

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan dalam melakukan penelitian sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan, hal ini tentunya dapat mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian yang akan dilakukan. Adapun hasil-hasil penelitian yang dijadikan perbandingan tidak terlepas dari topik penelitian mengenai alat kotak sampah pintar pemisah sampah logam dan non logam berbasis arduino uno. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang akan dilakukan.

Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh (Bere., dkk, 2021), dimana melakukan penelitian yang berjudul Rancang Bangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis menggunakan Sensor Jarak Berbasis Arduino menunjukkan bahwa penelitian ini memanfaatkan teknologi modern yang ada dengan menggunakan sensor jarak (*ultrasonic*) dan menggunakan pengontrol untuk mengatur motor servo yang berfungsi untuk membuka dan menutup kotak sampah. Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian sistem, dapat diambil kesimpulan dari alat yang dibuat yaitu alat yang dirancang dapat bekerja dengan baik dalam menangani proses sistem membuka dan menutup tong sampah secara otomatis dengan jarak respon jika seorang melewati kotak sampah $\leq 30\text{cm}$, tutup kotak sampah akan terbuka otomatis, dan *delay* selama 5 detik. Dapat mengirimkan notifikasi pesan telegram dengan baik saat *buzzer* memberikan alarm jika kotak sampah sudah penuh.

Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh (Pradana, 2021), dimana melakukan penelitian yang berjudul Pemilahan Sampah Pintar Berdasarkan Logam dan Non Logam di Kantor Fakultas Teknik menunjukkan bahwa sistem pemilahan sampah ini dimulai dari proses input yang berasal dari sensor *proximity*, sensor *loadcell*, dan sensor *ultrasonic*. Sistem ini menggunakan

arduino mega sebagai mikro kontroler yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data pada sistem pemilah. Hasil yang diperoleh yaitu sensor *proximity* dapat mendeteksi jenis sampah dan mengirim data ke arduino untuk menentukan kemana motor servo akan bergerak memindahkan sampah sesuai jenisnya. Berat sampah pada penampung di ukur dengan sensor loadcell untuk mendeteksi berapa berat sampah. Sensor *ultrasonic* dapat mengukur jumlah sampah pada penampung. Pengguna dapat melihat status penampung pada LCD yang terpasang pada alat ini. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu merancang pemisah sampah berdasarkan jenisnya di kantor fakultas Teknik yang terintegrasi mikrokontroler menggunakan sensor *proximity* dan mengidentifikasi kapasitas sampah berdasarkan berat dan volume yang terintegrasi mikrokontroler menggunakan sensor *loadcell* dan *ultrasonic*.

Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh (Widodo., dkk, 2019), dimana melakukan penelitian yang berjudul Tempat Sampah Pintar dengan Notifikasi Berbasis IoT menunjukkan bahwa penelitian ini memanfaatkan internet yang ada. Pada dasarnya *internet of things* adalah sebuah konsep untuk memaksimalkan fungsi konektivitas internet. Penelitian ini mengembangkan teknologi yang digunakan dalam memelihara kebersihan, dalam hal ini adalah tempat sampah pintar. Tempat sampah pintar ini memiliki sensor ultrasonik yang dapat mengukur tingkat penuhnya tempat sampah, dan dapat memberikan notifikasi kepada petugas kebersihan apabila sampah sudah penuh, yaitu pada ketinggian lebih dari 80% ketinggian tempat sampah. Berdasarkan notifikasi yang diterima, petugas pengelola sampah dapat mengetahui tempat sampah mana yang sudah harus ditangani, yaitu dengan memindahkan sampah yang sudah hampir penuh ke tempat penampungan yang ditentukan. Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini yaitu cara membangun kotak sampah pintar menggunakan sensor ultrasonik berbasis mikrokontroler WeMos D1 Mini yang dapat mendeteksi apakah kotak sampah telah penuh atau belum. Penelitian ini bertujuan untuk membuat perancangan purwarupa deteksi isi kotak sampah menggunakan sensor ultrasonik, apabila isi kotak sampah telah mencapai $\geq 80\%$, sistem akan mengirimkan pemberitahuan berupa e-mail kepada petugas kebersihan yang akan

mengumpulkan sampah, sehingga sampah tidak akan menumpuk.

Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh (Hasibuan., dkk, 2021), dimana melakukan penelitian yang berjudul Rancang Bangun Sistem Pemilah dan Pemantau Sampah Logam dan Non Logam Via SMS yang menunjukkan bahwa penelitian ini memantau kondisi tempat sampah yang penuh dengan menggunakan GPS dan SMS sebagai pendukung apabila kondisi tempat sampah tersebut dalam keadaan penuh sehingga dapat membantu menginformasikan pada pengguna agar cepat mengangkut sampah tersebut. Alat ini diproses dengan menggunakan mikrokontroler arduino nano sebagai komponen pengendali. Pada Sistem Pemilah dan Pemantau Sampah ini didapatkan hasil bahwa motor servo akan bergerak ke arah kanan jika sensor induktif *proximity* mendeteksi sampah jenis logam, dan motor servo akan bergerak ke arah kiri jika sensor induktif *proximity* mendeteksi sampah jenis non logam. Selanjutnya *buzzer* akan menyala ketika sensor IR mendeteksi jarak sampah sebesar 1 cm sampai dengan 4 cm.

Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh (Alfita., dkk, 2021), dimana melakukan penelitian yang berjudul Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Organik dan Anorganik menunjukkan bahwa penelitian ini mampu memilah sampah organik dan anorganik, yaitu dengan membuat alat seperti konveyor untuk memilah jenis sampah organik dan jenis sampah anorganik yang nantinya akan tergolong sendiri-sendiri dan terkumpul pada tempatnya sendiri sehingga tidak tercampur menjadi satu, untuk membedakan mana sampah organik dan anorganik kita akan menggunakan sensor *proximity* kapasitif sebagai pemilahnya, atmega 16 sebagai mikrokontrollernya untuk menjalankan semua kerja sistem alat. Motor DC sebagai penggerak konveyor. Sensor LDR sebagai pendeksi adanya sampah dan sensor IR (Infrared) berfungsi sebagai informasi pada konveyor ataupun mikrokontroler jika sampah organik ataupun sampah anorganik dalam wadah sudah terkumpul penuh konveyor akan berhenti.

Persamaan dan perbedaan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	(Bere., dkk, 2021) yang berjudul Rancang Bangun Alat pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Arduino	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan sensor jarak (<i>ultrasonic</i>). 2. Menggunakan <i>buzzer</i> sebagai alarm pemberitahuan jika sampah sudah penuh. 3. Berbasis arduino. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menerapkan <i>Internet of Things</i> (IoT). 2. Menggunakan notifikasi pesan telegram sebagai pemberitahuan jika sampah sudah penuh.
2.	(Pradana, 2021) yang berjudul “Pemilah Sampah Pintar Berdasarkan Logam dan Non Logam di Kantor Fakultas Teknik”	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan sensor jarak (<i>ultrasonic</i>). 2. Menggunakan sensor <i>proximity</i> untuk mendeteksi jenis sampah. 3. Pemisah sampah logam dan non logam. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan sensor <i>loadcell</i> untuk mengidentifikasi kapasitas sampah. 2. Menggunakan arduino mega.
3.	(Widodo., dkk, 2019) yang berjudul “Tempat Sampah Pintar dengan Notifikasi Berbasis IOT”	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan sensor jarak (<i>ultrasonic</i>). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berbasis <i>Internet of Things</i> (IOT). 2. Mikrokontroler WeMos D1 Mini. 3. Pemberitahuan berupa e-mail .

No	Penelitian	Persamaan	Perbedaan
4.	(Hasibuan., dkk, 2021) yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemilah dan Pemantau Sampah Logam dan Non Logam Via SMS”	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemisah sampah logam dan non logam. 2. Menggunakan sensor <i>proximity</i> induktif untuk mendeteksi jenis sampah. 3. Menggunakan <i>buzzer</i> sebagai alarm pemberitahuan jika sampah penuh. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Notifikasi pemberitahuan jika sampah sudah penuh menggunakan SMS dan GPS. 2. Menggunakan sensor IR untuk mendeteksi ketinggian sampah. 3. Menggunakan arduino nano.
5.	(Alfita., dkk, 2021) yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Organik dan Anorganik”	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan sensor <i>proximity</i> untuk mendeteksi jenis sampah. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemisah sampah organik dan anorganik. 2. Menggunakan mikrokontroler Atmega 16. 3. Motor DC sebagai konveyor pemisah sampah. 4. Sensor LDR sebagai pendeteksi adanya sampah 5. Sensor IR sebagai pendeteksi ketinggian sampah.

2.2 *Smart Trash*

Smart Trash merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk pengelolaan sampah agar lebih efektif dalam menangani penumpukan sampah. *Smart trash* juga disebut dengan sistem tempat sampah pintar yang dapat dibangun dengan keuntungan untuk mempermudah pekerjaan petugas kebersihan (Febrianto., dkk, 2022).

Alat pembuka tutup kotak sampah pintar mampu membuka dan menutup secara otomatis dengan bantuan sensor dan di proses menggunakan arduino dan kemudian arduino akan mengirimkan instruksi untuk mengaktifkan motor servo.

Adapun sensor yang digunakan untuk membuka penutup kotak sampah adalah sensor yang mampu mendeteksi jenis sampah logam dan non logam. setelah sensor *proximity* mendeteksi jenis sampah lalu akan mengirimkan perintah yang akan di proses oleh arduino untuk menggerakkan motor servo yang digunakan untuk membuka dan menutup penutup kotak sampah. Selanjutnya kotak sampah pintar ini menggunakan sensor pendeteksi jarak yang mampu mendeteksi ketinggian permukaan sampah. Sensor pendeteksi jarak yang digunakan dalam sistem mendeteksi kapasitas tinggi sampah adalah sensor ultrasonik HC- SR04.

2.3 **Sampah Logam**

Sampah logam merupakan limbah yang di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun dan dapat berbahaya bagi organisme hidup.

Sampah Logam adalah sampah yang sudah tidak dipakai lagi dan sulit terurai. Sampah anorganik yang tertimbun di tanah dapat menyebabkan pencemaran tanah karena sampah anorganik tergolong zat yang sulit terurai dan sampah itu akan tertimbun dalam tanah dalam waktu lama, ini menyebabkan rusaknya lapisan tanah (Anggraini, 2022).

2.3.1 Jenis – Jenis Sampah Logam

1. Menurut (Wibowo, 2020), kuningan adalah logam campuran dari tembaga (Cu) dan seng (Zn). Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan, dan kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut. Kuningan lebih kuat dan lebih keras daripada tembaga, tetapi tidak sekuat atau sekeras baja. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk kedalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam. Karena sifat-sifat tersebut kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa, tabung, sekrup, alat musik, dan aplikasi kapal laut.
2. Pada penelitian (Pratiwi, 2020), Tembaga didalam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, tetapi lebih umum ditemukan dalam senyawa atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Pada badan air, tembaga dapat ditemukan dalam bentuk senyawa ion seperti CuCO_3 dan CuOH . Pada buatan mineral atau lapisan tanah, tembaga dapat ditemukan dalam bentuk *chalcopyrite*, *bornite*, *covellite*, *chalcocite*. Tembaga juga ditemukan dalam bentuk azurit dan karbonat malasit. Tembaga dapat masuk ke dalam air karena aktivitas manusia seperti emisi udara, industri pelapisan logam, galangan kapal, dan pertambangan.
3. *Steinlesstill* merupakan baja paduan yang mengandung sedikitnya 11,5% krom berdasar beratnya. *Steinlesstill* memiliki sifat tidak mudah terkorosi sebagaimana logam baja yang lain. *Steinlesstill* berbeda dari baja biasa dari kandungan kromnya. Baja karbon akan terkorosi ketika diekspos pada udara yang lembab.

2.4 Sampah Non Logam

Sampah Non Logam adalah sampah yang berasal dari sisa makhluk hidup yang mudah terurai secara alami tanpa proses campur tangan manusia untuk dapat terurai. Sampah Non Logam bisa dikatakan sebagai sampah ramah lingkungan

bahkan sampah bisa diolah kembali menjadi suatu yang bermanfaat bila dikelola dengan tepat. Tetapi sampah bila tidak dikelola dengan benar akan menimbulkan penyakit dan bau yang kurang sedap hasil dari pembusukan sampah organik yang cepat (Anggraini, 2022).

2.4.1 Jenis – Jenis Sampah Non Logam

Berdasarkan jenisnya sampah Non Logam dapat digolongkan menjadi 2 antara lain sampah organik basah dan kering.

1. Sampah Organik Basah

Sampah organik basah adalah sampah organik yang banyak mengandung air. Sampah organik basah contohnya adalah sisa sayur, kulit pisang, buah yang busuk, kulit bawang dan sejenisnya. Inilah yang saya katakan bahwa sampah organik dapat menimbulkan bau tidak sedap sebab kandungan air tinggi yang menyebabkan sampah jenis ini cepat membusuk.

2. Sampah Organik Kering

Sampah organik kering adalah sampah organik yang sedikit mengandung air. Contoh sampah organik kering misalnya kayu, ranting pohon, kayu dan daun – daun kering. Kebanyakan sampah organik sulit diolah kembali jadi lebih sering dibakar untuk memusnahkannya (Anggraini, 2022).

2.5 Sensor Proximity Induktif

Sensor *proximity* induksi dapat mendeteksi target metal yang mendekati ke sensor tanpa adanya sentuhan fisik. Ketika target mendekati medan magnet, arus induksi atau *eddy current* mengalir pada target karena induksi elektromagnetik. Semakin dekat target dengan sensor, arus atau *ampere* induksi semakin besar dan mengakibatkan beban pada rangkaian *osilasi* meningkat. Sensor mendeteksi adanya perubahan amplitude *osilasi* pada serangkaian dan menghasilkan sebuah output sinyal deteksi (Agustya & Fahrudi, 2020).

Sensor *Proximity* Induktif pada umumnya terbuat dari kumparan/koil dengan inti ferit sehingga dapat menghasilkan medan elektromagnetik frekuensi tinggi. *Output* dari sensor jarak jenis induktif ini dapat berupa *analog* maupun *digital*. Versi *analog* dapat berupa tegangan (biasanya sekitar 0 – 10VDC) atau

arus (4 – 20mA). Jarak pengukurannya bisa mencapai hingga 2 inci. Sedangkan versi *digital* biasanya digunakan pada rangkaian DC saja ataupun rangkaian AC/DC. Berikut ini merupakan gambar sensor *proximity* induktif yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sensor *Proximity* Induktif

2.6 Sensor *Proximity* Infrared

Sensor *proximity* infrared adalah sebuah sensor yang menggunakan teknologi inframerah untuk mendeteksi keberadaan objek atau benda di sekitarnya. Sensor ini bekerja dengan memancarkan sinar inframerah dan kemudian mengukur pantulan sinar tersebut untuk menentukan jarak atau keberadaan objek yang ada di dekatnya. Sensor *proximity* infrared merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi suatu rintangan menggunakan cahaya inframerah yang dipantulkan.

Sensor *proximity* infrared memiliki dua bagian utama yaitu IR *emitter* dan IR *receiver*. Infrared *emitter* berfungsi memantulkan inframerah ke rintangan atau objek kemudian akan dipantulkan dan diterima oleh *receiver*. Ketika inframerah mengenai sebuah objek, kondisinya akan *LOW*, tetapi ketika inframerah tidak mengenai sebuah objek kondisinya akan *HIGH*. Berikut ini merupakan gambar sensor *proximity* induktif yang dapat dilihat pada Gambar 2.2 (Pangestu & Irawati, 2021).



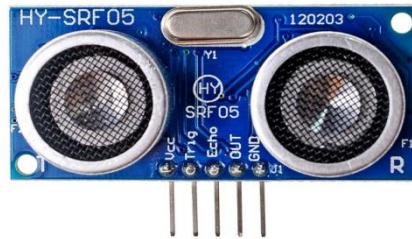
Gambar 2.2 Sensor *Proximity Infrared*

2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang dapat mendeteksi keberadaan suatu benda dengan cara memancarkan suara atau getaran ultrasonik dengan frekuensi 40Khz melalui *transmitter* dan diterima kembali oleh *receiver* untuk diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan suara dari objek yang terkena gelombang ultrasonik. Lama waktu yang dibutuhkan sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek yang jaraknya bisa ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\text{Jarak} = \frac{\text{kecepatan} \times \text{waktu pantul}}{2}$$

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan sebuah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur jarak benda dengan sensor. Prinsip sensor ini mirip seperti pada radar ultrasonik. Sensor ini juga memiliki perbedaan dengan sensor ultrasonik PING buatan *parallax* yaitu terletak pada jumlah pin. Untuk sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 4 buah pin sedangkan untuk sensor ultrasonik PING memiliki 3 buah pin. Prinsip pada pendeteksian kedua sensor tersebut sama tetapi pada sensor PING memiliki kualitas keakuratan yang lebih baik daripada sensor HC-SR04 pada umumnya. Berikut ini merupakan gambar sensor ultrasonik HC-SR04 yang dapat dilihat pada Gambar 2.3 (Pradana, 2021).



Gambar 2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki 4 buah pin yang memiliki fungsi sebagai berikut:

- 1) Pin *VCC*, merupakan pin yang berfungsi sebagai input *5 volt DC*.
- 2) Pin *Trig* atau *trigger*, merupakan pin yang berfungsi sebagai pemicu untuk memancarkan gelombang ultrasonik.
- 3) Pin *Echo*, pin ini akan menghasilkan logika *low* apabila gelombang ultrasonik sudah diterima kembali, dan akan menghasilkan logika *high* apabila *receiver* belum menerima gelombang ultrasonik.
- 4) Pin *GND* dihubungkan ke *ground* pada mikrokontroler atau *power supply*.

2.8 Arduino

Arduino adalah sebuah komputer kecil yang dapat diprogram sebagai *input* dan *output* dengan bantuan alat sebagai hasilnya. Arduino pertama kali ditemukan pada tahun 2005 oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles yang mencoba membuat sebuah proyek untuk membuat perangkat untuk mengendalikan dari proyek yang dibuat oleh mahasiswa pada waktu itu dengan harga yang lebih murah dari harga perangkat yang tersedia pada saat itu (Fatmawati., dkk, 2020).

Mikrokontroler arduino adalah pengendali mikro *single board* yang bersifat *open source*, yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Secara umum arduino terdiri dari dua bagian, yaitu :

- 1) *Hardware* → perangkat *input/output (I/O)*

2) *Software*, yang meliputi :

- *IDE* untuk menulis program,
- *driver* untuk koneksi dengan komputer,
- contoh program dan *library* untuk pengembangan program.

Berdasarkan sisi *software*, arduino dapat dijalankan dimulti *platform*, yaitu *linux*, *windows*, atau *mac*. Sementara dari *hardware*, mikrokontroler arduino berbasis *AVR* yang didalamnya sudah diberi *bootloader* dan juga sudah terdapat standar pin *I/O* nya (Mardianto, 2022).

Arduino menggunakan keluarga pengendali mikro *ATMega* yang dirilis oleh *Atmel* sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat *clone* arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap *kompatibel* dengan arduino pada level perangkat keras. Untuk *fleksibilitas*, program dimasukkan melalui *bootloader* dan menggunakan pengunduh untuk memprogram pengendali mikro secara langsung melalui *port ISP*.

2.8.1 Arduino Uno

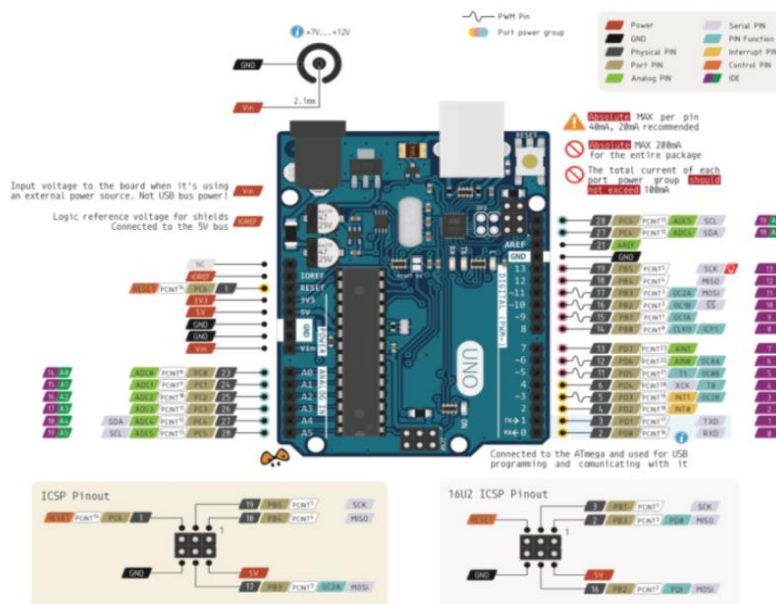
Arduino uno merupakan sebuah *board* berbasis mikrokontroler pada *Atmega328*. *Board* ini mempunyai 14 *digital input/output PWM (Pulse Width Modulator)*, 16 MHz osilator kristal, koneksi *USB*, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol *reset*. Pin-pin pada mikrokontroler ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya bisa terhubung dengan komputer menggunakan kabel *USB* atau sumber tegangan yang bisa didapat dari adaptor *AC-DC* atau baterai untuk menggunakannya. Berikut ini merupakan gambar arduino uno yang dapat dilihat pada Gambar 2.4 (Bere., dkk, 2021).



Gambar 2.4 Arduino Uno

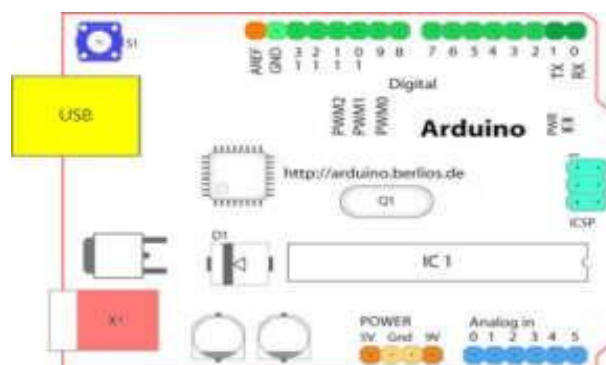
2.8.2 Arsitektur Arduino Uno

Arduino juga disebut sebagai *platform* yang merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* dari *Physical computing* yang merupakan konsep untuk memahami hubungan antara *software* dan *hardware* yang sifatnya interaktif yaitu dapat menerima rangsangan dari lingkungan yang bersifat alamiah antara *analog* dengan dunia *digital* dan merespon balik. Berikut ini merupakan gambar *datasheet* pada arduino uno yang dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Datasheet Arduino Uno

Berikut gambar papan arduino uno yang dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Papan Arduino Uno

Adapun menurut (Mardianto, 2022) bagian – bagian dari papan arduino uno yaitu sebagai berikut:

1) 14 pin *Input/Output digital* (0 – 13)

Berfungsi sebagai *input* atau *output*, dapat diatur oleh program menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor *pull-up* 20 – 50 k Ω .

2) *PWM* : pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11

Memberikan 8 bit *PWM* (*analog output*) yang dapat diatur dengan memanfaatkan fungsi *analogWrite()*. Nilai sebuah pin *output analog* dapat di program antara 0 – 255, dimana itu dapat mewakili tegangan 0 – 5 V.

3) *USB*

Berfungsi untuk :

- memuat program dari komputer ke dalam papan
- komunikasi *serial* antara papan dan komputer
- memberi daya listrik kepada papan

4) Sambungan SV1

Sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya *eksternal* atau USB dilakukan secara otomatis.

5) *Q1* – Kristal (*quartz crystal oscillator*)

Jika mikrokontroler dianggap sebagai sebuah otak, kristal adalah jantungnya karena komponen ini menghasilkan detak-detak yang dikirim kepada mikrokontroler agar melakukan sebuah operasi untuk setiap detaknya. Kristal ini dipilih yang berdetak 16 juta kali per detik (16 MHz).

6) Tombol *Reset S1*

Untuk me-*reset* papan sehingga program akan mulai lagi dari awal. Perhatikan bahwa tombol *reset* ini bukan untuk menghapus program atau mengosongkan mikrokontroler.

7) *In-Circuit Serial Programming* (*ICSP*)

Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroler

secara langsung, tanpa melalui *bootloader*. Umumnya pengguna arduino tidak melakukan ini sehingga *ICSP* tidak terlalu dipakai walaupun disediakan.

8) *IC 1 – Microcontroller ATmega*

Komponen utama dari papan arduino, didalamnya terdapat CPU, ROM dan RAM

9) *X1 – Sumber daya eksternal*

Jika hendak di-*supply* dengan sumber daya *eksternal*, papan arduino dapat diberikan tegangan DC antara 9 – 12 V

10) *ADC : 6 pin input analog (A0 – A5)*

6 buah pin ADC memberikan 10 bit resolusi (pin input antara 0 – 1023). Secara default, keenam pin ADC mengukur masukan dari 0 sampai 5 Volt.

11) *Serial : pin 0 (RX)*

Pin ini digunakan untuk menerima dan pin 1 (TX) digunakan untuk memancarkan *serial* data TTL. Kedua pin ini dihubungkan ke pin-pin yang sesuai dari *chip serial* Atmega8U2 USB ke TTL.

12) *Eksternal Interrupts : pin 2 dan 3*

Pin-pin ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah *interrupt* (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai. Biasanya menggunakan fungsi *attachInterrupt()*.

13) *SPL : pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK)*

Pin-pin ini mensupport komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.

14) *LED : pin 13*

Terdapat sebuah LED yang terpasang, terhubung ke pin digital 13, sebagaimana ditunjukkan Gambar 2.4. Ketika pin berlogika *High* Led akan menyala dan ketika pin berlogika *Low* Led akan padam.

2.9 Motor Servo

Motor servo adalah motor *DC* kualitas tinggi yang memenuhi syarat untuk digunakan pada aplikasi servo seperti *closed control loop*. Motor tersebut harus

dapat menangani perubahan yang cepat pada posisi, kecepatan dan percepatan, serta harus mampu menangani *intermittent torque* sedangkan servo adalah motor *DC* dengan tambahan elektronika untuk kontrol *PW* dan digunakan untuk tujuan hobi, pada pesawat terbang model, mobil atau kapal. Servo mempunyai 3 kabel, yaitu *VCC*, *ground* dan *PW input*. Tidak seperti *PWM psds* motor *DC*, input sinyal untuk servo tidak digunakan untuk mengatur kecepatan, tetapi digunakan juga untuk mengatur posisi dari putaran servo. Berikut ini merupakan gambar motor servo yang dapat dilihat pada Gambar 2.7 (Fatmawati., dkk, 2020).



Gambar 2.7 Motor Servo

2.10 Buzzer

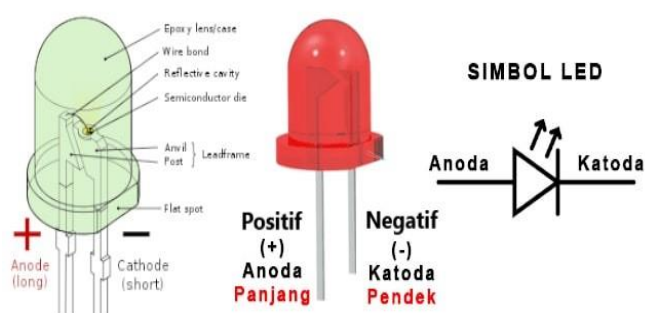
Buzzer listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, *buzzer* yang merupakan sebuah perangkat audio ini sering digunakan pada rangkaian anti-maling, alarm pada jam tangan, bel rumah, peringatan mundur pada truk, dan perangkat peringatan bahaya lainnya. Jenis *buzzer* yang sering ditemukan dan digunakan adalah *buzzer* yang berjenis *Piezoelectric*, hal ini dikarenakan *buzzer piezoelectric* memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke rangkaian elektronika lainnya. *Buzzer* yang termasuk dalam keluarga *transduser* ini juga sering disebut dengan *beeper*. Berikut ini merupakan gambar *buzzer* yang dapat dilihat pada Gambar 2.8 (Fatmawati., dkk, 2020).



Gambar 2.8 Buzzer

2.11 LED

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga Dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya. LED juga dapat memancarkan sinar inframerah yang tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada *Remote Control TV* ataupun *Remote Control* perangkat elektronik lainnya. Berikut ini merupakan gambar LED yang dapat dilihat pada Gambar 2.9 (Fatmawati., dkk, 2020).

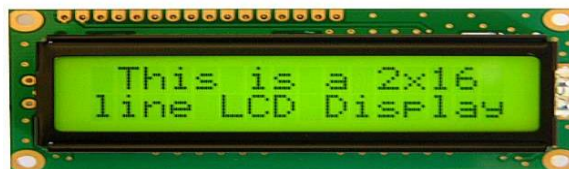


Gambar 2.9 LED

2.12 LCD (Liquid Crystal Display)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah salah satu piranti elektronika yang berfungsi sebagai penampil suatu data, baik berupa karakter, huruf maupun grafik.

Material LCD (*Liquid Crystal Display*) ini berupa lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Apabila elektroda diaktifkan dengan tegangan, molekul organik yang panjang dan silindris akan menyesuaikan diri dengan elektroda dari *segmen*. Lapisan ini memiliki polarizer cahaya *vertical* depan dan polarizer cahaya *horizontal* belakang yang diikuti dengan lapisan *reflector*. LCD digunakan untuk menampilkan berbagai hal yang berkaitan dengan aktivitas mikrokontroler. LCD berfungsi menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Berikut ini merupakan gambar LCD yang dapat dilihat pada Gambar 2.10 (Pradana, 2021).



Gambar 2.10 LCD (*Liquid Crystal Display*)

2.13 Bahasa Pemrograman C

Bahasa pemrograman C adalah bahasa pemrograman komputer bertujuan umum yang dibuat pada tahun 1972 oleh Dennis Ritchie untuk Sistem Operasi *Unix* di *Bell Telephone Laboratories*. Desain fitur C yang jelas mencerminkan kemampuan CPU yang ditargetkan.

Bahasa Pemrograman C adalah sebuah bahasa pemrograman komputer yang bisa digunakan untuk membuat berbagai aplikasi seperti *Windows* dan *Linux*, hingga *compiler* untuk bahasa pemrograman, dimana C banyak digunakan untuk membuat bahasa pemrograman lain yang salah satunya adalah PHP. Penggunaan bahasa C inilah sistem operasi *UNIX* ditulis ulang. *UNIX* menjadi dasar dari banyak sistem operasi *modern* saat ini, termasuk *Linux*, *Mac OS (IOS)*, hingga sistem operasi *Android* (Zuraidah., dkk, 2021).

2.14 *Software Arduino Ide*

IDE arduino adalah *software* yang canggih, ditulis dengan menggunakan bahasa java. *IDE* arduino terdiri atas :

1) *Editor program*

Sebuah *windows* memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.

2) *Compiler*

Sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner.

3) *Uploader*

Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan arduino.

Apikasi arduino *IDE* berfungsi untuk menyusun kode program (*sketch*). Selanjutnya *sketch* tersebut di *upload* ke unit arduino melalui kabel USB. Beberapa *software* ditulis menggunakan bahasa pemrograman java termasuk *IDE*-nya, sehingga tidak perlu di-*install* seperti *software* pada umumnya tetapi dapat langsung dijalankan selama PC telah ter-*install* Java *runtime*. Berikut ini merupakan gambar tampilan *software compiler* arduino *ide* yang dapat dilihat pada Gambar 2.11 (Mardianto, 2022).



Gambar 2.11 Tampilan *Software Compiler* Arduino *Ide*

Berikut ini fitur-fitur beserta fungsinya yang terdapat pada *software* arduino *ide* yaitu sebagai berikut :

1) Verify

Verify digunakan untuk meng-*compile* atau meng-*verify sketch* coding apakah masih ada kesalahan atau tidak. Jika masih terdapat coding yang salah biasanya muncul keterangan di bawah yaitu *error* atau dengan kata lain *verify* digunakan untuk mengecek apakah program yang dibuat bisa berjalan atau tidak.

2) Upload

Upload digunakan untuk mengirimkan atau memasukan program kedalam *board* yang ditentukan.

3) New

New digunakan untuk membuka objek baru atau membuka halaman *sketch* yang baru.

4) Open

Open digunakan untuk membuka projek yang pernah dibuat, dengan catatan projek tersebut telah disimpan.

5) Save

Save ditunjukkan untuk menyimpan *sketch* atau program yang sudah dibuat.

6) Serial Monitor

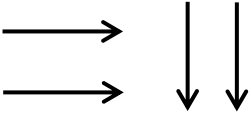
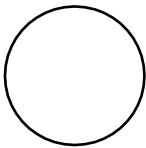
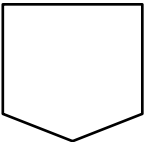

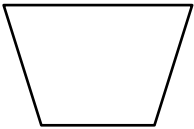
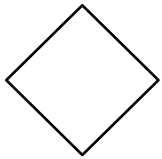
Serial Monitor digunakan untuk menampilkan data yang telah dibuat setelah *sketch* tersebut di-*upload* kedalam *board* yang diperlukan, kemudian nantinya akan dijalankan, dan bisa dilihat pada *serial monitor*.

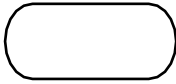
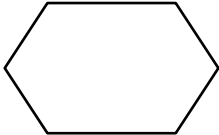
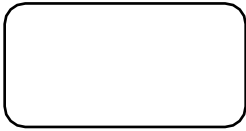
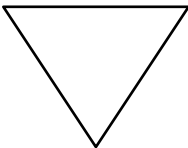


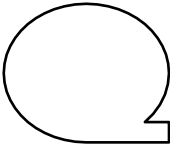
2.15 Flowchart




Flowchart atau sering disebut dengan diagram alir merupakan suatu jenis diagram yang merepresentasikan algoritma atau langkah-langkah instruksi yang berurutan dalam sistem. Seorang analis sistem menggunakan *flowchart* sebagai bukti dokumentasi untuk menjelaskan gambaran *logis* sebuah sistem yang akan dibangun kepada *programmer*. Pada dasarnya, *flowchart* digambarkan dengan menggunakan simbol-simbol. Setiap simbol mewakili suatu proses tertentu sedangkan untuk menghubungkan satu proses ke proses selanjutnya digambarkan dengan menggunakan garis penghubung. Berikut ini merupakan tabel simbol-

simbol yang digunakan dalam *flowchart* disertai dengan keterangan fungsinya, yang dapat dilihat pada tabel 2.2 (Rosaly & Prasetyo, 2019).

Tabel 2.2 Tabel *Flow Symbol*

No	Simbol	Keterangan
1.		Simbol arus/ <i>flow</i> , berfungsi untuk menyatakan jalan arus wsuatu proses
2.		Simbol <i>connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama
3.		Simbol <i>offline connector</i> , berfungsi untuk menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda
4.		Simbol <i>process</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) oleh <i>computer</i>
5.		Simbol <i>manual</i> , berfungsi untuk menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh <i>computer</i>
6.		Simbol <i>decision</i> , berfungsi untuk menunjukan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban: ya/tidak

No	Simbol	Keterangan
7.		Simbol <i>terminal</i> , berfungsi untuk menyatakan permulaan atau akhir suatu program
8.		Simbol <i>predefined process</i> , berfungsi untuk menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal
9		Simbol <i>keying operation</i> , berfungsi untuk menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai <i>keyboard</i>
10.		Simbol <i>offline-storage</i> , berfungsi untuk menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu
11.		Simbol <i>manual input</i> , berfungsi untuk memasukan data secara manual dengan menggunakan <i>online keyboard</i>
12.		Simbol <i>input/output</i> , berfungsi untuk menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung jenis peralatannya
13.		Simbol <i>magnetic tape</i> , berfungsi untuk menyatakan input berasal dari pita <i>magnetis</i> atau <i>output</i> disimpan ke pita <i>magnetis</i>

No	Simbol	Keterangan
14.		Simbol <i>disk storage</i> , berfungsi untuk menyatakan input berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i>
15.		Simbol <i>document</i> , berfungsi untuk mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui printer)
16.		Simbol <i>punched card</i> , berfungsi untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari kartu atau <i>output</i> ditulis ke kartu