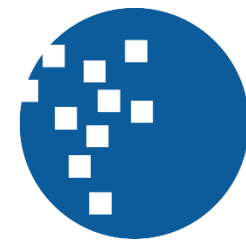


**SISTEM REKOMENDASI JENIS TANAMAN BERBASIS (IOT)
INTERNET OF THINGS BERDASARKAN ANALISA
KESUBURAN LAHAN TANAH.**



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

Tugas Akhir

MUHAMMAD ADRIAN MAULANA
00000042312

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
<<TAHUN>>**

**SISTEM REKOMENDASI JENIS TANAMAN BERBASIS (IOT)
INTERNET OF THINGS BERDASARKAN ANALISA
KESUBURAN LAHAN TANAH.**



Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Komputer

MUHAMMAD ADRIAN MAULANA

00000042312

PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER

TEKNIK DAN INFORMATIKA

UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA

TANGERANG

<<TAHUN>>

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : <<Nama Lengkap>>

Nomor Induk Mahasiswa : <<NIM>>

Program Studi : <<Program Studi>>

Skripsi dengan judul:

..... JUDUL LAPORAN

Merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari laporan karya tulis ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan laporan karya tulis ilmiah, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah yang telah saya tempuh.

Tangerang,20.....

*materai Rp 10.000,00

(<<Nama Lengkap>>)

HALAMAN PENGESAHAN

<<Jenis Karya>> dengan judul

.....
.....

.....
Oleh
Nama :
NIM :
Program Studi :
Fakultas :

Telah diujikan pada hari, <<Tanggal Sidang>>

Pukul 00.00 s.d 00.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut.

Ketua Sidang

Penguji

<<Nama Lengkap & gelar Dosen>>
<<NIDN/NIK>>

Pembimbing

<<Nama Lengkap & gelar Dosen>>
<<NIDN/NIK>>

<<Nama Lengkap & gelar Dosen>>
<<NIDN/NIK>>

Ketua << Program Studi >>

<<Nama Lengkap & gelar Dosen>>

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :
NIM :
Program Studi :
Jenjang : *D3/S1/S2
Judul Karya Ilmiah :
.....
.....

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (**pilih salah satu**):

- ☐ Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial.
- ☐ Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: dalam proses pengajuan publikasi ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*) **.
- ☐ Lainnya, pilih salah satu:
- ☐ Hanya dapat diakses secara internal Universitas Multimedia Nusantara
 - ☐ Embargo publikasi karya ilmiah dalam kurun waktu 3 tahun.

Tangerang,20.....

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA (_____)

* Pilih salah satu

** Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk dipublikasikan ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

KATA PENGANTAR

(Kata Pengantar dapat dikembangkan dan harus meliputi ucapan rasa syukur, tujuan pembuatan tugas akhir, ucapan terima kasih, dan harapan pada hasil Tugas Akhir ini.)

Mengucapkan terima kasih

1. <<Nama Lengkap Beserta Gelar>>, selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. <<Nama Lengkap Beserta Gelar>>, selaku Dekan <<Nama Fakultas>>, Universitas Multimedia Nusantara.
3. <<Nama Lengkap Beserta Gelar>>, selaku Ketua Program Studi <<Nama Program Studi>>, Universitas Multimedia Nusantara.
4. <<Nama Lengkap Beserta Gelar>>, selaku Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi sehingga terselesainya tugas akhir ini.
5. <<Nama Lengkap Beserta Gelar>>*, selaku Pembimbing kedua (*jika ada dua Pembimbing) yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi sehingga terselesainya tugas akhir ini.
6. Keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Dst.....,

(harapan) semoga karya ilmiah ini

Tangerang, <<Tanggal Pengumpulan>>

(<<Nama Lengkap>>)

<<JUDUL TUGAS AKHIR>>

(<<Nama Lengkap>>)

ABSTRAK

<<Isi Abstrak>>. (Meliputi dari Latar Belakang penelitian, Metode/Teori yang digunakan, Hasil Penelitian, Kesimpulan dari penelitian)

Kata kunci: <<3 – 5 kata kunci>>, <<kata kunci>>, <<kata kunci>>



<<JUDUL TUGAS AKHIR>>

(<<Nama Lengkap>>)

ABSTRACT (English)

<<Isi Abstrak>>. (Meliputi dari Latar Belakang penelitian, Metode/Teori yang digunakan, Hasil Penelitian, Kesimpulan dari penelitian)

Keywords: <<3 – 5 keywords>>, << keywords >>, << keywords >>



DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	2
HALAMAN PENGESAHAN	3
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	4
ABSTRAK	6
<i>ABSTRACT (English)</i>	7
DAFTAR ISI	8
DAFTAR TABEL	10
DAFTAR GAMBAR	11
DAFTAR LAMPIRAN	12
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Batasan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	Error! Bookmark not defined.
2.2 Tinjauan Teori	8
2.2.1 Teori A	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Teori B	Error! Bookmark not defined.
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	13
3.1 Metode Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Perancangan Modul	Error! Bookmark not defined.
3.3 Perancangan Aplikasi	Error! Bookmark not defined.
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	18
4.1 Spesifikasi Sistem	18
4.2 Implementasi Sistem	18
4.3 Hasil Pengujian Sistem	Error! Bookmark not defined.
4.4 Analisis Hasil Pengujian Sistem	18

BAB V SIMPULAN DAN SARAN	19
5.1 Simpulan	19
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	23



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR TABEL

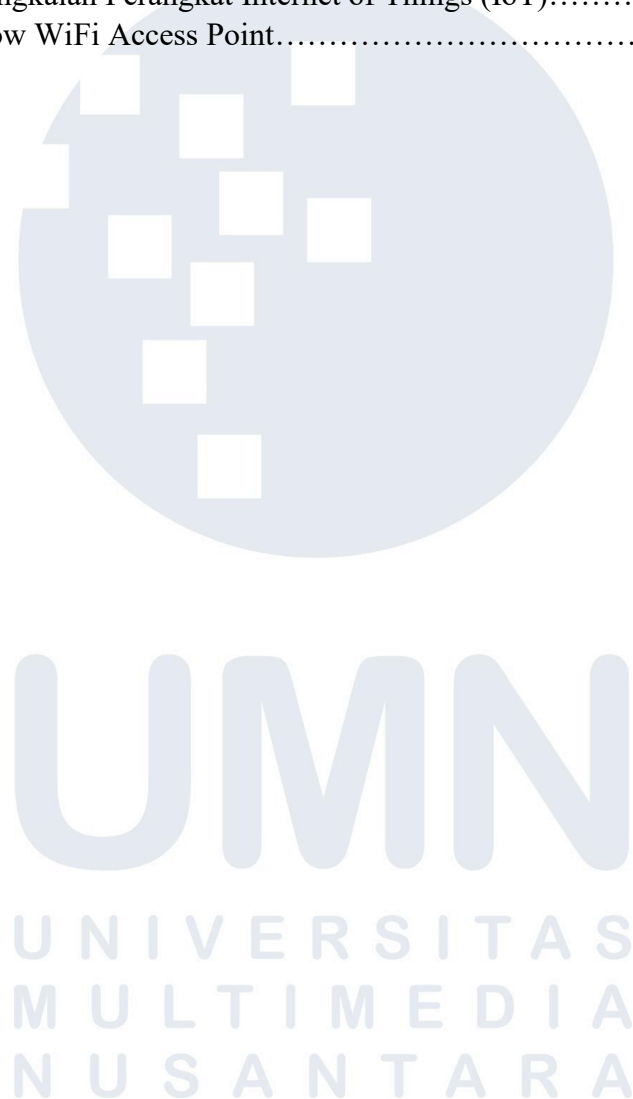
Tabel 1.1 Tabel Data Perusahaan

1



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP32	9
Gambar 2. 2 Sensor DS18B20	10
Gambar 2. 3 Sensor Capacitive Soil Moisture	10
Gambar 2. 4 Sensor pH Tanah	11
Gambar 3. 1 Flow Penelitian	13
Gambar 3. 2 Contoh Lahan Dengan Pertumbuhan Yang Tidak Merata.....	15
Gambar 3. 3 Rangkaian Perangkat Internet of Things (IoT).....	16
Gambar 3. 4 Flow WiFi Access Point.....	17



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Nama Lampiran

10



UMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di era modern telah mengalami akselerasi luar biasa dalam dua dekade terakhir, khususnya dalam bidang komunikasi digital, otomasi, serta kecerdasan buatan (AI). Namun, pandemi COVID-19 yang muncul pada awal tahun 2020 menjadi titik balik paling signifikan dalam mempercepat adopsi teknologi secara luas di berbagai sektor, termasuk sektor pertanian. Pembatasan sosial, gangguan distribusi logistik, dan berkurangnya tenaga kerja lapangan memaksa dunia pertanian untuk mulai bertransformasi ke arah digital agriculture sebagai strategi adaptasi dan ketahanan sistem pangan. “COVID-19 telah menjadi pendorong utama percepatan digitalisasi di sektor pertanian, terutama dalam menyediakan akses informasi, layanan pasar, dan teknologi produksi secara daring.” [1]

Sebelum pandemi, adopsi teknologi digital dalam dunia pertanian masih tergolong rendah, terutama di negara-negara berkembang. Namun, dengan terjadinya krisis global, para petani dan pemangku kepentingan pertanian dipaksa untuk mengadopsi teknologi digital guna mempertahankan keberlangsungan usaha tani mereka. Teknologi seperti Internet of Things (IoT), sensor tanah, sistem pemantauan cuaca, serta platform digital untuk informasi pasar dan penyuluhan pertanian menjadi semakin relevan dan terjangkau. “Alat-alat digital seperti Aplikasi mobile, sistem kendali jarak jauh, dan IoT semakin banyak digunakan untuk meningkatkan pengambilan keputusan dan pertanian presisi selama dan setelah pandemi.” [2]

Transformasi digital ini tidak hanya berdampak pada aspek produksi, tetapi juga pada rantai pasok, pengelolaan sumber daya, serta hubungan antara petani dan konsumen. Platform e-commerce pertanian, sistem manajemen lahan berbasis data, dan layanan konsultasi daring menjadi solusi penting dalam mengurangi keterbatasan interaksi fisik. “Pandemi telah memperlihatkan urgensi pemanfaatan teknologi digital untuk meningkatkan ketahanan pertanian dan efisiensi distribusi pangan, khususnya di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur.” [3]

Di Indonesia, inisiatif digitalisasi pertanian mulai digalakkan melalui berbagai program pemerintah dan startup agritech, seperti penggunaan sistem informasi tani, platform pertanian digital, dan aplikasi manajemen lahan berbasis sensor. Tantangan seperti literasi digital petani, infrastruktur internet di pedesaan, serta biaya adopsi teknologi masih menjadi isu penting, namun tren digitalisasi pertanian diproyeksikan akan terus berkembang di era mendatang. Transformasi digital ini memperlihatkan bagaimana teknologi bukan lagi hanya pelengkap, tetapi menjadi

fondasi utama dalam memperkuat ketahanan pertanian dan mendukung pembangunan berkelanjutan di sektor agraria.[4]

Keberhasilan sektor pertanian ini secara langsung bertumpu pada produktivitas lahan, dengan tanah sebagai media tanam utama yang memegang peranan sentral. Tanah bukanlah sekadar entitas fisik, melainkan ekosistem dinamis yang menyediakan unsur hara, air, dan penopang bagi perakaran tanaman. Kualitas dan kesuburan tanah menjadi faktor penentu utama bagi kuantitas dan kualitas hasil panen. Dengan hasil panen yang berkualitas, petani dapat memperoleh nilai jual yang lebih tinggi, yang pada gilirannya akan meningkatkan kesejahteraan mereka dan mendorong keberlanjutan sektor pertanian. Meskipun demikian, pertanian Indonesia menghadapi tantangan serius terkait degradasi lahan. Praktik pertanian intensif yang tidak diimbangi oleh upaya konservasi telah menyebabkan penurunan kesuburan tanah di banyak wilayah. Sebuah studi oleh Ratmini dkk. (2021) menyoroti bahwa alih fungsi lahan dan pengelolaan yang kurang tepat menjadi penyebab utama penurunan kualitas tanah di berbagai sentra produksi pertanian Indonesia. Kondisi ini mendesak adanya inovasi dan pendekatan baru dalam pengelolaan lahan agar potensi pertanian nasional dapat dioptimalkan.[5]

Kesuburan tanah ditentukan oleh interaksi kompleks. Di antara berbagai faktor, tiga parameter yang paling krusial dan secara langsung dapat dimonitor adalah pH, suhu, dan kelembaban tanah. pH tanah adalah regulator utama ketersediaan unsur hara. Setiap tanaman memiliki rentang pH spesifik untuk pertumbuhan optimal, di mana penyerapan nutrisi esensial seperti Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) berada pada level tertinggi. Ada juga Suhu tanah berpengaruh vital terhadap proses perkecambahan, laju pertumbuhan akar, dan aktivitas mikroorganisme tanah yang mendekomposisi bahan organik. Suhu yang fluktuatif atau ekstrem dapat menyebabkan stres pada tanaman.[6] Walaupun begitu ketiga faktor tersebut banyak tidak diketahui oleh petani yang membuat para petani kesulitan dalam menentukan jenis tanaman yang tepat untuk ditanam, sehingga dapat menyebabkan hasil produksi yang tidak maksimal yang disebabkan oleh faktor seperti kadar pH yang berubah-ubah, kelembaban tanah yang berlebihan atau kurang, suhu panas yang tinggi atau fluktuasi cuaca [7].

Berdasarkan observasi penulis di wilayah Legok, Serpong, dan BSD, ditemukan bahwa banyak petani mengalami hasil panen yang tidak optimal. Masalah ini berakar pada kuatnya ketergantungan pada metode pertanian tradisional turun-temurun yang seringkali mengabaikan parameter ilmiah krusial, terutama kesesuaian pH tanah. Terungkap bahwa mayoritas petani tidak memiliki pengetahuan mengenai pH tanah dan dampaknya terhadap penyerapan nutrisi tanaman. Perilaku ini didorong oleh motivasi untuk segera panen demi keuntungan jangka pendek, sehingga kesehatan lahan tidak menjadi prioritas. Akibatnya, praktik pemupukan menjadi tidak efisien dan seringkali berlebihan atau kurang karena hanya berdasarkan kebiasaan, bukan kebutuhan yang diperlukan tanah. Kondisi ini menciptakan sebuah siklus yang merugikan. Penggunaan pupuk menjadi sia-sia karena pH tanah yang tidak sesuai akan menghambat penyerapan

nutrisi oleh tanaman, sebanyak apa pun pupuk yang diberikan [8]. Hal ini sejalan dengan penelitian yang mengonfirmasi bahwa rendahnya pengetahuan teknis menjadi penghalang utama produktivitas petani di Indonesia (Purwanto dkk., 2021). Kombinasi antara metode tradisional, kesenjangan pengetahuan tentang kesehatan tanah, dan orientasi ekonomi jangka pendek telah menyebabkan produktivitas yang stagnan dan merugikan petani di wilayah tersebut.[9]

Dalam menanggapi tantangan dan masalah yang dihadapi oleh para petani tersebut, penulis menawarkan sebuah solusi dengan melakukan pendekatan dengan menggunakan *Internet of Things* (IoT) melalui pengumpulan data kesuburan tanah dengan pemanfaatan sensor suhu untuk mengukur suhu di dalam tanah, sensor kelembaban untuk mengukur kelembaban tanah, dan penggunaan sensor pH untuk menentukan range pH tanah. Ketiga point ini akan diambil dan di kalkulasi untuk mendapatkan rekomendasi tanaman terbaik untuk ditanam lahan tanah tersebut, dengan mencantumkan output hasil pengukuran seperti parameter suhu, kelembaban, dan range pH suatu lahan tanah.

Sebagai salah satu wilayah penyangga ibu kota, wilayah Legok, Serpong, dan BSD di provinsi Banten memiliki peran sebagai sentra produksi hortikultura untuk memenuhi permintaan pasar Jabodetabek. Analisis data dari jurnal relevan selama tiga tahun terakhir, yang divalidasi melalui wawancara mendalam dengan pakar dari Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, menunjukkan empat komoditas utama yang dominan dibudidayakan, yaitu bayam, cabai, kangkung, dan melon.[10]

Fokus pada komoditas ini sangat relevan mengingat tingginya permintaan pasar dan nilai ekonominya. Hal ini didukung oleh data serial dari Badan Pusat Statistik (BPS) dalam tiga tahun terakhir, yang secara konsisten menyoroti pentingnya subsektor hortikultura, khususnya sayuran daun dan cabai, sebagai kontributor signifikan bagi perekonomian pertanian di tingkat kabupaten/kota maupun provinsi (BPS, 2023; 2024; 2025). Data tersebut mengonfirmasi bahwa komoditas-komoditas ini merupakan pilihan strategis bagi petani di wilayah Legok, Serpong, dan BSD yang menargetkan pasar perkotaan yang dinamis.[11]

Berdasarkan masalah dan rancangan solusi yang jabarkan di latar belakang ini, penulis akan merancang dan membangun penelitian dengan judul “rancang bangun sistem rekomendasi jenis tanaman berbasis (IoT) internet of things berdasarkan analisa kesuburan lahan tanah.”

1.2 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah di jabarkan diatas, rumusan identifikasi masalah pada penelitian ini terdiri dari pertanyaan penelitian berikut, yaitu:

1. Apakah penggunaan IoT (Internet of Things) pada lahan media tanam dapat menganalisa kesuburan pH, suhu dan kelembaban lahan tanah dengan efektif?
2. Apakah penggunaan IoT (Internet of Things) pada lahan media tanam dapat memberikan rekomendasi jenis tanaman dengan jelas berdasarkan data yang diambil oleh sensor IoT?

1.3 Batasan Penelitian

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah disebutkan diatas, berikut merupakan batasan masalah dari penelitian ini:

1. Penelitian yang dilakukan di fokuskan dengan kondisi tanah yang berada di sekitar daerah Legok, Serpong, BSD.
2. Parameter kesuburan tanah yang diukur dan dianalisis hanya terbatas pada tiga aspek, yaitu suhu tanah, kelembaban tanah, dan tingkat keasaman (pH) tanah.
3. Rekomendasi tanaman yang menjadi opsi pilihan tanaman yang dihasilkan oleh sistem yang dibuat penulis dibatasi pada empat jenis tanaman, yaitu bayam, cabai, kangkung, dan melon.
4. Pengujian penelitian ini hanya menggunakan teknik pendeteksian kesuburan tanah yang diambil dengan cara memasukan ujung sensor ke dalam tanah

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sebuah perangkat IoT (internet of Things) yang mampu melakukan analisa data suhu, kelembaban, dan pH tanah untuk memudahkan petani lokal dalam membuat keputusan penanaman jenis tanaman yang lebih baik untuk ditanam di lingkungan lahan tanah berdasarkan kondisi actual parameter suhu, kelemababan, dan pH lahan mereka.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat didapatkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menyediakan sebuah alat bantu praktis berbasis IoT lahan guna membantu petani untuk menentukan rekomendasi tanaman yang paling sesuai dengan kondisi lahan, sehingga mengurangi risiko gagal panen dan berpotensi meningkatkan pendapatan petani.

2. Menjadi model referensi ilmiah yang dapat direplikasi dan menjadi bahan pertimbangan dalam merumuskan kebijakan terkait modernisasi dan digitalisasi penerapan IoT pada sektor pertanian Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian ini disusun dengan beberapa bagian untuk mempermudah pembacaan dan pemahaman pada bahasan penelitian ini.

1. Bab 1 akan membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, Batasan penelitian, tujuan penelitian, dan manfaat dari penelitian yang dilakukan oleh penulis.
2. Bab 2 akan membahas tentang penulis melakukan pencarian dan mempelajari penelitian terdahulu yang terkait pada penelitian yang akan dilakukan guna untuk referensi penelitian dan perbaikan untuk mengoptimalkan sistem yang akan dibuat oleh penulis. Selain itu akan dibahas juga deskripsi dari teknologi yang akan dipakai oleh penulis.
3. Bab 3 akan membahas tentang penulis melakukan perancangan umum dari keseluruhan sistem yang akan dibuat oleh penulis, mulai dari arsitektur sistem, cara kerja, dan sub sistem yang akan diimplementasikan.
4. Bab 4 akan membahas tentang penulis melakukan implementasi dan pengujian pada sistem penelitian yang sudah dibuat. Berisi juga tentang kendala dan solusi terhadap masalah saat proses implementasi yang dilakukan oleh penulis.
5. Bab 5 akan membahas tentang kesimpulan beserta saran saran terhadap penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Justifikasi Solusi

Penelitian yang dibuat oleh penulis mengambil dari beberapa sumber penelitian terkait dengan rancang bangun alat IoT (Internet of Things) yang mengambil di bidang pertanian

2.1.1 Komparasi dan Implementasi Kebijakan Digitalisasi Pertanian: Peluang dan Tantangan [12]

Tinjauan dari jurnal ini berfokus pada dampak yang bisa didapat dari digitalisasi pertanian yang dapat memungkinkan penggunaan teknologi seperti teknologi IoT, big data, dan kecerdasan buatan untuk pemantauan cuaca, pH, kelembaban, dan nutrisi tanah yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Implementasi digitalisasi pertanian memiliki tantangan utama seperti infrastruktur internet dan listrik yang belum merata di beberapa wilayah Indonesia, belum lagi di tambah dengan tingkat literasi rakyat Indonesia khususnya petani yang masih rendah dalam adaptasi penggunaan teknologi. Dari permasalahan ini pemerintah Indonesia dituntut dapat memberikan layanan pembelajaran dan pengembangan program pertanian digital bagi petani Indonesia untuk dapat bersaing dengan negara lain yang telah menguasai digitalisasi di sektor pertanian seperti negara korea dan beberapa negara di Eropa. Tinjauan penelitian di atas relevan dengan latar belakang penelitian yang ingin dikembangkan penulis dalam pengembangan sistem rekomendasi jenis tanaman berbasis (IoT) internet of things berdasarkan analisa kesuburan lahan tanah. Tinjauan ini juga menekankan pentingnya penggunaan sensor IoT untuk mengukur parameter tanah seperti pH, kelembaban, suhu, dan nutrisi tanah nya sebagai dasar rekomendasi tanaman. Hal ini tentu nya sejalan dengan rancangan penelitian penulis yang memiliki fokus penelitian pada analisa parameter kondisi pH, kelembaban, dan suhu tanah.

2.1.2 Analisis Lahan dan Rekomendasi Tanaman Pada Sistem Pertanian Cerdas Berbasis IoT [13]

Penelitian ini membuktikan kelayakan penggunaan teknologi IoT dengan metode Fuzzy Logic untuk memberikan rekomendasi tanaman di daerah Kampung Durian Tarung, yang terletak di kelurahan Pasar Ambacang, kecamatan Kuranji, kota Padang, provinsi Sumatera Barat. Masalah utama penelitian tersebut adalah keterbatasan informasi mengenai

kondisi lahan dan kesulitan dalam menentukan jenis tanaman yang tepat, yang seringkali hanya bergantung pada kebiasaan dan perkiraan sehingga hasil produksi menjadi tidak maksimal. Hasil dari uji coba purwarupa pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur kondisi lahan secara akurat. Pada satu sesi pengujian dengan data input spesifik (suhu 28.90°C, kelembaban tanah 73%, kelembaban udara 70%, dan pH 6.20), sistem melakukan kalkulasi fuzzy Berdasarkan evaluasi aturan fuzzy, tanaman. Penelitian tersebut mendapat hasil bahwa buah terong memperoleh nilai kecocokan tertinggi, mencapai 100% setelah proses defuzzifikasi, dan direkomendasikan sebagai tanaman yang paling sesuai. tanaman lain seperti cabai (33.33%), jagung (22.22%), dan kacang tanah (11.71%) menunjukkan tingkat kecocokan yang lebih rendah. Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa teknologi IoT dapat menjadi solusi efektif untuk membantu petani dalam pengambilan keputusan tanam yang lebih baik. Penelitian tersebut menjadi landasan yang kuat dan relevan bagi penelitian yang dibuat penulis dalam hal masalah utama, arsitektur sistem dan pemanfaatan sensor.

2.1.3 Autonomous Heart Beat and Temperature Monitoring and Alerting System Using ESP32 with web dashboard without internet [14]

Tinjauan dari penelitian ini mengembangkan Sistem pemantauan detak jantung dan suhu tubuh berbasis ESP32 dengan web dashboard tanpa menggunakan internet. Cara kerja sistem ini memanfaatkan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan modul HW-827 untuk mendeteksi detak jantung, yang kemudian diolah langsung oleh ESP32. Hasil pengukuran yang diambil oleh sensor alat ini akan ditampilkan melalui web server lokal berbentuk HTML sederhana yang dijalankan langsung di ESP32. Dengan begini, pengguna dapat mengakses data secara real-time hanya dengan melakukan koneksi ke jaringan Wi-Fi lokal yang disediakan oleh ESP32 tanpa perlu memerlukan koneksi internet. Metode yang dipakai di tinjauan penelitian ini sejalan dengan rencana sistem yang ingin dipakai penulis ke penelitian yang mau dibuat, dimana penulis lebih mengedepankan aksesibilitas data secara langsung untuk mempermudah pengguna yang di dalam konteks penelitian penulis adalah petani. Penulis juga ingin menggunakan metode website.h pada ESP32 untuk menampilkan hasil pengukuran alat IoT dalam bentuk website dashboard yang sederhana yang dapat diakses dan dipahami dengan oleh petani secara tanpa memerlukan koneksi internet.

2.2 Tinjauan Teori

Berikut beberapa dasar teori yang terdapat pada perencanaan sistem yang akan dibangun.

2.2.1 Internet of Things (IoT)

Konsep Internet of Things (IoT) adalah hubungan dan komunikasi melalui jaringan internet antara perangkat seperti sensor, perangkat elektronik, dan objek lain nya. Penggunaan IoT memungkinkan pengguna dapat terkoneksi untuk melakukan berbagai aktivitas, mulai dari pencarian informasi hingga pengolahan data, tanpa perlu campur tangan manusia. tujuan utama dari penggunaan IoT adalah komunikasi yang terhubung secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi.

Sistem IoT bekerja dengan cara menghubungkan perangkat yang memiliki alamat IP unik ke internet. Alamat IP ini memungkinkan setiap perangkat untuk dikenali secara individu dalam jaringan dan berkomunikasi satu sama lain. Berbagai perangkat yang biasa kita temui sehari-hari, seperti sensor, kamera, dan speaker, adalah beberapa contoh dari objek yang dapat terhubung ke IoT. [15]

2.2.2 IoT dalam bidang pertanian

Teknologi IoT dalam sektor pertanian digunakan untuk mencapai berbagai tujuan, seperti penggunaan sensor untuk mendeteksi kondisi lingkungan seperti kelembaban tanah, suhu udara, dan tingkat pH suatu lingkungan tanaman. Data yang dihasilkan dari sensor dapat dianalisa untuk mendapat informasi yang dapat membantu petani dalam membuat keputusan yang tepat, misalnya mengatur irigasi secara otomatis berdasarkan kebutuhan tanaman dan pemberian nutrisi yang sesuai.

Sebagai teknologi modern, Internet of Things (IoT) memberikan berbagai manfaat dalam sektor pertanian. Penerapan IoT dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dengan cara mengurangi pemborosan sumber daya sekaligus memperbaiki hasil panen melalui pemantauan yang lebih akurat dan pengambilan keputusan yang cepat. Selain itu, IoT juga mampu menyediakan data secara real-time sehingga petani dapat memantau kondisi lahan dan tanaman dengan lebih tepat serta menyesuaikan tindakan sesuai dengan perubahan yang terjadi di lapangan. Teknologi ini juga mendukung sistem otomatisasi, misalnya pada pengairan berbasis kelembapan tanah, yang tidak hanya menghemat biaya tetapi juga meminimalisasi penggunaan air. Lebih lanjut, IoT memungkinkan pemantauan tanaman dan lingkungan secara berkelanjutan sehingga potensi ancaman seperti serangan hama, penyakit, maupun perubahan cuaca dapat diidentifikasi sejak dini.

Dengan adanya analisis data, IoT juga berperan penting dalam prediksi cuaca dan kondisi pertanian, yang pada akhirnya membantu petani dalam merencanakan kegiatan tanam secara lebih efektif dan berkelanjutan.[16]

2.2.3 ESP32



Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan dua prosesor, di mana salah satunya berfungsi untuk menangani koneksi Wi-Fi dan Bluetooth, sementara prosesor lainnya digunakan untuk menjalankan aplikasi. Modul ini juga memiliki kapasitas RAM yang memadai untuk penyimpanan data. Sebagai generasi penerus dari ESP8266, ESP32 menawarkan kemampuan yang lebih unggul dan fleksibel. Dengan kemampuannya untuk terhubung ke internet secara mudah, ESP32 menjadi pilihan tepat dalam berbagai proyek IoT. Modul ini mampu mengolah sinyal analog maupun mengontrol perangkat input-output (I/O) digital. Selain itu, ESP32 tersedia dalam bentuk modul mandiri maupun papan sirkuit terpadu (PCB) yang praktis digunakan dalam pengembangan sistem berbasis IoT.[17]

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

2.2.4 Sensor DS18B20

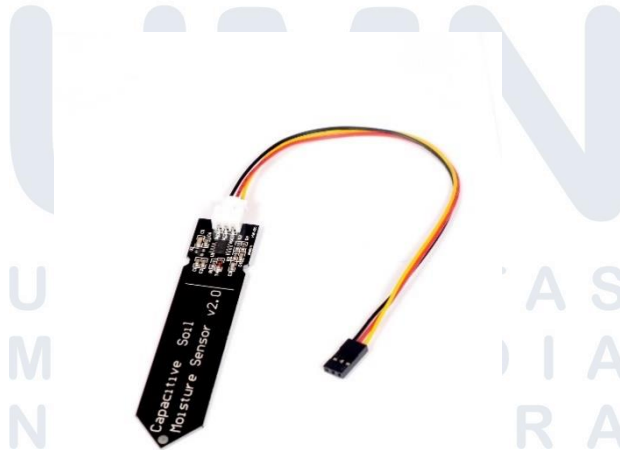


Gambar 2. 2 Sensor DS18B20

Sensor ini merupakan salah satu sensor suhu yang dapat menghasilkan pembacaan suhu 9 bit hingga 12 bit. DS18B20 juga dilengkapi unique 64-bit serial number yang memungkinkan banyak sensor dihubungkan pada satu bus 1-Wire dan tetap bisa dibedakan oleh mikrokontroler [18]

Sensor memiliki kisaran deteksi suhu -55°C hingga 125°C dan juga memiliki akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ketika kisaran suhu melebihi -10°C hingga 85°C sebagai tambahan. Selain itu, DS18B20 dapat ditenagai langsung dari saluran data tanpa memerlukan catu daya eksternal.[19]

2.2.5 Sensor Capacitive soil moisture



Gambar 2. 3 Sensor Capacitive Soil Moisture

Sensor soil moisture merupakan sebuah sensor yang dapat mengukur kadar air atau kelembaban tanah. Sensor ini biasa digunakan pada suatu tanaman. [20] Sensor kelembaban tanah secara umum dibedakan menjadi dua jenis, yaitu resistif dan kapasitif. Sensor tipe kapasitif berkembang

sebagai alternatif yang lebih unggul karena mampu memberikan tingkat akurasi yang lebih baik sekaligus memiliki daya tahan yang lebih tinggi. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip kapasitansi, di mana perubahan kadar air dalam tanah akan memengaruhi nilai kapasitansi yang dihasilkan, sehingga memungkinkan pengukuran kelembaban tanah secara lebih stabil dan presisi. Berbeda dengan sensor resistif yang menggunakan konduktivitas listrik dan cenderung rentan terhadap korosi, sensor kapasitif mampu meminimalisasi permasalahan tersebut sehingga memiliki umur pakai yang lebih panjang. Dengan demikian, penggunaan sensor kelembaban tanah berbasis kapasitif dianggap lebih andal untuk aplikasi jangka panjang, termasuk dalam sistem Internet of Things (IoT) di bidang pertanian.[21]

2.2.6 Sensor pH tanah



Gambar 2. 4 Sensor pH Tanah

Sensor ini digunakan pada penelitian penulis untuk mengukur keasamaan tanah (pH) dengan akurasi tinggi dan sinyal yang stabil. Sensor ini dapat memudahkan pemantauan kondisi tanah khususnya pada project IoT yang melibatkan pertanian pintar atau konservasi air, karena menyediakan pembacaan cepat dan mudah melalui interface digital.

Sensor pH tanah yang dipilih penulis memiliki kelebihan dimana sensor memiliki ketepatan pengukuran pH hingga ($\pm 0,3$ pH) dan tahan air, serta memiliki respons kurang dari 15 detik yang cukup untuk digunakan project yang perlu pemantauan real-time.[22]

2.2.7 ESP32 Web Server Access Point

pada mikrokontroler ESP32 memiliki fitur dimana ESP32 dapat dikonfigurasi sebagai wifi access point (AP) yaitu ESP32 ini dapat membentuk jaringan wifi mandiri sendiri sehingga perangkat lain seperti smartphone dan laptop dapat terhubung melalui browser tanpa perlu koneksi router atau koneksi internet. Perangkat lain dapat langsung

terhubung dan berinteraksi dengan ESP32 seperti mengakses web dashboard atau mengirim data langsung melalui alamat IP lokal yang disediakan oleh ESP32.[23]

penggunaan mode access point memungkinkan fungsi web server berjalan diluar jaringan internet, yang dimana penggunaan access point ini sangat ideal untuk diaplikasikan pada IoT yang bertemakan pertanian atau project yang membutuhkan pemantauan lapangan, karena ESP32 menghosting sendiri jaringan pada servernya. Pengguna cukup mencari SSID yang sudah dikonfigurasi di ESP32 lalu sambungkan melalui wifi dan membuka IP address melalui browser. Metode ini sangat praktis untuk perangkat IoT yang diharuskan melakukan pemantauan lapangan. [24]

2.2.8 Parameter Karakteristik Tanah

Untuk pemilihan karakteristik tanah yang ingin digunakan pada penelitian ini, penulis melakukan observasi dan wawancara langsung kepada bapak Tri Saksono selaku humas di Indonesian Center for Agricultural Engineering Research and Development (ICEARD) atau Badan perakitan dan modernisasi pertanian (BSIP) yang bernaung langsung dibawah kementerian pertanian Indonesia. Penulis bertanya soal tanaman yang paling sering ditanam di wilayah Legok, Serpong, dan BSD yang dimana daerah tersebut menjadi batasan penelitian penulis. Dari wawancara dan observasi lapangan yang dilakukan penulis muncul empat jenis tanaman yang akan penulis gunakan sebagai parameter rekomendasi tanaman yang dipakai sebagai parameter dasar. Jenis dan parameter tanaman yang dipilih penulis adalah sebagai berikut;

Nama Tanaman	Suhu tanah ideal	Kelembaban tanah ideal	pH tanah ideal
Bayam	17°C - 28°C	40% - 60%	6.0 - 7.0
Cabe	24°C - 28°C	60% - 80%	5.5 - 7.0
Kangkung	25°C - 30°C	80% - 100%	5.5 - 7.0
Melon	25°C - 30°C	70% - 80%	6.0 - 7.2

Tabel 2. 1 Parameter Rekomendasi Tanaman

Penulis mendapat data parameter yang ada diatas tabel ini dari perhitungan rata-rata dan mencari beberapa data jurnal yang relevan agar mendapat parameter yang tepat. Dan parameter yang penulis dapatkan sudah dibenarkan oleh pihak BSIP bahwa nilai parameter kurang lebih sudah tepat untuk sebatas parameter suhu tanah, kelembaban tanah, dan pH tanah yang ideal untuk tanaman.

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Solusi

Pada penelitian ini, penulis ingin memberikan solusi untuk menjawab permasalahan yang telah dirumuskan pada bab 1, yaitu keterbatasan petani dalam mengetahui kesesuaian lahan sebelum melakukan penanaman. Penulis mengusulkan untuk membangun dan merancang sebuah penelitian rancang bangun sistem rekomendasi jenis tanaman berbasis (IoT) internet of things berdasarkan analisa kesuburan lahan tanah. Dengan perangkat IoT ini, petani dapat memperoleh informasi tingkat kelembaban, suhu, dan pH tanah serta membantu pengambilan keputusan ke petani rekomendasi jenis tanaman yang sesuai.

Sistem perangkat internet of things (IoT) yang dibuat oleh penulis memiliki cara kerja sama dengan sistem IoT monitoring, yaitu mengirim data kondisi tanah secara real-time. Sistem ini memanfaatkan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang terhubung ke 3 sensor utama yaitu sensor suhu, sensor kelembaban, dan sensor pH. Data hasil pengukuran akan ditampilkan langsung ke LCD yang ada di perangkat dan bisa juga melihat langsung di website yang bisa diakses tanpa internet.

3.2 Metode Pengujian



Gambar 3. 1 Flow Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa metode atau tahapan penelitian untuk mendapatkan hasil penelitian yaitu studi pustaka, Perancangan, implementasi, dan pengujian. Pada tahap awal penulis memulai penelitian dengan melakukan studi pustaka, di tahap ini penulis memilih untuk mengambil tema penelitian penerapan *internet of things* IoT pada sektor pertanian. Penulis mengumpulkan beberapa referensi yang memiliki identifikasi masalah dengan batasan yang terjadi di wilayah tempat penulis tinggal. Fokus masalah yang penulis temukan adalah masalah yang sering di jumpai petani dalam pertanian adalah berawal dari lahan tanah. Keterbatasan petani dalam mengetahui kesesuaian lahan tanah dengan tanaman yang ingin ditanam, membuat penulis ingin mengkaji topik permasalahan ini lebih lanjut untuk di jadikan penelitian rancang bangun sistem rekomendasi jenis tanaman berbasis (IoT) internet of things berdasarkan analisa kesuburan lahan tanah.

Proses berikutnya yaitu tahap perancangan, di tahap ini, penulis merancang sistem perangkat IoT dimulai dari menyiapkan komponen-komponen yang diperlukan, menyiapkan pemrograman sistem untuk mikrokontroler, serta menentukan metode yang ingin dipakai untuk website nya.

Setelah tahap perancangan selesai, penulis langsung masuk ke tahap pembuatan dan implementasi sistem. Setelah tahap tersebut selesai, penulis melakukan pengujian untuk mengetahui apakah perangkat IoT sudah berjalan sesuai dengan yang di inginkan. Penulis melakukan beberapa perbaikan untuk mengatasi kekurangan yang dapat terjadi di perangkat.

3.3 Studi literatur

Pada tahap ini, penulis melakukan penelitian yang mendalam pada jurnal yang berkaitan dengan penerapan IoT pada agriculture dan ilmu pertanian. Pada tahap ini penulis mempelajari beberapa hal seperti kondisi parameter tanah apa yang paling penting pada jenis tanaman yang ditanam, menentukan jenis tanaman yang di jadikan patokan untuk penelitian, serta melakukan observasi dan wawancara langsung untuk mendapat informasi tambahan membantu implementasi penelitian nanti.

3.4 Identifikasi masalah

Identifikasi masalah yang didapat oleh penulis melalui meneliti jurnal-jurnal tentang *agriculture technology* dimana dari perspektif petani Indonesia di beberapa jurnal memiliki perilaku bergantung pada kebiasaan dan perkiraan yang sudah dilakukan turun temurun dalam hal pertanian. Aspek yang sering dilewati oleh petani Indonesia memeriksa kadar pH dan NPK pada lahan pertanian mereka, sehingga mengakibatkan beberapa masalah seperti pemberian pupuk yang salah dan hasil panen yang tidak optimal.

Teori yang dikumpulkan penulis ini juga dibenarkan oleh Bapak Tri Saksono selaku humas Badan perakitan dan modernisasi pertanian (BSIP) yang bernaung langsung dibawah kementrian pertanian Indonesia. Beliau menyatakan bahwa alasan petani Indonesia sering tidak memeriksa kadar pH dan NPK lahan mereka karena banyak petani Indonesia yang hanya fokus pada hasil diakhir dan tidak terlalu memikirkan proses pertanian itu sendiri. Berdasarkan observasi penulis secara mandiri di wilayah Legok, Serpong, dan BSD, ditemukan bahwa banyak petani mengalami hasil panen yang tidak optimal.



Gambar 3. 2 Contoh Lahan Dengan Pertumbuhan Yang Tidak Merata

Gambar di atas adalah contoh dimana lahan pertanian yang tumbuh tidak merata karena perbedaan nutrisi dan perawatan pada lahan pertanian tersebut. Dari sini dapat disimpulkan bahwa identifikasi masalah yang penulis temukan menjadi bukti ilmiah yang menjadi Langkah awal dalam memulai perancangan sistem rekomendasi jenis tanaman berbasis (IoT) internet of things berdasarkan analisa kesuburan lahan tanah.

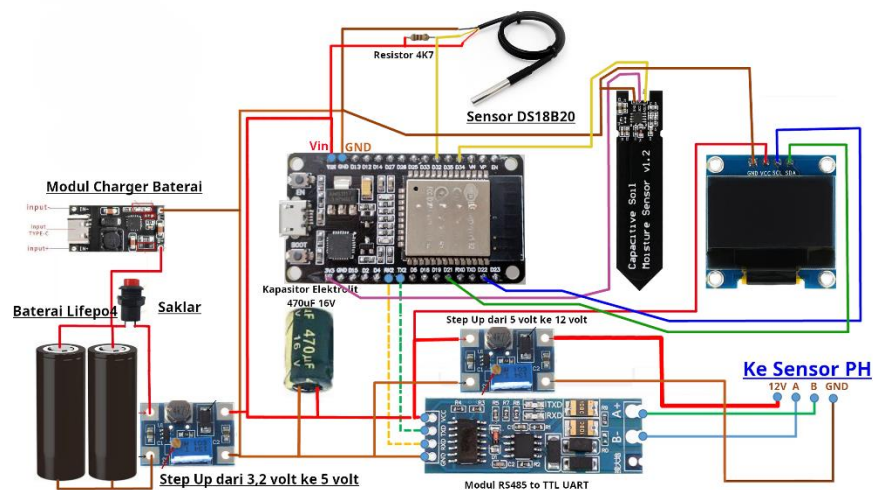
3.5 Perancangan sistem

Dalam penelitian ini terdapat dua perancangan penting yang dijelaskan sebagai berikut;

3.5.1 Perancangan Hardware

Hardware yang dipakai di penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang memiliki fitur modul wifi dan Bluetooth yang sudah tertanam di dalam nya, yang memungkinkan pengguna untuk terkoneksi dan berkomunikasi melalui jaringan internet ataupun jaringan lokal. Penelitian ini merancang sistem di dalam ESP32 untuk membaca parameter lingkungan lahan pertanian. Sebagai komponen utama, mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali, pengolah data sensor, dan penghubung data ke web server access point.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3. 3 Rangkaian Perangkat Internet of Things (IoT)

Proses perancangan hardware dilakukan dengan memperhatikan aspek keterhubungan antar komponen, efisiensi penggunaan daya, serta keandalan perangkat saat digunakan di lapangan.

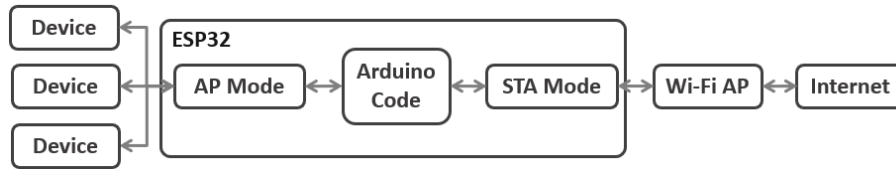
Untuk sumber daya pada perangkat yang dirancang penulis akan menggunakan Baterai LiFePO4 karena menyediakan tegangan 3.2V yang lebih aman, stabil dan tahan lama. Baterai ini juga memiliki umur siklus baterai yang lebih lama, dan aman dari resiko overheating yang membuatnya cocok untuk dipakai di lapangan atau outdoor. Penulis memakai modul charger baterai agar baterai bisa diisi ulang. Pada rangkaian, penulis menambahkan dua step-up converter, untuk baterai menggunakan versi 3.2V – 5V, dan untuk sensor pH memakai Step-up converter 5V – 12V karena sensor pH membutuhkan daya tegangan 12V

Untuk mikrokontroler yang dipakai menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali yang menghubungkan semua sensor, melakukan pemrosesan data, dan menampilkan informasi baik di LCD maupun melalui webserver. Untuk menstabilkan tegangan suplai dari lonjakan tegangan digunakan kapasitor.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya perangkat IoT ini menggunakan 3 sensor yaitu sensor DS18B20 untuk mengukur suhu tanah. Sensor capacitive soil moisture v1.2 untuk mengukur kadar air tanah atau kelembaban tanah. Dan sensor pH Tanah mengukur tingkat keasaman tanah, penting untuk menentukan kesuburan dan kecocokan tanaman. Untuk sensor pH dapat berkomunikasi dengan ESP32 penulis perlu menambahkan modul RS485 to TTL UART.

3.5.2 Perancangan WiFi Access Point

Untuk perancangan software, penulis hanya menggunakan Wifi access point untuk dapat mengakses data yang dikirim oleh perangkat IoT melalui koneksi ke wifi local yang sudah ada di dalam ESP32.



Gambar 3. 4 Flow WiFi Access Point

Cara kerjanya, ESP32 akan berperan sebagai perangkat IoT sekaligus sebagai access point yang memancarkan sinyal wifi sendiri. Nanti nya pengguna hanya perlu mengkoneksikan perangkat lain pengguna seperti smartphone, laptop, dan perangkat lainnya yang dapat terhubung dengan wifi ke SSID wifi yang penulis buat. Setelah terkoneksi pengguna hanya perlu ke browser dan memasukan alamat HTTP server pada 192.168.4.1. dari sini pengguna dapat mengakses data parameter tanaman dan rekomendasi jenis tanaman tanpa perlu koneksi internet tambahan.

Alasan utama penulis menggunakan mode software access point ini karena sebelumnya penulis memiliki rencana untuk membuat perangkat IoT dengan sistem yang lebih kompleks menggunakan database untuk mencatat data yang telah terdeteksi oleh sensor dan fitur login pada aplikasinya. Tetapi saat melakukan uji coba prototype, relawan petani yang mencoba perangkat IoT tersebut berkomentar untuk membuat sistem nya lebih simpel dan mudah diakses dikarenakan para petani tidak begitu memahami sistem prototype yang dibuat penulis dan para petani lebih condong tertarik pada hasil parameter yang diambil dari sensor.

BAB IV

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

4.1 Spesifikasi Sistem

4.2 Implementasi Solusi

4.3 Pengujian dan Analisis Solusi



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

5.2 Saran



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR PUSTAKA

- [1] FAO. (2021). *Digital Agriculture: Supporting Farmers in the COVID-19 Context*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb4168en>
- [2] World Bank. (2021). *Transforming Agriculture in the Digital Age*. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2021/06/28/transforming-agriculture-in-the-digital-age>
- [3] OECD. (2020). *COVID-19 and the Food and Agriculture Sector: Issues and Policy Responses*. <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/covid-19-and-the-food-and-agriculture-sector-6356a4b3>
- [4] Sulaiman, R., et al. (2021). *Digitalization of Agricultural Extension and Advisory Services: Lessons from the COVID-19 Pandemic*. Agrilinks, USAID. <https://www.agrilinks.org/post/digitalization-agricultural-extension>
- [5] Ratmini, N. P. S., & Maryana, Y. E. (2021). Tantangan dan Strategi Pengelolaan Lahan Kering Masam untuk Pertanian Berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. <https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/download/2408/1329>
- [6] A. Rakshit, S. K. Singh, P. C. Abhilash, & A. Biswas (2021). Soil pH and Plant Nutrition. In *Soil Science: Fundamentals to Recent Advances*. Springer, Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-0917-6>
- [7] Bhagat, R., & Kumar, N. (2021). IoT-based Temperature Monitoring System for Agricultural Environment: A Case Study on Smart Farming. *Journal of Agricultural Informatics*.
- [8] Haider, F. U., et al. (2021). Cadmium Toxicity in Plants: Impacts and Remediation Strategies. *Agriculture*. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111887>
- [9] Purwanto, H., et al. (2021). Factors Affecting the Adoption of Good Agricultural Practices (GAP) by Smallholder Coffee Farmers in Indonesia. *Open Agriculture*.
- [10] Badan Pusat Statistik Kabupaten Tangerang. (2023 - 2025). *Kabupaten Tangerang dalam Angka 2025*. BPS Kabupaten Tangerang.
- [11] Badan Pusat Statistik Kota Tangerang Selatan. (2023 - 2025). *Kota Tangerang Selatan dalam Angka 2025*. BPS Kota Tangerang Selatan.

- [12] Azis, M., & Suryana, E. A. (2023). Komparasi dan Implementasi Kebijakan Digitalisasi Pertanian: Peluang dan Tantangan. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*.
<https://journal.ipb.ac.id/index.php/jkebijakan/article/view/51083>
- [13] Busran, Syahrani, A., Putra, E. K., Yulianti, E., & Djauhari, M. V. (2024). Analisis lahan dan rekomendasi tanaman pada sistem pertanian cerdas berbasis IoT (Kasus: Lahan Petani Durian Tarung, Kec. Kuranji, Kota Padang). *Jurnal Teknoif Teknik Informatika Institut Teknologi Padang*.
<https://teknoif.itp.ac.id/index.php/teknoif/id/article/view/810/848>
- [14] Koppula, S. K., Raj, A., Kumar, A., & Reddy, C. S. (2025). Autonomous heart beat and temperature monitoring and alerting system using ESP32 with web dashboard without internet. *International Journal of Computer Trends and Technology*.
<https://ijctjournal.org/wp-content/uploads/2025/04/Autonomous-Heart-Beat-and-Temperature-Monitoring-and-Alerting-System-Using-ESP32-with-web-dashboard-without-internet.pdf>
- [15] Sari, R. P. (2024, 24 Januari). Internet of Things (IoT): Pengertian, cara kerja dan contohnya. *Cloud Computing Indonesia*.
<https://www.cloudcomputing.id/pengetahuan-dasar/iot-pengertian-contohnya>
- [16] Nurhidayati, I. (2023, 21 Juli). Internet of Things (IoT) dan penggunaannya dalam bidang pertanian. *Mertani*
<https://www.mertani.co.id/post/internet-of-things-iot-dan-penggunaannya-dalam-bidang-pertanian>
- [17] Maulana, K. Y. (2022, 30 Desember). Apa itu ESP32, salah satu modul Wi-Fi populer. *AnakTeknik*.
<https://www.anakteknik.co.id/krysnayudhamaulana/articles/apa-itu-esp32-salah-satu-modul-wi-fi-poppuler>
- [18] ElProCus. (n.d.). *DS18B20 Temperature Sensor: Pin Diagram, Working & Its Applications*. Diakses dari ElProCus
<https://www.elprocus.com/ds18b20-temperature-sensor/>

- [19] ARIAT TECH. (2024, April 19). The ultimate guide to the DS18B20 digital temperature sensor. <https://id.ariat-tech.com/blog/the-ultimate-guide-to-the-ds18b20-digital-temperature-sensor.html>
- [20] Suryana, T. (2021). Mengukur kelembaban tanah dengan capacitive soil moisture sensor. Jurnal Komputa, Universitas Komputer Indonesia. <https://repository.unikom.ac.id/68742/1/Mengukur%20Kelembaban%20Tanah%20dengan%20Capacitive%20Soil%20moisture%20sensor.pdf>
- [21] Maghuna, K. T. J., Wibawa, I. M. S., Suardana, P., Widagda, I. G. A., Trisnawati, N. L. P., & Kasmawan, I. G. A. (2024). Perancangan alat ukur kelembaban tanah menggunakan capacitive soil moisture sensor berbasis Android. Kappa Journal – Physics & Physics Education. <https://e-journal.hamzanwadi.ac.id/index.php/kpj/article/view/25122/5673>
- [22] JXCT. (n.d.). Soil pH sensor IoT high accuracy soil acidity meter tester. <https://www.jxct-iot.com/product/showproduct.php?id=191>
- [23] Random Nerd Tutorials. (2021). ESP32 Web Server – Beginner’s Guide. Random Nerd Tutorials. <https://randomnerdtutorials.com/esp32-web-server-beginners-guide/>
- [24] EngineersGarage. (2021). *ESP8266/ESP32 based WiFi access point using MicroPython*. EngineersGarage. <https://www.engineersgarage.com/esp8266-esp32-based-wifi-access-point-using-micropython/>
- [25]

LAMPIRAN

Lampiran A Turnitin (Wajib ada)

Lampiran B Konsultasi Bimbingan (Wajib ada)

Lampiran C Daftar Penggunaan AI (Wajib)

Lampiran D



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

FORMULIR KONSULTASI SKRIPSI – FAKULTAS TEKNIK & INFORMATIKA



Dosen Pembimbing :
 Jurusan :
 Semester :
 Nama :
 NIM :

Tanggal Konsultasi	Agenda/Pokok Bahasan	Saran Perbaikan	Paraf Dosen Pembimbing

Catatan : Form ini wajib dibawa pada saat konsultasi & dilampirkan didalam skripsi (**Minimal 8 kali Konsultasi**)

Tangerang,20....

 Dosen Pembimbing