

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Bagian ini menguraikan penelitian-penelitian sebelumnya serta teori-teori yang menjadi dasar dalam pengembangan sistem yang dikaji, berikut beberapa penelitian yang relevan disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Teori Terkait

No	Penulis & Tahun	Judul / Fokus Penelitian	Teknologi & Sensor / Alat	Metode / Teori Utama	Matriks Evaluasi	Research Gap
1.	Rahman Doni, Maulia Rahman (2020)[21]	Sistem Monitoring Tanaman Hidropoik Berbasis IoT (<i>Internet of Thing</i>) Menggunakan Nodemcu ESP8266	NodeMCU ESP8266, sensor DHT11 (suhu dan kelembaban), Water Sensor (ketinggian air), aplikasi Android, relay 4 channel, misting nozzle	Logika Fuzzy Sugeno (Orde 0), fuzzifikasi inferensi Max-Min defuzzifikasi, rule based IF-THEN untuk kontrol penyiraman berdasarkan suhu (DFT/hidroponik)	<i>Rule-based fuzzy</i> Sugeno 5 kategori suhu berhasil mengaktifkan 0-4 misting sesuai logika; monitoring suhu/kelembaban <i>real-time</i> via aplikasi Android pada 7 titik waktu (24°-32°C, 65%-89%)	Hanya memantau suhu, kelembaban, dan ketinggian air (dengan peringatan saat air tangki menipis); belum ada monitoring pH dan nutrisi (PPM), serta belum ada grafik histori <i>real-time</i> .
2.	Renata Eka Budian,	Sistem Monitoring Dan	Arduino Uno, NodeMC	Monitoring <i>real-time</i> berbasis	<i>Response time</i> notifikasi	Fokus pada notifikasi Telegram,

No	Penulis & Tahun	Judul / Fokus Penelitian	Teknologi & Sensor / Alat	Metode / Teori Utama	Matriks Evaluasi	Research Gap
	Joseph Dedy Irawan, Deddy Rudhistiar. (2024)[22]	Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Berbasis <i>Internet of Things</i> (IOT).	U-ESP8266, sensor DHT11 (suhu & kelembapan udara), sensor <i>soil moisture</i> (kelembapan tanah), sensor pH tanah, relay, <i>waterpump</i> , lampu, kipas, dan bot Telegram.	website dengan penyimpanan data di Firebase; kontrol penyiraman otomatis saat kelembapan tanah <40%; notifikasi Telegram dikirim saat kelembapan tanah >80%, suhu <22°C, atau pH di luar rentang 6,0-7,0	Telegram 2 detik (4 perintah); notifikasi otomatis berhasil pada 4/4 skenario uji (kelembapan >70%, suhu <22°C, pH di luar 6,0-7,0); error sensor DHT11 4,52%, <i>soil moisture</i> 1,2-1,5%, pH 2,95%	belum menyediakan dashboard grafik histori maupun kontrol multi parameter seperti pada sistem hidroponik.
3.	Nurwahidah Jamal, Qory Hidayati, Zulkarnain, La Adesfar. (2021) [23]	Sistem Irigasi Tetes Dengan Teknologi <i>Internet of Things Based Drip Irrigation System</i> .	Mikrokontroler ESP8266, sensor <i>soil Moisture</i> YL-69, solenoid valve, LCD, platform ThingSpeak, aplikasi Android/web untuk	Kendali ambang nilai sensor (ADC) hasil kalibrasi: <150 ADC membuka solenoid (tanah kering), >155 ADC menutup solenoid	<i>Update</i> data <i>real-time</i> tiap 5 detik ke aplikasi; kendali 4 jalur via tombol aplikasi (individual/all/off) 100% sesuai logika lapangan; solenoid merespon	Hanya mengontrol irigasi berdasarkan kelembapan tanah; belum mencakup monitoring suhu, pH, atau nutrisi tanaman, serta belum ada fitur notifikasi otomatis ke pengguna.

No	Penulis & Tahun	Judul / Fokus Penelitian	Teknologi & Sensor / Alat	Metode / Teori Utama	Matriks Evaluasi	Research Gap
			monitoring & kontrol 4 jalur	(tanah lembab/basah); data dikirim <i>real-time</i> ke ThingSpeak tiap 5 detik.	ambang sensor tanpa kendala.	
4.	Tuadaha Rahadatul Aisy (2025)[24]	Pengembangan HydroPro Untuk Budidaya Tanaman Tomat	Sensor pH, <i>turbidity</i> , <i>humidity</i> , <i>temperature</i> , EC pada sistem HydroPro	Monitoring jarak jauh kondisi tanaman untuk mendukung pengelolaan budidaya tomat.	Pengujian <i>blackbox</i> 10 kategori fitur (<i>login</i> , monitoring, <i>setting</i> pH/PPM/waktu/vitamin/fase, <i>controlling</i> , <i>history</i> , grafik) — seluruhnya berstatus Berhasil; belum ada pengujian akurasi numerik sensor	Belum ada fitur deteksi tinggi air tandon maupun notifikasi fase akhir pembibitan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Internet of Things (IoT)*

IoT merupakan singkatan dari *Internet of Things*, merupakan kemajuan teknologi yang memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol perangkat yang terhubung ke internet dari jarak jauh[25].

Teknologi IoT telah banyak dimanfaatkan diberbagai bidang salah satunya dalam sektor pertanian melalui penerapan *smart farming*, untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian[26].

2.2.2 Pembibitan Tanaman

Pembibitan tanaman adalah tahap awal dalam proses budidaya yang bertujuan menghasilkan bibit yang sehat, kuat, dan siap dipindahkan ke lahan utama[27]. Pada tahap ini, benih dirawat dan ditumbuhkan dalam kondisi yang terkontrol, mulai dari media tanam, ketersediaan air, pencahayaan, hingga suhu dan kelembapan, supaya pertumbuhan bibit dapat berlangsung secara optimal.

2.2.3 Sistem Penyiraman Otomatis

Sistem penyiraman otomatis adalah suatu sistem yang dirancang untuk mengatur dan melakukan penyiraman tanaman secara otomatis tanpa perlu campur tangan manusia secara langsung[28]. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan perangkat tertentu, seperti sensor, pengendali (mikrokontroler), dan aktuator, untuk menentukan waktu serta jumlah air yang diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman[29];[30].

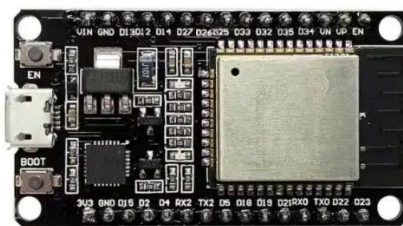
2.2.4 Proses Monitoring Tanaman

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), monitoring dapat disebut juga pemantauan[31]. Dimana monitoring merupakan proses pengukuran dan evaluasi yang diselesaikan secara berkala, untuk memberikan informasi tentang status dan kecenderungan

terhadap suatu objek[32];[33]. Proses monitoring tanaman bertujuan untuk memantau kondisi dan pertumbuhan tanaman secara berakala[33];[34], sehingga tindakan yang tepat dapat dilakukan untuk meningkatkan hasil dan kualitas panen. Seiring perkembangan teknologi, kegiatan proses monitoring dapat dilakukan dengan lebih mudah melalui aplikasi *mobile*. Data yang diperoleh dapat ditampilkan secara *real-time* dan terstruktur melalui fitur-fitur yang tersedia dalam aplikasi.

2.2.5 ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang sudah terintegrasi dalam satu *chip (SoC)*, sehingga di dalamnya sudah tersedia berbagai fitur penting. Perangkat ini dilengkapi dengan koneksi *wi-fi* 802.11 b/g/n dan *bluetooth* versi 4.2, sehingga dapat digunakan untuk komunikasi nirkabel[35]. Bentuk fisik ESP32 yang digunakan dalam penelitian ini dilihat pada Gambar 2.1 ESP32.



Gambar 2.1 Esp32

(Sumber: <https://einstronic.com/product/esp32-devkit-v1/>)

Berdasarkan Gambar 2.1, ESP32 berperan sebagai pusat pengendali yang menghubungkan sensor dengan Firebase Realtime

Database sehingga data monitoring dapat ditampilkan secara *real-time* pada aplikasi HydroPro 2.0.

2.2.6 Android Studio

Android Studio adalah *Integrated Development Environment* (IDE) resmi dari google untuk pengembangan aplikasi android IDE ini berbasis *Intelli JIDEA* dan menyediakan fitur seperti editor kode cerdas, emulator Android, serta alat analisis performa dan *debugging*[35]. Android Studio mendukung berbagai bahasa pemograman seperti Java dan Kotlin. Ikon Android Studio dapat dilihat pada Gambar 2.2 Ikon Android Studio.



Gambar 2.2 Ikon Android Studio
(Sumber: <https://iconlogovector.com/logo/android-studio>)

Berdasarkan Gambar 2.2, Android Studio merupakan perangkat lunak yang digunakan dalam proses pengembangan aplikasi HydroPro 2.0 berbasis Android.

2.2.7 Firebase

Firebase merupakan layanan DbaaS dari google yang mendukung berbagai *platform* seperti Android dan iOS dimana

membutuhkan koneksi internet dengan tujuan menghubungkan antar perangkat sehingga mampu bertukar informasi dan data tersimpan secara *online*[36]. Firebase digunakan sebagai media penyimpanan dan sinkronisasi data sensor secara real-time antara ESP32 dan aplikasi Android. Ikon Firebase dilihat pada Gambar 2.3 Ikon Firebase.



Gambar 2.3 Ikon Firebase
(Sumber: <https://firebase.google.com/brand-guidelines>)

Berdasarkan Gambar 2.3, Firebase berfungsi sebagai media penyimpanan dan sinkronisasi data secara *real-time* antara perangkat ESP32 dan aplikasi Android.

2.2.8 *Firebase Realtime Database*

Firebase Realtime Database merupakan database *online* yang memungkinkan aplikasi untuk mengakses dan mengubah data secara langsung (*real-time*). Saat satu pengguna melakukan perubahan data, firebase secara otomatis akan menyinkronkan perubahasan tersebut ke semua pengguna lain yang terhubung pada waktu yang sama[37].

Database ini menggunakan sistem *nonSQL* berbasis *cloud*, sehingga data dapat disimpan dan disinkronkan secara *real-time* antar

pengguna. Selain itu, *firebase realtime database* juga memudahkan integrasi antara aplikasi *mobile* dan web, serta memungkinkan pengembang untuk membuat aplikasi *real-time* tanpa perlu infrastruktur server yang kompleks[38].

2.2.9 Figma

Figma adalah aplikasi desain grafis berbasis web yang memungkinkan pengguna untuk merancang antarmuka pengguna (UI) dan pengalaman pengguna (UX) yang interaktif. Aplikasi ini sangat diminati oleh desainer UI/UX karena kemampuannya untuk mendukung kolaborasi tim secara langsung dan menyediakan fitur-fitur yang memudahkan proses desain. Selain itu, Figma juga memiliki keunggulan dalam hal kemudahan penggunaan dan aksesibilitas karena dapat diakses lewat *browser web* tanpa harus mengunduh aplikasi sebelumnya[39]. Figma digunakan untuk merancang desain antarmuka (*User Interface*) aplikasi HydroPro 2.0 sebelum proses implementasi dilakukan. Ikon Figma dilihat pada Gambar 2.4 Ikon Figma.



Gambar 2.4 Ikon Figma

(Sumber: https://www.stickpng.com/img/icons-logos-emojis/tech-companies/figma-app-logo#google_vignette)

Berdasarkan Gambar 2.4, Figma digunakan untuk merancang tampilan antarmuka aplikasi sebelum proses implementasi dilakukan.

2.2.10 Kotlin

Kotlin adalah bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh perusahaan *JetBrains* dan banyak digunakan di Android Studio untuk membuat aplikasi Android. Bahasa pemrograman kotlin merupakan suatu turunan dari bahasa pemrograman java dimana sering digunakan untuk pengembangan aplikasi pada android, dan hadir dengan versi yang lebih modern, simpel, serta lebih mudah dipahami. Karena keunggulannya, kotlin bahkan sudah resmi menjadi bahasa kedua yang didukung untuk pengembangan Android[40]. Kotlin merupakan bahasa pemrograman yang digunakan dalam pengembangan aplikasi HydroPro 2.0 berbasis Android. Ikon kotlin dapat dilihat pada Gambar 2.5 Ikon Kotlin.



Gambar 2.5 Ikon Kotlin

(Sumber: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kotlin_Icon.png)

Berdasarkan Gambar 2.5, Kotlin merupakan bahasa pemrograman yang digunakan dalam pengembangan aplikasi HydroPro 2.0 karena memiliki sintaks yang sederhana dan didukung secara resmi oleh Android Studio.

2.2.11 UML

Untuk merancang sistem berorientasi objek, seperti dalam pengembangan perangkat lunak, dibutuhkan metode pemodelan visual yang dikenal dengan *Unified Modeling Language* (UML)[41]. UML merupakan bahasa standar yang digunakan untuk mendokumentasikan, memvisualisasikan, dan merancang sistem perangkat lunak, sehingga struktur dan alur kerja sistem menjadi lebih mudah dipahami. UML sendiri terdiri dari beberapa konsep utama, yaitu:

1. *Use Case Diagram*

Use Case Diagram merupakan gambaran visual yang menunjukkan fungsi-fungsi yang diharapkan dari suatu sistem serta interaksi antara aktor dan sistem tersebut. Aktor dalam diagram ini dapat berupa manusia maupun sistem lain yang berperan dalam menjalankan aktivitas di dalam sistem[42]. Diagram ini digunakan untuk memodelkan sistem informasi yang akan dikembangkan dengan menjelaskan hubungan antara satu atau lebih aktor dengan sistem.

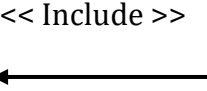
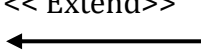
Melalui *use case diagram*, pengembangan dapat memahami jenis interaksi yang terjadi antara *user* dan sistem, sehingga mempermudah proses analisis, perancangan, dan pengembangan perangkat lunak. Selain itu, *use case diagram* juga menjadi tahap awal dalam pemodelan sistem karena

mampu menggambarkan tindakan yang dilakukan oleh aktor serta respon yang diberikan oleh sistem secara jelas.

Use Case Diagram memiliki beberapa simbol yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara aktor dengan sistem. Simbol-simbol tersebut disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Simbol *Use Case Diagram*

(Sumber: <https://www.jagoanhosting.com/blog/use-case-diagram/>)

No	Simbol	Nama	Keterangan
1		Aktor	Mewakili peran <i>user</i> , sistem atau alat ketika berkomunikasi dengan <i>use case</i> .
2		Use Case	Abstraksi dan interaksi antara sistem dan aktor.
3		Association	Abstraksi dari penghubung antara aktor dengan <i>use case</i> .
4		Generalisasi	Menunjukkan Spesialisasi aktor untuk dapat berpartisipasi dengan <i>use case</i>
5		Include	Menunjukkan bahwa suatu <i>use case</i> seluruhnya merupakan fungsional dari <i>use case</i> lainnya.
6		Exclude	Menunjukkan bahwa suatu <i>use case</i> merupakan tambahan fungsional dari <i>use case</i> lainnya

No	Simbol	Nama	Keterangan
			jika suatu kondisi terpenuhi.

Berdasarkan Tabel 2.2, simbol-simbol Use Case Diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara aktor dan sistem pada HydroPro 2.0.

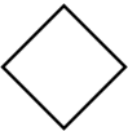
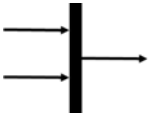
2. *Activity Diagram*

Activity Diagram merupakan gambaran tentang alur kerja yang menunjukkan rangkaian aktivitas yang terjadi dalam suatu sistem yang sedang berjalan. Diagram ini membantu menggambarkan proses secara bertahap dari awal hingga akhir.

Activity Diagram menggunakan beberapa simbol untuk menggambarkan alur aktivitas yang terjadi pada suatu sistem. Simbol-simbol yang digunakan dalam *Activity Diagram* disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Simbol *Activity Diagram*
(Sumber: Tuada Rahadatul Aisy, (2025))

No	Simbol	Nama	Keterangan
1		Activity	Memperlihatkan bagaimana masing-masing kelas antarmuka saling berinteraksi satu sama lain.
2		Action	State dari sistem yang mencerminkan eksekusi dari suatu aksi.

No	Simbol	Nama	Keterangan
3		Initial Node	Bagaimana objek dibentuk atau diawali.
4		Acitivity Final Node	Bagaimana objek dibentuk dan diakhiri.
5		Decision	Digunakan untuk menggambarkan suatu keputusan / tindakan yang harus diambil pada kondisi tertentu.
6		Join	Digunakan untuk mewakili aliran (dua input) yang bergabung menjadi suatu output.
7		Line Connector	Digunakan untuk menghubungkan satu simbol dengan simbol lainnya.

Berdasarkan Tabel 2.3, simbol-simbol *Activity Diagram* digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas setiap proses dalam sistem pada HydroPro 2.0.

3. *Sequence Diagram*

Sequence Diagram merupakan diagram yang menggambarkan interaksi antar objek, baik di dalam maupun disekitar sistem, dalam bentuk pertukaran pesan (*message*) yang disusun berdasarkan urutan waktu terjadinya. Diagram ini digunakan untuk memahami bagaimana objek saling berkomunikasi dalam menjalankan suatu sistem[43].

Sequence Diagram memiliki beberapa simbol yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antar objek dalam sistem berdasarkan urutan waktu terjadinya proses. Simbol-simbol tersebut disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Simbol *Sequence Diagram*
(Sumber: Tuada Rahadatul Aisy, (2025))

No	Simbol	Nama	Keterangan
1		Actor	Menggambarkan orang yang sedang berinteraksi dengan sistem.
2		Entity Class	Menggambarkan hubungan yang akan dilakukan.
3		Boundary Class	Menggambarkan sebuah gambaran dari <i>foem</i> .
4		Control Class	Menghubungkan penghubung antara <i>boundary</i> dengan tabel.
5		A focus of Control & A Life Line	Menggambarkan tempat mulai dan berakhir <i>message</i> .
6		A message	Menggambarkan Pengiriman Pesan.

Berdasarkan Tabel 2.4, simbol-simbol *Sequence Diagram* digunakan untuk menggambarkan urutan interaksi antar objek dalam menjalankan fungsi sistem HydroPro 2.0.

4. *Class Diagram*

Class Diagram merupakan gambaran yang menunjukkan struktur sistem, termasuk *class*, *package*, dan objek yang saling terhubung. Diagram ini juga menjelaskan hubungan antar elemen tersebut, seperti pewarisan (*inheritance*), asosiasi, dan hubungan lainnya. *Class* memiliki tiga area pokok, yaitu nama (dan *stereotype*), atribut dan metoda[43] .