

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of the Art*

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menggunakan beberapa jurnal sebagai acuan dalam penelitian, yang dimuat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 *State Of The Art*

Penulis	Tahun	Judul	Metode	Hasil Penelitian
Nur Aziezhah	2023	Sistem Pemantau Kekeruhan Air Dan Pengairan Pada Akuaponik Menggunakan Sensor Turbidity , Ldr Dan Water Level	Metode yang digunakan adalah arduino sebagai mikrokontroler, sensor LDR (Light Dependent Resistor) berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan pompa, turbidity sensor berfungsi untuk mengetahui nilai kekeruhan air kolam, dan sensor water level berfungsi	alat ini dirancang untuk mendeteksi nilai kekeruhan air kolam ikan agar mengetahui waktu untuk melakukan pengurasan kolam ikan menggunakan sensor turbidity dan dan mengatur pengairan air pada instalasi akuaponik berdasarkan nilai instensitas cahaya supaya air tidak tergenang pada pipa instalasi. Pembuatan alat ini menggunakan beberapa komponen seperti arduino sebagai mikrokontroler, sensor LDR (Light Dependent Resistor) berfungsi untuk

			<p>untuk mengatur level ketinggian air pada saat menguras dan mengisi air kolam.</p>	<p>menghidupkan dan mematikan pompa, turbidity sensor berfungsi untuk mengetahui nilai kekeruhan air kolam, dan sensor water level berfungsi untuk mengatur level ketinggian air pada saat menguras dan mengisi air kolam. menguras dan mengisi air kolam.</p>
<p>Muhammad ho akbar, Herwin Hutapea</p>	<p>2022</p>	<p>Rancang Bangun Sistem Kendali Akuaponik Automatis Berbasis Mikrokontroller Dengan Sumber Energi Listrik Tenaga Surya</p>	<p>Metode yang digunakan adalah sistem kendali akuaponik otomatis berbasis Mikrokontroller dengan sumber energi listrik tenaga surya sistem ini dikendalikan oleh arduino mega 2560</p>	<p>Pada perancangan ini sistem kendali akuaponik otomatis berbasis Mikrokontroller dengan sumber energi listrik tenaga surya sistem ini dikendalikan oleh satu arduino yaitu arduino mega 2560 yang diharapkan sistem ini dapat dijadikan solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan sirkulasi air akuarium dan juga air tanaman, pengamatan ketinggian</p>

				<p>air dan keadaan pH air dan juga pakan ikan secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor ketinggian air akan membaca kondisi ketinggian kolam jika kondisi air kolam kurang dari 2,00 Cm maka pompa akan menyala untuk mengisi air kolam agar normal Kembali, motor servo berhasil bergerak memutar sebesar 180° (pakan jatuh dengan bantuan gaya gravitasi) selama 15 detik setiap hari pada jam jam yang telah ditentukan.</p>
Alawiah Amelia dan Adnan Rafi Al Tahtawi	2017	Sistem Kendali dan Pemantauan Ketinggian Air pada Tangki Berbasis Sensor Ultrasonik	Metode yang digunakan adalah Sistem kendali dirancang menggunakan relai sebagai saklar yang diatur oleh mikrokontroler	Sistem kendali dirancang menggunakan relai sebagai saklar yang diatur oleh mikrokontroler dengan metode kendali histerisis Untuk menampilkan data pengukuran, perangkat

			<p>dengan metode kendali histerisis</p>	<p>antarmuka dirancang pula dengan menggunakan perangkat lunak Processing dalam bentuk grafik, diagram batang, status pompa, dan durasi pengisian/pengosongan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik yang digunakan mampu mengukur ketinggian air dari 5 cm sampai 25 cm dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 4,93%. Sistem kendali histerisis yang dirancang mampu menghasilkan respon keluaran sistem sesuai dengan nilai referensi yang diberikan tanpa menghasilkan efek perpindahan cepat pada relai. Sebagai tambahan, sistem monitoring ketinggian muka air dapat</p>
--	--	--	---	---

				ditampilkan dalam bentuk antarmuka pada perangkat lunak Processing secara interaktif.
--	--	--	--	---

2.2 Pertanian *Aquaponic*

Akuaponik merupakan perpaduan antara sistem budidaya akuakultur (budidaya hewan air) dan hidroponik (budidaya tanaman tanpa media tanah). Sistem *aquaponic* menerapkan sistem ekologi alami di mana ada hubungan yang saling menguntungkan antara ikan dan tumbuhan. Hubungan tersebut berupa, kotoran yang dihasilkan dari budidaya ikan akan disalurkan ke tanaman karena mengandung nutrisi atau unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Tumbuhan akan menyerap unsur hara yang dihasilkan dari kotoran ikan, dimana tumbuhan juga menyediakan oksigen yang dibutuhkan oleh ikan melalui air yang telah disaring oleh media tanam[6].



Gambar 2.1 Pertanian *aquaponic*

Air yang berasal dari kolam ikan tidak dapat langsung dialirkan ke tanaman, tetapi harus melalui sistem penyaringan. Hal ini bertujuan untuk mengendapkan kotoran ikan dan mengubah unsur nitrogen yang dominan dari kolam ikan seperti urea dan amonia. Ini karena tanaman hanya menyerap unsur nitrogen dalam bentuk

ion. Selain itu, penyaringan mencegah tanaman mengalami keracunan akibat dominasi unsur nitrogen[8]. Dan juga kecukupan Suplai air pada kolam ataupun pada sistem keseluruhan *aquaponic* harus selalu tercukupi agar kelangsungan pada sistem kerja pertanian *aquaponic* tersebut tidak mengalami masalah. Oleh karena itu agar kecukupan suplai air pada pertanian *aquaponic* selalu tercukupi maka harus memiliki sistem pengukuran level *air* pada sistem pertanian *aquaponic*, yang diharapkan agar suplai air selalu tercukupi dan tidak mengalami kekurangan air yang menyebabkan kerugian[6].

Pada pertanian *aquaponic* ini kolam digunakan dalam bentuk persegi panjang, maka banyak perhitungan air pada kolam dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Volume AIR} = P \times L \times Ta$$

P = panjang kolam

L = lebar kolam

Ta = tinggi air

.....Persamaan (2.1)

2.3 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang bekerja berdasarkan prinsip kerja pantulan gelombang suara, dimana sensor menghasilkan gelombang suara yang sedang kemudian tangkap kembali dengan perbedaan waktu sebagai basis penginderaan. Perbedaan waktu antara gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali berbanding lurus dengan jarak atau ketinggian benda yang memantulkannya. Jenis benda yang dapat diindera adalah benda padat, cair, dan butiran. Sensor ultrasonik dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler melalui satu pin I/O.

Sensor ultrasonik umumnya digunakan untuk menentukan jarak Sebuah Objek. Sensor ultrasonik memiliki kemampuan untuk mendeteksi objek lebih banyak jauh terutama untuk benda keras. Pada benda keras memiliki permukaan yang kasar gelombang ini akan dipantulkan lebih kuat daripada di permukaan yang lembut. Berbeda dengan sensor lainnya seperti sensor infra merah atau laser. Sensor ultrasonik ini memiliki jangkauan jangkauan deteksi yang relatif luas. Sehingga dengan demikian untuk jarak deteksi diperoleh tanpa proses lebih lanjut. Dalam

perancangan alat ini digunakan sensor untuk membantu proses membaca ketinggian air di tangki air termasuk sensor Ultrasonik. Jenis-jenis sensor yang digunakan dalam perancangan alat ini adalah Sensor ultrasonik HC-SR04[7].

2.3.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

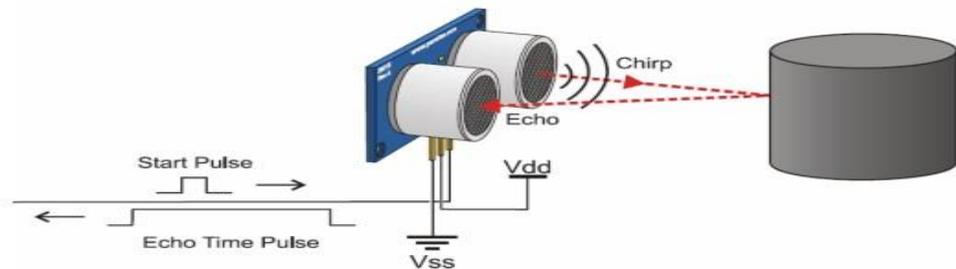
Frekuensi kerja sensor ultrasonik pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak – balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek *piezoelectric*.



Gambar 2.2 Timing Diagram Sensor Ultrasonik Hc-Sr04

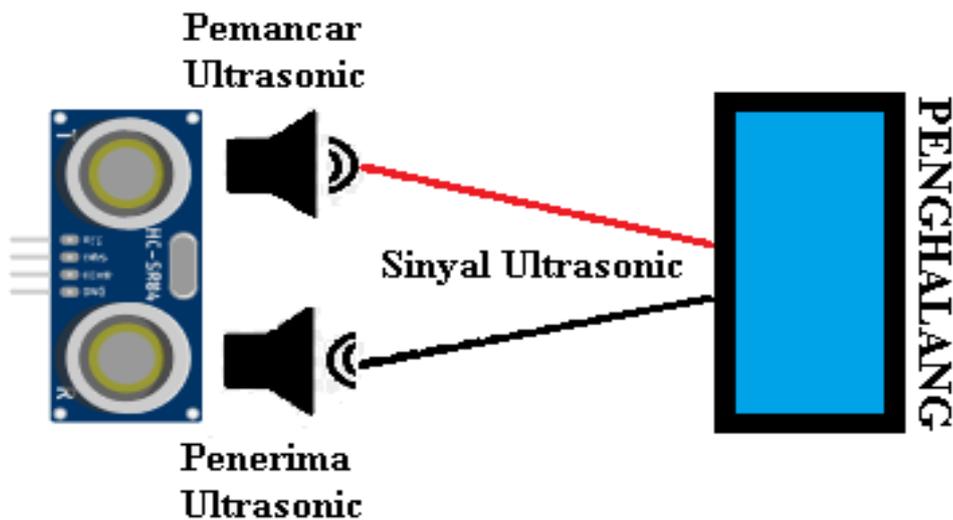
Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek piezoelectric menghasilkan sebuah tegangan bolak -balik dengan frekuensi yang sama. Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor

pemancar dan sensor penerima[10]. Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Proses sensing yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian pengirim (Tx) sampai diterima oleh rangkaian penerima (Rx) dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada masukan dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas waktu tertentu penerima rangkaian tidak ada masukan sinyal maka dianggap tidak ada halang didepannya[7]. Prinsip pantulan dari sensor ultrasonik ini dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.4 Prinsip pantulan Sensor Ultraonik

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

- Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz.
- Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.
- Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus :

$$S = \frac{340 \frac{m}{s} \cdot t}{2}$$

$$S = \frac{0.034 \cdot t}{2} \quad \text{.....Persamaan (2.2)}$$

- dimana S merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan t adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver[8].

2.3.2 Rangkaian Sensor Ultrasonik

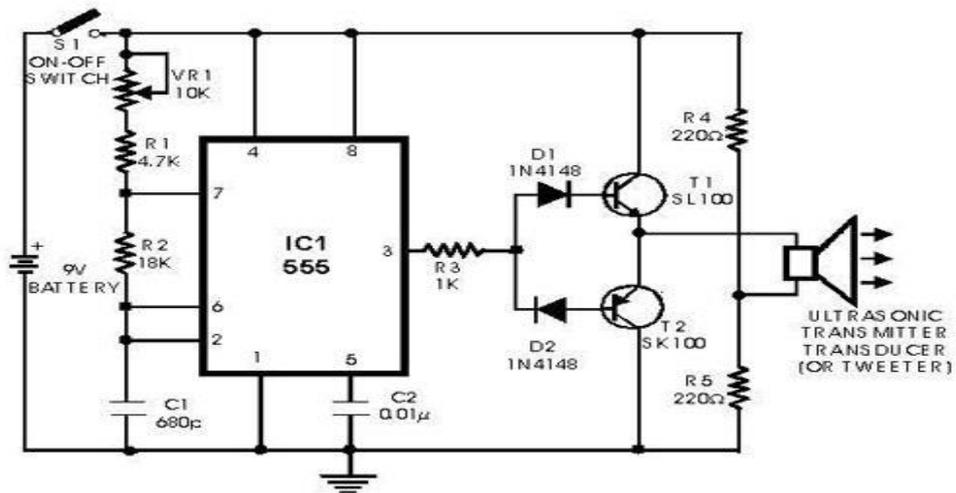
Rangkaian pada sensor ultrasonik terbagi menjadi 4 bagian yaitu :

- **Piezoelektrik**

Piezoelektrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Bahan piezoelektrik adalah material yang memproduksi medan listrik ketika dikenai regangan atau tekanan mekanis. Sebaliknya, jika medan listrik diterapkan, maka material tersebut akan mengalami regangan atau tekanan mekanis. Jika rangkaian pengukur beroperasi pada mode pulsa elemen piezoelektrik yang sama, maka dapat digunakan sebagai transmitter dan receiver. Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada osilatornya yang disesuaikan frekuensi kerja dari masing-masing transduser. Karena kelebihanannya inilah maka transduser piezoelektrik lebih sesuai digunakan untuk sensor ultrasonik.

- *Transmitter*

Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu (misal, sebesar 40 kHz) yang dibangkitkan dari sebuah osilator. Untuk menghasilkan frekuensi 40 KHz, harus di buat sebuah rangkaian osilator dan keluaran dari osilator dilanjutkan menuju penguat sinyal. Besarnya frekuensi ditentukan oleh komponen RLC / kristal tergantung dari disain osilator yang digunakan. Penguat sinyal akan memberikan sebuah sinyal listrik yang diumpankan ke piezoelektrik dan terjadi reaksi mekanik sehingga bergetar dan memancarkan gelombang yang sesuai dengan besar frekuensi pada osilator.



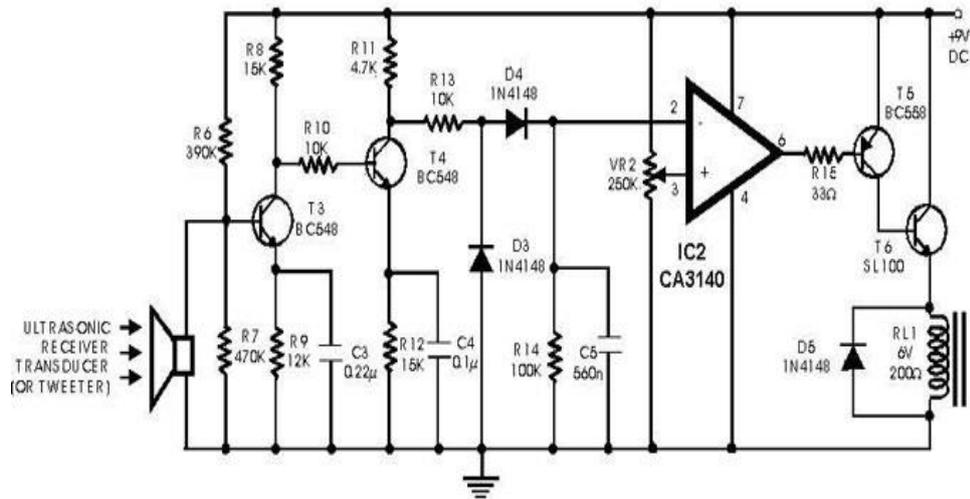
Gambar 2.5 Rangkaian Dasar Dari *Transmitter* Sensor Ultrasonik

(Sumber : Widharma, I. Gede Suputra,2020) [8]

- *Receiver*

Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik, yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (Line of Sight) dari transmitter. Oleh karena bahan piezoelektrik memiliki reaksi yang reversible, elemen keramik akan membangkitkan tegangan listrik pada saat gelombang datang dengan

frekuensi yang resonan dan akan menggetarkan bahan piezoelektrik tersebut[8].



Gambar 2.6 Rangkaian Dasar Dari *Receiver* Sensor Ultrasonik

(Sumber : Widharma, I. Gede Suputra,2020) [8]

2.3.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

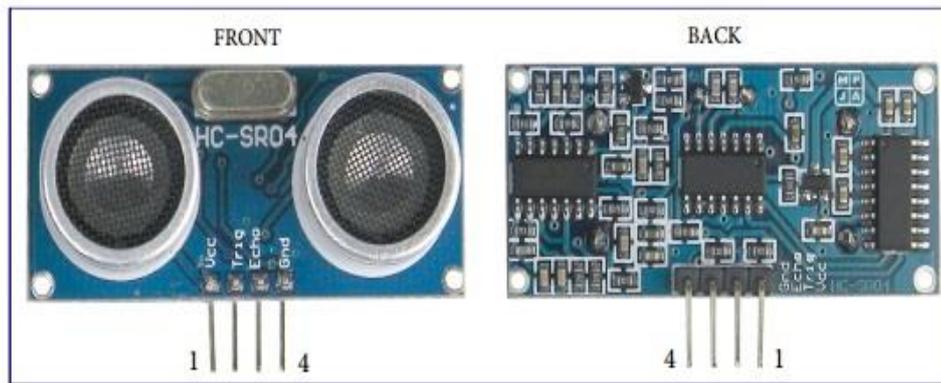
HC-SR04 adalah sebuah modul sensor ultrasonik yang biasanya digunakan untuk alat pengukur jarak. Pada artikel ini kita akan mempelajari bagaimana cara kerja dari sensor HC-SR04 dan berikut contoh programnya dengan menggunakan Arduino.

Pada HC-SR04 terdapat sepasang transducer ultrasonik yang satu berfungsi sebagai transmitter yang bertugas untuk mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal pulsa gelombang suara ultrasonik dengan frekuensi 40KHz, dan satunya berfungsi sebagai receiver yang bertugas untuk menerima sinyal gelombang suara ultrasonik [8].

Berikut ini adalah tampilan, definisi pin dan spesifikasi sensor ultrasonik HCSR04:

a. Tampilan Sensor ultrasonik HC-SR04

Tampilan sensor ultrasonik HC-SR04 dari tampak depan dan belakang



Gambar 2.7 Sensor Ultrasonik Tipe HC-SR04

b. Definisi Pin Sensor Ultrasonik HC-SR04

Definisi pin sensor ultrasonik HC-SR04 yaitu:

Tabel 2.2 Definisi pin Sensor Ultrasonik HC-SR04

Simbol pin	Deksripsi Fungsi Pin
Vcc	5v power supply
Trig	Trigger input pin
Echo	Receiver Outpun pin
Gnd	Power Ground

c. Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Spesifikasi dari sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

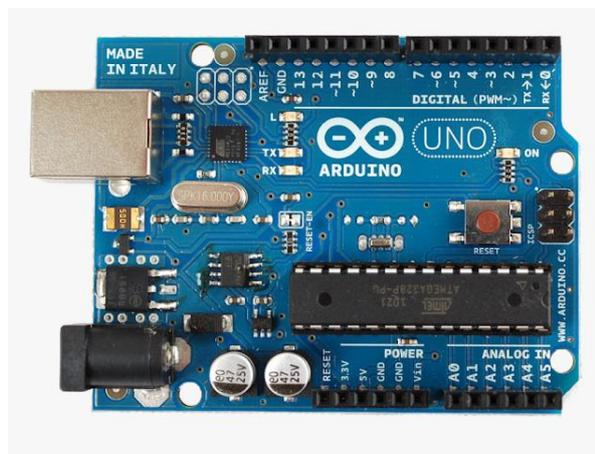
Electrical Paramater	HC-SR04 Ultrasonic Module
Operating Voltage	5VDC
Operating current	15Ma
Operating Frequency	40khZ
Max.Range	4m
Nearest Range	2cm

Measuring Angle	15 Degrees
Input Trigger Signal	10us min. TTL Pulse
Output Echo Signal	TTL level signal, proportional to distance
Board Dimensions	1-13/16" X 13/16" X 5/8"
Board Connection	4 X 0.1" Pitch Right Angle Header Pins

2.4 Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin input dari *output digital* dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalwrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm[9].



Gambar 2.8 Arduino Uno

Tabel 2.4 Tabel Spesifikasi Arduino Uno

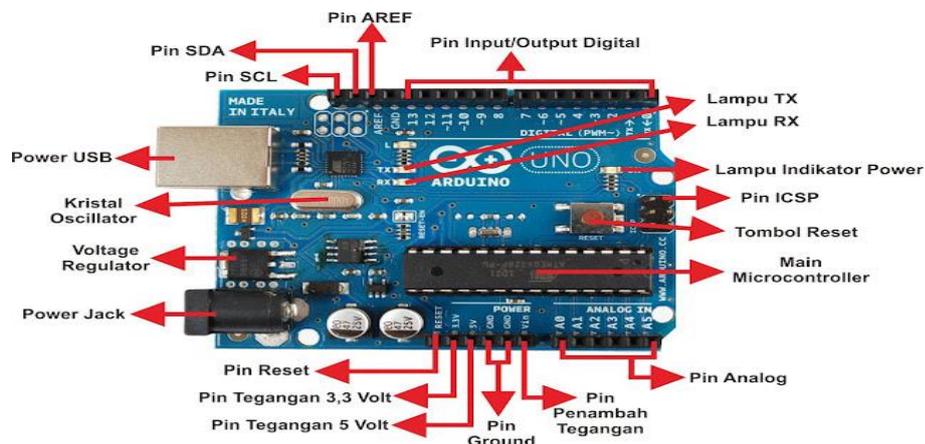
Atribut	Detail
Mikrokontroller	Atmega 328
Tegangan Pengoprasian	5 V
Tegangan Input Yang Disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6- 20 V
Jumlah Pin I/O Digital	14 Pin Digital (6 Diantaranya Menyediakan Keluaran Pwm)
Jumlah Pin Input Analog	6 PIN
Arus Dc Tiap Pin I/O	40 MA
Arus Dc Untuk Pin 3,3	50 MA
<i>Memory Flash</i>	32 Kb (Atmega) Sekitar 0,5 Kb Digunakan Oleh Bootloader
Sram	2 Kb (Atmega 328)
Eprom	1 Kb (Atmega 328)
<i>Clock Speed</i>	16 Mhz

2.4.1 Pin Masukan dan Keluaran Arduino Uno

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki 10 resistor pull-up internal (diputus secara default) sebesar 20-30 Kohm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu:

- Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data secara serial.
- External Interrupt: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
- Pulse-width modulation (PWM): pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.

- Serial Peripheral Interface (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
- *LED*: pin 13, terdapat built-in *LED* yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai High maka *LED* menyala, sebaliknya ketika pin bernilai Low maka *LED* akan padam.



Gambar 2.9 Pin – Pin pada Arduino UNO

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari ground (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated Circuit* (I2C) dengan menggunakan Wire library. – TWI: A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI. – Aref. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference()`. – Reset.

2.4.2 Catu Daya

Arduino uno dapat diberi daya melalui koneksi USB (*Universal Serial Bus*) atau melalui *power supply* eksternal. Jika arduino uno dihubungkan ke kedua

sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. *Power supply* eksternal (yang bukan melalui USB) dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan ke soket power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dibubungkan ke baterai dimasukkan kedalam pin GND dan Vin yang berada pada konektor power. Arduino uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 volt. Jika arduino uno diberi tegangan di bawah 7 volt, maka pin 5V pada board arduino akan menyediakan tegangan di bawah 5 volt dan mengakibatkan arduino uno 7 mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino uno. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino uno berkisar antara 7-12 volt[9]. Pin-pin catu daya adalah sebagai berikut:

- Vin adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi USB atau sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino uno dialirkan melalui soket power.
- 5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
- 3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
- GND adalah pin ground.

2.4.3 Memori

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Maka peta memori arduino uno sama dengan peta memori pada mikrokontroler ATmega328. ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk loading file. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM[9].

2.4.3.1 Memori Data

Memori data ATmega328 terbagi menjadi 4 bagian, yaitu 32 lokasi untuk register umum, 64 lokasi untuk register I/O, 160 lokasi untuk register I/O tambahan dan sisanya 2048 lokasi untuk data SRAM internal. Register umum menempati alamat data terbawah, yaitu 0x0000 sampai 0x001F. Register I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari 0x0020 hingga 0x005F. Register I/O tambahan menempati 160 alamat berikutnya mulai dari 0x0060 hingga 0x00FF. Sisa alamat berikutnya mulai dari 0x0100 hingga 0x08FF digunakan untuk SRAM internal[9].

2.4.3.2 Memori Data EEPROM

Arduino uno terdiri dari 1 KByte memori data EEPROM. Pada memori EEPROM, data dapat ditulis/dibaca kembali dan ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat nonvolatile. Alamat EEPROM dimulai dari 0x000 hingga 0x3FF[16].

2.4.4 Komunikasi

Arduino uno memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Firmware Arduino menggunakan USB *driver* standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Namun pada sistem operasi Windows, format file Inf diperlukan.

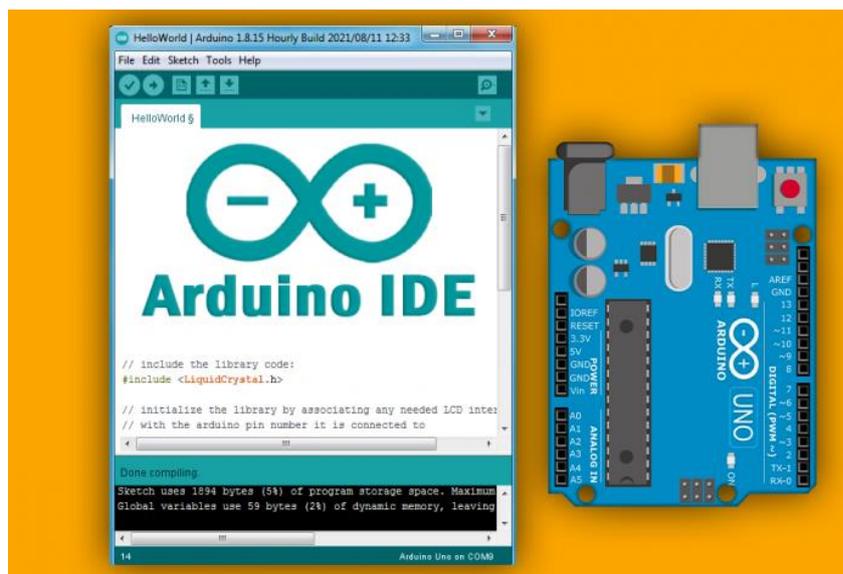
Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX *LED* di board akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer. ATmega328 ini juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Fungsi ini digunakan untuk melakukan komunikasi interface pada sistem[9].



Gambar 2.10 Kabel USB Arduino Uno

2.5 Software Arduino IDE

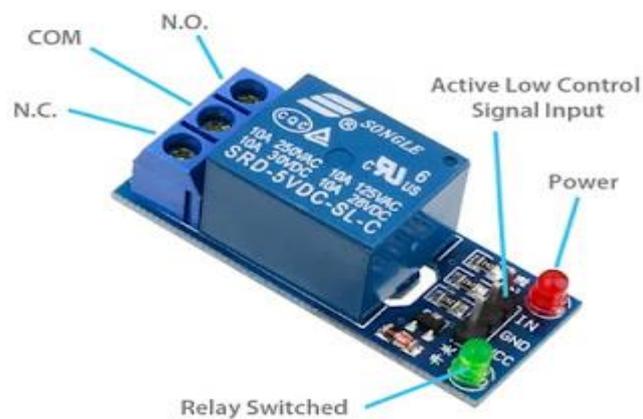
Arduino IDE (Integrated Development Environment) adalah software yang digunakan untuk memprogram di arduino, dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk memprogram board arduino. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA dan dilengkapi dengan library C atau C++ yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE dikembangkan yang berawal dari software processing menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.



Gambar 2.11 Software Arduino IDE

2.6 Relay

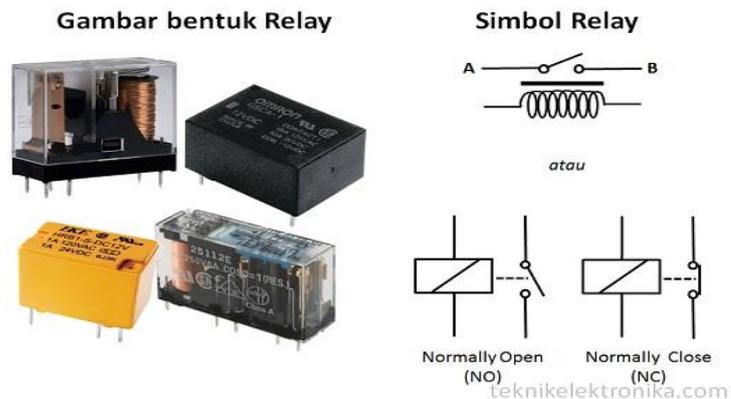
Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik bertegangan lebih tinggi. Di bawah ini adalah gambar bentuk relay dan simbol *relay* yang sering dijumpai pada rangkaian elektronika. Sebagai komponen elektronika, *relay* memiliki peranan penting dalam suatu sistem sirkuit elektronik dan sirkuit listrik untuk menggerakkan perangkat yang membutuhkan arus besar tanpa terhubung langsung ke perangkat pengontrol arus rendah. dengan demikian *relay* dapat berfungsi sebagai pengaman[10].



Gambar 2.12 Modul *relay*

Relai terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

- *Common*, merupakan bagian yang tersambung dengan Normally Close (dalam keadaan normal).
- *Koil* (kumparan), merupakan komponen utama relay yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
- Kontak, yang terdapat adalah *Normally Close* dan *Normally Open*.



Gambar 2.13 Bentuk dan Simbol *Relay*

2.7 Pompa Air

Pompa merupakan salah satu jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lain. Pompa beroperasi dengan menciptakan perbedaan tekanan antara asupan (hisap) dan dengan debit. Pompa juga berfungsi untuk mengubah daya energi mekanik dari sumber penggerak menjadi energi kinetik (kecepatan). Kekuatan ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi rintangan yang ada di sepanjang aliran[10].



Gambar 2.14 Pompa Air

2.8 Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronik yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir

sama dengan loudspeaker speaker, jadi buzzer juga terdiri dari sebuah kumparan yang dipasang pada diafragma kemudian koil akan ditarik masuk atau keluar, tergantung arah polaritas arus magnet, karena kumparan dipasang pada diafragma, maka setiap gerakan kumparan akan terjadi menggerakkan diafragma bolak-balik untuk membuat udara bergetar akan menghasilkan suara. Buzzer biasanya digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai selesai atau terjadi kesalahan pada perangkat (alarm). Sederhananya buzzer memiliki 2 buah kaki yaitu positif dan negative yang pada umumnya bertegangan 3-12 volt[4].



Gambar 2.15 Jenis dan Bentuk Buzzer

2.9 Led (Light Emitting Diode)

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. Bentuk *Led* mirip dengan sebuah bohlam (bola lampu) yang kecil dan dapat dipasangkan dengan mudah ke dalam berbagai perangkat elektronika. Berbeda dengan Lampu Pijar, *Led* tidak

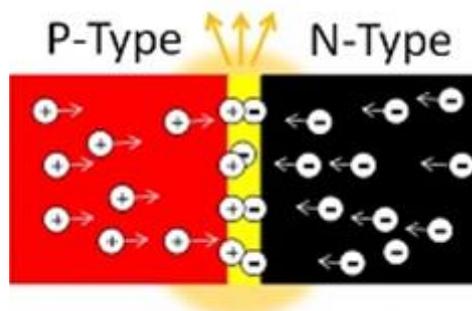
memerlukan pembakaran filamen sehingga tidak menimbulkan panas dalam menghasilkan cahaya[9].



Gambar 2.16 Bentuk Dan Simbol *LED*

Led merupakan keluarga dari Dioda yang terbuat dari Semikonduktor. Cara kerjanya pun hampir sama dengan Dioda yang memiliki dua kutub yaitu kutub Positif (P) dan Kutub Negatif (N). *Led* hanya akan memancarkan cahaya apabila dialiri tegangan maju (bias forward) dari Anoda menuju ke Katoda.

Led terdiri dari sebuah chip semikonduktor yang di doping sehingga menciptakan junction P dan N. Yang dimaksud dengan proses doping dalam semikonduktor adalah proses untuk menambahkan ketidakmurnian (impurity) pada semikonduktor yang murni sehingga menghasilkan karakteristik kelistrikan yang diinginkan. Ketika *Led* dialiri tegangan maju atau bias forward yaitu dari Anoda (P) menuju ke Katoda (K), Kelebihan Elektron pada N-Type material akan berpindah ke wilayah yang kelebihan Hole (lubang) yaitu wilayah yang bermuatan positif (P-Type material). Saat Elektron berjumpa dengan Hole akan melepaskan photon dan memancarkan cahaya monokromatik (satu warna).



Gambar 2.17 Prinsip Kerja *Led*