

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pertanian Presisi.....	7
2.2 Pengamatan Agroklimatologi Cuaca dan Iklim.....	8
2.3 Pengembangan Sistem AWS.....	11
2.4 Pengamatan Anasir Angin dengan Ultrasonik.....	13
2.5 Pengamatan Anasir hujan dengan Inframerah.....	17
2.6 Teknologi IoT.....	21
2.7 Evaluasi Kinerja AWS.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Kerangka Pikir.....	25
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.2.1 Waktu Penelitian.....	26
3.2.2 Tempat Penelitian.....	27
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	28
3.3.1 Alat.....	28
3.3.2 Bahan.....	42
3.4 Prosedur Penelitian.....	42
3.4.1 Perancangan Perangkat Lunak.....	45
3.4.2 Perancangan Perangkat Keras.....	48

3.4.3 Pengambilan Data.....	51
3.4.4 Analisis Data.....	55
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>59</b>
4.1 Hasil Perancangan Alat AWS Ultrasonik Inframerah.....	59
4.2 Hasil Kalibrasi dan Validasi.....	61
4.2.1 Hasil Pengujian Kinerja Sensor Suhu.....	64
4.2.2 Hasil Pengujian Sensor Kelembapan.....	66
4.2.3 Hasil Pengujian Sensor Tekanan Udara.....	68
4.2.4 Hasil Pengujian Sensor Kecepatan Angin dan Arah Mata Angin.....	70
4.2.5 Hasil Pengujian Sensor Intensitas Hujan.....	72
4.2.6 Hasil Pengujian Sensor Intensitas Cahaya Matahari.....	75
4.3 Evaluasi Kinerja Alat.....	81
4.3.1 Pengamatan Klimatologi.....	81
4.3.2 Kinerja sistem.....	88
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>92</b>
5.1 Kesimpulan.....	92
5.2 Saran.....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>96</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>101</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Cup Anemometer.....	14
Gambar 2. 2 Windvane.....	14
Gambar 2. 3 Sensor AWS kecepatan angin dan arah angin data logger.....	16
Gambar 2. 4 Sensor Angin Ultrasonik.....	17
Gambar 2. 5 Penakar hujan Observasi (OBS).....	18
Gambar 2. 6 Sensor tipping bucket.....	19
Gambar 2. 7 Penggunaan tipping bucket dengan data logger.....	20
Gambar 2. 8 Optical rain gauge - pengukur intensitas hujan berbasis infrared.....	21
Gambar 3. 1 Kerangka Pikir Sistem Monitoring Cuaca.....	25
Gambar 3. 2 Mikrokontroller ESP-WROOM-32.....	29
Gambar 3. 3 Modul Sensor AWS 7in1.....	32
Gambar 3. 4 Wemos D1 mini data logger shield RTC DS1307 + micro-SD.....	33
Gambar 3. 5 RS485 to TTL.....	34
Gambar 3. 6 Modul Relay 3,3 volt.....	35
Gambar 3. 7 Stepdown Lm2596.....	36
Gambar 3. 8 Sim800L.....	37
Gambar 3. 9 Baterai.....	38
Gambar 3. 10 Solar Charge Controller.....	39
Gambar 3. 11 Solar Panel 50 Wp Monocrystalline.....	40
Gambar 3. 12 Tampilan Library Visual Code Studio.....	41
Gambar 3. 13 Tampilan Sketch Up.....	42
Gambar 3. 14 Diagram alir prosedur penelitian.....	44
Gambar 3. 15 Diagram alir Algoritma alat AWS Ultrasonik.....	46
Gambar 3. 16 Dashboard Monitoring agrieye.....	47
Gambar 3. 17 Desain perangkat keras AWS Ultrasonik.....	49
Gambar 3. 18 Desain sensor AWS Ultrasonik.....	50
Gambar 3. 19 Desain tata letak bagian dalam mainbox.....	50
Gambar 3. 20 Detail ukuran perangkat keras.....	51
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan AWS tipe Ultrasonik Inframerah: (a) Tampak depan AWS; (b) Tampak samping AWS.....	60
Gambar 4. 2 Pengujian Alat AWS tipe Ultrasonik Inframerah di BMKG Sleman.....	61
Gambar 4. 3 Pengujian Alat AWS tipe Ultrasonik Inframerah di BPP Wates.....	62
Gambar 4. 4 Pengujian Alat AWS tipe Ultrasonik Inframerah di BPP Pakem.....	63
Gambar 4. 5 Grafik uji regresi linear suhu BMKG Sleman: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	65
Gambar 4. 6 Grafik uji regresi linear suhu BPP Wates: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	65

Gambar 4. 7 Grafik uji regresi linear suhu BPP Pakem: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	65
Gambar 4. 8 Grafik uji regresi linear kelembapan BMKG Sleman: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	66
Gambar 4. 9 Grafik uji regresi linear kelembapan BPP Wates: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	67
Gambar 4. 10 Grafik uji regresi linear kelembapan BPP Pakem: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	67
Gambar 4. 11 Grafik uji regresi linear tekanan udara BMKG Sleman: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	68
Gambar 4. 12 Grafik uji regresi linear tekanan udara BPP Wates: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	69
Gambar 4. 13 Grafik uji regresi linear tekanan udara BPP Pakem: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	69
Gambar 4. 14 Grafik uji arah angin dan kecepatan angin dengan Windrose di BMKG Sleman.....	70
Gambar 4. 15 Grafik uji arah angin dan kecepatan angin dengan Windrose di BPP Wates.....	71
Gambar 4. 16 Grafik uji arah angin dan kecepatan angin dengan Windrose di BPP Pakem.....	71
Gambar 4. 17 Grafik batang pengujian sensor intensitas hujan di BMKG Sleman.....	72
Gambar 4. 18 Grafik batang pengujian sensor intensitas hujan di BPP Wates.....	73
Gambar 4. 19 Grafik batang pengujian sensor intensitas hujan di BPP Pakem.....	73
Gambar 4. 20 Grafik uji regresi linear intensitas cahaya matahari BMKG Sleman: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	76
Gambar 4. 21 Grafik uji regresi linear intensitas cahaya matahari BPP Wates: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	76
Gambar 4. 22 Grafik uji regresi linear intensitas cahaya matahari BPP Pakem: (a) Pemodelan; (b) Validasi.....	76
Gambar 4. 23 Pengujian parameter suhu dan kelembapan di BMKG Sleman.....	81
Gambar 4. 24 Pengujian parameter suhu dan kelembapan di BPP Wates.....	82
Gambar 4. 25 Pengujian parameter suhu dan kelembapan di BPP Pakem.....	82
Gambar 4. 26 Pengujian parameter tekanan udara di BMKG Sleman.....	84
Gambar 4. 27 Pengujian parameter tekanan udara di BPP Wates.....	85
Gambar 4. 28 Pengujian parameter tekanan udara di BPP Pakem.....	85
Gambar 4. 29 Pengujian parameter intensitas cahaya matahari di BMKG Sleman.....	86
Gambar 4. 30 Pengujian parameter intensitas cahaya matahari di BPP Wates.....	87
Gambar 4. 31 Pengujian parameter intensitas cahaya matahari di BPP Pakem.....	87

Gambar 4. 32 Visualisasi analisis data hilang pengujian di BMKG Sleman.....	89
Gambar 4. 33 Visualisasi analisis data hilang pengujian di BPP Wates.....	89
Gambar 4. 34 Visualisasi analisis data hilang pengujian di BPP Pakem.....	89
Gambar 4. 35 Visualisasi data hilang dari ketiga lokasi pengujian.....	90
Gambar 4. 36 Visualisasi data berulang dari ketiga lokasi.....	91

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Karakteristik lokasi pengujian.....	28
Tabel 3. 2 Spesifikasi Mikrokontroller ESP-WROOM-32.....	29
Tabel 3. 3 Spesifikasi Modul Sensor AWS 7in1.....	32
Tabel 3. 4 Spesifikasi Wemos D1 mini data logger shield RTC DS1307 + micro-SD.....	33
Tabel 3. 5 Spesifikasi RS485 to TTL.....	34
Tabel 3. 6 Spesifikasi Modul Relay 3,3 volt.....	35
Tabel 3. 7 Spesifikasi Stepdown Lm2596.....	36
Tabel 3. 8 Spesifikasi Sim800L.....	37
Tabel 3. 9 Spesifikasi Baterai.....	38
Tabel 3. 10 Spesifikasi Solar Charge Controller.....	39
Tabel 3. 11 Spesifikasi Solar Panel 50 Wp Monocrystalline.....	40
Tabel 3. 12 Arti nilai range MAPE.....	57
Tabel 4. 1 Uji RMSE, dan MAPE di BMKG Sleman.....	77
Tabel 4. 2 Hasil Uji RMSE, dan MAPE di BPP Wates.....	78
Tabel 4. 3 Hasil Uji RMSE, dan MAPE di BPP Pakem.....	79

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Data Pengujian AWS BMKG Sleman
- Lampiran 2. Data Pengujian AWS BPP Wates
- Lampiran 3. Data Pengujian AWS BPP Pakem
- Lampiran 4. Analisis Data Hilang
- Lampiran 5. Foto Dokumentasi Perancangan AWS Pengembangan
- Lampiran 6. Foto Dokumentasi Pengujian AWS Pengembangan