Ilmiah Online Mahasiswa ITS*.
- Zunaidi, M., Andika, B. & Saniman, 1978. Membentuk Jaringan Peer to Peer Menggunakan Kabel Firewire IEEE-1394 dengan Metode Bridge. *Jurnal Ilmiah Sains dan Komputer*, pp. 1-14.

LAMPIRAN

Karakterisasi Akurasi Sensor

Lampiran 1 Data akurasi sensor temperatur udara diambil pada tanggal 20 Mei 2017 pukul 16:00 selama 30 menit

T(°C)/Sensor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rata-rata	Akurasi(%)
28	28	28	28	29	28	29	29	29	28	29	29	28	28.50	98.21
30	31	30	31	31	31	30	31	30	31	31	30	30	30.58	98.06
32	32	32	32	33	32	32	33	32	32	33	33	32	32.33	98.96
34	34	35	34	35	35	34	35	34	34	34	34	35	34.42	98.77
36	37	36	36	37	37	37	37	36	37	36	36	37	36.58	98.38
38	39	38	39	38	39	39	39	38	39	39	38	39	38.67	98.25
40	40	40	41	40	41	40	41	41	41	41	41	40	40.58	98.54
40	41	40	40	40	40	41	41	41	41	40	40	41	40.50	98.75
38	38	37	38	37	38	38	35	35	37	36	38	36	36.92	97.15
36	34	36	34	35	36	33	33	36	34	33	36	33	34.42	95.60
34	32	31	33	32	31	32	34	31	31	31	34	34	32.17	94.61
32	29	29	31	30	31	29	31	29	30	29	32	32	30.17	94.27
30	29	30	27	28	30	29	30	29	29	29	28	30	29.00	96.67
28	28	28	28	28	29	29	29	29	28	28	29	28	28.42	98.51

Lampiran 2 Data akurasi sensor temperatur tanah diambil pada tanggal 20 Mei 2017 pukul 16:30 selama 30 menit

T(°C)/Sensor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rata-rata	Akurasi(%)
28	28	29	29	28	29	29	29	28	28	29	28	28	28.50	98.21
30	31	30	30	31	30	31	30	30	31	30	31	31	30.50	98.33
32	32	33	33	33	32	32	32	33	32	32	33	32	32.42	98.70
34	34	35	34	34	34	35	34	35	35	35	34	35	34.50	98.53
34	33	31	34	34	31	33	33	32	33	33	32	33	32.67	96.08
32	31	29	32	32	31	29	29	31	32	32	30	29	30.58	95.57
30	29	30	27	28	28	30	28	29	30	30	29	28	28.83	96.11
28	28	28	28	29	28	29	29	29	29	28	29	29	28.58	97.92

Lampiran 3 Data akurasi sensor kelembaban udara diambil pada tanggal 20 Mei 2017 pukul 17:00 selama 30 menit

H(%)/Sensor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rata-rata	Akurasi(%)
70	70	71	74	73	71	74	73	72	73	70	74	71	72.17	96.90
75	77	79	75	77	79	77	75	76	76	78	75	79	76.92	97.44
80	84	82	84	80	83	81	84	82	82	81	83	84	82.50	96.88
85	89	89	87	89	85	86	88	85	89	86	89	86	87.33	97.25
90	90	91	90	91	90	91	90	91	90	91	90	90	90.42	99.54
90	90	90	91	90	90	91	91	91	90	91	90	91	90.50	99.44

H(%) / Sensor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rata-rata	Akurasi(%)
85	80	83	85	80	80	80	85	81	84	84	84	85	82.58	97.16
80	77	77	80	76	78	77	77	75	75	79	78	78	77.25	96.56
75	71	73	74	70	74	75	74	75	71	71	73	72	72.75	97.00
70	68	70	70	70	69	68	70	69	68	69	68	69	69.00	98.57

Lampiran 4 Data akurasi sensor kelembaban tanah diambil pada tanggal 20 Mei 2017 pukul 17:30 selama 30 menit

H(%) / Sensor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rata-rata	Akurasi(%)
70	71	70	74	71	70	74	71	74	70	70	72	70	71.42	97.98
75	79	79	78	76	79	78	78	79	76	75	79	77	77.75	96.33
80	81	83	80	83	80	83	84	81	84	80	81	84	82.00	97.50
85	88	89	88	88	85	87	87	89	88	89	85	85	87.33	97.25
90	90	91	90	90	91	91	91	90	91	90	90	91	90.50	99.44
90	90	90	91	91	91	90	91	90	91	90	90	91	90.50	99.44
85	84	81	83	85	82	83	84	83	80	80	83	80	82.33	96.86
80	75	76	80	77	76	78	78	80	77	79	76	80	77.67	97.08
75	72	74	71	73	75	73	72	71	74	72	72	75	72.83	97.11
70	69	69	68	68	69	70	69	69	68	70	70	69	69.00	98.57

Karakterisasi Presisi Sensor

Lampiran 5 Data presisi sensor temperatur udara diambil pada tanggal 21 Mei 2017 pukul 14:00

Menit /Sensor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	30	29	28	30	28	30	29	30	30	30	30	28
5	28	28	29	29	30	30	29	30	30	28	30	30
10	28	28	30	29	28	29	30	30	30	28	28	30
15	28	29	28	28	30	28	29	30	29	28	29	30
20	28	29	30	29	30	28	28	30	30	28	29	30
25	29	30	28	30	30	30	30	28	28	29	30	29
30	28	30	30	28	29	28	30	29	28	28	30	28
35	29	28	30	30	30	28	28	29	30	28	29	28
40	29	30	28	28	30	30	28	29	30	29	30	29
45	30	28	30	28	28	28	30	30	28	30	29	30
50	30	28	28	29	29	29	28	28	28	29	29	29
55	29	30	28	29	30	30	29	28	30	30	29	29
60	28	29	29	30	30	29	30	30	28	29	28	29
Presisi (%)	99.20	99.17	99.08	99.22	99.16	99.12	99.17	99.18	99.05	99.20	99.30	99.23

Lampiran 6 Data presisi sensor temperatur tanah diambil pada tanggal 21 Mei 2017 pukul 15:00

Menit /Sensor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	28	29	28	30	30	30	29	28	28	29	30	29
5	28	29	29	29	30	30	29	29	28	29	29	29
10	29	28	29	30	28	28	29	28	29	29	30	30
15	30	28	30	29	28	28	30	28	28	30	30	29
20	30	30	30	29	29	28	28	29	28	30	29	29
25	28	30	29	30	30	28	28	29	28	30	30	29
30	29	30	28	30	29	29	28	29	30	29	29	29
35	30	30	30	30	30	28	29	30	29	29	29	29
40	28	29	28	30	28	28	30	30	29	29	29	30
45	29	30	28	29	29	28	30	28	30	30	30	30
50	28	30	30	29	30	28	29	28	30	29	30	30
55	30	29	28	30	30	30	30	30	30	30	28	30
60	29	30	28	30	28	30	30	29	29	28	28	29
Presisi (%)	99.17	99.26	99.14	99.51	99.14	99.09	99.23	99.23	99.17	99.39	99.28	99.51

Lampiran 7 Data presisi sensor kelembaban udara diambil pada tanggal 21 Mei 2017 pukul 16:00

Menit /Sensor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	80	84	84	80	84	85	82	85	82	83	85	82
5	83	84	81	80	81	84	85	83	82	82	83	81
10	83	84	82	81	84	80	80	85	81	84	85	81
15	81	80	85	83	81	83	81	82	85	84	80	81
20	81	81	84	81	82	83	85	85	82	85	82	80
25	80	85	80	84	80	81	84	80	84	85	82	81
30	83	80	85	81	83	84	80	80	82	80	81	82
35	80	80	82	81	83	84	83	81	85	84	83	80
40	84	83	82	84	80	81	84	83	81	84	83	82
45	81	81	81	80	82	80	83	84	85	82	80	83
50	80	81	81	80	81	81	81	81	82	85	84	82
55	80	83	82	83	80	82	83	84	82	80	84	85
60	84	82	85	81	82	85	85	80	80	84	85	80
Presisi (%)	98.45	98.30	98.31	98.55	98.63	98.26	98.24	98.09	98.40	98.33	98.30	98.66

Lampiran 8 Data presisi sensor kelembaban tanah diambil pada tanggal 21 Mei 2017 pukul 17:00

Menit /Sensor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	82	81	80	81	80	82	85	83	82	85	82	81
5	80	83	85	80	81	85	81	82	84	81	80	82
10	82	84	82	81	84	80	83	84	81	80	80	82
15	84	82	83	85	85	84	80	82	82	85	82	81
20	81	82	85	82	82	83	80	83	85	81	83	81
25	83	83	84	82	80	85	81	81	84	83	80	83
30	83	81	85	81	81	83	85	83	85	84	83	84
35	84	85	84	81	85	84	83	83	83	82	85	84
40	81	82	80	81	83	81	80	85	85	82	82	81
45	83	82	83	83	84	81	85	81	83	84	81	82
50	83	84	82	80	80	83	84	81	80	83	84	82
55	81	84	82	85	81	84	81	80	80	80	80	84
60	81	84	82	83	81	81	85	84	84	81	81	81
Presisi (%)	98.77	98.77	98.34	98.41	98.18	98.42	97.98	98.61	98.27	98.31	98.42	98.83

Data Temperatur dan Kelembaban Sebelum dan Sesudah Otomasi

Lampiran 9 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	41	39	40	39	41	39	41	41	41	39	40	38
16:00	33	32	33	32	33	34	33	33	34	33	33	36
17:00	32	33	34	33	34	34	32	33	32	33	32	35
18:00	34	32	33	33	33	34	33	34	32	33	32	25
19:00	32	31	31	32	32	30	31	32	31	31	30	30
20:00	31	30	32	30	31	30	32	32	30	31	31	31
21:00	30	32	30	32	31	32	30	32	32	30	31	30
22:00	29	30	30	30	29	28	29	30	30	28	29	28
23:00	29	28	28	29	29	28	28	30	30	28	28	30
0:00	23	23	25	24	23	25	25	25	23	25	24	23
1:00	23	25	23	24	23	25	25	23	24	24	24	25
2:00	25	25	24	24	25	25	24	23	25	25	24	24
3:00	25	23	25	24	25	24	23	24	23	25	25	24

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4:00	23	25	23	24	25	24	24	24	25	25	24	25
5:00	23	25	24	25	24	24	25	24	25	25	24	25
6:00	28	29	29	28	29	30	28	30	30	30	28	29
7:00	28	28	29	29	28	28	29	29	30	28	28	30
8:00	30	32	30	32	32	32	31	31	32	32	32	32
9:00	32	32	31	30	30	31	31	32	31	31	32	30
10:00	34	32	33	33	34	34	34	33	33	32	34	32
11:00	39	39	41	39	40	41	40	41	39	40	41	41
12:00	39	39	40	41	41	40	40	40	41	39	39	41
13:00	39	40	41	40	39	41	40	41	41	40	39	41
14:00	40	39	39	39	41	41	40	40	41	40	39	41
15:00	41	40	41	39	39	40	39	41	41	40	39	39

Lampiran 10 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	48	49	49	47	50	50	51	51	47	50	49	51
16:00	48	51	51	50	47	47	48	50	47	49	48	47
17:00	53	52	52	54	55	54	52	53	54	53	52	54
18:00	52	55	53	53	55	52	53	52	54	52	52	55
19:00	53	55	52	52	54	55	55	53	55	53	55	54
20:00	64	61	61	63	65	64	60	64	65	61	60	63
21:00	62	61	62	64	60	65	60	62	61	62	65	61
22:00	61	63	65	62	61	61	60	64	65	62	60	65
23:00	85	84	82	85	80	82	85	80	81	82	80	81
0:00	80	83	85	80	83	82	83	81	82	81	82	80
1:00	84	85	84	81	85	82	85	83	80	84	82	82
2:00	84	81	84	84	81	80	80	84	80	85	80	81
3:00	85	84	85	81	81	83	85	82	82	84	82	80
4:00	83	81	85	85	83	82	82	83	85	82	82	81

5:00	70	75	71	71	70	71	75	70	71	72	72	70
6:00	70	70	72	71	73	70	72	75	72	71	72	75
7:00	62	64	61	63	65	61	63	64	61	62	64	61
8:00	65	60	62	65	64	61	62	61	64	61	61	60
9:00	64	61	63	61	65	65	64	65	63	63	61	63
10:00	60	60	65	60	63	64	63	62	62	63	63	60
11:00	48	49	50	50	50	50	48	51	47	51	48	49
12:00	42	43	40	44	42	41	45	41	40	45	42	41
13:00	42	45	41	41	41	42	45	45	43	42	40	44
14:00	44	42	45	44	40	42	41	42	45	40	41	43
15:00	48	48	47	50	49	49	49	51	49	51	51	51

Lampiran 11 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	37	40	34	37	41	41	34	35	40	39	34	41
16:00	36	35	36	35	37	36	34	34	34	35	34	36
17:00	33	33	33	32	32	33	35	32	32	33	33	33
18:00	30	31	29	30	29	31	29	30	30	32	29	30
19:00	30	31	30	30	31	31	29	29	32	31	29	30
20:00	28	31	28	29	30	29	28	30	28	29	31	29
21:00	30	31	30	30	28	30	30	29	30	29	28	28
22:00	31	31	31	30	29	31	29	28	29	29	30	30
23:00	28	27	27	27	29	27	28	27	28	28	29	28
0:00	29	28	29	29	28	29	28	28	29	29	29	28
1:00	28	28	27	28	27	27	28	29	29	27	28	29
2:00	28	29	28	27	29	28	29	27	28	28	27	29
3:00	28	29	27	29	28	27	28	29	29	28	27	28
4:00	29	29	28	28	28	28	28	27	28	27	28	28

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5:00	27	28	28	28	28	28	29	28	29	27	29	27
6:00	27	29	28	28	27	28	27	29	27	28	28	27
7:00	29	28	27	29	29	28	27	28	27	29	28	28
8:00	30	29	29	29	31	30	31	29	30	30	29	29
9:00	29	29	29	29	30	31	31	30	29	29	31	31
10:00	35	36	37	37	36	34	36	35	35	36	36	36
11:00	37	37	40	40	36	39	40	41	38	39	37	41
12:00	39	40	38	36	39	38	39	40	38	37	37	40
13:00	38	39	37	40	40	40	39	38	38	37	38	38
14:00	37	39	37	38	38	40	40	39	40	40	38	38
15:00	36	39	35	37	39	40	39	35	37	37	37	39

Lampiran 12 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 27 April 2017 hingga 28 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	70	79	74	80	74	75	77	79	79	72	71	72
16:00	72	70	71	79	77	73	75	74	79	75	77	78
17:00	73	70	75	73	78	70	78	75	74	78	70	71
18:00	76	76	77	80	76	77	74	78	75	78	78	78
19:00	70	76	73	78	78	75	79	77	77	73	71	72
20:00	71	78	80	71	75	77	79	75	70	71	75	73
21:00	76	80	70	72	73	70	72	70	79	73	77	80
22:00	76	76	74	79	74	74	80	78	73	80	75	75
23:00	79	70	79	70	76	75	75	76	80	70	72	79
0:00	74	72	70	70	73	75	80	76	73	74	75	78
1:00	72	70	71	70	77	77	72	78	70	80	74	70
2:00	77	73	73	70	79	71	79	80	78	73	74	70
3:00	70	72	77	79	77	76	78	79	70	78	73	70
4:00	73	77	72	70	78	74	79	80	80	71	79	79

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5:00	70	76	70	70	71	74	79	77	72	72	70	71
6:00	72	73	72	78	80	72	71	80	76	74	75	78
7:00	78	78	78	71	77	75	75	78	76	75	75	75
8:00	72	75	71	74	78	75	72	78	78	74	78	70
9:00	77	72	71	78	72	78	76	74	71	74	70	71
10:00	76	75	77	80	72	74	80	75	74	80	80	76
11:00	70	78	79	80	79	74	73	79	70	70	77	77
12:00	79	72	72	71	80	80	74	75	71	77	80	79
13:00	76	78	73	74	74	80	73	74	70	71	79	75
14:00	74	75	74	72	77	80	71	78	74	78	72	76
15:00	71	75	78	79	75	80	75	75	71	74	73	77

Lampiran 13 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	41	40	41	39	39	40	39	41	41	40	39	39
16:00	30	30	30	30	30	31	31	30	31	31	30	31
17:00	26	26	26	27	26	26	26	27	27	27	27	25
18:00	27	27	27	25	27	25	27	25	27	26	26	27
19:00	26	27	25	25	27	27	26	25	27	27	27	25
20:00	27	26	25	27	26	25	26	26	27	27	27	25
21:00	27	26	26	26	26	25	25	25	26	27	27	25
22:00	27	26	25	25	26	25	25	27	27	25	27	27
23:00	26	24	25	24	26	24	26	25	26	24	25	25
0:00	26	24	24	24	25	25	24	25	24	24	26	25
1:00	24	26	25	25	24	24	24	26	26	26	26	24
2:00	25	25	25	25	25	26	25	24	24	26	25	26
3:00	26	26	25	26	26	25	24	26	25	26	26	24
4:00	25	24	25	25	26	26	24	26	25	25	26	24

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5:00	27	25	27	27	27	25	26	25	25	27	27	26
6:00	28	26	28	28	27	27	26	27	26	27	26	27
7:00	28	28	29	29	28	29	29	29	29	29	28	29
8:00	30	30	31	31	31	30	30	31	31	31	31	30
9:00	30	30	31	31	30	30	31	31	30	31	31	31
10:00	31	30	30	30	30	31	31	31	31	30	31	31
11:00	34	32	33	32	33	32	34	33	33	32	33	32
12:00	34	34	34	33	32	34	32	32	34	33	33	33
13:00	32	34	32	34	32	34	32	34	34	34	32	33
14:00	34	33	33	34	33	32	32	32	32	33	32	34
15:00	30	31	31	30	31	31	30	30	31	30	31	31

Lampiran 14 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	48	48	47	50	49	49	49	51	49	51	51	51
16:00	93	94	92	92	92	92	93	92	92	93	92	92
17:00	94	92	93	92	94	92	92	93	93	94	94	92
18:00	92	94	94	92	93	92	94	94	93	94	93	94
19:00	92	92	94	93	92	94	94	92	94	92	94	94
20:00	92	94	92	93	93	94	92	94	93	92	94	94
21:00	94	94	93	94	93	94	94	93	93	92	93	94
22:00	93	92	94	93	94	94	92	92	92	94	92	92
23:00	94	94	93	94	92	93	92	93	92	94	92	92
0:00	94	94	94	94	94	95	95	95	94	95	94	95
1:00	94	95	95	94	95	94	95	95	94	95	94	95
2:00	95	94	95	95	94	94	95	94	95	95	95	94
3:00	95	94	95	95	94	94	95	94	94	94	94	95
4:00	94	94	95	95	95	94	95	94	95	94	95	95

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5:00	95	95	95	95	95	95	95	95	94	95	94	95
6:00	93	92	94	94	93	92	93	93	93	93	94	94
7:00	94	93	93	94	94	94	94	92	92	92	92	92
8:00	94	92	92	92	92	93	93	92	94	94	94	92
9:00	93	93	94	94	92	92	93	93	93	94	93	94
10:00	92	94	92	92	94	93	93	94	93	93	92	92
11:00	92	92	93	93	93	93	92	94	94	93	94	94
12:00	92	93	94	93	92	94	94	92	93	94	94	93
13:00	93	92	92	94	92	94	94	92	92	93	93	93
14:00	94	93	92	93	93	94	93	93	93	93	92	93
15:00	92	94	93	94	94	92	93	92	94	93	92	94

Lampiran 15 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	36	39	35	37	39	40	39	35	37	37	37	39
16:00	36	35	37	36	35	36	35	36	35	34	35	34
17:00	34	35	35	35	36	35	35	36	36	36	36	36
18:00	30	31	32	31	33	30	32	31	33	31	32	30
19:00	29	28	30	28	29	30	30	29	29	29	29	29
20:00	29	29	29	28	30	29	29	29	29	29	29	29
21:00	28	29	30	29	29	29	28	30	28	30	29	29
22:00	30	28	30	29	30	28	29	28	30	28	29	29
23:00	28	30	29	30	29	28	30	29	29	29	28	30
0:00	28	28	28	28	28	29	27	29	28	27	29	27
1:00	27	27	28	28	27	28	28	28	29	28	28	29
2:00	29	29	27	29	28	28	28	27	27	29	29	28
3:00	29	28	28	29	28	27	27	29	28	28	28	29
4:00	27	28	28	28	29	27	27	27	29	27	27	28

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5:00	29	28	27	28	29	29	29	28	28	27	27	28
6:00	29	28	27	29	27	28	27	28	29	27	27	28
7:00	28	28	29	29	27	28	27	28	28	28	29	28
8:00	28	30	28	28	28	28	29	29	30	30	28	29
9:00	30	32	32	31	31	32	30	31	30	31	31	30
10:00	32	30	32	32	30	31	31	31	31	31	32	32
11:00	33	33	33	33	35	32	34	35	33	33	34	34
12:00	34	34	35	35	35	34	32	34	35	32	35	34
13:00	34	33	34	33	34	33	32	35	32	35	33	33
14:00	32	32	35	34	35	32	34	32	33	33	32	32
15:00	34	33	35	32	34	35	33	34	32	32	33	35

Lampiran 16 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 28 April 2017 hingga 29 April 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	71	75	78	79	75	80	75	75	71	74	73	77
16:00	91	93	90	91	93	94	94	91	94	94	90	93
17:00	93	94	91	92	94	93	90	90	91	91	91	90
18:00	97	96	98	96	98	98	98	97	98	97	98	97
19:00	96	98	96	96	96	97	96	98	98	96	98	97
20:00	98	96	98	96	96	96	98	96	98	96	98	96
21:00	97	96	96	96	98	97	97	98	96	97	98	96
22:00	98	97	98	98	96	98	97	96	96	96	97	96
23:00	98	96	97	97	96	98	96	96	96	98	96	98
0:00	98	98	96	97	96	96	98	98	97	96	96	98
1:00	97	97	96	96	97	96	96	96	98	98	96	98
2:00	98	98	97	96	97	98	98	96	97	98	98	96
3:00	98	97	98	98	96	97	96	96	96	98	96	98
4:00	97	96	96	98	97	96	98	97	96	97	97	96

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5:00	96	96	97	98	97	98	98	96	96	98	98	97
6:00	96	96	96	96	96	97	97	98	96	98	96	98
7:00	98	96	97	96	97	96	98	96	97	96	98	97
8:00	97	96	98	98	97	96	96	97	97	97	97	97
9:00	96	98	98	97	97	97	96	98	97	96	97	98
10:00	97	98	98	96	97	98	96	96	98	96	98	98
11:00	98	97	98	96	98	96	96	97	96	96	97	97
12:00	97	96	97	96	97	97	97	98	96	97	96	98
13:00	98	98	96	98	97	97	98	96	98	96	96	96
14:00	97	96	98	97	97	97	96	96	98	96	96	97
15:00	98	96	96	96	98	96	96	97	97	96	96	96

Lampiran 17 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	30	31	31	30	31	31	30	30	31	30	31	31
16:00	33	32	33	33	33	34	33	34	32	34	33	36
17:00	33	34	32	33	32	33	34	34	32	32	33	37
18:00	33	34	32	32	33	34	33	33	34	34	33	25
19:00	30	32	30	31	32	32	31	32	30	30	31	31
20:00	31	31	32	31	31	30	32	32	32	32	31	32
21:00	30	32	32	31	30	32	32	32	32	32	30	31
22:00	28	28	29	30	29	29	29	28	30	30	30	30
23:00	28	30	28	29	28	29	29	28	28	29	29	28
0:00	23	23	23	23	23	25	25	23	25	25	23	25
1:00	24	23	24	25	23	23	24	24	23	23	25	24
2:00	24	24	25	23	24	25	23	23	24	24	25	25
3:00	24	24	25	25	24	24	24	24	23	23	24	24
4:00	24	24	24	23	25	23	24	25	23	25	23	25

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5:00	24	23	24	24	23	24	24	24	25	23	24	24
6:00	29	30	28	28	28	29	28	29	30	30	30	28
7:00	29	28	30	28	30	29	29	29	30	28	30	29
8:00	31	30	30	30	30	30	31	32	32	30	30	31
9:00	32	32	32	31	32	30	31	31	30	32	31	30
10:00	33	33	32	34	34	34	32	34	33	33	32	34
11:00	41	41	41	39	39	41	41	40	41	41	41	40
12:00	39	40	41	39	41	40	40	40	39	39	41	39
13:00	40	41	41	39	39	39	41	40	40	39	40	40
14:00	39	41	40	41	40	39	40	40	41	41	40	40
15:00	41	40	41	40	39	40	39	39	39	39	39	40

Lampiran 18 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	92	94	93	94	94	92	93	92	94	93	92	94
16:00	48	47	51	49	47	49	50	51	49	50	47	50
17:00	53	55	55	54	54	55	54	54	55	53	52	55
18:00	52	54	53	55	53	53	52	52	53	52	53	53
19:00	55	52	55	53	52	53	53	52	55	52	52	53
20:00	60	61	62	63	61	61	65	65	61	60	62	64
21:00	62	65	65	63	60	60	63	64	64	61	60	65
22:00	63	65	60	63	64	65	62	64	60	62	62	61
23:00	80	85	82	81	85	83	83	81	85	84	84	84
0:00	85	82	84	83	81	81	82	85	84	84	81	82
1:00	80	84	82	80	80	80	83	81	85	82	83	81
2:00	83	82	82	83	83	83	84	84	85	85	85	83
3:00	85	83	82	80	84	84	83	80	84	82	84	84
4:00	81	85	82	80	82	83	81	84	82	80	84	82

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5:00	70	71	72	75	73	74	70	74	73	74	74	75
6:00	75	71	74	74	73	75	72	70	75	72	74	74
7:00	62	61	61	64	65	65	60	62	60	65	63	63
8:00	61	64	62	62	65	61	61	63	60	63	62	62
9:00	62	64	63	60	60	63	65	65	62	65	61	65
10:00	65	61	61	64	62	61	62	62	60	62	61	60
11:00	48	49	51	47	48	51	47	50	48	48	49	49
12:00	40	42	43	43	41	42	41	40	40	43	44	41
13:00	42	42	43	40	41	42	44	42	41	43	45	42
14:00	43	42	43	45	42	44	45	42	44	45	45	42
15:00	47	48	51	51	49	49	49	48	49	47	48	50

Lampiran 19 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	34	33	35	32	34	35	33	34	32	32	33	35
16:00	34	34	36	34	34	35	36	37	36	37	35	34
17:00	32	32	34	32	35	35	32	33	34	35	34	34
18:00	29	32	30	30	31	30	29	31	31	31	31	32
19:00	29	31	30	32	30	31	32	31	31	32	30	30
20:00	28	29	29	30	31	29	30	29	30	28	31	28
21:00	30	29	30	28	31	29	28	29	30	29	29	29
22:00	29	29	29	29	29	30	29	29	30	28	30	30
23:00	28	28	28	28	28	29	29	29	29	28	28	28
0:00	27	29	27	28	29	29	28	28	28	28	28	29
1:00	27	28	27	27	28	27	28	28	28	28	28	28
2:00	29	29	29	27	27	28	29	28	28	28	28	27
3:00	27	27	29	28	28	28	29	27	28	29	28	28
4:00	28	28	28	28	28	27	28	28	27	29	28	27
5:00	28	29	28	28	28	28	28	28	27	28	27	28

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6:00	27	29	28	28	27	28	28	29	27	28	28	28
7:00	28	27	28	28	29	29	28	28	28	28	29	29
8:00	31	29	30	28	30	29	28	28	28	30	29	29
9:00	32	30	31	30	30	32	31	31	30	31	30	30
10:00	35	36	35	37	36	35	34	36	36	35	35	35
11:00	40	38	39	39	37	40	40	37	38	41	37	39
12:00	39	38	39	38	39	40	36	39	41	39	38	40
13:00	39	41	38	38	37	39	41	40	38	39	38	41
14:00	38	38	39	41	41	39	38	39	36	37	37	40
15:00	39	37	41	35	35	38	34	37	37	40	38	36

Lampiran 20 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	98	96	96	96	98	96	96	97	97	96	96	96
16:00	79	79	76	70	75	77	78	75	79	78	73	76
17:00	78	74	71	78	74	71	70	70	79	79	79	78
18:00	73	76	70	77	72	72	72	80	75	71	71	75
19:00	78	76	76	76	72	74	73	73	75	75	73	75
20:00	79	78	71	73	75	73	75	71	74	77	80	78
21:00	70	74	79	76	73	77	79	73	79	71	75	73
22:00	73	77	77	71	70	77	79	80	76	76	71	76
23:00	73	75	74	79	79	73	76	77	75	79	71	75
0:00	77	80	72	74	72	75	80	75	76	77	77	72
1:00	80	70	74	76	72	80	80	74	78	75	76	77
2:00	79	76	79	74	77	71	72	76	71	79	70	70
3:00	72	73	76	70	76	75	74	71	76	78	70	71
4:00	79	71	74	77	71	73	77	72	78	78	78	80
5:00	76	71	76	78	76	79	77	73	76	74	74	71

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6:00	73	77	76	73	79	70	71	72	72	70	72	79
7:00	80	78	79	75	72	80	76	74	78	71	70	80
8:00	70	71	74	79	71	73	73	77	76	74	74	76
9:00	71	80	80	74	76	70	77	74	74	72	77	74
10:00	74	71	74	78	71	79	79	79	79	75	80	70
11:00	78	76	76	77	73	73	76	76	72	73	78	80
12:00	71	72	79	79	80	74	71	71	72	70	79	78
13:00	79	70	75	74	70	80	80	70	70	75	70	79
14:00	77	73	77	73	72	70	72	70	80	74	74	80
15:00	72	80	75	79	76	72	72	80	79	77	78	78

Lampiran 21 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	41	40	41	40	39	40	39	39	39	39	39	40
16:00	31	30	31	30	30	31	30	31	31	30	31	30
17:00	25	26	26	26	26	27	25	25	27	27	25	26
18:00	25	26	25	25	25	27	25	27	25	25	25	26
19:00	27	27	26	27	27	25	27	25	26	26	27	27
20:00	26	27	26	25	27	25	26	27	26	26	27	25
21:00	26	25	27	25	25	25	26	27	27	26	26	25
22:00	26	27	26	26	27	26	26	27	25	27	25	27
23:00	24	25	26	26	26	25	25	24	24	24	24	25
0:00	24	24	24	26	26	24	24	26	26	26	24	26
1:00	25	26	26	25	25	25	26	25	26	25	25	24
2:00	26	26	24	24	26	25	24	25	24	26	25	26
3:00	26	24	24	25	25	24	26	25	24	24	26	24
4:00	25	24	24	25	26	24	24	26	24	24	26	25

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5:00	25	26	25	25	27	26	26	25	26	25	27	26
6:00	28	28	26	26	27	26	28	26	28	26	27	26
7:00	28	28	28	28	28	28	29	28	28	28	29	29
8:00	31	31	31	31	31	30	30	30	31	30	30	31
9:00	30	31	30	30	31	30	30	30	30	31	31	30
10:00	30	30	31	30	31	30	31	31	31	31	31	30
11:00	32	33	34	33	32	34	34	32	32	32	34	33
12:00	32	32	33	34	34	33	34	32	33	34	32	34
13:00	34	32	34	34	33	34	34	34	34	32	34	34
14:00	33	32	34	32	32	32	34	32	34	33	33	33
15:00	31	31	30	31	31	30	31	31	31	30	30	30

Lampiran 22 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	47	48	51	51	49	49	49	48	49	47	48	50
16:00	94	94	93	94	92	94	92	93	94	93	92	93
17:00	93	92	94	92	94	92	94	94	93	92	93	92
18:00	94	93	94	92	93	94	93	94	92	92	92	92
19:00	94	93	93	92	92	94	93	92	94	92	93	93
20:00	94	92	93	93	92	92	94	92	94	94	94	92
21:00	94	92	94	92	92	92	93	94	93	92	94	92
22:00	92	92	94	92	94	92	94	93	92	94	93	92
23:00	93	94	92	92	94	94	94	92	93	93	94	93
0:00	95	95	95	95	95	95	94	95	94	94	94	94
1:00	95	94	94	94	94	95	94	95	94	94	94	95
2:00	94	95	95	95	95	95	95	95	95	94	95	95
3:00	95	95	94	94	95	95	95	95	94	95	95	95
4:00	94	94	95	95	95	94	95	95	94	95	95	95
5:00	94	95	94	94	95	95	94	94	95	95	95	94

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6:00	94	94	94	93	94	94	92	92	93	93	93	92
7:00	93	92	92	94	94	93	92	93	94	94	94	92
8:00	93	93	94	92	92	94	92	92	92	92	92	93
9:00	94	94	92	92	92	94	93	93	92	92	92	92
10:00	93	94	93	92	93	93	93	94	92	92	94	93
11:00	93	92	93	94	94	93	94	92	94	93	94	92
12:00	92	93	94	94	94	93	93	93	93	93	92	93
13:00	92	94	92	92	93	93	94	94	94	94	92	93
14:00	94	92	94	94	93	93	92	92	92	92	92	94
15:00	94	94	92	93	93	93	94	93	92	94	93	92

Lampiran 23 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	39	37	41	35	35	38	34	37	37	40	38	36
16:00	34	34	36	35	35	35	34	36	37	36	34	36
17:00	36	35	36	34	36	35	35	36	35	35	36	34
18:00	32	32	31	31	32	31	30	31	33	31	31	32
19:00	29	30	30	29	29	29	29	29	28	29	29	30
20:00	29	29	30	29	29	29	29	29	29	28	29	29
21:00	30	28	30	28	29	29	28	29	29	29	29	28
22:00	29	30	30	29	28	29	29	30	29	29	28	28
23:00	29	29	28	29	29	30	29	28	30	29	29	30
0:00	28	28	29	29	29	27	29	29	29	28	27	28
1:00	29	29	28	29	28	28	28	28	28	28	27	27
2:00	28	29	28	29	27	28	27	28	28	29	28	28
3:00	27	28	28	29	28	27	29	29	28	27	28	29
4:00	28	27	28	29	28	28	27	28	28	28	27	29
5:00	28	27	28	29	27	27	28	28	29	28	29	29

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6:00	29	29	27	27	28	27	28	28	28	27	28	27
7:00	28	29	27	28	27	27	29	27	28	28	29	28
8:00	28	28	28	29	28	28	29	30	28	28	29	29
9:00	30	30	31	31	32	31	31	30	32	31	30	32
10:00	30	31	32	31	32	31	31	31	31	31	31	30
11:00	33	35	33	32	34	33	32	34	35	34	34	35
12:00	33	34	33	34	33	33	34	35	34	34	32	34
13:00	34	32	32	33	34	34	34	33	32	35	33	33
14:00	32	34	35	32	32	34	33	33	33	32	32	34
15:00	32	32	35	34	34	34	33	33	35	33	32	32

Lampiran 24 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	72	80	75	79	76	72	72	80	79	77	78	78
16:00	91	90	94	93	94	91	91	92	91	91	90	94
17:00	91	94	93	92	93	92	94	94	91	94	90	92
18:00	97	98	96	98	96	97	96	97	98	96	98	96
19:00	97	98	97	96	96	97	98	96	98	97	97	96
20:00	98	98	98	97	96	96	98	96	98	97	96	97
21:00	96	96	97	96	96	98	98	98	98	98	97	97
22:00	98	98	97	97	97	96	98	98	97	98	98	97
23:00	97	98	97	97	97	97	96	97	96	97	96	96
0:00	97	98	96	97	97	97	98	96	97	98	96	98
1:00	97	98	98	98	96	96	98	98	96	96	97	96
2:00	96	97	97	96	98	97	98	97	96	97	97	98
3:00	96	96	96	96	96	96	98	97	97	97	98	96
4:00	96	96	98	97	96	96	96	97	96	98	98	98
5:00	96	97	98	98	96	97	97	98	97	96	98	97

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6:00	96	98	96	98	96	97	96	97	98	96	97	97
7:00	97	97	98	97	96	98	97	98	97	98	97	96
8:00	96	98	96	96	98	96	98	98	96	97	97	98
9:00	97	98	96	97	97	97	96	97	97	98	98	96
10:00	98	98	97	96	98	97	98	98	97	98	98	98
11:00	97	97	96	96	96	98	96	98	98	96	97	98
12:00	96	96	96	96	96	96	97	96	97	98	98	98
13:00	97	96	97	96	98	97	98	98	98	97	97	96
14:00	96	96	96	96	97	96	96	98	96	98	96	97
15:00	97	98	98	97	96	98	96	96	97	96	97	96

Lampiran 25 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	31	31	30	31	31	30	31	31	31	30	30	30
16:00	33	33	33	32	34	34	34	32	34	33	34	35
17:00	34	33	32	32	33	32	33	32	34	34	33	37
18:00	33	33	32	33	33	34	34	32	34	33	32	25
19:00	31	31	32	30	30	30	32	31	30	31	32	30
20:00	31	32	31	30	31	32	30	32	31	32	31	32
21:00	31	32	32	31	30	30	32	31	31	30	31	31
22:00	29	28	29	29	29	30	29	30	30	28	28	29
23:00	29	28	30	30	29	28	30	28	28	30	29	29
0:00	24	23	23	25	24	23	23	23	25	24	23	24
1:00	24	24	24	25	23	25	24	23	23	25	25	25
2:00	24	23	25	24	24	23	23	23	23	24	25	25
3:00	23	23	24	25	25	25	24	25	24	25	23	25
4:00	24	23	23	23	23	25	25	25	25	23	25	25

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5:00	25	25	23	24	23	24	23	23	24	23	25	25
6:00	29	29	30	30	29	30	29	29	28	29	29	30
7:00	28	30	28	30	29	28	29	30	28	29	29	30
8:00	32	30	32	30	30	31	31	32	30	32	31	30
9:00	32	32	30	32	32	30	31	30	31	32	32	31
10:00	33	32	33	32	32	32	34	34	32	32	33	34
11:00	41	41	39	39	41	41	40	39	40	40	39	39
12:00	40	39	39	41	39	39	39	40	39	39	39	41
13:00	41	40	41	41	40	39	39	39	41	41	40	40
14:00	40	39	41	39	40	41	41	40	41	40	40	41
15:00	41	40	41	39	40	41	40	40	41	41	41	39

Lampiran 26 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	94	94	92	93	93	93	94	93	92	94	93	92
16:00	48	51	49	47	50	50	48	48	50	49	49	48
17:00	54	52	53	53	54	53	55	53	54	53	53	55
18:00	55	55	54	52	52	55	55	52	55	54	53	54
19:00	52	52	55	53	55	54	52	54	54	55	54	54
20:00	60	62	64	65	62	64	63	65	64	61	62	60
21:00	65	61	61	63	62	65	61	61	60	61	63	62
22:00	62	60	62	61	61	60	61	60	65	61	65	62
23:00	81	85	82	85	83	83	83	80	85	84	80	82
0:00	81	80	82	85	84	82	82	81	84	80	80	83
1:00	81	80	83	83	83	82	83	83	82	85	84	80
2:00	82	85	81	81	83	83	83	82	83	81	85	85
3:00	80	85	83	85	81	81	84	83	81	80	81	81
4:00	80	83	84	83	82	81	82	81	84	85	84	81
5:00	74	75	73	72	74	70	70	71	70	74	75	70

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6:00	72	70	73	74	70	71	70	75	73	73	72	74
7:00	61	63	61	65	61	64	63	63	61	64	64	63
8:00	65	63	63	63	64	63	65	65	61	61	63	64
9:00	64	61	61	64	61	65	65	61	63	60	63	61
10:00	62	64	62	65	60	64	60	63	65	64	63	61
11:00	51	51	51	48	47	50	48	51	49	51	47	49
12:00	40	44	44	44	45	42	43	40	41	40	42	42
13:00	45	45	40	45	42	44	40	43	45	43	44	40
14:00	45	42	44	40	42	42	40	40	45	42	44	42
15:00	49	47	48	51	48	51	47	51	51	48	49	50

Lampiran 27 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	32	32	35	34	34	34	33	33	35	33	32	32
16:00	35	35	37	36	36	34	36	37	34	34	34	36
17:00	33	33	35	34	35	32	32	32	34	34	32	33
18:00	30	29	31	32	29	29	32	31	30	29	32	31
19:00	30	30	31	30	29	29	32	31	32	31	30	31
20:00	30	29	28	28	29	31	28	29	29	30	30	29
21:00	31	28	29	29	31	29	30	30	30	28	31	31
22:00	29	31	28	30	29	29	29	30	28	29	31	30
23:00	28	28	29	28	27	27	29	28	29	28	28	28
0:00	29	27	28	27	27	28	28	28	28	28	27	29
1:00	28	27	28	27	28	29	28	27	27	27	29	28
2:00	28	28	29	28	28	28	29	28	28	27	29	27
3:00	28	29	28	28	27	27	28	27	27	28	29	29
4:00	28	28	27	28	29	28	28	28	27	28	28	28
5:00	28	29	28	28	29	29	28	29	28	27	28	28

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6:00	29	29	27	29	29	27	28	27	28	27	29	29
7:00	28	27	29	28	27	28	29	28	28	29	28	27
8:00	29	30	29	30	30	31	30	31	30	29	28	30
9:00	32	30	31	29	30	31	30	31	31	29	32	29
10:00	36	36	34	34	36	35	35	35	35	35	35	36
11:00	40	37	38	37	41	39	37	40	40	37	39	37
12:00	36	36	36	41	39	40	37	40	39	37	40	41
13:00	40	38	39	37	40	39	41	40	40	38	40	38
14:00	39	39	40	38	37	40	38	37	40	38	36	39
15:00	35	36	41	39	40	35	34	37	40	37	37	41

Lampiran 28 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017 tanpa menggunakan otomasi dalam %

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	97	98	98	97	96	98	96	96	97	96	97	96
16:00	75	79	75	76	71	78	75	74	74	79	76	80
17:00	70	75	80	70	80	76	77	72	78	70	73	74
18:00	77	73	79	72	80	75	70	77	78	76	76	73
19:00	79	77	74	73	74	72	79	74	73	71	76	73
20:00	75	73	76	73	76	80	80	71	78	70	70	70
21:00	73	70	76	70	71	78	71	76	78	79	73	79
22:00	71	75	79	71	70	77	73	71	74	72	71	79
23:00	70	70	74	71	79	71	73	78	74	80	72	70
0:00	78	75	74	76	74	73	78	78	78	78	77	72
1:00	70	80	75	72	78	70	79	79	74	77	71	70
2:00	75	79	76	77	72	70	80	78	76	70	72	78
3:00	80	77	80	74	73	70	80	77	70	72	78	76
4:00	72	76	74	76	71	75	76	80	79	77	71	75
5:00	78	80	70	80	73	78	71	80	70	74	72	72

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6:00	71	78	76	78	72	71	77	75	70	71	70	79
7:00	80	80	71	79	74	74	76	77	75	72	72	70
8:00	79	71	80	73	71	74	80	72	71	70	79	76
9:00	73	74	79	74	70	78	78	75	76	74	75	78
10:00	76	75	79	78	77	78	78	75	79	78	75	76
11:00	72	78	80	70	70	74	71	75	76	70	80	72
12:00	75	79	74	79	74	74	74	72	79	73	80	73
13:00	76	74	70	79	80	76	74	72	77	71	72	75
14:00	72	71	74	72	77	76	79	71	77	78	79	76
15:00	75	71	77	71	70	74	78	76	72	76	72	72

Lampiran 29 Pengambilan data temperatur udara pada tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	41	40	41	39	40	41	40	40	41	41	41	39
16:00	30	30	31	31	31	30	30	30	30	31	30	31
17:00	25	25	25	27	27	25	27	26	25	27	25	25
18:00	25	26	25	27	27	25	27	26	27	25	26	26
19:00	27	25	26	27	25	26	26	26	27	25	25	25
20:00	25	27	26	26	26	25	26	26	26	26	26	27
21:00	25	26	26	25	26	26	26	25	27	25	25	27
22:00	27	26	27	27	26	26	26	26	27	26	25	27
23:00	25	25	26	24	24	25	24	24	26	25	25	25
0:00	25	26	26	26	26	26	26	25	24	24	25	26
1:00	25	25	24	24	26	26	25	24	24	25	26	26
2:00	25	26	25	26	26	25	24	24	24	26	24	26
3:00	26	26	25	24	25	24	24	26	25	24	25	24
4:00	26	25	25	25	25	25	26	24	25	25	26	25

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5:00	25	27	26	27	25	27	27	27	26	25	27	25
6:00	28	27	26	28	27	27	26	26	28	26	27	27
7:00	29	29	28	28	29	28	28	29	29	28	28	28
8:00	31	30	31	31	31	30	31	31	30	31	30	31
9:00	30	31	30	31	31	31	31	30	31	31	31	31
10:00	31	30	30	30	30	31	31	30	31	31	31	31
11:00	34	32	34	34	33	33	34	34	34	33	33	33
12:00	32	34	32	32	33	33	34	33	33	32	33	33
13:00	34	33	33	34	34	34	32	32	32	32	34	34
14:00	33	32	34	33	32	33	33	33	32	33	34	33
15:00	30	31	30	30	31	31	31	31	31	30	30	31

Lampiran 30 Pengambilan data kelembaban udara pada tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	49	47	48	51	48	51	47	51	51	48	49	50
16:00	92	94	94	93	92	93	94	92	92	94	93	94
17:00	94	94	94	94	93	93	94	92	94	94	93	92
18:00	92	92	93	92	93	94	92	93	94	92	94	93
19:00	92	94	92	94	94	94	94	94	92	94	94	93
20:00	93	94	94	94	92	94	92	92	92	92	92	94
21:00	93	92	94	93	93	92	93	94	94	93	94	92
22:00	94	93	93	94	94	94	93	94	92	92	93	93
23:00	92	93	92	93	92	94	93	92	92	93	92	93
0:00	94	95	94	94	94	95	95	94	95	95	95	94
1:00	94	95	94	95	95	94	94	95	94	95	94	94
2:00	95	95	95	95	94	94	95	95	94	95	94	94
3:00	95	94	95	95	95	94	94	95	95	95	95	95
4:00	95	94	94	94	94	95	94	95	95	94	95	95
5:00	95	94	95	94	94	94	94	94	94	95	95	94

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6:00	93	93	93	92	92	94	92	93	94	93	93	94
7:00	92	92	94	92	94	94	92	94	94	93	94	93
8:00	94	92	93	92	93	94	92	92	92	92	94	93
9:00	92	92	92	93	93	93	94	94	94	94	92	92
10:00	94	92	93	94	94	92	92	92	94	94	92	93
11:00	92	94	92	94	93	94	92	93	92	93	93	92
12:00	93	94	93	94	92	92	93	92	93	92	93	92
13:00	94	92	93	93	92	94	93	92	93	94	93	92
14:00	92	92	92	94	93	93	92	94	94	94	92	92
15:00	93	93	94	93	94	92	94	93	94	93	93	94

Lampiran 31 Pengambilan data temperatur tanah pada tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam °C

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	35	36	41	39	40	35	34	37	40	37	37	41
16:00	34	34	36	36	34	35	35	34	35	35	35	37
17:00	36	35	37	37	35	35	37	35	37	34	36	35
18:00	30	30	32	30	32	30	30	33	33	31	32	31
19:00	29	28	29	29	30	29	29	28	29	30	29	29
20:00	28	28	29	29	29	29	29	28	28	29	29	30
21:00	29	29	29	29	28	30	28	29	30	29	28	29
22:00	29	30	29	29	28	29	29	28	30	28	29	28
23:00	30	29	29	30	28	30	29	29	29	28	29	29
0:00	27	29	28	29	28	29	28	28	28	28	27	27
1:00	28	29	29	28	27	28	28	28	27	28	28	27
2:00	27	28	28	27	27	29	27	28	27	27	28	28
3:00	29	27	27	29	28	27	28	27	28	28	28	29
4:00	28	28	28	27	29	27	28	29	27	27	28	29
5:00	29	29	27	29	29	28	28	28	27	28	28	28

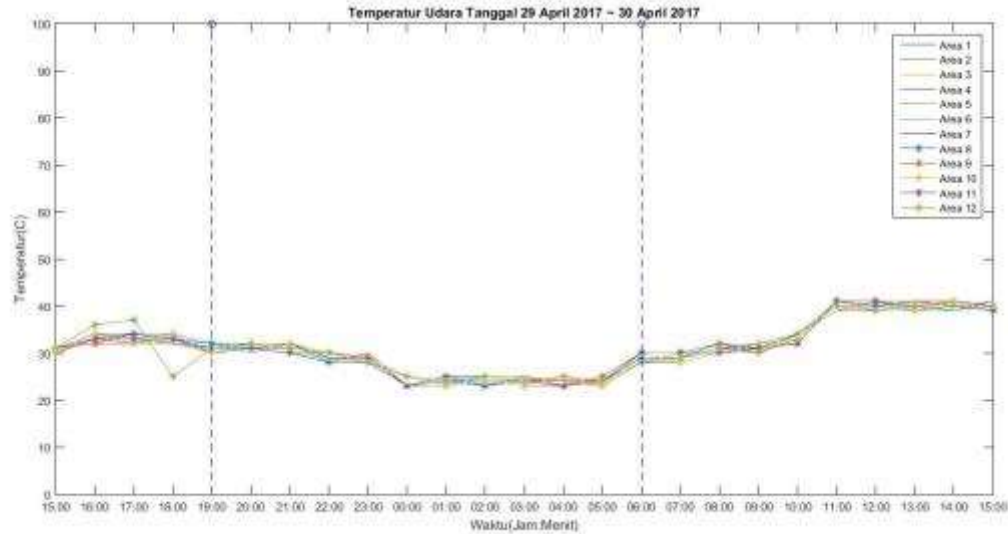
Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6:00	28	29	28	28	28	28	28	28	28	29	27	29
7:00	28	28	27	28	28	28	28	27	27	29	27	28
8:00	28	29	29	29	29	29	29	30	30	29	30	29
9:00	30	30	30	32	30	32	31	31	32	32	32	32
10:00	32	31	31	31	32	30	31	31	31	31	32	30
11:00	32	33	35	33	32	35	34	33	34	34	33	34
12:00	33	35	35	33	33	32	32	34	33	32	34	33
13:00	35	33	33	32	32	32	32	34	33	33	32	33
14:00	34	32	33	33	32	32	33	32	34	34	33	33
15:00	34	35	35	35	35	34	33	34	33	32	33	34

Lampiran 32 Pengambilan data kelembaban tanah pada tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017 dengan menggunakan otomasi dalam %

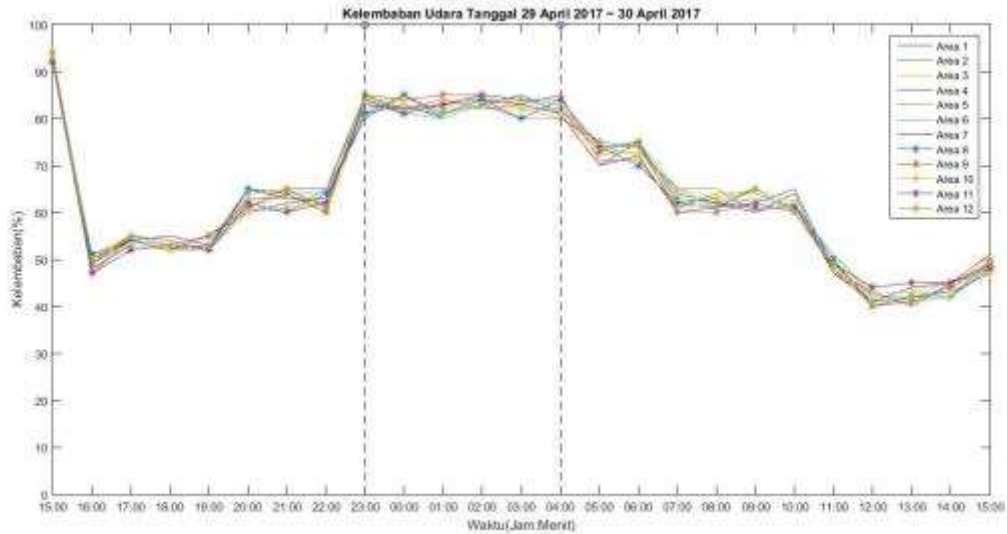
Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15:00	75	71	77	71	70	74	78	76	72	76	72	72
16:00	93	90	92	93	91	92	91	91	91	91	90	92
17:00	90	92	93	93	90	90	92	91	91	94	90	90
18:00	97	96	96	96	96	98	97	96	96	98	96	96
19:00	97	96	97	96	98	98	96	97	97	96	98	98
20:00	98	97	97	96	96	98	97	96	98	96	97	98
21:00	96	98	97	97	97	97	97	96	96	98	97	98
22:00	96	97	96	97	96	96	97	96	97	97	96	98
23:00	98	98	98	97	96	98	97	96	98	97	96	96
0:00	96	97	98	97	98	98	96	98	97	98	96	97
1:00	97	98	97	97	97	97	98	97	96	98	96	97
2:00	98	96	97	96	96	97	98	96	96	98	96	96
3:00	98	97	97	97	98	96	96	98	97	96	96	98
4:00	96	97	97	97	98	98	98	98	96	98	97	97
5:00	96	97	98	97	96	98	96	96	98	96	96	97

Waktu/Line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6:00	96	96	97	97	97	98	96	96	98	98	97	96
7:00	97	97	96	98	97	98	96	98	97	96	97	96
8:00	96	97	96	97	96	96	97	96	98	96	97	96
9:00	96	96	98	98	97	97	97	98	97	98	96	97
10:00	97	98	97	97	98	97	97	98	97	96	98	97
11:00	96	98	96	98	97	96	96	97	97	97	98	98
12:00	96	96	98	97	96	98	96	96	97	98	98	97
13:00	96	96	98	97	98	98	97	96	97	97	96	96
14:00	96	97	97	96	96	98	97	97	97	98	98	98
15:00	98	98	97	98	97	98	98	98	98	98	97	97

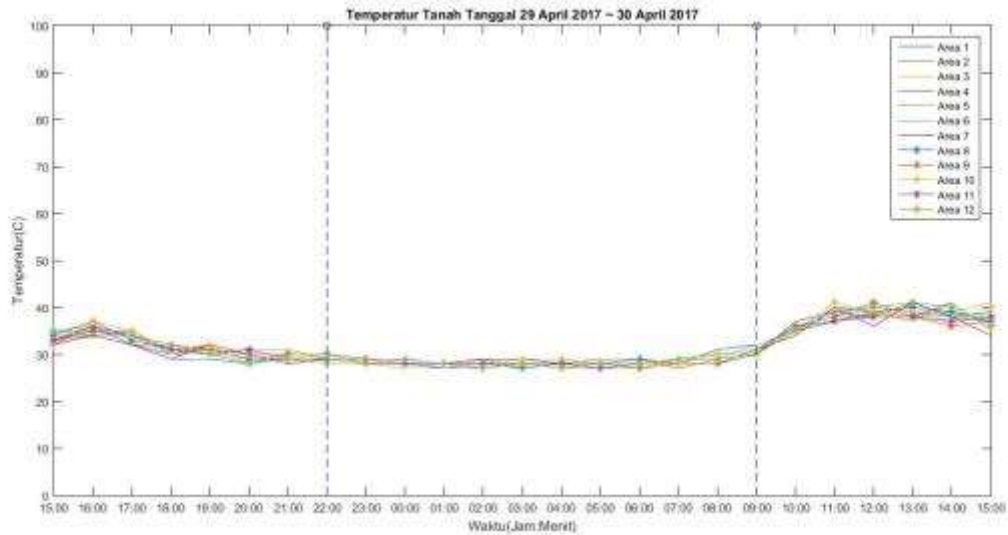
Grafik Temperatur dan Kelembaban Sebelum dan Sesudah Otomasi



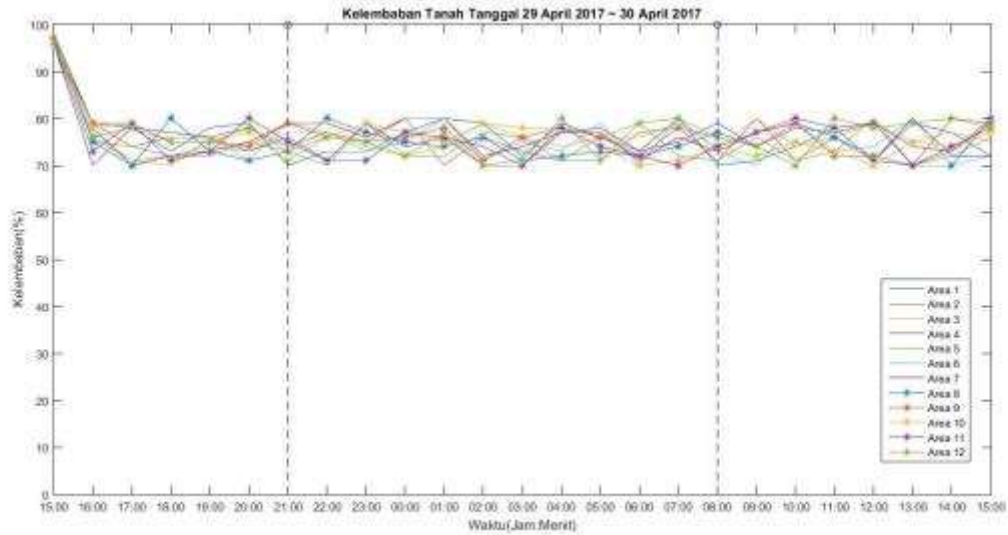
Lampiran 33 Grafik temperatur udara selama tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 19:00 29 April 2017 hingga 06:00 30 April 2017



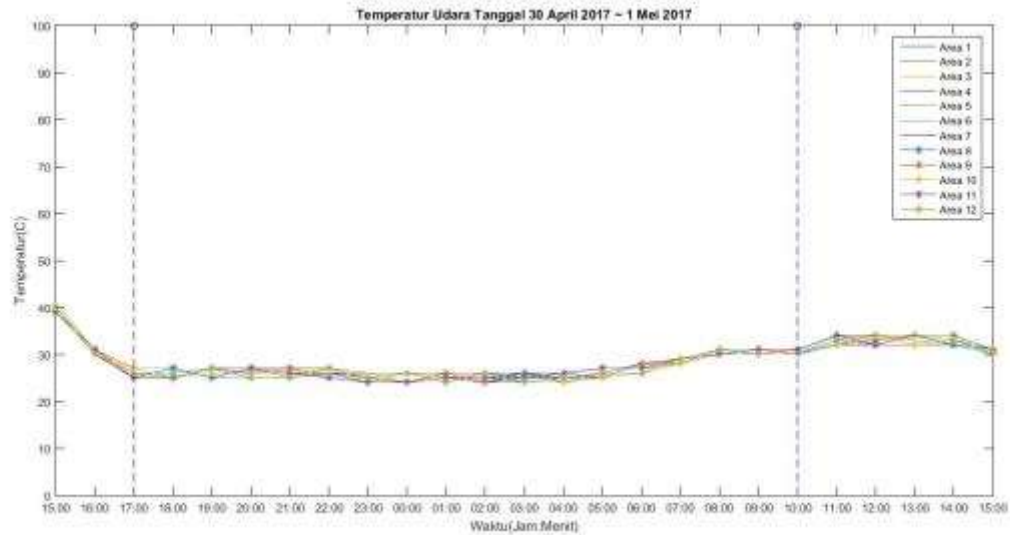
Lampiran 34 Grafik kelembaban udara selama tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 23:00 29 April 2017 hingga 04:00 30 April 2017



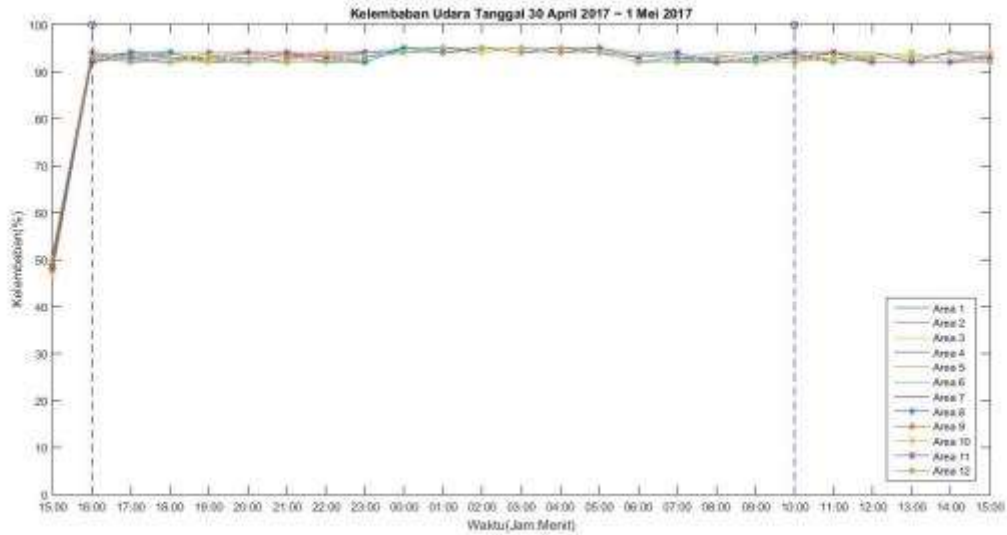
Lampiran 35 Grafik temperatur tanah selama tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 22:00 29 April 2017 hingga 09:00 30 April 2017



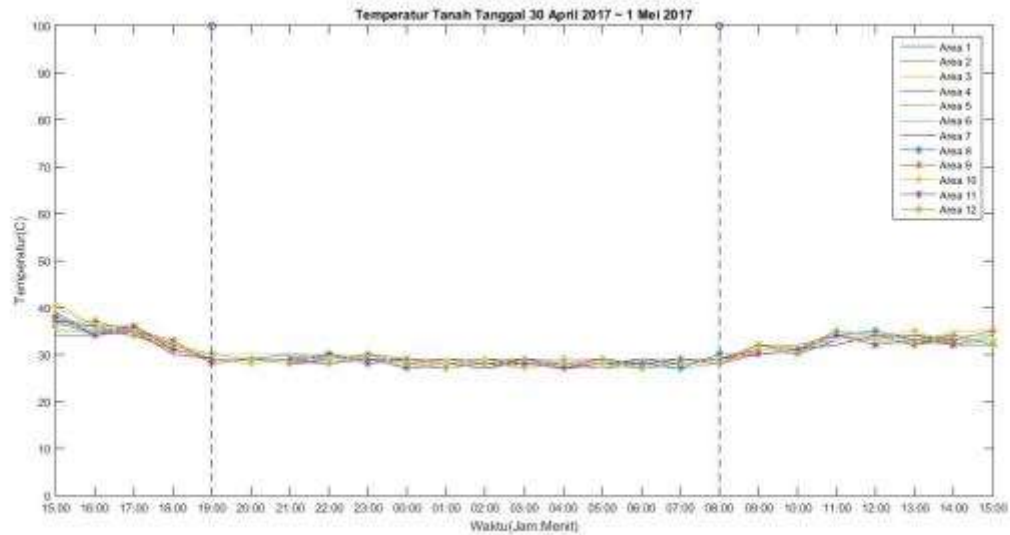
Lampiran 36 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 29 April 2017 hingga 30 April 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 21:00 29 April 2017 hingga 08:00 30 April 2017



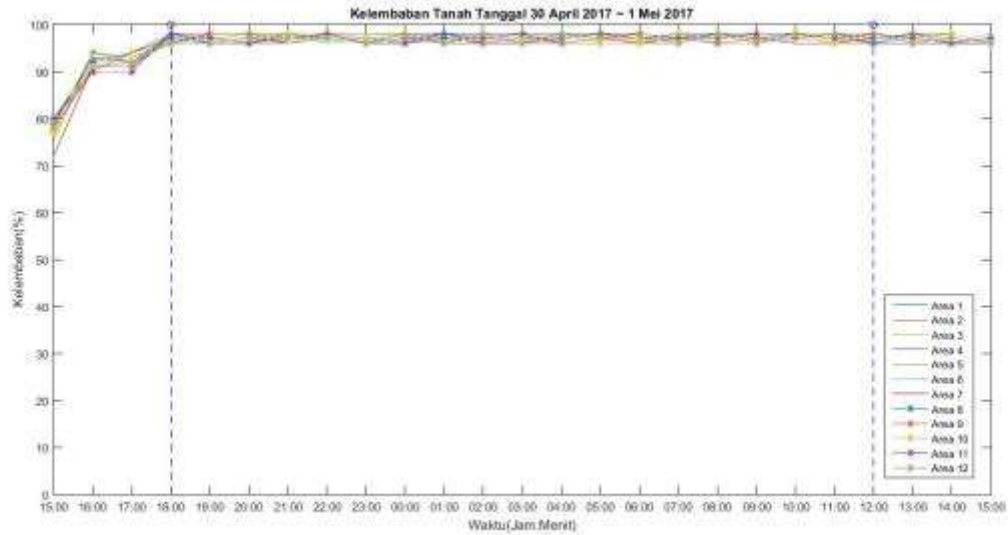
Lampiran 37 Grafik temperatur udara selama tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 17:00 30 April 2017 hingga 10:00 1 Mei 2017



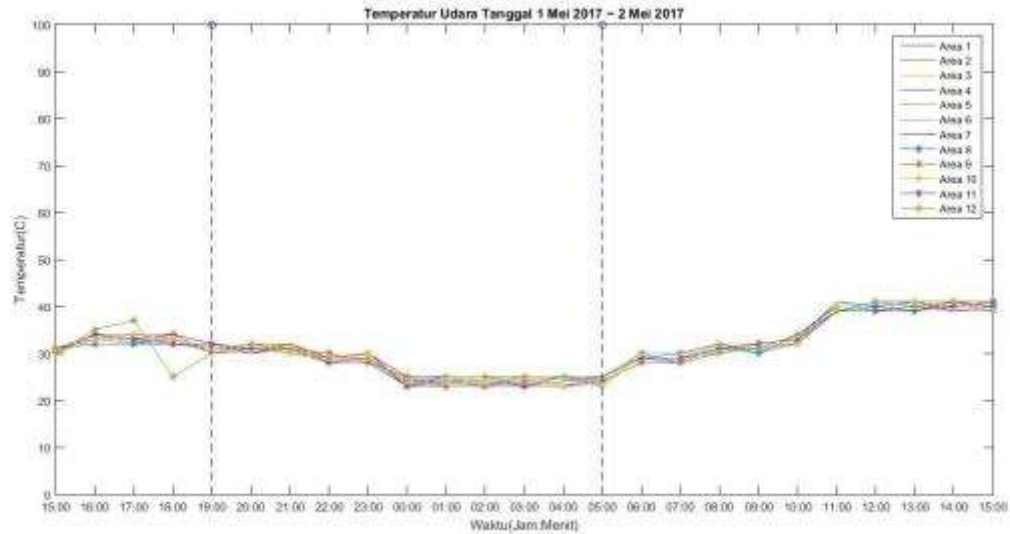
Lampiran 38 Grafik kelembaban udara selama tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 16:00 30 April 2017 hingga 10:00 1 Mei 2017



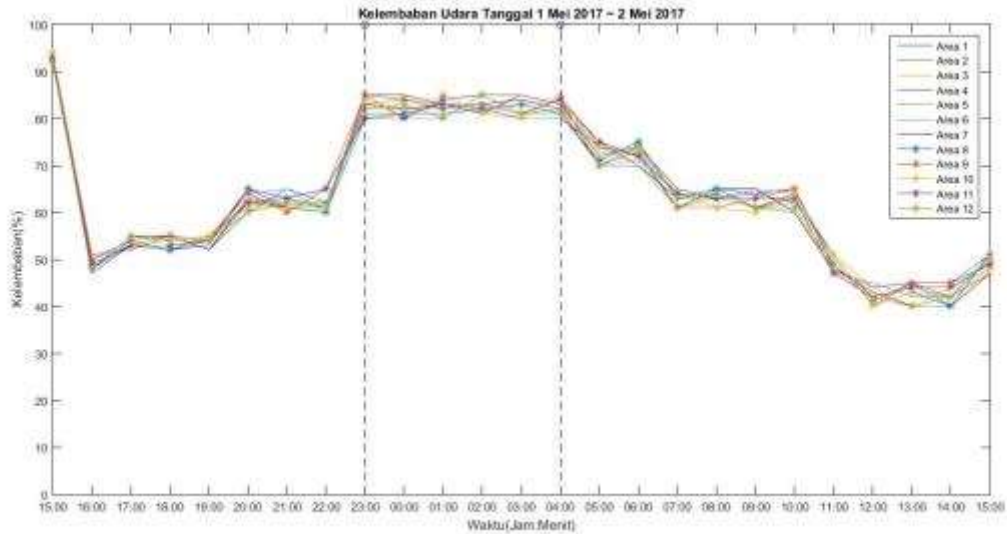
Lampiran 39 Grafik temperatur tanah selama tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 19:00 30 April 2017 hingga 08:00 1 Mei 2017



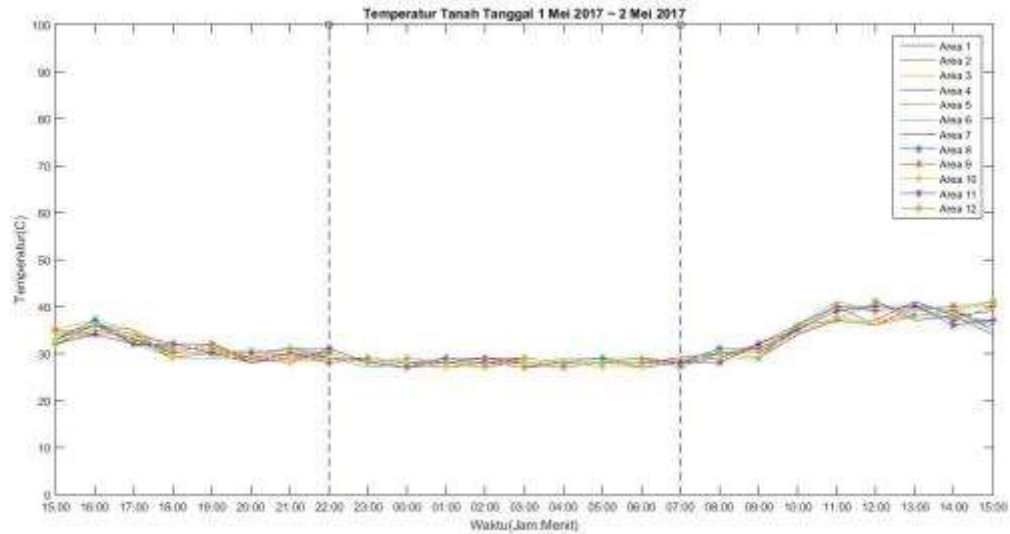
Lampiran 40 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 30 April 2017 hingga 1 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 18:00 30 April 2017 hingga 12:00 1 Mei 2017



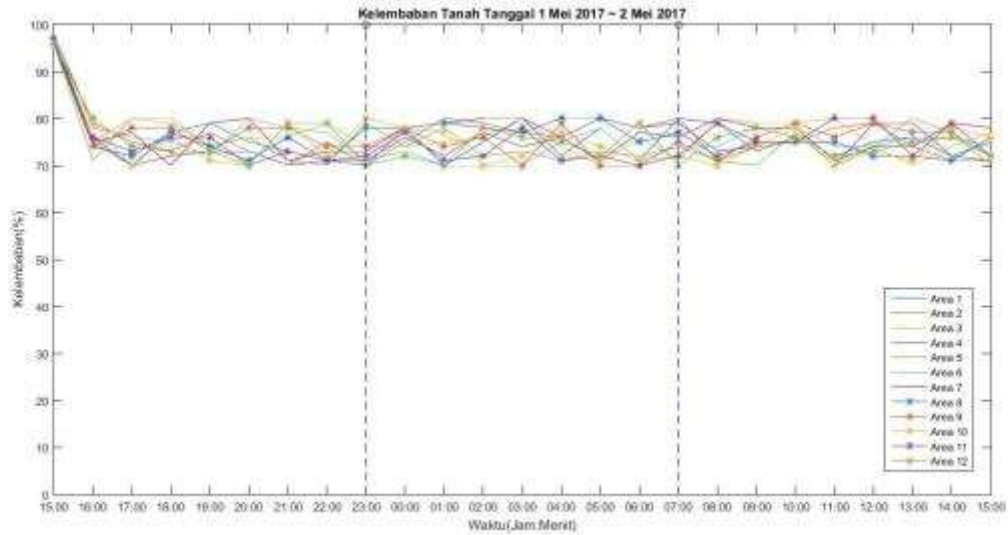
Lampiran 41 Grafik temperatur udara selama tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 19:00 1 Mei 2017 hingga 05:00 2 Mei 2017



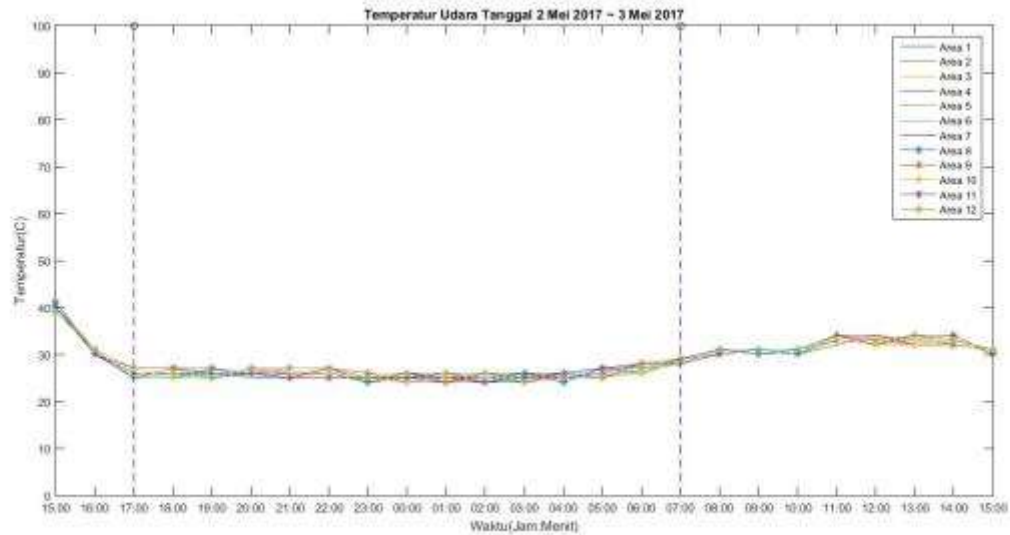
Lampiran 42 Grafik kelembaban udara selama tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 23:00 1 Mei 2017 hingga 04:00 2 Mei 2017



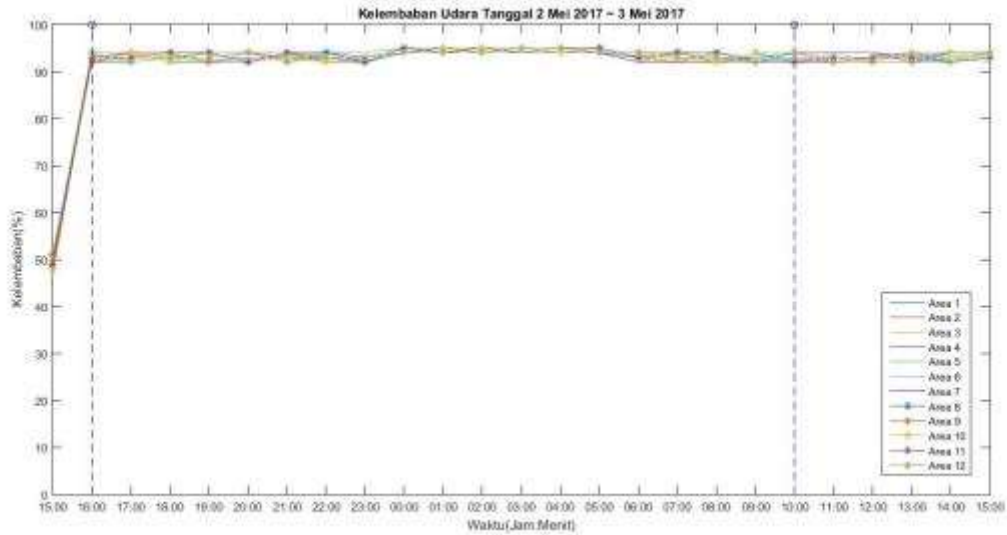
Lampiran 43 Grafik temperatur tanah selama tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 22:00 1 Mei 2017 hingga 07:00 2 Mei 2017



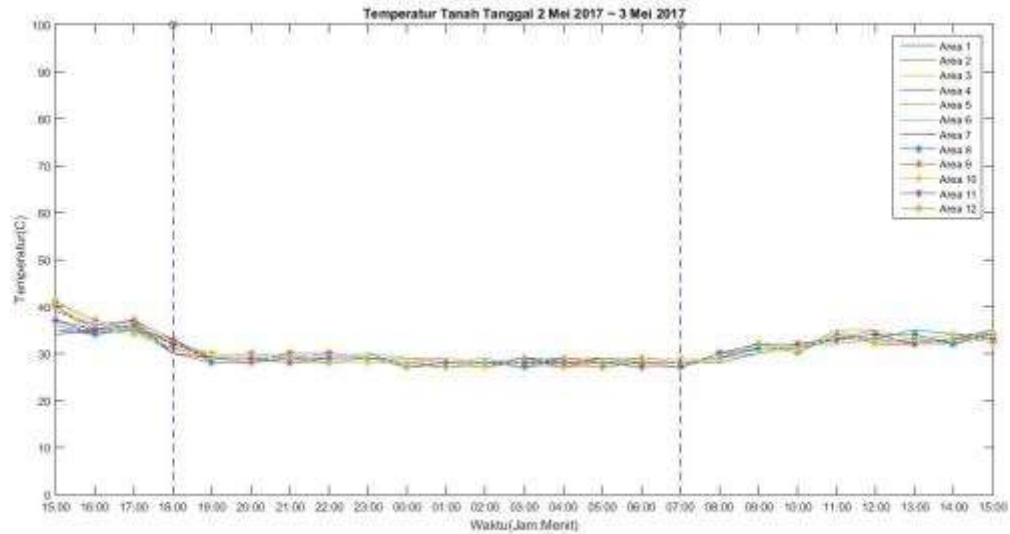
Lampiran 44 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 1 Mei 2017 hingga 2 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 23:00 1 Mei 2017 hingga 07:00 2 Mei 2017



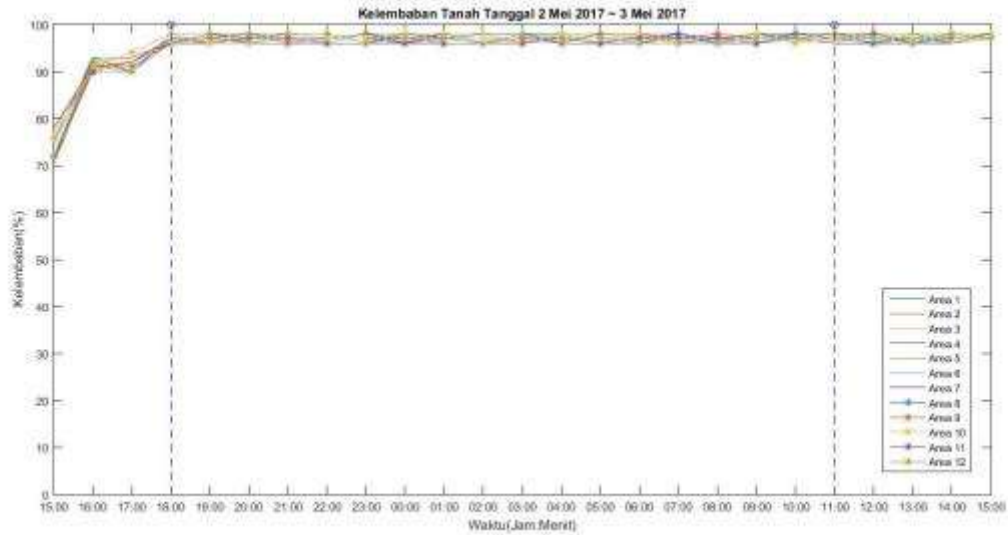
Lampiran 45 Grafik temperatur udara selama tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 17:00 2 Mei 2017 hingga 07:00 3 Mei 2017



Lampiran 46 Grafik kelembaban udara selama tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 18:00 2 Mei 2017 hingga 07:00 3 Mei 2017

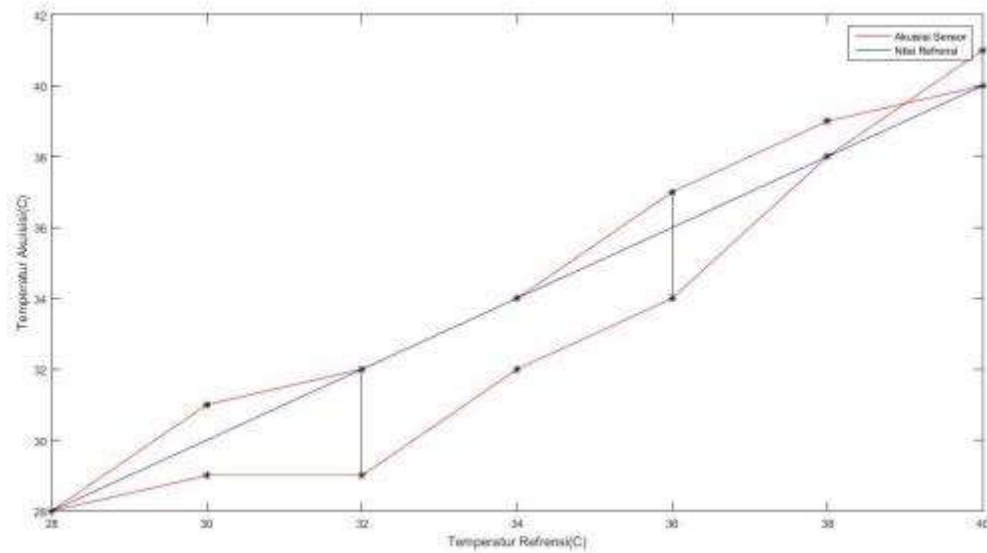


Lampiran 47 Grafik temperatur tanah selama tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 18:00 2 Mei 2017 hingga 07:00 3 Mei 2017

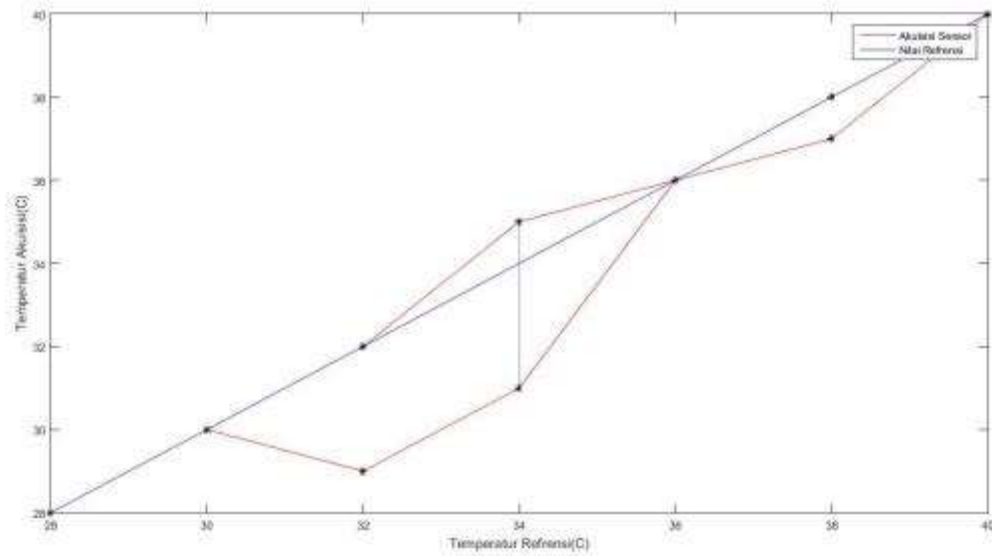


Lampiran 48 Grafik kelembaban tanah selama tanggal 2 Mei 2017 hingga 3 Mei 2017. Pembacaan data stabil pada pukul 18:00 2 Mei 2017 hingga 11:00 3 Mei 2017

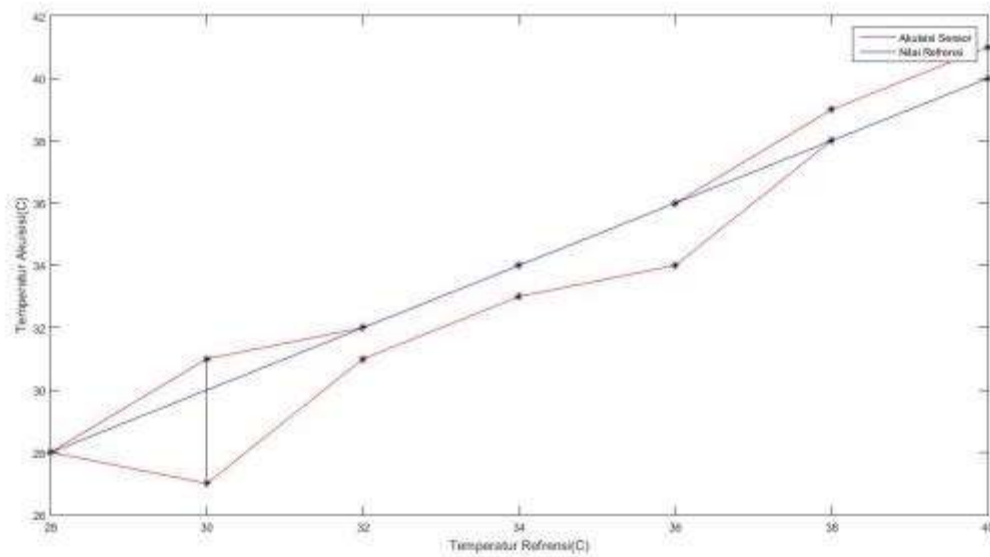
Grafik Karakterisasi Temperatur Udara pada Sensor DHT11



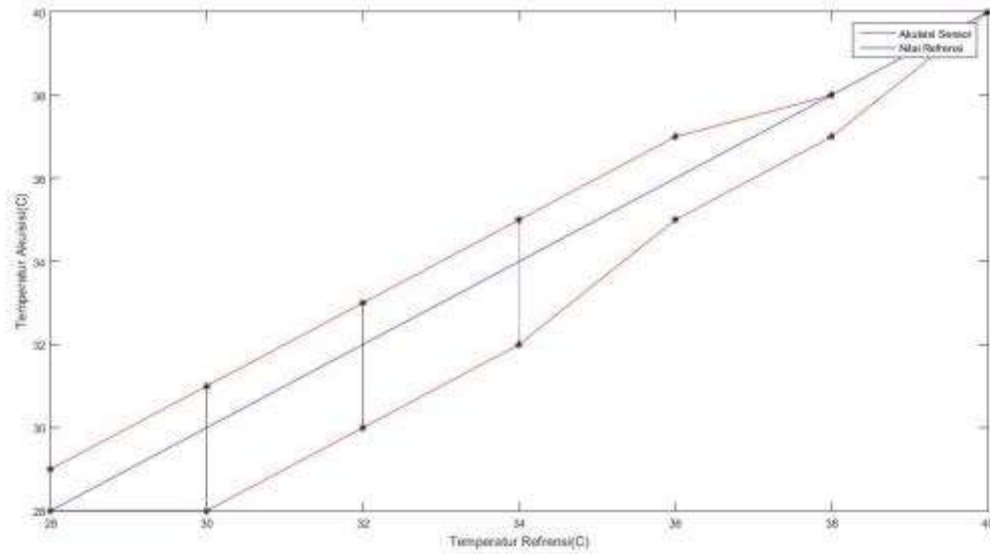
Lampiran 49 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 1



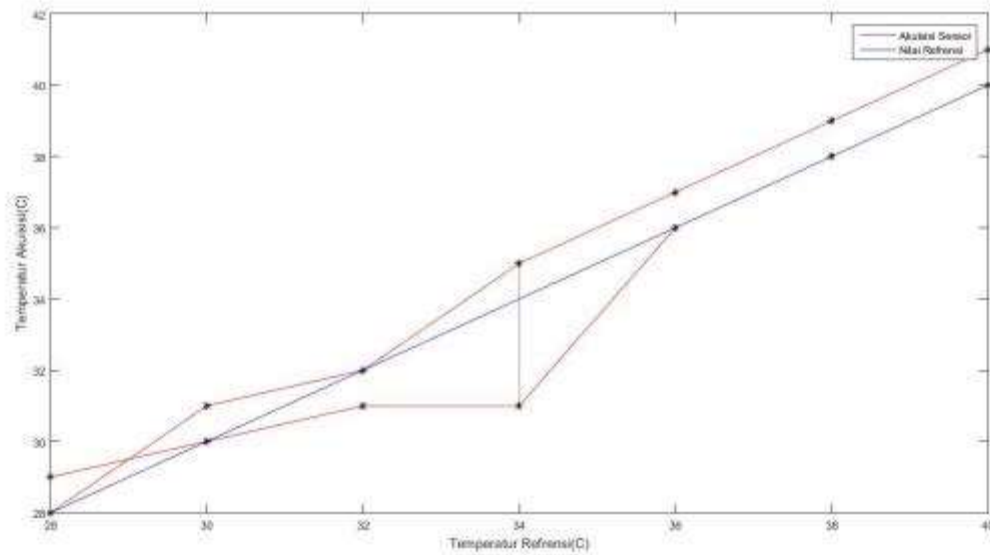
Lampiran 50 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 2



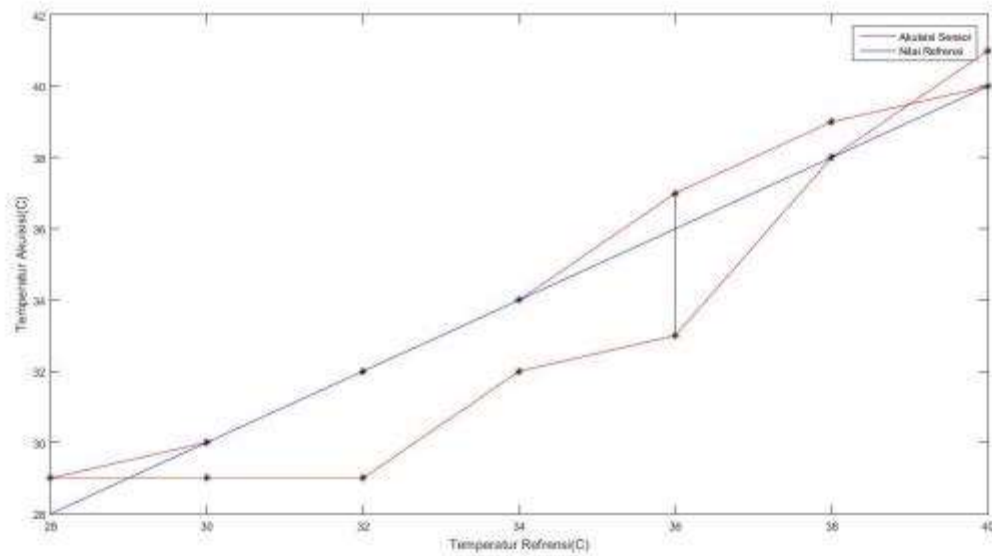
Lampiran 51 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 3



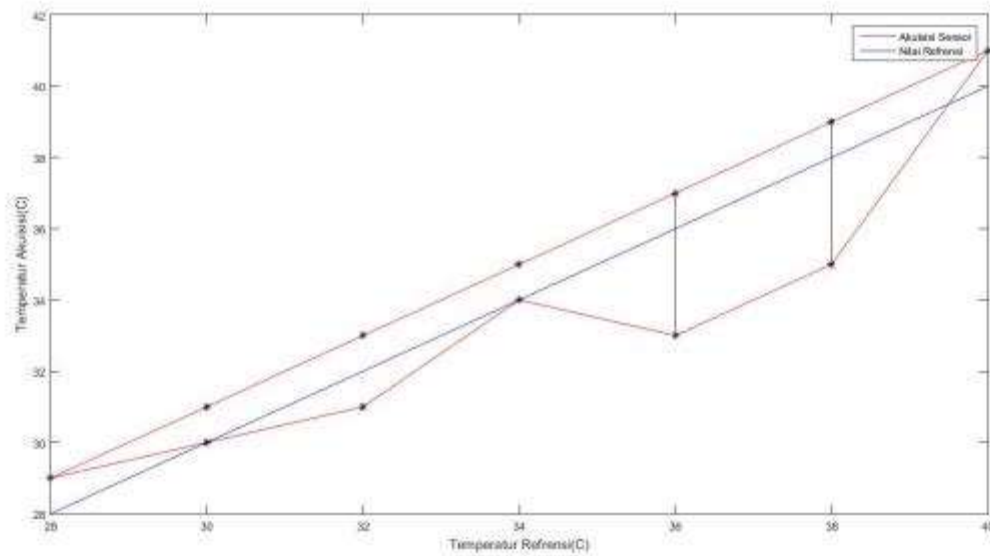
Lampiran 52 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 4



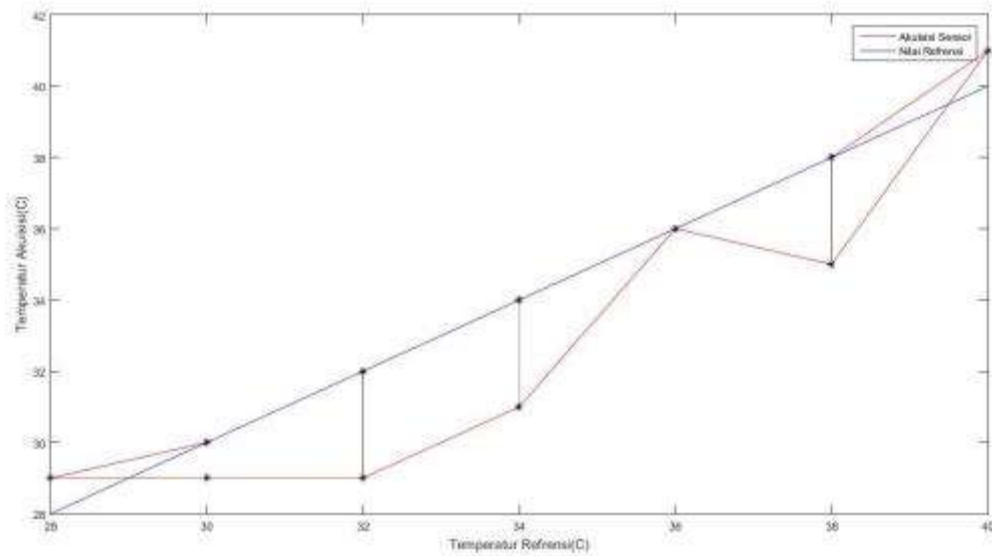
Lampiran 53 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 5



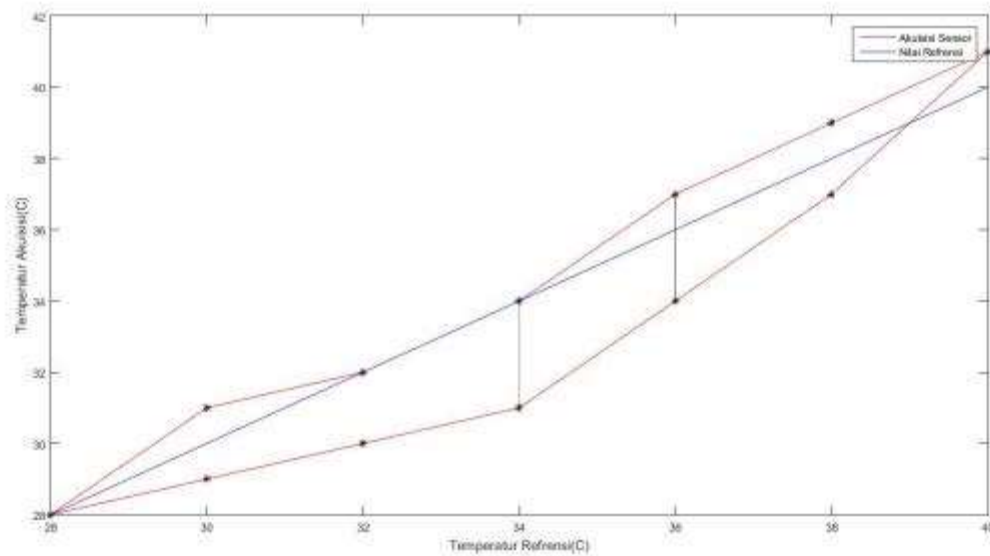
Lampiran 54 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 6



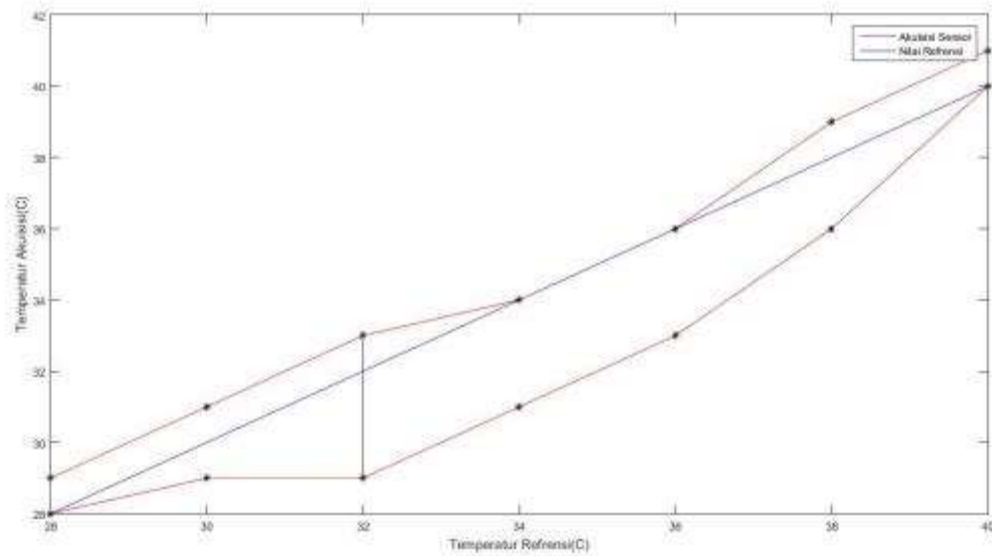
Lampiran 55 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 7



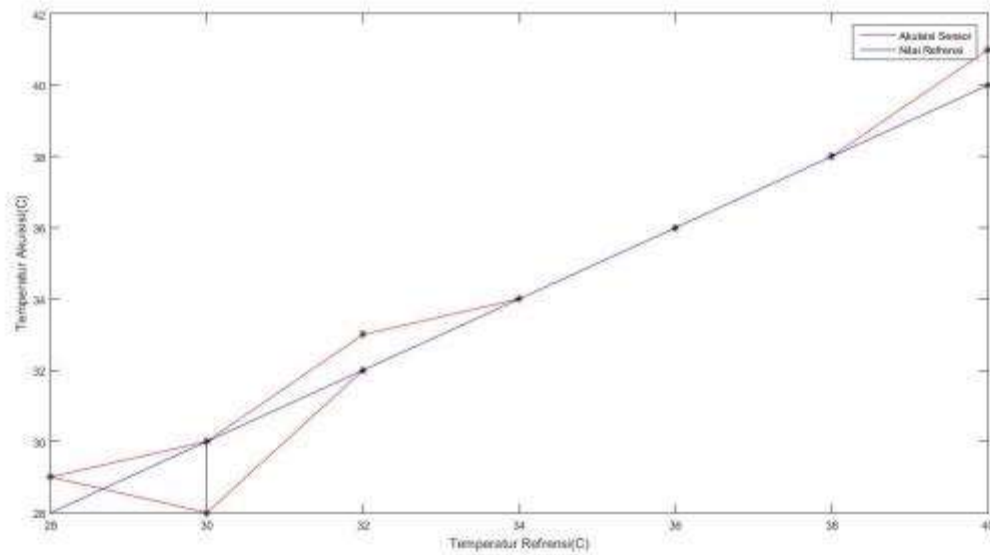
Lampiran 56 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 8



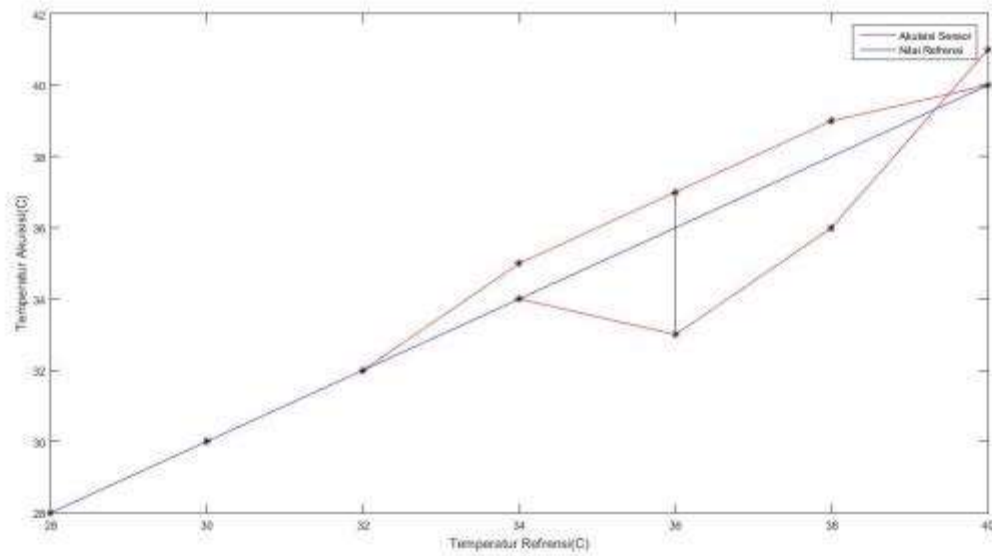
Lampiran 57 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 9



Lampiran 58 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 10

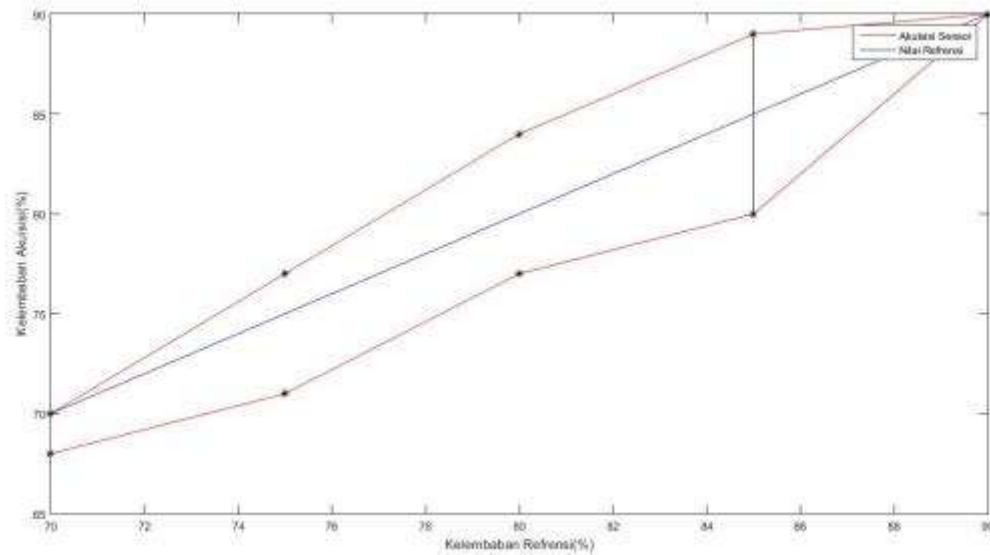


Lampiran 59 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 11

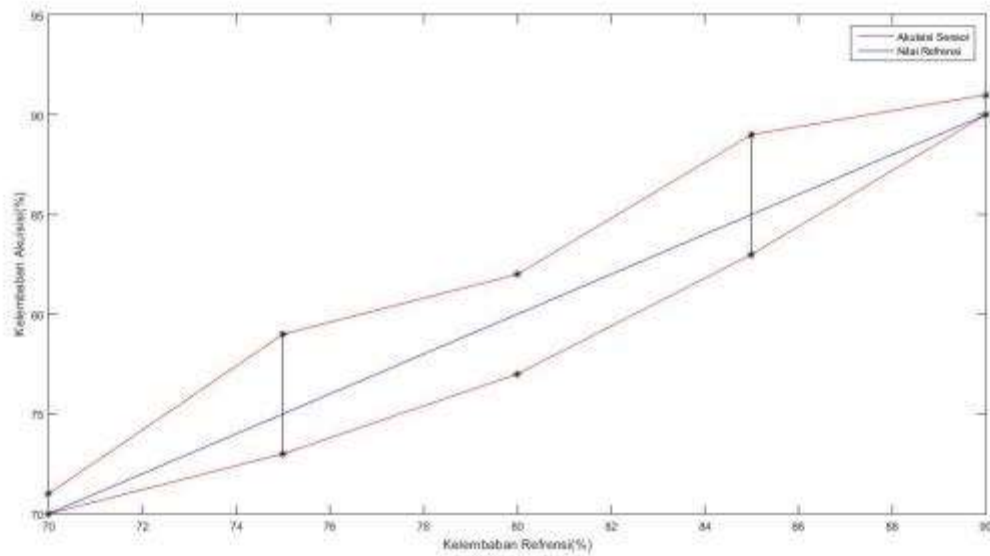


Lampiran 60 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur udara pada sensor DHT11 area 12

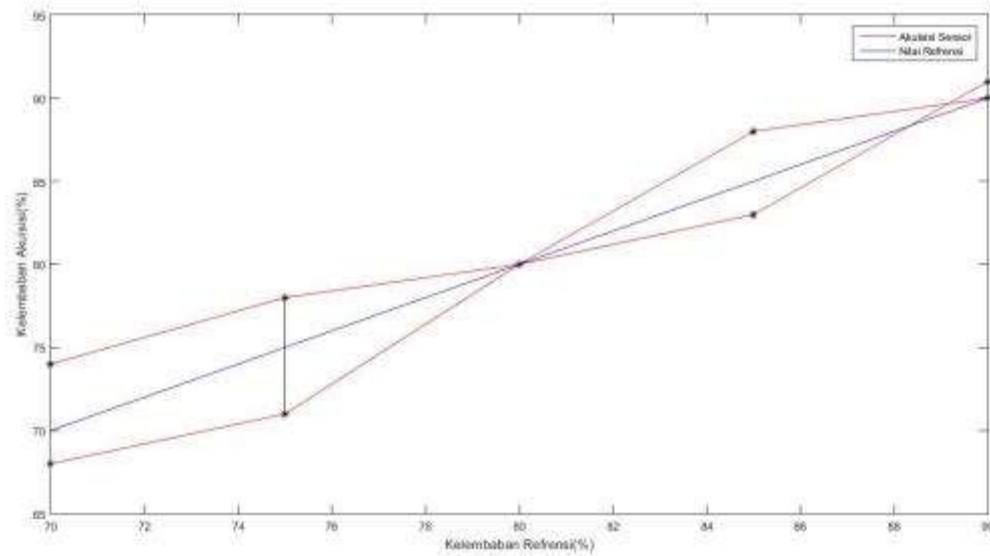
Grafik Karakterisasi Kelembaban Udara pada Sensor DHT11



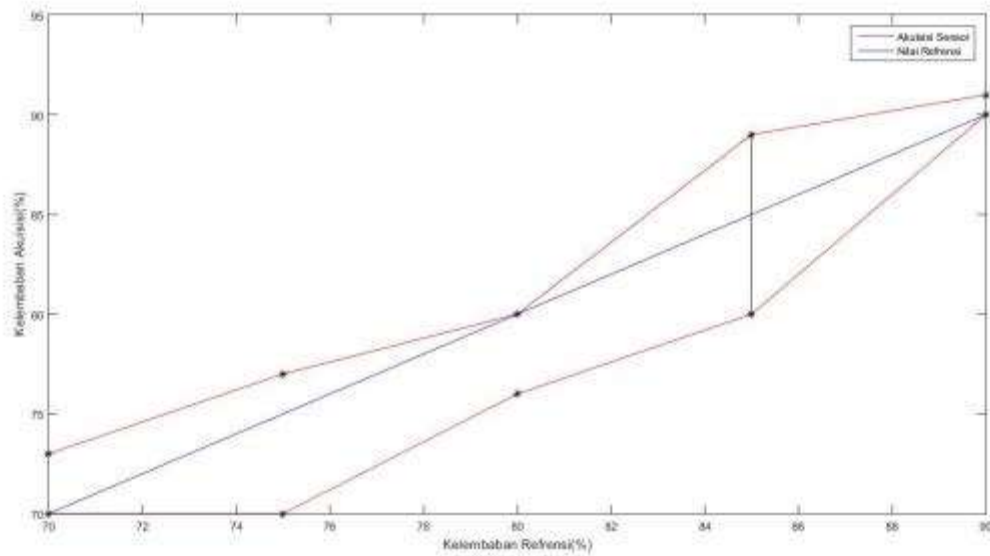
Lampiran 61 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 1



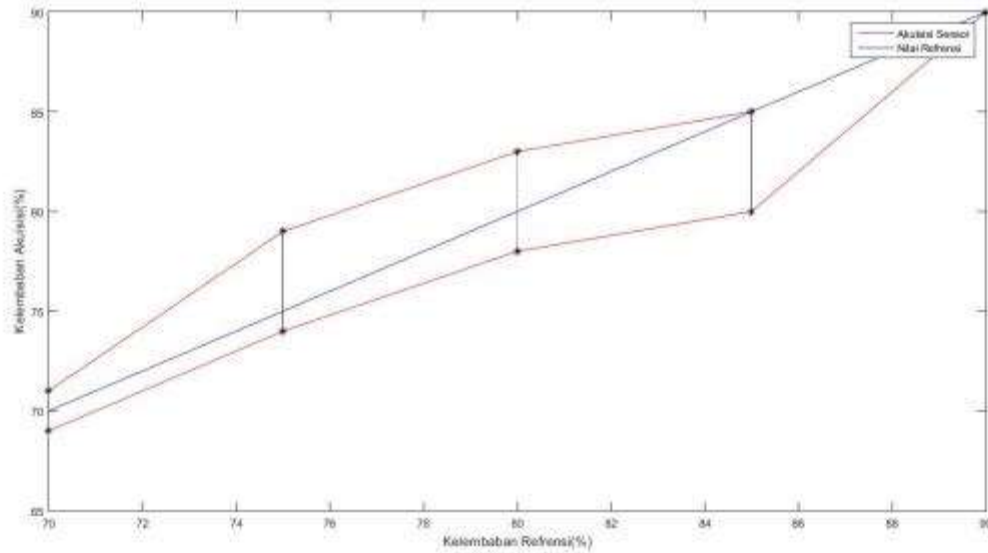
Lampiran 62 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 2



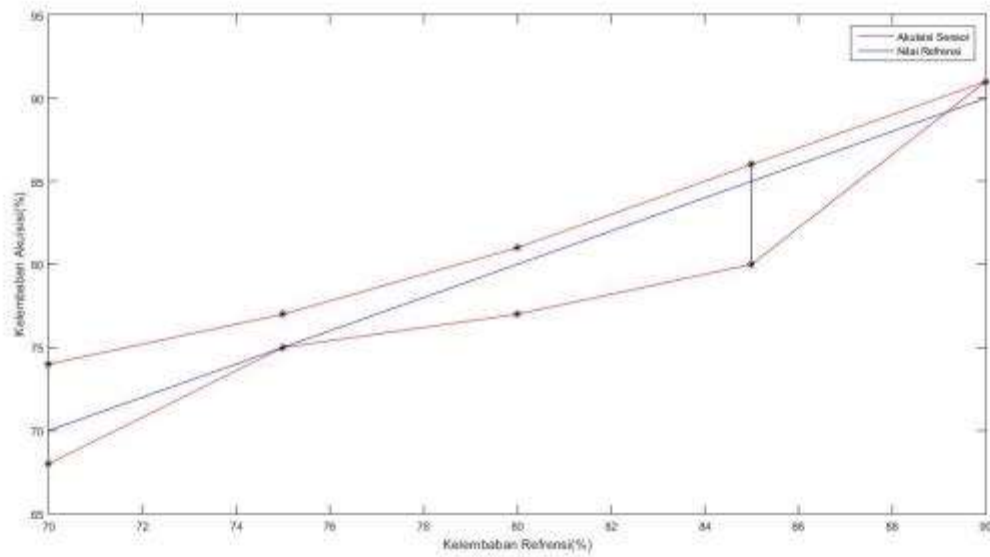
Lampiran 63 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 3



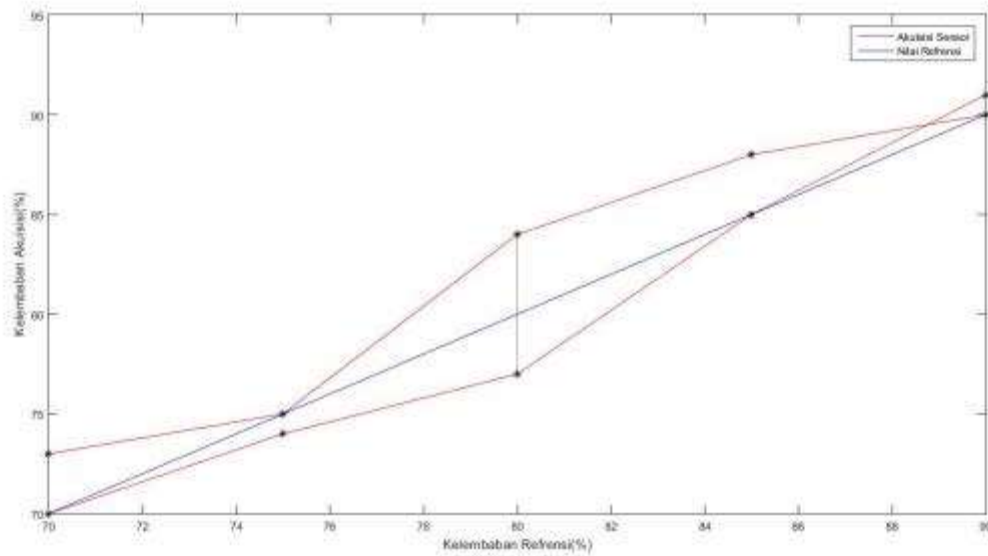
Lampiran 64 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 4



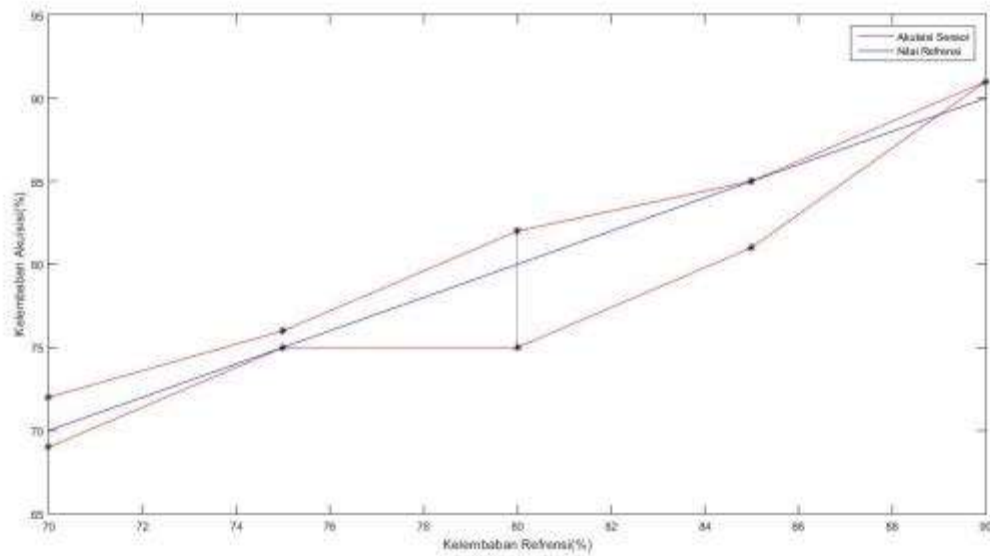
Lampiran 65 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 5



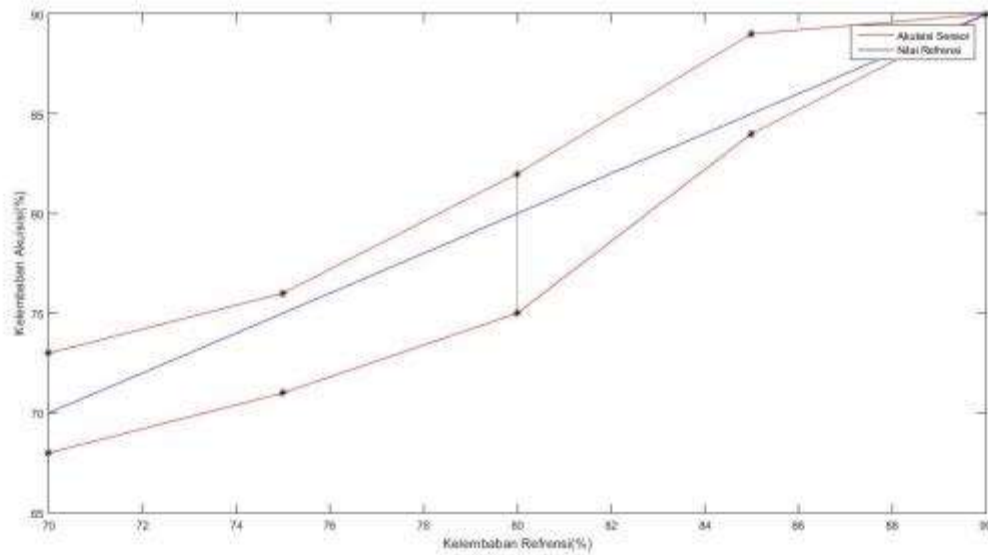
Lampiran 66 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 6



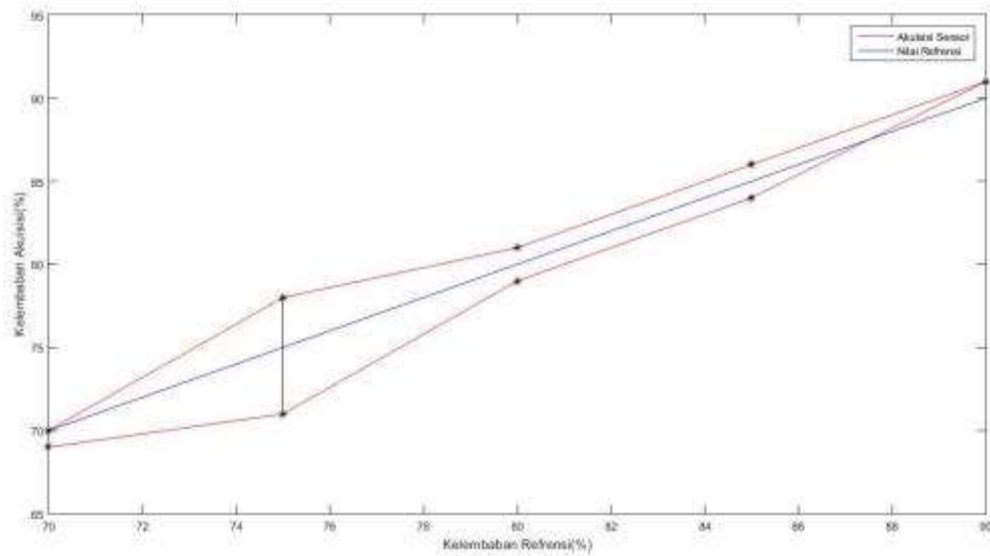
Lampiran 67 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 7



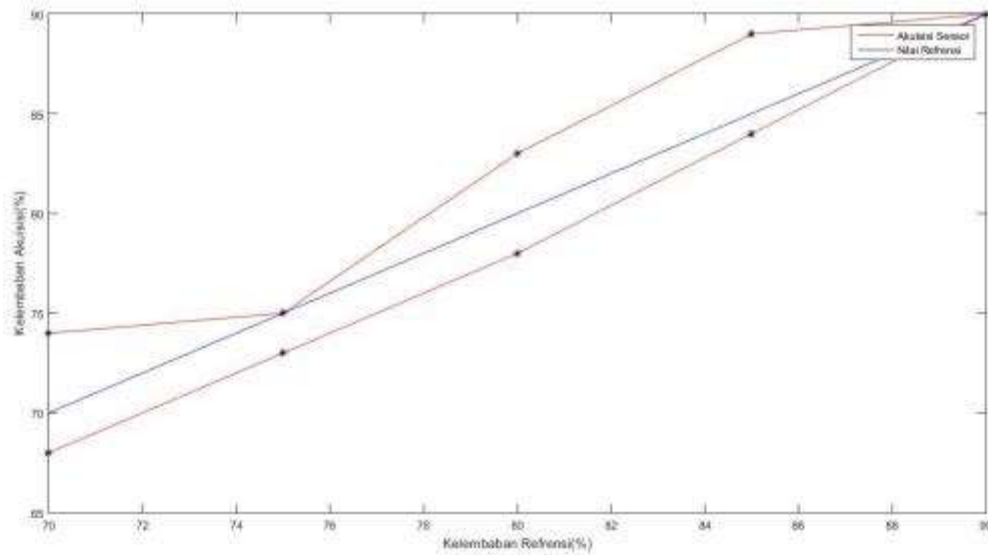
Lampiran 68 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 8



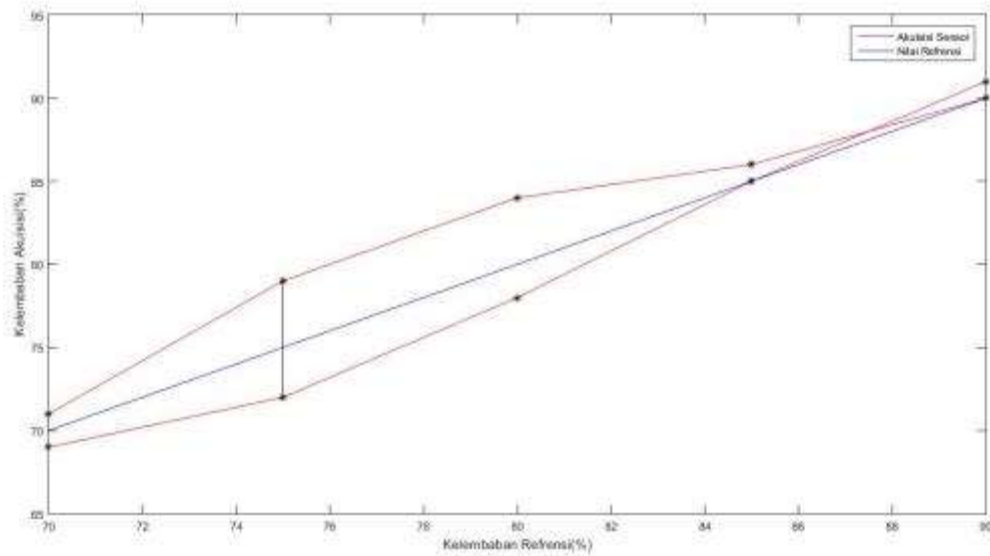
Lampiran 69 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 9



Lampiran 70 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 10

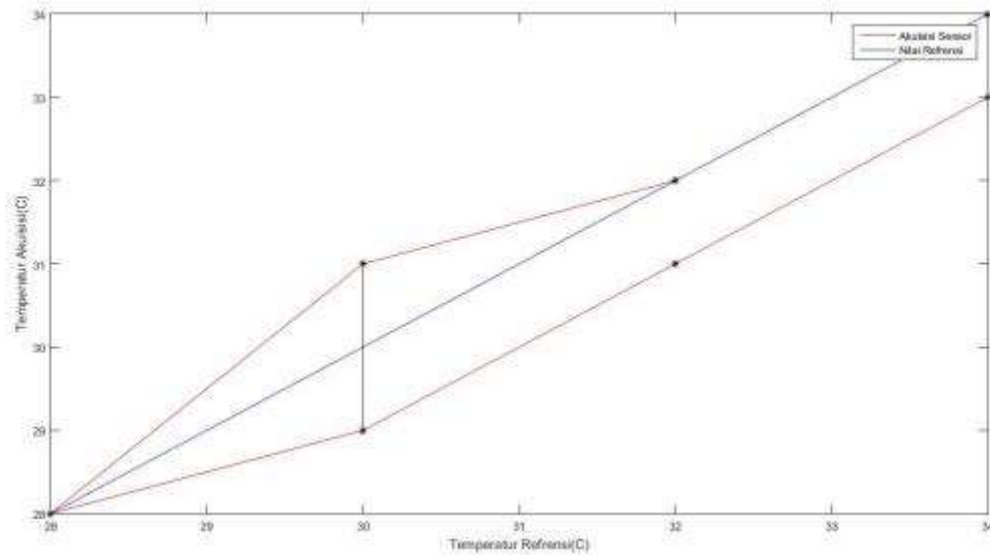


Lampiran 71 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 11

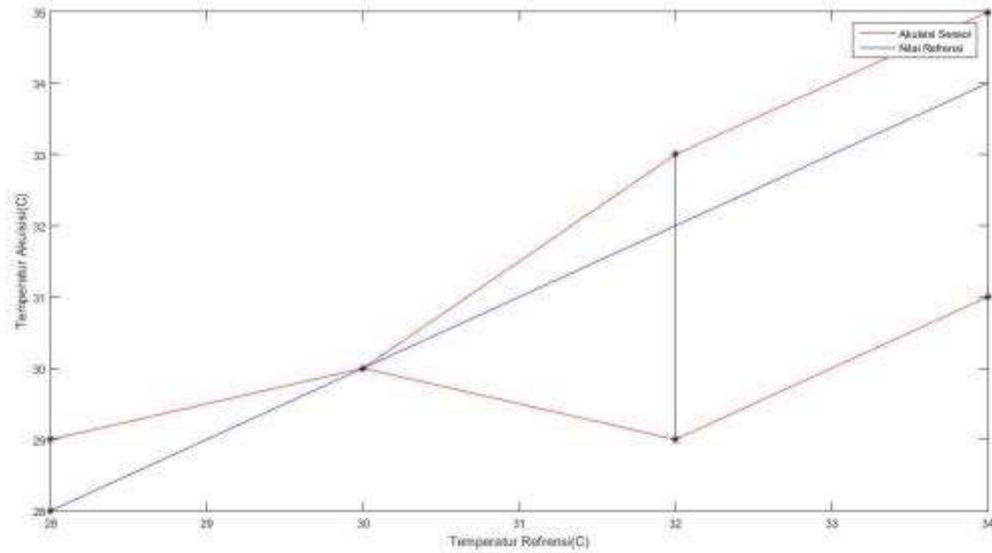


Lampiran 72 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban udara pada sensor DHT11 area 12

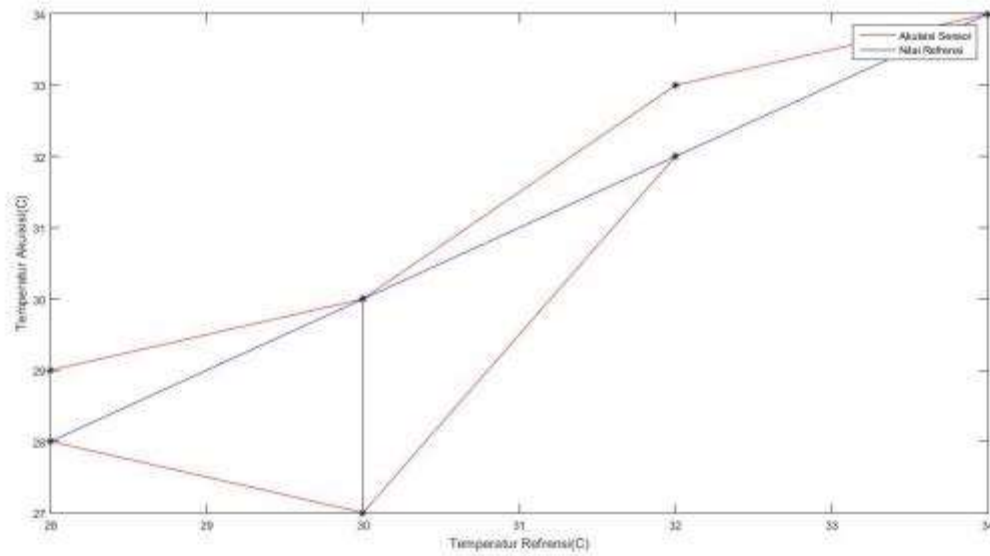
Grafik Karakterisasi Temperatur Tanah pada Sensor DS18B20



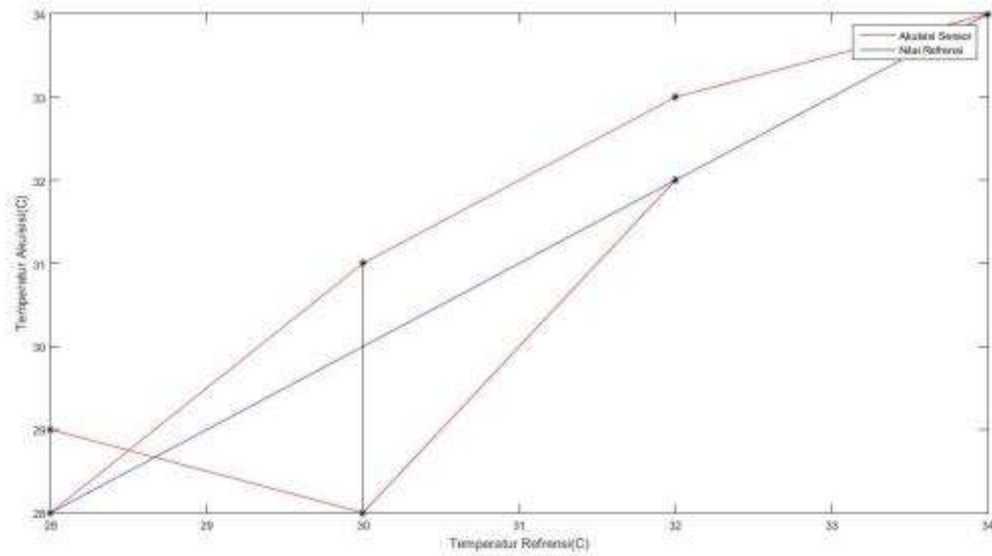
Lampiran 73 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 1



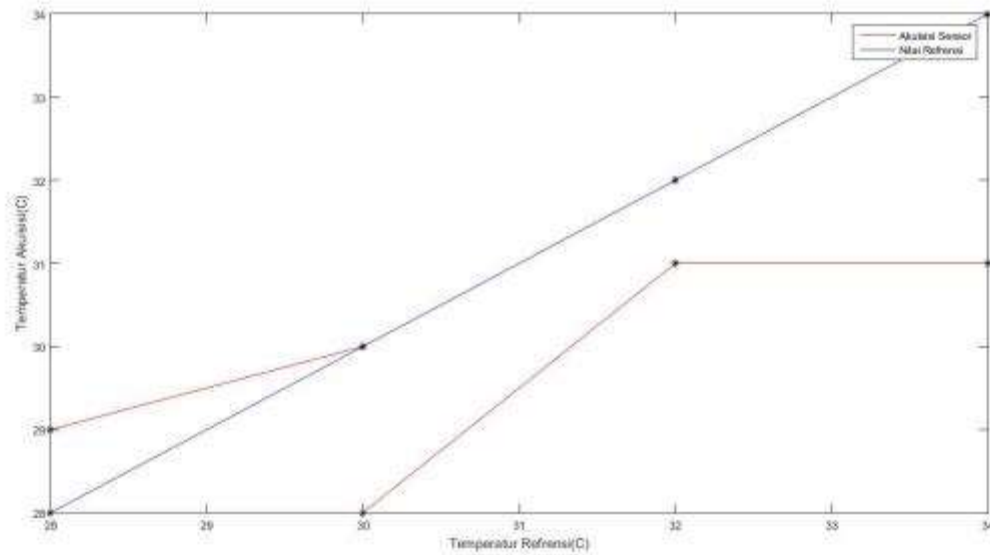
Lampiran 74 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 2



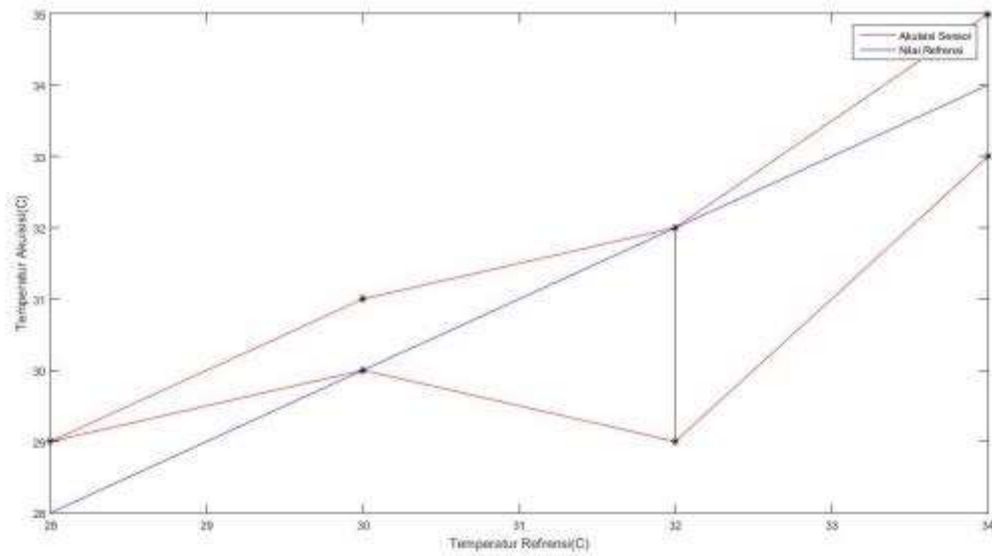
Lampiran 75 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 3



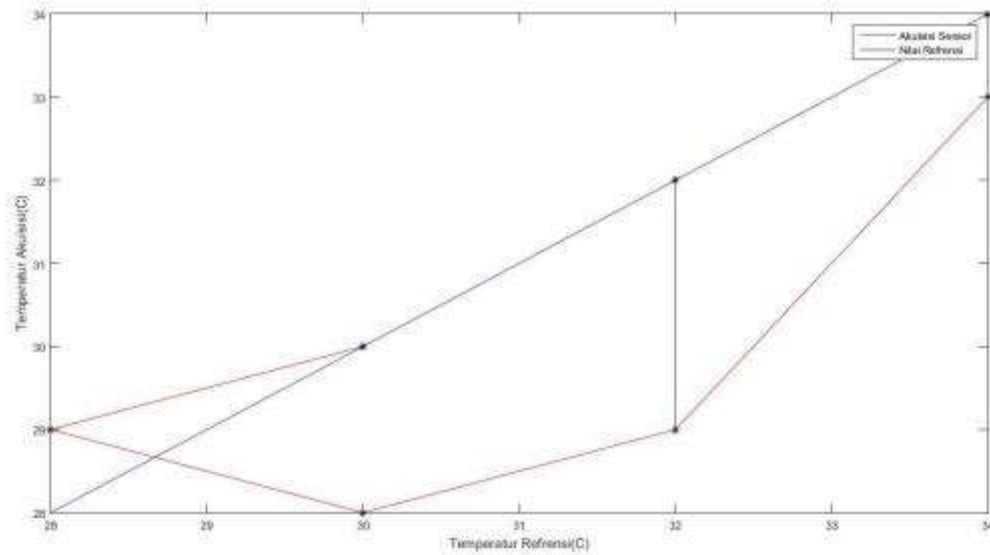
Lampiran 76 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 4



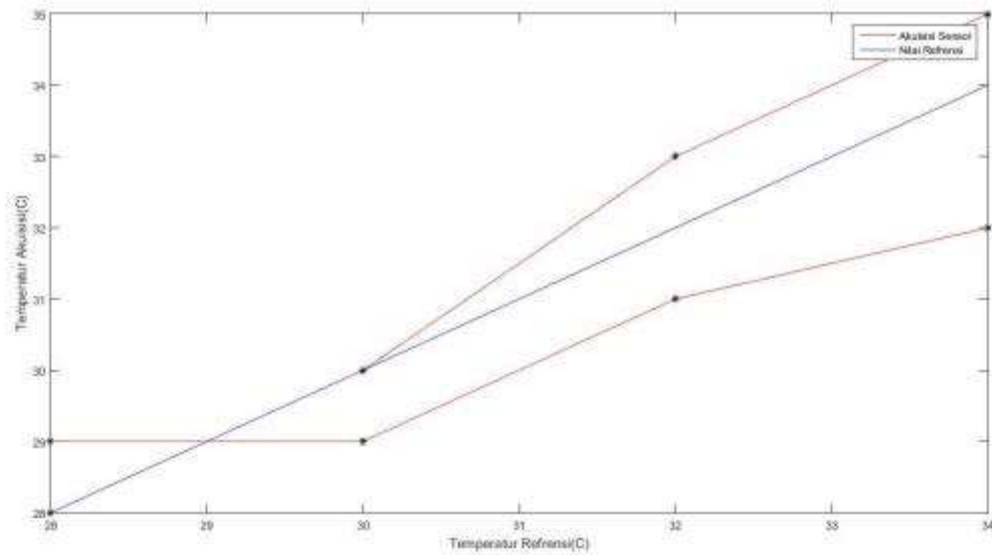
Lampiran 77 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 5



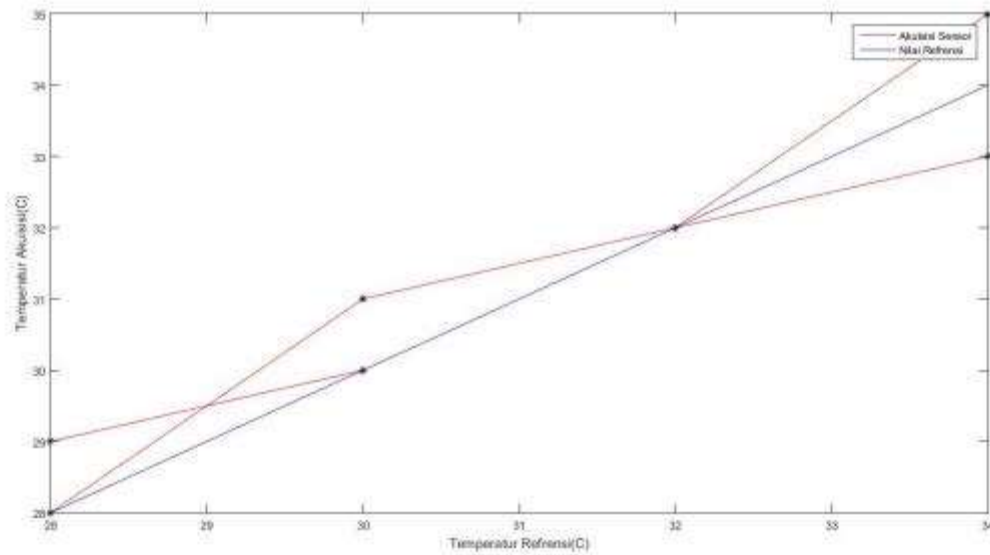
Lampiran 78 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 6



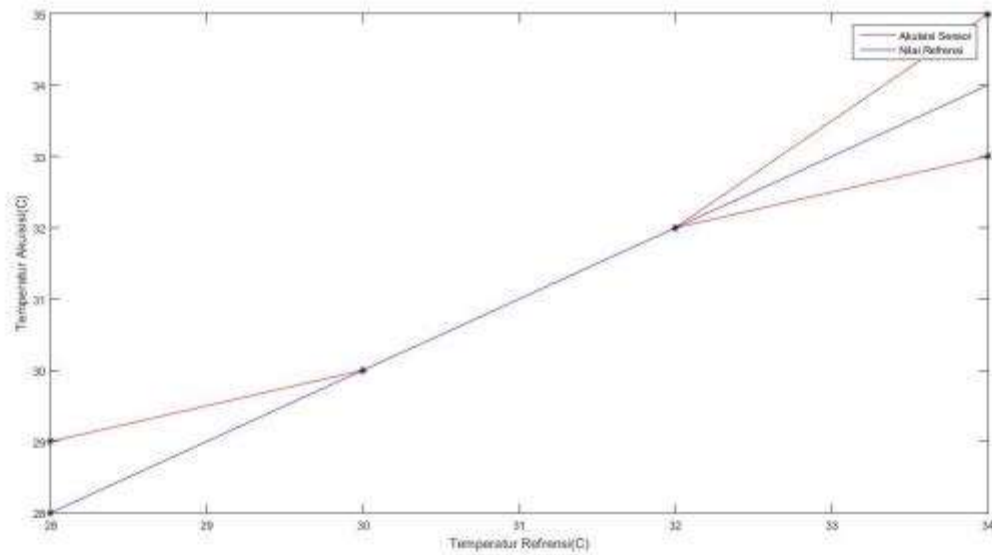
Lampiran 79 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 7



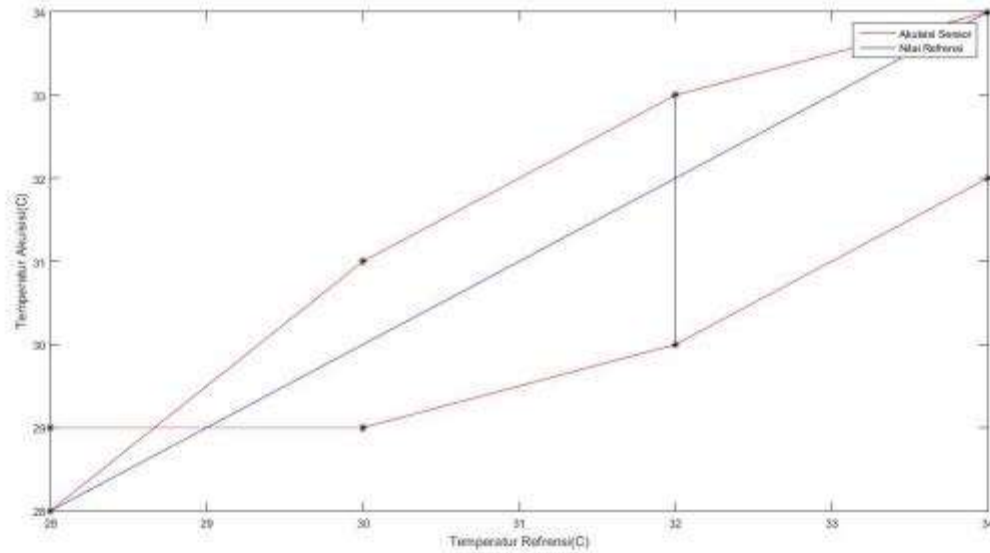
Lampiran 80 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 8



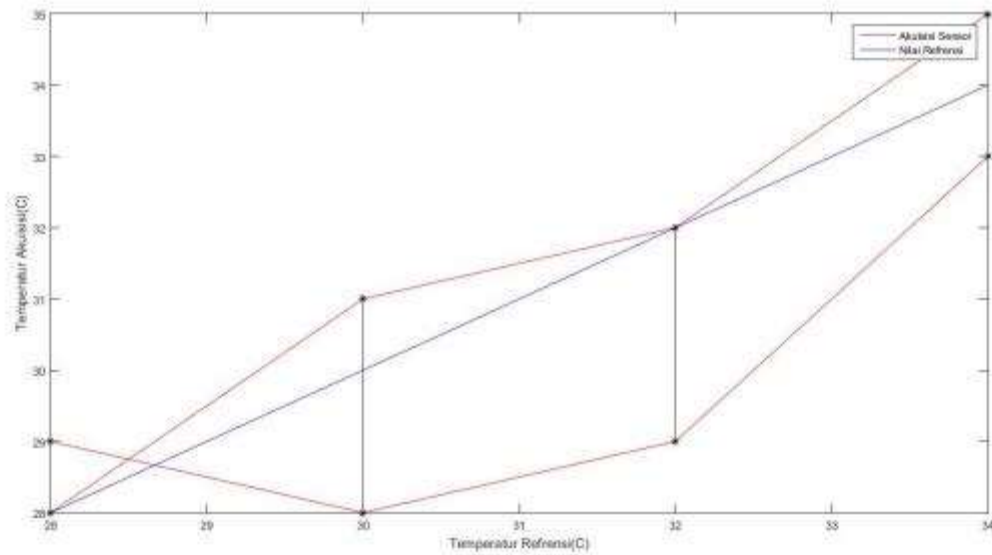
Lampiran 81 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 9



Lampiran 82 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 10

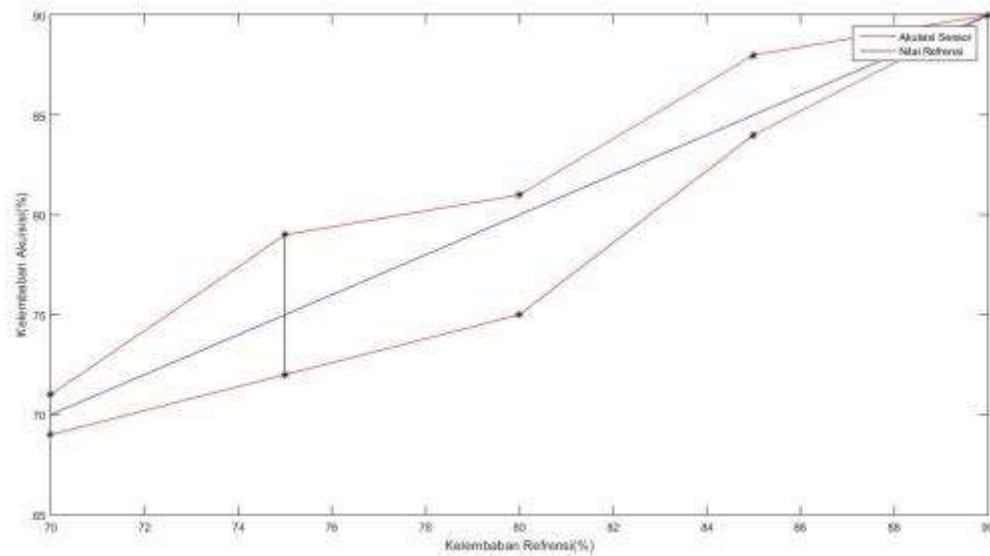


Lampiran 83 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 11

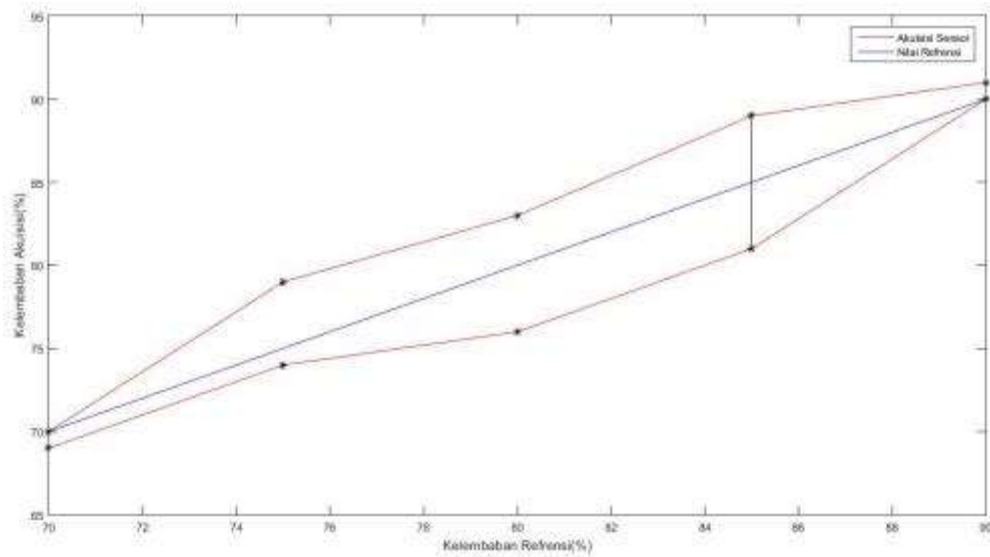


Lampiran 84 Grafik akurasi dari akuisisi temperatur tanah pada sensor DS18B20 area 12

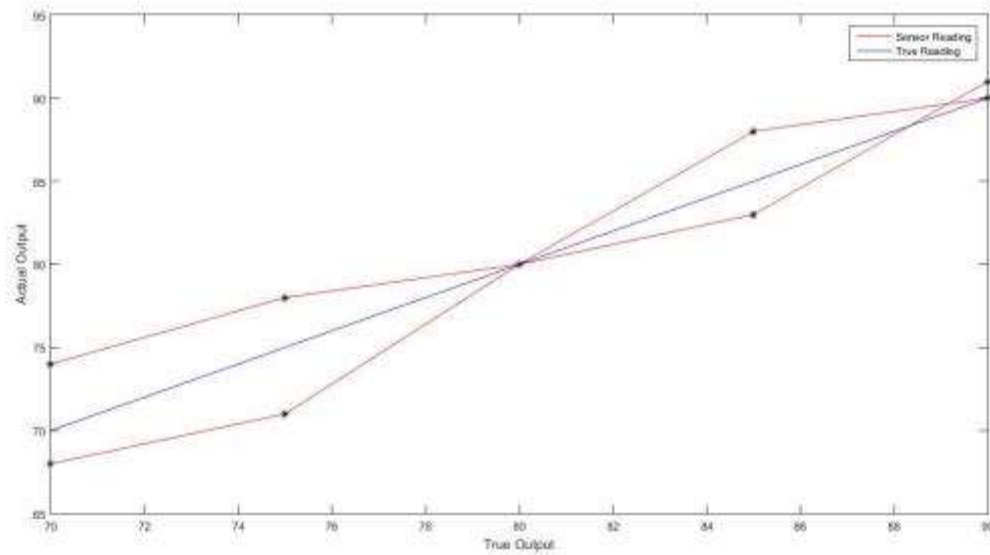
Grafik Karakterisasi Kelembaban Tanah pada Sensor *Soil Moisture*



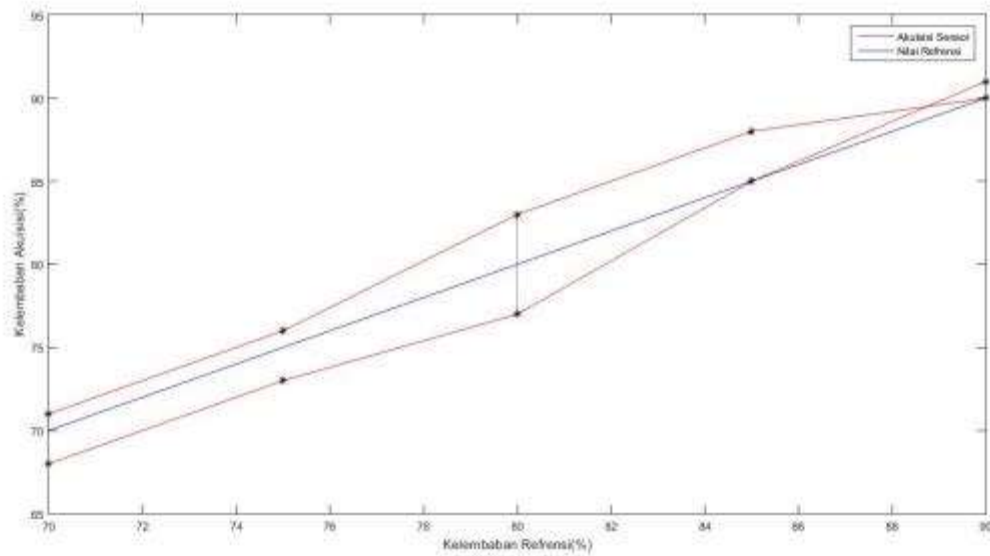
Lampiran 85 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture* area 1



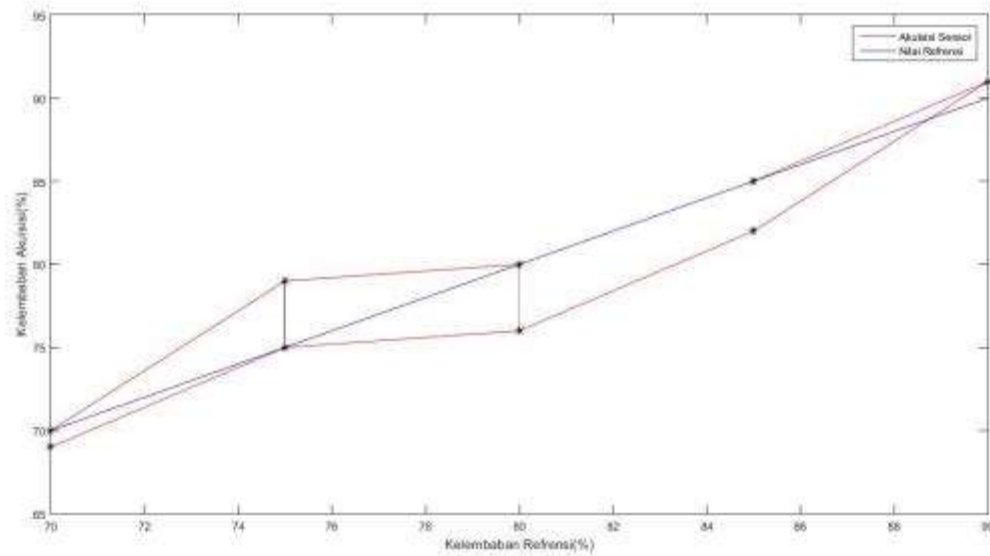
Lampiran 86 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture area 2*



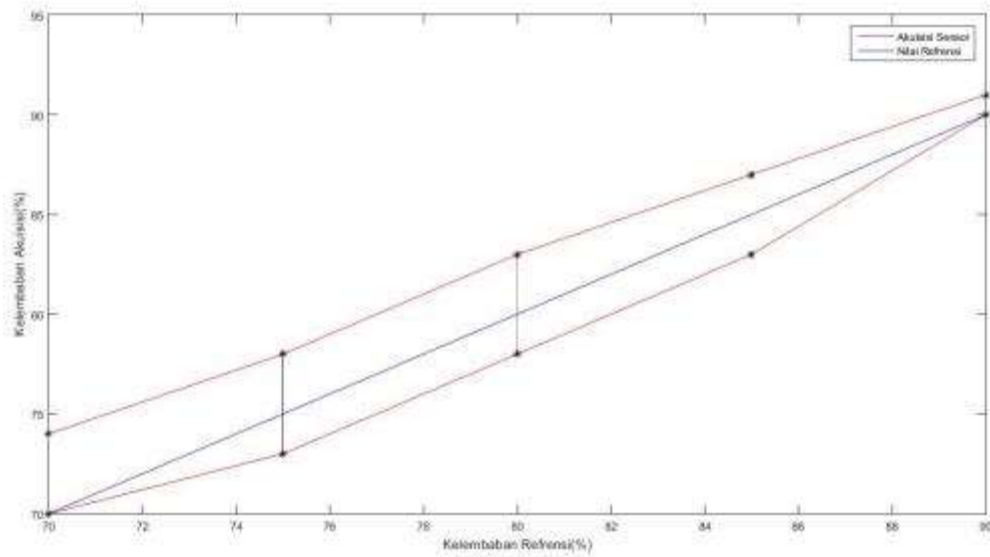
Lampiran 87 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture* area 3



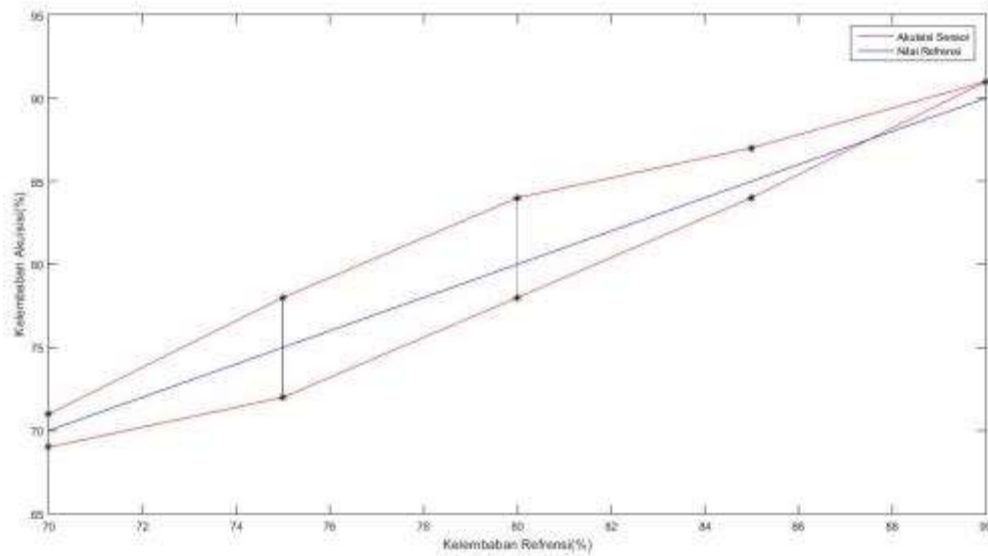
Lampiran 88 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture* area 4



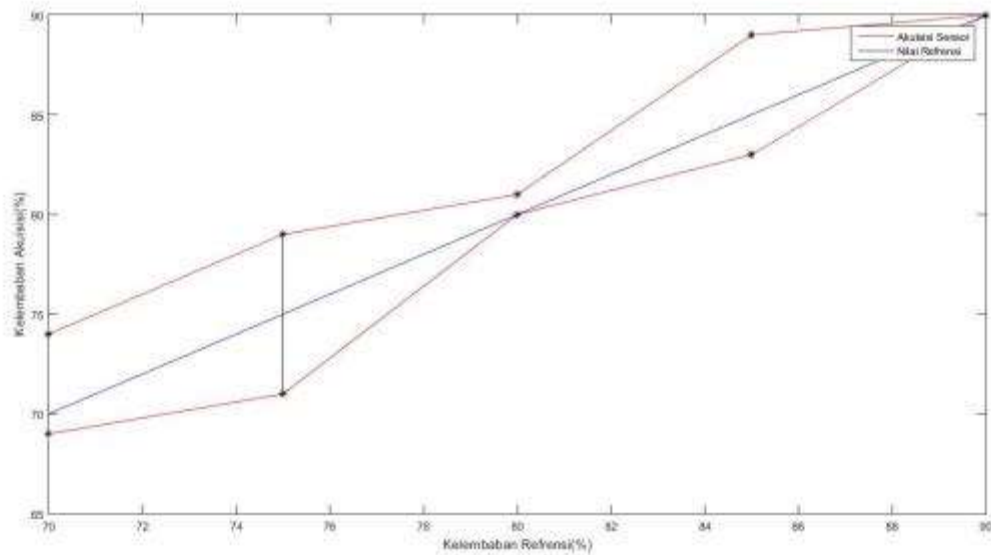
Lampiran 89 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture area 5*



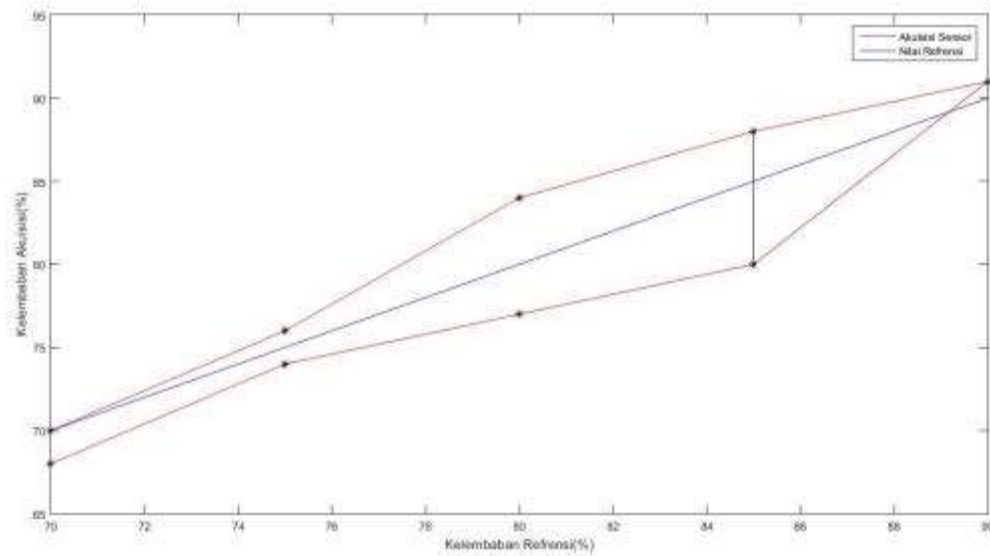
Lampiran 90 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture* area 6



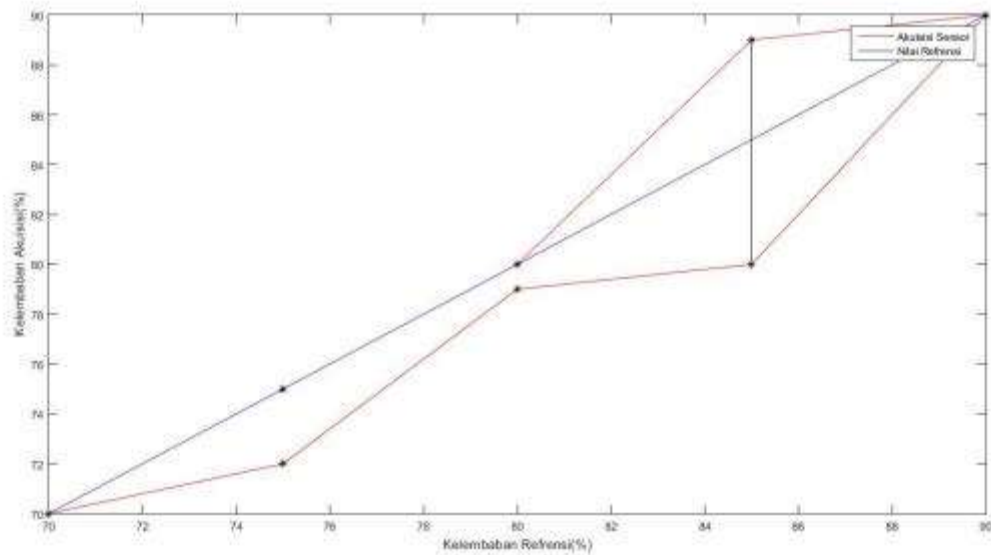
Lampiran 91 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture area 7*



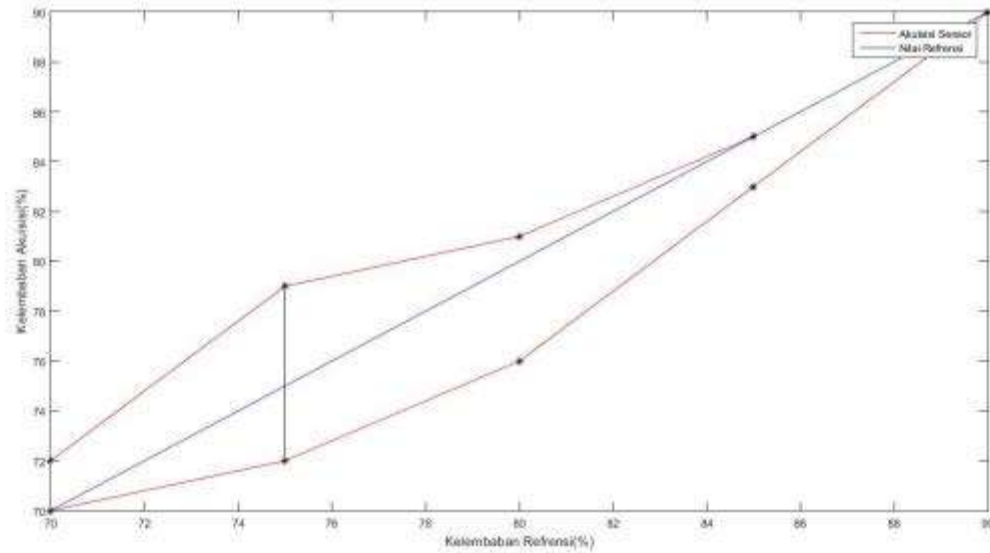
Lampiran 92 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture* area 8



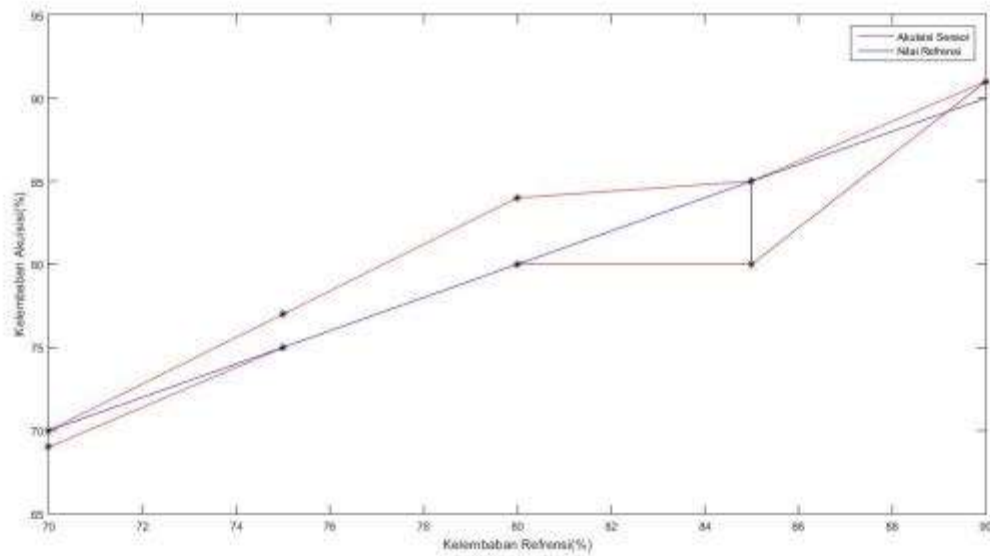
Lampiran 93 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture area 9*



Lampiran 94 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture* area 10



Lampiran 95 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture* area 11



Lampiran 96 Grafik akurasi dari akuisisi kelembaban tanah pada sensor *soil moisture* area 12

Algoritma Otomasi *Greenhouse*

```
//Library
```

```
#include <dht.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
#include <DallasTemperature.h>
```

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <SD.h>
```

```
#include "RTClib.h"
```

```
//RTC
```

```
const int chipSelect = 10;
```

```
RTC_DS1307 RTC;
```

```
//DS18B20
```

```
int temp_sensor1=7;
```

```
int temp_sensor2=8;
```

```
int temp_sensor3=9;
```

```
//DHT11
```

```
dht DHT1;
```

```
dht DHT2;
```

```
dht DHT3;
```

```
//Define
```

```
#define DHT11_PIN 4
#define DHT12_PIN 5
#define DHT13_PIN 6
#define I2C_ADDR 0x27
#define BACKLIGHT_PIN 3
#define D5_pin 5
#define D6_pin 6
#define D7_pin 7
```

```
//Pin Aktuator
const int kipas =0;
const int spray2=2;
```

```
//Pemberian nama variabel umum
float suhutanah1=0;
float suhutanah2=0;
float suhutanah3=0;
int chk1;
int chk2;
int chk3;
int sh1;
int sh2;
int sh3;
```

```
//Soil Moisture
```

```

int soilhum1=analogRead(A0);
int soilhum2=analogRead(A1);
int soilhum3=analogRead(A2);

//Logger
File dataFile;
DateTime now;

//LCD
LiquidCrystal_I2C
lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pin,D7_
pin);

//Baca DS18B20
DallasTemperature soiltemp1(&ds1);
DallasTemperature soiltemp2(&ds2);
DallasTemperature soiltemp3(&ds3);

void setup()
{
//Persiapan RTC & Logger
Wire.begin();
RTC.begin();
RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
now=RTC.now();

```

```
SD.begin(chipSelect);

//Pin Mode
pinMode(A4,OUTPUT);
pinMode(A5,OUTPUT);
pinMode(SS, OUTPUT);
pinMode(soilhum1,INPUT);
pinMode(soilhum2,INPUT);
pinMode(soilhum3,INPUT);
pinMode(DHT11_PIN,INPUT);
pinMode(DHT12_PIN,INPUT);
pinMode(DHT13_PIN,INPUT);
pinMode(kipas,OUTPUT);
pinMode(spray2,OUTPUT);

//Mencatat Data Tanggal Pada Logger
dataFile=SD.open("readme.txt", FILE_WRITE);
dataFile.print("Start logging on: ");
dataFile.print(now.year(),DEC);
dataFile.print('/');
dataFile.print(now.month(),DEC);
dataFile.print('/');
dataFile.println(now.day(),DEC);
dataFile.close();

//Menampilkan Ucapan Pembuka pada LCD
```

```
lcd.begin(16,2);  
lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN,POSITIVE);  
lcd.setBacklight(HIGH);  
lcd.print("Selamat Datang!");  
lcd.setCursor (0,1);  
lcd.print("Dororo");  
}
```

```
void loop() {  
  //Update Waktu  
  now=RTC.now();  
  
  //pengambilan data DHT11  
  chk1 = DHT1.read11(DHT11_PIN);  
  chk2 = DHT2.read11(DHT12_PIN);  
  chk3 = DHT3.read11(DHT13_PIN);  
  SU1=DHT1.temperature;  
  SU2=DHT2.temperature;  
  SU3=DHT3.temperature;  
  HU1=DHT1.humidity;  
  HU2=DHT2.humidity;  
  HU3=DHT3.humidity;  
  //Monitor DHT11  
  lcd.clear();  
  lcd.setCursor(0,0);  
  lcd.print("Reading");  
}
```

```
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("T.Udara1:");  
lcd.setCursor(9,1);  
lcd.print(SU1);  
delay(1000);  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("K.Udara1:");  
lcd.setCursor(9,1);  
lcd.print(HU1);  
delay(1000);  
lcd.clear();  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("Reading");  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("T.Udara2:");  
lcd.setCursor(9,1);  
lcd.print(SU2);  
delay(1000);  
lcd.setCursor(0,1);  
lcd.print("K.Udara2:");  
lcd.setCursor(9,1);  
lcd.print(HU2);  
delay(1000);  
lcd.clear();  
lcd.setCursor(0,0);  
lcd.print("Reading");
```

```

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("T.Udara3:");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(SU3);
delay(1000);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("K.Udara3:");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(HU3);
delay(1000);
//Logging DHT11
dataFile = SD.open("data.csv", FILE_WRITE);
dataFile.print(SU1);
dataFile.print(",");
dataFile.print(SU2);
dataFile.print(",");
dataFile.print(SU3);
dataFile.print(",");
dataFile.print(HU1);
dataFile.print(",");
dataFile.print(HU2);
dataFile.print(",");
dataFile.print(HU3);
//Kontrol DHT11 (Aktuator)
if (((SU1&&SU2)>30) || ((SU1&&SU3)>30) || ((SU2&&SU3)>30)) {
    digitalWrite(spray2,HIGH);
}

```



```

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Kontrol T.Udara");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Sprayer");
} else {
    digitalWrite(spray2,LOW);
}
if
(((HU1&&HU2)>80) || ((HU1&&HU3)>80) || ((HU2&&HU3)>80)) {
    digitalWrite(kipas,HIGH);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Kontrol K.Udara");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Kipas");
} else {
    digitalWrite(kipas,LOW);
}

//pengambilan data DS18B20
soiltemp1.begin();
soiltemp2.begin();
soiltemp3.begin();
soiltemp1.requestTemperatures();
soiltemp2.requestTemperatures();

```

```
soiltemp3.requestTemperatures();
suhutanah1=soiltemp1.getTempCByIndex(0);
suhutanah2=soiltemp2.getTempCByIndex(0);
suhutanah3=soiltemp3.getTempCByIndex(0);
//Monitor DS18B20
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Reading");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("T.Tanah1:");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(suhutanah1);
delay(1000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Reading");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("T.Tanah2:");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(suhutanah2);
delay(1000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Reading");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("T.Tanah3:");
```

```

lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(suhutanah3);
delay(1000);
//Logging DS18B20
dataFile.print(",");
dataFile.print(suhutanah1);
dataFile.print(",");
dataFile.print(suhutanah2);
dataFile.print(",");
dataFile.print(suhutanah3);
//Kontrol DS18B20 (Aktuator)
if
(((suhutanah1&&suhtanah2)>30) | (((suhutanah1&&suhtanah
3)>30) | ((suhutanah2&&suhtanah3)>30)){
    digitalWrite(spray2,HIGH);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Kontrol T.Tanah");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Sprayer");
} else {
    digitalWrite(spray2,LOW);
}

//pengambilan data soil moisture
sh1=map(soilhum1,0,1023,100,0);

```

```
sh2=map(soilhum2,0,1023,100,0);
sh3=map(soilhum3,0,1023,100,0);
//Monitor Soil Moisture
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Reading");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("K.Tanah1:");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(sh1);
delay(1000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Reading");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("K.Tanah2:");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(sh2);
delay(1000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Reading");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("K.Tanah3:");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(sh3);
```

```

delay(1000);
//Logging DS18B20
dataFile.print(",");
dataFile.print(sh1);
dataFile.print(",");
dataFile.print(sh2);
dataFile.print(",");
dataFile.print(sh3);
//Kontrol soil moisture (Aktuator)
if (((sh1&&sh2)<80) || ((sh1&&sh3)<80) || ((sh2&&sh3)<80)) {
    digitalWrite(spray2,HIGH);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Kontrol K.Tanah");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Sprayer");
} else {
    digitalWrite(spray2,LOW);
}

//Logging Waktu
dataFile.print(",");
dataFile.print(now.hour(),DEC);
dataFile.print(":");
dataFile.print(now.minute(),DEC);
dataFile.print(":");

```

```
dataFile.println(now.second(),DEC);
dataFile.close();
dataFile.flush();

//Aktuator Off
digitalWrite(spray2,LOW);
digitalWrite(kipas,LOW);
}
```

BIODATA PENULIS



Muhammad Bobby Eldion atau yang biasa dipanggil Bobby adalah penulis Tugas Akhir ini. Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 26 Agustus 1996. Merupakan anak tunggal dan bertempat tinggal di Surabaya. Penulis mengawali pendidikannya di SDN PLOSO 2 Surabaya. Kemudian dilanjutkan di SMPN 37 Surabaya. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMAN 2 Surabaya.

Semenjak melanjutkan studi di bangku perkuliahan penulis semakin aktif mendalami bidang instrumentasi dan elektronika. Diawali dengan menjadi asisten laboratorium elektronika dasar. Kemudian dilanjutkan dengan mengikuti berbagai macam pelatihan, salah satunya adalah pelatihan mikrokontroler. Hingga akhirnya menjadi instruktur pada kegiatan pelatihan bidang instrumentasi dan elektronika. Dengan ditulisnya penelitian ini diharapkan menjadi manfaat dalam kemajuan teknologi. Untuk kritik dan saran dapat menghubungi penulis melalui bobbydororo2000@gmail.com