

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN
CUACA BERBASIS MIKROKONTROLER NODEMCU
ESP32, PANEL SURYA, DAN TAMPILAN WEB
DENGAN PHP SEBAGAI PENUNJANG PERTANIAN**

PRESISI

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana S-1
Program Studi Fisika



Diajukan oleh:
Muhammad Syafiul Huda

19106020042

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
PROGRAM STUDI FISIKA
YOGYAKARTA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

2023



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2251/Un.02/DST/PP.00.9/08/2023

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Cuaca Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32, Panel Surya, dan Tampilan Web dengan PHP Sebagai Penunjang Pertanian Presisi

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD SYAFIUL HUDA
Nomor Induk Mahasiswa : 19106020042
Telah diujikan pada : Senin, 14 Agustus 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Widayanti, S.Si. M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64e58ddcd948f



Penguji I

Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64e5877d8793b



Penguji II

Nia Maharani Raharja, M.Eng.
SIGNED

Valid ID: 64e57e0827117



Yogyakarta, 14 Agustus 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64e5c3e94d2ef

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Syaful Huda
NIM : 19106020042
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantauan Cuaca Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32, Panel Surya, dan Tampilan Web dengan PHP Sebagai Penunjang Pertanian Presisi” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 01 Agustus 2023

Penulis



Muhammad Syaful Huda
NIM. 19106020042

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Muhammad Syaiful Huda
NIM : 19106020042
Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Pemantauan Cuaca Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32, Panel Surya, dan Tampilan Web dengan PHP Sebagai Penunjang Pertanian Presisi

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.


Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.


Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing I

Yogyakarta, 01 Agustus 2023

Pembimbing II


Dr. Widayanti, S.Si., M.Si.
NIP. 19760526 200604 2 005


Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
NIP. 19780510 200501 1 003

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN CUACA BERBASIS
MIKROKONTROLER NODEMCU ESP32, PANEL SURYA, DAN
TAMPILAN WEB DENGAN PHP SEBAGAI PENUNJANG PERTANIAN
PRESISI**

Muhammad Syaiful Huda

19106020042

INTISARI

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh besarnya dampak perubahan iklim pada sektor pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sistem pemantauan cuaca berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, tampilan web dengan php sebagai penunjang pertanian presisi. Perancangan sistem dilakukan dengan membuat desain sistem menggunakan perangkat lunak Blender dan skema rangkaian menggunakan perangkat lunak Fritzing. Tahapan pembuatan dilakukan dengan mempersiapkan alat dan bahan, membuat perangkat keras, serta membuat perangkat lunak. Persiapan alat dan bahan meliputi persiapan serta pengecekan alat dan bahan. Pembuatan perangkat keras meliputi pembuatan blok catu daya, input, dan proses. Pembuatan perangkat lunak meliputi pembuatan *database*, program sistem, dan penampil web. Pengujian sistem dengan mencari nilai akurasi dan presisi keterulangan dengan parameter suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan curah hujan. Parameter suhu, kelembapan, dan kecepatan angin dibandingkan dengan AWS (*Automatic Weather Station*) yang dimiliki SKY (Stasiun Klimatologi Yogyakarta), sedangkan parameter curah hujan dibandingkan dengan ombrometer standar yang dimiliki SKY. Sistem pemantauan cuaca telah berhasil dirancang, dibuat, dan diuji dengan didapatkannya nilai akurasi pada parameter suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan curah hujan secara berturut-turut sebesar 97,42%, 91,09%, 10,01%, dan 97,35%. Adapun nilai presisi keterulangan yang didapatkan pada parameter suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan curah hujan secara berturut-turut sebesar 98,47%, 98,26%, 87,83% dan 96,82%. Hasil penelitian tersebut mengindikasikan bahwa sistem pemantauan yang telah dibuat belum sepenuhnya mampu memberikan pengukuran akurat dan konsisten pada beberapa parameter.

Kata kunci: Sistem pemantauan cuaca, pertanian presisi, NodeMCU ESP32, penampil web, panel surya.

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF A WEATHER MONITORING SYSTEM
BASED ON NODEMCU ESP32 MICROCONTROLLER, SOLAR PANEL,
AND WEB VIEW USING PHP AS A SUPPORT OF PRECISION
AGRICULTURE**

Muhammad Syafiul Huda
19106020042

ABSTRACT

This research is motivated by the magnitude of the impact of climate change on the agricultural sector. This research aims to design, build, and test a weather monitoring system based on NodeMCU ESP32 microcontroller, solar panel, web display with php as a support for precision agriculture. System design is done by creating a system design using Blender software and circuit schematics using Fritzing software. The manufacturing stage is carried out by preparing tools and materials, making hardware, and making software. Preparation of tools and materials includes preparation and checking of tools and materials. Hardware creation includes the creation of power supply, input, and process blocks. Software development includes creating a database, system program, and web viewer. System testing by finding the accuracy and precision value of repeatability with temperature, humidity, wind speed, and rainfall parameters. The parameters of temperature, humidity, and wind speed are compared with the AWS (Automatic Weather Station) owned by SKY (Yogyakarta Climatology Station), while the rainfall parameter is compared with the standard ombrometer owned by SKY. The weather monitoring system has been successfully designed, built, and tested with the accuracy values of temperature, humidity, wind speed, and rainfall parameters of 97.42%, 91.09%, 10.01%, and 97.35%, respectively. The repeatability precision values obtained on the parameters of temperature, humidity, wind speed, and rainfall were 98.47%, 98.26%, 87.83% and 96.82%, respectively. The results indicate that the monitoring system that has been created has not been fully able to provide accurate and consistent measurements on several parameters.

Keywords: *Weather monitoring system, precision agriculture, NodeMCU ESP32, web viewer, solar panel.*

HALAMAN MOTTO

“Ilmu, Iman, dan Amal Sholeh”

-KH. Muhammad Qoyim Ya’cub-



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tulis ini penulis persembahkan untuk:

Allah SWT.

Ibu Hidayah dan Bapak Sholeh

Adik Wirda Azzura Liyana

Mak Imu, Mak Ya, Bapak Hari, dan Bapak Ji

Keluarga Besar Syafi'

Teman dan Sahabat Sekalian

Sahabat Fisika 2019

SC Fisika Instrumentasi

Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, pujian hanya kepada tuhan semata wayang Allah SWT. yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN CUACA BERBASIS MIKROKONTROLER NODEMCU ESP32, PANEL SURYA, DAN TAMPILAN WEB DENGAN PHP SEBAGAI PENUNJANG PERTANIAN PRESISI” dengan baik dan lancar. Tak lupa pula shalawat serta salam kita panjatkan kepada kekasih Allah SWT., baginda Rasulullah Muhammad SAW, semoga kita semua mendapat syafaatnya di *yaumul qiyamah* kelak. Aamiin.

Penyusunan karya tulis ini merupakan suatu kewajiban bagi penulis untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan serta untuk mendapatkan gelar sarjana. Penulis berharap penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak terkait demi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan. Dalam penyusunan dan pelaksanaan tugas akhir ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, besar terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Ibu, Bapak, dan Adik, serta keluarga yang selalu memberikan do'a dan dukungan.
2. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga.
3. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D selaku ketua program studi fisika Fakultas Sains dan Teknologi Uin Sunan Kalijaga.

5. Bapak Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Ibu Dr. Widayanti, M.Si dan Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
7. Seluruh Dosen Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga yang telah memberikan bimbingan beserta ilmunya.
8. Mas Ashadi selau partner skripsi.
9. Para sahabat sekalian.
10. Seluruh sahabat Program Studi Fisika 2019 UIN Sunan Kalijaga.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam serangkaian proses penulisan skripsi yang mana tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Dalam segala keterbatasan, penulis sangat menyadari bahwa penelitian ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran demi kemajuan dan peningkatan tugas akhir ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pribadi maupun bagi para pembaca.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 15 Juli 2023



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Batasan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Studi Pustaka	10
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Sistem Pemantauan Cuaca.....	14
2.2.2 Pertanian Presisi.....	16
2.2.3 NodeMCU ESP32 DevKit V1	17
2.2.4 Modul DHT22	19
2.2.5 Ombrometer Tipe <i>Tipping Bucket</i>	20
2.2.6 Anemometer	21
2.2.7 Panel Surya	23
2.2.8 Akurasi dan Presisi	25
2.2.9 Solar Charge Controller.....	27
2.2.10 Baterai.....	28
2.2.11 Web.....	29
2.2.12 Wawasan Islam.....	32

BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.1.1 Waktu Penelitian.....	33
3.1.2 Tempat Penelitian	33
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	33
3.2.1 Alat Perancangan Sistem	34
3.2.2 Alat dan Bahan Pembuatan Sistem.....	34
3.2.3 Alat Pengujian Sistem.....	35
3.3 Prosedur Penelitian.....	35
3.3.1 Perancangan Sistem	36
3.3.2 Pembuatan Sistem.....	38
3.3.2.1 Persiapan Alat dan Bahan	38
3.3.2.2 Pembuatan Perangkat Keras.....	39
3.3.2.3 Pembuatan Perangkat Lunak.....	41
3.3.3 Pengujian Sistem	45
3.3.3.1 Pengambilan Data	45
3.3.3.2 Pengolahan Data.....	48
3.4 Pembahasan Hasil.....	49
3.4.1 Pembahasan Hasil Perancangan dan Pembuatan Sistem	49
3.4.2 Pembahasan Hasil Pengujian Sistem	50
3.4.3 Pembahasan Intergrasi-Interkoneksi.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Hasil Penelitian.....	52
4.1.1 Hasil Perancangan Sistem.....	52
4.1.2 Hasil Pembuatan Sistem	53
4.1.2.1 Hasil Pembuatan Perangkat Keras Sistem	53
4.1.2.2 Hasil Pembuatan Perangkat Lunak	54
4.1.3 Hasil Pengujian Sistem	58
4.1.3.1 Pengujian akurasi sistem	59
4.1.3.2 Pengujian presisi sistem	59
4.2 Pembahasan	59
4.2.1 Perancangan dan Pembuatan Sistem Pemantauan Cuaca	59
4.2.2 Pengujian Sistem Pemantauan Cuaca	65

4.2.3 Integrasi-Interkoneksi.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN.....	77
Lampiran 1: Perancangan Sistem.....	77
Lampiran 2: Pembuatan Sistem.....	78
Lampiran 3: Pengujian Sistem.....	85
CURRICULUM VITAE.....	104



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi ESP32 DevKit V1.....	18
Tabel 2.2 Spesifikasi DHT22.....	20
Tabel 3.1 Alur waktu penelitian.....	33
Tabel 3.2 Alat perancangan sistem	34
Tabel 3.3 Alat pembuatan sistem.....	34
Tabel 3.4 Bahan pembuatan sistem.....	34
Tabel 3.5 Alat pengujian sistem.....	35
Tabel 3.6 Konfigurasi pin tiap komponen blok input dan proses	40
Tabel 3.7 Daftar <i>library</i> yang digunakan.....	43
Tabel 3.8 Data pengujian akurasi suhu sistem	46
Tabel 3.9 Data pengujian akurasi kelembapan sistem	46
Tabel 3.10 Data pengujian akurasi kecepatan angin sistem.....	46
Tabel 3.11 Data pengujian akurasi curah hujan sistem.....	46
Tabel 3.12 Data pengujian presisi keterulangan suhu sistem	47
Tabel 3.13 Data pengujian presisi keterulangan kelembapan sistem.....	48
Tabel 3.14 Data pengujian presisi keterulangan curah hujan sistem	48
Tabel 3.15 Data pengujian presisi keterulangan kecepatan angin sistem	48
Tabel 3.16 Hasil pengujian akurasi sistem.....	49
Tabel 3.17 Hasil pengujian presisi keterulangan sistem	49
Tabel 4.1 Hasil pengujian akurasi sistem.....	58
Tabel 4.2 Hasil pengujian presisi keterulangan sistem	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pin out ESP32 DevKit V1	18
Gambar 2.2 DHT22.....	19
Gambar 2.3 Sensor curah hujan <i>tipping bucket</i>	21
Gambar 2.4 Anemometer	22
Gambar 2.5 Bagian-bagian penyusun panel surya	24
Gambar 2.6 SCC	28
Gambar 2.7 Baterai VRLA	28
Gambar 2.8 Komunikasi <i>request-response client-server</i>	30
Gambar 2.9 Tampilan phpMyAdmin.....	31
Gambar 2.10 Tampilan XAMPP.....	31
Gambar 3.1 Prosedur penelitian.....	35
Gambar 3.2 Diagram blok keseluruhan sistem	36
Gambar 3.3 Diagram alir program sistem.....	43
Gambar 3.4 Desain UI web	44
Gambar 4.1 Desain sistem tampak luar (a) Desain sistem tampak dalam (b).....	52
Gambar 4.2 Skema rangkaian sistem.....	52
Gambar 4.3 Ketampakan luar perangkat keras sistem	53
Gambar 4.4 Ketampakan dalam perangkat keras sistem	54
Gambar 4.5 Struktur <i>database</i> sistem di phpMyAdmin	54
Gambar 4.6 Grafik suhu dan kelembapan.....	55
Gambar 4.7 Grafik kecepatan angin.....	56

Gambar 4.8 Grafik curah hujan.....	56
Gambar 4.9 Grafik suhu dan kelembapan bulanan	56
Gambar 4.10 Grafik kecepatan angin bulanan.....	57
Gambar 4.11 Grafik curah hujan bulanan	57
Gambar 4.12 Menu download.....	57
Gambar 4.13 Menu geospasial.....	58



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian menurut Undang-Undang Republik Indonesia (2013) merupakan kegiatan mengelola sumber daya alam hayati dengan bantuan teknologi, modal, tenaga kerja, dan manajemen untuk menghasilkan komoditas pertanian yang mencakup tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, dan/atau peternakan dalam suatu agroekosistem.

Sektor pertanian memiliki peran penting dalam menjaga ketahanan pangan nasional. Tantangan yang ada meliputi laju pertumbuhan penduduk yang tinggi, semakin berkurangnya luas lahan pertanian, ketergantungan pada impor komoditas, hambatan transfer teknologi dan dampak perubahan iklim. Kondisi ini mempengaruhi upaya mewujudkan ketahanan pangan nasional (Chaireni dkk., 2020).

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan besar bagi Indonesia karena mempengaruhi segala aspek kehidupan manusia, hewan dan tanaman (Kementrian Pertanian, 2021). Pola iklim tak stabil membuat usaha pertanian sulit dilakukan. Waktu musim hujan dan kemarau tak pasti, hujan bervariasi dalam satu musim. Pada musim kemarau terdapat hujan tinggi yang dikenal dengan istilah kemarau basah dimana hal tersebut memicu ledakan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), musim hujan terdapat fenomena tidak ada hujan dalam beberapa kurun waktu yang menyebabkan tanaman mengalami kerusakan atau puso (Dariah dkk., 2019).

Berdasarkan data yang dimuat dalam Rencana Strategis Kementerian Pertanian 2020 - 2024, pada tahun 2015 - 2019 rata-rata luas lahan sawah yang terkena banjir dan kekeringan masing-masing sebesar 188.662 Ha terkena banjir (52.265 Ha di antaranya puso karena banjir) dan 255.974 Ha terkena kekeringan (75.246 Ha diantaranya puso karena kekeringan) (Kementerian Pertanian, 2021).

Ketahanan pangan nasional berpeluang terpengaruh apabila sistem pertanian Indonesia tidak disiapkan menggunakan cara terbaik. Oleh karena itu, dibutuhkan penanganan teknis maupun non-teknis agar dapat menolong petani dalam menangani permasalahan terkait perubahan iklim (Supriyadi dkk., 2022). Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), menolong memiliki arti yaitu membantu untuk meringankan beban, menyelamatkan dari bencana, bahaya, dan sebagainya. Hal ini mengarah kepada sifat terpuji dalam agama Islam.

Perintah untuk saling tolong-menolong dapat ditemukan di al-Qur'an dalam penggalan surah al-Maidah ayat 2. Berikut adalah penggalan ayat yang berkaitan dengan perintah tersebut.

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ ۖ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ ۗ وَاتَّقُوا اللَّهَ ۖ إِنَّ اللَّهَ

شَدِيدُ الْعِقَابِ

Artinya: “Tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan permusuhan. Bertakwalah pada Allah SWT, sesungguhnya Allah SWT sangat berat siksaan-Nya.” (Departemen Agama RI, 2019).

Dalam mengimplementasikan sifat tolong-menolong pada sistem usaha pertanian, teknologi informasi memegang peranan penting dalam memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan. Dalam hal ini, konsep pertanian presisi dapat menjadi solusi dalam menangani dampak perubahan iklim.

Pertanian presisi merupakan konsep dari pertanian terpadu berbasis informasi dan produksi dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan profitabilitas usaha dengan bantuan teknologi yang tepat dan akurat. Konsep manajemen pertanian presisi adalah berdasarkan pengamatan, pengukuran dan respons terhadap variabilitas dalam dan antar bidang pada tanaman (Sondakh dkk., 2021).

Dilansir dari bbc.com, perubahan iklim dan cuaca yang tidak menentu telah menyebabkan petani mengalami kegagalan panen karena kesalahan dalam menentukan strategi tanam pada awal musim. Penggunaan kalender musim dari generasi ke generasi sudah tidak akurat dan tidak lagi relevan lagi sebagai panduan. Menghadapi situasi ini, sekelompok petani di Indramayu mengadopsi ilmu agrometeorologi dengan harapan dapat mengurangi risiko gagal panen akibat cuaca ekstrem yang tidak dapat diprediksi. Sejak tahun 2009, para petani yang tergabung dalam Perkumpulan Petani Tanggap Perubahan Iklim (PPTPI) telah dengan tekun melakukan pengukuran dan pencatatan curah hujan di lahan pertanian mereka setiap harinya (Pradana & Irham, 2023).

Namun pengambilan data yang dilakukan oleh PPTPI masih dilakukan secara manual. Teknologi pertanian presisi dapat menjadi alternatif untuk

menekan berbagai dampak negatif dari perubahan iklim dan menjadi otomatisasi dalam pengambilan data cuaca, salah satu contohnya adalah dengan melakukan pemantauan dan membangun sistem yang dapat merespon berubahnya iklim secara *real time* dengan tujuan untuk dapat mengantisipasi sekaligus beradaptasi terhadap berbagai perubahan khususnya perubahan iklim yang sedang dan bakal terjadi (Dariah dkk., 2019).

Faktor pendukung dalam pengembangan pertanian presisi adalah kuantitas dan kualitas sumber daya manusia yang menguasai teknologi seperti peralatan elektronik dan jaringan informasi *online*. Pengembangan pertanian presisi juga membutuhkan dukungan pemerintah dalam bentuk program dan fasilitas untuk penelitian dan pemerataan teknologi kepada para petani (Sondakh dkk., 2021).

Sebagai solusi untuk mempermudah petani mendapatkan data cuaca, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) memberikan informasi data cuaca untuk pertanian kepada publik. Informasi tersebut didapat dari pengukuran cuaca oleh sistem pemantauan cuaca milik BMKG yang diletakkan diberbagai tempat. Pengukuran cuaca diukur oleh sensor yang kemudian direkam dengan *data logger*, setelah itu data dikirim melalui jaringan *General Packet Radio Service* (GPRS) menggunakan layanan *Global System for Mobile Communications* (GSM) ke server BMKG Pusat. Sistem pemantauan cuaca milik BMKG memiliki kelemahan dimana instalasi penempatannya yang tidak terletak pada seluruh daerah pertanian. Hal tersebut

menyebabkan daerah pertanian yang jauh dari sistem tidak memiliki data cuaca yang akurat (Staklim, 2022).

Upaya BMKG dalam mengatasi permasalahan terkait penempatan sistem pemantauan cuaca yang belum merata adalah dengan menambah kuantitas sistem. Hal tersebut bertujuan dalam memperoleh informasi yang lebih akurat terkait cuaca.

Namun, menambah kuantitas sistem pemantauan cuaca yang tetap menggunakan *data logger* memberikan beban tanggungan yang besar dimana biaya instalasi dan pemeliharaan relatif mahal. Oleh karena itu, dilakukan penelitian serupa dengan merancang bangun sistem pemantauan cuaca dengan jenis mikrokontroler yang relatif murah untuk mengurangi tingginya harga instalasi sistem pemantauan cuaca yang menggunakan *data logger*.

Beberapa peneliti telah mengembangkan sistem pemantauan cuaca untuk menjawab kekurangan dari solusi yang telah dilakukan BMKG. Narulita dkk telah mengembangkan sistem pemantauan cuaca menggunakan mikrokontroler Arduino ATmega 2560 dan tampilan ThingSpeak. Prinsip kerja sistem pada penelitian ini yaitu data pembacaan sensor diambil dan diteruskan ke ThingSpeak, kemudian data tersebut ditampilkan secara *real-time* di ThingView. Sensor yang digunakan adalah DHT11, sensor kecepatan angin, sensor arah angin, sensor curah hujan.

Adapun kekurangan dalam penelitian Narulita dkk diantaranya masih menggunakan sensor DHT11 yang memiliki tingkat akurasi dan presisi lebih rendah dibanding DHT22, Arduino ATmega 2560 belum *built-in* modul WiFi

dan masih menggunakan energi konvensional untuk menjalankan sistem. Selain itu, penggunaan ThingSpeak sebagai *interface* memiliki beberapa keterbatasan apabila menggunakan versi gratis seperti kapasitas penyimpanan yang relatif kecil, jangka waktu penyimpanan data pendek dan keterbatasan jumlah *request* dari *client* atau *user*.

Sistem pemantauan cuaca masih memiliki potensi untuk dikembangkan, seperti menggunakan mikrokontroler yang murah dan sumber energi ramah lingkungan. Oleh karena itu, dikembangkan riset yang dapat memaksimalkan kemampuan sistem pemantauan cuaca menggunakan energi surya berbasis tampilan web sebagai penunjang pertanian presisi dengan harapan dapat mengurangi dampak akibat perubahan iklim (Narulita dkk., 2022).

Penggunaan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler menawarkan beberapa keunggulan antara lain NodeMCU ESP32 memiliki modul WiFi dalam chip dan memiliki banyak pin I/O, menggunakan *dual-core* Xtensa LX6 yang masing-masing *core* dapat dioperasikan hingga kecepatan 240MHz, serta memiliki RAM dan *flash storage* besar (Widyatmika dkk., 2021).

Penggunaan panel surya sebagai sumber daya utama sistem pemantauan cuaca memiliki keefektifan dan keefisienan dalam hal pengoperasian alat (Wahyu dkk., 2020). Selain itu, sistem pemantauan cuaca tidak membutuhkan daya yang besar sehingga penggunaan panel surya dirasa cukup untuk mengoperasikan alat.

Guna mengatasi kekurangan *interface* pada penelitian Narulita dkk di atas. Sistem pemantauan cuaca pada penelitian ini dibangun menggunakan web

sebagai *interface* untuk menampilkan hasil pembacaan sensor kepada *user*. Ontowirjo dkk (2018) menyatakan bahwa penggunaan web memiliki keunggulan karena responsif pada berbagai platform, dan memungkinkan kustomisasi visualisasi data, keamanan, dan kelancaran lalu lintas data.

Sistem pemantauan cuaca berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, dan tampilan web dengan php perlu dirancang dengan baik sebelum dibuat. Hal ini untuk meminimalisir kesalahan pada saat proses pembuatan sehingga lebih efektif dan efisien, menentukan bagaimana skema rangkaian, dan bagaimana bentuk tampilan web.

Setelah dibuat, sistem pemantauan cuaca berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, dan tampilan web dengan php perlu dilakukan pengujian untuk memastikan sistem pemantauan cuaca dapat memberikan data dari pembacaan sensor secara akurat dan presisi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil rancangan sistem pemantauan cuaca berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, dan tampilan web dengan php?
2. Bagaimana hasil pembuatan sistem pemantauan cuaca berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, dan tampilan web dengan php?

3. Bagaimana karakteristik akurasi dan presisi sistem pemantauan cuaca yang telah dibuat berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, dan tampilan web dengan php?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem pemantauan cuaca berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, dan tampilan web dengan php.
2. Membuat sistem pemantauan cuaca berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, dan tampilan web dengan php.
3. Menguji karakteristik akurasi dan presisi sistem pemantauan cuaca yang telah dibuat berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, dan tampilan web dengan php.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi hanya pada hal-hal sebagai berikut:

1. Web dibuat menggunakan HTML5, CSS3, JavaScript sebagai *front-end* dan PHP versi 8 sebagai *back-end*.
2. Database yang digunakan adalah MySQL.
3. Tipe mikrokontroler yang digunakan yaitu NodeMCU ESP32 DevKit V1.
4. Panel surya yang digunakan yaitu panel surya 10 *Watt-peak*.
5. Pengujian karakteristik presisi yang dilakukan adalah presisi keterulangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukanya penelitian ini diharapkan dapat diperoleh manfaat, antara lain:

1. Melengkapi sistem pemantauan cuaca yang telah ada saat ini.
2. Memberikan informasi yang akurat dan *real-time* terkait kondisi cuaca terkini.
3. Membantu mengurangi resiko gagal panen akibat perubahan iklim.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasannya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem pemantauan cuaca berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, dan tampilan web dengan php berhasil dirancang menggunakan *software* Fritzing dan Blender. Hasil perancangan sistem berupa desain dan skema rangkaian.
2. Sistem pemantauan cuaca berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, dan tampilan web dengan php telah berhasil dibuat. Hasil pembuatan berupa perangkat keras dan lunak sistem. Perangkat keras sistem terdiri dari blok catu daya yang tersusun dari panel surya, SCC, dan baterai, serta blok input dan proses yang tersusun dari NodeMCU ESP32, sensor DHT22, anemometer, dan ombrometer *tipping bucket*. Adapun perangkat lunak sistem terdiri dari *database*, kode program sistem, dan tampilan menggunakan web.
3. Sistem pemantauan cuaca berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32, panel surya, dan tampilan web dengan php secara keseluruhan belum layak digunakan karena akurasi pada keseluruhan parameter dan presisi keterulangan pada parameter kecepatan angin dan curah hujan belum memenuhi SNI ISO 17025:2017. Nilai akurasi sistem yang telah dibuat untuk parameter suhu, kelembapan, kecepatan angin, dan curah hujan secara

berturut-berturut sebesar 97,42%, 91,09%, 10,01%, dan 97,35%. Adapun nilai presisi keterulangan sistem yang telah dibuat untuk keempat parameter secara berturut-berturut sebesar 98,47%, 98,26%, 87,83%, dan 96,82%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan pada sistem yang perlu diperbaiki pada penelitian selanjutnya. Oleh karena itu, disarankan melakukan beberapa hal sebagai berikut.

1. Sebagai penampil data, web perlu dikembangkan agar responsif pada berbagai ukuran layar serta melakukan migrasi dari pembuatan web secara *native* menjadi berbasis *framework* dengan tujuan membuat lingkungan pengembangan yang terstruktur dan menjaga keamanan data.
2. Diperlukan pengujian kecepatan komunikasi data dari NodeMCU ke *database* hingga data ditampilkan ke web.
3. Perlu ditambahkan modul microSD dengan tujuan sebagai *back up* penyimpanan data ketika sistem tidak tersambung jaringan internet.
4. Diperlukan pengujian untuk mengetahui seberapa besar kapasitas MicroSD yang dibutuhkan untuk melakukan *back up* data selama kurang lebih 1 bulan dengan asumsi sistem membaca sebanyak 240 data per hari.
5. Diperlukan pengujian untuk mengetahui seberapa besar efisiensi panel surya dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik.
6. Diperlukan pengujian untuk mengetahui seberapa lama energi yang tersimpan di baterai dapat menjalankan sistem saat tidak ada cahaya matahari yang diterima oleh panel surya.

7. Melakukan perbaikan dan kalibrasi terhadap alat ukur yang digunakan pada sistem pemantauan cuaca yang telah dibuat dengan alat ukur standar untuk mendapatkan nilai pengukuran yang lebih akurat.
8. Perlu dipertimbangkan menggunakan satu NodeMCU ESP32 untuk satu sensor agar tidak terjadi adanya *debouncing* ketika pembacaan dan pengiriman data.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhar, W., Basri, B., Amin, M., Randis, R., & Sulisty, T. 2018. Perhitungan Lampu Penerangan Jalan Berbasis Solar System. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, **Vol. 4 No. 1 2018**: 33–36.
<https://doi.org/10.32487/jst.v4i1.449>
- Badan Standarisasi Nasional. 2018. *Implementasi SNI/IEC 17025:2017*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Chaireni, R., Agustanto, D., Wahyu, R. A., & Nainggolan, P. 2020. Ketahanan Pangan Berkelanjutan. *JKPL: Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan*, **Vol. 2 No. 1 2020**: 23-32.
- Dariah, Ai., & Surmaini, E. 2019. *Manajemen Sumber Daya Alam dan Produksi Mendukung Pertanian Modern*. Penerbit IPB Press. Bogor.
- Data, M., Yahya, W. & Kurniawan, A. 2020. Implementasi Teknologi Virtualisasi Berbasis Kontainer untuk Perangkat Internet of Things pada Pertanian Presisi. *Cybernetics*, **Vol. 3 No. 1 2020**: 1-7.
<https://doi.org/10.29406/cbn.v3i01.1448>
- Espressif. 2022. *ESP32 Series Datasheet*. Espressif Systems. Diakses pada 15 Maret 2023 dari https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf
- Joseph, Ferdin J. J. 2019. IoT Based Weather Monitoring System for Effective Analytics. *International Journal of Engineering and Avanced Technology (IJEAT)*, **Vol. 8 No. 4 2019**: 311-315.
- Juwariyah, T., Luh, K., & Sri S. 2020. Sistem Monitoring Terpadu *Smart Bins* Berbasis *IoT* Menggunakan Aplikasi Blynk. *JIRE (Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika)*, **Vol. 3 No. 2 2020**: 91-99.
- Kementerian Agama Republik Indonesia. 2019. *Al-Qur'an dan Terjemahannya: Edisi Penyempurnaan 2019*. Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an. Jakarta.
- Luthfiarta, A., Febriyanto, A., & Wicaksono, W. 2020. Analisa Prakiraan Cuaca dengan Parameter Suhu, Kelembapan, Tekanan Udara, dan Kecepatan Angin Menggunakan Regresi Linear Berganda. *JOINS (Journal of Information System)*, **Vol. 5 No. 1 2020**: 10–17.
<https://doi.org/10.33633/joins.v5i1.2760>
- Menteri Pertanian Republik Indonesia. 2021. Perubahan Kedua Atas Keputusan Menteri Pertanian Nomor 259/KPTS/RC.020/M/05/2020 Tentang Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2020-2024. Diakses 15 Maret 2023 dari [https://rb.pertanian.go.id/upload/file/RENSTRA%20KEMENTAN%202020-2024%20REVISI%20%20\(26%20Agt%202021\).pdf](https://rb.pertanian.go.id/upload/file/RENSTRA%20KEMENTAN%202020-2024%20REVISI%20%20(26%20Agt%202021).pdf)

- Manullang, A. H., Aritonang, M., & Purba, M. J. 2021. Sistem Informasi Bimbingan Belajar Number One Medan Berbasis Web. *TAMIKA: Jurnal Tugas Akhir Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, **Vol. 1 No. 1 2021**: 44-49.
- Morris, A. S., & Langari, R. 2016. *Measurement and Instrumentation: Theory and Application*. In Elsevier. Oxford.
- Narulita, H. K., Rusdinar A., & Darlis D. 2022. Sistem Monitoring Weather Station pada Pertanian Berbasis Iot. *e-Proceeding of Engineering*, **Vol. 9 No. 5 2022**: 2468-2480.
- Ontowirjo, F. Y. Q., Poekoel, V. C., Manembu, P. D. K., & Robot, R. F. 2018. Implementasi Internet of Things pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan pada Ruangan Pengering Berbasis Web. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, **Vol. 7 No. 3 2018**: 331-338.
- Pradana, A., & Irham, M. 2023. Petani pengukur curah hujan: Menjadi peneliti mandiri untuk menghadapi perubahan iklim. Diakses pada 10 Juli 2023 dari <https://www.bbc.com/indonesia/media-64672322>.
- Presiden Republik Indonesia. 2013. Undang-Undang Republik Indonesia. No 19 Tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani. Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Kementerian Keuangan. Diakses 15 Maret 2023 dari <https://jdih.kemenkeu.go.id/fullText/2013/19TAHUN2013UU.HTM>
- Ratri, A. S., Poekoel, V. C., & Rumagit, A. M. 2021. Design of Weather Condition Monitoring System Based on Internet of Things. *Jurnal Teknik Informatika*, **Vol. 17 No. 1 2021**: 1-10.
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika>
- Rintiasti, A., Sunaryo, M., Suhartono, A. A., & Nikiuluw, R. 2019. Moniroting Suhu Fermentasi Tembakau Menggunakan Sensor Box IoT. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, **Vol. 4 No. 1 2019**: 37-44.
- Riswandi., Kasim., & Raharjo, M. F. 2020. Evaluasi Kinerja Web Server Apache Menggunakan Protokol HTTP2. *Journal of Engineering, Technology & Applied Science*, **Vol. 2 No. 1 2020**: 19-31.
DOI: 10.36079/lamintang.jetas-0201.92
- Riyanto. 2014. *Validasi dan Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Deepublish. Yogyakarta.
- Saydi, R. 2021. Sistem Monitoring Sensor Kelengasan Tanah dan Curah Hujan Sebagai Dasar Pertanian Presisi dalam Pengambilan Keputusan Petani. *Seminar Nasional Hasil Riset Dan Pengabdian Ke-III*, **Vol. 3 No. 1 2021**: 1-7.
- Siregar, S., & Rivai, M. 2018. Monitoring dan Kontrol Sistem Penyemprotan Air untuk Budidaya Aeroponik Menggunakan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Teknik ITS*, **Vol. 7 No. 2 2018**: 380-385.

- Sondakh, J., Rembang, J. H.W., & Syahyuti. 2020. Karakteristik, Potensi Generasi Milenial dan Perspektif Pengembangan Pertanian Presisi di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, **Vol. 38 No. 2 2020**: 155-166. <http://dx.doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020.155-166>
- Stasiun Klimatologi Yogyakarta. 2022. *Alat Pengamatan BMKG – Staklim Yogyakarta*. Diakses pada 15 Maret 2023 dari <https://staklimyogyakarta.com/alat-pengamatan-bmkg/>
- Sugesti, D. 2019. Mengulas Tolong Menolong Dalam Perspektif Islam. *Jurnal PPKn & Hukum*, **Vol. 14 No. 2 2019**: 106-122.
- Sugiyanto, T., Arif, F., & Rizki, N. 2020. Rancang Bangun Sistem Monitoring Cuaca Berbasis Internet of Things (IoT). *Zetroem*, **Vol. 2 No. 1 2020**: 1-5.
- Sunarmi, N., Hasanah, R., Fitriana, R., & Hamidah, I, N. 2022. Analisis Unsur Cuaca pada Pertanian Bawang Merah Kabupaten Nganjuk Tahun 2019 dengan Principal Component Analysis. *Prosiding SENKIM: Seminar Nasional Karya Tulis Ilmiah Multidisiplin*, **Vol. 2 No. 1 2022**: 40-50.
- Supriyadi, A. A., Gabriel, C. A., Rianto., Juliana., Suci, R., Muhammad A. Y., Ria, A. A., Cosmas, M. D., Feny, A., Lukman, Y. P., Yudi, S., & Edi, S. 2022. Kebijakan Ekonomi Ketahanan Pangan dengan Strategy Blue Economy Menghadapi Ancaman Perubahan Iklim. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, **Vol. 2 No. 4 2022**: 21-26.
- Suwarti., Mulyono., & Prasetyo, B. 2017. Pembuatan Monitoring Kecepatan Angin Dan Arah Angin Menggunakan Mikrokontroler Arduino. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, **Vol. 5 No. 1 2017**: 56–64. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/viewFile/3152/3048>
- Utama, Y. A. K., Muhammad S. D. C., & Leonardus, S. B. W. 2022. Analisa Ketidakpastian Pengukuran Sensor Curah Hujan Tipe *Tipping Bucket*. *TELEKONTRAN*, **Vol. 10 No. 1 2022**: 63-68.
- Wahyu, S., Syafaat, M., & Yuliana, A. 2020. Rancang Bangun Sistem Monitoring Pertumbuhan Tanaman Cabai Menggunakan Arduino Bertenaga Surya Terintegrasi Internet of Things (IoT). *Jurnal Teknologi*, **Vol. 8 No. 1 2020**: 22–23. <https://doi.org/10.31479/jtek.v1i8.63>
- Wibowo, A. 2022. *Instalasi Panel Listrik Surya*. Yayasan Prima Agus Teknik. Semarang.
- Widyatmika, P. A. W., Indrawati, N. P. A. W., Prastya, W. W .A., Darminta, K., Sangka, G. N., & Saptaka, A. A. N. G. 2021. Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan. *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*, **Vol. 13 No. 1 2021**: 37-45.

- Wiraatmaja, I. W. 2017. *Suhu, Energi Matahari, dan Air dalam Hubungan dengan Tanaman*. Fakultas Pertanian UNUD. Denpasar.
- Yuwono, Y. C., & Syah, A. 2018. Rancang Bangun Sistem Jemuran Otomatis Berbasis Arduino UNO. *Ejournal Kajian Teknik Elektro*, **Vol. 3 No.1 2018**: 104-113.

