

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Sebelum melakukan penelitian, peneliti telah menelusuri beberapa penelitian mengenai penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things*. Berikut beberapa penelitian terkait dengan tema yang akan diteliti :

Penelitian pertama yang ditulis oleh Muhammad Khairul Imam, Endi Permata, Desmira pada tahun 2022 dengan judul “Sistem Kontrol Penyiram Otomatis Tanaman Tomat memakai Wemos D1 R1”. Pengkajian tersebut bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan penyiraman dengan mikrokontroler Wemos D1 R1 yang diperuntukan untuk *prototype greenhouse*. Metode yang digunakan yaitu metode *fuzzy logic*, dengan hasil penelitiannya berupa ketepatan waktu dalam penyiramannya [20].

Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini yaitu pemantauan kondisi tanaman seperti tingkat kelembaban tanah dan kelembaban udara. Sedangkan perbedaan dari penelitian ini terletak pada penggunaan mikrokontroler dan pemantauan tanaman. Pada penelitian tersebut dalam melakukan pemantauan kondisi tanaman dilakukan melalui *LCD* saja dan menggunakan Wemos D1 R1, sedangkan pada penelitian ini mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP8266 dan pemantauan dilakukan menggunakan *LCD* dan aplikasi *Blynk*.

Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini yaitu pemantauan kondisi tanaman seperti kelembaban tanah menggunakan aplikasi *Blynk*. Sedangkan perbedaan dari penelitiannya adalah terletak pada pemilihan mikrokontroler dan sensor ultrasonic sebagai pendeteksi level air yang tersedia pada tandon air.

Penelitian ketiga yang ditulis oleh Mochammad Ivan Ferdiansyach, dkk berjudul “Rangkaian Bangun Sistem Monitoring serta Disiramnya Tumbuhan Otomatis Memakai Wemos D1 Berbasis Web” pada tahun 2021. Penelitian tersebut bertarget guna menolong dan mencukupi keperluan pada sektor perawatan khususnya terhadap tumbuhan. Untuk merancang dan membangun penyiraman otomatis ini menggunakan mikrokontroler wemos D1. Pengkajian ini bermetode *blackbox testing* dan melalui perolehan pengkajian tersebut menghasilkan perangkat yang berhasil dirancang dengan menggunakan wemos D1 berbasis *website* [15].

Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini yaitu pemantauan kondisi kelembaban tanah dan kelembaban suhu pada tanah tanaman. Sedangkan perbedaan dari penelitiannya terletak pada pemilihan mikrokontroler, sensor hujan, dan pemantauan dilakukan melalui *website*.

Penelitian keempat yang ditulis oleh Gilang Ramadani, Cipto Prabowo, Deddy Pratama dengan judul “Implementasi *Cloud Computing* Terhadap Bentuk Disiramnya Tumbuhan Tomat Otomatis pada Kebun Tomat” pada tahun 2021. Tujuan dari penelitian ini yaitu bisa meminimalisir gagalnya guna melakukan perawatan toamt. Untuk merancang serta membangun penyiraman otomatis ini diperlukan ESP8266 sebagai mikrokontrolernya, amazon, linux AMI untuk membangun *web server*, AWS sebagai layanan *cloud computing* dalam membangun *web server* dan *database server*, *mysql workbench* digunakan untuk mengolah basis data. Hasil pengkajian ini yaitu peralatan disiramnya tumbuhan tomat otomatis yang terhubung dengan AWS [16].

Persamaan penelitian ini yaitu sensor yang dipakai guna lelababnya tanah serta suhu. Sedangkan perbedaan dari penelitiannya yaitu

pemantauan dilakukan melalui *web* yang terhubung dengan AWS.

Penelitian kelima yang ditulis oleh Tri Visenno, dkk berjudul “Monitoring Bentuk Lembabnya Tanah Terhadap Tumbuhan Tomat dengan Basis IoT” pada tahun 2021. Pengkajian ini bertarget guna melaksanakan penyiraman melalui kelembaban tanah menggunakan *fuzzy logic*. Metode yang dipakai dalam penelitian ini yaitu *fuzzy logic*. Peneliti tersebut menggunakan raspberry pi sebagai mikrokontrolernya lalu untuk pemantauan melalui *web* [9].

Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini yaitu sensor yang digunakan untuk kelembaban tanah. Perbedaan dari penelitiannya adalah mikrokontroler yang digunakan menggunakan raspberry pi dan pemantauan melalui *web*. Hasil yang didapat dari penelitian adalah penyiraman yang optimal dapat di monitoring langsung melalui *web*.

Dapat disimpulkan bahwa penelitian-penelitian yang ditulis oleh Muhammad Khairul Imam, Endi Permata, Desmira, Nurul Fauzia, Nur Kholis, Humaidillah, Kurniadi Wardana, Mochammad Ivan Ferdiansyach, Rini Puji Astutik, dan Pressa Perdana S.S bertujuan untuk merancang dan membuat sistem kontrol penyiraman otomatis pada tanaman yang menggunakan mikrokontroler dan teknologi IoT. Penelitian-penelitian tersebut menggunakan metode yang berbeda-beda, seperti *fuzzy logic*, eksperimen, dan *blackbox testing*. Perolehan pengkajian ini berupa sistem kontrol penyiraman yang bisa mengontrol waktu penyiraman, mengontrol *level* air tandon, dan memonitoring kondisi tanaman seperti kelembaban tanah dan kelembaban udara. Perbedaan dari penelitian-penelitian tersebut adalah pemilihan mikrokontroler dan sensor yang digunakan, serta pembuatan sistem *monitoring* dan penyiraman yang berbasis *web* atau aplikasi *blynk*.

Tujuan dari penelitian yang akan dibuat adalah untuk merancang dan membuat sistem kontrol penyiraman otomatis pada tanaman yang dapat mengoptimalkan proses penyiraman dan meningkatkan efisiensi dalam perawatan tanaman. Metode yang digunakan adalah kuantitatif

eksperimen serta dapat diuji coba dan diimplementasikan dalam lingkungan tanaman. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk *monitoring* kondisi tanaman secara *real time*.

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

No.	Judul, penulis	Metode & Objek	Kesimpulan	saran
1.	“Sistem Kontrol Penyiram Otomatis Tanaman Tomat menggunakan Wemos D1 R1” Muhammad Khairul Imam, Endi Permata, Desmira pada tahun 2022 dengan judul	Metode yang digunakan yaitu <i>fuzzy logic</i> dengan objeknya yaitu tanaman tomat	Dari prototype greenhouse yang telah dibuahkan untuk tanaman tomat menggunakan sistem penyiraman otomatis mendapatkan tingkat akurasi sebesar 100% dengan perbandingan tanaman tomat yang tidak menggunakan penyiraman tanaman otomatis dengan jumlah buah yang dihasilkan lebih sedikit ketimbang yang menggunakan sistem tersebut	Sistem ini dapat dikembangkan lagi dalam hal memonitoring tanaman tersebut menggunakan <i>smartphone</i> .

No.	Judul, penulis	Metode & Objek	Kesimpulan	saran
2.	Otomatisasi Tanaman Cabai dan Tomat Berbasis IoT” Nurul Fauzia, Nur Kholis, Humaidillah, Kurniadi Wardana, dengan judul pada tahun 2021	Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan objeknya yaitu tanaman cabai dan tomat.	otomatisasi penyiraman tanaman cabai dan tomat berbasis IoT berhasil dibuat dengan menggunakan ESP32 sebagai pengendali sistem dan sensor ultrasonik untuk mengontrol tingkat air pada tandon air yang dapat di monitoring pada aplikasi <i>blynk</i>	Penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan penggunaan sensor suhu untuk mengetahui pengaruh terhadap kelembaban tanah
3.	“Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Wemos D1 Berbasis Web” Mochammad Ivan Ferdiansyach, Rini	Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode black box testing dengan objeknya yaitu tanaman tomat dan cabai	Sensor kelembaban tanah berhasil mendeteksi kelembaban dan kekeringan tanah dengan nilai sensor 0 – 35% maka pompa akan menyiram dan pada sensor DHT11 berhasil dioperasikan dengan baik lalu alat penyiraman ini	Penelitian dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan sensor water level untuk mengukur tingkat air yang ada pada tempat penyimpanan air

No.	Judul, penulis	Metode & Objek	Kesimpulan	saran
	Puji Astutik, Pressa Perdana S.S I pada tahun 2021.		dapat melakukan monitoring melalui website	
4.	“Implementasi Cloud Computing Pada Sistem Penyiraman Tanaman Tomat Otomatis Pada Kebun Tomat” Gilang Ramadani, Cipto Prabowo, Deddy Prayama dengan judul pada tahun 2021	Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode black box testing dengan objeknya yaitu tanaman tomat	Alat penyiraman tanaman tomat otomatis menggunakan mikrokontroler nodemcu ESP8266 dan monitoring kelembaban tanah dan suhu pada kebun tomat yang telah diimplementasikan dalam bentuk prototipe. Monitoring kondisi kebun dibuat dengan menggunakan web dengan data berupa data yang diinputkan dari alat penyiraman tanaman tomat otomatis ke database	Penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan sensor hujan, agar saat hujan terdeteksi oleh sensor maka sistem tidak akan melakukan penyiraman

No.	Judul, penulis	Metode & Objek	Kesimpulan	saran
5.	“Monitoring Sistem Kelembaban Tanah Pada Tanaman Tomat Berbasis IoT” Tri Visenno, Nifty Fath dengan judul pada tahun 2021	Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode simulasi dengan objeknya yaitu tanaman tomat	Berdasarkan dari pengujian yang telah dilakukan selama 4 hari, menunjukan bahwa sistem yang dibuat sudah sesuai dengan yang diharapkan	Penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan sensor suhu untuk mengetahui kondisi suhu disekitar tanaman

2.2 Landasan Teori

2.2.1 NodeMCU ESP8266

Hal ini berupa suatu papan pengembangan *Internet of Things*. Dalam NodeMCU sendiri terdapat sebuah chip yaitu ESP8266 berupa sebuah modul *WiFi* yang memiliki fungsi guna tambahan perangkat dari *Arduino* yang bisa terakses melalui *WiFi* serta bisa membentuk akses *TCP/IP*. [17]

spesifikasi NodeMCU :

1. Chip: ESP8266
2. Modul *WiFi*
3. Antarmuka 10 port *GPIO*
4. Fungsionalitas *PWM*
5. Antarmuka *I2C* dan *SPI*
6. Antarmuka 1 *wire*
7. *ADC*
8. Tegangan kerja: 3.3V
9. Kecepatan *CPU*: 80 MHz
10. Memori flash: 4 MB
11. Memori *RAM*: 80 KB
12. Protokol *WiFi*: 802.11 b/g/n
13. Mode *WiFi*: Station/*AP*/*Station+AP*
14. Keamanan *WiFi*: *WPA/WPA2*
15. Antena: Built-in *PCB antenna*
16. Konsumsi daya: 170 mA saat aktif, 20 μ A saat sleep mode
17. Sistem operasi: *FreeRTOS*
18. Ukuran: 49 x 24.5 x 13 mm
19. Berat: 10 g.



Gambar 2.1 *NodeMCU*

2.2.2 Relay 2 Channel

Hal ini berupa saklar yang diarsukan listrik mencakup dua cakupan berupa *switch* serta *coil*. Dengan ringkasnya relay dapat dijabarkan menjadi suatu alat yang dapat memakai gaya elektromagnetik guna membuka ataupun menutupi kontak saklar. Prinsip kerja relay adalah dengan menggerakkan kontak saklar maka arus listrik tadinya kecil dapat berubah menjadi tegangan yang lebih besar [1].

Spesifikasi relay 2 *Channel* :

1. Jumlah Channel: 2 relay channel.
2. Tegangan Kerja: Umumnya mendukung tegangan DC 5V hingga 24V atau tegangan AC 110V hingga 240V.
3. Arus Kerja: Arus maksimum yang dapat dilalui melalui relay umumnya berkisar antara 10A hingga 30A.
4. Jenis Kontak: Biasanya menggunakan kontak NO (Normally Open) dan NC (Normally Closed), yang memungkinkan untuk mengontrol aliran listrik pada kondisi terbuka atau tertutup.

5. Konektor: Terdapat berbagai jenis konektor yang digunakan, seperti terminal sekrup, konektor pin header, atau konektor relay socket.
6. Mekanisme Operasi: Relay dapat beroperasi dengan prinsip elektromagnetik, menggunakan elektromagnet untuk menggerakkan kontak dan mengalihkan arus listrik.
7. Isolasi: Terdapat isolasi galvanik antara input dan output, yang membantu melindungi perangkat kontrol dari gangguan atau potensi bahaya listrik.
8. Keandalan: Relay biasanya memiliki umur operasional yang tinggi, dengan estimasi umum mencapai jutaan siklus operasi.
9. Kompatibilitas: Relay dapat digunakan dengan berbagai jenis sistem atau perangkat elektronik, seperti mikrokontroler, PLC (Programmable Logic Controller), atau sistem kontrol industri lainnya.
10. Dimensi: Ukuran relay bervariasi tergantung pada model dan produsen, dan seringkali tersedia dalam bentuk modul yang kompak untuk memudahkan instalasi dan penggunaan.



Gambar 2.2 Relay

2.2.3 Pompa air

Pompa air seringkali melihat di *aquarium* yang dimana dapat tahan terhadap air sehingga sangat cocok untuk ditempatkan di dalam air. Dengan kekuatan *flow* air yang kuat dan juga memiliki tekanan yang tinggi membuat pompa air ini dapat digunakan untuk penyiraman tanaman [10].

Spesifikasi pompa air :

1. Jenis : Pompa Celup
2. Maksimal kedalaman : 3M
3. Tegangan Kerja : 12V DC
4. Arus : 300mA (continuous) 400mA peak
5. Konsumsi daya : 3.6-4.8 Watt
6. Debit Air : Maksimal 240 Liter/jam
7. Dimensi : 35x25x40mm
8. Diameter valve inlet : 0.3inch / 7.8mm
9. Diameter valve outlet : 0.3inch / 7.8mm
10. Jenis Socket : Standar jack DC 5.5mm
11. Panjang kabel : 165cm



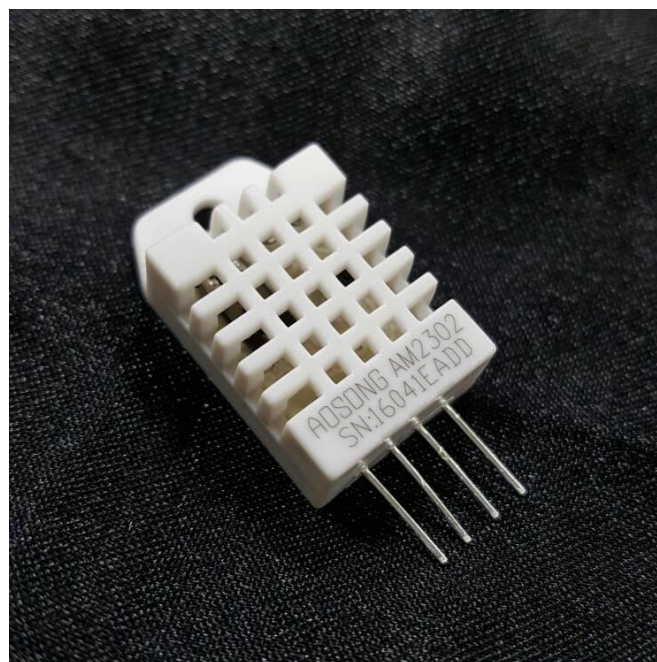
Gambar 2.3 Pompa Air

2.2.4 Sensor *DHT22*

Sensor *DHT22* merupakan sebuah chip tunggal yang dapat mengetahui kelembaban suhu sekitarnya. Keluaran dari chip ini adalah digital sehingga diperlukan pemrograman untuk bisa mengaksesnya. Alasan memilih sensor *DHT22* dikarenakan pengukurannya yang luas yaitu 0-100% kelembaban dan -40-125 derajat *celcius* [11].

Spesifikasi *DHT22* :

1. Tegangan Operasi: 3.5V hingga 5.5V.
2. Arus Operasi: 0.3mA (saat pengukuran) dan 60uA (dalam mode standby).
3. Output: Data serial.
4. Rentang Suhu: -40°C hingga 80°C.
5. Rentang Kelembaban: 0% hingga 100%.
6. Resolusi: Suhu dan Kelembaban keduanya menggunakan resolusi 16-bit.
7. Akurasi: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ dan $\pm 1\%$.



Gambar 2.4 Sensor *DHT22*

2.2.5 *BH1750*

BH1750 adalah sebuah sensor yang memiliki fungsi untuk mengukur sebuah intensitas cahaya disekitar objek dengan satuan lux. Jangkauan deteksi dari sensor ini cukup besar yaitu antara 1-65535 lux [9].

Spesifikasi *BH1750* :

1. *BH1750FVI* ROHM chip
2. Power supply: 3-5 v
3. Data range: 0-65535



Gambar 2.5 *BH1750*

2.2.6 *Soil Moisture Sensor*

Hal ini berupa sebuah sensor yang mempunyai peran guna mengamati kelembaban tanah serta menetapkan suatu tanah terdapat kadar air atau tidak. Untuk menggunakan sensor ini terbilang cukup mudah, dengan cara memasukan sensor ini kedalam tanah maka akan ada keluaran berupa 1/0 [8].

Spesifikasi *Soil Moisture Sensor* :

1. Mendukung antarmuka sensor 3-pin.
2. Keluaran analog.

3. Tegangan Operasi: DC 3.3-5.5V.
4. Tegangan Keluaran: DC 0-3.0V.
5. Antarmuka: PH2.0-3P.
6. Ukuran: 99x16mm/3.9x0.63".

SZYTF



Gambar 2.6 *Soil Moisture Sensor*

2.2.7 Tomat

Tomat adalah tanaman tahunan yang tumbuh dari benih atau stek. Tanaman ini mempunyai batang serta daun yang tangguh, dan dapat tumbuh hingga ketinggian 2-3 mete [19]. Tomat memiliki bunga yang indah dengan warna kuning atau merah jambu, dan akan menghasilkan buah yang dalam ukuran, bentuk, dan warna. Beberapa jenis tomat memiliki buah yang besar dan berwarna merha, sementara yang lainnya memiliki buah yang kecil dan berwarna kuning atau oranye. Buah tomat biasanya digunakan sebagai bahan dasar dalam masakan, seperti sup, saus, salad, atau dikonsumsi segar sebagai makanan ringan. Tomat juga merupakan sumber vitamin c, *potassium*, dan beberapa jenis vitamin lainnya [4].

2.2.8 Blynk

Hal ini berupa sebuah platform *IoT* bisa dipakai pada *smartphone* [13]. Aplikasi ini berfungsi untuk mengendalikan mikrokontroler seperti *arduino*, *wemos*, *raspberry pi*, dan mikrokontroler lainnya yang dapat dikendalikan melalui internet. Dengan aplikasi ini pembuatan antarmuka untuk proyek dapat dilakukan dengan mudah hanya perlu *drag and drop* dari *widget* yang telah disediakan [12]. Berikut adalah kondisi dan rumus yang digunakan pada penelitian ini :

- Rumus Pemetaan Nilai Kelembaban Tanah dari Sensor Analog ke Presentase

```
output = map(input, input_start, input_end, output_start, output_end);
```

Gambar 2.7 Rumus Analog ke Presentase

Rumus yang digunakan dalam fungsi `map` adalah cara untuk mengkonversi nilai dari satu rentang ke rentang lain dengan mempertahankan proporsi nilai. Ketika ingin memetakan atau mengubah skala nilai dari sebuah variabel, fungsi `map` menjadi alat yang berguna dalam pemrograman. Dalam rumus `output = map(input, input_start, input_end, output_start, output_end)`, memiliki beberapa komponen penting. Pertama, `input` adalah nilai yang ingin ubah dari rentang asal yang diberikan oleh `input_start` dan `input_end` menjadi rentang target yang ditentukan oleh `output_start` dan `output_end`. Misalnya, jika memiliki suatu nilai `input` yang berada dalam rentang dari `input_start` hingga `input_end`, dapat menggunakan rumus `map` untuk mengubah nilai tersebut menjadi rentang baru yang dimulai dari

``output_start`` hingga ``output_end``, sehingga memberikan hasil yang lebih sesuai dengan kebutuhan. Fungsi ``map`` ini berguna dalam banyak aplikasi, seperti saat mengkonversi nilai sensor menjadi persentase, mengubah skala nilai analog ke digital, atau menyesuaikan data dari berbagai sumber sehingga dapat lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan. Dengan memahami rumus ``map``, para pengembang dapat mengelola data dengan lebih fleksibel dan efisien dalam lingkungan pemrograman, serta meningkatkan kualitas dan akurasi kinerja dari berbagai aplikasi dan perangkat yang mereka ciptakan[22].

- Kondisi *IF-ELSE*

Kondisi *IF-ELSE* adalah salah satu struktur pengambilan keputusan dalam pemrograman yang berperan penting dalam mengatur alur program berdasarkan kondisi tertentu. Struktur ini memungkinkan pemrogram untuk mengevaluasi suatu ekspresi logika, dan berdasarkan hasil evaluasi tersebut, program akan memilih jalur yang tepat untuk dilanjutkan. Dengan menggunakan kondisi *IF-ELSE*, peneliti dapat mengimplementasikan logika kompleks untuk mengendalikan berbagai aspek aplikasi atau sistem, seperti mengatur respons berdasarkan masukan pengguna, mengatur aliran data, atau mengontrol perilaku berdasarkan kondisi lingkungan. Selain itu, kondisi *IF-ELSE* juga membantu meningkatkan efisiensi dan kualitas aplikasi dengan memberikan kontrol yang lebih tepat dan responsif terhadap perubahan situasi. Dalam skripsi ini, penggunaan

kondisi *IF-ELSE* dalam implementasi program menjadi bagian krusial dalam mencapai tujuan penelitian dan memastikan sistem yang dihasilkan berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan yang ditetapkan.

- Kondisi *IF-ELSE IF*

Kondisi *IF-ELSE IF* adalah sebuah struktur pengambilan keputusan yang memungkinkan pemrogram untuk mengevaluasi beberapa ekspresi logika secara berurutan dan memilih jalur yang tepat untuk dilanjutkan berdasarkan kondisi yang paling sesuai. Dengan menggunakan kondisi *IF-ELSE IF*, peneliti dapat mengimplementasikan skenario kompleks yang melibatkan banyak kemungkinan kondisi atau pilihan yang harus direspons oleh program. Hal ini memungkinkan sistem yang dikembangkan untuk memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik dan memberikan respon yang lebih tepat terhadap situasi yang berbeda. Dalam penelitian ini, penggunaan kondisi *IF-ELSE IF* menjadi penting untuk mencapai fungsionalitas yang lebih canggih dan lebih efisien dalam menghadapi perubahan situasi dan kebutuhan yang beragam, serta meningkatkan kualitas dan fleksibilitas dari aplikasi atau sistem yang dihasilkan.

2.2.9 Arduino IDE

Hal ini merupakan sebuah *software* guna membuat suatu sketsa pemrograman atau sebagai media untuk memprogram *board* sesuai dengan diinginkan [18]. *Arduino IDE* dibentuk dengan menggunakan Bahasa program java disempurnakan pada

library C/C++, sehingga dapat memudahkan kegiatan output serta input. Program yang dibuat oleh perangkat lunak *Arduino IDE* dapat disebut sketsa. Sketsa yang dihasilkan memiliki ekstensi (.ino) [3].

2.2.10 Pengujian Kalibrasi

Kalibrasi sensor untuk Internet of Things (IoT) melibatkan serangkaian proses yang dirancang untuk memastikan bahwa sensor yang digunakan dalam solusi IoT memberikan hasil pengukuran yang akurat dan konsisten. Sensor pada solusi IoT bertanggung jawab untuk mengumpulkan data lingkungan atau fisik tertentu, seperti suhu, kelembaban, tekanan, atau gerakan, yang menjadi dasar informasi yang dikirimkan ke sistem IoT. Proses kalibrasi sensor dimulai dengan pemilihan sensor yang sesuai dan berkualitas tinggi, yang telah dikalibrasi sebelumnya oleh pabrikan atau lembaga kalibrasi yang terpercaya. Selanjutnya, pengujian kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan standar kalibrasi yang diketahui keakuratannya. Jika ada deviasi atau kesalahan yang signifikan, penyesuaian dilakukan untuk mengoreksi sensor dan memastikan akurasi yang optimal. Selain itu, kalibrasi sensor juga melibatkan pemantauan berkala dan pemeliharaan yang tepat agar sensor tetap berkinerja baik seiring waktu. Kalibrasi sensor yang tepat sangat penting dalam solusi IoT, karena hasil pengukuran yang akurat menjadi dasar untuk pengambilan keputusan yang efektif dan pengendalian yang tepat dalam berbagai aplikasi IoT, seperti industri pintar, pertanian cerdas, kesehatan, dan banyak lagi. Berikut adalah rumus untuk menghitung akurasi :

$$\text{Akurasi} = 100\% - \text{Rata-rata error}$$

2.2.11 Pengujian Ketahanan Alat

Pengujian ketahanan alat untuk alat IoT melibatkan serangkaian proses yang dirancang untuk menguji kinerja dan kemampuan alat IoT dalam menghadapi lingkungan yang keras dan situasi yang beragam. Alat IoT sering kali beroperasi dalam kondisi yang ekstrem, seperti suhu ekstrem, kelembaban tinggi, getaran, debu, kebisingan, dan banyak lagi. Oleh karena itu, pengujian ketahanan bertujuan untuk memastikan bahwa alat IoT dapat bertahan dan berfungsi dengan baik dalam kondisi tersebut. Proses pengujian ketahanan melibatkan beberapa aspek, termasuk uji suhu, uji kelembaban, uji kebisingan, uji getaran, uji kebocoran, uji tahan air (waterproof), uji tahan debu (dustproof), uji tahan guncangan, dan lain-lain, sesuai dengan kondisi lingkungan yang diharapkan. Pengujian ini biasanya dilakukan dengan menggunakan ruang uji atau kamar lingkungan yang dapat mensimulasikan kondisi ekstrem. Hasil pengujian ini akan memberikan pemahaman yang jelas tentang kemampuan alat IoT untuk bertahan dalam berbagai kondisi lingkungan. Dengan melakukan pengujian ketahanan alat IoT, produsen dapat memastikan bahwa produk mereka dapat beroperasi secara andal dan tahan lama dalam berbagai kondisi, sehingga meningkatkan kehandalan dan kualitas keseluruhan solusi IoT yang ditawarkan. Berikut adalah rumus untuk menghitung ketahanan alat :

$$\% \text{Kesuksesan} = x/n \times 100\%$$

$$\% \text{Error} = x/n \times 100\%$$

2.2.12 Metode Eksperimen

Metode kuantitatif eksperimen adalah pendekatan penelitian yang melibatkan pengendalian variabel dan pengumpulan data kuantitatif untuk menguji hipotesis atau mengidentifikasi hubungan sebab-akibat antara variabel. Dalam metode ini, peneliti merancang percobaan dengan kelompok perlakuan dan kelompok kontrol, di mana kelompok perlakuan menerima perlakuan atau intervensi yang

ditentukan sedangkan kelompok kontrol tidak. Data yang dikumpulkan berupa angka atau ukuran yang dapat dihitung, seperti hasil tes, skor, waktu reaksi, atau survei dengan skala rating. Selanjutnya, data tersebut dianalisis menggunakan metode statistik untuk melihat apakah ada perbedaan yang signifikan antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol, serta untuk menarik kesimpulan tentang efek dari variabel yang diteliti. Metode kuantitatif eksperimen memungkinkan peneliti untuk menentukan hubungan sebab-akibat dengan tingkat kepercayaan yang lebih tinggi, namun perlu diperhatikan bahwa pengendalian yang cermat dan representasi sampel yang baik penting untuk keberhasilan penelitian ini