

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang optimal, peneliti melaksanakan tinjauan terhadap penelitian terdahulu, sehingga dapat digunakan sebagai referensi dalam penelitian, dengan tujuan memperoleh perbandingan kelebihan dari masing-masing penelitian.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Telaumbanua et al., 2021) Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas pengukuran aroma kopi menggunakan teknologi *Electronic nose (E-nose)* yang terintegrasi dengan mikrokontroler. Modifikasi dilakukan pada chamber dan posisi peletakan sensor untuk mendapatkan pola respon tegangan sensor yang lebih stabil. Dua jenis chamber diuji, yaitu Chamber A di mana ruang sensor dan ruang sampel menyatu, dan Chamber B di mana ruang sensor dan ruang sampel terpisah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *E-nose* pada sampel Biji kopi Natural Robusta lebih stabil dengan Chamber A, terutama ketika sensor ditempatkan di sisi samping. Stabilitas ini ditandai dengan pola grafik yang mendatar pada menit ke-5 dan koefisien x pada persamaan model matematika yang mendekati nol.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Ulfa & Wibisono, 2019) Penelitian ini bertujuan untuk mempermudah pengenalan dan klasifikasi kopi bubuk menggunakan teknologi sensor *Electronic nose (E-nose)* berbasis *Artificial Neural Network (ANN)* atau jaringan syaraf tiruan. Teknologi ini dirancang untuk menyerupai indera penciuman manusia, namun dengan akurasi yang lebih tinggi dan hasil yang lebih konsisten. Dalam penelitian ini, sistem klasifikasi menggunakan tiga layer dengan tiga input dari hasil pembacaan gas *E-nose*, dan output target berupa kombinasi biner angka 0 dan 1. Tujuannya adalah mengelompokkan jenis kopi seperti arabika, robusta, dan liberika berdasarkan aroma kopi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan syaraf tiruan dengan metode backpropagation mampu mengenali jenis kopi dengan tingkat keberhasilan sebesar 73,3% setelah iterasi maksimal 5000.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Sahreza et al., 2023) yang berjudul Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kadar air biji kopi melalui pengukuran suhu dan kelembaban, mengingat alat ukur kadar air yang ada saat ini masih kurang dimanfaatkan dan relatif mahal. Untuk mencapai tujuan tersebut, digunakan sensor suhu dan kelembaban SHT11 dan mikrokontroler ATmega 328 (Arduino-Uno) sebagai elemen utama dalam sistem pengukuran. Perancangan alat ukur dibagi dalam dua tahapan, yaitu perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Hasil pengukuran kedua parameter ditampilkan pada layar LCD. Pengujian dilakukan pada tiga sampel gabah kopi dengan kondisi yang berbeda: sangat kering, kering sesuai standar, dan basah. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa gabah kopi sangat kering memiliki suhu antara 34,7°C-34,9°C dengan kelembaban relatif udara 68,5%. Gabah kopi kering memiliki suhu 33,6°C-33,7°C dan kelembaban 69,4%, yang sesuai dengan kriteria kadar air biji kopi kesetimbangan lingkungan, yaitu 12,5%. Gabah kopi basah memiliki suhu 34,7°C-34,8°C dan kelembaban 70,7%. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, alat ukur kadar air berbasis SHT11 ini efektif untuk mendeteksi kandungan air dalam gabah kopi.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Salamah et al., 2022) Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil panen kopi dengan merancang alat pemisah buah kopi berdasarkan tingkat kematangan. Alat ini menggunakan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi kematangan buah kopi yang diletakkan di atas *conveyor*, memisahkannya secara otomatis ke dalam kategori matang, setengah matang, dan mentah dengan bantuan motor servo yang diprogram menggunakan Arduino. Data hasil pemisahan dikirim ke perangkat Android melalui koneksi *Bluetooth*. Buah kopi yang telah matang kemudian dilanjutkan ke tahap pengupasan menggunakan mesin pengupas yang juga dikendalikan oleh motor servo. Alat ini diharapkan dapat mengatasi masalah pemanenan manual yang sering mencampur buah kopi dengan tingkat kematangan berbeda, sehingga meningkatkan kualitas dan efisiensi proses pasca panen.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Salamah et al., 2022) Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe alat pengukur tingkat level roasting biji kopi sesuai dengan skala warna Agtron Gourmet, guna memenuhi standar yang ditetapkan oleh lembaga kopi internasional (SCAA). Alat ini menggunakan sensor AS7263 untuk mengukur pantulan spektrum cahaya dari biji kopi, dan hasil pembacaan sensor diproses menggunakan metode *fuzzy* pada mikrokontroler. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan akurasi dalam menentukan level roasting, yang biasanya diidentifikasi berdasarkan warna biji kopi pasca penyangraian namun sering kurang optimal dan tidak akurat. Hasil klasifikasi level roasting digunakan untuk evaluasi proses penyangraian, sehingga produsen kopi sangrai skala kecil dan menengah dapat menstandarisasi kualitas produk mereka. Dari percobaan, sistem prototipe ini menunjukkan rata-rata error sebesar 2,7% dibandingkan sampel acuan, dengan persentase error masing-masing sebesar 1,93% untuk Light Roast, 3,4% untuk Medium Roast, dan 2,78% untuk Dark Roast.

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem komputer yang sebagian besar atau keseluruhan elemennya dikemas dalam sebuah chip IC, sehingga sering disebut sebagai komputer chip tunggal. Mikrokontroler berfungsi sebagai inti dari perangkat atau produk yang mengatur interaksi dengan lingkungannya. Secara mendasar, mikrokontroler adalah komputer dalam bentuk chip tunggal yang mencakup mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O), dan komponen tambahan lainnya. Dibandingkan dengan komputer personal (PC), kecepatan pemrosesan data pada mikrokontroler umumnya lebih rendah. (Adrianto & Kanza, 2019).

1. Jenis Jenis Mikrokontroler Secara Umum

1. Mikrokontroler *MCS 51*

MCS51 Mikrokontroler adalah bagian dari keluarga mikrokontroler *CISC*. Sebagian besar instruksinya memerlukan 12 siklus *clock* untuk dieksekusi. Mikrokontroler ini mengadopsi arsitektur *Harvard* dan telah diperluas untuk mendukung *ROM* eksternal hingga 64KB dan *RAM* eksternal hingga 64KB

dengan menggunakan jalur pemilihan *chip* terpisah. Salah satu fitur penting dari mikrokontroler 8051 adalah kemampuannya untuk menerima input dari mesin pemroses boolean, yang memungkinkan operasi logika boolean tingkat-bit dilakukan secara efisien dalam register internal dan *RAM*. Oleh karena itu, *MCS51* sering digunakan dalam perancangan awal *PLC* (*Programmable Logic Control*).

2. Mikrokontroler AVR

AVR Mikrokontroler, dikenal juga sebagai *Alv and Vegard's RISC Processor* atau AVR, merupakan mikrokontroler 8-bit dengan arsitektur *RISC*. Berkat arsitektur *RISC*-nya, sebagian besar instruksi dapat dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang paling populer digunakan dalam berbagai aplikasi di bidang elektronika dan instrumentasi. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan ke dalam empat kelas yang berbeda. Perbedaan utama antara kelas-kelas tersebut terletak pada memori, *peripheral*, dan fungsinya masing-masing. Keempat kelas tersebut adalah keluarga *ATTiny*, keluarga *AT90Sxx*, keluarga *ATMega*, dan *AT86RFxx*.

3. Mikrokontroler ARM

ARM (Advanced RISC Machine), sebelumnya dikenal sebagai *Acorn RISC Machine*, adalah sebuah prosesor yang dirancang oleh *ARM Holdings* yang menggunakan arsitektur *RISC* dengan set instruksi 32 bit. ARM memiliki beberapa keluarga mikroprosesor untuk memenuhi berbagai kebutuhan aplikasi, termasuk keluarga prosesor tertanam *ARM Cortex (ARM Cortex Embedded Processors)*. Keluarga prosesor seri *CortexM* secara khusus dikembangkan untuk domain mikrokontroler, di mana kecepatan, determinisme waktu proses, manajemen interrupt, jumlah gate silikon minimum (yang mempengaruhi harga prosesor), dan konsumsi daya minimum menjadi faktor penting. Misalnya, *ARM CortexM0* dirancang sebagai pengganti untuk aplikasi mikrokontroler 8/16 bit seperti *ARM NUC120*.

4. Mikrokontroler PIC

PIC (Peripheral Interface Controller) merupakan keluarga mikrokontroler tipe *RISC* yang diproduksi oleh *Microchip Technology*. Awalnya berasal dari *PIC1650* yang dikembangkan oleh Divisi Mikroelektronika *General Instruments*. Meskipun *Microchip Technology* tidak secara resmi mengakui PIC sebagai singkatan, namun PIC awalnya dibuat menggunakan teknologi CPU 16 bit *General Instruments*, yaitu *CP1600*. Mikrokontroler *PIC* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1975 dengan tujuan meningkatkan kinerja sistem, terutama dalam hal peningkatan pada *input/output (I/O)*. Saat ini, PIC telah dilengkapi dengan berbagai fitur seperti *EPROM*, komunikasi serial, *ADC*, kontrol motor, dan sebagainya (Topsis, 2020). Pada pembuatan alat kali ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3.

2.3 Arduino Uno R3

Arduino UNO R3 adalah versi ketiga dari seri Arduino UNO yang dirilis pada tahun 2011, dengan "R3" menandakan revisi ketiga. Mikrokontroler yang digunakan pada papan ini adalah Atmega328 yang diproduksi oleh Atmel, sebuah mikrokontroler 8-bit yang dikenal dengan efisiensi dan kemampuannya. Arduino UNO memiliki ukuran yang kecil, sebanding dengan kartu kredit, namun papan ini sangat kuat dan fungsional. Walaupun berukuran kompak, Arduino UNO R3 dilengkapi dengan mikrokontroler yang mampu menjalankan berbagai tugas, serta sejumlah input/output (I/O) yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan berbagai sensor, aktuator, dan komponen lainnya. Kemudahan dalam pemrograman dan fleksibilitas yang ditawarkan menjadikan Arduino UNO R3 populer di kalangan penggemar elektronik, pelajar, dan profesional. Papan ini memfasilitasi pembuatan berbagai proyek elektronik mulai dari prototipe sederhana hingga aplikasi kompleks, membuatnya menjadi alat yang sangat berguna dalam pengembangan teknologi dan pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) (Zanofa et al., 2021).



Gambar 2.1 Arduino Uno

2.4 Jenis Jenis Sensor Secara Umum

1 Sensor Tekanan

Sebuah Pressure Sensor atau Sensor Tekanan adalah perangkat yang dapat mengukur tekanan dengan mengubah energi mekanis menjadi sinyal listrik. Tekanan yang diukur biasanya sangat kecil dalam suatu substansi, sehingga sulit diukur dengan alat konvensional.

2 Sensor Gambar

Perangkat elektronik yang digunakan untuk mengidentifikasi piksel dalam gambar dan mengirim informasi ke layar disebut sebagai sensor gambar. Ada dua jenis utama sensor gambar: *Charge-Coupled Device* (CCD) dan *Active Pixel Sensor*, yang dapat dikelompokkan ke dalam kategori sensor analog dan digital.

3 Sensor Sentuh

Sensor sentuh yang dikenal juga sebagai sensor Peraba adalah perangkat elektronik yang mendeteksi dan merekam sentuhan fisik. Sensor ini digunakan dalam berbagai aplikasi industri seperti pengaturan saklar lampu, pengendalian AC melalui *remote control*, operasi pintu, penggunaan lift, robotika, dan pada *smartphone*.

4 Sensor Suhu

Sensor suhu digunakan untuk mendeteksi suhu dan energi panas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik (berupa tegangan atau arus). Ada beberapa jenis sensor suhu yang digunakan. Dalam dunia industri Sensor

Suhu berfungsi sebagai monitoring secara real time dan kontinu keadaan perubahan suhu mesin atau sebuah zat yang mendukung proses produksi tersebut.

5 Sensor Gerak

Sensor gerak, juga dikenal sebagai motion sensor, adalah perangkat yang dirancang untuk mendeteksi dan merekam aktivitas atau gerakan fisik. Motion sensor umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi termasuk keamanan rumah, pengoperasian pintu otomatis, *microwave*, robotika, penggunaan gelombang ultrasonik, dan detektor gerakan.

6 Sensor Getaran

Sensor getaran adalah perangkat pengukur yang dapat mendeteksi getaran pada objek tertentu. Data yang diperoleh dari sensor ini berguna dalam eksperimen atau untuk mengantisipasi kejadian yang tidak diinginkan.

7 Sensor Kelembaban

Humidity Sensor, atau sensor kelembaban, adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembaban di suatu lokasi. Pengukuran kelembaban ini memiliki signifikansi besar dalam pemantauan lingkungan, diagnosa medis, dan penyimpanan produk yang rentan terhadap perubahan kelembaban.

8 Sensor *Proximity*

Sensor *Proximity* adalah perangkat deteksi atau saklar yang mampu mengenali keberadaan target, baik itu logam maupun non-logam, tanpa perlu melakukan kontak fisik. Jenis sensor ini umumnya terdiri dari perangkat elektronik solid-state yang dilindungi secara rapat untuk mengurangi dampak getaran, cairan, bahan kimia, dan korosi yang berlebihan.

9 Sensor Cahaya

Sensor cahaya, yang merupakan perangkat fotoelektrik, berperan dalam mendeteksi intensitas cahaya atau foton yang ada di sekitarnya. Dengan menggunakan prinsip fotoelektrik, sensor ini mengubah energi cahaya yang

diterimanya menjadi sinyal listrik, yang dapat diinterpretasikan dan dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi teknologi, mulai dari pengaturan pencahayaan otomatis hingga pemantauan kehadiran obyek di lingkungan gelap.

2.5 Sensor Suhu Ds18b20

Sensor DS18B20 adalah sensor suhu tahan air yang dapat beroperasi dalam kisaran suhu $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $125\text{ }^{\circ}\text{C}$. Meskipun mampu membaca suhu hingga $125\text{ }^{\circ}\text{C}$, karena penutup kabelnya terbuat dari PVC, disarankan untuk tidak digunakan pada suhu yang melebihi $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ guna menjaga keamanannya. Sensor suhu berfungsi mengubah energi panas menjadi energi listrik. Ada dua jenis sensor suhu yang umum digunakan: sensor berbahan dasar logam dan sensor berbahan dasar semikonduktor.

Pada sensor suhu berbahan dasar logam, nilai resistansi akan meningkat seiring dengan kenaikan suhu. Ini berarti bahwa ketika suhu meningkat, hambatan listrik pada sensor juga meningkat, yang mengubah jumlah arus listrik yang dapat melewatinya. Sebaliknya, pada sensor suhu berbahan dasar semikonduktor, kenaikan suhu menyebabkan penurunan nilai resistansi. Dengan peningkatan suhu, hambatan listrik pada sensor semikonduktor berkurang, memungkinkan lebih banyak arus listrik untuk melewatinya. Kedua jenis sensor ini memiliki aplikasi yang berbeda tergantung pada kebutuhan pengukuran suhu dan lingkungan di mana mereka digunakan. Sensor berbahan dasar logam cenderung lebih stabil dan tahan lama, sedangkan sensor berbahan dasar semikonduktor biasanya lebih sensitif dan cepat merespon perubahan suhu. (Siswanto & Rony, 2018)



Gambar 2.2 Sensor Ds18b20

2.6 Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 adalah sensor gas serbaguna yang digunakan secara luas untuk mendeteksi berbagai jenis gas mudah terbakar dan asap. Sensor ini memiliki kemampuan mendeteksi beberapa gas seperti LPG (Liquefied Petroleum Gas), propana, metana, hidrogen, alkohol, dan asap, menjadikannya pilihan populer dalam berbagai aplikasi keamanan dan industri. Prinsip kerja sensor ini melibatkan perubahan resistansi internal ketika terpapar gas tertentu. Perubahan resistansi ini kemudian dikonversi menjadi tegangan yang dapat diukur dan dianalisis. Dengan tegangan operasi sebesar 5V.

Sensor ini mampu mendeteksi gas dalam rentang konsentrasi sekitar 300 hingga 10.000 ppm, tergantung pada jenis gas yang diukur. Akurasi dan keandalannya dalam mendeteksi gas membuatnya ideal untuk digunakan dalam sistem keamanan rumah, seperti pendeteksi kebocoran gas dan peringatan dini adanya asap yang bisa menandakan kebakaran. Selain itu, sensor MQ-2 juga banyak digunakan dalam berbagai proyek DIY dan sistem IoT, di mana kemampuan untuk memantau dan memberikan peringatan dini terhadap bahaya gas dan asap sangat penting untuk keselamatan dan perlindungan lingkungan. Sebagai salah satu sensor gas yang paling umum digunakan, MQ-2 juga sering diterapkan dalam laboratorium untuk percobaan terkait deteksi gas dan pengembangan teknologi keamanan. (Suryana, 2021).



Gambar 2.3 Sensor MQ 2

2.7 Sensor MQ-4

Sensor MQ-4 adalah sensor yang dirancang khusus untuk mendeteksi gas metana dan gas alam, menjadikannya komponen penting dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pemantauan dan deteksi gas secara akurat. Sensor ini bekerja dengan prinsip perubahan resistansi internal ketika terpapar gas tertentu, mirip dengan cara kerja sensor MQ-2. Ketika gas metana atau gas alam terdeteksi, resistansi di dalam sensor berubah, dan perubahan ini dikonversi menjadi sinyal tegangan yang dapat diukur dan dianalisis oleh sistem elektronik. Tegangan operasi sensor ini adalah 5V, dan memiliki rentang deteksi yang cukup luas, yaitu sekitar 200 hingga 10.000 ppm untuk metana, yang memungkinkan sensor ini mendeteksi gas dengan konsentrasi yang bervariasi

Sensor MQ-4 sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk detektor kebocoran gas metana di rumah, yang sangat penting untuk mencegah insiden berbahaya seperti ledakan atau kebakaran akibat kebocoran gas. Selain itu, sensor ini juga digunakan dalam industri untuk memantau lingkungan kerja dan memastikan keselamatan operasional, terutama di tempat-tempat di mana gas metana digunakan atau diproduksi. Dalam aplikasi monitoring gas alam, sensor MQ-4 dapat membantu mengidentifikasi dan mengontrol kebocoran gas, serta memastikan bahwa sistem distribusi gas berfungsi dengan baik. Penggunaan sensor MQ-4 juga meluas ke berbagai proyek DIY dan sistem IoT, di mana pemantauan gas secara real-time dapat memberikan informasi kritis dan peringatan dini yang penting untuk keselamatan. (Ajeng, 2023).



Gambar 2.4 Sensor MQ4

2.8 Sensor MQ-6

Sensor MQ-6 adalah sensor gas yang dirancang untuk mendeteksi LPG, butana, isobutana, dan propana, menjadikannya komponen yang sangat berguna dalam berbagai aplikasi keamanan dan industri. Seperti sensor MQ lainnya, sensor ini bekerja dengan mengubah konsentrasi gas yang terdeteksi menjadi perubahan resistansi, yang kemudian diukur sebagai tegangan. Prinsip kerja ini memungkinkan sensor MQ-6 untuk mendeteksi keberadaan gas berbahaya dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Sensor ini beroperasi pada tegangan 5V, dan memiliki rentang deteksi yang luas, yakni sekitar 200 hingga 10.000 ppm untuk LPG, sehingga mampu mendeteksi gas dengan konsentrasi yang bervariasi.

Penggunaan sensor MQ-6 sangat umum dalam sistem deteksi kebocoran gas LPG, baik di rumah tangga maupun industri, di mana keamanan menjadi prioritas utama. Di rumah tangga, sensor ini sering dipasang sebagai bagian dari sistem keamanan untuk mendeteksi kebocoran LPG yang dapat menyebabkan ledakan atau kebakaran jika tidak terdeteksi tepat waktu. Di industri, sensor ini digunakan untuk memantau lingkungan kerja dan memastikan bahwa sistem distribusi gas LPG berfungsi dengan aman dan efisien. Selain itu, sensor MQ-6 juga banyak digunakan pada kendaraan yang menggunakan LPG sebagai bahan bakar, membantu dalam mendeteksi kebocoran yang dapat membahayakan pengendara. Keandalan dan efisiensi sensor ini menjadikannya pilihan yang populer dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan deteksi gas berbahaya secara cepat dan akurat. (Oktafian, 2022).



Gambar 2.5 Sensor Mq6

2.9 Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang dirancang untuk mendeteksi berbagai gas beracun dan polutan udara, seperti amonia (NH_3), nitrogen oksida (NO_x), alkohol, benzena, asap, dan gas beracun lainnya. Sensor ini menggunakan prinsip kerja yang serupa dengan sensor MQ lainnya, di mana konsentrasi gas yang terdeteksi menyebabkan perubahan resistansi internal sensor. Perubahan resistansi ini kemudian diubah menjadi tegangan yang dapat diukur dan dianalisis. Dengan tegangan operasi 5V, sensor MQ-135 memiliki rentang deteksi sekitar 10 hingga 1.000 ppm untuk berbagai gas beracun, menjadikannya alat yang efektif untuk mendeteksi polutan dalam lingkungan.

Sensor MQ-135 sering digunakan dalam berbagai aplikasi yang berkaitan dengan monitoring kualitas udara, baik dalam ruangan maupun di luar ruangan. Di dalam ruangan, sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi peningkatan konsentrasi gas beracun yang dapat membahayakan kesehatan penghuni, sehingga sangat penting dalam sistem pengelolaan udara yang sehat. Selain itu, sensor ini juga digunakan dalam sistem deteksi polusi udara di kota-kota besar, membantu dalam memantau kualitas udara dan memberikan peringatan dini jika terjadi peningkatan polutan yang berbahaya. Dalam industri, sensor MQ-135 digunakan untuk mendeteksi gas beracun di berbagai lingkungan kerja, memastikan bahwa para pekerja tidak terpapar konsentrasi gas berbahaya yang dapat menimbulkan risiko kesehatan. Keandalan dan sensitivitas sensor ini menjadikannya pilihan yang populer dalam berbagai sistem deteksi dan monitoring gas beracun. (Stiawan & Fauzi, 2022)



Gambar 2.6 Sensor Mq135

2.10 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah jenis layar tampilan yang menggunakan kristal cair untuk menghasilkan gambar atau teks. Layar LCD terdiri dari sejumlah piksel kecil yang terdiri dari dua lapisan elektroda yang dihubungkan oleh bahan kristal cair. Saat tegangan diterapkan pada lapisan elektroda, kristal cair akan mengatur cahaya yang melewati piksel, sehingga membentuk gambar atau teks (Wulandari & Pramono, 2023).

Untuk mengontrol dan menampilkan informasi pada layar LCD, sering digunakan modul LCD yang sudah terintegrasi dengan kontroler yang sesuai. Modul LCD ini biasanya terdiri dari layar LCD, pengontrol (biasanya berupa *chip driver*), dan antarmuka yang memungkinkan koneksi dengan mikrokontroler atau sistem lainnya.

Beberapa jenis antarmuka yang umum digunakan untuk menghubungkan modul LCD dengan mikrokontroler adalah:

1. Parallel Interface: Menggunakan sejumlah pin paralel untuk mengirimkan data dan sinyal kontrol antara mikrokontroler dan modul LCD. Misalnya, antarmuka 4-bit atau 8-bit.
2. I2C (Inter-Integrated Circuit): Menggunakan protokol komunikasi serial I2C untuk mengirimkan data dan sinyal kontrol melalui jalur data dan kabel clock. Memungkinkan penggunaan lebih sedikit pin pada mikrokontroler.
3. SPI (Serial Peripheral Interface): Menggunakan protokol komunikasi serial SPI untuk mengirimkan data dan sinyal kontrol melalui jalur data, clock, dan sinyal kontrol tambahan.

Dalam pemrograman, Anda perlu menggunakan perpustakaan atau library yang sesuai untuk mengontrol modul LCD dengan mikrokontroler Anda. Library ini biasanya menyediakan fungsi-fungsi yang memudahkan Anda untuk mengatur tampilan, menulis teks, menggambar, dan mengendalikan fitur lain dari layar LCD. Contoh modul LCD yang sering digunakan adalah modul LCD 16x2 atau 20x4 yang memiliki 16 atau 20 karakter dalam 2 atau 4 baris. Modul LCD ini dapat digunakan untuk menampilkan teks, angka, atau bahkan simbol kustom sesuai dengan kebutuhan aplikasi Anda. Dalam menggunakan LCD, penting untuk memperhatikan spesifikasi modul LCD dan memahami penggunaan antarmuka dan perpustakaan yang tepat untuk mendapatkan hasil yang diinginkan (Yusuf & Hakim, 2023)



Gambar 2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*)

2.11 Pengertian Adaptor

Adaptor adalah suatu rangkaian elektronika yang memiliki kemampuan untuk mengubah tegangan *AC* menjadi *DC*. Adaptor tersedia dalam berbagai jenis, termasuk yang menghasilkan tegangan keluaran 12 *volt* dan 5 *volt*. Ketika digunakan, adaptor 12 *volt* dapat mendukung berbagai perangkat elektronik seperti peralatan rumah tangga, kamera, atau perangkat elektronik lainnya yang membutuhkan tegangan yang lebih tinggi. Di sisi lain, adaptor 5 *volt* sangat berguna untuk mengisi daya ponsel, tablet, dan perangkat portabel lainnya yang membutuhkan tegangan yang lebih rendah.

Adaptor 12 *volt* (V) dan 5 *volt* (V) adalah dua jenis adaptor yang mengubah tegangan *AC* menjadi tegangan *DC*. Perbedaan utamanya adalah tingkat tegangan yang dihasilkan. Adaptor 12V digunakan untuk perangkat dengan daya lebih tinggi

seperti peralatan rumah tangga atau kamera, sementara adaptor 5V cocok untuk mengisi daya perangkat portabel seperti ponsel atau tablet. Keduanya memberikan fleksibilitas dalam memenuhi kebutuhan daya berbagai perangkat elektronik dengan tepat sesuai tingkat tegangan yang dibutuhkan (Zahwa et. al., 2022).



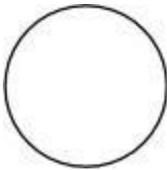
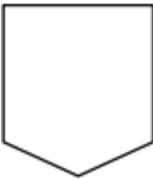
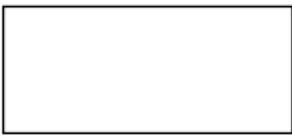
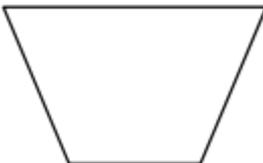
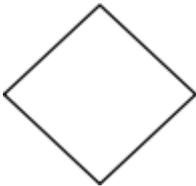
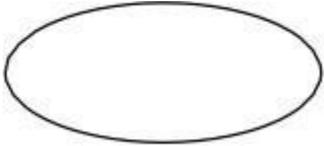
Gambar 2.8 Adaptor

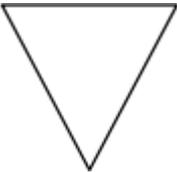
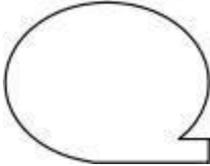
2.12 Flowchart

Flowchart, atau diagram alir, adalah cara visual untuk merepresentasikan algoritma atau langkah-langkah instruksi dalam suatu sistem. Analisis sistem menggunakan *flowchart* sebagai dokumen bukti untuk menjelaskan logika sistem kepada *programmer*. Dengan menggunakan simbol-simbol, setiap simbol mewakili suatu proses tertentu. *Flowchart* memberikan gambaran visual yang membantu dalam mengatasi potensi masalah selama pembangunan sistem, sehingga berperan penting sebagai alat dokumentasi yang memudahkan pemahaman dan koordinasi antara pihak terkait (Ernawati, 2023).

Tabel 2.1 Simbo – Simbol *Flowchart*

NO	SIMBOL	KETERANGAN
1		Simbol arus/ <i>flow</i> (Simbol penghubung antar prosedur/proses).

2		Simbol <i>connector</i> (Simbol untuk keluar/masuk prosedur atau proses dalam lembar/halaman yang sama)
3		Simbol <i>off-line connector</i> (Simbol untuk keluar/masuk prosedur atau proses dalam lembar/halaman yang lain).
4		Simbol <i>process</i> (Simbol yang menunjukkan pengolahan yang dilakukan oleh komputer).
5		Simbol <i>manual operation</i> (Simbol yang menunjukkan pengolahan yang tidak dilakukan oleh komputer).
6		Simbol <i>decision</i> (Simbol untuk kondisi yang akan menghasilkan beberapa kemungkinan jawaban/aksi).
7		Simbol <i>terminal</i> (Simbol untuk permulaan atau akhir dari suatu program).
8		Simbol <i>predefined process</i> (Simbol untuk mempersiapkan penyimpanan yang akan digunakan sebagai tempat pengolahan di dalam <i>storage</i>).

9		<p>Simbol <i>keying operation</i> (Simbol operasi dengan menggunakan mesin yang mempunyai <i>keyboard</i>).</p>
10		<p>Simbol <i>off-line storage</i> (Simbol yang menunjukkan bahwa data di dalam simbol ini akan disimpan).</p>
11		<p>Simbol manual <i>input</i> (Simbol untuk pemasukan data secara manual <i>on-line keyboard</i>).</p>
12		<p>Simbol <i>input-output</i> (Simbol yang menyatakan proses <i>input</i> dan <i>output</i> tanpa tergantung dengan jenis peralatannya).</p>
13		<p>Simbol <i>magnetic-tape unit</i> (Simbol yang menyatakan input berasal dari pita magnetik atau <i>output</i> disimpan ke pita magnetik).</p>
14		<p>Simbol <i>disk and on-line storage</i> (Simbol untuk menyatakan input berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i>).</p>

15		Simbol <i>document</i> (Simbol yang menyatakan <i>input</i> berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau <i>output</i> dicetak ke kertas).
16		Simbol <i>punched card</i> (Simbol yang menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu).
17		Simbol <i>display</i> (Simbol yang menyatakan peralatan <i>output</i> yang digunakan yaitu layar, <i>plotter</i> , <i>printer</i> , dan sebagainya)