

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teoritis

1. Budidaya Jamur

Budidaya jamur merupakan salah satu sektor pertanian yang berkembang pesat karena memiliki nilai ekonomi tinggi, proses budidaya yang relatif sederhana, serta dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan sempit dan limbah pertanian sebagai media tanam. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) menjadi salah satu jenis yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia karena mudah tumbuh dan memiliki permintaan pasar yang tinggi (Nurfitrisari et al., 2023).

Keberhasilan budidaya jamur sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya. Kondisi optimal bagi pertumbuhan jamur tiram adalah suhu 22–28°C dan kelembapan udara antara 80–90% (Hidayat et al., 2023). Oleh karena itu, pengelolaan kumbung (rumah jamur) secara tepat menjadi faktor penting dalam budidaya jamur.

Budidaya jamur telah menjadi solusi agribisnis yang menjanjikan, terutama karena dapat menghasilkan panen dalam waktu singkat dan berkelanjutan. Proses produksi yang cepat, kebutuhan modal yang tidak terlalu besar, serta potensi pasar yang luas menjadikan budidaya jamur sebagai pilihan yang strategis dalam meningkatkan ketahanan ekonomi masyarakat (Fauzi et al., 2022).

2. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep integrasi antara perangkat fisik dan sistem digital melalui jaringan internet yang memungkinkan pertukaran data secara otomatis tanpa interaksi manusia secara langsung. Teknologi ini berfungsi sebagai penghubung antara sensor, aktuator, dan perangkat lunak untuk mengotomatisasi serta memantau berbagai proses dalam berbagai sektor seperti industri, kesehatan, transportasi, hingga pertanian (Hidayat et al., 2023).

Internet of Things (IoT) bekerja dengan memanfaatkan jaringan sensor yang tertanam pada perangkat untuk mengumpulkan data lingkungan, lalu mengirimkannya ke server atau platform *cloud* untuk diproses dan dianalisis. Mikrokontroler seperti ESP32 atau ESP8266 umumnya digunakan untuk mengelola komunikasi data antara sensor dan aplikasi pemantau berbasis web atau *mobile*. Penerapan *Internet of Things* (IoT) terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional, meminimalkan kesalahan manusia, serta memberikan kontrol *real-time* yang terukur dan terintegrasi (Syahid et al., 2022).

Solusi *Internet of Things* (IoT) dalam bidang pertanian memiliki potensi besar dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan melalui pemantauan lingkungan yang presisi, otomatisasi proses budidaya, dan pengambilan keputusan berbasis data. Teknologi ini dinilai mampu meningkatkan efisiensi produksi sekaligus mengatasi tantangan

lingkungan dan keterbatasan sumber daya secara signifikan (Pratama & Zaenii, 2025).

3. DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor digital yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara secara bersamaan. Sensor ini memiliki tingkat akurasi dan rentang pengukuran yang lebih tinggi dibandingkan dengan tipe DHT11. DHT22 dapat mengukur suhu dari -40°C hingga $+80^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, serta kelembapan dari 0% hingga 100% RH dengan akurasi $\pm 2-5\%$ RH. Sensor ini juga menggunakan komunikasi data satu jalur (*single-wire*), yang membuatnya mudah diintegrasikan dengan berbagai mikrokontroler seperti *Arduino* dan ESP32 (Hermansyah & Wijayanto, 2024).

Yulizar et al. (2023) menyatakan bahwa DHT22 memberikan performa yang sangat baik dalam sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT). Sensor ini mampu memberikan data suhu dan kelembapan secara *real-time* dan stabil, sehingga cocok digunakan dalam aplikasi monitoring lingkungan, rumah pintar, dan pertanian berbasis teknologi.

Penelitian Hudhoifah & Mulyana., (2024) mengungkapkan bahwa DHT22 juga digunakan dalam sistem pemantauan suhu dan kelembapan pada budidaya jamur tiram. Sensor ini membantu petani dalam menjaga kondisi lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan

jamur dengan menyediakan data secara real-time melalui platform *Internet of Things* (IoT).

4. ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler modern berbasis *sistem-on-chip* (SoC) yang dirancang untuk mendukung berbagai kebutuhan dalam sistem tertanam (*embedded system*), khususnya di bidang *Internet of Things* (IoT). Perangkat ini menggabungkan konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth dalam satu *chip*, menjadikannya efisien untuk aplikasi yang membutuhkan komunikasi nirkabel tanpa perangkat tambahan. Mikrokontroler ini memiliki arsitektur *dual-core* dengan kecepatan hingga 240 MHz dan dilengkapi fitur-fitur seperti ADC, DAC, SPI, I2C, UART, serta antarmuka input/output digital. Hal ini memungkinkan ESP32 digunakan dalam berbagai bidang seperti pemantauan lingkungan, otomasi rumah, pengendalian perangkat secara jarak jauh, dan pengukuran data secara *real-time*.

ESP32 digunakan sebagai inti dari sistem pemantauan kualitas udara yang terhubung dengan berbagai sensor untuk mendeteksi parameter seperti suhu, kelembapan, dan gas berbahaya. Data dikirim secara *real-time* ke platform web menggunakan konektivitas Wi-Fi yang terintegrasi dalam ESP32, sehingga memungkinkan pengawasan kondisi lingkungan secara terus-menerus dan jarak jauh (Hidayati et al., 2024)

Yuniarto et al., (2023) mengembangkan sistem monitoring dan kontrol energi listrik pada beban 3 fasa menggunakan ESP32 berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini memanfaatkan sensor PZEM-004T untuk mengukur tegangan, arus, daya, dan faktor daya, serta menggunakan protokol MQTT untuk komunikasi data secara *real-time* melalui platform *ThingsBoard*. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring dan kontrol on/off secara jarak jauh dengan tingkat akurasi pengukuran yang tinggi, dengan persentase error di bawah 1% untuk setiap fasa.

ESP32 dapat diandalkan dalam sistem irigasi tetes pintar berbasis *Internet of Things* (IoT). Dalam studi tersebut, ESP32 digunakan untuk mengontrol katup *solenoid* dan memantau kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara. Data dikirim ke aplikasi *Blynk* untuk visualisasi dan analisis, memungkinkan pengelolaan irigasi yang efisien dan otomatis (Pereira et al., 2023)

5. Modul RTC

Modul RTC (*Real-Time Clock*) adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengukur dan menyimpan waktu secara akurat, meliputi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. Keistimewaan dari modul ini adalah kemampuannya untuk terus menyimpan informasi waktu meskipun sistem utama dimatikan, karena adanya cadangan daya berupa baterai. Dengan demikian, modul RTC sangat berguna dalam aplikasi yang memerlukan ketepatan waktu

dalam pengoperasiannya, seperti sistem otomatisasi dan pengendalian yang berbasis waktu. Dalam studi oleh modul RTC dimanfaatkan untuk mencatat waktu pengukuran dalam sistem monitoring konsumsi energi listrik tiga fasa berbasis web. Sistem ini menggunakan sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter listrik, seperti tegangan dan daya, dan mencatat data secara berkala dengan referensi waktu dari RTC. Hal ini memungkinkan sistem untuk menghasilkan log data konsumsi energi yang akurat dan mudah dianalisis dalam rentang waktu tertentu. (Loufansa & Uranus, 2023).

Sasono, (2022) juga mengembangkan sistem pencatatan KWH meter berbasis web dengan integrasi modul RTC. Dalam proyek ini, RTC berperan penting dalam memberikan stempel waktu pada data yang dikirimkan melalui koneksi LoRa ke server pusat. Penggunaan RTC memastikan bahwa setiap data konsumsi energi memiliki waktu pencatatan yang presisi dalam sistem tagihan otomatis berbasis waktu. Modul RTC juga digunakan dalam sistem pelacakan posisi matahari untuk optimasi panel surya. Ilham & Haryudo, (2024) menggunakan RTC untuk mengatur waktu gerakan aktuator yang mengarahkan panel surya sesuai posisi matahari sepanjang hari. Dengan data waktu yang presisi dari RTC, sistem ini mampu menyesuaikan sudut panel secara otomatis, sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan energi matahari dan memperpanjang masa aktif operasional harian sistem tenaga surya.

6. Relay

Relay merupakan saklar yang dioperasikan secara elektrik dan bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, yaitu ketika arus listrik mengalir ke dalam kumparan, medan magnet yang terbentuk akan menggerakkan armatur untuk membuka atau menutup kontak saklar. Mekanisme ini memungkinkan sinyal berdaya rendah untuk mengendalikan sirkuit berdaya lebih tinggi, memberikan efisiensi dan keamanan yang tinggi dalam pengendalian perangkat elektronik maupun sistem otomasi. Menurut Paradva et al.,(2022), relay digunakan untuk menciptakan isolasi antara rangkaian kontrol dan rangkaian daya, sehingga sangat ideal untuk aplikasi yang memerlukan pengendalian jarak jauh dan perlindungan sirkuit.

Dalam sistem tenaga listrik, relay berfungsi sebagai komponen proteksi yang mendeteksi kondisi abnormal seperti arus lebih atau hubung singkat, dan secara otomatis memberikan sinyal untuk memutus arus guna mencegah kerusakan pada peralatan lainnya. Pemilihan jenis relay yang tepat sangat penting untuk memastikan keandalan dan keselamatan sistem listrik. Kriteria pemilihan tersebut meliputi keandalan, selektivitas, kecepatan operasi, kesederhanaan desain, dan efisiensi ekonomi. Koordinasi yang tepat antara relay utama dan cadangan juga diperlukan untuk memastikan sistem proteksi bekerja secara efektif dalam mengisolasi gangguan tanpa mempengaruhi bagian lain dari sistem. Menurut Liu et al. (2024),

evaluasi status peralatan proteksi relay telah berkembang dengan teknologi pemeliharaan berbasis kondisi, yang menggabungkan data pemantauan online dan data statistik offline untuk menilai status operasional peralatan secara komprehensif.

Muslimin & Nurjihan, (2023) menyoroti pentingnya penyesuaian setting relay arus lebih pada sistem proteksi generator dan transformator di PLTA Bakaru setelah integrasi PLTA Malea. Penambahan pembangkit baru menyebabkan perubahan arus hubung singkat, sehingga diperlukan peningkatan kinerja dari sistem proteksi, khususnya pada relay arus lebih. Hasil simulasi menunjukkan bahwa arus hubung singkat pada busbar Bakaru 150 kV meningkat dari 4,395 kA menjadi 4,421 kA, yang menunjukkan perlunya penyesuaian setting relay untuk memastikan proteksi yang efektif.

7. *Arduino IDE*

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan perangkat lunak sumber terbuka yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler Arduino. Lingkungan ini menyediakan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, sehingga cocok untuk pemula maupun profesional dalam bidang elektronika dan pemrograman. *Arduino IDE* mendukung berbagai bahasa pemrograman, dengan bahasa C/C++ sebagai dasar utamanya, dan memungkinkan pengguna untuk menulis, mengompilasi, serta mengunggah kode ke papan arduino dengan efisien.

Penggunaan *Arduino IDE* telah menunjukkan dampak positif terhadap proses pembelajaran. Kamal et al., (2023) dalam penelitian mereka di Universitas Islam Makassar mengimplementasikan *Arduino IDE* pada mata kuliah Sistem Digital. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam hasil belajar mahasiswa, dengan persentase kelulusan meningkat dari 44% menjadi 74% setelah penerapan *Arduino IDE* dalam pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi seperti *Arduino IDE* dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan praktis mahasiswa dalam bidang teknik digital.

Pengembangan sistem monitoring berbasis *Arduino IDE* juga telah diterapkan dalam pertanian. Sistem monitoring tanah pada pertanian cabai menggunakan sensor suhu, pH, dan kelembaban berbasis Arduino Uno. Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi tanah secara real-time, membantu petani dalam menjaga kualitas tanah yang optimal untuk pertumbuhan tanaman cabai. Implementasi ini menunjukkan bahwa *Arduino IDE* dapat digunakan untuk mengembangkan solusi teknologi yang aplikatif dan bermanfaat dalam sektor pertanian (Simorangkir et al., 2025).

8. *Appsheet*

Appsheet adalah platform *no-code* milik *Google Cloud* yang memungkinkan pengguna membuat aplikasi mobile dan web kustom dengan memanfaatkan sumber data seperti *Google Sheets*, *Microsoft Excel*, database SQL, dan penyimpanan *cloud* lainnya. Platform ini dilengkapi antarmuka intuitif serta *expression builder* untuk menambahkan logika bisnis, validasi data, dan alur kerja khusus tanpa perlu menulis kode tradisional, serta mendukung penangkapan data secara offline dan sinkronisasi waktu-nyata (Dinh-Cuong et al., 2024). Berbagai studi kasus membuktikan efektivitas *appsheet*: penerapan pada manajemen penerimaan mahasiswa di Thai Nguyen University berhasil mengurangi waktu proses hingga 89% dan memangkas kebutuhan personel secara signifikan, Sementara pengembangan sistem pemrosesan pesanan untuk gudang otomotif SME di Malaysia menunjukkan digitalisasi entri pesanan, pengurangan kesalahan manusia, dan percepatan penyelesaian berkat pembaruan data *real-time* (M. K. Hassan et al., 2023).

Appsheet dimanfaatkan untuk pengembangan aplikasi pencatatan hasil survei oleh Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kutai Kartanegara, yang memungkinkan petugas lapangan menginput data melalui *smartphone* dengan sinkronisasi otomatis ke basis data pusat. Implementasi ini berhasil meningkatkan efisiensi pengumpulan data

dan mengurangi kesalahan input yang sering terjadi pada metode manual (Ramadhani & Arifin, 2025)

9. *Goggle Spreadsheet*

Goggle spreadsheet merupakan aplikasi komputer yang dirancang untuk mengelola data dalam bentuk tabel, terdiri dari baris dan kolom. Setiap sel dalam tabel ini dapat berisi data numerik, teks, atau formula yang memungkinkan perhitungan otomatis dan analisis data. Menurut Rusdi et al. (2024), *goggle spreadsheet* seperti *Microsoft Excel* berfungsi sebagai program pengolah angka yang memudahkan pengguna dalam melakukan perhitungan, penggunaan rumus, pembuatan tabel, penyajian grafik, dan pengelolaan data secara otomatis.

Google Goggle spreadsheet, sebagai versi daring dari aplikasi *goggle spreadsheet*, menawarkan fitur kolaborasi *real-time* yang memungkinkan beberapa pengguna bekerja secara bersamaan pada dokumen yang sama. Hal ini sangat berguna dalam konteks kerja tim dan pengelolaan proyek jarak jauh. Menurut Wiradinata & Annisa, (2024), *Google goggle spreadsheet* dapat dimanfaatkan untuk pengawasan dan pengendalian biaya dalam proyek UMKM jasa konstruksi, dengan fitur-fitur seperti komentar, chat, dan pemformatan bersyarat yang mendukung kolaborasi dan monitoring secara efektif.

Safrina & Sofiani, (2024) menunjukkan bahwa *google goggle spreadsheet* digunakan dalam pengelolaan surat masuk di Kementerian

ATR/BPN sebagai bagian dari sistem administrasi digital. Aplikasi ini tidak hanya memungkinkan pencatatan data surat secara sistematis dan terpusat, tetapi juga mendukung pencarian cepat melalui fitur filter dan validasi data, serta pencetakan laporan secara langsung dari *goggle spreadsheet*. Implementasi ini terbukti meningkatkan kecepatan proses administrasi, mengurangi potensi duplikasi data, dan memperkuat transparansi dalam alur pengelolaan surat menyurat di instansi pemerintahan.

10. *Goggle Apps Script*

Google apps script adalah platform pengembangan aplikasi berbasis *cloud* yang memungkinkan pengguna untuk menulis dan menjalankan kode *JavaScript* guna mengotomatiskan, memperluas, dan mengintegrasikan layanan *google workspace* seperti *google sheets*, *docs*, *forms*, dan *gmail*. Dengan *apps script*, pengguna dapat menciptakan fungsi kustom, membangun antarmuka pengguna, serta mengembangkan aplikasi web tanpa perlu infrastruktur server tambahan. Menurut Asry (2022), *Google apps script* merupakan skrip berbasis pemrograman *JavaScript* yang berjalan di sisi server, sehingga dapat dikatakan sebagai skrip berbasis *cloud* khususnya pada platform *google*. Keunggulan dari *google apps script* yaitu dapat memodifikasi aplikasi *cloud* dari *google*, khususnya *goggle spreadsheet* yang digunakan dalam penelitian ini.

Google apps script memungkinkan pengembangan aplikasi web sederhana dengan hanya mengandalkan akun *google* gratis. Hal ini memberikan efisiensi biaya dalam membangun aplikasi tanpa perlu *hosting* atau VPS. Penelitian oleh Wijaya (2024) menunjukkan bahwa penggunaan *google apps script* dapat menghasilkan aplikasi web yang fungsional dan efisien, mendukung pengembangan perangkat lunak dengan biaya minimal.

Rindho & Dirgahayu, (2024) menunjukkan bahwa *google apps script* dapat dimanfaatkan dalam pengembangan sistem informasi pengelolaan toko kelontong. Dalam penelitian tersebut, aplikasi berbasis *apps script* dikembangkan untuk mengotomatiskan proses pencatatan transaksi, pengelolaan stok, serta layanan tambahan seperti BRILink, pembayaran PDAM dan listrik, serta pengelolaan hutang. Sistem ini dirancang dengan antarmuka pengguna menggunakan HTML, CSS, dan *Bootstrap*, serta diuji menggunakan metode black box testing. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem informasi yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi operasional, transparansi, dan memudahkan pemantauan aktivitas toko secara real-time, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pengelolaan toko kelontong secara efektif dan memberikan nilai tambah bagi pemilik usaha.

11. IoT-METH

Metodologi *IoT-METH* (Collins, 2017) merupakan kerangka kerja pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT) yang bersifat

generik dan ringan, namun cukup komprehensif untuk digunakan pada berbagai konteks implementasi teknologi. Metodologi ini dirancang untuk memfasilitasi pengembangan solusi berbasis *Internet of Things* (IoT) secara bertahap dan berulang, dimulai dari proses identifikasi permasalahan di lapangan bersama para pemangku kepentingan, perumusan ide melalui diskusi terarah, konseptualisasi proyek secara sistematis, hingga perancangan arsitektur teknis, pembangunan prototipe, dan implementasi di lingkungan nyata. *IoT-METH* menitikberatkan pada integrasi harmonis antara aspek perangkat keras dengan aspek perangkat sehingga sistem yang dihasilkan bersifat adaptif terhadap perubahan kebutuhan dan lingkungan, serta efisien dari sisi sumber daya.

Penelitian Guerrero-Ulloa et al., (2023) menegaskan bahwa metodologi yang mengadopsi prinsip *Agile*, seperti *IoT-METH*, sangat efektif untuk pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT) karena mampu merespons dinamika teknologi dan kebutuhan pengguna dengan siklus iteratif yang cepat. Mereka menyoroti pentingnya prototyping sebagai inti dari proses pengembangan yang berpusat pada pengguna, sehingga solusi yang dibangun benar-benar merefleksikan kebutuhan riil di lapangan. Sementara itu, studi oleh Ali et al., (2022) memperkuat pentingnya pendekatan modular dan bertingkat dalam pengembangan *Internet of Things* (IoT), dan menyebut bahwa keberadaan lima lapisan arsitektur dalam *IoT-METH* yang terdiri dari

endpoint, konektivitas, *middleware*, layanan *Internet of Things* (IoT), dan aplikasi sangat membantu dalam klasifikasi komponen sistem serta pengelolaan kompleksitas teknis. Mereka juga menyoroti bahwa desain sistem yang fleksibel dan scalable merupakan syarat penting dalam penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) secara luas, khususnya dalam konteks *integrasi cloud* dan *edge computing*.

Motta et al., (2023) yang berfokus pada rekayasa perangkat lunak sistem *Internet of Things* (IoT), mengembangkan roadmap berbasis bukti untuk mendukung pengembang dalam merancang dan mengimplementasikan sistem *Internet of Things* (IoT). Dalam roadmap tersebut, pendekatan iteratif dan kolaboratif seperti yang diusung oleh *IoT-METH* dianggap penting untuk mengatasi tantangan multidisipliner dalam pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT), termasuk integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta keterlibatan pemangku kepentingan sejak tahap awal pengembangan. Mereka menekankan bahwa penggunaan metodologi yang terstruktur dan adaptif dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT) yang kompleks.

12. UML

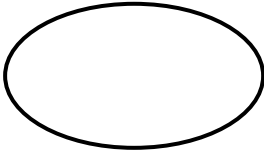
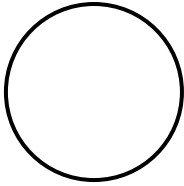
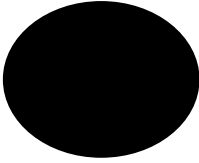



Unified Modeling Language (UML) merupakan bahasa pemodelan standar yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak berorientasi objek untuk membantu menggambarkan dan merancang sistem secara visual dan sistematis. UML menyediakan

berbagai jenis diagram, seperti *use case*, *class*, *sequence*, dan *activity* diagram, yang bertujuan untuk memudahkan pemahaman sistem oleh seluruh pihak yang terlibat. UML digunakan sebagai alat bantu dalam proses analisis dan perancangan sistem agar lebih terstruktur dan mudah dipahami oleh pengembang maupun pengguna sistem (Siska Narulita et al., 2024).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Siking et al., (2023) UML digunakan dalam perancangan sistem informasi pelayanan pengujian material berbasis web pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Gorontalo. Mereka menggunakan diagram UML untuk memodelkan sistem secara visual, yang membantu dalam menggambarkan alur proses dan interaksi antar komponen sistem. Hasil dari penelitian ini adalah sistem informasi berbasis web yang memungkinkan masyarakat untuk mengajukan permohonan pengujian material secara langsung dan memantau status pengujian secara *real-time*.

Djohan et al., (2025) mengembangkan sistem informasi keuangan Universitas Primakara dengan menggunakan pendekatan *Agile* dan pemodelan UML. Mereka menggunakan diagram UML seperti *use case* diagram, *activity* diagram, *sequence* diagram, dan *entity relationship* diagram untuk menggambarkan alur proses bisnis dan struktur data sistem.

Tabel 2. 1 Simbol *UML*

Simbol	Nama	Fungsi
	<i>Use case</i>	Fungsionalitas yang disediakan sistem sebagai unit-unit yang saling bertukar pesan antar unit atau actor, biasanya dinyatakan dengan menggunakan kata kerja diawal frase nama <i>use case</i> .
	Antarmuka/ <i>Interface</i>	Sama dengan konsep <i>interface</i> dalam pemrograman berorientasi objek.
	Status Awal	Status awal aktifitas sistem, sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status awal.
	Aktivitas	Aktivitas yang dilakukan sistem, aktivitas biasanya diawali dengan kata kerja.
	Garis Hidup/ <i>Lifeline</i>	Menyatakan kehidupan suatu objek
	Objek	Menyatakan objek yang berinteraksi pesan

13. *Flowchart*

Flowchart atau diagram alir merupakan alat bantu visual yang digunakan untuk menggambarkan urutan proses dalam suatu sistem secara terstruktur dan mudah dipahami. Dengan menggunakan simbol-simbol tertentu seperti kotak, belah ketupat, dan panah, yang dapat dilihat di tabel 2.2. *Flowchart* mampu menjelaskan alur kerja atau logika dari sebuah proses, mulai dari input, proses, hingga output yang dihasilkan. Kusumawati et al., (2024) menyatakan bahwa *Flowchart* memudahkan pengguna dalam memahami langkah-langkah program atau prosedur tertentu karena penyajiannya yang ringkas dan terarah. Dalam konteks pendidikan, *Flowchart* juga sering digunakan sebagai media pembelajaran untuk membantu siswa memahami alur logika pemrograman.

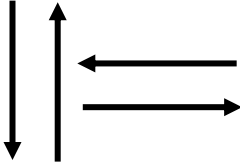


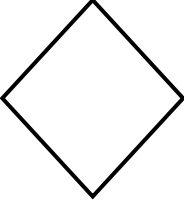



Basri et al., (2022) mengungkapkan bahwa *flowchart* sangat berguna dalam menjelaskan proses kerja sama antarinstansi secara sistematis. Penyajian informasi melalui diagram alir dinilai lebih efisien karena dapat mempersingkat waktu pemahaman tanpa harus membaca narasi yang panjang. Hal ini menjadikan *flowchart* sebagai salah satu alat komunikasi visual yang efektif dalam merancang dan menjelaskan prosedur kerja, termasuk dalam pengembangan sistem berbasis teknologi seperti *Internet of Things* (IoT).

Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa *flowchart* adalah diagram atau bagan yang digunakan untuk

menggambarkan aliran atau urutan suatu algoritma menggunakan notasi grafis. *Flowchart* memberikan representasi visual yang jelas mengenai proses atau algoritma, dengan setiap langkah diwakili oleh simbol khusus dan panah menunjukkan arah aliran proses. Ini memudahkan pemahaman dan pengecekan langkah-langkah dalam algoritma, membantu memastikan bahwa semua aspek telah dipertimbangkan dan diimplementasikan dengan benar. Meskipun sangat efektif untuk visualisasi algoritma sederhana, *flowchart* bisa menjadi rumit dan sulit diikuti jika algoritma terlalu panjang atau tidak efisien, sehingga penting untuk menjaga kesederhanaan dan efisiensi dalam penggunaannya.

Ratumurun & Joseph, (2023) mengimplementasikan model *flowchart* dalam perancangan sistem informasi akuntansi untuk permintaan dana di perusahaan. Model *flowchart* yang dirancang membantu dalam menyusun alur dokumen permintaan dana secara sistematis, sehingga mempermudah departemen akuntansi dan keuangan dalam memproses dan memverifikasi permintaan dana. Meskipun terdapat beberapa kendala dalam implementasinya, seperti keterbatasan sumber daya manusia dan teknologi, pelatihan dan pengembangan teknologi yang lebih baik dapat mengatasi hambatan tersebut

Tabel 2. 2 Simbol-simbol *Flowchart*

Simbol	Nama	Fungsi
	Garis Alir	Arah aliran program
	Terminator	Mulai / akhir program
	Proses	Proses perhitungan / proses pengolahan data
	<i>Decision</i>	Perbandingan pernyataan Penyelesaian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya
	Input / Output Data	Proses output / input data parameter, Informasi
	Dokumen	Mencetak seperti melalui perangkat (printer) Output dokument sebuah keras
	<i>Disk Storage</i>	Simbol yang menyatakan input berasal dari disk atau output disimpan di disk

B. Kajian Empiris

Penyemprotan otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) telah menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air pada sistem irigasi pertanian. Sebuah penelitian oleh Badreldeen et al., (2022) mengembangkan sistem irigasi pintar yang memanfaatkan sensor kelembaban tanah untuk mengatur penyemprotan secara otomatis. Sistem ini memungkinkan monitoring dan pengendalian kelembaban secara *real-time*, yang mengurangi kebutuhan intervensi manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Internet of Things* (IoT) dapat mengoptimalkan penggunaan air dengan mengatur jadwal penyemprotan yang lebih tepat dan mengurangi pemborosan air, terutama di daerah yang memiliki keterbatasan sumber daya air.

Rahman et al. (2022) mengembangkan sistem otomatisasi pertanian jamur berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan pembelajaran mesin untuk memonitor dan mengatur parameter lingkungan tersebut secara akurat. Dalam penelitian tersebut, sistem tidak hanya memantau kelembaban dan suhu, tetapi juga mengatur proses penyemprotan secara otomatis, yang memastikan kondisi ideal bagi pertumbuhan jamur. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan adanya otomatisasi dan pengendalian berbasis *Internet of Things* (IoT), budidaya jamur dapat lebih efisien dan aman, sekaligus mengurangi risiko kerusakan akibat pengaturan lingkungan yang kurang tepat. Yudhanto et al., (2024) juga mengembangkan Sistem monitoring kelembaban baglog jamur tiram dan

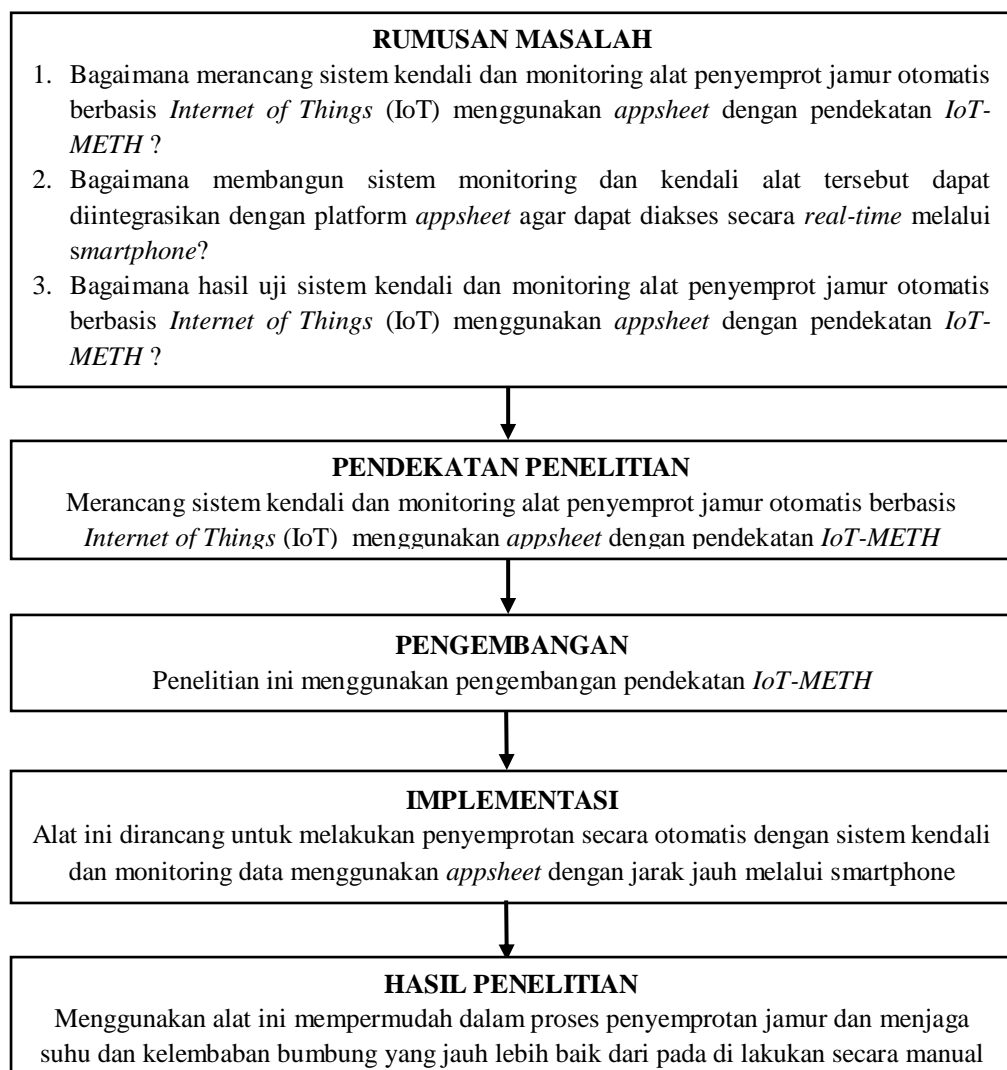
penyemprotan otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan esp8266. Yang berfokus pada monitoring kelembapan jamur dan pengoprasian alat penyemprot menggunakan aplikasi Blynk. Dengan penyemprot yang hanya pada titik titik tertentu dan tidak bisa melakukan rotasi ke seluruh sisi kumbung. *Internet of Things* (IoT) dalam sistem penyemprotan jamur juga memberikan keuntungan dalam hal penghematan waktu dan sumber daya. Dengan menggunakan platform berbasis cloud dan sensor canggih, data mengenai kondisi pertanian jamur dapat dipantau dari jarak jauh dan secara *real-time*, sehingga pengambilan keputusan bisa dilakukan dengan lebih cepat dan tepat. Hal ini sangat penting untuk memastikan bahwa jamur tumbuh dengan baik, dan sistem penyemprotan bekerja secara optimal.

Penelitian terdahulu mayoritas masih memanfaatkan mikrokontroler ESP8266 dan aplikasi Blynk sebagai dasar dalam pengembangan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT). Namun, seiring dengan perkembangan teknologi, kini tersedia alternatif yang lebih canggih dan fleksibel, yaitu ESP32 sebagai mikrokontroler dengan kemampuan *dual-core* serta konektivitas yang lebih stabil, dan *appsheet* sebagai platform pengembangan aplikasi yang terintegrasi dengan layanan *Google*, khususnya *Google goggle spreadsheet*. Aplikasi ini dapat dikoneksikan secara langsung melalui *Google apps script* dan terhubung ke *appsheet*, sehingga memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian sistem *Internet of Things* (IoT) secara *real-time* berbasis *cloud*. Dalam penelitian

ini, penulis menggunakan ESP32, *apps script*, dan *appsheet* sebagai fondasi utama dalam pengembangan alat, guna meningkatkan efisiensi, keterhubungan data, dan kemudahan akses pengguna melalui platform digital.

C. Kerangka Berfikir

Berdasarkan latar belakang dan kajian teori diatas maka kerangka berfikir penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Kerangka Berfikir