

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

pada penelitian ini penulis akan menggunakan referensi atau tinjauan Pustaka untuk mendukung dan memperlancar dalam penelitian ini. Untuk mendukung dan memperlancar penelitian skripsi ini penulis menggunakan beberapa referensi atau tinjauan Pustaka dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis. Dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka

No	Penulis	Tahun	Judul
1	Minsar Nasution, et al.,	2019	Rancang Bangun Lemari Pengereng Biji Kakao Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno 328p
2	Benyamin Sugiarto Sihombing, et al.,	2022	Rancang Bangun Alat Pengereng Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno
3	Edykin Kahulta Tarigan, et al.,	2022	Rancang Bangun Pengereng Biji Kakao Otomatis Berbasis Arduino Uno
4	Desita Ria Yusian TB & Ulfah	2021	Pengereng Gabah Kopi Dan Pinang Menggunakan Sensor Sht11 Dan Arduino Uno
5	Fergiawan Izamas Putra & Ali Basrah Pulungan	2020	Alat Pengereng Biji Pinang Berbasis Arduino

2.1.1 Tinjauan Pustaka Terhadap Literatur 1

Penelitian yang dilakukan oleh Minsar Nasution, Edidas, dan Almasri pada tahun 2019 dari Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang dengan judul "Perancangan Lemari Pengereng Biji Kakao Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno 328p". Tujuan utama dari riset ini adalah menciptakan serta memproduksi suatu perangkat fisik dalam bentuk lemari pengereng khusus untuk biji kakao. Pilihan ini memiliki potensi untuk mengurangi beban petani yang sebelumnya harus melakukan proses pengerengan biji kakao di bawah paparan sinar matahari. Dalam konteks lemari pengereng ini, pengendalian dilakukan melalui penerapan Arduino Uno 328P dan elemen pemanas berfungsi sebagai sumber panas. alat ini dilengkapi dengan Sensor DHT12, sebuah komponen resistif yang responsif terhadap perubahan kadar air dalam biji kakao. Fungsinya adalah untuk mendeteksi suhu dan kelembapan dalam ruangan tempat pengerengan biji kakao dilakukan. Di sisi lain, tegangan keluaran dari penguat inverting akan dibaca oleh ADC pada mikrokontroler Arduino Uno 328P, dan data tersebut akan diolah dan ditampilkan pada layar LCD. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan, alat pengukur yang dirancang berhasil mengukur kadar air dalam biji kakao dengan akurasi, mencakup rentang pengukuran kadar air dari 60% hingga 7,5%. (M. A. Uno, 2019)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Minsar Nasution, Edidas, Almasri dari Prodi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang dengan judul Rancang Bangun Lemari Pengereng Biji Kakao Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno 328p. Diperlukan pengembangan lagi karena alat tersebut masih banyak memiliki kekurangan dan Mengganti motor DC yang lebih efektif lagi agar proses mekanik pengerengan dapat berjalan lebih cepat.

2.1.2 Tinjauan Pustaka Terhadap Literatur 2

Pada penelitian yang dilakukan oleh Benyamin Sugiarto Sihombing, Sumarno, Ika Okta Kirana, Poningsih, Irawan tahun (2022) dari Teknik Informatika, AMIK & STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar dengan judul Rancang Bangun Alat Pengereng Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Proses pengerengan

memegang peranan penting dalam pengolahan biji kopi dengan tujuan untuk mengontrol mutu, cita rasa, dan tingkat kekeringan kopi. Namun, proses pengeringan kopi seringkali terkendala ketika mengandalkan sinar matahari sebagai sumber panas. Oleh karena itu, dalam konteks tersebut. Alat ini memungkinkan proses pengeringan biji kopi menjadi lebih mudah dan fleksibel, dapat dilakukan kapan saja sesuai kebutuhan. Alat ini telah melalui tahap observasi yang berhasil menunjukkan bahwa desainnya mampu menghasilkan panas dalam kisaran suhu 29°C hingga 90°C, dengan bantuan sensor DHT11 untuk mengawasi suhu dan kelembapan selama proses pengeringan. Keandalan alat ini terlihat dalam kemampuannya untuk mengeringkan biji kopi robusta yang sudah dikupas dan dicuci dalam waktu 5-6 jam. Alat ini tentu memberikan kontribusi berarti bagi para petani kopi dengan mengoptimalkan penggunaan waktu dan upaya dalam proses pengeringan biji kopi. (Sihombing et al., 2022)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Benyamin Sugiarto Sihombing, Sumarno, Ika Okta Kirana, Poningsih, Irawan tahun 2019 dengan judul Rancang Bangun Alat Pengereng Biji Kopi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. Terdapat kekurangan yaitu Penggunaan komponen setiap alat dengan akurasi tinggi agar kinerja alat dapat berjalan secara maksimal.

2.1.3 Tinjauan Pustaka Terhadap Literatur 3

penelitian yang dilakukan oleh Benyamin Sugiarto Sihombing, Sumarno, Ika Okta Kirana, Poningsih, dan Irawan pada tahun 2022 di bidang Teknik Informatika, AMIK & STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar, dihasilkan judul "Perancangan Alat Pengereng Biji Kopi Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno". Proses pengeringan memainkan peran penting dalam mengolah biji kopi untuk mengendalikan kualitas, cita rasa, dan tingkat kekeringannya. Meskipun begitu, proses pengeringan biji kopi kerap menghadapi kendala ketika mengandalkan sinar matahari sebagai sumber panas. Alat ini memberi kemudahan dan fleksibilitas dalam proses pengeringan biji kopi, dapat dilakukan sesuai kebutuhan tanpa batasan waktu tertentu. Proses perancangan alat ini telah melalui tahap observasi yang berhasil membuktikan bahwa

desainnya mampu menghasilkan panas dalam rentang suhu 29°C hingga 90°C. Sensor DHT11 digunakan untuk memantau suhu dan kelembapan selama proses pengeringan. Keandalan alat ini terlihat dalam kemampuannya untuk mengeringkan biji kopi robusta yang sudah dikupas dan dicuci dalam waktu 5-6 jam. Alat ini tentu memberikan kontribusi berarti bagi para petani kopi dengan mengoptimalkan penggunaan waktu dan upaya dalam proses pengeringan biji kopi. (Sihombing et al., 2022)

2.1.4 Tinjauan Pustaka Terhadap Literatur 4

Dalam studi yang dilakukan oleh Desita Ria Yusian TB dan Ulfah pada tahun 2021 di Universitas Ubudiyah Indonesia, mereka mengembangkan sebuah penelitian berjudul "Pengembangan Pengering Gabah Kopi dan Pinang dengan Pemanfaatan Sensor SHT11 dan Arduino Uno." Di wilayah dataran tinggi Gayo, teknologi seperti alat pengering untuk biji kopi, pinang, dan biji kakao masih jarang digunakan oleh para petani. Kondisi ini menyebabkan kesulitan bagi petani saat musim hujan untuk mengeringkan hasil panen mereka, karena proses penjemuran biji kopi, pinang, dan kakao memerlukan waktu berhari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengembangkan suatu perangkat yang dapat mengeringkan biji kopi, pinang, dan kakao, menggunakan sensor SHT11 dan Arduino Uno. Alat ini juga membantu para petani di daerah Gayo dalam mengeringkan panen mereka dan mengukur kadar kelembaban dalam biji kopi, pinang, dan kakao, sehingga produk akhir memiliki kualitas yang unggul. Cara operasi perangkat ini berdasarkan pada pendeteksian kadar kelembaban pada setiap sampel. Jika sampel masih memiliki kadar kelembaban yang tinggi, pemanas akan diaktifkan untuk membantu proses pengeringan. Desain perangkat ini terdiri dari dua tahap utama, yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras diatur dengan mengintegrasikan berbagai komponen rangkaian elektronik pada papan PCB, sehingga keseluruhan perangkat dapat berfungsi secara terkoordinasi. Perancangan perangkat lunak dilakukan melalui perangkat IDE. Hasil pengukuran kadar kelembaban pada sampel setelah proses pengeringan akan ditampilkan pada layar *Liquid Crystal Display* (LCD). (A. Uno et al., 2021)

2.1.5 Tinjauan Pustaka Terhadap Literatur 5

Pada penelitian yang dilakukan oleh Fergiawan Izamas Putra, Ali Basrah Pulunga Tahun 2020 dari Universitas Negeri Padang dengan judul Alat Pengering Biji Pinang Berbasis Arduino. Tanaman pinang memiliki nilai ekonomi dan manfaat penting bagi manusia. Biasanya, pinang dikeringkan dengan menjemurnya di bawah sinar matahari, tetapi metode ini kurang efisien karena memakan waktu lama, memerlukan ruang luas, dan tergantung pada kondisi cuaca. Di saat malam atau hujan, proses pengeringan terhenti. Oleh karena itu, diperlukan alat pengering pinang otomatis yang beroperasi tanpa tergantung pada cuaca. Alat ini terdiri dari berbagai komponen seperti pemanas udara (heater) dalam ruang pengering, sensor DHT11 untuk memantau suhu dan kelembaban, kipas (fan) untuk sirkulasi udara di dalam kotak pengering, dan layar LCD 16x2 untuk menampilkan informasi suhu dan kelembaban. Arduino digunakan sebagai mikrokontroler yang diprogram untuk mengoperasikan alat ini dan mengatur suhu ruang pengering. Suhu ruang pengering diatur agar tidak melebihi 50°C. Ketika suhu melebihi batas ini, pemanas dan kipas akan berhenti berfungsi, sedangkan jika suhu turun di bawah 50°C, pemanas dan kipas akan diaktifkan kembali untuk memanaskan ruangan. (Putra & Pulungan, 2020)

2.2 kakao

Kakao sering dikenal sebagai buah coklat karena setelah melalui serangkaian tahap pengolahan, biji kakao dapat diubah menjadi bubuk coklat. Bubuk coklat ini banyak digunakan sebagai komponen dalam berbagai produk makanan dan minuman seperti susu, selai, roti, dan berbagai jenis makanan lainnya. Selain perannya dalam dunia kuliner, coklat juga memiliki banyak manfaat kesehatan yang bermanfaat. (Akhir & Amin, 2021). dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Buah Kakao

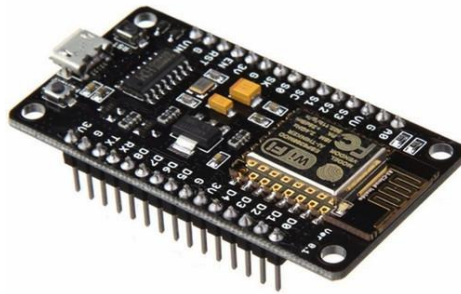
(Sumber : Akhir and Amin 2021)

Saat ini, terdapat dua metode yang umum digunakan untuk mengeringkan kakao hingga siap dijual ke penampung (gudang). Pertama adalah dengan cara menjemur biji kakao di bawah sinar matahari selama satu hari dengan syarat cuaca cerah, dimana proses ini bertujuan untuk menghilangkan lendir pada biji kakao. Namun, pendekatan ini dianggap kurang optimal karena memakan waktu yang cukup lama, dan jika selama satu minggu terjadi cuaca mendung, pengeringan harus ditunda hingga matahari muncul kembali. Metode kedua melibatkan penggunaan alat pengering khusus untuk mengeringkan biji kakao tanpa perlu menjemur di bawah sinar matahari. Pendekatan ini menawarkan potensi yang menarik karena tidak tergantung pada kondisi cuaca, namun, dalam pelaksanaannya, terdapat beberapa tantangan. Biji kakao cenderung lengket karena lendir yang dimilikinya, sehingga selama proses pengeringan, biji harus secara berkala dibolak-balik menggunakan alat seperti skop atau kayu. Selain itu, ketidakmerataan suhu dalam alat pengering yang dapat mencapai kisaran 110°C hingga 129°C dapat mengganggu efisiensi pengeringan, disebabkan oleh suhu yang sangat tinggi yang dihasilkan oleh alat pengering saat ini.

2.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan perangkat yang menggunakan koneksi internet melalui *WiFi* untuk melaksanakan tugasnya, dan memiliki peran mirip dengan mikrokontroler yang didasarkan pada *chip* ESP8266. Dalam proyek *Internet of Things* (IoT), NodeMCU digunakan sebagai kontrol dan pemantauan aplikasi, dan juga menyediakan

beberapa pin input/output yang dapat dikembangkan untuk tujuan pengembangan lebih lanjut. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram menggunakan perangkat pengembangan Arduino, seperti Arduino IDE. Bentuk minimalis dari NodeMCU ESP8266 terlihat melalui port USB (mini USB), yang memudahkan dalam proses pemrograman. Alat NodeMCU ESP8266 ini mewakili langkah terobosan yang berguna dalam kemajuan *platform IoT (Internet of Things)*, yang merupakan *derivatif* dari keluarga ESP8266 dengan tipe ESP-12. (Moch. Bakhrul Ulum et al., 2022). Gambar NodeMCU ESP8266 dapat dilihat pada gambar 2.2.



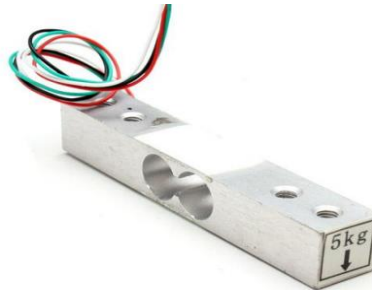
Gambar 2. 2 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan hasil pengembangan yang berasal dari kelompok modul dalam *platform IoT (Internet of Things)* ESP8266, dengan jenis modul khususnya adalah ESP-12. Fungsinya hampir setara dengan *platform* modul Arduino, tetapi perbedaannya terletak pada fokusnya yang ditujukan untuk koneksi internet. Modul NodeMCU ESP8266 dan subsistem pencatat data bekerja sama dalam mengirimkan data yang diminta oleh aplikasi Android. Komunikasi antara subsistem pencatat data dan aplikasi Android terjalin melalui modul NodeMCU ESP8266 saat keduanya berhasil terkoneksi..

2.4 Sensor Load Cell

Load Cell merupakan komponen inti yang terdapat dalam timbangan digital. Secara umum, fungsi utama *load cell* adalah untuk mengukur massa suatu objek. Struktur sensor *load cell* terdiri dari beberapa konduktor, *strain gauge*, dan jembatan

Wheatstone (Nuryanto, 2015). Sensor *load cell* yang digunakan dalam proyek penelitian ini memiliki kapasitas pengukuran maksimum sebesar 8 kg. Namun, dalam rancangan penelitian ini, batasan maksimum beban yang akan diukur adalah 5 kg. (Wahyudi et al., 2017). Gambar sensor *load cell* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Sensor Load Cell

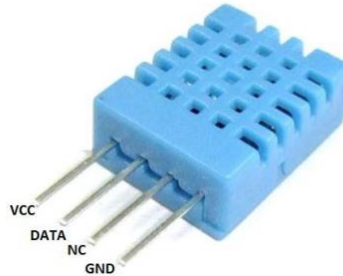
(Sumber :(Wahyudi et al., 2017)

Load Cell adalah sebuah komponen yang terdapat dalam timbangan digital, dan sensor *load cell* ini terdiri dari *strain gauge*, konduktor, serta jembatan *wheatstone*. Dalam konsepnya, loadcell berperan dalam mengukur berat suatu objek. Penggunaan komponen ini dipilih karena objek yang akan diukur memiliki berat kurang dari 5 Kg dan dimensinya yang tidak terlalu besar. Hal ini memungkinkan pemasangan sensor pada lokasi yang strategis untuk mendukung pergerakan mekanik.

2.5 Sensor DHT11

Sensor DHT11 ialah perangkat sensor dengan kemampuan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan data mengenai suhu dan tingkat kelembaban udara. Sensor ini termasuk dalam komponen yang menunjukkan tingkat kestabilan yang sangat unggul serta memiliki kemampuan kalibrasi yang sangat akurat. Nilai *koefisien* kalibrasinya disimpan dalam memori program satu kali pemrograman (OTP), yang membuatnya berperan ketika sensor *internal* mendeteksi variabel tertentu. Pada saat itu, modul ini memasukkan nilai *koefisien* tersebut dalam perhitungannya, kemudian mengirimkan sinyalnya hingga jarak 20 meter. Sensor ini memiliki spesifikasi tegangan pasokan: +5 V, rentang suhu: 0-50 °C dengan kesalahan ± 2 °C, kelembaban:

20-90% RH dengan kesalahan $\pm 5\%$ RH. (Budi & Pramudya, 2017). Gambar sensor DHT11 dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah.



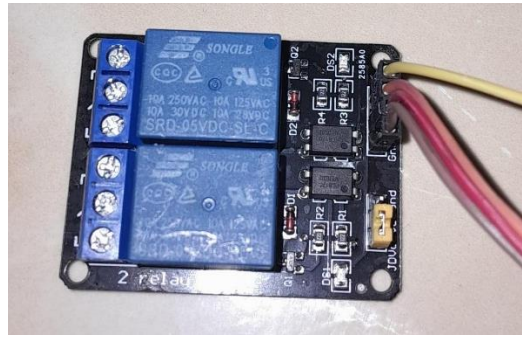
Gambar 2. 4 Sensor DHT11

(Sumber : Budi and Pramudya 2017)

Pada gambar 2.3 diatas merupakan Prinsip operasi dari sensor DHT11 adalah menggunakan perubahan kapasitif yang timbul akibat pergeseran posisi bahan dielektrik antara dua lapisan, yakni pergeseran posisi salah satu lapisan dan perbedaan luas lapisan yang berdekatan secara langsung. Kelebihan yang dimiliki oleh sensor DHT11 bila dibandingkan dengan sensor lain terletak pada kecepatan dan responsivitas tinggi dalam membaca data, serta ketangguhan terhadap interferensi yang minim. Hasil data yang dihasilkan berupa sinyal logika digital yang diakses dalam mode serial.

2.6 Relay

Relay adalah perangkat saklar listrik yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik dan dikendalikan menggunakan sinyal listrik. *Relay* merupakan salah satu komponen dalam bidang elektronika yang digunakan untuk mengatur logika dalam pengalihan sirkuit. Daya yang diperlukan untuk mengaktifkan kontak *relay* sangat rendah, tetapi *relay* mampu mengontrol perangkat yang memerlukan daya lebih tinggi. Berdasarkan jenis titik kontaknya, relay dapat dibagi menjadi dua tipe, yaitu *Normally Open* (NO) dan *Normally Closed* (NC).(-Alfariski et al., 2022). Gambar *relay* dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Modul Relay

Pada gambar 2.5 diatas *Relay* yang akan digunakan dalam eksperimen ini adalah jenis *relay Normally Closed* (NC), yang akan digunakan untuk cadangan pasokan listrik, sedangkan kontak *Normally Open* (NO) akan dihubungkan ke sumber tegangan dari jaringan listrik umum (PLN). Dalam konteks penelitian ini, *relay* diatur secara logika oleh Esp8266 untuk mengimplementasikan proses pengalihan sirkuit sesuai dengan kondisi yang telah diatur dalam program.

2.7 Liquid Cristal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan bentuk tampilan elektronik yang dibuat menggunakan teknologi logika CMOS. Tampilan ini beroperasi dengan cara yang tidak menghasilkan cahaya sendiri, tetapi mencerminkan cahaya sekitarnya (*front-lit*) atau meneruskan cahaya dari belakang (*back-lit*). LCD memiliki peran penting sebagai penggerak informasi dalam berbagai bentuk, termasuk karakter, huruf, angka, ataupun gambar (Ristiawan & Ariyanto, 2016). Gambar *Liquid Cristal Display* (LCD) dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Liquid Cristal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) 20x4 berbasis adalah suatu inovasi layar digital yang menciptakan gambar pada permukaan datar dengan menerangi kristal cair dan filter warna. Teknologi ini melibatkan kristal cair yang memiliki struktur molekul polar, diapit oleh dua elektroda transparan. Ketika medan listrik diterapkan, molekul-molekul tersebut mengubah posisi mereka sesuai dengan medan, membentuk susunan kristal yang mengarahkan polarisasi cahaya yang lewatnya. Konsep ini melibatkan pengolahan bahan kimia cair yang dapat diatur secara elektrik, mirip dengan bagaimana bahan logam bisa diatur dengan medan magnet. Dengan *konfigurasi* yang tepat, cahaya dapat melewati kristal cair ini sehingga membentuk gambar. (Warjono et al., 2017)

2.8 Lampu pijar

Lampu pijar merupakan jenis lampu yang mengemis cahaya dengan menghangatkan sebuah benang logam sampai mencapai suhu yang tinggi, sehingga mengeluarkan cahaya. Prinsip kerja lampu pijar didasarkan pada pemanasan, di mana ketika lampu dinyalakan, arus listrik mengalir melalui benang logam tersebut. Arus ini melewati penghubung kawat dan menghasilkan elektron bebas yang bergerak dari kutub negatif ke kutub positif, yang pada gilirannya bertabrakan dengan atom-atom dalam benang logam. Benturan ini menghasilkan energi yang menggetarkan atom-atom tersebut dan menghasilkan cahaya. (Husnayain et al., 2023). Gambar lampu pijar dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Lampu Pijar

Lampu pijar digunakan sebagai sumber panas, dalam pembuatan alat pengering biji kakao menggunakan 10 lampu pijar, dalam rak pertama menggunakan 4 buah lampu rak kedua menggunakan 2 buah lampu rak ketiga menggunakan 2 buah lampu dan rak ke 4 menggunakan 2 buah lampu. Peran lampu pijar dan penempatan lampu pijar sangat penting untuk proses pengeringan.

2.9 Catu Daya (Adaptor)

Adaptor merujuk pada suatu perangkat elektronik yang memiliki kemampuan untuk mengubah tegangan listrik dari AC menjadi DC. Komponen ini menjadi opsi alternatif dalam menggantikan sumber daya listrik berupa tegangan DC. Kelebihan yang dimiliki oleh adaptor jika dibandingkan dengan baterai atau *accu* adalah kepraktisannya terkait ketersediaan tegangan, karena adaptor dapat diperoleh dari sumber tegangan AC yang tersedia di rumah. Selain itu, adaptornya memiliki masa pakai yang tak terbatas selama terdapat tegangan AC, yang notabene merupakan kebutuhan primer dalam kehidupan manusia. Adaptor umumnya ditemukan pada perangkat pengisi daya laptop atau pun ponsel. (Zahwa et al., 2022). Gambar adaptor dapat dilihat pada gambar 2.8.



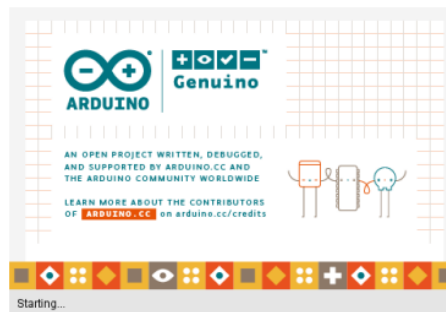
Gambar 2. 8 Adaptor

(Sumber : (Ririh Riswaya et al., 2022)

Pada gambar 2.4 diatas Adaptor berperan dalam mereduksi tegangan listrik AC sebesar 220 Volt menjadi rentang yang lebih rendah, yakni antara 3 hingga 12 Volt sesuai dengan persyaratan perangkat elektronik. Terdapat dua varian adaptor yang dibedakan berdasarkan cara operasinya, yaitu adaptor dengan prinsip step down dan adaptor dengan prinsip *switching*.

2.10 Software Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak penyunting yang dimanfaatkan untuk mengembangkan *code* program yang akan diunggah ke papan Arduino. Proses pengembangannya melibatkan gabungan antara bahasa pemrograman C++ dan Java. Aplikasi Arduino dapat dipasang pada bermacam sistem operasi (SO), antara lain: *LINUX*, *Mac OS*, serta *Windows*. Tampilan awal dari Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Software Arduino IDE

Arduino bukan sekadar suatu sarana pengembangan, melainkan juga merupakan kesatuan antara komponen keras, bahasa pemrograman, serta *Integrated Development Environment* (IDE). Arduino IDE adalah perangkat lunak yang memiliki peran penting dalam mengkomposisikan program, merangkai program tersebut menjadi kode biner, dan mengunggahnya ke memori mikrokontroler. Dalam penyelidikan ini, penulis menggunakan Arduino IDE untuk menciptakan *code* program yang akan diterapkan pada peranti yang akan dibuat.

2.11 Kipas

Kipas ialah suatu peranti yang bertujuan menginduksi pergerakan *fluida* gas seperti udara. Meskipun menggunakan media yang serupa, kipas memiliki peran yang berbeda dari kompresor. Berdasarkan perannya yang tak sama dengan kompresor tersebut, kipas banyak digunakan dalam beragam aplikasi, seperti menciptakan kenyamanan dalam ruangan, memperlengkapi sistem pendingin pada kendaraan atau peralatan mesin, penyediaan ventilasi, menghisap partikel debu, mendukung sistem

pengeringan (dalam penggabungan dengan elemen pemanas), dan juga untuk mengeluarkan gas berbahaya. (Akhir & Amin, 2021) Gambar fan atau kipas dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Kipas DC 12 Volt

kipas digunakan untuk menyebarkan udara panas dan untuk pembuangan uap yang ada di dalam uap, kipas yang digunakan 12 volt Dc. Dalam alat pengering biji kakao kipas juga komponen yang penting, jika tidak ada kipas alat tidak bekerja dengan baik.

2.12 Fuzzy Logic

Fuzzy logic adalah suatu pendekatan "pemrosesan" menggunakan variabel linguistik (*linguistic variabl*) sebagai gantinya bilangan dalam perhitungan. Walaupun kata-kata dalam *fuzzy logic* tidak memiliki presisi sebanding dengan bilangan, namun kata-kata tersebut lebih sesuai dengan intuisi manusia. Manusia dapat dengan mudah "mengartikan" nilai dari variabel *linguistik* yang sering kali digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan cara ini, *fuzzy logic* memberikan peluang dan bahkan mengambil manfaat dari toleransi terhadap ketidakpastian. Menggunakan *fuzzy logic*, pengetahuan ahli manusia dapat diaplikasikan dalam bahasa mesin dengan cara yang sederhana dan *efisien*. Di antara pilihan yang ada, sering kali sistem *fuzzy* menjadi pilihan yang optimal.

Logika *fuzzy* adalah jenis logika yang mempunyai tingkat keanggotaan yang berada dalam rentang antara 0 dan 1. Ini berbeda dengan logika *Boolean* klasik yang hanya memiliki nilai 0 atau 1. Oleh karena itu, variabel dalam logika *fuzzy* digambarkan sebagai himpunan *fuzzy*, yang dapat berbentuk seperti segitiga, trapesium, *Gaussian*, *Gaussian-bell*, atau *sigmoid*. Fungsi Keanggotaan (Membership Function atau MF) digunakan untuk mengindikasikan sejauh mana derajat keanggotaan setiap nilai dalam variabel tersebut. Untuk menetapkan derajat keanggotaan dari himpunan *fuzzy* yang dibentuk, diperlukan suatu fungsi yang menggambarkan karakteristik himpunan tersebut. Fungsi ini dibentuk berdasarkan persamaan garis yang mewakili sifat himpunan *fuzzy* tersebut.. Contoh fungsi dari himpunan segitiga adalah sebagai berikut:

$$f(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases} \dots\dots\dots \text{persamaan 1}$$

dimana $f(x, a, b, c)$ adalah derajat keanggotaan, x adalah nilai dari variabel, a, b, c berturut-turut adalah nilai awal, tengah dan akhir dari variable (Wahab et al., 2017).

2.13 Fuzzy Mamdani

Metode Mamdani sering dikenal sebagai metode *min-max*. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

1. Pembentukan himpunan *fuzzy* Pada metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.
2. Mengaplikasikan metode implikasi Pada metode Mamdani, metode implikasi yang digunakan adalah min.
3. Komposisi aturan

Metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu Metode *max* (*maximum*).

1. Penegasan (*defuzzy*)

Input pada tahap *defuzzyfikasi* adalah sebuah himpunan *fuzzy* yang dihasilkan dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*. Hasil keluaran (output) yang dihasilkan adalah sebuah angka yang berada dalam rentang domain himpunan *fuzzy* tersebut. Dengan kata lain, ketika diberikan himpunan *fuzzy* dengan batasan tertentu, maka akan dihasilkan suatu nilai konkret sebagai output. Dalam konteks komposisi aturan Mamdani, terdapat beberapa metode *defuzzy* yang dapat digunakan, termasuk metode *centroid*, *bisektor*, *mean of maximum*, *largest of maximum*, dan *smallest of maximum*.(Andani, 2013).

Defuzzifikasi pada aturan komposisi mamdani menggunakan metode *centroid*. Dimana dalam metode ini, solusi dari *crisp* didapat dengan mengambil titik *fuzzy*. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\mu(x) = \frac{\int_a^b x\mu(x)dx}{\int_a^b \mu(x)dx} \dots\dots\dots \text{persamaan 2}$$

Terdapat dua keuntungan menggunakan metode *centeriod*, pertama nilai *defuzzyfikasi* bergerak dengan halus dengan demikian perubahan dari suatu himpunan *fuzzy* akan berjalan dengan halus dan yang kedua mudah dalam perhitungan (Much Junaidi, Eko Setiawan, 2005).