

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu.

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat penelitian terdahulu untuk mendukung teori dan metode pemecahan masalah pada penelitian ini. Beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan referensi peneliti disajikan pada tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka.

No.	Nama (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Santoso, G., Hani, S., & Putra, U. D. (2022)	Monitoring kualitas tanah lahan pertanian Desa Sidorejo menggunakan sensor pH tanah dan Internet of Things	Studi ini sukses menciptakan alat ukur pH tanah digital yang mampu mengirim data ke server dengan jeda waktu (latensi) yang sangat singkat, yakni 5-6 detik. Tingkat presisi alat mencapai 97%, menjadikannya alternatif yang layak untuk menggantikan alat ukur manual.
2.	Akbar, A. (2023)	Implementasi Internet of Things untuk Monitoring Kelembapan Tanah Menggunakan Mikrokontroler	Prototipe yang dikembangkan mampu mendeteksi kadar air tanah secara presisi. Keunggulan utamanya adalah fitur otomatisasi pompa yang aktif saat tanah kering (<30%) dan mati saat basah (>85%), serta akses data yang fleksibel via aplikasi.

No.	Nama (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
3.	Eso, R., Safiuddin, L. O., & Kalam, A. N. (2023)	Soil Moisture Monitoring System and Soil PH on IoT- based Aglaonema Crop	Sistem IoT ini terbukti efektif diterapkan pada budidaya Aglaonema. Sensor ganda (pH dan Kelembapan) bekerja optimal memantau media tanam, memungkinkan petani mengakses data kondisi tanaman secara <i>real-time</i> lewat dasbor Thingspeak di Android.
4.	Marcheriz, I. N., & Fitriani, E. (2023)	Design of IoT-Based Tomato Plant Growth Monitoring System in The Yard	Seluruh komponen sensor (suhu, pH, kelembapan) berfungsi sesuai spesifikasi. Fitur unggulannya adalah integrasi kamera ESP32-CAM untuk visualisasi tanaman dan kontrol irigasi jarak jauh via Telegram, yang terbukti responsif saat diuji coba.
5.	Zhang, S., Liu, X., Zhou, L., et al. (2022)	Alleviating Soil Acidification Could Increase Disease Suppression of Bacterial Wilt by Recruiting Potentially	Penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat keasaman tanah berpengaruh signifikan terhadap kesehatan tanaman. Hasil studi menegaskan bahwa pH optimal untuk tanaman tomat berada pada kisaran 6,0 – 6,8 (khususnya

No.	Nama (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		Beneficial Rhizobacteria	pada titik 6,45), di mana pada rentang ini terjadi peningkatan bakteri menguntungkan yang mampu menekan populasi patogen penyebab layu bakteri.


Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dijabarkan pada tabel 2.1, studi ini mengadopsi dan mengadaptasi hasil penelitian-penelitian sebelumnya sebagai landasan teoritis dan acuan dalam perancangan serta implementasi sistem penyiraman otomatis untuk tanaman tomat. Dengan mengintegrasikan temuan dari penelitian terdahulu, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini diorientasikan untuk mengoptimalkan pemantauan kelembapan dan pH tanah secara *real-time*, sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Pendekatan ini memastikan bahwa rancangan sistem berbasis IoT ini didukung oleh data empiris dan metodologi yang telah teruji, menjadikannya relevan dan aplikatif dalam konteks budidaya tomat.

2.2 Mikrokontroler.

ESP32 merupakan sebuah sistem mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali utama dalam sebuah sistem, ditopang oleh berbagai kapabilitas. Modul ini dilengkapi dengan konektivitas terintegrasi berupa Wi-Fi (802.11 b/g/n) dan Bluetooth (versi 4.2), serta berbagai periferal tambahan. ESP32 memiliki arsitektur yang komprehensif, mencakup prosesor, memori, dan akses ke pin *General Purpose Input Output* (GPIO) [19]. Untuk peripheral memori, ruang alamat penyimpanan sementara pada ESP32 mencapai 512 kB. Selain itu, modul ini menyediakan berbagai pin antarmuka, termasuk 18 pin ADC (12-bit), dua pin I²C, dan empat pin SPI. Spesifikasi detail mikrokontroler ESP32 disajikan pada Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Spesifikasi ESP32.

Spesifikasi	Keterangan	Contoh Produk
-------------	------------	---------------

Mikrokontroler	Sistem pada chip (SoC) dual-core 32-bit.	
Konektivitas Nirkabel	Terintegrasi dengan Wi-Fi 802.11 b/g/n dan Bluetooth 4.2.	
Tegangan Operasi dan Arus Kerja	3.3V, 80mA	
GPIO	Pin <i>General Purpose Input Output</i> yang dapat diakses untuk menghubungkan periferal.	

2.3 Sensor Kelembapan Tanah.

Sensor *Resistive Humidity Soil Moisture* berfungsi sebagai komponen vital dalam sistem monitoring kelembapan tanah. Sensor ini dilengkapi dengan probe berbentuk garpu sepanjang 9 cm yang didesain untuk memaksimalkan kontak dengan media tanam yang akan diukur. Dengan panjang kabel 110 cm, sensor ini menawarkan fleksibilitas yang memadai untuk kemudahan koneksi dengan mikrokontroler ESP32. Modul sensor ini memiliki dua jenis keluaran, yaitu keluaran analog (AO) dan keluaran digital (DO). Data kelembapan yang dibaca oleh sensor akan dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 secara waktu nyata (*real-time*) untuk diproses lebih lanjut. Adapun spesifikasi detail dari sensor ini dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Kelembapan.

Spesifikasi	Keterangan	Contoh Produk
Sensor Kelembapan	Resistive Humidity Soil Moisture Sensor (SEN-0016)	
Tegangan Operasi	3.3V	



Output	Analog (AO) dan Digital (DO)
Panel PCB Dimension	3 x 1.5 cm
Soil Probe Dimension	2 Probe fork Panjang 9cm

2.4 Sensor pH Tanah.

Sensor pH tanah merupakan komponen esensial dalam sistem pertanian presisi, yang berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan tanah. Perannya krusial karena tingkat pH tanah secara langsung mempengaruhi ketersediaan dan penyerapan unsur hara oleh tanaman, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Sensor ini dirancang untuk bekerja secara waktu nyata (*real-time*), memungkinkan sistem untuk terus memantau kondisi tanah dan memastikan lingkungan tumbuh yang optimal. Dalam penelitian ini, digunakan sensor pH tanah analog yang kompatibel dengan mikrokontroler. Sensor ini memiliki kemampuan untuk mengukur pH tanah dalam rentang 0 hingga 14 dengan akurasi yang memadai (sekitar $\pm 0.1-0.2$ pH), tergantung pada kalibrasi. Sensor ini beroperasi memanfaatkan tegangan DC 5 Volt. Data yang dihasilkan oleh sensor berupa sinyal analog yang kemudian akan diproses oleh mikrokontroler untuk mendapatkan nilai pH tanah yang akurat. Adapun spesifikasi detail dari sensor ini dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor pH Tanah.

Spesifikasi	Keterangan	Contoh Produk
Type Sensor	Sensor pH tanah analog yang kompatibel dengan mikrokontroler.	
Rentang Pengukuran	Mampu mengukur tingkat pH dari 0 hingga 14.	

Tegangan Input	Beroperasi pada tegangan DC 5V.
Kedalaman Pengukuran	Pengukuran pH tanah dilakukan pada kedalaman 6 cm dari ujung sensornya

2.5 Modul Relay.

modul relay 5V adalah komponen elektronik yang bertindak sebagai saklar listrik pintar, yang mampu mengendalikan perangkat berdaya tinggi. Modul ini beroperasi menggunakan prinsip dasar elektromagnetik untuk mengendalikan posisi ON atau OFF dengan memanfaatkan energi listrik. Dengan tegangan kontrol sebesar 5 Volt, modul ini dapat mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air DC 12V yang terhubung padanya. Dalam sistem ini, relay memungkinkan mikrokontroler ESP32 untuk mengendalikan pompa air secara aman karena ia menyediakan isolasi antara sisi kontrol (ESP32) dan sisi beban (pompa). Ini membuat modul relay sangat cocok untuk mengontrol beban arus tinggi seperti pompa air. Perintah dari ESP32 dikirimkan ke relay untuk mengatur aliran arus listrik menuju pompa, memungkinkan sistem melakukan penyiraman otomatis sesuai kebutuhan tanaman. Adapun spesifikasi detail dari sensor ini dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Spesifikasi Modul Relay.


Spesifikasi	Keterangan	Contoh Produk
Saklar Listrik Pintar	Module Relay 5V	
Tegangan Operasi	5V	
Output/ Input	NO, COM, NC / VCC, GND, IN	

Seri PCB	SR05-HC05-12345
----------	-----------------

2.6 Pompa Air.

Pompa air mini merupakan perangkat mekanis yang berfungsi untuk memindahkan atau menarik fluida, dalam hal ini air, dengan memanfaatkan energi listrik. Dalam penelitian ini, pompa air DC 12V dimanfaatkan sebagai aktuator untuk mengalirkan air dalam sistem penyiraman otomatis pada tanaman anggrek. Perangkat ini memainkan peran krusial dalam memastikan pasokan air yang tepat dan terkontrol untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Spesifikasi rinci dari pompa air ini disajikan pada Tabel 2.6.


Tabel 2.6 Spesifikasi Pompa Air.

Spesifikasi	Keterangan	Contoh Produk
Pump Water 12V	Mesin pompa air untuk alat penyiraman tanaman.	
Tegangan	Tegangan listrik 12V DC	

2.7 Power Supply.

Power supply 5V merupakan perangkat elektronik yang esensial dalam sistem, berfungsi untuk mengkonversi sumber daya listrik arus bolak-balik (AC) dari jaringan utama (misalnya, PLN) menjadi sumber daya arus searah (DC) dengan keluaran tegangan 5 Volt. Peran komponen ini sangat krusial karena menyediakan pasokan energi yang stabil dan konsisten untuk mengaktifkan seluruh komponen perangkat keras pada alat. Spesifikasi rinci dari *power supply* ini disajikan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Spesifikasi Power Supply.

Spesifikasi	Keterangan	Contoh Produk
Power Supply.	Perangkat pengubah arus AC ke DC untuk menyuplai daya stabil ke mikrokontroler dan relay.	

2.8 Website dan Database.

website berfungsi sebagai antarmuka utama sistem monitoring, yang menampilkan data kelembapan dan pH tanah secara *real-time* yang dikirimkan oleh mikrokontroler ESP32. Seluruh data yang terkumpul dari sensor disimpan secara terstruktur dalam basis data MySQL, yang bertindak sebagai repositori data untuk seluruh informasi yang diterima dari ESP32. Integrasi ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi lahan dari jarak jauh melalui antarmuka web yang intuitif, sehingga memudahkan pengambilan keputusan yang cepat dan efisien.

2.9 Whatsapp.

WhatsApp diintegrasikan ke dalam sistem sebagai media notifikasi otomatis yang esensial. Ini memungkinkan sistem untuk mengirimkan peringatan instan kepada petani ketika kondisi lahan memerlukan perhatian segera. Notifikasi ini akan terkirim secara otomatis apabila tingkat pH tanah berada di luar kisaran ideal yang telah ditentukan, yaitu 6.0 hingga 6.8. Selain itu, sistem juga akan memberikan notifikasi langsung kepada pengguna ketika pompa air diaktifkan untuk melakukan penyiraman otomatis, terutama saat kelembapan tanah turun di bawah ambang batas yang ditetapkan (misalnya, di bawah 60%). Dengan fitur ini, petani dapat memantau kondisi lahan dan mengambil tindakan korektif tanpa harus berada di lokasi, yang secara signifikan meningkatkan efisiensi kerja dan menghemat waktu.