

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Dalam penelitian Oraplean(2021) diungkapkan bahwa pemantauan suhu dan kelembaban dapat dilakukan dengan lebih mudah dan efisien menggunakan sistem pemantauan. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen, termasuk DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembaban, BH1750 sebagai sensor intensitas cahaya, kipas pendingin, pemanas, dan NODEMCU. Sistem menggunakan logika *fuzzy* untuk mengendalikan *output* dari kipas pendingin dan pemanas. Jika suhu yang dideteksi oleh sistem berada di atas kondisi normal, maka kipas pendingin akan dimatikan. Sebaliknya, jika suhu berada di bawah kondisi normal, pemanas akan dimatikan. Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa sistem ini berfungsi dengan baik pada beberapa jenis browser. Pada uji coba sensor DHT11, hasilnya menunjukkan tingkat akurasi sebesar 98.7174% dengan rata-rata kesalahan sebesar 1.2833% [5].

Penelitian yang dilakukan oleh Ferizki(2017) sistem *electrical conductivity* (EC) yang dikombinasikan dengan *humidifier* ultrasonik menawarkan keunggulan sebagai alternatif sistem pendingin udara yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Saat ini, banyak sistem pendingin udara komersial untuk rumah tangga yang tidak menggunakan sensor kelembaban sebagai masukan untuk sistem kontrol *closed-loop* guna menyesuaikan dengan perubahan kondisi udara sekitar. Dalam penelitian ini, suhu dan kelembaban relatif ruangan diatur menggunakan kontrol logika *fuzzy* yang diimplementasikan pada mikrokontroler Atmel Atmega328P. Hasil pengujian pada ruangan tertutup berukuran 3,3 meter x 3,6 meter menunjukkan kesalahan suhu ruangan sebesar 1,46 derajat Celcius dan kesalahan nilai RH sebesar 2,6 derajat Celcius, dengan waktu 54 menit untuk mencapai set point suhu 28 derajat Celcius. Sistem yang telah dibuat dalam penelitian ini memiliki kemampuan untuk mengatur suhu dan kelembaban udara secara efisien dengan bantuan *electrical conductivity* (EC) dan *humidifier* ultrasonik, serta menggunakan kontrol logika *fuzzy* yang terintegrasi [6].

Penelitian Siswanto(2019) yang berjudul "Pemanfaatan Sensor Suhu DHT-22, Ultrasonik HC-SR04 Untuk Mengendalikan Kolam Dengan Notifikasi Email"

dengan tujuan mengembangkan sebuah aplikasi untuk memantau dan mengendalikan ketinggian air pada kolam penampungan air hujan. Penelitian ini menggunakan sensor suhu dan kelembaban DHT-22, sensor ultrasonik HC-SR04, dan mikrokontroler Arduino Uno R3. Aplikasi ini bertujuan memberikan notifikasi email secara cepat kepada staf agar dapat memantau perubahan ketinggian air pada kolam penampungan air hujan dari jarak jauh. *Interface* aplikasi dibuat dengan bahasa pemrograman Arduino, sementara tampilan webnya menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *database* MySQL. Hasil uji coba menunjukkan bahwa 90% pengguna merasa sistem yang dibuat sangat membantu dalam mengendalikan ketinggian air pada kolam penampungan air dan beroperasi secara *real-time*, sementara 10% pengguna menyatakan bahwa sistem tersebut kurang membantu dalam pengendalian ketinggian air pada kolam penampungan air [7].

Penelitian Saksono(2019) mengungkapkan menerapkan logika *fuzzy* untuk mengendalikan suhu dan kelembaban di dalam kumbung jamur. Sistem kontrol logika *fuzzy* digunakan sebagai modul pengatur suhu dan kelembaban dalam sistem dengan menggunakan Arduino dan Matlab sebagai alat akuisisi data. Penelitian ini melibatkan pembacaan data dari sensor suhu dan kelembaban DHT11, serta pengaturan kipas dan mistmaker sesuai dengan data tersebut. Data yang terkumpul dikirimkan melalui metode telemetri menggunakan transmitter dan *receiver* tx-rx 433, dan kemudian ditampilkan pada laptop melalui perangkat lunak Matlab. Hasil uji coba pengendalian suhu dan kelembaban di kumbung jamur dengan logika *fuzzy* menunjukkan bahwa sistem mampu menstabilkan suhu dan kelembaban pada tingkat yang paling ideal. Dengan persentase *error* alat pengendalian kumbung jamur menggunakan logika *fuzzy* sebesar 1,7%, sistem dapat mencapai batas suhu antara 31 °C hingga 34 °C dan batas kelembaban antara 84% hingga 87%. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa logika *fuzzy* dapat secara efektif mengatur suhu dan kelembaban di kumbung jamur sesuai dengan kondisi yang diinginkan [8].

Penelitian yang ditulis oleh Biqing Li(2016) dengan judul "*Design of the Intelligent Air Humidifier*" menemukan bahwa perangkat cerdas yang dibangun berbasis Sistem Kontrol Mikro (SCM) telah membantu meningkatkan kecerdasan masyarakat. Sebagai komponen kontrol utama, SCM memiliki beragam potensi

penerapan di berbagai bidang kontrol. Dalam makalah ini, dirancanglah *humidifier* cerdas yang mampu menyesuaikan tingkat kelembapan sesuai dengan kondisi lingkungan yang nyata. Ketika tingkat kelembapan mencapai nilai yang telah ditentukan, pelembap akan berhenti beroperasi secara otomatis tetapi tetap melakukan deteksi tingkat kelembapan di udara. Begitu tingkat kelembapan turun ke nilai yang telah ditentukan, pelembap akan kembali bekerja untuk menjalankan fungsi pelembaban secara cerdas dan mencegah kelembapan yang berlebihan. Dengan demikian, *humidifier* cerdas ini membantu menjaga kelembapan udara secara optimal sesuai kebutuhan tanpa risiko kelembapan berlebihan [9].

Dalam jurnal yang Alawiah(2017) tentang penggunaan sensor ultrasonik dalam sistem kendali dan monitoring ketinggian air pada sebuah tangki. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak objek dengan mengandalkan pantulan gelombang ultrasonik. Pada penelitian ini, sistem kontrol dirancang dengan *relay* sebagai saklar yang dikendalikan oleh mikrokontroler dengan menggunakan metode kontrol histeris. Antarmuka perangkat yang dibuat melalui proses pengolahan *software* menampilkan ukuran data. Grafik, *bar chart*, status pompa, dan waktu penisian/*discharge tank* semuanya ditampilkan di antarmuka. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik yang digunakan dapat mengukur ketinggian air dengan kesalahan pengukuran rata-rata 4,93% dan nilai referensi 5 cm hingga 25 cm. Sistem kontrol histeris yang dirancang berhasil memberikan *output* yang sesuai dengan nilai referensi tanpa menimbulkan efek perpindahan cepat pada relai. Selain itu, sistem pemantauan ketinggian air dapat ditampilkan secara interaktif melalui antarmuka dalam perangkat lunak pemrosesan [10].

Penelitian yang dilakukan oleh Ipriadi(2019) dengan judul "Pendeteksi Volume Air Secara Otomatis Menggunakan *Fuzzy*" bertujuan untuk merancang alat yang mampu mendeteksi volume air secara otomatis dengan menggunakan logika *fuzzy*. Sistem ini dapat bekerja dengan akurat berdasarkan tinggi air yang masuk dan mengatur keluaran air melalui kran dengan bantuan sensor aliran air. Pengujian dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB untuk menentukan tingkat pengisian berdasarkan aturan-aturan yang telah dirancang. Hasil dari pendeteksian menggunakan sensor ultrasonik ditampilkan melalui tiga indikator LED, di mana LED biru menandakan volume air dalam tangki sudah penuh, LED kuning

menunjukkan tangki sebagian terisi, dan LED merah menandakan volume air dalam tangki sudah habis dan perlu diisi kembali. Berdasarkan hasil pengujian, alat ini dapat menentukan status tingkat pengisian dengan akurat. Sistem juga bekerja dengan baik dalam mengatur *input* tinggi air dan keluaran air melalui kran. Pengujian menggunakan MATLAB memungkinkan penentuan tingkat pengisian berdasarkan aturan-aturan yang telah dirancang. Penerapan logika *fuzzy* dengan MATLAB 7.1 yang terhubung dengan alat ini memungkinkan visualisasi hasil dalam tiga tingkat pengisian yang berbeda, yaitu lambat, sedang, dan cepat. Komunikasi antara antarmuka dan mikrokontroler Arduino Uno pada sistem pendeteksi tinggi air berjalan sesuai yang diinginkan [11].

Penelitian Fransiscus(2022) yang berjudul "Simulasi Pengontrol Suhu dan Kelembaban Ruang ICU Menggunakan Sensor DHT-22". Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat pengontrol suhu dan kelembaban ruangan guna memantau kondisi suhu dan kelembaban di dalamnya. Simulasi ini menggunakan sensor DHT22, mikrokontroler Arduino MEGA2560, dan peltier sebagai pengganti pendingin AC untuk menciptakan suasana yang nyaman di dalam ruangan ICU. Dengan memanfaatkan modul sensor DHT22 sebagai pembaca kelembaban dan suhu, alat ini menjadi sangat bermanfaat dalam konteks rumah sakit, khususnya di ruang ICU. Secara keseluruhan, simulasi pengontrol suhu dan kelembaban di ruang ICU menggunakan sensor DHT22 berhasil berfungsi dengan baik. Sensor DHT22 mampu memberikan akurasi suhu sebesar 99,434% dan akurasi kelembaban sebesar 99,366%, menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam membaca dan mengukur suhu serta kelembaban di ruangan ICU [12].

Penelitian Sahtyawan(2022) berjudul "Penerapan Teknologi Garden Bonsai untuk Mendeteksi Kelembaban Tanah dalam Penyiraman Otomatis, Sensor Gerak Maling, dan CCTV Berbasis IoT (*Internet of Things*) Menggunakan Energi Alternatif Panel Surya." Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem penyiraman tanaman bonsai secara otomatis berbasis IoT yang dapat memonitoring kelembaban tanah untuk memastikan distribusi air yang merata dan nutrisi yang diserap oleh tanah dapat maksimal. Untuk aspek keamanan, sistem ini dilengkapi dengan sensor gerak maling yang dapat mendeteksi aktivitas mencurigakan dan didukung dengan pencahayaan lampu otomatis. Selain itu, semua aktivitas dapat terekam dan

termonitor melalui kamera CCTV secara online, sehingga dapat dipantau menggunakan perangkat ponsel. Penelitian ini merancang sistem bonsai garden IoT yang menggunakan sensor kelembaban tanah (*soil moisture sensor*) untuk memantau kondisi kelembaban tanah, sehingga fungsi solenoid valve untuk mengaliri air dapat berjalan dengan baik. Nodemcu berfungsi sebagai penerima masukan dari *relay* untuk mengatur lampu sensor otomatis sesuai dengan kondisi pencahayaan di taman. Sensor DHT11 digunakan untuk mengukur kelembaban dan suhu, dan mengirimkan sinyal ke nodemcu yang selanjutnya diteruskan ke *relay* untuk mengontrol fungsi misting agar pompa dapat menyala. Selain itu, sensor DHT11 juga mengirimkan sinyal ke nodemcu untuk mengontrol kipas agar dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan suhu di sekitar taman. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan sensor PIR (*Passive Infrared*) untuk mendeteksi adanya gerakan di sekitar area taman. Setelah mendeteksi gerakan, sensor PIR mengirimkan sinyal ke nodemcu yang selanjutnya diteruskan ke *relay* dan CCTV ESP32 untuk merekam objek yang bergerak [13].

Pada penelitian Rahmah(2021) dengan judul "Rancang Bangun Sistem Kipas Otomatis Menggunakan Sensor PIR dan Sensor Suhu LM35". Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem kipas otomatis berbasis Arduino Uno yang menggunakan sensor PIR dan sensor suhu LM35. Sistem kontrol ini terdiri dari sensor PIR yang berfungsi untuk mendeteksi pergerakan manusia di dalam ruangan dengan jarak deteksi hingga 8 meter dan sudut deteksi 20°. Selain itu, sistem ini juga menggunakan sensor suhu LM35 untuk mengukur suhu di dalam ruangan. Program yang di tanamkan ke dalam mikrokontroler Arduino Uno dan *relay* digunakan sebagai saklar otomatis untuk mengatur kipas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan manusia dengan baik sesuai dengan jarak dan sudut yang telah ditentukan. Pengujian pada sensor suhu LM35 menunjukkan bahwa dalam keadaan normal, hasil suhu dari sistem sensor ini memiliki korelasi linier yang sangat baik dengan alat sensor temperatur standar Lutron-3006HA, dengan nilai  $R^2 = 0,9923$ . Hal ini menunjukkan bahwa sensor suhu LM35 memberikan hasil yang akurat dalam mengukur suhu ruangan [14].

Pada penelitian Yudhana(2023) dengan judul "Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban dengan *Air Conditioner* Menggunakan Logika Fuzzy dan *Internet of*

*Things*”. Kontribusi penelitian ini adalah mengembangkan sistem kendali AC yang efektif dan efisien dalam mengendalikan suhu dan kelembaban ruangan menggunakan metode *Fuzzy Inference System* (FIS) Tsukamoto dan *Internet of Things* (IoT). FIS Tsukamoto digunakan untuk menghasilkan nilai suhu AC pada kontrol suhu dan kelembaban ruangan yang diukur dengan sensor DHT22 yang terintegrasi langsung dengan mikrokontroler ESP32. Sistem kontrol ini dipantau dari jarak jauh menggunakan konsep IoT melalui antarmuka aplikasi seluler. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu ruangan dapat dikontrol pada kondisi normal, dengan rata-rata perubahan  $-1,67^{\circ}\text{C}$  dan suhu rata-rata keseluruhan  $25,95^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan kelembaban rata-rata berada pada nilai 80,16% yang termasuk dalam *Wet set*. Hal ini menunjukkan bahwa kelembaban tidak dapat dikontrol dalam kondisi normal, sehingga masih memerlukan pengembangan lebih lanjut [15].

Penelitian Saputra(2020) yang berjudul “Implementasi Sistem Sensor DHT22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembaban Berbasis Mikrokontroller Nodemcu Esp8266 Pada Ruangan” menyimpulkan Menstabilkan suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT22 merupakan alternative untuk yang memudahkan suhu dan kelembaban menjadi stabil dengan otomatis. Sensor DHT22 merupakan sensor pendeteksi suhu dan kelembaban dan NODEMCU ESP8266 merupakan mikrokontroller sebagai perangkat yang dapat terhubung dengan wifi. Dengan terhubungnya perangkat pada suatu sistem maka diciptakanlah pengembangan alat untuk menstabilkan suhu dan kelembaban secara otomatis [16].

Penelitian Gunawan(2020) yang berjudul “Implementasi Sistem Pengaturan Suhu Ruang Server Menggunakan Sensor DHT11 dan Sensor PIR Berbasis Mikrokontroler” menyatakan diperlukan sistem yang dapat melindungi *devices* yang tersimpan di dalam ruang server serta dapat mengelola ruang server. Mengatasi permasalahan tersebut dikembangkan sebuah alat yang bertujuan untuk dapat mengontrol suhu dan lampu pada ruang server secara otomatis serta melakukan monitoring suhu dan kelembaban. Metode pengembangan sistem ini menggunakan *prototype* yang dimulai dengan mewawancarai secara langsung staf IT, membuat dan memperbaiki *prototype* dan staf IT menguji coba *prototype*, serta metode *black box* digunakan untuk mengevaluasi sistem ini. Hasil pengujian

didapatkan bahwa sensor DHT11 dapat mendeteksi suhu dan kelembapan, IR Transmitter dapat mengontrol *Air Conditioner (AC)*, Sensor *Passive Infrared* dapat mendeteksi pergerakan dan mikrokontroler NodeMCU dapat mengendalikan alat serta mengirimkan dan menyimpan data suhu dan kelembapan ke dalam *database*. Kesimpulannya adalah sistem dapat mengontrol suhu dan monitoring pada ruang server dengan baik dan dapat mengontrol lampu secara otomatis [17].

Penelitian Suwandhi(2020) yang berjudul “Perancangan *Prototype* Sistem Pengukuran Suhu dan Kelembaban Ruangan dengan Sensor DHT22 Berbasis Arduino UNO pada STMIK IBBI” merancang sebuah alat *prototype* sistem pengukuran suhu dan kelembaban pada ruangan kelas dengan menggunakan sensor DHT22 berbasis Arduino Uno. Sensor DHT22 yang berfungsi sebagai alat pengukur suhu dan kelembaban ruangan Arduino Uno berfungsi sebagai pengolah data *input* dan *output*, kipas berfungsi sebagai alat pendingin suhu pada ruangan. Android berfungsi memantau dan memonitoring suhu dan kelembaban ruangan. Lampu berfungsi sebagai alat pemanas untuk mempercepat menaikkan suhu pada ruangan. Data analisis dengan menggunakan Arduino Uno *prototype* pengukur suhu dan kelembaban ruangan dapat memberikan notifikasi running in background kepada pengguna android. Setelah hasil *prototype* selesai dilakukan evaluasi dengan tujuan apakah *prototype* berfungsi dengan baik, dapat disimpulkan bahwa dengan adanya perancangan ini dapat membantu pengguna ruangan [18].

**Tabel 2. 1 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya**

No	Nama Peneliti, Tahun dan Judul	Persamaan	Perbedaan	
			Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
1	(Cavin Yohanes Oraplean, Joseph Dedy Irawan, Deddy Rudhistiar. 2021) Implementasi Logika <i>Fuzzy</i> Pada Sistem Monitoring Suhu Ternak Ayam Petelur Berbasis Web	Mengimplementasikan metode <i>fuzzy</i> , suhu.	Memonitoring menggunakan Web, dan DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembaban	Menggunakan DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembaban

No	Nama Peneliti, Tahun dan Judul	Persamaan	Perbedaan	
			Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
2	(Moh. Mirza Ferizki. 2017) Rancang Bangun Sistem Pendingin Udara Menggunakan Metode Penguapan Air Dan Kontrol Logika <i>Fuzzy</i>	Mengimplementasikan metode <i>fuzzy</i>	Menggunakan Atmel Atmega 328P sebagai Mikrokontroller	Menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai Mikrokontroller dan sensor DHT22
3	(Siswanto, Ikin Rojikin, Windu gata. 2019) Pemanfaatan Sensor Suhu DHT-22, Ultrasonik HC-SR04 Untuk Mengendalikan Kolam Dengan Notifikasi Email	Menggunakan sensor DHT22 dan Sensor HC-SR04	Menggunakan Arduino Uno R3 sebagai Mikrokontroller	Menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai Mikrokontroller dan menggunakan metode <i>Fuzzy</i>
4	(Eka Pratama Saksono. 2019) Rancang Bangun Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Kumbung Jamur Berbasis Logika <i>Fuzzy</i> Menggunakan Metode Telemetry	Mengimplementasikan logika <i>fuzzy</i>	Menggunakan Arduino Uno sebagai Mikrokontroller	Menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai Mikrokontroller Dan sensor DHT22
5	(Biqing Li, Wenya Lai, Chongjun Yang, Shiyong Zheng. 2016) <i>Design of The Intellegent Air humidifier</i>	Memonitoring suhu dan kelembaban udara	Menggunakan AM2302 sebagai sensor suhu dan kelembaban	Menggunakan DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembaban
6	(Amelia Alawiah dan Adnan Rafi. 2017) Sistem Kendali dan Pemantauan Ketinggian Air pada Tangki Berbasis Sensor Ultrasonik	Menggunakan HC-SR04 sebagai sensor ultrasonik	Menggunakan Arduino Uno sebagai Mikrokontroller	Menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai Mikrokontroller



No	Nama Peneliti, Tahun dan Judul	Persamaan	Perbedaan	
			Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
7	(Ipriadi, Gunadi dan Julius. 2019) Pendeteksi Volume Air Secara Otomatis Menggunakan <i>Fuzzy</i>	Mengimplementasikan metode <i>fuzzy</i> dan menggunakan HC-SR04 sebagai sensor ultrasonik	Menggunakan Arduino Uno sebagai Mikrokontroller	Menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai Mikrokontroller
8	(Fredrik Fransiscus Sirait. 2022) Simulasi Pengontrol Suhu dan Kelembaban Ruang ICU Menggunakan Sensor DHT-22	Pemantauan Kelembaban dengan sensor DHT22	Menggunakan Arduino MEGA2560 Mikrokontroller	Menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai Mikrokontroller dan Menggunakan metode <i>Fuzzy</i>
9	(Rama Sahtyawan dan Arief Ikhwan Wicaksono. 2022) Penerapan Teknologi Garden Bonsai Untuk Mendeteksi Kelembaban Tanah Dalam Penyiraman Otomatis, Sensor Gerak Maling Dan Cctv Berbasis Iot ( <i>Internet Of Things</i> ) Menggunakan Energi Alternatif Panel Surya	Menggunakan sensor PIR (passive infrared), Menggunakan Mikrokontroller ESP32	Menggunakan sensor DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembaban	Menggunakan sensor DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembaban
10	(Nailul Rahmah Pohan dan Rahmat Rasyid. 2021) Rancang Bangun Sistem Kipas Otomatis Menggunakan Sensor PIR dan Sensor Suhu LM35	Menggunakan sensor PIR (passive infrared)	Menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroller	Menggunakan sensor DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembaban, menggunakan

No	Nama Peneliti, Tahun dan Judul	Persamaan	Perbedaan	
			Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
				ESP32 sebagai mikrokontroller
11	(Anton Yudhana dan Furizal Sunardi. 2023) Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban dengan <i>Air Conditioner</i> Menggunakan Logika <i>Fuzzy</i> dan <i>Internet of Things</i>	Menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroller dan sensor DHT22.	Menggunakan metode <i>Fuzzy</i> Tsukamoto	Menggunakan metode <i>Fuzzy</i> sugeno sebagai penentu <i>output</i> .
12	(Feriawan Saputra, Devie Ryana Suchendra, dan Muhammad Ikhsan Sani. 2020) Implementasi Sistem Sensor DHT22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroller Nodemcu Esp8266 Pada Ruang	Menggunakan sensor DHT22 sebagai pembaca suhu dan kelembapan pada ruangan	Menggunakan Mikrokontroller Nodemcu Esp8266	Mikrokontroller Nodemcu ESP32 sebagai mikrokontroller.
13	(Gunawan dan Titin Fatimah. 2020) Implementasi Sistem Pengaturan Suhu Ruang Server Menggunakan Sensor DHT11 dan Sensor PIR Berbasis Mikrokontroller	Menggunakan sensor PIR sebagai pendeteksi gerakan.	Menggunakan sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban. Menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroller	Menggunakan sensor DHT22 sebagai sensor pendeteksi kelembaban dan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroller
14	(Albert Suwandhi dan Tintin Chandra. 2020) Perancangan <i>Prototype</i> Sistem Pengukuran Suhu	Pemantauan Kelembaban dengan sensor DHT22	Menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno	Mikrokontroller Nodemcu ESP32 sebagai mikrokontroller.

No	Nama Peneliti, Tahun dan Judul	Persamaan	Perbedaan	
			Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
	dan Kelembaban Ruangan dengan Sensor DHT22 Berbasis Arduino UNO pada STMIK IBBI			

Tabel 2.1 merupakan perbandingan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini. Penelitian ini dilakukan menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler karena NodeMCU ESP32 ini memiliki modul *wifi* yang dapat mendukung monitoring melalui protokol MQTT sebagai penghubung untuk mengirim data dari sensor ke web Telkom IoT Platform. Penelitian ini menggunakan sensor DHT22, sensor HC-SR04, dan sensor PIR. Sebagai penentu *output*, penelitian ini menggunakan metode *fuzzy*. Logika *fuzzy* digunakan untuk mengolah data kelembaban dari DHT22 untuk acuan menentukan *output*. Keadaan yang dikeluarkan logika *fuzzy* berupa *rule base* yang mempengaruhi durasi hidupnya *humidifier*. Data dari sensor disimpan pada Telkom IoT platform melalui protokol MQTT, yang memungkinkan pengguna untuk melihatnya secara *realtime* dari jarak jauh. Selain itu, untuk memantau kondisi di lokasi secara langsung, data juga ditampilkan pada layar LCD.

## 2.2 LANDASAN TEORI

### 2.2.1 MODUL HUMIDIFIER

Modul *Humidifier* merupakan sebuah perangkat elektronika yang bertugas sebagai pelembab udara. Seperti Gambar 2.1 modul *humidifier* berfungsi menghasilkan keluaran uap berdasarkan program yang telah diatur, dan dapat diatur dengan cara dihubungkan ke perangkat mikrokontroler. Untuk beroperasi, modul ini memerlukan tegangan supply sebesar 5VDC dengan arus sekitar 500mA. Dengan menghubungkannya ke sumber daya sesuai dengan spesifikasi tersebut, modul *Humidifier* dapat diaktifkan dan berfungsi sesuai dengan kebutuhan [19].



**Gambar 2. 1 Modul *Humidifier* [19]**

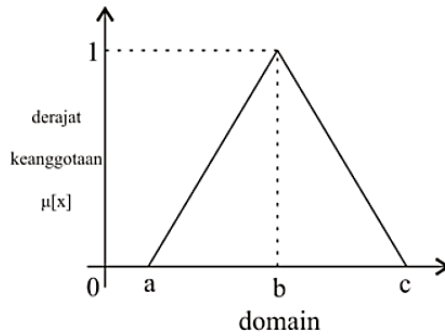
### **2.2.2 LOGIKA FUZZY**

Salah satu penerapan dalam bidang sistem kendali yang berdasarkan sistem logika adalah *Fuzzy Logic Controller* (FLC). FLC merupakan bagian dari kecerdasan buatan yang meniru kemampuan berpikir manusia dan diimplementasikan dalam bentuk algoritma yang dijalankan oleh mesin. Logika *fuzzy* dalam FLC menggunakan derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Logika *fuzzy* digunakan untuk menerjemahkan besaran yang diekspresikan dalam bahasa (linguistik), dan menggambarkan sejauh mana suatu nilai itu benar atau salah. Dalam konteks FLC, logika *fuzzy* memetakan ruang *input* ke dalam ruang *output*. Metode *fuzzy* Sugeno adalah salah satu metode inferensi *fuzzy* yang digunakan untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk if-then. Pada metode ini, *output* sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linier. [20].

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah sebuah kurva yang menggambarkan bagaimana suatu titik data *input* dipetakan menjadi nilai keanggotaan pada himpunan *fuzzy*. Terdapat berbagai macam fungsi yang dapat digunakan untuk menggambarkan kurva tersebut [21] :

1. Representasi Kurva Segitiga

Pada dasarnya, kurva segitiga adalah kombinasi dari dua garis lurus (linear), seperti yang terlihat dalam Gambar 2.2.



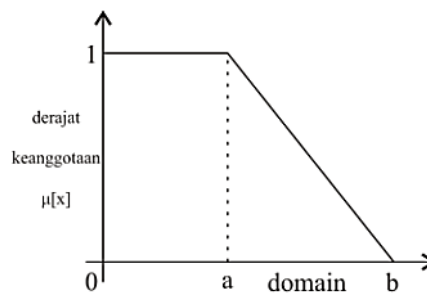
**Gambar 2. 2 Kurva Segitiga**

Fungsi keanggotaan :

$$\mu|x| = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x - a}{b - a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c - x}{c - b}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

## 2. Representasi Kurva Bentuk Bahu

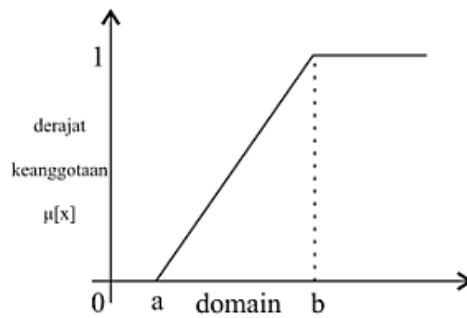
Kurva bahu dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu bahu kiri dan bahu kanan. Perhitungan dan fungsi keanggotaan untuk setiap kurva dapat ditemukan pada Gambar 2.3 dan Gambar 2.4.



**Gambar 2. 3 Kurva Bahu Kiri**

Fungsi keanggotaan :

$$\mu|x| = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{x - a}{b - a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$



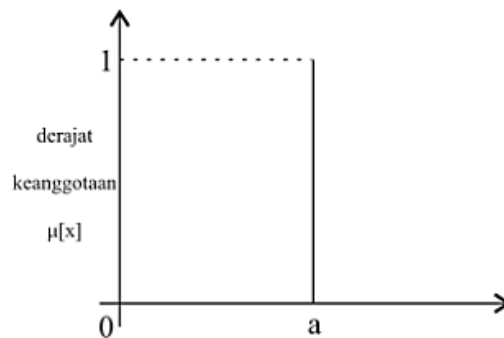
**Gambar 2. 4 Kurva Bahu Kanan**

Fungsi keanggotaan :

$$\mu|x| = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x - a}{b - a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

### 3. Representasi Kurva *Singleton*

*Singleton* adalah himpunan *fuzzy* yang hanya memiliki satu titik tunggal dalam semesta pembicaraan, yaitu ( $= a$ ). Konsep ini direpresentasikan dalam bentuk fungsi keanggotaan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



**Gambar 2. 5 Kurva *Singleton***

Fungsi keanggotaan :

$$\mu|x| = \begin{cases} 1, & \text{untuk } x = a \\ 0, & \text{untuk } x \neq a \end{cases}$$

### 2.2.3 SENSOR DHT22

DHT22 adalah sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban relatif, dengan keluaran berupa sinyal digital. Sensor ini memiliki 4 pin, yaitu *power supply*, data signal, null, dan *ground*. Dalam melakukan pengukuran, sensor DHT22 menggunakan kapasitor dan termistor untuk mengukur kondisi udara di sekitarnya. DHT22 memiliki kualitas pengukuran yang lebih baik daripada DHT11 dalam hal pembacaan suhu dan kelembaban. Sensor DHT22 memiliki tiga terminal, yaitu GND (*ground*), VCC (*power supply*), dan Vout (keluaran data) seperti pada Gambar 2.6. Sensor ini dapat beroperasi dalam rentang suhu antara -40 °C hingga 80 °C, dan memiliki akurasi sekitar  $\pm 0,5$  °C dalam mengukur suhu serta kelembaban dalam rentang 0% hingga 100% [22].



**Gambar 2. 6** Sensor DHT22 [22]

### 2.2.4 SENSOR PIR (*PASSIVE INFRARED RECEIVER*)

PIR adalah perangkat sensor yang mendeteksi pancaran sinyal infra merah yang dipancarkan oleh tubuh manusia. Sensor PIR memiliki kemampuan untuk merespons perubahan dalam pancaran sinyal infra merah yang berasal dari tubuh manusia yang ditujukan pada Gambar 2.7. Struktur sensor PIR terbuat dari bahan kristal yang menghasilkan beban listrik saat terkena panas dan pancaran sinyal infra merah. Selain itu, perubahan intensitas pancaran sinyal infra merah juga menyebabkan perubahan dalam beban listrik pada sensor tersebut [23].



**Gambar 2. 7 Sensor PIR [23]**

### **2.2.5 SENSOR HC-SR04**

Sensor ultrasonik adalah perangkat elektronik yang memiliki kemampuan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Salah satu jenis sensor ultrasonik yang umum digunakan untuk memantau jarak benda atau objek adalah Sensor HC-SR04. Sensor ini terdiri dari dua bagian, yaitu transmitter yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik, dan *receiver* yang berfungsi untuk menerima gelombang kembali seperti pada Gambar 2.8. Sensor HC-SR04 dapat mengukur jarak dengan rentang antara 2 cm hingga 400 cm, dengan tingkat presisi sekitar 0,3 cm. Kemampuan sudut deteksinya tidak lebih dari 15°. Konsumsi arus yang dibutuhkan oleh sensor ini tidak lebih dari 2mA, dan tegangan yang diperlukan untuk mengoperasikannya adalah +5V. Sensor HC-SR04 memiliki 4 pin sebagai bagian dari koneksinya, beberapa spesifikasi lain sensor HC-SR04 ditunjukkan pada Tabel 2.2 [24].



**Gambar 2. 8 Sensor HC-SR04 [24]**

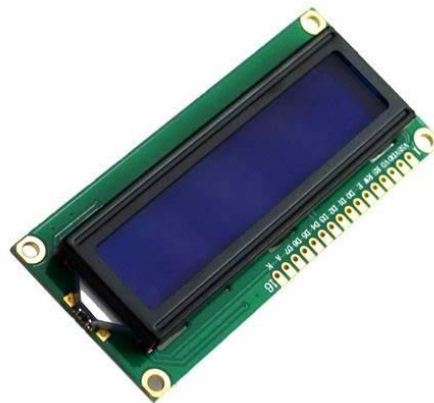


**Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor HC-SR04**

<b>Model</b>	<b>HC-SR04</b>
Jarak Deteksi	2 - 300 cm
Akurasi Jarak	3 mm
Tegangan Operasi	5 Volt
Sudut Pantul	< 15 derajat
Konsumsi Arus	15 mA
Panjang	4,5 cm
Lebar	2 cm
Tinggi	1,5 cm

### **2.2.6 LCD (*LIQUID CRYSTAL DISPLAY*)**

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah jenis tampilan elektronik yang menggunakan teknologi CMOS logic untuk beroperasi. Seperti pada Gambar 2.9, Layar LCD bekerja dengan cara memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya (*front-lit*) atau mentransmisikan cahaya dari belakangnya (*back-lit*), namun layar ini sendiri tidak menghasilkan cahaya [25].



**Gambar 2. 9 LCD [25]**

LCD 16x2 memiliki banyak pin, namun dengan menggunakan modul board PCF8574, penggunaan pin dapat dihemat dan dikonfigurasi ke mikrokontroler. Pada board modul PCF8574 terdapat empat pin, yaitu GND (*ground*), VCC (*power*

*supply*), SDA (*Serial Data Line*), dan SCL (*Serial Clock Line*). Pin ini akan terhubung ke mikrokontroler melalui jalur komunikasi yang disebut I2C (*Inter-Integrated Circuit*). Dengan menggunakan modul PCF8574 dan jalur I2C, LCD 16x2 dapat dihubungkan dengan mikrokontroler secara lebih efisien.

### **2.2.7 WATER PUMP**

Pompa adalah alat mekanis yang berfungsi untuk mengangkat cairan dari daerah rendah ke daerah tinggi atau meningkatkan tekanan cairan dari yang bertekanan rendah menjadi bertekanan tinggi berbentuk seperti Gambar 2.10. Selain itu, pompa juga berperan sebagai penguat laju aliran dalam suatu sistem jaringan perpindahan. Mekanisme ini tercapai dengan menciptakan tekanan rendah pada sisi masuk atau bagian suction, dan tekanan tinggi pada sisi keluar atau bagian discharge dari pompa [26]. *Water Pump* berfungsi sebagai motor untuk memompa air dengan cara menarik air melalui lubang di bagian bawah dan mengalirkannya ke samping, menghasilkan aliran air dengan kecepatan tertentu [27].

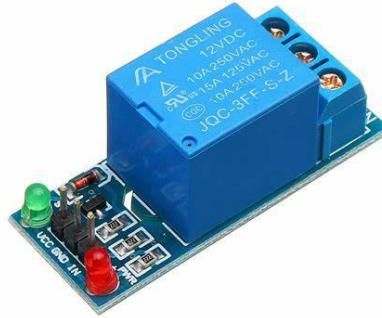


**Gambar 2. 10 Water Pump** [27]

### **2.2.8 RELAY**

*Relay* adalah bagian elektronik yang berfungsi sebagai saklar atau sakelar yang dioperasikan secara elektrik yang berbentuk seperti Gambar 2.11 ini terdiri dari dua bagian utama: elektromagnet (koil) dan bagian mekanis (satu set kontak sakelar). Prinsip kerja *relay* adalah menggunakan efek elektromagnetik untuk

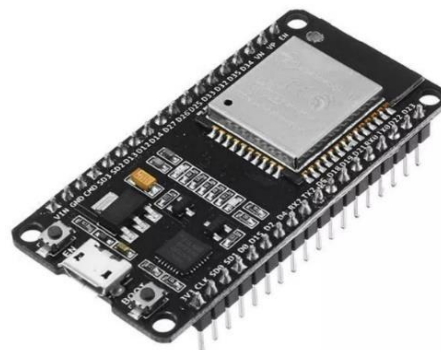
menggerakkan saklar sehingga dapat mengalirkan listrik tegangan tinggi dengan arus listrik yang kecil. [28].



**Gambar 2. 11 Relay [28]**

### 2.2.9 NODEMCU ESP32

NodeMCU ESP32 memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain karena dilengkapi dengan fitur WiFi di dalam *chip*, sehingga sangat mendukung pembuatan aplikasi sistem *Internet of Things* (IoT) [25]. Inovasi dari NodeMCU ESP8266, NodeMCU ESP32 menggunakan pins 3.3V, D15, D4, D18, dan *ground* berbentuk seperti Gambar 2.12. NodeMCU ESP32 dapat berkolaborasi dengan IoT platforms dan mobile *devices*, dan memiliki fitur yang menghemat daya dan mendukung *dual bluetooth mode* [29].



**Gambar 2. 12 NodeMCU ESP32 [29]**

### 2.2.10 ARDUINO IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan dan menulis logika pemrograman yang terintegrasi untuk berbagai jenis *hardware*. Fungsinya mencakup penulisan dan pengembangan program, kompilasi kode menjadi format biner, serta mengunggah program ke memori mikrokontroler. Pada Arduino IDE, bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C, yang memungkinkan pembuatan logika *input* dan *output* dalam program [30]. *Software* ini tersedia secara gratis dan dapat diunduh untuk berbagai sistem operasi seperti Windows, Mac OS X, dan Linux. Arduino IDE adalah perangkat lunak dengan logo seperti Gambar 2.13 yang dibuat dengan bahasa pemrograman Java. Komponen dari *software* Arduino IDE meliputi:

1. Editor Program

Sebuah window yang menyediakan kemampuan bagi pengguna untuk menulis dan mengedit program menggunakan bahasa pemrograman Processing.

2. *Compiler*

Sebuah modul yang mengkonversi kode program menjadi kode biner, karena sebenarnya mikrokontroler tidak dapat memahami bahasa pemrograman *Processing* secara langsung.

3. *Uploader*

Sebuah modul yang mengunggah kode biner dari komputer ke memori yang ada di dalam papan Arduino [31].



**Gambar 2. 13 Arduino IDE [30]**

### 2.2.11 WIRESHARK

*Wireshark* merupakan alat analisis paket jaringan. Fungsinya adalah untuk menangkap paket-paket jaringan dan menampilkan data paket dengan tingkat detail yang tinggi. Secara analogi, *Wireshark* bisa diibaratkan sebagai alat pengawas atau pemantau yang digunakan untuk mengamati aktivitas yang terjadi di dalam kabel jaringan [32]. Awalnya dikenal dengan nama *Ethereal*, *Wireshark* merupakan perangkat lunak yang dikembangkan oleh Gerald Combs pada tahun 1988 dengan logo seperti Gambar 2.14. Fungsinya utamanya adalah untuk mengatasi masalah dan menganalisis jaringan komputer. *Wireshark* dapat beroperasi pada sistem Windows dan UNIX. Selain itu, perangkat lunak ini sering sudah terinstal di beberapa distribusi Linux seperti Kali Linux. *Wireshark* mendukung berbagai protokol yang berbeda untuk membantu dalam analisis dan pemecahan masalah pada jaringan komputer [33].

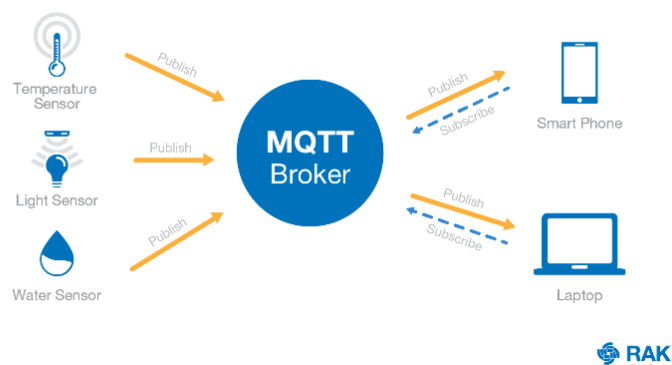


**Gambar 2. 14 *Wireshark* [33]**

### 2.2.12 MQTT (MESSAGE QUEUING TELEMETRY TRANSPORT)

Protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) adalah protokol yang secara khusus dirancang untuk komunikasi antar "mesin ke mesin" (*machine-to-machine*). Protokol MQTT berjalan di atas TCP/IP dan memiliki ukuran paket data yang sangat kecil dengan overhead minimum ( $>2$  byte), sehingga konsumsi daya yang dibutuhkan juga relatif rendah. Keistimewaan dari protokol ini adalah kemampuannya untuk mengirimkan data dalam berbagai bentuk, seperti data biner, teks, XML, atau JSON. Dalam penggunaannya, MQTT menggunakan model *publish/subscribe*, bukan model client-server. Berbagai opsi tersedia untuk

mengimplementasikan protokol MQTT pada perangkat. MQTT Broker berfungsi sebagai pengaturan pusat yang menangani proses *publish* dan *subscribe* data seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.15. Metode komunikasi *publish/subscribe* yang digunakan oleh protokol MQTT berarti bahwa pesan dikirim ke broker dan menyertakan topik tertentu yang ditentukan oleh *publisher*. Kemudian, broker akan mengelola dan meneruskan pesan tersebut ke *subscriber* yang telah meminta informasi berdasarkan topik yang relevan bagi mereka [34].



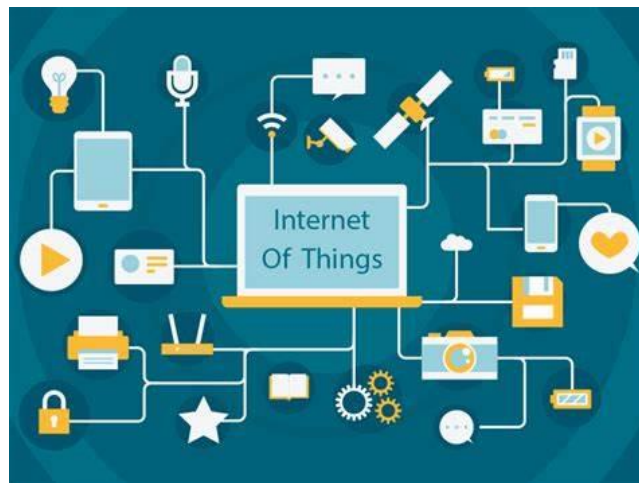
**Gambar 2. 15 MQTT [34]**

### 2.2.13 INTERNET OF THINGS

Pada intinya, *Internet of Things* (IoT) adalah konsep di mana semua objek di dunia fisik dapat berkomunikasi satu sama lain sebagai bagian dari sistem terpadu menggunakan jaringan internet sebagai penghubung. Perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai perangkat pengumpul data yang terhubung ke internet untuk komunikasi, dan server sebagai tempat pengumpulan informasi yang diterima oleh sensor dan digunakan untuk analisis [36].

*Internet of Things* (IoT) berfungsi sebagai alat untuk memperluas konektivitas internet secara terus-menerus guna mengumpulkan data dan melakukan pengendalian jarak jauh, tanpa memerlukan interaksi manusia. Konsep IoT berpusat pada interaksi dan pemrosesan data antara detektor sensor dan objek. Meskipun perangkat komputer dan smartphone sering digunakan untuk mengontrol dan berkomunikasi dengan perangkat IoT, istilah "things" pada IoT merujuk pada objek yang tidak termasuk perangkat komputer atau smartphone seperti yang

ditujukan pada Gambar 2.16. Penelitian-penelitian yang terkait dengan sistem deteksi menggunakan IoT dan pemantauan perangkat server berbasis IoT membahas platform IoT yang digunakan dalam sistem, desain dan konfigurasi perangkat keras detector, proses deteksi, pemantauan, dan *output* notifikasi ke layar LCD atau smartphone. Salah satu platform IoT yang sering digunakan dalam penelitian ini adalah Blynk, yang memberikan informasi pemantauan suhu dan kelembaban secara *realtime* [37].

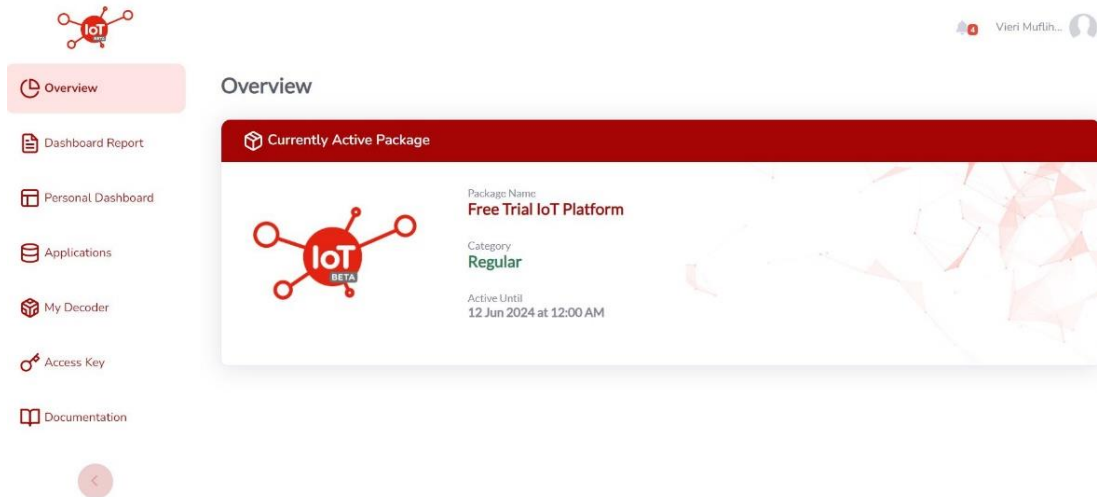


**Gambar 2. 16** *Internet of Things* [37]

#### **2.2.14 TELKOM IOT PLATFORM**

Platform IoT Telkom adalah suatu layanan teknologi yang memudahkan pengguna untuk menghubungkan, mengelola, dan mengotomatiskan berbagai perangkat atau sensor. Data dari perangkat-perangkat tersebut dapat divisualisasikan dalam sebuah dasbor pribadi yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan pelanggan. Telkom IoT Platform menggunakan model bisnis Riset, Inovasi, dan Kolaborasi, dan memiliki cakupan pasar yang luas, termasuk segmen akademisi, B2B, dan institusi besar sebagai pengguna. Pada menu tampilan, terdapat ringkasan informasi dari akun pengguna, seperti jenis platform yang digunakan, periode aktif, kategori, serta ringkasan aplikasi dan perangkat yang digunakan. Selain itu, menu juga menyajikan informasi tentang jenis konektivitas dan jumlah perangkat yang terhubung ke setiap jenis konektivitas. Setelah pengguna berhasil membuat akun dan masuk ke Platform Telkom IoT, tampilan

utama konsol akan terlihat. Gambar 2.17 merupakan tampilan awal Telkom IoT Platform.



**Gambar 2. 17 Tampilan Awal Telkom IoT Platform**

### 2.2.15 PERHITUNGAN *ERROR* DAN AKURASI

Pengujian data dilakukan menggunakan Sensor Suhu dan Kelembaban yang bertujuan untuk memperoleh hasil yang akurasi terhadap hasil pengujian sensor, maka untuk mendapatkan hasil *error* dari sensor tersebut dilakukanlah perhitungan seperti dibawah ini [38] :

$$E = \left| \frac{\text{Data Sebenarnya} - \text{Data Terukur}}{\text{Data Sebenarnya}} \times 100\% \right|$$

$$\text{Akurasi} = (100 - E)\%$$

Keterangan :

$E$  = *Error*

$\bar{X}$  = Rata-Rata

$X_i$  = Data Pertama

$N$  = Jumlah Nilai *Error*

### 2.2.16 PERHITUNGAN *DELAY*

*Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk suatu data untuk menempuh jarak ke tujuan dengan beberapa kategori seperti pada Tabel 2.3. *Delay* juga bisa diartikan sebagai rumus untuk mencari waktu jeda antara penerimaan dan



pengiriman data. pengujian delay dalam konteks Internet of Things (IoT) mengacu pada pengukuran dan evaluasi waktu tunggu atau keterlambatan (delay) dalam mentransmisikan data antara perangkat IoT yang terhubung. Delay dalam IoT adalah salah satu faktor penting yang memengaruhi kinerja dan respons sistem, dan ini dapat memiliki dampak yang signifikan terutama dalam aplikasi real-time dan berkinerja tinggi. Pengujian delay sangat penting dalam mengoptimalkan performa aplikasi IoT dan memastikan bahwa sistem merespons dengan baik terhadap permintaan dalam waktu nyata. [39]

$$Delay = Waktu\ Penerimaan\ Paket - Waktu\ Pengiriman\ Paket$$

Di dalam *delay* juga terdapat rumus rata-rata *delay* :

$$Rata - Rata\ Delay = \frac{Total\ Delay}{Total\ Paket\ yang\ diterima}$$

**Tabel 2. 3 Kategori Delay**

Kategori	Packet Loss (%)
Sangat Bagus	0
Bagus	5
Sedang	15
Jelek	25