

BAB II KERANGKA TEORITIS

A. Landasan Teori

Landasan teori yang di gunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengertian Research and Development (R&D)

Menurut Rachman et al., (2024, p. 175) 'bahwa', penelitian dan pengembangan memiliki peran utama dalam memastikan bahwa inovasi yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pengguna metode ini berorientasi pada peningkatan kualitas produk sebelum diterapkan secara luas, *R&D* menekankan proses validasi yang sistematis agar produk yang dikembangkan dapat diterapkan secara efektif di berbagai lingkungan.

FAYRUS ABADI SLAMET, (2022, p. 1–5) 'berargumen bahwa', penelitian dan pengembangan merupakan pendekatan yang digunakan untuk menciptakan inovasi yang sesuai dengan kebutuhan pasar, penelitian dan pengembangan (*R&D*) merupakan proses sistematis yang melibatkan tahapan analisis, desain, implementasi, serta evaluasi untuk menciptakan inovasi yang mampu menjawab kebutuhan pasar, oleh karena itu, dalam industri teknologi, pendekatan ini sangat diperlukan untuk memastikan efektivitas suatu sistem sebelum diterapkan secara luas dapat bekerja dengan optimal.

2. Pengertian Internet of Things

'*Internet of Things (IoT)* adalah konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik seperti peralatan rumah tangga, kendaraan, dan mesin industri melalui internet. Perangkat-perangkat ini dilengkapi dengan sensor dan perangkat lunak yang memungkinkan mereka mengumpulkan, bertukar data, dan berinteraksi satu sama lain secara otomatis tanpa memerlukan campur tangan manusia' (Abdullah et al., 2023, p. 13–14) Dengan demikian, IoT memungkinkan terciptanya sistem yang lebih efisien dan mandiri dalam berbagai sektor, seperti industri, transportasi, dan rumah tangga, karena proses interaksi antar perangkat dapat berlangsung secara otomatis.

Menurut mulyana (2024, p. 2-3) 'bahwa', cara kerja Internet of Things (*IoT*) terdiri dari empat sub-sistem utama. *Things*, berfungsi untuk pemantauan, pengendalian, atau gabungan keduanya. *Gateway*, penghubung bagian IoT node pada jaringan lokal dengan jaringan internet. Internet, yaitu jaringan utama pertukaran data secara global. *Cloud server*, berfungsi untuk menjalankan aplikasi berbasis web, data analitik, dan integrasi dengan aplikasi platform lainnya. Keempat komponen ini saling terhubung untuk menciptakan ekosistem IoT yang bekerja secara efisien dan otomatis.

3. Pengertian Arduino

David Liem et al., (2024, p. 11) 'mengemukakan bahwa', Arduino adalah platform elektronik *open source* yang mudah digunakan, dengan berbagai jenis yang tersedia. Salah satu yang paling umum digunakan adalah Arduino Uno. Arduino sering diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti *Internet of Things (IoT)*, robotika, dan pendidikan. Arduino, dengan kemudahan penggunaannya, menjadi pilihan utama dalam pengembangan proyek IoT dan berbagai aplikasi teknologi lainnya.

4. Pengertian mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah system-on-chip (SoC) dengan kemampuan WiFi dan Bluetooth 2,4 GHz 40 nm berdasarkan teknologi proses TSMC, SoC ini menghadirkan konsumsi daya yang sangat rendah dan kinerja tinggi dengan efisiensi energi yang optimal. juga dikenal karena daya tahan, keserbagunaan, dan keandalannya di berbagai aplikasi dan skenario kinerja (INTERFACING_ESP32, t.t., 2021, 2). Dengan fitur fitur tersebut, ESP32 menjadi pilihan yang unggul dalam pengembangan perangkat berbasis internet of things



Gambar 2.1 ESP32

(Sumber : Penulis)

5. Pengertian Sensor

Sensor adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur parameter fisik atau kimia. Sensor dapat digunakan untuk mengukur berbagai macam parameter di lingkungan sekitar. Dalam sistem jemuran pintar berbasis IoT, sensor digunakan untuk mengukur beberapa parameter penting, seperti berat pakaian dan intensitas cahaya matahari, data dari sensor ini kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk menentukan kondisi pengeringan pakaian secara real-time (Parastiwi et al., 2018, p. 14).

Berikut adalah penjelasan masing-masing sensor yang digunakan dalam sistem jemuran pintar berbasis IoT.

a. Pengertian Sensor Berat(Load cell)

Wibowo et al., (2019, p. 9–10) ‘mengungkapkan bahwa’, Sensor loadcell adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur massa, yang dilengkapi dengan modul HX711 sebagai transduser dan konverter dari sinyal analog ke digital (ADC). Pada penelitian ini, sensor loadcell yang digunakan memiliki kapasitas maksimal 5kg. Cara kerjanya adalah dengan memberikan beban yang menyebabkan perubahan pada elemen logam, yang mengakibatkan regangan pada strain gauge. Regangan tersebut kemudian menghasilkan gaya yang dikonversi menjadi sinyal listrik oleh strain gauge. Load cell adalah komponen utama yang digunakan dalam timbangan digital.

Secara umum, load cell berfungsi untuk mengukur massa suatu benda. Sebuah sensor load cell terdiri dari beberapa konduktor, strain gauge, dan jembatan Wheatstone. Sensor load cell yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kapasitas maksimal 8 kg, namun dalam perancangan penelitian ini, batas beban pengukuran ditetapkan hingga 5 kg (saputro indra and fahruzi Akhmad, 2021).



Gambar 2. 2 Sensor Load Cell
(Sumber : ElectronicsComp.com, diakses 29 Agustus 2025)

b. Pengertian Sensor Light Dependent Resistor (LDR)

Menurut Anwar Ismail, Abdullah and Abdussamad, p. (2021, p. 117) Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah sensor cahaya yang dapat mengubah besaran cahaya yang di terima menjadi besaran konduktansi. Sensor LDR merupakan salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistensinya apabila pada saat terkena cahaya maupun keadaan gelap. Hal ini menunjukkan bahwa LDR bekerja dengan cara mengubah resistensinya intensitas cahaya yang di terima.

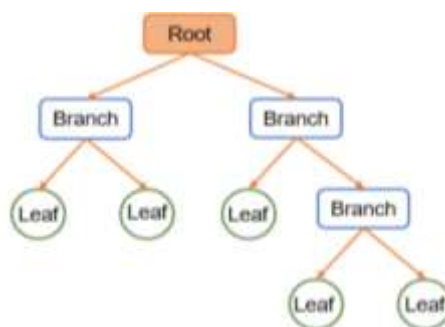


(Sumber : Gambar 2. 3 Sensor LDR
ElectronicsComp.com, diakses 29 Agustus 2025)

6. Pengertian Decision tree

Menurut Junaidi et al. (2024, p. 90) , decision tree di sebut juga pohon keputusan karena struktur keputusannya membentuk struktur mirip pohon, dimulai dari simpul akar,yang kemudian meluas ke cabang-cabang.dalam pengambilan keputusannya decision tree menerapkan algoritma berdasarkan aturan yang di terapkan. Aturan aturan ini dapat di gambarkan seperti pohon yang daunnya merupakan aturan dan cabangnya merupakan keputusan yang di ambil.

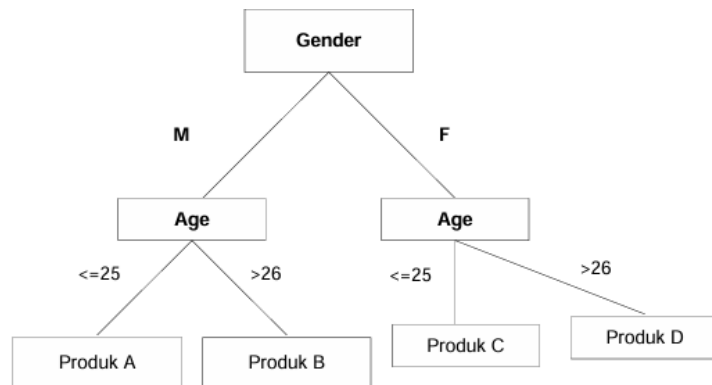
Untuk membuat sebuah decision tree, langkah awal yang harus dilakukan adalah mencari information gain yang bertujuan untuk mengukur efektivitas suatu atribut dalam mengklasifikasikan sampel data. Nilai gain berfungsi untuk mencari satu atribut yang akan menjadi root node dan branch node. Nilai gain yang diambil adalah nilai tertinggi atau dapat dikatakan sebagai faktor yang paling berpengaruh dalam menentukan suatu keputusan leaf node dari keseluruhan atribut. Selanjutnya, proses akan terus diulang untuk mencari atribut yang menjadi cabang sampai menemukan leaf yang merupakan label kelas(Jacky Lim, 2025, p. 10).



Gambar 2. 4 Contoh Visualisasi Decision Tree

Sumber: (jacky Lim 2025)

Selanjutnya, menurut Junaidillah Fadlil (2007), *decision tree* dapat digambarkan secara visual menyerupai pohon keputusan untuk memudahkan pemahaman terhadap proses klasifikasi. Struktur pohon ini menggambarkan bagaimana suatu keputusan dihasilkan berdasarkan atribut tertentu, misalnya *gender* dan *age* dalam proses pemilihan produk.



Gambar 2. 5 Contoh Desision tree

Sumber (Junaidillah Fadlil 2007)

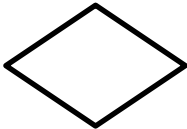
7. Pengertian Bussniess Prossess Modeling Notation(BPMN)

Menurut (Tito Aryo Nugroho, 2020, p. 26) Bussiness Prossess Modeling Notation atau BPMN adalah sebuah representasi grafis yang digunakan untuk menggambarkan proses bisnis dalam pemodelan proses. Tujuan dari BPMN adalah untuk menyediakan notasi standar yang dapat dengan mudah dipahami oleh para pemangku kepentingan bisnis, serta BPMN juga berfungsi sebagai alat 19 untuk menjelaskan cara merancang eksekusi proses bisnis demi kepentingan otomatisasi. (Wardani et al., 2021) mengungkapkan bahwa BPMN memiliki lima

kategori dasar yaitu ada flow objects, data, connecting objects, swimlanes, dan artifactsini :

a. Flow Objects

Setiap pemodelan bisnis selalu dimulai dengan start-even dan diakhiri end-event, event juga digambarkan dengan bentuk lingkaran sebagai penanda ada sesuatu yang terjadi.

Nama	Keterangan	Simbol
Event	Menunjukkan proses dimulai	
Activity	Menunjukkan kegiatan atau aktivitas	
Gateway	Menunjukkan adanya percabangan/pengambilan keputusan	

Gambar 2. 6 Notasi Flow objects BPMN

Sumber (Wardani et.al., 2021 , p. 50)

b. Data

Penggunaan notasi data menyesuaikan dengan sistem informasi, sistem informasi, setiap sistem informasi sendiri pasti memiliki data input dan data output.

Nama	Keterangan	Simbol
Data Object	Menunjukkan data yang dibutuhkan untuk sebuah aktivitas	
Data Input	Menunjukkan data masukan yang dibutuhkan untuk sebuah aktivitas	
Data Output	Menunjukkan data luaran yang dihasilkan sebuah aktivitas	

Gambar 2. 7 Notasi BPMN (Wardani et al., 2021, p.51)

c. Connecting Objects

Connecting Objects merupakan notasi yang dipakai untuk menghubungkan antar objek pada bpmn.

Nama	Keterangan	Simbol
------	------------	--------

Sequence Flow	Menunjukkan alur urutan aktivitas	
Message Flow	Menunjukkan alur pesan antar 2 partisipan atau antar pool	
Association	Menghubungkan artifak	

Gambar 2. 8 Notasi Connecting Objects BPMN

Sumber (Wardani et al., 2021, p.52)

d. Swimlanes

Swimlanes merupakan visual untuk mengkategorikan dan mengatur aktivitas, pool digunakan untuk memisahkan organisasi yang berbeda, lane digunakan untuk mengkategorikan kegiatan dalam swimlane.

Nama	Keterangan	Simbol
Pool	Mempresentasikan partisipan pada proses kolaborasi	
Lane	Mengelola dan mengkategorikan aktivitas	

Gambar 2. 9 Notasi Swimlanes

Sumber (Wardani et al., 2021, p. 52)

e. Artifacts

Merupakan notasi tambahan yang digunakan untuk memberikan penjelasan kepada pembaca diagram bpmn.

Nama	Keterangan	Simbol
Group	Memberi tanda aktivitas yang dapat dikelompokkan	

Text annotation	Menyediakan teks informasi dari sebuah aktifitas	
-----------------	--	--

Gambar 2. 10 Notasi Artifaccts BPMN

Sumber (Wardani et al., 2021, p. 52)

8. Pengertian Unified Modeling Language(UML)

Menurut Nugroho (2009:4) dalam buku (Destriana et al., 2022, p. 2) mengungkapkan UML adalah pemodelan untuk sistem atau pemodelan sesungguhnya digunakan untuk penyederhanaan permasalahan-permasalahan yang kompleks sedemikian rupa sehingga lebih mudah dipelajari dan dipaami. Berikut adalah symbol UML dan fungsinya menurut (Amalia Hanifa et al., 2024).

1. Use case diagram

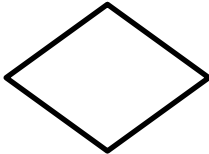
Use case adalah fungsionalitas yang disediakan sistem sebagai unit- unit yang saling bertukar pesan antar unit atau actor(Amalia Hanifa et al., 2024, pp. 97–98)

Nama	Keterangan	Simbol
Use case	Use case yang disediakan untuk sistem bertukar pesan antar unit atau aktor	
Aktor	Orang, proses, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem yang akan dikembangkan diluar sistem tersebut	
Asosiasi	Hubungan use case tambahan, dimana use case yang ditambahkan dapat berdiri sendiri	
Include	Hubungan antara use case dimana use case yang ditambahkan memerlukan use case ini untuk menjalankan fungsinya	
Extend	Hubungan use case tambahan dimana use case yang ditambahkan dapat berdiri sendiri tanpa use case tambahan	

Gambar 2. 11 Simbol Use Case Diagram

2. Activity diagram

Activity diagram menggambarkan berbagai aktivitas aliran dalam sistem yang sedang dikembangkan, serta bagaimana setiap aliran berawal dari keputusan yang mungkin terjadi (Hartono, 2021)

Nama	Keterangan	Simbol
Activity	Memperlihatkan bagaimana masing-masing kelas antarmuka saling berinteraksi satu sama lain	
Action	State dari system yang mencerminkan eksekusi dari suatu aksi	
Initial Node	Bagaimana objek dibentuk atau diawali	
Nama	Keterangan	Simbol
Activity Final Node	Bagaimana objek dibentuk dan diakhiri	
Decision	Digunakan untuk menggambarkan suatu keputusan atau tindakan yang harus diambil pada kondisi tertentu	
Line Connector	Digunakan untuk menghubungkan suatu symbol dengan symbol lainnya	

Gambar 2. 12 Simbol activity Diagram

Sumber (Amalia Hanifa et al., 2024 , pp. 98-100)

B. Tinjauan Studi

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas sistem jemuran berbasis internet of things dengan berbagai pendekatan. Berikut adalah beberapa studi yang relevan dengan penelitain ini :

(1) Perancangan Alat Penimbang Kacang Tanah Otomatis Menggunakan Sensor Berat (Load Cell Single Point)” (Nawari Nasution and Nisa, 2022)

Penelitian ini membahas perancangan sistem penimbang kacang tanah otomatis berbasis mikrokontroler, yang mengintegrasikan sensor Load Cell Single Point sebagai komponen utama dalam pengukuran berat. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menciptakan alat yang dapat menimbang secara otomatis dengan hasil digital yang ditampilkan melalui LCD, serta dilengkapi dengan berbagai sensor pendukung untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengguna.

Dalam sistem yang dirancang, penulis menggabungkan beberapa teknologi seperti keypad sebagai input berat target, motor servo untuk membuka-tutup wadah, sensor PIR untuk mendeteksi kehadiran pengguna, serta sensor DHT11 dan LDR untuk memantau kondisi lingkungan seperti kelembapan dan pencahayaan di sekitar alat. Keunikan dari sistem ini terletak pada integrasi berbagai sensor yang memungkinkan proses penimbangan menjadi lebih interaktif dan responsif terhadap situasi nyata, seperti ketiadaan wadah yang akan memberikan peringatan melalui buzzer.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang cukup baik, dengan rata-rata error sebesar 2,19%. Error tertinggi terjadi pada berat ringan (100 gram) dengan 7,41%, sementara error terendah berada pada berat 700 gram dengan hanya 0,85%. Hal ini menunjukkan bahwa alat bekerja lebih stabil pada rentang berat menengah, yang relevan dengan praktik penimbangan dalam konteks pertanian atau industri rumahan.

Penelitian ini menyoroti pentingnya penggunaan sensor yang tepat untuk setiap fungsi dalam sistem otomatis, serta pentingnya kalibrasi dan pengujian berulang guna memastikan performa yang konsisten. Meskipun alat ini berhasil menunjukkan performa yang baik, penulis belum banyak membahas tentang metode kalibrasi sensor dan belum menyertakan dokumentasi visual sistem secara lengkap.

Sebagai kesimpulan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem penimbang otomatis berbasis Arduino, yang tidak hanya aplikatif di bidang pertanian tetapi juga dapat diperluas ke sektor industri skala kecil. Temuan ini menjadi dasar yang kuat bagi pengembangan lebih lanjut dalam otomatisasi penimbangan, terutama jika dilengkapi dengan sistem dokumentasi data digital atau integrasi dengan IoT untuk pemantauan jarak jauh.

(2) "Perancangan Smart Home Jemuran Otomatis Berbasis Internet of Things" (Wijayanti, Nurchim and Maulindar, 2023)

Penelitian ini membahas tentang desain dan implementasi sistem jemuran otomatis berbasis IoT yang bertujuan untuk mengatasi ketidakpastian cuaca dalam proses pengeringan pakaian. Sistem ini menggunakan beberapa sensor seperti sensor hujan, sensor cahaya (LDR), sensor kelembaban, serta dikendalikan melalui ESP32 dan diintegrasikan dengan aplikasi Telegram untuk notifikasi pengguna. Metode pengembangan yang digunakan adalah Waterfall, yang mencakup tahap analisis, desain, implementasi, dan uji coba. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat bekerja dengan baik, memberikan informasi cuaca secara real-time, serta memudahkan pengguna dalam mengatur jemuran dari jarak jauh, sehingga menghemat waktu dan tenaga.

(3) "Sistem Kontrol dan Monitoring Jemuran Pakaian Berbasis IoT" (Zakharia *et al.*, 2024)

Penelitian ini mengusulkan rancangan sistem jemuran pintar berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan kontrol otomatis terhadap pengeringan pakaian serta monitoring kondisi lingkungan sekitar. Tujuan utama dari sistem ini adalah memberikan kemudahan kepada pengguna dalam menjaga pakaian tetap kering saat cuaca berubah, sekaligus meningkatkan efisiensi pengeringan dengan bantuan elemen pemanas. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor suhu dan kelembapan (DHT11), motor servo, dan elemen pemanas tambahan. Ketika sensor mendeteksi suhu dan kelembapan udara yang tidak mendukung proses pengeringan (misalnya, kelembapan tinggi), sistem akan mengaktifkan pemanas atau kipas untuk mempercepat proses pengeringan pakaian. Data lingkungan dipantau secara real-time dan ditampilkan melalui aplikasi mobile berbasis IoT menggunakan platform Blynk. Penulis juga menjelaskan logika kerja sistem dan penggunaan fitur kontrol otomatis dan manual yang dapat diakses dari aplikasi. Dalam pengujian, sistem terbukti dapat merespons perubahan suhu dan kelembapan dengan baik, serta menunjukkan kemampuan pemanas dalam mempercepat pengeringan, penelitian ini cukup menarik karena menggabungkan sensor lingkungan dengan aktuator (kipas/pemanas), menjadikannya solusi praktis untuk musim penghujan atau kondisi udara lembap. Namun, kelemahan utamanya adalah tidak adanya parameter atau indikator langsung dari pakaian

itu sendiri—seperti berat atau kadar air—untuk benar-benar mengetahui apakah pakaian sudah kering.

(4) "Rancang Bangun Sistem Jemuran Otomatis (Automatic Clothesline) Berbasis Mikrokontroler" (Zulkifli Nusri *et al.*, 2024)

Penelitian ini membahas pengembangan sistem jemuran pintar yang mampu merespons kondisi lingkungan secara otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino. Sistem ini mengintegrasikan dua sensor utama, yaitu sensor LDR untuk mendeteksi tingkat pencahayaan (siang/malam) dan sensor hujan untuk mengidentifikasi keberadaan air hujan. Saat cahaya terdeteksi terang dan tidak ada hujan, sistem akan mengaktifkan motor DC untuk mengeluarkan jemuran. Sebaliknya, jika hujan terdeteksi atau cahaya tidak memadai, motor akan menarik jemuran ke dalam secara otomatis. Sistem ini dirancang untuk meminimalisir risiko pakaian basah kembali akibat hujan atau dijemur dalam kondisi tidak optimal.

penelitian menggunakan metode pengujian white box, yang berfokus pada validasi struktur logika program dalam mikrokontroler. Pengujian ini bertujuan memastikan bahwa setiap jalur program dapat dieksekusi dan semua kondisi percabangan bekerja sesuai logika yang diinginkan. Meskipun pengujian ini lebih berfokus pada aspek perangkat lunak, hasilnya membantu memastikan respons sistem terhadap berbagai kondisi sensor berjalan stabil dan tepat.

(5) "Rancang Bangun Jemuran Pakaian Otomatis Berbasis Internet of Things" (Asmaddin, La Atina and Anjani, 2023) .

Penelitian ini mengembangkan sistem jemuran otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mengantisipasi kondisi cuaca, khususnya hujan. Sistem dirancang menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang terhubung ke internet, sensor hujan sebagai detektor utama kondisi cuaca, dan motor DC yang berfungsi sebagai penggerak otomatis jemuran. Sistem ini bekerja dengan menarik jemuran secara otomatis ke tempat teduh apabila terdeteksi hujan, dan kembali mengeluarkannya jika cuaca membaik. Aplikasi Blynk digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk mengontrol dan memantau sistem secara real-time dari smartphone. Dari sisi perangkat lunak, aplikasi ini mempermudah proses komunikasi antara sensor dan pengguna melalui jaringan internet. Namun, sistem ini masih terbatas karena hanya merespons satu variabel lingkungan, yaitu keberadaan hujan. Sistem belum menggunakan sensor intensitas cahaya (LDR) untuk mendeteksi sinar matahari yang sangat penting dalam proses pengeringan pakaian.

(6) "Perancangan Jemuran Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan API" (Amin and Laksmiati, 2024)

Penelitian ini membahas sistem jemuran otomatis berbasis IoT yang dirancang untuk merespons kondisi cuaca secara real-time. Sistem ini menggunakan tiga komponen utama sebagai input, yaitu sensor hujan, sensor LDR, dan Open Weather API. Mikrokontroler ESP32 menjadi pusat kendali sistem, yang kemudian mengatur pembukaan atau penutupan atap jemuran otomatis, bukan lagi penarik tali jemuran seperti pada penelitian sebelumnya. Sensor hujan bekerja dengan mendeteksi air hujan sebagai sinyal untuk menutup atap, sementara sensor LDR digunakan untuk mendeteksi pencahayaan (misalnya malam hari). Open Weather API berperan sebagai pencegahan dini terhadap kondisi cuaca buruk berdasarkan prakiraan cuaca terkini, menjadikan sistem ini lebih responsif dan adaptif.

Output sistem berupa notifikasi yang dikirimkan melalui aplikasi Blynk, sehingga pengguna bisa memantau status jemuran dari jarak jauh secara real-time. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perancangan perangkat keras dan lunak, serta implementasi ESP32 untuk pengendalian otomatis berbasis IoT. Hasilnya sistem terbukti mampu merespons secara otomatis terhadap perubahan kondisi cuaca. Misalnya, saat hujan turun, sensor hujan aktif dan atap tertutup secara otomatis. Begitu pula saat cahaya redup atau malam, sistem mendeteksi kondisi tersebut untuk pengambilan keputusan. Sistem juga memanfaatkan prakiraan cuaca sebagai langkah preventif, sehingga jemuran tetap aman meskipun hujan belum turun.

(7) SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS ESP32-CAM DAN TELEGRAM SEBAGAI NOTIFIKASI (Kusuma, Wijaya and Nussyirwan, 2023)

Penelitian ini mengembangkan sistem keamanan rumah berbasis ESP32-CAM dan aplikasi Telegram sebagai media pengiriman notifikasi. Sistem ini dirancang untuk mengatasi permasalahan kriminalitas di lingkungan rumah, khususnya pencurian yang sering terjadi ketika rumah dalam keadaan kosong. Solusi yang ditawarkan peneliti cukup inovatif, yakni dengan menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi gerakan di dalam rumah. Ketika gerakan terdeteksi, maka ESP32-CAM secara otomatis akan mengambil gambar dan mengirimkannya ke akun Telegram pengguna sebagai notifikasi real-time. Sistem ini memanfaatkan keunggulan ESP32-CAM, yang tidak hanya berfungsi sebagai mikrokontroler tetapi juga memiliki fitur konektivitas Wi-Fi serta modul kamera terintegrasi. Selain itu, keunggulan sistem ini terletak pada kemampuannya untuk mengakses data secara jarak jauh, memberikan

fleksibilitas pemantauan kepada pemilik rumah melalui smartphone mereka di mana saja. Pengujian sistem menunjukkan bahwa deteksi gerakan efektif dilakukan pada jarak hingga 3 meter. Notifikasi yang dikirimkan ke Telegram juga bekerja secara real-time, membuat sistem ini cukup responsif dalam mendeteksi dan melaporkan kejadian mencurigakan

(8) "Otomatisasi Jemuran dengan Teknologi Sensor: Studi Kasus pada Jemuran Pintar Berbasis Website" (Fathur Rahman *et al.*, 2024)

penelitian ini lebih fokus pada otomatisasi jemuran berdasarkan kondisi cuaca. Sistem yang dikembangkan berfungsi untuk mengatur posisi kanopi jemuran secara otomatis, dengan mempertimbangkan faktor seperti intensitas cahaya, deteksi hujan, dan suhu. Misalnya, ketika intensitas cahaya rendah atau hujan terdeteksi, kanopi jemuran akan menutup secara otomatis, dan kipas pengering akan diaktifkan untuk melanjutkan pengeringan pakaian.

(9) "Sistem Pengering Pakaian Otomatis Berbasis Microcontroller" (Shofiyullah *et al.*, 2023)

berfokus pada sistem pengering pakaian otomatis yang menggunakan pemanas buatan (hair dryer), kipas, dan mikrokontroler untuk mempercepat pengeringan, serta sensor load cell untuk mendeteksi berat pakaian. Sistem ini mengeringkan pakaian dalam waktu sekitar 30 menit tanpa bergantung pada cuaca.

Perbedaan dengan penelitian saya adalah pada teknologi dan tujuan. Penelitian saya masih memanfaatkan cahaya matahari untuk pengeringan, Selain itu, penelitian saya mengirimkan notifikasi otomatis kepada pengguna ketika pakaian sudah kering, sedangkan penelitian ini mengutamakan pemanas buatan untuk mempercepat pengeringan tanpa pengiriman notifikasi kepada pengguna.

(10) "Sistem Pengering Pakaian Otomatis dengan Pengkondisian Suhu dan Kelembapan Berbasis ESP 32" (Irhamsah *et al.*, 2023)

Penelitian ini mengembangkan alat jemuran otomatis yang menggunakan mikrokontroler Arduino untuk menggerakkan jemuran secara otomatis berdasarkan kondisi cuaca. Alat ini mengeluarkan pakaian untuk dijemur saat cuaca cerah dan menariknya kembali saat hujan, sehingga dapat memanfaatkan sinar matahari secara optimal tanpa perlu intervensi manual.

Tabel 2. 1 Kontribusi Penelitian

No	Peneliti	Judul	Sumber jurnal	Kontribusi/kelemahan
1	Nasution dkk., (2022)	PERANCANGAN ALAT PENIMBANG KACANG TANAH OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR BERAT (LOAD CELL SINGLE POINT)	https://ojs.unimal.ac.id/ene-rgi-elektrik/article/view/10704	penggunaan sensor Load Cell dalam sistem berbasis Arduino untuk membaca berat benda, yang relevan dalam mendeteksi berat pakaian basah/kering pada sistem jemuran pintar.
2	Indriyas kuku wijayanti dkk., (2023)	PERANCANGAN SMART HOME JEMURAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS	PERANCANGAN SMART HOME JEMURAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS INFOTECH journal	Sistem hanya mempertimbangkan cuaca sebagai indikator, tanpa memperhitungkan kondisi aktual pakaian (kering/basah). Tidak ada sensor berat atau indikator kekeringan langsung, sehingga tidak menjamin pakaian benar-benar kering saat diangkat
3	Ade zakharia dkk., (2024)	Sistem Kontrol Dan Monitoring Jemuran Pakaian Berbasis IoT	Sistem Kontrol Dan Monitoring Jemuran Pakaian Berbasis IoT LOGIC : Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan	Kelemahannya penelitian ini Tidak menggunakan parameter langsung dari pakaian (misalnya berat atau kelembapan pakaian), sehingga sistem hanya bereaksi pada kondisi lingkungan, bukan kondisi aktual pakaian.

No	Peneliti	Judul	Sumber jurnal	Kontribusi/kelemahan
4	Andi Zulkifli nusri dkk., (2024)	Rancang Bangun Sistem Jemuran Otomatis (Automatic Clothesline) Berbasis Mikrokontroler	Rancang Bangun Sistem Jemuran Otomatis (Automatic Clothesline) Berbasis Mikrokontroler Jurnal RISTER : Riset Sistem Cerdas	penggunaan sensor LDR untuk mendeteksi kondisi cahaya dan menggunakan metode pengujian white box dalam sistem otomasi jemuran,
5	Ahmad Maulid asmidin dkk., (2023)	Rancang Bangun Jemuran Pakaian Otomatis Berbasis Internet of Things	Rancang Bangun Jemuran Pakaian Otomatis Berbasis Internet of Things Asmidin JURNAL INFORMATIKA	Dalam penelitian ini membahas tentang sistem jemuran otomatis berbasis IoT yang dirancang untuk mempermudah pengaturan jemuran secara otomatis saat terjadi hujan, namun terbatas pada pendeteksian hujan tanpa mempertimbangkan tingkat kekeringan pakaian.
6	Ihsanul Fadilah amin dkk., (2024)	Perancangan Jemuran Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32 Dan API	Perancangan Jemuran Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32 Dan API Jurnal Ilmiah Giga	ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler utama, sensor LDR sebagai sensor Cahaya

No	Peneliti	Judul	Sumber jurnal	Kontribusi/kelemahan
7	Hollanda Arief Kusuma dkk., (2023)	SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS ESP32-CAM DAN TELEGRAM SEBAGAI NOTIFIKASI	https://jurnal.usbypkp.ac.id/index.php/infotronik/article/view/2291	Telegram Bot digunakan sebagai media notifikasi real-time dalam system internet of things .
8	sriwati dkk., (2024)	Otomatisasi Jemuran dengan Teknologi Sensor: Studi Kasus pada Jemuran Pintar Berbasis Website	Otomatisasi Jemuran dengan Teknologi Sensor: Studi... - Google Scholar	Dalam penelitian ini membahas tentang miniatur jemuran pintar berbasis mikrokontroler untuk kendali jarak jauh. Sistem ini menggunakan sensor Cahaya. Namun, sistem ini terbatas pada pendeteksian kondisi cuaca eksternal dan belum mempertimbangkan tingkat kekeringan pakaian secara langsung.
9	Shofiyullah & Muharom (2023)	<i>Sistem Pengering Pakaian Otomatis Berbasis Microcontroller</i>	Sistem Pengering Pakaian Otomatis Berbasis Microcontroller Shofiyullah Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK)	Membahas penggunaan sensor load cell untuk mendeteksi berat pakaian yang dapat membantu menentukan status pengeringan pakaian

No	Peneliti	Judul	Sumber jurnal	Kontribusi/kelemahan
10	Irhamsah dkk., (2023)	Sistem Pengering Pakaian Otomatis dengan Pengkondisian Suhu dan Kelembapan Berbasis ESP 32	"Sistem Pengering Pakaian Otomatis dengan Pengkondisian... - Google Scholar"	penggunaan ESP 32 sebagai mikrokontroler, yang dapat digunakan dalam sistem pengotomatisasi kontrol perangkat. ESP 32 memungkinkan sistem untuk lebih efisien dalam memproses data dan mengirimkan notifikasi,

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem jemuran pintar berbasis Internet of Things (IoT) yang menggabungkan sensor berat (load cell) dan sensor cahaya (LDR) untuk mendeteksi tingkat kekeringan pakaian secara otomatis. Sistem ini dirancang untuk bekerja secara real-time dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram ketika pakaian terdeteksi telah kering atau saat kondisi cuaca mulai mendung. Pendekatan ini diharapkan mampu menghilangkan kebutuhan pengguna untuk memeriksa jemuran secara manual, terutama dalam situasi cuaca yang tidak menentu.

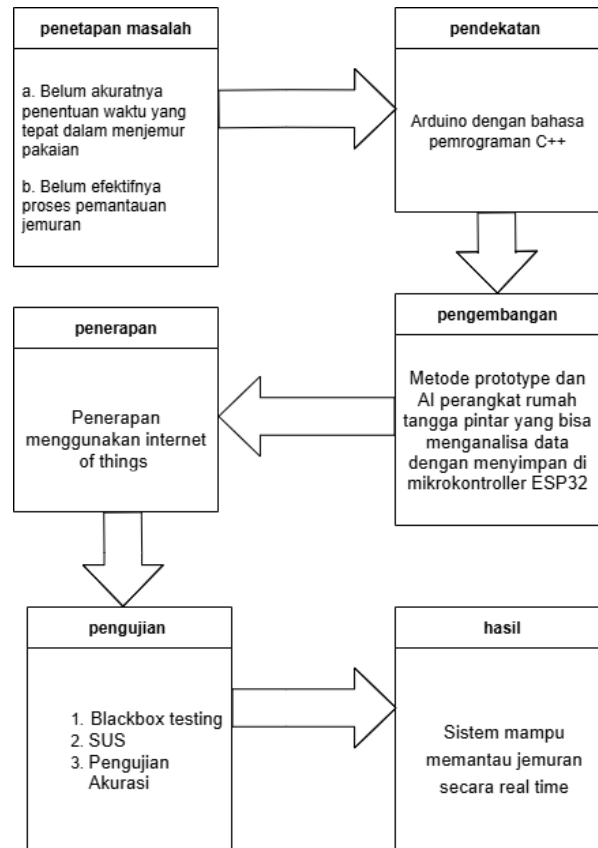
Upaya merealisasikan sistem ini dilatarbelakangi oleh keterbatasan sistem jemuran otomatis yang telah ada, yang umumnya hanya mengandalkan sensor cuaca seperti deteksi hujan atau cahaya untuk menggerakkan jemuran secara otomatis, namun belum menyentuh aspek kondisi aktual pakaian yang dijemur. Mayoritas penelitian sebelumnya hanya mengatur pergerakan buka-tutup jemuran tanpa mempertimbangkan apakah pakaian tersebut benar-benar telah kering.

Orisinalitas penelitian ini terletak pada penggunaan sensor berat sebagai parameter utama dalam menentukan status kekeringan pakaian, yang kemudian dikombinasikan dengan sensor cahaya untuk meningkatkan akurasi sistem. Pemanfaatan data sensor tersebut kemudian diproses melalui algoritma Decision Tree, yang menghasilkan tindakan sistem secara otomatis, seperti pengiriman notifikasi kepada pengguna.

Kontribusi baru dari penelitian ini adalah pengembangan sistem jemuran pintar yang lebih kontekstual dan objektif karena mengukur langsung status pakaian, bukan hanya berdasarkan kondisi lingkungan. Dengan begitu, sistem ini tidak hanya reaktif terhadap cuaca, tetapi juga cermat dalam menentukan waktu ideal pengangkatan pakaian, sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu dan kenyamanan pengguna.

C. Kerangka Berfikir

Pada bagian ini, akan dijelaskan mengenai kerangka pemikiran yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang diangkat dalam penelitian ini.



Gambar 2. 13 Kerangka Berpikir peneliti

Kerangka pemikiran tersebut menggambarkan langkah-langkah atau pendekatan yang akan diambil dalam proses penelitian.

Berikut adalah penjelasan kerangka berpikir dalam penelitian ini :

1) Penetapan Masalah

Masalah utama yang dihadapi pengguna adalah belum akuratnya penentuan waktu yang tepat dalam menjemur pakaian serta belum efektifnya proses pemantauan jemuran. Pada praktik manual, pengguna harus bolak-balik mengecek pakaian untuk memastikan kondisinya. Hal ini tidak efisien dan berisiko, misalnya pakaian terlalu lama dijemur sehingga menurunkan kualitas kain atau bahkan kehujanan.

2) Pendekatan

Pendekatan yang digunakan adalah pemanfaatan mikrokontroler ESP32/Arduino dengan bahasa pemrograman C++. Mikrokontroler ini berfungsi sebagai pusat pengendali untuk membaca data sensor,

mengolah informasi, dan mengirimkan hasil pemantauan secara real-time kepada pengguna.

3) Pengembangan

Metode pengembangan yang dipakai adalah prototyping, sehingga sistem dapat dirancang, diuji, dan disempurnakan secara bertahap. Sistem jemuran pintar ini dirancang sebagai perangkat rumah tangga cerdas berbasis AI dan IoT, yang mampu menganalisis data sensor dan menyimpannya di mikrokontroler ESP32 untuk menghasilkan keputusan secara otomatis.

4) Penerapan

(a) Sistem ini diterapkan menggunakan konsep Internet of Things (IoT) yang memungkinkan integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan aplikasi notifikasi. Data sensor berat, cahaya, serta kelembapan dianalisis menggunakan algoritma pengambilan keputusan sehingga sistem dapat menentukan kondisi pakaian (basah, setengah kering, atau kering) serta memberikan notifikasi kepada pengguna.

5) Pengujian

Pengujian dilakukan dengan tiga metode, yaitu:

Blackbox testing, untuk memeriksa fungsionalitas sistem sesuai skenario input-output yang ditetapkan.

System Usability Scale (SUS), untuk mengukur tingkat penerimaan dan kemudahan penggunaan sistem oleh pengguna.

Pengujian akurasi, untuk mengevaluasi tingkat ketepatan sensor dalam mendeteksi perubahan kondisi pakaian.

6) Hasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan pemantauan jemuran secara real-time dan menyajikan notifikasi yang akurat sesuai kondisi pakaian. Sistem ini juga terbukti meningkatkan efisiensi, karena pengguna tidak perlu lagi melakukan pengecekan manual, sehingga waktu dan tenaga dalam proses pengeringan pakaian dapat dihemat.

D. Hipotesis

Teknologi Internet of Things (IoT) berfungsi untuk menghubungkan perangkat keras seperti sensor dan mikrokontroler dengan aplikasi berbasis internet sehingga sistem dapat melakukan pemantauan kondisi jemuran secara real-time serta mengirimkan notifikasi otomatis kepada pengguna. Penerapan IoT

memungkinkan proses pengeringan pakaian menjadi lebih efisien karena pengguna tidak perlu melakukan pengecekan manual.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Shofiyullah dan Muharom (2023) menunjukkan bahwa penggunaan sensor load cell efektif dalam memantau berat pakaian dan mampu meningkatkan efisiensi pengeringan hingga 80%. Namun, penelitian tersebut belum mengintegrasikan algoritma pengambilan keputusan untuk mendukung analisis data sensor secara lebih akurat.

Berdasarkan hal tersebut, hipotesis dalam penelitian ini adalah bahwa penerapan sensor load cell dan sensor LDR pada sistem jemuran pintar berbasis IoT diduga dapat meningkatkan akurasi pemantauan kondisi pakaian dan membantu menentukan waktu yang tepat untuk mengangkat pakaian dari jemuran.