

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian yang berfokus pada pengukuran kadar air biji kopi Arabika juga telah menjadi perhatian dalam beberapa tahun terakhir. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Sari Ramadhani, Junaedi Muhidong dan Mursalim (2019) tentang **“POLA PERUBAHAN DIMENSI BIJI KOPI ARABIKA (*Coffea arabica*) SELAMA PROSES PENGERINGAN”** yang menyatakan bahwa kadar air biji kopi sangat penting karena dapat mempengaruhi kualitas dan stabilitas biji kopi. Kadar air yang tepat diperlukan untuk memastikan biji kopi tidak rusak atau tercemar oleh mikroorganisme yang dapat tumbuh dalam kondisi lembab. Selain itu, kadar air yang tepat juga mempengaruhi proses penggorengan dan penyimpanan biji kopi. Oleh karena itu, pemantauan dan pengendalian kadar air biji kopi sangat penting dalam industri pengolahan biji kopi untuk memastikan kualitas dan kesegaran produk akhir. Dalam penelitian yang dilakukan, perubahan kadar air biji kopi juga mempengaruhi dimensi biji kopi, sehingga pemahaman yang baik mengenai kadar air biji kopi dapat membantu petani kopi dan industri pengolahan biji kopi dalam mengoptimalkan proses pengeringan dan penyimpanan biji kopi [10].

Demikian pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Rangga priamudi dan Cinthya Bella (2022) tentang **“ALAT UJI KADAR AIR PADA BIJI KOPI BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO R3”** berhasil membuat sistem pengecekan kadar air pada biji kopi hanya dengan menggunakan sensor YL-69 prinsip kerja alat ini adalah dengan mendeteksi jumlah kadar air pada biji kopi. Sensor YL-69 dan Arduino Uno digunakan untuk mengatur kualitas suhu dan kelembaban pada biji kopi. Hasil pengukuran tersebut ditampilkan pada LCD. Berdasarkan informasi yang diberikan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik dan sesuai dengan sistem yang telah dibuat oleh peneliti. hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik untuk pengujian kadar air baik ($\leq 14\%$) dan sedang ($> 14\%$). Selain itu Rangga priamudi dan Cinthya

Bella (2022) menyatakan bahwa kadar air pada biji kopi dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk proses penyimpanan, suhu lingkungan, dan kondisi penyimpanan. Kadar air pada biji kopi dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor seperti jenis kopi, metode pengolahan, dan lingkungan tempat kopi tersebut ditanam. Biasanya, kadar air pada biji kopi yang ideal berkisar antara 9-12% [11].

Penelitian oleh Ubaidillah Arifin (2018) tentang “**RANCANG BANGUN PROTOTYPE ALAT PENGUKURAN KADAR AIR DAN BERAT PADA BIJI KOPI BERBASIS ARDUINO UNO**” menyatakan bahwa tujuan dari pembuatan prototype alat pengukur kadar air dan berat pada biji kopi berbasis Arduino Uno adalah untuk membuat alat yang dapat mengukur kadar air dan berat biji kopi dengan akurat dan presisi. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, ditemukan bahwa pada pengukuran besar kadar air biji kopi, hasil dari pembacaan alat sudah cukup baik. Pengujian alat dilakukan dengan membandingkan pembacaan kadar air dari DIGI-MOST dengan hasil pembacaan alat yang penulis buat. Hasil dari pengujian keakuratan alat menunjukkan bahwa besar rata-rata error persen terbesar adalah 6,62%, dan besar rata-rata error persen terkecil adalah 0,27%. Berdasarkan tugas akhir yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa hasil dari pembacaan alat sudah cukup baik dalam pengukuran besar kadar air biji kopi [18].

Tabel 2. 1 Rangkuman terhadap penelitian terdahulu

Judul	Peneliti	Tahun	Metode
Pola perubahan dimensi Biji Kopi Arabika (<i>Coffea arabica</i>) selama proses pengeringan.	Sari Ramadhani, Junaedi Muhidong, Mursalim	2019	Metode pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengamati perubahan dimensi biji kopi Arabika selama proses pengeringan. Kadar air dalam biji kopi memiliki hubungan yang sangat penting dengan kualitas biji kopi. Kadar air yang

Judul	Peneliti	Tahun	Metode
			tepat dalam biji kopi sangat diperlukan untuk menjaga kualitas dan keawetan biji kopi. Kadar air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan biji kopi menjadi rentan terhadap pertumbuhan jamur dan mikroorganisme, serta dapat mempengaruhi rasa dan aroma kopi [10].
Alat uji kadar air pada biji kopi berbasis Mikrokontroller Arduino Uno R3.	Rangga priamudi, Cinthya Bella	2022	Menggunakan metode pengambilan data dengan memanfaatkan sensor YL-69 yang terhubung dengan mikrokontroller Arduino Uno. Sensor YL-69 digunakan untuk mendeteksi kadar air pada biji kopi setelah dikeringkan. Data yang diperoleh dari sensor YL-69 kemudian diolah oleh Arduino Uno untuk mengukur kadar air pada biji kopi
Rancang bangun prototype alat pengukur kadar air dan berat pada biji	Ubaidillah Arifin	2018	Menggunakan IC NE555, resistor, dan biji kopi sebagai pengganti kapasitor. Rangkaian

Judul	Peneliti	Tahun	Metode
kopi berbasis Arduino Uno.			sensor ini menghasilkan gelombang frekuensi yang akan diubah menjadi nilai kadar air oleh Arduino. Arduino Uno berperan sebagai pengendali utama alat, data hasil pengukuran dari sensor kadar air dan sensor berat ditampilkan pada LCD.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Kopi Arabika

kopi adalah minuman yang sangat populer di seluruh dunia dan diminum oleh berbagai lapisan masyarakat. Selain itu, kopi juga menjadi komoditas utama dalam ekspor, sumber pendapatan bagi petani, bahan baku untuk industri, serta menciptakan lapangan kerja dan mengembangkan wilayah. Produktivitas kopi di indonesia cukup tinggi, mencapai 792kg biji kering per hektar per tahun, sehingga membuat indonesia menjadi salah satu produsen terbesar di dunia. Kandungan air awal dalam biji kopi berkisar antara 50-55%, yang dapat menyebabkan cepatnya proses pembusukan akibat pertumbuhan mikroorganisme. Oleh karena itu, pengeringan biji kopi merupakan solusi untuk mengurangi kadar air dalam biji.

Kopi arabika (*Coffea arabica*) adalah varietas kopi tradisional yang dikenal dengan cita rasa terbaiknya. Biji kopi arabika memiliki warna mulai dari hijau hingga merah gelap. Kopi ini berasal dari Etiopia dan saat ini telah ditanam di berbagai wilayah di seluruh dunia, termasuk Amerika Latin, Afrika Tengah, Afrika Timur, India, dan Indonesia. Kopi arabika umumnya dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan ketinggian 700-1.700 meter di atas permukaan laut, dengan suhu optimal tumbuh berkisar antara 16-20°C [10].



Gambar 2. 1 Biji Kopi Arabika

Tabel 2. 2 Jenis-jenis Biji Kopi

NO	Jenis Biji Kopi	Asal Daerah	Kualitas kadar Air (%)
1	Arabika	Aceh, Gayo	10 – 12
2	Robusta	Lampung	11 – 13
3	Liberika	Bengkulu	10 – 12
4	Excelsa	Flores	11 – 13
5	Toraja	Sulawesi Selatan	10 – 12

Kualitas biji kopi Arabika sangat dipengaruhi oleh kadar airnya, Standar industri kopi biasanya menetapkan kadar air maksimum yang diperbolehkan untuk biji kopi Arabika. Misalnya, Standar Nasional Indonesia (SNI) menyebutkan bahwa kadar air biji kopi tidak boleh melebihi 12,5%.

Tabel 2. 3 Kadar Air dalam Biji Kopi

Kategori	Presentase Kadar Air
Sangat kering	Kurang dari 10 %
Kering	10% - 12%
Optimal	12% - 15%
Lebih Lembab	15% - 18%
basah	Lebih dari 18%

Kategori "Sangat Kering" dengan kadar air kurang dari 10% menunjukkan bahwa biji kopi dalam kondisi sangat kering, yang mungkin cocok untuk metode pengolahan kering atau penyimpanan jangka panjang. Kategori "Kering" (10% - 12%) menandakan biji kopi dalam kondisi kering, tetapi masih mempertahankan

kelembaban yang cukup untuk kualitas optimal. kategori "Optimal" (12% - 15%) mencerminkan kadar air yang dianggap ideal untuk menjaga kualitas biji kopi. Biji kopi dalam kategori ini biasanya memiliki cita rasa yang kaya dan seimbang. Sementara itu, kategori "Lebih Lembab" (15% - 18%) menunjukkan biji kopi dengan kadar air yang sedikit lebih tinggi, mungkin lebih cocok untuk metode pengolahan basah atau memiliki karakteristik unik tergantung pada preferensi dan kebutuhan, kategori "Basah" dengan kadar air lebih dari 18% menunjukkan bahwa biji kopi dalam kondisi sangat lembab.

2.2.2 Kadar Air

Kadar air adalah sejumlah air yang terkandung di dalam suatu benda, seperti tanah (yang disebut juga kelembaban tanah), bebatuan, bahan pertanian, dan sebagainya. Kadar air digunakan secara luas dalam bidang ilmiah dan teknik dan diekspresikan dalam rasio, dari 0 (kering total) hingga nilai jenuh air di mana semua pori terisi air. Ini dapat ditunjukkan dengan berat basah (*wet basis*) atau berat kering (*dry basis*). Namun, kadar air berat basah memiliki berat teoritis sebesar 100%. Selain temperatur aktivitas air memainkan peranan penting dalam proses pembungkusan dan ketengikan. Dalam kebanyakan kasus, kerusakan bahan makanan disebabkan oleh proses mikrobiologis, kimiawi, enzimatik, atau kombinasi dari ketiganya. Hal ini menandakan bahwa yang memiliki kadar air lebih rendah memiliki daya simpan yang lebih lama [12].

Tabel 2. 4 Presentase Kadar Air

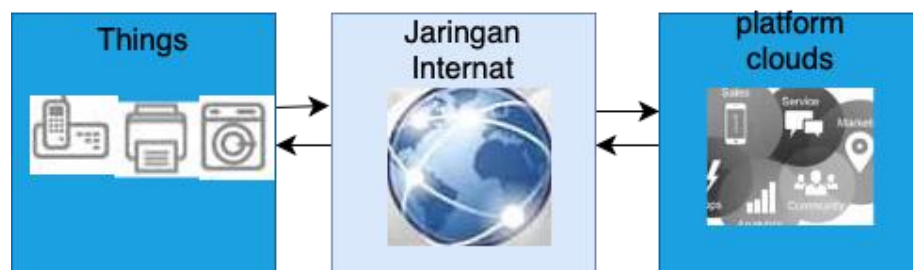
Kadar Air (%)	Kondisi
0 – 10	Sangat Kering
10 – 20	Kering
20 – 30	Cukup Kering
30 – 40	Normal
40 – 50	Cukup Lembab
50 – 60	Lembab
60 – 70	Sangat Lembab
70 – 100	Basah

2.2.3 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things adalah konsep yang menggambarkan jaringan fisik atau benda yang dapat dihubungkan menggunakan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya untuk tujuan pertukaran data anatar berbagai perangkat dan sistem yang menggunakan internet. IoT memungkinkan penghubungakan berbagai perangkat yang berbeda dengan menambahkan sensor dan kecerdasan digital, sehingga memungkinkan komunikasi *real-time* tanpa intervensi manusia [13].

Pada tahun 1999, konsep *Internet of Things* (IoT) diperkenalkan oleh seorang anggota Radio Komunitas, Kevin Ashton, yang juga merupakan pengembang teknologi *Frequency Identification* (RFID) dan menjabat sebagai direktur eksekutif di *Auto ID Centre*, MIT. Saat ini, konsep IoT menjadi lebih relevan dalam praktik dunia sebagian besar, terutama seiring dengan pertumbuhan perangkat seluler, penyebaran komunikasi terintegrasi yang merata, komputasi awan, dan analisis data. IoT adalah suatu gagasan yang bertujuan untuk memperluas manfaat konektivitas internet yang terus-menerus tersambung. Ini mencakup kemampuan seperti berbagi data, pengendalian jarak jauh, dan fungsi-fungsi serupa, yang juga dapat diterapkan pada objek-objek dalam dunia nyata [14].

Istilah "*Internet of Things*" (IoT) terdiri dari dua komponen utama, yaitu "Internet" yang bertanggung jawab untuk menghubungkan dan mengatur konektivitas, dan "Things" yang merujuk pada objek atau perangkat. Secara sederhana, memiliki "Things" yang dapat saling terhubung untuk mengumpulkan data dan mengirimkannya ke Internet. Data ini juga dapat diakses oleh "Things" lainnya. Dalam konteks ini, "Things" tertentu memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan di mana pun berada tanpa interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer [13].



Gambar 2. 2 Konsep Internet of Things

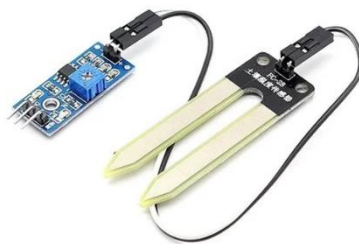
2.2.4 Sensor Mositure YL-69

Sensor Mositure YL-69 yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat yang menggunakan prinsip hambatan listrik untuk mengukur kadar air dalam tanah. Sensor ini terdiri dari dua elektroda dan didukung oleh sebuah PCB kecil dengan output digital dan analog. Dimensi panel sensor ini adalah 6cm x 2cm dengan jarak 1,3cm antara dua probe penginderaan. Model PCB dilengkapi dengan *chip* perbandingan LM393 dan potensiometer digital. Prinsip kerja sensor YL-69 melibatkan aliran arus melalui dua elektroda ke dalam tanah dan mengukur resistansi yang berubah sebagai indikasi kadar air tanah. Kadar air tanah diukur secara tidak langsung berdasarkan perubahan resistivitas tanah. Resistivitas tanah dihitung dengan memonitor perubahan tegangan antara dua elektroda yang terletak secara horizontal di dalam medan listrik yang diciptakan oleh arus yang mengalir melalui elektroda tersebut [6].

Namun pada penelitian ini memanfaatkan fungsi utama pada sensor yaitu untuk mengukur kadar air sebagai sensor utama pada pembuatan alat pengukur kualitas kelembapan air pada biji kopi. Temuan yang diperoleh dari penelitian ini dapat memberikan pengukuran kadar air dan nilai pH kopi secara simultan yang murah dan akurat.

$$R_s = 4\pi aR = 12.6a \frac{V}{I}$$

Di mana R_s adalah resistivitas tanah (ohm-cm), R adalah resistansi tanah, I adalah arus, V adalah tegangan dan a adalah jarak antara elektroda (cm).



Gambar 2. 3 Sensor Moisture YL-69

Sensor kelembapan tanah bekerja dengan mengukur kelembapan atau kadar air yang terkandung dalam tanah. Ada beberapa jenis sensor kelembapan tanah yang berbeda, namun secara umum, sensor ini bekerja dengan prinsip kapasitansi

atau resistansi. Prinsip Kapasitansi Sensor kelembaban tanah yang bekerja dengan prinsip kapasitansi menggunakan rangkaian RC orde pertama yang terdiri dari resistor dan kapasitansi ekuivalen yang terdiri dari probe dan media yang akan diukur. Kapasitansi ekuivalen diisi dan dikosongkan secara berkala, sehingga tegangan pada probe menunjukkan periodisitas yang sesuai. Apabila kadar air tanah bervariasi, konstanta dielektriknya berubah, kapasitansi ekuivalen probe juga berubah. Hal ini mengubah kurva pengisian dan pengosongan pada kapasitansi ekuivalen probe, yaitu bentuk gelombang periodik pada probe berubah, dan pada akhirnya mengubah output tegangan DC dari sensor [15].

Sensor kelembaban tanah yang bekerja dengan prinsip resistansi mengukur resistansi antara elektroda yang dimasukkan ke dalam medium untuk menentukan kadar kelembapannya. Karena kadar air yang berbeda di dalam tanah, maka nilai resistansi tanah pun berbeda, sehingga arus antara elektroda sensor yang dimasukkan ke dalam tanah berubah, yang keluarannya berupa tegangan DC melalui penguatan dan transformasi. Kurva tegangan-kelembaban yang telah dikalibrasi kemudian dapat digunakan untuk memperkirakan kadar air tanah [15].

Sensor kelembaban tanah YL-69 memiliki beberapa kelebihan, Sensor YL-69 peka terhadap perubahan kelembapan tanah, sehingga memungkinkan pendeteksian dan pengukuran tingkat kelembapan tanah yang akurat. Sensor ini dapat mendeteksi berbagai tingkat kelembapan tanah, dari kondisi kering hingga basah, memberikan fleksibilitas untuk berbagai aplikasi pertanian dan lingkungan. Sensor menghasilkan output analog mulai dari 0 hingga 1023, memungkinkan pengukuran dan interpretasi yang tepat dari tingkat kelembapan tanah. Sensor YL-69 relatif terjangkau, sehingga dapat diakses untuk digunakan dalam aplikasi pertanian dan penelitian. Sensor ini dapat dengan mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti Arduino, sehingga memungkinkan pengembangan sistem pemantauan kelembaban tanah otomatis [16].

Sensor kelembaban tanah YL-69, meskipun menawarkan berbagai keunggulan, namun juga memiliki beberapa keterbatasan. Sensor mungkin memerlukan kalibrasi berkala untuk memastikan pengukuran yang akurat dan andal, terutama dalam berbagai jenis tanah dan kondisi lingkungan. Komponen logam sensor yang terbuka mungkin rentan terhadap korosi dari waktu ke waktu,

terutama di lingkungan tanah yang keras atau korosif, yang berpotensi memengaruhi kinerja jangka panjangnya. Efektivitas sensor dapat bervariasi di berbagai jenis tanah, dan mungkin tidak memberikan pembacaan yang konsisten dalam komposisi atau kepadatan tanah tertentu. Kelembaban permukaan atau genangan air di permukaan sensor dapat memengaruhi keakuratan pembacaan, sehingga memerlukan penempatan dan pemeliharaan yang cermat untuk mengurangi potensi gangguan. Menginterpretasikan output analog dan mengubahnya menjadi nilai kelembaban tanah yang berarti mungkin memerlukan keahlian atau kalibrasi tambahan untuk memastikan interpretasi yang akurat [17].

Keakuratan sensor kelembaban tanah YL-69 dapat bervariasi, tergantung pada beberapa faktor, termasuk jenis tanah, kondisi lingkungan, dan kalibrasi. Menurut spesifikasi pabrikan, sensor memiliki kisaran akurasi +/- 5% untuk pengukuran kelembaban tanah. Namun demikian, penting untuk diperhatikan bahwa kisaran akurasi ini dapat bervariasi, tergantung pada kondisi spesifik dan kalibrasi sensor. Untuk memastikan pembacaan yang paling akurat, disarankan untuk mengkalibrasi sensor secara berkala dan menggunakannya bersama dengan alat atau teknik pemantauan kelembaban tanah lainnya [5].

Tabel 2. 5 Spesifikasi sensor Moisture YL-69

Fitur	Deskripsi
Model	Moisture YL-69
Jenis	Analog
Tegangan kerja	3.3 – 5V
Kedalaman penetrasi	38mm
Area penetrasi	Stainless steel
Output	Analog signal (0 – 1023)
Nilai Threshold	Adjustable melalui potensiometer
Kelembaban operasi	10% - 90%
aplikasi	Pengukuran kadar Air pada tanah atau media pot

2.2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler, yang sering disebut sebagai pengontrol tertanam (embedded controller), adalah sistem yang menggabungkan elemen masukan,

keluaran, serta memori. Prinsip dasarnya adalah bahwa mikrokontroler adalah sebuah chip terintegrasi yang umumnya merupakan bagian integral dari sistem tertanam (sistem yang dirancang untuk menjalankan satu atau lebih fungsi tertentu secara real-time). Mikrokontroler mencakup komponen seperti CPU, memori, port I/O, dan timer, mirip dengan komputer konvensional. Namun, karena dikhususkan untuk melaksanakan satu fungsi spesifik dalam mengendalikan sistem, mikrokontroler ini memiliki ukuran fisik yang kecil dan desain yang sederhana, semua dalam satu chip tunggal sesuai dengan kebutuhan fungsi yang diemban [11].

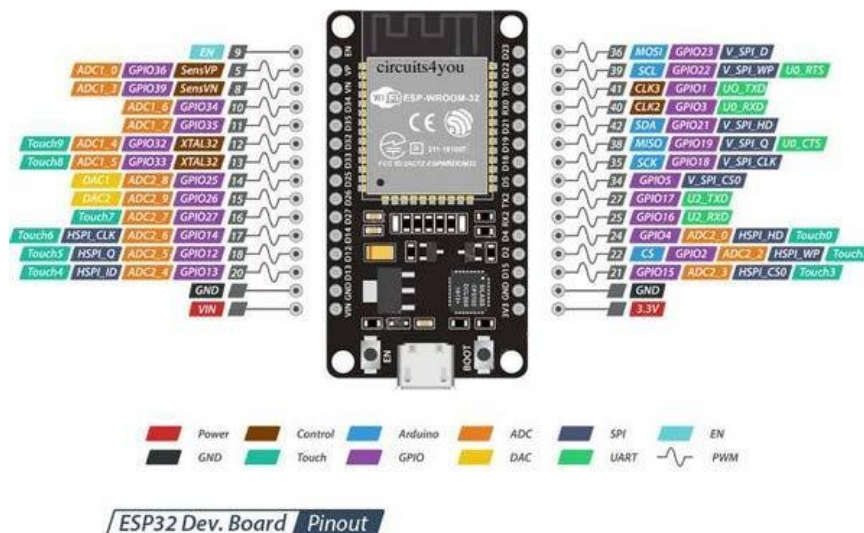
2.2.6 ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang dikendalikan oleh Espressif System dan merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Salah satu kelebihan yang dimiliki oleh ESP32 adalah mikrokontroler System on Chip (SoC) yang kuat dengan integrasi Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2 dual mode, dan berbagai periferal. Mikrokontroler ini merupakan kelanjutan dari chip 8266, terutama dalam hal implementasi dua inti dengan clock yang berbeda hingga 240 MHz. Dibandingkan dengan pendahulunya, ESP32 memiliki peningkatan jumlah pin GPIO dari 17 menjadi 36, jumlah saluran PWM menjadi 16, dan dilengkapi dengan memori flash sebesar 4MB [8].

ESP32 memiliki dua inti (prosesor Xtensa LX6 yang dibuat dengan teknologi 40 nm). Inti CPU dapat dikontrol secara individual. Tersedia 520 KB SRAM on-chip untuk data dan instruksi. Beberapa modul SoC seperti ESP32-Wrover memiliki fitur 4 MB flash SPI eksternal dan tambahan 8 MB SPI PSRAM (Pseudo static RAM). Kami memiliki kemungkinan untuk menggunakan SPI, I2S, I2C, CAN, UART, Ethernet MAC, dan IR dalam berbagai jumlah tergantung pada jenis papan. Perlengkapan standar juga mencakup sensor Hall Effect, sensor suhu dan sensor sentuh, sensor bawaan lainnya diimplementasikan dalam Azure IoT dan Developer kit. Papan ESP32 diproduksi dalam desain prototipe yang dapat digunakan dalam aplikasi rumah pintar, otomasi, perangkat yang dapat dikenakan, aplikasi audio, aplikasi IoT berbasis cloud, dan banyak lagi. Dimungkinkan untuk memilih kit pengembangan tertentu atau merancang sistem tertanam khusus yang dibangun di atas mikrokontroler ESP32 [8].

Cara paling mudah untuk memulai menulis kode untuk ESP32 adalah dengan menggunakan platform Arduino. Platform ini adalah proyek sumber terbuka yang dirancang khusus untuk membuat prototipe dengan cepat berdasarkan mikrokontroler Atmel. Pengembangan perangkat lunak untuk mikrokontroler dapat dilakukan di dalam lingkungan pengembangan terintegrasi Arduino, yang ditulis dalam bahasa Java. Platform Arduino awalnya dikembangkan sebagai alat pembelajaran dan kemudian mengalami beberapa modifikasi serta peningkatan fitur, termasuk pengenalan bahasa pemrograman Wiring. Wiring adalah bahasa pemrograman yang diciptakan untuk memprogram mikrokontroler tanpa memerlukan pengetahuan khusus tentang perangkat keras, dan memiliki kesamaan dengan kerangka kerja C++ [8].

Pengembangan pada platform ESP32 menyediakan beragam opsi yang dapat digunakan. Bagian ini akan menjelaskan beberapa pengaturan dan konfigurasi dasar untuk mengembangkan pada platform ESP32. Perangkat ESP32 dapat dikembangkan pada sistem operasi Windows, Linux, atau MacOS. Kami akan fokus pada artikel ini terutama pada pengaturan dan konfigurasi lingkungan pengembangan di platform Windows. Selain itu, memiliki pilihan untuk bekerja dengan lingkungan tambahan ESP32 untuk Arduino, platform asli Espressif IoT Development Framework, dan lingkungan Python menggunakan Micropython [18].



Gambar 2. 4 ESP32

Tabel 2. 6 Pin Out ESP32

15 ADC Channels	15 channels dengan 12 bit SAR ADC rentang 0-1 Volt; 0-1,4 Volt; 0-2 Volt; atau 0-4 Volt
2 UART Interface	2 interface UART dengan kontrol aliran dan support IrDA
25 PWM Outputs	25 pin PWM untuk mengontrol hal-hal seperti kecepatan motor atau kecerahan LED
2 DAC Channels	2 DAC 8 bit untuk menghasilkan voltage analog
SPI, I2C, dan I2S Interface	3 interface SPI dan 1 I2C untuk menghubungkan berbagai sensor dan peripheral, serta 2 antarmuka I2S untuk menambahkan suara ke proyek
Touch Pads	9 GPIO

Tabel 2. 7 Perbedaan Mikrokontroler ESP32 dengan Mikrokontroler lain

	Arduino Uno	NodeMCU (ESP8266)	ESP32
Tegangan	5 Volt	3,3 Volt	3,3 Volt
CPU	ATmega328 – 16MHz	Xtensa single core L106 – 60 MHz	Xtensa dual core LX6 – 160MHz
Arsitektur	8 bit	32 bit	32 bit
Flash Memory	32kB	16MB	16MB
SRAM	2kB	160kB	512kB

GPIO Pin (ADC/DAC)	14 (6/-)	17 (1/-)	36 (18/2)
Bluetooth	-	-	Ada
WiFi	-	Ada	Ada
SPI/I2C/UART	1/1/1	2/1/2	4/2/2

Terlihat perbedaan yang menjadi keunggulan mikrokontroler ESP32 dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya yaitu pin out dan pin analognya lebih banyak, memori yang dimiliki lebih besar, terdapat Bluetooth 4.0 low energy serta tersedia WiFi yang memungkinkan untuk mengaplikasikan Internet of Things (IoT) [8].

2.2.7 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit meski disebut titik cahaya, kristal cair ini tidak memancarkan cahaya dengan sendirinya. Sumber cahaya pada perangkat LCD adalah lampu neon yang terletak di bagian belakang blok kristal cair. Sorotan ini membentuk tampilan gambar. Polaritas kristal cair yang dilalui arus akan berubah karena pengaruh polaritas medan magnet yang dihasilkan. Maka dari itu, hanya beberapa warna saja yang diteruskan sedangkan warna lainnya akan tersaring [19].



Gambar 2. 5 LCD 16 x 2

2.2.8 Power Supply

Catu daya, atau *power supply*, merupakan suatu rangkaian elektronik yang mengonversi arus listrik dari tipe bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Fungsi utama dari *power supply* adalah untuk menyediakan daya listrik yang diperlukan oleh peralatan lainnya. Terdapat beberapa jenis *power supply*, seperti DC *power supply*, AC *power supply*, dan *switch mode power supply*. DC *power supply* adalah sebuah perangkat yang memberikan tegangan dan arus listrik dalam bentuk DC, dengan polaritas yang tetap, yaitu positif dan negatif. AC *power supply* digunakan untuk mengubah tegangan dari sumber AC ke tingkat tegangan yang berbeda. Sedangkan, *switch mode power supply* digunakan untuk mengubah, meratakan, dan menyaring tegangan input AC guna menghasilkan tegangan DC yang stabil.[20].

2.2.9 Software Arduino

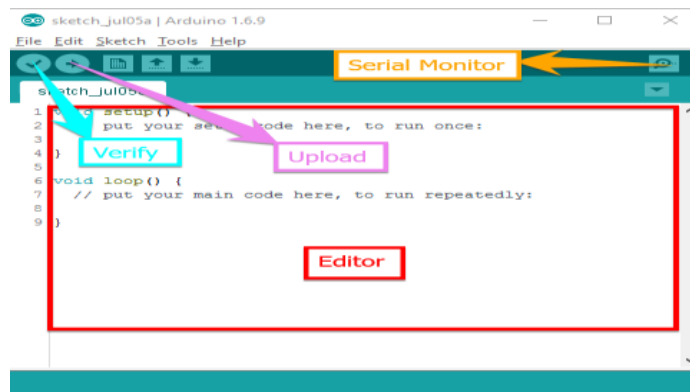
Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino . Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-upload kode baru untuk itu tanpa menggunakan programmer *hardware* eksternal. IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java Program Arduino dapat ditulis dalam bahasa pemrograman apa pun yang dapat dihasilkan kode mesin biner dengan kompiler yang sesuai. Atmel telah menyediakan lingkungan pengembangan untuk mikrokontroler mereka, seperti AVR Studio dan yang lebih baru, Atmel Studio [21].

Proyek Arduino menyediakan Integrated Development Environment (IDE) Arduino, yang merupakan aplikasi lintas platform yang ditulis dalam bahasa Java. IDE Arduino berasal dari IDE untuk proyek bahasa pemrograman Processing dan proyek Wiring. IDE ini dirancang untuk memperkenalkan pemrograman kepada seniman dan pemula lainnya yang mungkin tidak memiliki pengalaman dalam pengembangan perangkat lunak. IDE Arduino menyertakan editor kode dengan fitur-fitur seperti penyorotan sintaks, pencocokan penjepit, dan lekukan otomatis, serta menyediakan cara mudah dengan sekali klik untuk mengkompilasi dan memuat program ke papan Arduino. Program yang ditulis dengan IDE Arduino disebut "sketsa." [21].

IDE Arduino mendukung bahasa pemrograman C dan C++ dengan pengaturan kode khusus. Arduino IDE juga menyediakan pustaka perangkat lunak yang disebut "Wiring," yang berasal dari proyek Wiring dan menyediakan banyak prosedur input dan output yang umum digunakan. Sketsa Arduino C/C++ yang umumnya terdiri dari dua fungsi yang dikompilasi dan dihubungkan ke program inisialisasi "main()" untuk menjalankan program siklik yang dapat dieksekusi:

- *setup(): a function that runs once at the start of a program and that can initialize settings.*
- *loop(): a function called repeatedly until the board powers off.*

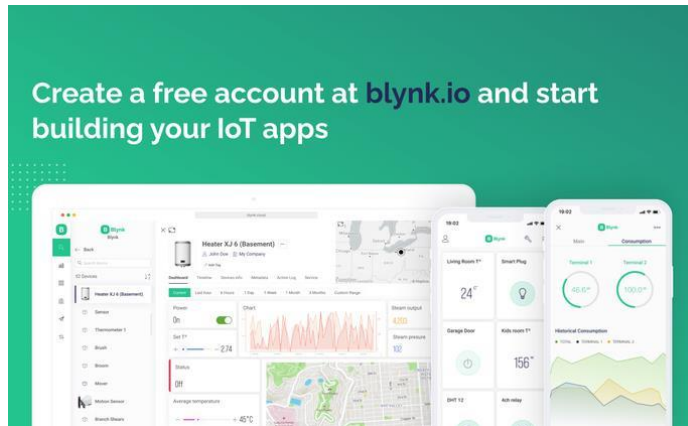
Setelah proses kompilasi dan penghubungan dengan GNU *toolchain*, yang juga disertakan dalam distribusi IDE, IDE Arduino menggunakan program *avrdude* untuk mengonversi kode eksekusi menjadi *file* teks dalam format pengkodean heksadesimal. *File* ini kemudian dimuat ke papan Arduino oleh program pemuat yang ada dalam firmware papan Arduino [21].



Gambar 2. 6 Software Arduino

2.2.10 Blynk Cloud

Blynk adalah platform pengembangan aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol berbagai jenis perangkat dari jarak jauh melalui internet. Aplikasi *Blynk*, yang tersedia untuk sistem operasi Android dan iOS, memungkinkan pengguna untuk membuat prototipe aplikasi IoT dengan mudah secara visual. Platform cloud *Blynk* digunakan oleh *Blynk* untuk mengelola data, koneksi, dan pengaturan aplikasi IoT yang dibangun dengan menggunakan *Blynk Cloud* [9].



Gambar 2. 7 Platform *Blynk cloud*

Fitur Blynk cloud :

1. Dashboard adalah tampilan aplikasi berbasis *web* yang memungkinkan pengguna mengontrol berbagai perangkat yang terhubung.
2. Streaming data: Blynk menyediakan sumber daya untuk menampilkan data sensor dalam grafik dan mudah diakses melalui API RESTful.
3. Integrasi berbagai cloud: Blynk dapat terintegrasi dengan berbagai platform cloud seperti AWS, *Google Cloud*, dan lainnya.
4. Keamanan: Blynk menyediakan lapisan keamanan untuk melindungi data pengguna dari serangan hacker.