

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Beberapa penelitian berkaitan dengan pengukuran kebisingan kenalpot kendaraan bermotor dengan menggunakan mikrokontroler yang sudah pernah dilakukan. Mikrokontroler yang digunakan juga bervariasi tergantung dengan kebutuhan. Namun, kebanyakan menggunakan mikrokontroler *Arduino uno* karena pada mikrokontroler ini sangat mudah digunakan tetapi memiliki kekurangan tersendiri, yaitu tidak bisa menggunakan sebuah koneksi berbasis *wifi*. Berbeda dengan mikrokontroler ESP8266 yang sudah *support* pada koneksi *wifi* tetapi memiliki memori yang lebih kecil dari mikrokontroler *Arduino uno*.

Penelitian yang dilakukan oleh Hardi Hamzah, Muh Nurkhalis A, dan Muh. Ridwan K pada tahun 2022 berjudul "Analisis Tingkat Kebisingan Menggunakan Sound Level Meter Berbasis Mikrokontroler" mengevaluasi tingkat kebisingan di beberapa kecamatan di Kabupaten Polewali Mandar. Penelitian ini menggunakan *Arduino uno* sebagai mikrokontroler dan sound level meter sebagai sensor pendeteksi suara. Pengukuran dilakukan pada siang hari dengan kondisi cuaca cerah, kecepatan angin sekitar 5 km/jam, kelembapan 72%, dan tingkat keramaian jalan raya sesuai dengan lokasi pengukuran.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar kecamatan (sembilan dari sepuluh titik) memiliki rata-rata tingkat kebisingan di bawah level batas kebisingan sebesar 85 dB. Namun, ada satu wilayah kecamatan, yaitu Wonomulyo, yang memiliki rata-rata tingkat kebisingan mencapai 86 dB, melebihi nilai level batas kebisingan yang telah ditetapkan. Hal ini menunjukkan adanya potensi masalah polusi suara di wilayah tersebut.

Dalam konteks lingkungan perkotaan, kebisingan berlebihan dapat menyebabkan dampak negatif pada kesehatan dan kenyamanan penduduk setempat. Oleh karena itu, penelitian seperti ini sangat penting untuk mengetahui tingkat kebisingan di suatu daerah dan dapat menjadi dasar untuk mengambil tindakan pencegahan dan pengendalian guna menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan sehat bagi masyarakat. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi

pertimbangan bagi pihak-pihak terkait dalam mengambil kebijakan dan langkah-langkah yang tepat dalam mengatasi masalah polusi suara di wilayah Kabupaten Polewali Mandar. [11] .

Penelitian yang dilakukan oleh Syamsul Jmr dan Sri Yeni W pada tahun 2018 dengan judul "Rancang Bangun Pengontrolan dan Monitoring Kebisingan Ruang Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 8535" menggunakan mikrokontroler AVR ATmega8535 sebagai bagian dari sistem untuk mempermudah pemrosesan data. Tujuan penelitian ini adalah menciptakan sebuah sistem monitoring tingkat kebisingan di dalam ruangan, yang hasil pengukurannya ditampilkan pada dot matriks sehingga dapat dipantau dari seluruh area ruangan tersebut.

Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan rata-rata tingkat kebisingan di dalam ruangan, dan sistem ini mampu menampilkan data dalam rentang ± 45 hingga ± 76 dBA. Dengan adanya tampilan pada dot matriks, pengguna dapat dengan mudah melihat informasi mengenai tingkat kebisingan di lingkungan sekitar mereka.

Sistem ini juga memiliki fitur peringatan, yaitu memberikan pesan teks jika tingkat kebisingan di dalam ruangan melebihi 56 dB. Hal ini sangat bermanfaat untuk memberi tahu pengguna bahwa tingkat kebisingan telah mencapai batas yang dapat mengganggu kenyamanan atau bahkan kesehatan.

Dengan adanya sistem pengontrolan dan monitoring kebisingan ruangan ini, diharapkan pengguna dapat lebih peka terhadap tingkat kebisingan di sekitar mereka dan dapat mengambil tindakan yang sesuai untuk menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan sehat. Selain itu, penggunaan mikrokontroler AVR ATmega8535 juga memudahkan dalam pemrosesan data dan kontrol sistem secara efisien [12].

Penelitian yang dilakukan oleh Yuwono S, Ishak, dan Suardi Yakub pada tahun 2021 dengan judul "Implementasi Sensor GYMAX4466 Pada Sistem Monitoring Kebisingan Menggunakan *Internet of Things* (IoT) Berbasis Nodemcu" berfokus pada studi tentang kebisingan di ruang perpustakaan. Perpustakaan memiliki peran penting sebagai institusi yang profesional dalam mengelola berbagai koleksi karya tulis, cetak, dan rekam untuk memenuhi kebutuhan pendidikan, penelitian, pelestarian, informasi, dan rekreasi bagi para pemustaka.

Fungsi perpustakaan ini sangat krusial bagi masyarakat umum, khususnya para pelajar dan mahasiswa, karena menjadi sumber informasi dan tempat pembelajaran yang berharga bagi berbagai kalangan, dari pelajar hingga masyarakat secara luas.

Melalui penelitian ini, pihak terkait di perpustakaan dapat memahami tingkat kebisingan yang ada di lingkungan perpustakaan, yang merupakan faktor penting dalam memberikan kenyamanan dan kualitas pengalaman bagi para pengunjung. Dengan mengimplementasikan sensor GYMAX4466 dan teknologi Internet of Things (IoT) berbasis Nodemcu, penelitian ini memberikan solusi untuk memonitor tingkat kebisingan secara real-time dan dapat memberikan data yang akurat dan cepat.

Menjaga kebisingan di perpustakaan dalam batas yang dapat diterima sangat penting agar lingkungan tersebut tetap menjadi tempat yang kondusif untuk belajar, membaca, dan melakukan penelitian. Dengan pemahaman tentang tingkat kebisingan yang ada, pihak perpustakaan dapat mengambil langkah-langkah untuk mengurangi kebisingan yang tidak diinginkan, serta meningkatkan pengalaman belajar dan penelitian bagi para pengunjung.

Penelitian ini memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kualitas lingkungan di perpustakaan sebagai pusat pembelajaran dan pengetahuan bagi masyarakat. Dengan memperhatikan aspek kebisingan, perpustakaan dapat terus berfungsi sebagai tempat yang nyaman dan berharga bagi para pemustaka, serta tetap relevan dalam memberikan manfaat bagi masyarakat luas [13].

Karena itu, diperlukan sebuah sistem yang mampu mengukur dan memonitor tingkat kebisingan suara di perpustakaan. Hal ini memungkinkan pengelola untuk mengendalikan tingkat kebisingan di lingkungan perpustakaan dengan mendapatkan pemberitahuan ketika terdeteksi kebisingan yang melebihi batas. Dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, proses pemantauan kebisingan di perpustakaan dapat diimplementasikan menggunakan teknologi mikrokontroler yang mendukung kinerja sistem secara efisien. Sensor GYMAX4466 digunakan dalam sistem untuk mengukur tingkat kebisingan dan konsep Internet of Things (IoT) diaplikasikan untuk memberikan notifikasi kepada pengelola perpustakaan melalui aplikasi dengan memanfaatkan jaringan internet sebagai media komunikasi [13].

Dalam penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Sound Level Meter Menggunakan Sensor Suara Berbasis Arduino Uno" yang dilakukan oleh Laura A S L dan Redi K P pada tahun 2018, dilakukan studi tentang tingkat kebisingan di suatu ruangan dengan menggunakan sensor suara MAX4466 yang terintegrasi dengan Arduino Uno. Pengukuran kebisingan dilakukan selama 30 detik dengan interval 1 detik, dan hasilnya menunjukkan nilai tertinggi sebesar 65,02 dB. Berdasarkan temuan ini, Kesimpulannya, dapat dipercayai bahwa sensor suara MAX4466 dapat menjadi alat yang handal untuk mengukur tingkat kebisingan sebagai "pengukur tingkat suara" (sound level meter). Selain itu, aplikasi perangkat lunak yang dirancang berhasil menampilkan nilai intensitas suara dalam bentuk grafik serta menyimpan data hasil pengukuran dalam format file Excel. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam mengembangkan teknologi untuk memonitor dan mengukur kebisingan dalam lingkungan tertentu, yang dapat membantu dalam pengendalian dan perbaikan kualitas lingkungan akustik [14].

Dalam penelitian berjudul "Rancang Bangun Alat Pendeteksi dan Pemberi Peringatan Kebisingan Suara Berbasis Arduino (Studi Kasus: Perpustakaan Universitas Amikom Purwokerto)" yang dilakukan oleh Charir M A, Dwi Krisbiantoro tahun 2020 melakukan studi mengenai kebisingan di ruangan perpustakaan Universitas Amikom Purwokerto. Saat ini, petugas perpustakaan masih mengandalkan cara konvensional dengan menegur pengunjung yang membuat kebisingan. Namun, pendekatan ini tidak efektif karena petugas tidak selalu bisa menegur pengunjung setiap saat dan pengunjung seringkali mengulangi perilaku berisiknya, yang mengganggu tugas dan kenyamanan kerja petugas perpustakaan. Selain itu, kebisingan yang berlarut-larut juga dapat mengganggu konsentrasi pengunjung dalam membaca dan berdiskusi di perpustakaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat deteksi dan memberikan notifikasi kebisingan suara berbasis Arduino, dengan fokus pada membantu staf perpustakaan mengontrol tingkat kenyamanan ruangan dari kebisingan berlebihan. Pengembangan sistem dilakukan dengan pendekatan prototipe. Hasil pengujian dari alat ini menunjukkan bahwa alat tersebut berhasil mendeteksi kebisingan suara dan memberikan peringatan berupa teks dan audio kepada pengunjung perpustakaan. Dengan hadirnya alat ini, diharapkan staf perpustakaan dapat lebih efisien dalam menangani masalah kebisingan dan menciptakan lingkungan perpustakaan yang

lebih kondusif untuk kegiatan belajar dan membaca, serta memberikan pengalaman pengunjung yang lebih nyaman dan menyenangkan [15].

Pada penelitian sebelum terdapat beberapa perbedaan pada alat, bahan, serta sensor yang dipakai, perbedaan tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

| No | Nama Peneliti, Tahun dan Judul | Persamaan | Perbedaan | |
|----|--|---|--|---|
| | | | Peneliti Terdahulu | Rencana Penelitian |
| 1 | (Syamsul Jmr dan Sri Yeni Widianti (2018)) “Rancang Bangun Pengontrolan dan Monitoring Kebisingan Ruangan Berbasis Mikrokontroller AVR ATmega 8535” | Memonitoring Kebisingan | Memonitoring menggunakan Mikrokontroller AVR ATmega 8535 | Memonitoring Kebisingan menggunakan ESP8266 |
| 2 | (Laura Anastasi Sesaragi Laponi , Redi Kristian Pingak (2018)) “Rancang Bangun <i>Sound Level Meter</i> Menggunakan Sensor Suara Berbasis <i>Arduino uno</i> ” | Rancang Bangun mengukur Kebisingan dan menggunakan sensor suara GYMax4466 | Melakukan Penelitian pada suatu ruangan dengan objek dari suara televisi | Menggunakan ruang terbuka dengan objek dari suara kenalpot kendaraan bermotor |
| 3 | (Charir Maulana Achsan, Dwi Krisbiantoro (2020)) “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Dan Pemberi Peringatan Kebisingan Suara Berbasis Arduino (Studi Kasus: Perpustakaan Universitas Amikom Purwokerto)” | Rancang bangun mengukur Kebisingan dan memberi peringatan | Menggunakan <i>arduino uno</i> | Menggunakan ESP8266 |
| 4 | (Yuwono Suardho, Ishak, dan Suardi Yakub (2021)) “Implementasi Sensor GYMAX4466 Pada Sistem Monitoring Kebisingan Menggunakan Internet of Things (IOT) Berbasis Nodemcu” | Menggunakan Sensor GYMax4466 dan Nodemcu | Melakukan Penelitian pada ruang perpustakaan | Menggunakan ruang terbuka yaitu di jalan raya |
| 5 | (Hardi Hamzah, Muhammad Nurkhalis Agriawan, dan Muh. Ridwan Kadir (2022)) “Analisi Tingkat kebisingan Menggunakan <i>Sound Level Meter</i> Berbasis Mikrokontroller” | Mengukur kebisingan menggunakan mikrokontrolle r | Menggunakan <i>arduino uno</i> dan sensor <i>sound level meter</i> | Menggunakan ESP8266 dan sensor suara GYMax4466 |

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Kebisingan Suara

Bunyi adalah sensasi yang timbul ketika molekul-molekul udara bergetar secara longitudinal dan gelombangnya mencapai membrana timpani di telinga.

Kebisingan, di sisi lain, adalah jenis bunyi yang tidak diinginkan dari kegiatan atau usaha tertentu dengan tingkat dan durasi tertentu, yang dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

Intensitas bunyi tergantung pada jarak dari sumber bunyi yang menyebabkan getaran. Semakin besar daya atau intensitas bunyi dari sumbernya, maka intensitas bunyi yang terukur akan semakin tinggi. Pengukuran kebisingan umumnya menggunakan satuan desibel (dB), yang merupakan unit pengukuran logaritmik untuk merepresentasikan jumlah bunyi tertentu. Untuk mengukur intensitas kebisingan, digunakan alat bernama *Sound Level Meter* (SLM), yang mengukur perbedaan tekanan suara dan menghasilkan keluaran berupa angka dalam satuan desibel (dB) berdasarkan persamaan matematis tertentu [16].

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi R^2} \quad (1)$$

Keterangan:

I : Intensitas bunyi (W/m^2)

P : Daya (W)

A : Luas (m^2)

R : jarak suatu titik ke sumber bunyi (m)

Pengukuran tingkat intensitas suara membutuhkan rumus, yaitu rumus taraf intensitas bunyi dengan nilai algoritma yang berfungsi membandingkan intensitas bunyi dengan intensitas level pendengaran. Taraf intensitas bunyi seperti suara sirine mobil, tetapi taraf intensitas bunyi biasa digunakan untuk melakukan pengukuran suara kebisingan.

$$TI = 10 \log I / I_0 \quad (2)$$

TI : Taraf Intensitas Bunyi (dB)

I : Intensitas Bunyi (W/m^2)

I_0 : Intensitas level pendengaran manusia ($10^{-12} w/m^2$)

2.2.2 Internet of Things (IoT)

Internet of Things merupakan sebuah konsep yang memiliki tujuan untuk memperluas manfaat dari sebuah konektivitas internet yang terhubung secara terus menerus. IoT juga dapat diartikan sebagai sebuah perangkat yang mempunyai

kemampuan yang saling terkoneksi dan berbagi data dengan memanfaatkan teknologi internet. IoT memiliki kemampuan untuk mengendalikan sebuah perangkat atau *remote control* dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan internet. Pemanfaatan teknologi IoT sudah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, baik bidang industri, kesehatan, pendidikan maupun transportasi, tampilan struktur ini dapat dilihat pada Gambar 2.1 [17].



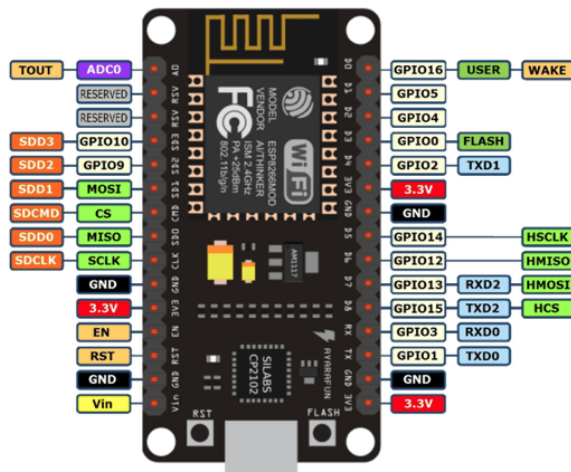
Gambar 2. 1 Ilustrasi IoT [17]

Internet of Things (IoT) dapat dikembangkan dengan sebuah perangkat elektronika seperti Arduino dan ESP untuk keperluan tertentu. IoT juga dapat dikembangkan aplikasi terpadu dengan sistem operasi Android. Adapun cara kerja dari IoT adalah berjalan sesuai dengan instruksi pada suatu program, dimana masing-masing dari perintah program mampu memberikan hasil suatu interaksi antara perangkat yang saling terhubung. Cara kerja tersebut tidak harus ada unsur campur tangan manusia didalamnya. Internet mampu berperan sebagai penghubung kedua interaksi pada suatu perangkat jarak jauh. Manusia hanya berperan sebagai pengatur dan pengawas ketika sistem atau alat sedang melakukan tugasnya [18].

2.2.3 Nodemcu ESP8266

ESP8266 adalah sebuah modul Wi-Fi yang dapat digunakan sebagai tambahan untuk mikrokontroler seperti Arduino. Modul ini memungkinkan perangkat untuk terhubung langsung ke jaringan Wi-Fi dan membentuk koneksi TCP/IP. Kelebihan dari ESP8266 adalah ia berbasis SOC (System on Chip), sehingga dapat beroperasi secara mandiri tanpa memerlukan bantuan mikrokontroler lain. Modul ini berfungsi dengan tegangan sekitar 3.3V dan memiliki tiga mode Wi-Fi yang berbeda, yaitu Mode Station untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi, Mode Access Point untuk menjadi hotspot sendiri, dan Mode

Keduanya (Both) yang memungkinkan modul berperan ganda sebagai klien dan akses poin. ESP8266 juga dilengkapi dengan prosesor, memori, dan beberapa pin GPIO (General Purpose Input Output) yang dapat digunakan untuk menghubungkan dengan berbagai sensor atau perangkat lain. Jumlah pin GPIO yang tersedia dapat bervariasi tergantung pada jenis spesifik dari modul ESP8266 yang digunakan. Tampilan modul ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 [19].



Gambar 2. 2 Module Nodemcu ESP8266 [19]

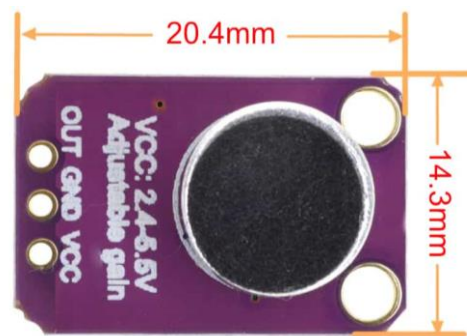
2.2.4 Sensor GYMAX4466

Sensor suara GYMAX4466 berfungsi mengubah besaran suara menjadi sinyal listrik. Sensor ini bekerja pada catu daya 3,3 hingga 5 VDC. Output data dari sensor ini berupa tegangan analog, sehingga mudah terhubung ke ADC atau mikrokontroler yang memiliki internal ADC. Modul *sound* sensor ini dirancang untuk mendeteksi suara menggunakan mikrofon.

Modul tersebut terdapat mikrofon electret dengan rentang frekuensi operasi 20 hingga 20KHz dan sensitivitas sekitar -35 ± 4 dB. Mikrofon electret ini memiliki elemen getar kecil yang menghasilkan keluaran tegangan beberapa milivolts (peak-to-peak). Mikrofon electret ini sudah terhubung dengan kapasitor khusus yang memiliki tegangan listrik permanen dan dipasang selama proses produksi.

Penguat operasional MAX4465 hingga MAX4469 menawarkan solusi yang kuat dan serbaguna untuk aplikasi penguatan sinyal. Dengan rentang operasi tegangan pasokan dari +2.4V hingga +5.5V, serta opsi versi *shutdown ultra*-rendah 5nA (untuk MAX4467/MAX4468), IC ini memberikan fleksibilitas yang luas. Rasio penolakan catu daya mencapai 112dB, sementara rasio penolakan *common-*

mode yang sangat baik mencapai 126dB, menghasilkan kualitas sinyal yang unggul. Dengan fitur AVOL tinggi hingga 125dB (pada $RL = 100k\Omega$) dan keluaran rel ke rel, IC ini menawarkan performa yang handal. Konsumsi arus pasokan rendah hanya $24\mu A$ dan berbagai pilihan produk *bandwidth*, mulai dari 200kHz (untuk MAX4465/MAX4467/MAX4469) hingga lebih dari 600kHz (pada $AV \geq 5$ untuk MAX4466/MAX4468), menjadikannya pilihan yang cocok untuk berbagai aplikasi. Dengan tersedia dalam paket hemat ruang 5-Pin SC70 (untuk MAX4465 / MAX4466) dan 8-Pin SOT23 (untuk MAX4467 / MAX4468 / MAX4469), tampilan modul sensor ini dapat dilihat pada Gambar 2.3 [20].



Gambar 2. 3 Sensor GYYMAX4466 [20]

2.2.5 Iot Platform *Blynk*

Blynk merupakan sebuah perangkat lunak yang dirancang untuk mendukung implementasi Internet of Things (IoT). Aplikasi *Blynk* memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengontrol perangkat keras dari jarak jauh, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi data, dan banyak fungsi menarik lainnya. Platform ini terdiri dari tiga komponen utama yang bekerja secara bersinergi.

Pertama, Aplikasi *Blynk* memungkinkan pengguna untuk membuat antarmuka yang menarik dan intuitif sesuai dengan proyek IoT mereka. Pengguna dapat menggunakan beragam widget yang tersedia untuk merancang antarmuka yang sesuai dengan kebutuhan proyek mereka.

Kedua, *Server Blynk* berfungsi sebagai perantara antara smartphone atau perangkat pengendali lainnya dengan perangkat keras yang terhubung. Pengguna memiliki opsi untuk menggunakan layanan *Blynk Cloud* yang disediakan atau mengatur *server Blynk* secara lokal. *Server Blynk* bersifat open-source, mampu menangani ribuan perangkat IoT, dan dapat dijalankan di perangkat seperti

Raspberry Pi, memberikan fleksibilitas dalam mengatur infrastruktur sesuai kebutuhan.

Ketiga, *Blynk* Libraries menyediakan dukungan untuk berkomunikasi dengan *server Blynk* dan memproses perintah masuk dan keluar di berbagai platform perangkat keras populer. Tampilan *blynk* ini dapat dilihat pada Gambar 2.4 dengan ini memungkinkan integrasi yang mudah dengan berbagai macam perangkat keras yang berbeda.

Dengan menggunakan ketiga komponen ini, *Blynk* mempermudah pengguna untuk mengembangkan proyek IoT dengan antarmuka yang menarik, pengendalian dari jarak jauh, dan berbagai fitur menarik lainnya. *Blynk* menjadi solusi yang efisien dan fleksibel dalam mengimplementasikan proyek Internet of Things [21].



Gambar 2. 4 Aplikasi *Blynk* [21]

2.2.6 Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program atau sketsa pemrograman untuk *board* Arduino. Dengan menggunakan Arduino IDE, pengguna dapat mengedit, membuat, mengunggah, dan mengkode program tertentu ke *board* Arduino yang dituju. Perangkat lunak ini dibuat dengan bahasa pemrograman JAVA dan dilengkapi dengan library C/C++ (*wiring*), yang memudahkan dalam operasi input/output pada *board* Arduino.

Sketsa (*sketch*) adalah program yang ditulis menggunakan Arduino IDE. Sketsa ini disimpan dengan ekstensi file *.ino*. Ketika menulis program pada Arduino IDE, terdapat beberapa struktur dasar yang perlu diikuti untuk memastikan program berjalan dengan baik pada *board* Arduino yang digunakan. Dengan Arduino IDE, proses pemrograman pada *board* Arduino menjadi lebih sederhana dan mudah

diakses bagi para pengguna, tampilan *software* ini dapat dilihat pada Gambar 2.5 [22].



Gambar 2. 5 Software Arduino IDE [22]

2.2.7 Liquid Crystal Display (LCD)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah jenis media tampilan yang menggunakan cairan kristal untuk menciptakan gambar yang terlihat. Teknologi *Liquid Crystal Display* (LCD) sudah sering digunakan pada berbagai produk elektronik seperti layar ponsel, laptop, jam digital, kalkulator, multimeter, monitor komputer, televisi, layar game portabel, termometer digital, dan perangkat elektronik lainnya. LCD terdiri dari dua komponen utama, yaitu bagian *Backlight* (lampu latar belakang) dan bagian *Liquid Crystal* (kristal cair).

Seperti namanya, LCD tidak menghasilkan pencahayaan sendiri; ia hanya merefleksikan dan mentransmisikan cahaya yang melewati permukaannya. Oleh karena itu, LCD memerlukan sumber cahaya tambahan, yaitu *Backlight* atau cahaya latar belakang. Cahaya *Backlight* biasanya berwarna putih. Di sisi lain, Kristal Cair (*Liquid Crystal*) adalah cairan organik yang terletak di antara dua lembar kaca yang memiliki permukaan transparan dan konduktif. Kristal cair ini berfungsi untuk mengatur penembusan cahaya dari *Backlight* melalui tampilan, sehingga dapat membentuk gambar yang terlihat oleh pengguna. Dengan teknologi ini, LCD telah menjadi salah satu teknologi tampilan yang paling umum digunakan pada berbagai produk elektronik, tampilan modul ini dapat dilihat pada Gambar 2.6 [23].



Gambar 2. 6 Modul Display LCD OLED [23]