

BAB II DASAR TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian dan pengembangan jemuran otomatis ada beberapa penelitian yang telah mengangkat topik ini diantaranya Penelitian pada tahun 2020 yang berjudul Rancang Bangun Prototype Jemuran Berbasis IoT telah berhasil merancang prototipe jemuran berbasis IoT dengan tambahan komponen kipas dan lampu. Sistem ini mengandalkan sensor cahaya LDR, sensor hujan, dan sensor DHT11 sebagai input yang diprogram oleh Arduino Wemos, dengan output berupa motor DC, kipas, dan lampu yang diatur oleh driver L298N. Penelitian ini menunjukkan bahwa sensor raindrop dan LDR dapat mendeteksi hujan dan cahaya secara akurat, sehingga jemuran dapat bergerak otomatis dari dalam ruangan ke luar ruangan berdasarkan kondisi lingkungan [9]. Penelitian kedua yang digunakan berjudul Rancang Bangun Sistem Jemuran Otomatis Berbasis Arduino Uno lebih berfokus pada rancang bangun sistem jemuran otomatis berbasis Arduino Uno. Dengan menggunakan sensor cahaya, sensor air, dan sensor kelembaban sebagai input, mereka berhasil menciptakan prototipe sistem jemuran otomatis dengan kecepatan penutup atap jemuran yang dapat diatur secara presisi pada berbagai waktu [[9]. Penelitian ketiga memiliki judul Sistem Kontrol dan Monitoring Jemuran Pakaian Berbasis IOT dengan Menggunakan Aplikasi Blynk bertujuan untuk merancang sistem kontrol dan monitoring jemuran pakaian berbasis IoT dengan menggunakan Blynk. Melalui berbagai komponen seperti nodeMCU, relay, dan motor stepper, penelitian ini berhasil menciptakan prototipe jemuran otomatis yang dapat dikontrol dan dimonitoring dari jarak jauh. Namun, masalah koneksi internet menjadi tantangan dalam pengiriman data sensor yang akurat [[10]]. Penelitian keempat memiliki judul Sistem Jemuran Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Arduino dengan menciptakan simulasi sistem

jemuran otomatis menggunakan mikrokontroler berbasis Arduino. Dengan sensor LDR dan sensor hujan sebagai pendeteksi cuaca, penelitian ini membuktikan bahwa sistem jemuran otomatis ini memberikan manfaat yang signifikan dalam kehidupan sehari-hari dengan pengendalian motor driver yang tepat. Selain itu beberapa penelitian berhasil menciptakan prototipe berbasis IoT dengan sensor cahaya, hujan, dan DHT11 yang memungkinkan jemuran bergerak otomatis dari dalam ke luar ruangan berdasarkan kondisi lingkungan [10]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Yayan Hendrian pada 2019 dengan judul Jemuran Otomatis Menggunakan Sensor LDR, Sensor Hujan dan Sensor Kelembaban Berbasis Arduino bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah sistem jemuran pakaian otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan metode logika fuzzy penelitian ini mengoptimalkan pengguna dalam menjemur pakaian secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan secara efisien dan akurat. Dengan sistem ini dapat meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan mengurangi risiko kerusakan pakaian saat menjemur [[11]].

. Penelitian lainnya menghadirkan sistem berbasis Arduino dengan sensor cahaya, air, dan kelembaban yang dapat mengatur kecepatan penutup atap jemuran secara presisi. Selain itu, terdapat juga penelitian yang menggunakan teknologi Blynk untuk mengontrol dan memonitor jemuran otomatis dari jarak jauh. Implementasi metode logika fuzzy pada sistem jemuran otomatis juga membuktikan pengeringan pakaian dapat dioptimalkan sesuai dengan kondisi lingkungan. Selain itu, penelitian berbasis web menggunakan metode Naïve Bayes menawarkan kemudahan akses dan kontrol dalam pengaturan otomatis pengeringan pakaian [11]. Semua penelitian tersebut menunjukkan bahwa jemuran otomatis dengan berbagai metode dan teknologi telah memberikan solusi yang efisien dan efektif dalam menjemur pakaian secara otomatis berdasarkan kondisi lingkungan sekitar.

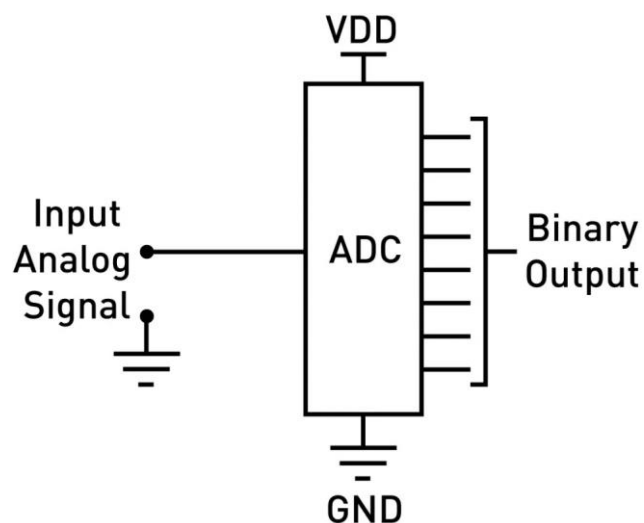
Berdasarkan seluruh penelitian tersebut, penulis mengambil kesimpulan bahwa penggunaan metode logika *fuzzy* dalam Sistem Jemuran Pakaian

Otomatis Berbasis *Internet of Things* (IoT) memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengeringan pakaian. Referensi dari jurnal-jurnal sebelumnya telah memperkuat dasar teori penelitian ini dan memberikan dukungan untuk pendekatan yang diambil. Hasil dari penelitian sebelumnya juga telah membantu penulis menyusun kerangka penelitian yang komprehensif dan merancang metode penelitian yang sesuai. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan sistem jemuran pakaian otomatis yang lebih pintar, ramah lingkungan, dan dapat diakses dari jarak jauh melalui *Internet of Things* (IoT).

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 *Analog to Digital Converter (ADC)*

Analog to Digital Converter (ADC) adalah komponen elektronik yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi digital. ADC sendiri dapat berupa rangkaian elektronik, IC chip, atau bahkan sebuah modul.[12]



Gambar 2.1 Gambar Analog to Digital Converter

Sinyal analog adalah sinyal yang nilainya berubah secara kontinu dalam rentang tertentu, sementara sinyal digital adalah sinyal yang direpresentasikan dalam bentuk diskrit atau angka (misalnya 0 dan 1). ADC digunakan ketika kita ingin mengukur atau memproses sinyal analog dalam sistem elektronik digital, seperti komputer, mikrokontroler, atau perangkat digital lainnya.

Proses konversi dari analog ke digital dilakukan dengan cara mengambil sampel nilai sinyal analog pada interval waktu tertentu dan kemudian mengubah nilai-nilai tersebut menjadi representasi digital dengan menggunakan skala tertentu, seperti skala biner (binary) dalam bentuk angka digital. ADC memiliki berbagai jenis dan resolusi, tergantung pada kebutuhan aplikasi dan tingkat akurasi yang dibutuhkan. Ini merupakan komponen penting dalam banyak sistem elektronik modern yang menggabungkan komponen analog dan digital.

2.2.2 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang terdiri dari dua kata kunci, yaitu "*Internet*" dan "*Things*". Istilah "*Internet*" mengacu pada jaringan interkoneksi, di mana komputer saling terhubung menggunakan protokol TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). Sementara itu, "*Things*" dalam IoT merujuk pada objek-objek yang kita gunakan sehari-hari. Objek-objek ini dilengkapi dengan sensor-sensor yang mampu membaca kondisi lingkungan sekitarnya secara real-time tanpa perlu campur tangan manusia [13].

Lebih jauh lagi, *Internet of Things (IoT)* dapat diartikan sebagai jaringan global yang memiliki infrastruktur dinamis dengan kemampuan konfigurasi otomatis berdasarkan protokol komunikasi standar dan interoperable. Dalam IoT, objek-objek fisik maupun virtual memiliki identitas, atribut fisik, dan kepribadian virtual. Objek-objek ini menggunakan antarmuka cerdas dan terintegrasi dengan mulus ke dalam jaringan informasi, seringkali berkomunikasi dengan data terkait pengguna dan lingkungannya [14]. Dalam implementasinya, konsep IoT memungkinkan suatu objek memiliki kemampuan untuk berkomunikasi

melalui jaringan. Data dapat ditransfer tanpa melibatkan komunikasi manusia antar individu (manusia ke manusia) maupun antara manusia dengan perangkat sistem seperti komputer atau *kontroler*. Dengan teknologi IoT ini, proses kerja suatu sistem dapat meluas, dan jangkauan komunikasi menjadi lebih luas. Selain itu, proses pengolahan dan analisis data pada suatu sistem juga semakin baik [15]. Secara sederhana, IoT dapat mempermudah dan meningkatkan keterhubungan antara berbagai objek dan sistem. Misalnya, rumah pintar yang dilengkapi dengan perangkat IoT dapat mengizinkan pengguna untuk mengontrol pencahayaan, suhu, atau perangkat elektronik lainnya melalui smartphone atau perangkat lain yang terhubung dengan internet. Sensor-sensor cerdas yang terpasang pada alat-alat rumah tangga dapat mengumpulkan data tentang penggunaan energi dan memberikan informasi mengenai efisiensi penggunaan daya[16].

Tidak hanya dalam skala rumah tangga, IoT juga memiliki potensi besar dalam industri dan sektor lainnya. Dalam industri manufaktur, misalnya, perangkat IoT dapat digunakan untuk memantau dan mengoptimalkan proses produksi secara *real-time*. Sensor-sensor pada mesin-mesin dapat mendeteksi potensi kerusakan atau keausan, sehingga pemeliharaan dapat dilakukan sebelum masalah menjadi lebih parah. Namun, di balik segala potensi manfaat yang ditawarkan oleh IoT, ada pula tantangan dan risiko yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah masalah keamanan data. Dengan semakin banyaknya perangkat yang terhubung dalam jaringan, tingkat keamanan harus ditingkatkan untuk melindungi data dan privasi pengguna. Selain itu, kompatibilitas antara berbagai perangkat dan standar protokol juga menjadi perhatian penting agar semua perangkat dapat berfungsi dengan lancar dalam suatu jaringan IoT. Dalam perkembangannya, *Internet of Things* terus berkembang dan

menciptakan berbagai peluang baru di berbagai sektor kehidupan. Dengan kemampuannya untuk menghubungkan berbagai objek dan sistem, IoT dapat membawa perubahan besar dalam cara kita hidup dan bekerja di masa depan. Namun, kesadaran akan potensi risiko dan keamanan data harus tetap menjadi fokus utama dalam mengimplementasikan teknologi ini agar IoT dapat memberikan manfaat yang optimal bagi masyarakat[15].



Gambar 2.2 Konsep IoT[4]

2.2.3 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* mempunyai rentang derajat keanggotaan dari 0 hingga 1, berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai yaitu 1 atau 0. Konsep logika *fuzzy* digunakan untuk mengartikan besaran-besaran yang diekspresikan dengan bahasa (linguistic), seperti kecepatan laju kendaraan yang dinyatakan dengan kata-kata "pelan", "agak cepat", "cepat", dan "sangat cepat". Logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana nilai tersebut benar dan sejauh mana nilai tersebut salah. Dalam logika *fuzzy*, suatu besaran dapat dipetakan dalam rentang derajat keanggotaan dan derajat kebenaran. Oleh karena itu, suatu pernyataan dapat dianggap sebagian benar dan sebagian salah secara bersamaan. Logika *fuzzy* memungkinkan untuk menghadapi situasi kompleks dan ambigu yang sering ditemui dalam dunia nyata dengan lebih fleksibel dan akurat [18].

a. Fuzzifikasi

Tahap pertama dalam perhitungan fuzzy adalah Fuzzifikasi adalah salah satu tahap penting dalam proses logika fuzzy yang mengubah variabel masukan (input) berupa bilangan crisp (non-fuzzy) menjadi nilai linguistik (fuzzy) dengan menggunakan fungsi keanggotaan. Konsep fuzzifikasi ini memungkinkan sistem logika fuzzy untuk mengolah data berbasis logika linguistik, sehingga dapat mengatasi ketidakpastian dan ambiguitas dalam data masukan. dalam banyak kasus di dunia nyata, data masukan yang diterima oleh suatu sistem seringkali bersifat tidak pasti dan ambigu. Misalnya, dalam sistem pengendalian suhu ruangan, suhu dapat diukur dalam bilangan crisp seperti 25 derajat Celcius. Namun, tingkat kenyamanan manusia dalam merasakan suhu dapat berbeda-beda tergantung pada preferensi individu. Beberapa orang mungkin merasa nyaman pada suhu 25 derajat Celcius, sementara yang lain mungkin merasa terlalu panas atau terlalu dingin. Dalam konteks ini, fuzzifikasi memungkinkan kita untuk mengkonversi bilangan crisp menjadi nilai linguistik seperti "sejuk," "nyaman," "hangat," dan sebagainya, yang memungkinkan sistem logika fuzzy untuk mengambil keputusan berdasarkan tingkat keanggotaan dalam himpunan fuzzy. Pada tahap awal, kita harus menentukan himpunan fuzzy yang sesuai dengan variabel masukan. Misalnya, untuk variabel masukan suhu, kita dapat mendefinisikan himpunan fuzzy "sejuk," "nyaman," dan "hangat."

Setelah himpunan fuzzy ditentukan, langkah selanjutnya adalah mendefinisikan fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan fuzzy. Fungsi keanggotaan ini menentukan bagaimana suatu bilangan crisp berhubungan dengan himpunan fuzzy. Misalnya,

untuk himpunan fuzzy "sejuk," fungsi keanggotaan bisa berbentuk segitiga dengan tiga parameter, yaitu titik awal (a), titik puncak (b), dan titik akhir (c). Nilai masukan (bilangan crisp) akan dievaluasi menggunakan fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan fuzzy. Proses ini melibatkan perhitungan sejauh mana nilai masukan cocok dengan himpunan fuzzy tersebut. Hasil dari proses ini adalah nilai keanggotaan (*membership value*) dari setiap himpunan fuzzy yang diukur dalam skala 0 hingga 1. Semakin tinggi nilai keanggotaan, semakin cocok nilai masukan dengan himpunan fuzzy tersebut. Setelah mendapatkan nilai keanggotaan untuk setiap himpunan fuzzy, langkah selanjutnya adalah mengelompokkan nilai keanggotaan yang terdapat pada himpunan fuzzy yang sama. Misalnya, jika kita memiliki nilai keanggotaan 0.3 untuk himpunan fuzzy "sejuk" dan nilai keanggotaan 0.8 untuk himpunan fuzzy "nyaman," maka nilai-nilai tersebut akan digabungkan menjadi satu kelompok. Tahap terakhir dalam fuzzifikasi adalah membentuk variabel linguistik berdasarkan nilai keanggotaan yang telah dikelompokkan. Variabel linguistik ini akan digunakan pada tahap inference dalam logika fuzzy untuk menentukan keluaran yang dihasilkan. Proses fuzzifikasi ditunjukkan pada persamaan dibawah ini [17].

$$x = \text{fuzzifier}(x_0)$$

Dimana x merupakan definisi dari variabel dari vektor himpunan fuzzy, *fuzzifier* merupakan definisi dari mengubah nilai tegas (*crisp*) ke himpunan fuzzy, dan x_0 merupakan sebuah vektor nilai tegas dari suatu variabel masukan [17].

Fuzzifikasi memiliki peran penting dalam sistem kontrol logika fuzzy. Misalnya, dalam sistem kontrol suhu ruangan, variabel masukan berupa suhu yang diukur dalam bilangan crisp akan

defuzzifikasi menjadi variabel linguistik seperti "sejuk," "nyaman," dan "hangat." Selanjutnya, tahap inference (penalaran) menggunakan aturan-aturan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya untuk mengambil keputusan dan menghasilkan variabel keluaran yang juga berupa variabel linguistik. Tahap defuzzifikasi akan mengubah variabel keluaran yang bersifat linguistik menjadi bilangan crisp yang sesuai dengan kendali nyata dalam sistem. Dalam keseluruhan proses logika fuzzy, fuzzifikasi berperan sebagai langkah awal yang mengubah data masukan crisp menjadi bentuk linguistik yang lebih mudah diolah dan digunakan dalam pengambilan keputusan. Dengan menggunakan metode defuzzifikasi Mamdani, sistem logika fuzzy mampu menghadapi ketidakpastian dan ambiguitas dalam data masukan, sehingga memberikan kemampuan adaptif dan responsif dalam pengendalian dan pengambilan keputusan dalam berbagai aplikasi seperti sistem kontrol, pengambilan keputusan, dan analisis data.

b. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah langkah penting dalam sistem logika *fuzzy* yang berfungsi untuk mengubah keluaran *fuzzy* menjadi nilai tegas (*crisp*) sesuai dengan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini, digunakan metode *Weighted Average* sebagai teknik defuzzifikasi yang berbeda dari metode sebelumnya. Metode *Weighted Average* dapat diterapkan ketika keluaran dari beberapa proses fuzzy memiliki bentuk yang serupa. Proses defuzzifikasi dengan metode *Weighted Average* direpresentasikan dalam rumus matematis yang akan menghitung nilai tegas (*crisp*) dari keluaran fuzzy. Dengan menggunakan teknik ini, output *fuzzy* yang sebelumnya dinyatakan dalam

derajat keanggotaan akan diubah menjadi nilai yang konkret dan lebih mudah diinterpretasikan dalam konteks aplikasi yang relevan.[17].

$$z = \frac{\sum \alpha_i z_i}{\sum \alpha_i}$$

Dimana:

Z = defuzzifikasi

α_i = alpha predikat

z_i = output inferensi

Berikut langkah-langkah untuk mengaplikasikan *weighted Average method* untuk defuzzifikasi:

Langkah 1: Fuzzifikasi dan Penalaran Lakukan proses fuzzifikasi dan terapkan sistem penalaran fuzzy untuk menentukan tingkat keanggotaan dari himpunan keluaran. Tingkat keanggotaan ini mewakili tingkat kebenaran untuk setiap himpunan keluaran berdasarkan nilai input yang diberikan.

Langkah 2: Hitung pusat massa dari masing-masing himpunan keluaran fuzzy. Pusat massa dari himpunan fuzzy adalah titik berat atau pusat gravitasi dari fungsi keanggotaan dan merupakan ukuran "pusat" dari himpunan fuzzy tersebut.

Langkah 3: Berikan Bobot setiap himpunan keluaran fuzzy berdasarkan tingkat keanggotaannya yang diperoleh selama proses penalaran. Bobot ini harus menjumlah menjadi 1.

Langkah 4: Terapkan *weighted Average method* Terapkan rumus Metode Rata-rata Berbobot untuk menghitung nilai crisp keluaran (Z) berdasarkan pusat massa dan bobotnya. Nilai Z yang dihasilkan adalah nilai crisp yang mewakili keputusan akhir atau tindakan yang akan diambil berdasarkan sistem logika fuzzy. Metode Rata-rata Berbobot cukup mudah diimplementasikan dan

bisa efektif dalam banyak kasus, terutama ketika himpunan keluaran fuzzy terpisah dengan pusat massa yang jelas. Namun, metode ini mungkin tidak cocok untuk semua sistem logika fuzzy, dan dalam beberapa kasus, metode defuzzifikasi lain seperti Metode Pusat Massa, Metode Rata-rata dari Nilai Maksimum, atau Metode Pematangan bisa lebih sesuai tergantung pada masalah dan aplikasi yang spesifik

2.2.4 Modul NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah sebuah modul yang menggabungkan NodeMCU dengan mikrokontroler ESP8266 menjadi satu board yang kompak. Dengan penyatuan ini, pengguna tidak perlu membeli keduanya secara terpisah atau merakitnya lagi. *Mikrokontroler* ESP8266 telah dirancang dengan fitur Wi-Fi yang terintegrasi secara langsung, sehingga tidak memerlukan modul Wi-Fi tambahan [13].

Istilah "NodeMCU" sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan dalam development kit, bukan pada perangkat kerasnya. NodeMCU bisa dianggap sebagai board yang setara dengan board Arduino untuk ESP8266. NodeMCU telah menyatukan ESP8266 dalam suatu board dengan desain yang kompak, menyediakan berbagai fungsi seperti mikrokontroler, akses Wi-Fi, dan chip komunikasi USB to Serial. Hal ini memudahkan dalam proses pemrograman, cukup menggunakan kabel data micro USB. Saat ini, ada tiga produsen NodeMCU yang produknya beredar di pasaran yaitu Amica, DOIT, dan Lolin/WeMos. Selain itu, tersedia beberapa varian board yang diproduksi, seperti V1, V2, dan V3. [16].



Gambar 2.3 Module NodeMCU ESP8266 (sumber : www.google.com)

Spesifikasi:

- Microcontroller/Chip: ESP8266-12E
- Tegangan Input: 3.3 ~ 5V
- GPIO: 13 Pin
- Kanal PWM: 10 Kanal
- 10 bit ADC Pin: 1 Pin
- Flash Memory: 4 MB
- Clock Speed: 40/26/24 MHz
- WiFi: IEEE 802.11 b/g/n
- Frekuensi: 2.4 GHz – 2.5 GHz
- USB Port: Micro USB
- USB Chip: CH340G

2.2.5 Motor DC 12V

Motor DC adalah jenis motor listrik yang mengkonversi energi listrik menjadi energi gerak mekanik dengan menggunakan tegangan arus searah pada kumparan medan. Motor DC terdiri dari dua bagian utama, yaitu stator (bagian yang tidak berputar) yang berfungsi sebagai kumparan medan dan rotor (bagian yang berputar) yang terdiri dari kumparan jangkar. Untuk menggerakkan motor DC, diperlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) [18].

Fungsi utama motor DC adalah menghasilkan daya mekanis dalam bentuk putaran. Proses ini dimungkinkan dengan menggunakan

tegangan masukan yang berasal dari sumber tegangan DC. Putaran pada motor DC dipicu oleh medan magnet yang dihasilkan oleh aliran arus DC melalui penghantar. Penghantar ini biasanya berupa lilitan kawat tembaga yang ditempatkan pada bagian motor yang berputar, yang dikenal sebagai jangkar atau armature [17]. Dengan demikian, motor DC merupakan perangkat penting yang berperan dalam mengubah energi listrik menjadi gerak mekanik dengan menggunakan prinsip kumparan medan dan jangkar. Tegangan arus searah diperlukan untuk mengalirkan arus melalui lilitan tembaga pada jangkar sehingga menciptakan medan magnet yang mendorong putaran pada motor. Motor DC digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk di dalam mesin industri, alat transportasi, dan perangkat elektronik yang memerlukan gerakan mekanik.



Gambar 2.4 Motor DC 12V[5]

2.2.6 Sensor Hujan (Rain Drop Sensor)

Sensor Hujan (*Rain Drop Sensor*) adalah tipe sensor yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan hujan atau kondisi tidak hujan, dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi sehari-hari. Sensor ini memiliki dua jenis keluaran (*output*), yaitu keluaran analog dan keluaran digital. Modul sensor hujan FC-37 dilengkapi dengan potensiometer yang dapat disesuaikan untuk mengatur sensitivitas

sensor dalam mode pembacaan digital. Untuk menjalankan operasi, modul sensor ini membutuhkan input tegangan sebesar 5 VDC [20].

Modul sensor hujan FC-37 terdiri dari dua pin pada sisi bawah PCB. Ketika tetesan air jatuh ke permukaan sensor, mereka menyebabkan perubahan pada resistansi atau konduktivitas antara dua pin tersebut. Semakin banyak tetesan air yang jatuh, maka akan semakin mudah aliran arus antara kedua pin, sehingga resistansi menurun. Mikrokontroler atau sistem yang terhubung ke sensor dapat mendeteksi perubahan resistansi ini dan mengartikannya sebagai adanya hujan. Struktur Fisik FC-37 biasanya memiliki bentuk seperti papan sirkuit dengan dimensi yang kecil, sehingga mudah untuk dipasang dan diintegrasikan ke dalam proyek elektronik. Sensor ini dilengkapi dengan beberapa komponen seperti komparator, resistor, dan beberapa komponen lainnya yang membantu dalam deteksi dan pengolahan sinyal. Penggunaan modul sensor hujan FC-37 relatif sederhana. Untuk menggunakannya, perlu menghubungkan pin output dari sensor ke pin input mikrokontroler atau sistem elektronik. Beberapa modul sensor hujan memiliki potensiometer untuk mengatur sensitivitas deteksi hujan. Dapat menyesuaikan sensitivitasnya dengan memutar potensiometer tersebut.



Gambar 2.5 Modul sensor hujan[6]

2.2.7 Sensor LDR (Light Dependent Resistor)

Light Dependent Resistor (LDR) merupakan salah satu jenis komponen resistor yang memiliki sifat resistansinya dapat berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterimanya. Fungsi utama LDR adalah sebagai sensor cahaya. Ketika LDR menerima banyak cahaya, nilai resistansinya akan menurun. Sebaliknya, jika intensitas cahaya yang diterima sedikit atau saat berada dalam kondisi gelap, nilai resistansinya akan meningkat, sehingga menghambat aliran arus listrik [20].

Karakteristik penting dari sensor LDR adalah saat penampangnya tidak terkena cahaya, seperti pada situasi ruangan gelap, resistansinya akan sangat tinggi, bahkan bisa mencapai 1 Mega Ohm (1 Juta Ohm). Namun, ketika sensor menerima cahaya, resistansinya dapat menurun secara drastis, bahkan hingga mencapai ratusan Ohm saja, tergantung pada kuatnya intensitas cahaya dan spesifikasi LDR yang digunakan [20].



Gambar 2.1 Sensor LDR[22]

2.2.8 Sensor DHT22

Sensor DHT22, juga dikenal sebagai AM2302, adalah sebuah modul sensor yang memiliki fungsi untuk mendeteksi dan mengukur suhu dan kelembaban dalam lingkungan. Sensor DHT22 menggunakan teknologi digital dan mengeluarkan data dalam bentuk digital, yang kemudian dapat diolah lebih lanjut oleh mikrokontroler atau perangkat lainnya.



Gambar 2.7 Sensor DHT22[12]

Perbedaan utama antara sensor DHT22 dengan sensor DHT11 adalah kemampuan akurasi dan rentang pengukuran yang lebih luas. Sensor DHT22 dapat memberikan pembacaan suhu dengan presisi yang lebih tinggi dan memiliki kemampuan mengukur suhu dalam rentang yang lebih luas dibandingkan dengan sensor DHT11. Selain itu, sensor DHT22 juga memiliki sensitivitas yang lebih baik dalam mengukur kelembaban, sehingga memberikan hasil pembacaan yang lebih akurat.

Sensor DHT22 juga dilengkapi dengan fitur kalibrasi untuk meningkatkan akurasi pembacaan suhu dan kelembaban. Data kalibrasi tersebut tersimpan pada memori program OTP (One-Time Programmable), yang juga dikenal sebagai koefisien kalibrasi. Dengan adanya kalibrasi ini, sensor DHT22 dapat memberikan hasil pembacaan suhu dan kelembaban yang lebih akurat dan andal, sehingga cocok digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pemantauan lingkungan dengan tingkat presisi yang tinggi.

2.2.9 Arduino Uno

Arduino uno adalah jenis suatu papan (*board*) dengan berisi mikrokontroler yang berukuran sebesar kartu kredit yang dilengkapi dengan sejumlah pin yang digunakan untuk berkomunikasi dengan

peralatan lain. sejarah pengembangannya yang dimulai pada tahun 2005, papan ini dirilis pada tahun 2010 dan menjadi salah satu varian Arduino yang paling banyak digunakan dan mudah diakses oleh pemula maupun profesional dalam berbagai proyek elektronik dan komputer fisik. Arduino Uno memiliki spesifikasi teknis yang mencakup mikrokontroler ATmega328P, tegangan kerja 5 Volt, 14 pin digital I/O (termasuk 6 pin PWM), 6 pin analog input, dan kecepatan clock 16 MHz. Dengan desain yang sederhana dan antarmuka yang mudah dipahami, Arduino Uno menawarkan kemudahan penggunaan bagi siapa pun yang tertarik dalam mengembangkan proyek elektronik.Keunggulan dari Arduino Uno adalah dukungan komunitas yang luas di seluruh dunia, membuatnya menjadi pilihan favorit bagi banyak penggemar elektronik. Komunitas ini memberikan dukungan dalam bentuk forum diskusi, situs tutorial, dan berbagai sumber daya online lainnya yang membantu pemula dan pengguna lanjutan dalam mengatasi tantangan dalam proyek mereka. Arduino Uno juga dilengkapi dengan Lingkungan Pengembangan Terpadu (IDE) yang sederhana dan mudah digunakan, memungkinkan para pengguna untuk menulis, mengunggah, dan mengelola kode program dengan lebih efisien.

Arduino adalah sebuah mikrokontroler yang sangat fleksibel dan dapat diprogram sesuai kebutuhan. Proses dasar dalam pemrograman Arduino Uno mencakup beberapa langkah, seperti menginstal Arduino IDE, menghubungkan papan Arduino ke komputer menggunakan kabel USB, memilih tipe papan "Arduino Uno" dan port serial yang sesuai, serta menulis kode program untuk mengendalikan fungsi dan perilaku papan Arduino Uno sesuai dengan proyek yang sedang dikerjakan. Program-program di Arduino biasanya disebut dengan sebutan "sketch". Arduino terdiri dari dua komponen utama, yaitu sebuah papan sirkuit fisik yang juga dikenal sebagai

mikrokontroler, dan perangkat lunak (software) atau IDE yang berfungsi sebagai compiler yang berjalan di komputer[20].



Gambar 2.8 Arduino Uno [16]

2.2.10 MATLAB

Pada penelitian ini, penulis menggunakan MATLAB sebagai alat utama untuk menganalisis data, mengimplementasikan algoritma logika fuzzy, dan melakukan simulasi sistem jemuran pakaian otomatis berbasis Internet of Things (IoT). MATLAB dipilih karena merupakan perangkat lunak yang serbaguna dan kuat dalam mengolah data, menghitung model matematika, dan melakukan pemrosesan sinyal. MATLAB atau Matrix Laboratory adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk pemrograman, analisis, serta komputasi teknis dan matematis berbasis matriks. Diperkenalkan pada tahun 1970 oleh Cleve Moler, awalnya MATLAB fokus pada penyelesaian permasalahan yang berhubungan dengan persamaan aljabar linear. Namun, seiring berjalannya waktu, sistem dalam MATLAB terus berkembang, menghadirkan fungsi-fungsi baru dan meningkatkan performa komputasinya. Logo aplikasi MATLAB ditunjukkan pada Gambar 2.8 [21].



Gambar 2.9 Logo aplikasi MATLAB[22]

Dengan menggunakan MATLAB, penulis dapat menganalisis data yang diperoleh dari sensor kelembaban, cuaca, dan sensor lainnya yang terhubung dengan sistem jemuran pakaian. Selain itu, MATLAB juga menyediakan berbagai fungsi dan alat untuk mengimplementasikan algoritma logika fuzzy yang relevan dengan pengaturan pengeringan pakaian berbasis kondisi lingkungan. Penulis juga memanfaatkan kemampuan MATLAB untuk melakukan simulasi sistem secara virtual, sehingga memungkinkan penelitian lebih dalam dan validasi algoritma sebelum diterapkan dalam prototipe fisik. Dengan demikian, penggunaan MATLAB pada penelitian ini menjadi kunci dalam pengembangan dan analisis sistem jemuran pakaian otomatis berbasis IoT dengan metode logika fuzzy. Keunggulan utama pada MATLAB adalah tersedia banyak kotak alat (toolbox) yang ditujukan untuk aplikasi-aplikasi khusus, seperti logika fuzzy, simulasi, optimasi, pengolahan citra digital, dan berbagai teknologi lainnya [23]. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memperluas fungsionalitas MATLAB sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan dari berbagai disiplin ilmu dan industri. Dengan demikian, MATLAB telah menjadi salah satu perangkat lunak paling populer dan serbaguna dalam melakukan analisis dan perhitungan matematis. [23].

2.2.11 Sketchup

SketchUp adalah perangkat lunak desain dan pemodelan 3D yang dikembangkan oleh Trimble Inc. Sebelumnya, SketchUp dikembangkan oleh Google dan kemudian diakuisisi oleh Trimble. Perangkat lunak ini dirancang untuk memudahkan pengguna dalam

membuat gambar dan model tiga dimensi dengan cepat dan mudah. SketchUp memiliki antarmuka yang intuitif dan user-friendly, membuatnya sangat populer di kalangan arsitek, desainer interior, insinyur, dan berbagai profesional kreatif. Pengguna dapat dengan mudah membuat objek geometris, bangunan, perabotan, dan berbagai elemen 3D lainnya dengan berbagai alat gambar dan manipulasi.

Salah satu fitur utama dari SketchUp adalah kesederhanaan dan keterjangkauannya, sehingga cocok digunakan oleh pengguna dari berbagai latar belakang, termasuk bagi pemula dalam pemodelan 3D. Selain itu, SketchUp juga memiliki toko komponen online yang menyediakan berbagai objek dan tekstur siap pakai, sehingga memudahkan pengguna dalam memperluas kreativitas mereka. Dengan keunggulannya dalam kemudahan penggunaan dan kecepatan pembuatan model 3D, SketchUp telah menjadi alat yang sangat berguna bagi para profesional dalam mengkomunikasikan ide, merancang proyek, dan menghasilkan visualisasi yang menarik dan realistis.



Gambar 2.9 Logo aplikasi SketchUp[23]

Pada penelitian ini, penulis menggunakan SketchUp untuk membuat visualisasi atau model 3D dari sistem jemuran pakaian otomatis sebagai contoh atau ilustrasi untuk presentasi atau publikasi penelitian. Dengan menggunakan SketchUp, peneliti dapat dengan mudah menggambarkan bagaimana sistem jemuran pakaian otomatis bekerja dan berinteraksi dengan lingkungan sekitar, memberikan gambaran yang lebih jelas dan menarik tentang konsep dan implementasi dari sistem yang dikembangkan dalam penelitian.

2.2.12 Blynk

Blynk adalah platform Internet of Things (IoT) yang inovatif dan mudah digunakan, yang memungkinkan pengguna untuk mengendalikan dan memonitor berbagai perangkat dan aplikasi menggunakan ponsel pintar. Kelebihan Blynk mencakup antarmuka pengguna yang mudah, kompatibilitas dengan berbagai papan mikrokontroler terkemuka, beragam widget yang memungkinkan kreativitas dalam desain antarmuka, integrasi mudah dengan layanan pihak ketiga, dan kemampuan untuk berbagi proyek dengan pengguna lain[24]. Platform ini berfungsi dengan menggunakan protokol komunikasi yang ringan dan efisien untuk menghubungkan perangkat mikrokontroler ke server Blynk melalui koneksi internet. Prosesnya dimulai dengan membuat proyek pada aplikasi seluler Blynk yang diberi token otentikasi unik. Selanjutnya, pengguna dapat menambahkan widget ke tata letak antarmuka proyek mereka dan mengaitkannya dengan pin atau perintah pada perangkat mikrokontroler. Komunikasi data antara perangkat mikrokontroler dan server Blynk dapat dilakukan melalui protokol TCP, UDP, HTTP, HTTPS, atau MQTT[25]. Blynk memiliki beragam aplikasi dalam berbagai bidang. Dalam Smart Home, pengguna dapat mengendalikan lampu, kipas, dan peralatan rumah pintar lainnya melalui aplikasi Blynk. Di industri, Blynk digunakan untuk memonitor dan mengontrol parameter industri seperti suhu, kelembaban, dan tekanan. Aplikasi ini juga relevan dalam sistem keamanan, mengintegrasikan sensor dan kamera untuk pemantauan lingkungan dan memberikan notifikasi keamanan. Selain itu, Blynk berperan penting dalam pendidikan sebagai alat pembelajaran IoT dan pemrograman karena antarmuka pengguna yang sederhana. Blynk didukung oleh komunitas aktif yang memberikan dukungan teknis, berbagi

proyek-proyek inspiratif, dan memberikan umpan balik untuk terus meningkatkan kualitas platform ini. Dengan kesederhanaannya dalam mengembangkan aplikasi IoT yang menarik dan efisien, Blynk telah menjadi pilihan populer bagi pengembang dan hobiis untuk mewujudkan berbagai proyek IoT yang kreatif dan bermanfaat [26].

Terdapat 3 komponen utama Blynk:

a. *Blynk Apps*

Blynk Apps menyediakan kemudahan dalam membuat antarmuka proyek dengan beragam komponen input-output yang mendukung pengiriman dan penerimaan data, serta memungkinkan representasi data dalam bentuk angka atau grafik sesuai dengan komponen yang dipilih. [27]

b. *Blynk Server*

Blynk server berfungsi sebagai fasilitas layanan backend berbasis Cloud yang bertugas mengatur komunikasi antara aplikasi smartphone dan perangkat keras. Dengan kemampuannya menangani banyak perangkat keras secara simultan, Blynk Server sangat memudahkan pengembangan sistem IoT bagi para pengembang.[28]

c. *Blynk Library*

Blynk Library adalah sebuah perpustakaan kode yang dapat membantu dalam pengembangan aplikasi. Perpustakaan ini dapat diintegrasikan dengan berbagai platform perangkat keras, sehingga memberikan fleksibilitas bagi para pengembang IoT dalam menggunakan perangkat keras yang didukung oleh lingkungan *Blynk*[29].



Gambar 2.10 *Blynk* [30]