

**PENGEMBANGAN ALAT UKUR KELEMBABAN DAN SUHU
TANAH PERTANIAN MENGGUNAKAN SENSOR SHT11
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DENGAN *DISPLAY*
*SMARTPHONE ANDROID***

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



**Oleh :
Yolanda Karinia
NIM. 16034042**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

PENGEMBANGAN ALAT UKUR KELEMBABAN DAN SUHU TANAH PERTANIAN MENGGUNAKAN SENSOR SHT11 BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DENGAN *DISPLAY* *SMARTPHONE ANDROID*

Nama : Yolanda Karinia

NIM : 16034042

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Mei 2021

Mengetahui:

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Ratnawulan, M. Si
NIP. 19690120 1993032 002

Disetujui Oleh:

Pembimbing



Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si
NIP. 197307022003121002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Yolanda Karinia
NIM : 16034042
Prodi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGEMBANGAN ALAT UKUR KELEMBABAN DAN SUHU TANAH PERTANIAN MENGGUNAKAN SENSOR SHT11 BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DENGAN *DISPLAY SMARTPHONE ANDROID*

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi Jurusan
Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 28 Mei 2021

Tim Penguji

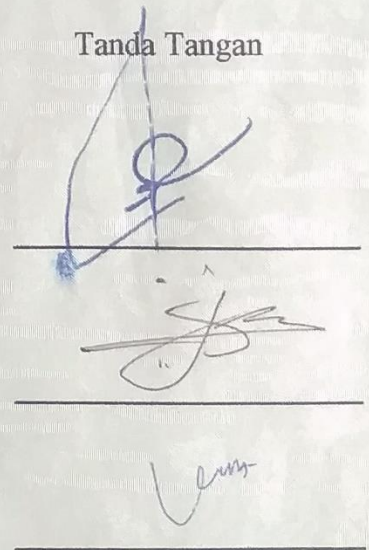
Nama

Tanda Tangan

Ketua : Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si

Anggota : Dra. Yenni Darvina, M.Si

Anggota : Dr. Violita, S.Si, M.Si



The image shows three handwritten signatures in blue ink, each placed above a horizontal line. The first signature is for the Chairman, Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si. The second signature is for the Member, Dra. Yenni Darvina, M.Si. The third signature is for the Member, Dr. Violita, S.Si, M.Si.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Pengembangan Alat Ukur Kelembaban Dan Suhu Tanah Pertanian Menggunakan Sensor Sht11 Berbasis *Internet Of Things* Dengan *Display Smartphone Android*”, adalah asli karya sendiri.
2. Di dalam karya tulis ini berisi gagasan, rumusan, dari penelitian saya, tanpa bantuan pihak lain, kecuali pembimbing.
3. Di dalam Karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam ada pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 2 Juni 2021

Pernyataan



Yolanda Karinia
16034042

PENGEMBANGAN ALAT UKUR KELEMBABAN DAN SUHU TANAH PERTANIAN MENGGUNAKAN SENSOR SHT11 BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DENGAN *DISPLAY SMARTPHONE ANDROID*

Yolanda Karinia

ABSTRAK

Bagi negara agraris seperti Indonesia, peran sektor pertanian sangat penting dalam mendukung perekonomian nasional. Dalam bidang pertanian, kesuburan tanah sangat erat hubungannya dengan hasil panen yang maksimal. Kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman ditentukan oleh banyak faktor antara lain suhu dan kelembaban tanah. Alat yang digunakan di lapangan masih cukup sederhana dan dengan alat yang terpisah, dimana untuk mengukur suhu tanah masih menggunakan termometer dan untuk alat kelembaban tanah sudah *digital* tapi belum bisa dilihat dimana saja. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan spesifikasi performansi dan desain dari sistem pengukuran kelembaban dan suhu tanah pertanian menggunakan sensor SHT11 berbasis *internet of things* dengan *display smartphone android*.

Alat ukur ini dibangun dengan menggunakan sensor SHT11 yaitu sebagai sensor suhu dan kelembaban tanah, arduino uno untuk menyambungkan pembacaan sensor ke NodeMCU, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang digunakan untuk mengakses jaringan internet sehingga dapat terkirim ke server *thingspeak* dan data dari *thingspeak* ditampilkan dalam *smartphone android* dengan menggunakan *app inventor*, serta data dapat disimpan dalam memori *mikro SD*.

Berdasarkan hasil pengembangan alat ukur suhu dan kelembaban tanah pertanian diperoleh data dimana suhu pada kedalaman 10 cm lebih tinggi dibandingkan suhu pada kedalaman 20 cm dan 50 cm, semakin tinggi suhu maka semakin cepat pematangan pada tanaman dan kelembaban tanah menentukan ketersediaan air dalam tanah bagi pertumbuhan tanaman.

Kata Kunci : SHT11, Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, *Internet of Things*, *ThingSpeak*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur diucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan hidayah-Nya pada penulis sehingga skripsi dapat diselesaikan. Judul penelitian ini yaitu “Pengembangan Alat Ukur Kelembaban Dan Suhu Tanah Pertanian Menggunakan Sensor Sht11 Berbasis *Internet Of Things* Dengan *Display Smartphone Android*”. Skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si., sebagai dosen pembimbing atas segala bantuannya yang tulus ikhlas memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si., sebagai dosen penguji 1 skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritikan dan pandangan kepada peneliti untuk menyempurnakan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Violita, S.Si, M.Si., sebagai dosen penguji 2 skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan, kritikan dan pandangan kepada peneliti untuk menyempurnakan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si., sebagai Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D., sebagai Ketua Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

7. Staf administrasi dan laboran di Laboratorium Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
8. Orang tua dan seluruh keluarga tercinta atas doa dan motivasinya baik secara materil maupun spiritual.
9. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP khususnya Fisika angkatan 2016 yang telah membantu berjuang hingga akhir dan semua pihak yang telah ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini masih terdapat kelemahan, kekurangan dan kesalahan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap mudah-mudahan skripsi ini berguna bagi pembaca semua.

Padang, Mei 2021

Yolanda Karinia

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan	5
E. Manfaat.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Sistem Pengukuran.....	6
B. Spesifikasi Alat Ukur	7
C. Pertanian.....	9
D. Sensor SHT11	12
E. <i>Internet of Things (IoT)</i>	13
F. <i>Smartphone Android</i>	14
G. Arduino Uno	16
H. Node MCU ESP8266.....	17
I. <i>App Inventor</i>	19
J. <i>Thingspeak</i>	19
K. <i>MicroSD dan Micro SD Adapter</i>	20
L. <i>Relay</i>	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
B. Jenis Penelitian.....	24
C. Data dan Variabel Penelitian.....	25
D. Instrumen Penelitian	25
E. Prosedur Penelitian.....	26
F. Teknik Pengumpulan Data	34
G. Teknik Analisis Data.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38

A. Hasil Penelitian	38
B. Pembahasan.....	78
BAB V PENUTUP	82
A. Kesimpulan	82
B. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Konfigurasi Kaki Sensor SHT11	13
Tabel 2. Saran Desain Produk.....	42
Tabel 3. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Pertama dengan Kedalaman 10cm (Pagi).....	89
Tabel 4. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Pertama dengan Kedalaman 20 cm (Pagi).....	89
Tabel 5. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Pertama dengan Kedalaman 50 cm (Pagi).....	90
Tabel 6. Pengukuran Kelembaban Tanah Oleh Alat Ukur Hari Pertama (Pagi).....	91
Tabel 7. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Pertama dengan Kedalaman 10 cm (Siang).....	92
Tabel 8. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Pertama dengan Kedalaman 20 cm (Siang).....	92
Tabel 9. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Pertama dengan Kedalaman 50 cm (Siang).....	93
Tabel 10. Pengukuran Kelembaban Tanah Oleh Alat Ukur Hari Pertama (Siang).....	93
Tabel 11. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Kedua dengan Kedalaman 10 cm (Pagi).....	94
Tabel 12. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Kedua dengan Kedalaman 20 cm (Pagi).....	94
Tabel 13. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Kedua dengan Kedalaman 50 cm (Pagi).....	95
Tabel 14. Pengukuran Kelembaban Tanah Oleh Alat Ukur Hari Kedua (Pagi)	96
Tabel 15. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Kedua dengan Kedalaman 10 cm (Siang).....	97
Tabel 16. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Kedua dengan Kedalaman 20 cm (Siang).....	97
Tabel 17. Pengukuran Suhu Tanah Oleh Alat Ukur Hari Kedua dengan Kedalaman 50 cm (Siang).....	98
Tabel 18. Pengukuran Kelembaban Tanah Oleh Alat Ukur Hari Kedua (Siang)	98
Tabel 19. Pengukuran Suhu Tanah Pada Hari Pertama 1 Maret 2021 Pukul 08.00 s/d 10.00 di BMKG Sicincin	99
Tabel 20. Pengukuran Suhu Tanah Pada Hari Pertama 1 Maret 2021 Pukul 14.00 s/d 15.00 di BMKG Sicincin	101
Tabel 21. Pengukuran Suhu Tanah Pada Hari Kedua 2 Maret 2021 Pukul 08.00 s/d 10.00 di BMKG Sicincin	102
Tabel 22. Pengukuran Suhu Tanah Pada Hari Pertama 2 Maret 2021 Pukul 14.00 s/d 15.00 di BMKG Sicincin	104
Tabel 23. Rata-rata Ketepatan Alat Ukur Suhu Tanah Kedalaman 10 cm	106

Tabel 24. Rata-rata Ketepatan Alat Ukur Suhu Tanah Kedalaman 20 cm	106
Tabel 25. Rata-rata Ketepatan Alat Ukur Suhu Tanah Kedalaman 50 cm	106
Tabel 26. Pengukuran Kelembaban Tanah Pada Hari Pertama 1 Maret 2021 Pukul 08.00 s/d 10.00 di BMKG Sicincin.....	107
Tabel 27. Pengukuran Kelembaban Tanah Pada Hari Pertama 1 Maret Pukul 14.00 s/d 15.00 di BMKG Sicincin	107
Tabel 28. Pengukuran Kelembaban Tanah Pada Hari Pertama 2 Maret 2021 Pukul 08.00 s/d 10.00 di BMKG Sicincin.....	108
Tabel 29. Pengukuran Kelembaban Tanah Pada Hari Pertama 2 Maret Pukul 14.00 s/d 15.00 di BMKG Sicincin	109
Tabel 30. Rata-rata Ketepatan Alat Ukur Kelembaban	109
Tabel 31. Ketelitian Pengukuran Suhu Tanah Kedalaman 10 cm	110
Tabel 32. Ketelitian Pengukuran Suhu Tanah Kedalaman 20 cm	110
Tabel 33. Ketelitian Pengukuran Suhu Tanah Kedalaman 50 cm	111
Tabel 34. Ketelitian Pengukuran Kelembaban Tanah Kedalaman 20 cm.....	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Sensor SHT11	12
Gambar 2. <i>Smartphone Android</i>	15
Gambar 3. Arduino Uno	16
Gambar 4. Node MCU ESP8266 dan Skema <i>Pin</i>	17
Gambar 6. <i>Block Puzzle</i> pada App Inventor	19
Gambar 7. Tampilan Awal <i>Thingspeak</i>	20
Gambar 8. <i>MicroSD</i>	21
Gambar 9. <i>Micro SD</i> Adapter	22
Gambar 10. <i>Relay</i>	22
Gambar 11. Blok Diagram Sistem	27
Gambar 12. Desain Perangkat Keras	28
Gambar 13. Desain Perangkat Lunak	29
Gambar 14. Desain Perangkat Lunak pada App Inventor	30
Gambar 15. Bagian desain <i>interface</i> pada App Inventor	31
Gambar 16. Bagian <i>block</i> pada App Inventor	32
Gambar 17. Prosedur Penelitian	34
Gambar 18. Rancangan Sistem	39
Gambar 20. <i>Interface</i> Alat Ukur pada <i>Smartphone Android</i>	41
Gambar 21. Alat ukur suhu dan kelembaban tanah	43
Gambar 22. Grafik Pengukuran Suhu Tanah Pagi Pada Hari Pertama	45
Gambar 23. Grafik Pengukuran Kelembaban Tanah Pagi Pada Hari Pertama	45
Gambar 24. Pengukuran Suhu Tanah Siang Pada Hari Pertama	46
Gambar 25. Pengukuran Kelembaban Tanah Siang Pada Hari Pertama	46
Gambar 26. Pengukuran Suhu Tanah Pagi Pada Hari Kedua	47
Gambar 27. Pengukuran Kelembaban Tanah Pagi Pada Hari Kedua	48
Gambar 28. Pengukuran Suhu Tanah Siang Pada Hari Kedua	49
Gambar 29. Pengukuran Kelembaban Tanah Siang Pada Hari Kedua	49
Gambar 30. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 10 cm Pada 1 Maret 2021 Pagi Hari	51
Gambar 31. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 10 cm	51
Gambar 32. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 10 cm	51
Gambar 33. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 20 cm Pada 1 Maret 2021 Pagi Hari	52
Gambar 34. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm	52
Gambar 35. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm	53

Gambar 36. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 50 cm Pada 1 Maret 2021 Pagi Hari.....	54
Gambar 37. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 50 cm.....	54
Gambar 38. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 50 cm.....	54
Gambar 39. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 10 cm Pada 1 Maret 2021 Siang Hari.....	55
Gambar 40. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 10 cm.....	56
Gambar 41. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 10 cm.....	56
Gambar 42. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 20 cm Pada 1 Maret 2021 Siang Hari.....	57
Gambar 43. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	57
Gambar 44. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	58
Gambar 45. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 50 cm Pada 1 Maret 2021 Siang Hari.....	59
Gambar 46. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 50 cm.....	59
Gambar 47. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 50 cm.....	59
Gambar 48. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 10 cm Pada 2 Maret 2021 Pagi Hari.....	60
Gambar 49. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 10 cm.....	61
Gambar 50. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 10 cm.....	61
Gambar 51. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 20 cm Pada 2 Maret 2021 Pagi Hari.....	62
Gambar 52. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	62
Gambar 53. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	63
Gambar 54. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 50 cm Pada 2 Maret 2021 Pagi Hari.....	64
Gambar 55. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 50 cm.....	64
Gambar 56. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 50 cm.....	64
Gambar 57. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 10 cm Pada 2 Maret 2021 Siang Hari.....	65

Gambar 58. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 10 cm.....	66
Gambar 59. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 10 cm.....	66
Gambar 60. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 20 cm Pada 2 Maret 2021 Siang Hari.....	67
Gambar 61. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	67
Gambar 62. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	68
Gambar 63. Perbandingan Pengukuran Suhu Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 50 cm Pada 2 Maret 2021 Siang Hari.....	69
Gambar 64. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 50 cm.....	69
Gambar 65. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 50 cm.....	69
Gambar 66. Perbandingan Pengukuran Kelembaban Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 20 cm Pada 1 Maret 2021 Pagi Hari.....	71
Gambar 67. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	71
Gambar 68. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	71
Gambar 69. Perbandingan Pengukuran Kelembaban Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 20 cm Pada 1 Maret 2021 Siang Hari.....	72
Gambar 70. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	73
Gambar 71. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	73
Gambar 72. Perbandingan Pengukuran Kelembaban Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 20 cm Pada 2 Maret 2021 Pagi Hari.....	74
Gambar 73. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	74
Gambar 74. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	75
Gambar 75. Perbandingan Pengukuran Kelembaban Tanah Alat Ukur dengan Alat Standar Dengan Kedalaman 20 cm Pada 2 Maret 2021 Siang Hari.....	76
Gambar 76. Hasil Persentase Kesalahan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	76
Gambar 77. Hasil Persentase Ketepatan Terhadap Alat Ukur Standar Pada Kedalaman 20 cm.....	76
Gambar 78. Skema Rangkaian.....	88
Gambar 79. Tanah Lahan Peletakan Termometer Tempat Alat Saat Pengukuran di BMKG Sicincin	113
Gambar 80. Proses Peletakan Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah.....	113

Gambar 81. Pengujian Alat Ukur suhu dan Kelembaban Tanah di Dekat Termometer .	114
Gambar 82. Pengambilan data di BMKG Sicincin	114

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Skematik Rangkaian.....	88
Lampiran 2. Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Tanah Oleh Alat Ukur Hari Pertama ..	89
Lampiran 3. Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Tanah Oleh Alat Ukur Hari Kedua.....	94
Lampiran 4. Ketepatan Pengukuran Suhu Tanah.....	99
Lampiran 5. Ketepatan Pengukuran Kelembaban Tanah.....	107
Lampiran 6. Tabel Ketelitian Pengukuran Suhu Tanah	110
Lampiran 7. Ketelitian Pengukuran Kelembaban Tanah	112
Lampiran 8. Dokumentasi Pengujian Dan Pengukuran Alat Ukur Suhu dan Kelembaban Tanah	113
Lampiran 9. Program Arduino Uno	115
Lampiran 10. Program NodeMCU ESP8266.....	117
Lampiran 11. Block Programming App Inventor	123

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia memiliki luas daratan 188,2 juta hektar, meliputi 144 juta hektar lahan kering dan 44.2 juta hektar lahan basah. Di antara total luas lahan yang cocok untuk pertanian, sekitar 94.07 juta hektar (BBSDLP, 2008). Lahan tersebut berada di kawasan rawa seluas 7.88 juta hektar, dimana 4.06 juta hektar tanaman semusim dan 3.82 juta hektar tanaman tahunan tersebar di Sumatera dan Kalimantan (Mulyani, 2016). Luas lahan pertanian tersebut terdiri atas sawah 7.9 juta hektar, tegalan 14.6 juta hektar, lahan yang sementara tidak diusahakan 11.3 juta hektar, perkebunan 18.5 juta hektar, padang rumput dan penggembalaan 2.4 juta hektar, tambak 0.8 juta hektar, kayu-kayuan 9.3 juta hektar, dan pekarangan 5.4 juta hektar (BPS, 2008).

Bagi negara agraris seperti Indonesia, peran sektor pertanian dalam menunjang perekonomian nasional sangat penting terutama sebagai penyedia pangan, sandang dan perumahan bagi penduduk, serta produsen yang memberikan ekspor nonmigas untuk menarik devisa. Tidak hanya itu, mata pencaharian sebagian besar masyarakat Indonesia bergantung pada sektor pertanian. Namun ironisnya, apresiasi masyarakat terhadap pertanian relatif rendah dibandingkan dengan sektor lain seperti industri, pertambangan dan perdagangan. Hal ini mengakibatkan nilai lahan pertanian menjadi terlalu rendah, tidak proporsional dengan tingkat pendapatan (Adimihardja, 2006).

Pertumbuhan penduduk Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun, dan berbanding lurus dengan kebutuhan pangan Indonesia. Pertumbuhan penduduk

berdampak pada permintaan pangan, khususnya permintaan pertanian. Kebutuhan pangan pokok pertanian meliputi pertanian dan hortikultura. Kebutuhan dasar yang mengalami pertumbuhan ini adalah tanaman. Produksi pangan pertanian juga dipengaruhi oleh iklim.

Iklim berubah secara tidak menentu beberapa tahun belakangan ini dan terus terjadi peningkatan sekitar 1.80°C sampai 20°C setiap dekade (IPCC, 2001). Perubahan iklim berkaitan dengan peningkatan gas rumah kaca, yang selanjutnya akan mempengaruhi hasil tanaman budidaya yang dipengaruhi oleh perubahan parameter iklim seperti suhu, kelembaban dan kadar karbon dioksida di udara (Parry et al, 2004). Perubahan iklim seperti ini akan mempengaruhi efek biofisik tumbuhan, dan dampaknya akan bervariasi sesuai dengan waktu, jenis tumbuhan dan jenis perubahan iklim yang terjadi (Olesen & Bindi, 2002). Perubahan iklim akan menyebabkan potensi kerugian dan kerusakan tanaman, terutama buah dan sayuran yang beradaptasi dengan suhu rendah (Ayyogari et al, 2014). Variabel iklim seperti suhu, curah hujan dan kelembaban akan berinteraksi dengan organisme atau tumbuhan dengan berbagai cara melalui berbagai mekanisme. Perubahan suhu dan konsentrasi karbon dioksida secara langsung mempengaruhi distribusi fotosintesis dari jaringan biologis atau tumbuhan dan organ tertentu (Susanti, 2019).

Selain iklim, sifat tanah juga berperan penting dalam pertahanan dan kinerja tanaman. Respon tanah (pH) didukung oleh kelembaban dan suhu tanah, terutama variabel penting yang mempengaruhi karakteristik tanah dan pertumbuhan tanaman. Ini terkait dengan mikroorganisme dan larutan nutrisi di dalam tanah sebagai nutrisi tanaman (Soti et al, 2015).

Pada umumnya tanah sangat berperan penting sebagai tempat tumbuhnya vegetasi yang sangat berguna bagi kepentingan hidup manusia. Dalam bidang pertanian, tanah juga tidak lepas hubungannya dengan kesuburan tanah agar didapatkan hasil panen yang maksimal. Mutu tanah pada kesuburan tanah ditentukan oleh interaksi sejumlah sifat fisika, kimia dan biologi tanah yang menjadi habitat akar-akar aktif tanaman.

Dalam bidang pertanian, kelembaban dan suhu tanah sering digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan perkembangan tanaman budidaya. Dengan mengetahui suhu dan kelembaban di lingkungan tempat penanaman, dapat dengan mudah menentukan jenis tanaman yang cocok untuk lahan tersebut. Untuk mendapatkan hasil pertanian dengan kualitas tinggi, produktivitas tinggi dan hasil yang seragam, sistem produksi harus disesuaikan dengan lingkungan untuk menciptakan lahan yang cocok untuk pertumbuhan tanaman.

Arafat (2016) membuat sistem pengamanan pintu rumah berbasis *internet of things(IoT)* dengan ESP8266 yang menggunakan modul *wifi* tipe ESP8266 dan berbasis *Internet of Things* yang berguna untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Bukan hanya *smartphone* atau komputer saja yang dapat terkoneksi dengan internet namun berbagai macam benda nyata akan terkoneksi dengan internet. Herdianto (2017) merancang *smarthome* dengan konsep *Internet of Things(IoT)* berbasis *smartphone* menggunakan *smartphone* sebagai *display* dengan konsep *IoT* sehingga dapat memudahkan aktivitas sehari-hari. Sedangkan Akbar (2018) membuat *monitoring* suhu dan kelembaban serta kecepatan angin menggunakan modul Xbee untuk komunikasi datanya yang memiliki jarak transmisi data 0

sampai 500 meter. Salah satu upaya untuk mengatasi ini yaitu dengan menggunakan modul *wifi*.

Pada penelitian sebelumnya telah dirancang alat ukur kelembaban dan suhu udara berbasis *IoT* akan tetapi data hanya bisa disimpan dalam *smartphone* saja dan dayanya pun masih belum baik. Oleh karena itu penulis mencoba melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Alat Ukur Kelembaban Dan Suhu Tanah Pertanian Menggunakan Sensor SHT11 Berbasis *Internet of Things* Dengan *Display Smartphone Android*” dimana alat ini datanya dapat diakses kapan dan dimana saja, serta menggunakan *MicroSD* dengan daya berupa PLN dan baterai. *MicroSD* pada alat ini agar dalam pengambilan data aplikasi tidak terus menerus aktif pada *smartphone android* dan baterai cas untuk catu daya cadangan sehingga jika terjadi pemadaman listrik baterai cas dapat bekerja dengan otomatis menggantikan daya PLN.

B. Batasan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pekerjaan dalam penelitian ini, maka dibuat pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Spesifikasi performansi meliputi fungsi setiap bagian pembentuk sistem alat.
2. Spesifikasi desain meliputi ketepatan dan ketelitian hasil dari alat.
3. Mikrokontroler yang digunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana spesifikasi performansi dari Pengembangan Alat Ukur Kelembaban Dan Suhu Tanah Pertanian Menggunakan Sensor SHT11 Berbasis *Internet Of Things* Dengan *Display Smartphone Android*?

2. Bagaimana spesifikasi desain dari Pengembangan Alat Ukur Kelembaban Dan Suhu Tanah Pertanian Menggunakan Sensor SHT11 Berbasis *Internet Of Things* Dengan *Display Smartphone Android*?

D. Tujuan

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu alat untuk pengukuran kelembaban dan suhu tanah, namun secara khusus penelitian ini bertujuan:

1. Menentukan spesifikasi performansi dari sistem pengukuran kelembaban dan suhu tanah pertanian menggunakan sensor SHT11 berbasis *internet of things* dengan *display smartphone android*.
2. Menentukan spesifikasi desain dari sistem pengukuran kelembaban dan suhu tanah pertanian menggunakan sensor SHT11 berbasis *internet of things* dengan *display smartphone android*.

E. Manfaat

Alat ukur suhu dan kelembaban tanah ini memiliki manfaat bagi beberapa kalangan yaitu :

1. Pemerintah pusat ataupun daerah, sebagai informasi dalam memantau kondisi tanah pertanian.
2. Bidang kajian elektronika dan instrumentasi ataupun jurusan fisika, sebagai acuan perkembangan ilmu dan teknologi yang berkembang sehingga melahirkan ide-ide baru yang lebih inovatif.
3. Peneliti lain, sebagai referensi untuk peneliti lain untuk pengembangan selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pengukuran

Pengukuran merupakan suatu teknik untuk mengkaitkan suatu bilangan pada suatu sifat fisis dengan membandingkannya dengan suatu besaran standar yang telah diterima sebagai suatu satuan. Menurut Cooper (1991:1-2) dalam kegiatan pengukuran, digunakan sejumlah istilah yang akan didefinisikan sebagai berikut:

1. Instrumen : sebuah alat untuk menentukan nilai atau kebesaran suatu kuantitas atau variabel.
2. Ketelitian (*accuracy*) : harga terdekat dengan mana suatu pembacaan instrument mendekati harga sebenarnya dari variabel yang diukur.
3. Ketepatan (*precision*) : suatu ukuran kemampuan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang serupa. Dengan memberikan suatu harga tertentu bagi sebuah variabel, ketepatan merupakan suatu ukuran tingkatan yang menunjukkan perbedaan hasil pengukuran pada pengukuran-pengukuran yang dilakukan secara berurutan.
4. Sensitivitas (*sensitivity*) : perbandingan antara sinyal keluaran atau respon instrumen terhadap perubahan masukan atau variabel yang diukur.
5. Resolusi (*resolution*) : perubahan terkecil dalam nilai yang diukur kepada mana instrumen akan memberi respon.
6. Kesalahan (*error*) : penyimpangan variabel yang diukur dari nilai sebenarnya.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pengukuran merupakan gabungan aktivitas, prosedur, alat ukur, perangkat lunak, dan subjek yang bertujuan untuk

mendapatkan data pengukuran terhadap karakteristik yang sedang diukur. Untuk melakukan kegiatan mengukur dibutuhkan alat ukur.

Alat ukur analog merupakan alat ukur yang hasil pengukuran dilakukan melalui pembacaan skala yang ditunjukkan langsung oleh alat ukur. Sedangkan alat ukur digital menggunakan jumlah angka tertentu untuk menampilkan hasil pengukuran. Pembacaan data hasil pengukuran menggunakan alat ukur digital lebih mudah dan lebih akurat (Cooper, 1991). Alat ukur digital lebih praktis serta mengemat waktu pada saat pengukuran (Yulkifli dkk, 2018).

Berdasarkan uraian sebelumnya bisa diartikan bahwa pengukuran merupakan suatu kegiatan untuk membandingkan suatu besaran yang diukur yakni dengan alat ukur yang dipakai sebagai satuan.

B. Spesifikasi Alat Ukur

Spesifikasi merupakan pendeskripsian secara mendetail tentang produk hasil penelitian. Menurut (Ilham, 2010: 1) “Spesifikasi adalah ukuran (metrik) dan nilai dari ukuran tersebut”. Dapat dikatakan bahwa spesifikasi merupakan penjelasan secara menyeluruh perihal produk yang diciptakan. Secara umum spesifikasi digolongkan atas dua tipe yaitu spesifikasi performansi dan spesifikasi desain.

1. Spesifikasi Performansi

Performansi merupakan hasil yang diperoleh oleh suatu organisasi yang dihasilkan selama periode waktu (Fahmi, 2011). Menurut Koesmono (2005) performansi diartikan sebagai hasil kerja secara kualitas dan kuantitas yang dapat dicapai dalam melaksanakan tugas sesuai dengan perintah yang diberikan.

Spesifikasi performansi yaitu suatu uraian rinci mengenai material-material atau komponen-komponen pembentuk sistem serta mengidentifikasi fungsi-fungsi

dari setiap komponen pembentuk sistem tersebut. Menurut Ulrich (2001) “Performansi dapat juga diartikan sebagai kesesuaian produk dengan fungsi utama dari produk itu sendiri”. Spesifikasi performansi diukur dari kualitas dan kuantitas pembentuk sistem, sehingga suatu sistem dapat bekerja akurat dan dapat memberikan kemudahan dalam penggunaannya.

Dapat diartikan bahwa spesifikasi performansi merupakan penjelasan secara menyeluruh perihal keselarasan suatu produk yang diciptakan dengan kegunaan dari produk tersebut.

2. Spesifikasi Desain

Spesifikasi desain sering juga disebut sebagai spesifikasi produk. Spesifikasi produk adalah metrik dan nilai metrik yang harus dicapai oleh sebuah produk dan bagaimana produk harus bekerja (Ilham, 2010). Spesifikasi desain tergantung pada sifat alami dari material yang digunakan. Spesifikasi desain menjelaskan tentang karakteristik statik produk, toleransi, bahan pembentuk sistem, ukuran sistem, dan dimensi sistem.

Karakteristik statik suatu sistem meliputi akurasi, presisi, resolusi, dan sensitivitas. Akurasi merupakan kedekatan (*closeness*) nilai yang terbaca pada alat ukur dengan nilai yang sebenarnya. Presisi didefinisikan sebagai kemampuan suatu alat ukur untuk menghasilkan nilai yang sama pada pengukuran berulang. Resolusi merupakan perubahan terkecil yang dapat diukur pada instrumen atau tanggap respon terkecil dari instrumen tadi. Sensitivitas merupakan kepekaan instrumen terhadap impuls yang diberikan (Fraden, 2003).

Spesifikasi produk adalah syarat mutlak dan sangat penting bagi seorang desainer dalam merancang suatu produk. Spesifikasi produk yang salah akan

mengakibatkan hal yang fatal, misalnya produk tidak dapat dibuat atau produk tidak dapat dirakit, sehingga produk tidak memenuhi fungsinya. Pemberian spesifikasi geometris/toleransi pada suatu komponen atau produk tergantung dari beberapa faktor, yaitu: fungsi, perakitan, pembuatan dan inspeksi(Batan, 2002).

Dapat dikatakan bahwa spesifikasi desain merupakan penjelasan secara menyeluruh perihal keakuratan suatu produk yang diciptakan serta bagaimana produk tersebut dapat bekerja dengan baik.

C. Pertanian

Pertanian yaitu suatu kegiatan memanfaatkan ketersediaan sumber daya alam untuk dikelola sedemikian rupa dengan tujuan memperoleh hasil yaitu produk pertanian. Pertanian dapat diartikan secara sempit maupun secara luas, pertanian dalam arti sempit yaitu pertanian yang hanya melakukan budidaya tanaman saja, sedangkan pertanian dalam arti luas yaitu pertanian yang mencakup seluruh pemanfaatan makhluk hidup baik pada tanaman maupun hewan seperti peternakan, perikanan, dan perkebunan. Kegiatan pertanian memiliki peran yang cukup besar bagi kehidupan. Masyarakat yang sangat mempunyai ketergantungan terhadap hasil dari pertanian, menjadikan kegiatan pertanian harus dilakukan secara kontinuitas (Soetriono,2016). Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pertanian antara lain:

1. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah merupakan air yang mengisi sebagian atau seluruh pori-pori tanah yang berada di atas water tabel. Definisi yang lain menyebutkan bahwa kelembaban tanah menyatakan jumlah air yang tersimpan diantara pori-pori tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah dan

perkolasi. Tingkat kelembaban tanah yang tinggi dapat menimbulkan permasalahan dan keadaan tanah yang terlalu lembab mengakibatkan kesulitan dalam melakukan kegiatan permanen hasil pertanian atau kehutanan yang menggunakan alat-alat mekanik. Kelembaban tanah digunakan untuk manajemen sumber daya air, peringatan awal kekeringan, penjadwalan irigasi dan perkiraan cuaca (Lutfiyana, 2017).

Kelembaban tanah merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Kelembaban tanah dapat mempengaruhi kehidupan biologis di dalam tanah, seperti patogen tanah, tumbuhan inang dan mikroorganisme lain di dalam tanah. Kelembaban tanah yang tinggi akan meningkatkan serangan penyakit yang disebabkan oleh *Pythium*. Sehingga meningkatkan aktivitas *zoospore* (Yani, 1985).

2. Suhu Tanah

Suhu adalah ukuran suhu sistem. Semakin panas sistemnya, semakin tinggi suhunya. Namun hubungan antara panas dan suhu tidak konstan karena besarnya kenaikan suhu akibat sejumlah penerimaan panas dipengaruhi oleh kapasitas panas benda yang dipanaskan. Panas berpindah dari benda bersuhu tinggi ke benda bersuhu rendah. Suhu adalah ukuran relatif dari kondisi termal sistem pada suatu benda. Jika dua benda bersentuhan dan tidak ada gerakan di antara keduanya, kedua benda tersebut berada dalam kesetimbangan termal. Ini disebut hukum ekuivalen panas, dan ini adalah dasar dari konsep fisika suhu (Lakitan, 2002).

Suhu tanah merupakan salah satu faktor tumbuh tanaman yang penting sebagaimana halnya air, udara dan unsur hara. Proses kehidupan biji, akar

tanaman dan mikroba tanah secara langsung dipengaruhi oleh suhu tanah. Salah satu sifat fisika tanah yang sangat berpengaruh terhadap proses-proses dalam tanah, seperti pelapukan dan penguraian bahan organik dan bahan induk tanah, reaksi-reaksi kimia, dll. Suhu tanah mempunyai beberapa peranan, antara lain:

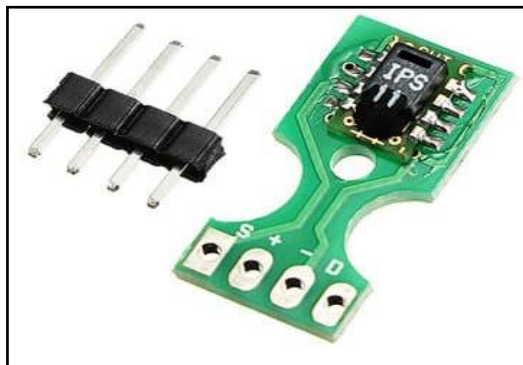
- a. Suhu tanah mempengaruhi aktivitas biologi tanah, sehingga agar aktivitas biologi tanah optimal maka suhu dipertahankan dalam keadaan tertentu. Tingkat aktivitas optimum dari organisme tanah adalah suhu 18°C sampai 30°C. Jika kurang dari 10°C maka menghambat perkembangan mikroba tanah dan menghambat penyerapan hara oleh akar tanaman. Lebih dari 40°C maka mikroba tanah tidak aktif, kecuali mikroorganisme tertentu.
- b. Suhu tanah juga menentukan reaksi kimia dan aktivitas mikroba tanah yang dapat merombak senyawa organik tertentu menjadi hara tersedia. Proses nitrifikasi (temperatur optimum $\pm$ 30°C), yaitu pada kondisi agak panas.
- c. Suhu tanah juga mempengaruhi pelapukan bahan induk tanah.
- d. Suhu tanah mempengaruhi perkembangan akar karena ada hubungannya dengan kelengasan dan aerasi tanah.
- e. Suhu tanah mempengaruhi pekecambahan biji dan pertumbuhan kecambah.

Suhu di permukaan bumi makin rendah dengan bertambahnya lintang seperti halnya penurunan suhu menurut ketinggian. Makin tinggi tempat maka suhunya makin rendah dan kelembaban akan makin tinggi (Wijayanto, 2012). Ada beberapa faktor yang membuat tinggi rendahnya temperatur tanah. Salah satunya yaitu terdapat dari faktor luar antara lain radiasi matahari, awan, curah hujan, kecepatan angin dan kelembaban udara. Sedangkan untuk faktor dalam meliputi faktor tanah yang meliputi struktur tanah, kadar air tanah, kandungan bahan organik, pH tanah

dan warna tanah. Makin tinggi suhu makan semakin cepat pematangan pada tanaman (Karamina, 2017).

D. Sensor SHT11

Secara umum sensor diartikan sebagai perangkat yang mengubah besaran-besaran *input* fisis seperti: magnetik, radiasi, mekanik dan termal menjadi besaran listrik sebagai *output* (Yulkifli, 2011: 8). SHT11 adalah sensor suhu dan kelembaban yang sudah terintegrasi *analog to digital converter* 14 bit dan pengontrol *input* dan *output*. Ukurannya sangat kecil (2x4 mm²), sehingga sangat praktis dalam berbagai aplikasi (Putranto, 2009). Akurasi kelembaban SHT11 adalah ± 3.0 % RH dan akurasi suhunya adalah 0.4°C. Bentuk fisik sensor SHT11 diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sensor SHT11

SHT11 (*Sensirion Humidity and Temperature 11*) adalah sensor suhu dan kelembaban relatif *single chip* dengan multi modul sensor, dan keluarannya telah dikalibrasi secara digital. Spesifikasi Sensor SHT11 yaitu berbasis sensor suhu dan kelembaban relatif Sensirion SHT11, memiliki ketepatan (akurasi) pengukuran suhu hingga 0,4°C pada suhu 25°C dan ketepatan (akurasi) pengukuran kelembaban relatif hingga 3,0%RH, mengukur suhu dari -40°C hingga +123,8°C, atau dari -40°F hingga +254,9°F dan kelembaban relatif dari

0%RH hingga 100%RH, serta membutuhkan catu daya 5 VDC (Kurniati, 2017). SHT11 memiliki 4 kaki yang mana memiliki fungsi tersendiri pada tiap kakinya. Konfigurasi kaki sensor SHT11 dapat diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konfigurasi Kaki Sensor SHT11

No Kaki	Nama Kaki	Keterangan
1	SCK	<i>Serial Clock Input</i>
2	VDD	<i>Supply 2.4 – 5.5 V</i>
3	GND	<i>Ground</i>
4	DATA	<i>Serial Data Bidirectional</i>

E. Internet of Things (IoT)

Menurut Khoir (2018) “*Internet of Things(IoT)* adalah sebuah konsep/skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia”. *Internet of Things* merupakan dunia dimana benda-benda fisik diintegrasikan ke dalam jaringan informasi secara berkesinambungan dan dimana benda-benda fisik tersebut berperan aktif dalam berbagai proses. Layanan yang tersedia berinteraksi dengan objek pintar melalui internet, mencari dan mengubah status mereka sesuai dengan setiap informasi yang dikaitkan, di samping memperhatikan masalah privasi dan keamanan. Semua perangkat *IoT* memerlukan mekanik untuk mengirim dan menerima data. Ada banyak pilihan yang tersedia untuk menghubungkan perangkat ke internet. Pakai kabel atau tidak pakai kabel, *bluetooth*, jaringan seluler dan banyak lagi (Javed, 2016:15). Telemetry nirkabel atau tanpa kabel memiliki beberapa keunggulan, salah satunya tidak memerlukan biaya yang banyak dibandingkan dengan menggunakan kabel. Lebih mudah dan efisien

menggunakan sistem nirkabel untuk mengukur karena operator tidak harus dekat dengan perangkat, sehingga dapat diamati dari jarak jauh (Yulkifli dkk, 2016).

Internet of Things memungkinkan pengguna menggunakan Internet untuk mengelola dan mengoptimalkan peralatan elektronik dan listrik. Perangkat fisik dalam infrastruktur *IoT* adalah perangkat keras yang disematkan dengan elektronik, perangkat lunak, sensor, dan konektivitas. Perangkat ini melakukan kalkulasi untuk memproses input data dari sensor dan berjalan dalam infrastruktur Internet (Mahali, 2016). Menjembatani kesenjangan antara dunia fisik dan dunia informasi adalah tantangan utama *Internet of Things*. Misalnya, mengolah data yang diperoleh dari perangkat elektronik melalui antarmuka antara pengguna dan perangkat. Sensor mengumpulkan data mentah secara real time dan mengubahnya menjadi bahasa mesin yang dimengerti sehingga dapat dengan mudah dipertukarkan antara berbagai bentuk format data (Junaidi, 2015).

Internet of things merupakan kesatuan sistem yang saling berhubungan, dilengkapi dengan pengidentifikasi unik serta memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan campur tangan manusia

F. Smartphone Android

Smartphone android merupakan ponsel dengan fungsi yang tinggi, fungsinya hampir sama dengan komputer. *Smartphone android* adalah ponsel yang dapat memberikan fungsi lanjutan lainnya seperti *e-mail*, internet, dll. Oleh karena itu, *smartphone android* dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dengan fungsi telepon. Pengembangan perangkat lunak akan terutama dalam pengembangan perangkat seluler karena kebanyakan orang yang menggunakan komputer secara tidak langsung akan menggunakan *smartphone android* (Allen dkk, 2010).

Selain itu *smartphone* tersebut dilengkapi dengan sistem operasi, dan salah satu sistem operasi yang kita kenal adalah Sistem Operasi *Android*. Tujuan utama *android* adalah memajukan inovasi perangkat ponsel pintar sehingga pengguna dapat menjelajahi fitur dan menambah pengalaman (dibandingkan perangkat seluler lainnya). Oleh karena itu, ada peluang besar bagi aplikasi *android* untuk mengembangkan keunggulan ponsel pintar, yang membuatnya lebih mudah untuk mendesain dalam perkembangan teknologi saat ini dan masa depan. *Smartphone android* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Smartphone Android*

Smartphone Android tidak hanya dapat berkomunikasi, tetapi juga memenuhi kebutuhan perangkat lain, termasuk penyimpanan data, hiburan (*game*) dan berbagai aplikasi lainnya. (Urfan dkk, 2016).

Smartphone Android dilengkapi dengan layanan internet yang dapat mengaksesnya kapanpun dan dimanapun. *Smartphone Android* juga dapat menggunakan bahasa pemrograman *smartphone* untuk menampilkan dan mengolah data dari Internet. Tidak hanya *smartphone* atau komputer yang dapat terkoneksi dengan internet, berbagai benda nyata juga dapat terkoneksi dengan internet. Oleh karena itu, *smartphone* dapat menampilkan data dari sensor dan mengolah datanya sehingga setiap orang dapat mengakses data tersebut dan

mudah dipahami. Ini adalah salah satu konsep ekspansi Internet yang disebut *Internet of Things*.

G. Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah board mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital input/output (6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 analog *input*, 16MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol *reset*. Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 3.

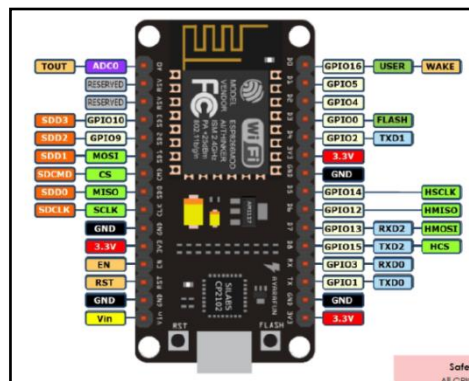


Gambar 3. Arduino Uno

Spesifikasi Arduino Uno yaitu merupakan mikrokontroler ATmega328, dengan tegangan Operasi 5V, pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM), flash memory 32 KB dengan 0,5 KB, dengan SRAM dan 2 KB dan EEPROM 1 KB, serta Kecepatan Pewaktuan 16Mhz (Kurniati, 2017). Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah computer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja.

H. Node MCU ESP8266

Node MCU merupakan papan pengembangan produk *Internet of Things*. ESP8266 sendiri merupakan *chip Wifi* dengan *protocol stack* TCP/IP yang lengkap. Node MCU dapat dianalogikan sebagai *board* arduino-nya ESP8266. Node MCU telah menggabungkan ESP8266 ke dalam sebuah *board* yang kompak dengan berbagai fitur layaknya mikrokontroler dan kapabilitas akses terhadap *wifi* juga *chip* komunikasi *USB to serial*. Sehingga untuk memprogramnya hanya diperlukan ekstensi kabel data USB persis yang digunakan *charging smartphone*.



Gambar 4. Node MCU ESP826 dan Skema *Pin*
(Sumber : Einstronic, 2017)

Gambar 4 merupakan *pin* yang ada pada Node MCU. Berikut penjelasan dari *pin-pin* Node MCU tersebut.

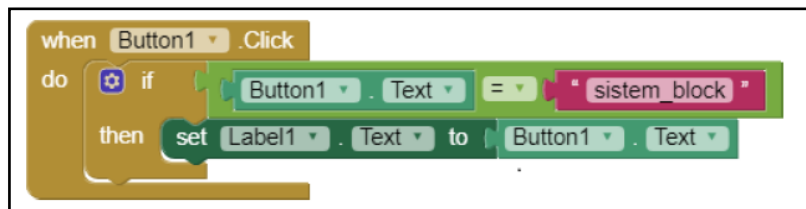
1. ADC (*Analog Digital Converter*) : Rentang tegangan masukan 0-1 volt, dengan skup nilai digital 0-1024
2. RST : berfungsi mereset modul
3. EN : *Chip Enable, Active High*
4. IO16 : GPIO16 dapat digunakan untuk membangunkan *chipset* dari *mode deep sleep*
5. IO14 : GPIO14; HSPI_CLK

6. IO12 : GPIO12: HSPI_MISO
7. IO13: GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS
8. VCC : Catu daya 3.3V (VDD)
9. CS0 : *Chip selection*
10. MISO : *Slave output, Main input.*
11. IO9 : GPIO9
12. IO10 GBIO10
13. MOSI : *Main output slave input*
14. SCLK : *Clock*
15. GND: *Ground*
16. IO15 : GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS
17. IO2 : GPIO2; UART1_TXD
18. IO0 : GPIO0
19. IO4 : GPIO4
20. IO5 : GPIO5
21. RXD : UART0_RXD; GPIO3
22. TXD : UART0_TXD; GPIO1

Untuk tegangan kerja ESP8266 menggunakan standar tegangan JEDEC (tegangan 3.3V) untuk bisa berfungsi. Tidak seperti mikrokontroler AVR dan sebagian besar *board* arduino yang memiliki tegangan TTL 5 volt. Meskipun begitu, NodeMCU masih bisa terhubung dengan 5V namun melalui *port microUSB* atau *pinVin* yang disediakan oleh *board*-nya. Namun karena semua *pin* pada ESP8266 tidak toleran terhadap masukan 5V (Einstronic, 2017).

I. App Inventor

Menurut Hamdi (2011) ”*App Inventor* adalah sebuah *tool* untuk membuat aplikasi *android* yang menyenangkan dari *tool* ini adalah karena berbasis *visual block programming*”. *App Inventor* merupakan aplikasi web sumber terbuka yang awalnya dikembangkan oleh *Google*, dan saat ini dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). MIT mengembangkan *App Inventor* sebagai IDE untuk aplikasi *android* yang mudah digunakan, berbasis *cloud* dengan kode-kode berupa *puzzle click* dan *drag*. Dengan metode pemrograman seperti ini pemrogram akan lebih fokus pada level abstraksi dan algoritma program, tidak terpecah pada proses *debugging* dan *listing* program yang rumit. *App Inventor* menggunakan *block puzzle* yang disusun menjadi rangkaian *coding* seperti pada Gambar 6 (Wihidayat dkk, 2017).



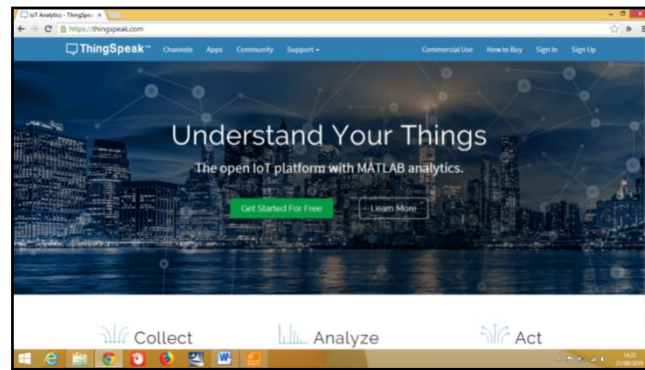
Gambar 5. *Block Puzzle* pada *App Inventor*
(Sumber : Wihidayat dkk, 2017)

App Inventor memiliki 3 bagian utama, *Component Designer*, *Block Editor* dan *Android Device* yang digunakan untuk pengujian. Pengujian bisa menggunakan *emulator* maupun perangkat sebenarnya. Untuk perangkat sebenarnya bisa dihubungkan melalui jaringan *wireless* dan menggunakan USB (Wihidayat dkk, 2017).

J. Thingspeak

Thingspeak adalah platform *IoT open source*. *Thingspeak* adalah aplikasi dan API untuk menyimpan dan mengambil data melalui internet atau jaringan area

lokal menggunakan protokol HTTP. *Thingspeak* dapat membuat aplikasi perekaman sensor, aplikasi pelacakan lokasi, dan hal-hal jejaring sosial dengan pembaruan status (The MathWorks, 2019). Tampilan beranda dari *Thingspeak* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Tampilan Awal *Thingspeak*

Thingspeak dapat bekerja dengan Arduino, modul *Wifi* ESP8266, Raspberry Pi, Aplikasi seluler, Twitter dan Matlab (The MathWorks, 2019). *Thingspeak* memungkinkan kita mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, memvisualisasikan, dan memanipulasi data dari sensor atau aktuator seperti Arduino, Raspberry Pi, BeagleBone Black, dan perangkat keras lainnya. *Thingspeak* bertindak sebagai pengumpul data, mengumpulkan data dari node perangkat, dan juga memungkinkan data diekstraksi ke dalam lingkungan perangkat lunak untuk analisis data historis (Priyono, 2018).

K. *MicroSD* dan *Micro SD Adapter*

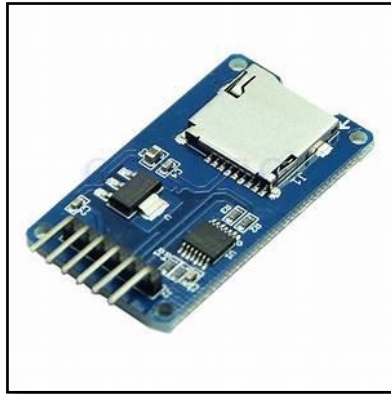
MicroSD adalah kartu memori *non-volatile* yang dikembangkan oleh *SD Card Association* yang digunakan dalam perangkat *portable*. Saat ini, teknologi *microSD* sudah digunakan oleh lebih dari 400 merek produk serta dianggap sebagai standar industri *de-facto*. Keluarga *microSD* yang lain terbagi menjadi SDSC yang kapasitas maksimum resminya sekitar 2GB, meskipun

beberapa ada yang sampai 4GB. SDHC (*High Capacity*) memiliki kapasitas dari 4GB sampai 32GB. SDXC (*Extended Capacity*) kapasitasnya di atas 32GB hingga maksimum 2TB. Keberagaman kapasitas seringkali membuat kebingungan karena masing-masing protokol komunikasi sedikit berbeda. Bentuk fisik dari *microSD* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 7. *MicroSD*

SD adaptor memungkinkan konversi fisik kartu SD yang lebih kecil untuk bekerja di slot fisik yang lebih besar dan pada dasarnya ini adalah alat pasif yang menghubungkan *pin* dari *microSD* yang kecil ke *pin* adaptor *microSD* yang lebih besar. SD mempunyai bentuk fisik yang sama maka sering menyebabkan kebingungan di kalangan konsumen. Contohnya, *MicroSD*, *MicroSDHC*, dan *MicroSDXC* ukuran fisiknya sama tetapi kapabilitasnya berbeda. Protokol komunikasi untuk SDHC/SDXC/SDIO sedikit berbeda dengan *microSD* yang sudah mapan karena biasanya *host device* keluaran lama tidak bisa mengenali kartu keluaran baru. Kebanyakan masalah mengenai *inkompatibilitas* ini dapat diselesaikan dengan *firmware update*. Bentuk fisik Modul *Micro SD Card* Adapter ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 8. *Micro SD Adapter*

Modul Micro SD Card Adapter merupakan modul yang berfungsi sebagai pembaca kartu Micro SD, melalui sistem file dan SPI antarmuka driver, MCU berfungsi melengkapi sistem file untuk membaca dan menulis kartu micro SD (Lutfiyana, 2017).

L. Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, *relay* merupakan saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka (Yohanes C et al., 2018). Bentuk fisik *relay* ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 9. *Relay*

Relay memiliki beberapa fungsi yaitu mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah, menjalankan *logic function* atau fungsi logika, memberikan *time delay function* atau fungsi penundaan waktu, melindungi motor atau komponen lainnya dari *korsleting* atau kelebihan tegangan.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran, pengujian dan analisis suhu dan kelembaban tanah pertanian berbasis sensor SHT11 *Internet of Things* dan tampilan *smartphone android*, dapat ditarik beberapa kesimpulan.

1. Hasil spesifikasi performansi alat ukur suhu dan kelembaban terdiri dari kotak alat ukur yang dipasang rangkaian elektronik alat ukur tersebut. Rangkaian pembangun alat ukur terdiri dari sensor SHT11, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, arduino uno, tombol *on/off* dan tombol *reset*, *SDcard*. Hasil pengukuran suhu dan kelembaban ditampilkan di *smartphone android*. Sensor SHT11 merasakan suhu dan kelembaban tanah, dan diproses oleh arduino uno yang kemudian dikirim ke Node MCU ESP8266. Data tersebut kemudian dikirim ke server *ThingSpeak* yang kemudian akan muncul di *smartphone android*.
2. Hasil spesifikasi desain dari alat ukur adalah sebagai berikut.
 - a. Ketepatan pengukuran suhu tanah oleh alat ukur
 - 1) Pada kedalaman 10 cm sebesar 98.434%.
 - 2) Pada kedalaman 20 cm sebesar 98.159%
 - 3) Pada kedalaman 50 cm sebesar 98.101%
 - b. Ketepatan pengukuran kelembaban tanah oleh alat ukur sebesar 97.534%.
 - c. Ketelitian rata-rata pada pengukuran suhu tanah
 - 1) Pada kedalaman 10 cm sebesar 99.73%.
 - 2) Pada kedalaman 20 cm sebesar 99.56%
 - 3) Pada kedalaman 50 cm sebesar 99.91%

- d. Ketelitian rata-rata pada pengukuran kelembaban tanah adalah 99.95 %.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan maka sebagai saran untuk ditindak lanjuti dan pengembangan penelitian

1. Perlu penambahan indikator yang memperlihatkan perangkat sudah terkoneksi dengan jaringan wifi atau belum.
2. Menambahkan beberapa sensor lagi agar dapat membandingkan suhu dan kelembaban tanah dari berbagai kedalaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimihardja, A. 2006. *Strategi Mempertahankan Multifungsi Pertanian di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian*. 25(3) : 99-105.
- Akbar, Putra Suci Bahtiar Syech. 2018. Monitoring Suhu dan Kelembaban serta Kecepatan Angin Pada Weather Station Menggunakan XBee berbasis Wireless sensor Network. *Skripsi*. Teknik Elektro Universitas Jember.
- Allen,dkk. 2010. *Pro Smartphone Cross-Platform Development : iPhone, Blackberry, Windows Mobile and Android Development And Distribution*. United States: Apress.
- Arafat.2016. *Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet Of Things (IoT) Dengan Esp8266. Technologia* . 7(4):262 – 268.
- Ayyogari K, Sidhya P, dan Pandit MK. 2014. *Impact Of Climate Change On Vegetable Cultivation-A Review. Int. J. Agric. Environ. Biotechnol*. 7:145-155.
- Batan, I. M. L. 2002. Metode Pemeriksaan Mampu Ukur Suatu Rancangan Ditinjau dari Spesifikasi Produk Dengan Bantuan Checklist. *J. Tek. Mesin*, 2, 1-8.
- BBSDLP (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian). 2008. Policy Brief. Potensi dan Ketersediaan Sumber Daya Lahan untuk Perluasan Areal Pertanian. BBSDLP, Bogor.
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2008. *Land Utilization by Provinces in Indonesia*. BPS, Jakarta. www.bps.go.id. Diakses 14 Februari 2020.
- Cooper, William David. 1991. *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran (Terjemahan Sahat Pakpahan)*. Jakarta: Erlangga.
- Djumali, D., & Mulyaningsih, S. 2014. *Pengaruh Kelembaban Tanah Terhadap Karakter Agronomi, Hasil Rajangan Kering Dan Kadar Nikotin Tembakau (Nicotiana tabacum L; Solanaceae) Temanggung Pada Tiga Jenis Tanah. Berita Biologi*, 13(1), 1-11
- Einstronic. 2017. *Introduction to NodeMCU ESP8266*. www.einstronic.com. Diakses 14 Februari 2020.
- Fahmi, Irham. 2011. *Performance, Theory and Application Management*. Alfabeta: Bandung
- Fraden, Jacob. 2003. *Handbook of Modern Sensors*. New York : Springer.

- Handini, I. T., Yulkifi, Y., & Darvina, Y. 2020. *Rancang Bangun Sistem Pengukuran Tekanan Udara Menggunakan DT-Sense Barometric Pressure Berbasis Internet of Things dengan Display Smartphone*. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika, 8(1), 1-10.
- Hamdi, Gani Krisnawati. 2011. *Membangun Aplikasi Berbasis Android "Pembelajaran Psikotes" Menggunakan App Inventor*. Jurnal Dasi. 12(4) : 37-41.
- Herdianto. 2017. *Perancangan Smart Home dengan Konsep Internet of Things(IoT) Berbasis Smartphone*. Jurnal Ilmiah Core IT .e-ISSN: 2548-3528j.
- Ilham, Bakri. 2010. *Spesifikasi Awal Produk*. www.scribd.com. Diakses 14 Februari 2020.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. *Climate change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, p. 881. In J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, et al. (ed.), Cambridge University Press, Cambridge.
- Iqbal, M., Yulkifli, Y., & Darvina, Y. 2019. *Rancang Bangun Sistem Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Udara Menggunakan Sensor Sht75 Berbasis Internet Of Things Dengan Display Smartphone*. Berkala Fisika, 22(3), 97-104.
- Javed, Adeel. 2016. *Building Arduino Projects for The Internet of Things*. United States : Apress.
- Junaidi, Apri. 2015. *Internet Of Things, Sejarah, Teknologi Dan Penerapannya : Review*. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan. 1(3):62-66.
- Kadir, Abdul. 2017. *Pemrograman Arduino dan Android Menggunakan App Inventor*. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- Karamina, H., Fikrinda, W., & Murti, A. T. 2017. *Kompleksitas Pengaruh Temperatur Dan Kelembaban Tanah Terhadap Nilai Ph Tanah Di Perkebunan Jambu Biji Varietas Kristal (Psidium guajava l.) Bumiaji, Kota Batu*. Kultivasi, 16(3).
- Karyati, K., Putri, R. O., & Syafrudin, M. 2018. *Suhu Dan Kelembaban Tanah Pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Di Pt Adimitra Baratama Nusantara, Provinsi Kalimantan Timur*.
- Khoir, M. Mufidul. 2018. *Rancang Bangun Alat Monitoring Pasang Surut Air Laut Berbasis Internet of Thing (IoT)*. Skripsi. Universitas Islam Sunan Ampel Surabaya: Surabaya.

- Koesmono H, Teman. 2005. Pengaruh Budaya Organisasi Terhadap Motivasi dan Kepuasan Kerja serta kinerja Karyawan Pada Sub Sektor Industri Pengolahan Kayu Ekspor di Jawa timur. Dissertation. Economic Faculty of Airlangga University, Indonesia.
- Kurniati, V., Triyanto, D., & Rismawan, T. 2017. *Penerapan Logika Fuzzy Dalam Sistem Prakiraan Cuaca Berbasis Mikrokontroler*. Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi, 5(2)
- Lakitan, Benyamin. 2002. *Dasar-Dasar Klimatologi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Lutfiyana, L., Hudallah, N., & Suryanto, A. 2017. *Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, Dan Resistansi*. Jurnal Teknik Elektro, 9(2), 80-86.
- Mahali, Muhammad Izzudin. 2016. *Smart Door Locks Based On Internet Of Things Concept With Mobile Backend As A Service*. Jurnal Electronics, Informatics, and Vocational Education (ELINVO). 1(3) : 171-181.
- Mulyani, A, Ritung, S., & Las, I. 2016. *Potensi Dan Ketersediaan Sumber Daya Lahan Untuk Mendukung Ketahanan Pangan*. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 30(2) : 73-80.
- Narbuko, Cholid, Abu Achmadi. 2007. *Metodologi Penelitian*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Olesen JE, M Bindi. 2002. *Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy*. Eur. J. Agron. 16 : 239-262.
- Parry ML, Rosenzweig C, Iglesias A, Livermore M, dan Fischer G. 2004. *Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios*. Glob. Environ. Change. 14 : 53–67.
- Priyono, Kuart. 2018. Sistem Monitoring Level Reservoir SPBU Terintegrasi ThingSpeak Sebagai Server Database. *Tugas Akhir*. Politeknik Negeri Balikpapan: Balikpapan.
- Putra, H., & Yulkifli, Y. 2019. *Studi Awal Rancang Bangun Colorimeter Menggunakan Sensor Opt101 Berbasis Sistem Android Dengan Display Smartphone*. Komunikasi Fisika Indonesia, 16(2), 155-162.
- Putranto, A. B, Laksono, B. I & Nurdianto, B. 2009. *Aplikasi Sensor SHT11 Pada Pengukuran Suhu Tanah*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, 10(1).
- Soetrisno, A. Suwandari. 2016. *Pengantar Ilmu Pertanian*. Malang: Intimedia Kelompok Intrans Publishing

- Soti PG, Jayachandran K, Koptur K, dan Volin JC. 2015. *Effect Of Soil Ph On Growth, Nutrient Uptake, And Mycorrhizal Colonization In Exotic Invasive Lygodium Microphyllum*. *Plant. Ecol.* 216 : 989-998.
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Bandung : Alfabeta.
- Susanti, E., Surmaini, E., & Estiningtyas, W. 2019. *Parameter Iklim sebagai Indikator Peringatan Dini Serangan Hama Penyakit Tanaman*.
- The MathWorks. 2019. ThingSpeak. www.thingspeak.com. Di Akses tanggal 16 Maret 2020.
- Ulrich, Karl T dan Eppinger, Steven D. 2001. *Perancangan dan Pengembangan Produk Edisi Pertama*. Jakarta : Salemba Teknika.
- Urfan, Izzan Muhammad, Dedi Irfan dan Titi Sriwahyuni. 2016. *Rancang Bangun Aplikasi Mobile Learning Bahasa Minangkabau Pada Smartphone Berbasis Android*. *Jurnal Vokasional Teknik Elektronika & Informatika*. 4(1): 44-52.
- Wihidayat, Endar Suprih, Dwi Maryono. 2017. *Pengembangan Aplikasi Android Menggunakan Integrated Development Environment(Ide) App Inventor 2*. *Jurnal Ilmiah Edutic*. 4(1): 1-12.
- Wijayanto, N., & Nurunnajah, N. 2012. Intensitas Cahaya, Suhu, Kelembaban dan Perakaran Lateral Mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) di RPH Babakan Madang, BKPH Bogor, KPH Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 3(1).
- Yani, M. 1985. Pengaruh Kelembaban Tanah, Pupuk N dan Pupuk P terhadap Mati Kecambah (*Phythium* sp.) pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L) Suatu Uji Rumah Kaca. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Yohanes C, S., Sompie, S. R. U. A., & Tulung, N. M. 2018. Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 7(2), 167–174.
- Yulkifli, Yohandri, Zurian Afandi. 2016. *Pembuatan Sistem Pengiriman Data Menggunakan Telemetry Wireless untuk Detektor Getaran Mesin Dengan Sensor Fluxgate*. *Jurnal Ilmiah SETRUM* .5(2)
- Yulkifli, Zurian Afandi, Yohandri. 2018. *Development of Gravity Acceleration Measurement Using Simple Harmonic Motion Pendulum Method Based on Digital Technology and Photogate Sensor*. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 335 (2018) 012064.
- Yulkifli. 2011. *Sensor Fluxgate*. Padang : STAIN Batu Sangkar Press.