

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem *Monitoring*

Sistem *monitoring* adalah sistem yang dirancang untuk memantau suatu proses, peristiwa, atau kondisi secara terus-menerus dan memberikan informasi tentang kondisi tersebut. Tujuan utama dari sistem *monitoring* adalah untuk memperoleh informasi yang akurat dan *real-time* tentang kondisi yang sedang dipantau, sehingga dapat dilakukan tindakan yang tepat dan efektif jika terjadi masalah atau perubahan yang signifikan pada kondisi yang dipantau. Sistem *monitoring* dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pemantauan lingkungan, kualitas air, kualitas udara, keamanan jaringan, dan sebagainya.

Sistem *monitoring* umumnya melibatkan sensor atau perangkat pengumpulan data, infrastruktur komunikasi untuk mentransmisikan data, serta perangkat lunak atau sistem pemrosesan data untuk menganalisis dan mempresentasikan informasi kepada pengguna. Dengan adanya sistem *monitoring* yang efektif, dapat memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik, mendeteksi masalah secara dini, dan mengoptimalkan kinerja sistem. (Karimi, dkk. 2021)

2.2 Kualitas air

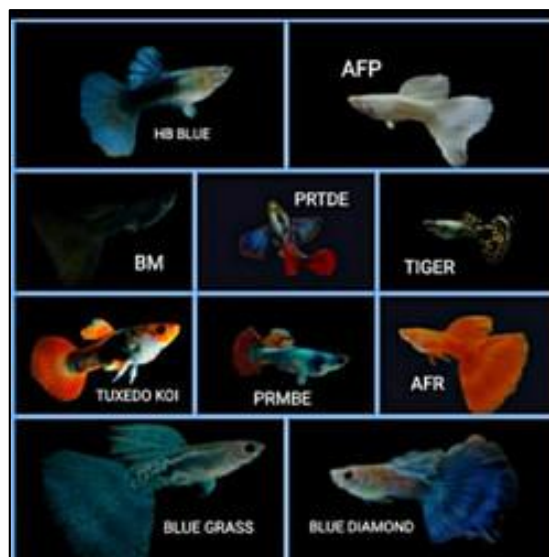
Kualitas air yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain di dalam air. Kualitas air juga merupakan istilah yang menggambarkan kesesuaian atau kecocokan air untuk penggunaan tertentu, misalnya air minum, , pengairan/irigasi, industri, rekreasi dan perikanan.

Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang biasa dilakukan adalah uji kimia, fisika, biologi atau uji kenampakan (bau dan warna). Kualitas air dapat dinyatakan dengan beberapa parameter, yaitu parameter fisika (suhu, kekeruhan, dan padatan terlarut), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, BOD, dan kadar logam) dan parameter biologi (keberadaan plankton, dan bakteri)

2.3 Ikan Guppy

Ikan guppy (*Poecilia reticulata*, Peters 1860) merupakan salah satu ikan hias air tawar yang mempunyai nilai komersil tinggi di pasar dalam negeri maupun luar negeri. Dalam negeri ikan guppy mencapai harga Rp. 15.000 – 35.000/ekor sedangkan untuk luar negeri harga ikan guppy mulai dari Rp. 275.000 – 780.000/ekor tergantung strain seperti ikan guppy *cobra mozaic halfmoon*. Secara morfologi ikan guppy jantan lebih menarik dibandingkan ikan guppy betina. Hal ini menyebabkan ikan guppy jantan secara *monokultur* lebih menguntungkan karena daya tarik serta daya jualnya yang tinggi. (Malik, dkk. 2019)

Terdapat 4 parameter kualitas air ikan guppy, yaitu suhu, kekeruhan, pH dan TDS. Menurut (Aztisyah et al., 2021) Ikan guppy bisa hidup pada kondisi air dengan kisaran pH 6,8-7,8. Suhu yang ideal untuk akuarium ikan guppy kisaran 23-27 derajat celcius. Suhu dibawah 23 derajat atau lebih dingin akan membuat ikan mengalami keterlambatan dan akan mengalami stres bahkan kematian. Suhu di atas 27 derajat atau terlalu panas akan menyebabkan ikan memiliki energi yang berlebihan sehingga dapat melemahkan kekebalan tubuh ikan. Menurut jurnal (Marianis et al., 2022) Toleransi kekeruhan ikan Guppy dapat hidup dalam air dengan kekeruhan berkisar antara 5 hingga 30 Nephelometric Turbidity Units (NTU).



Gambar 2.1 Ikan Guppy

(Sumber : <https://images.net/img/cache/250-square/hDjmkQ/2023>)

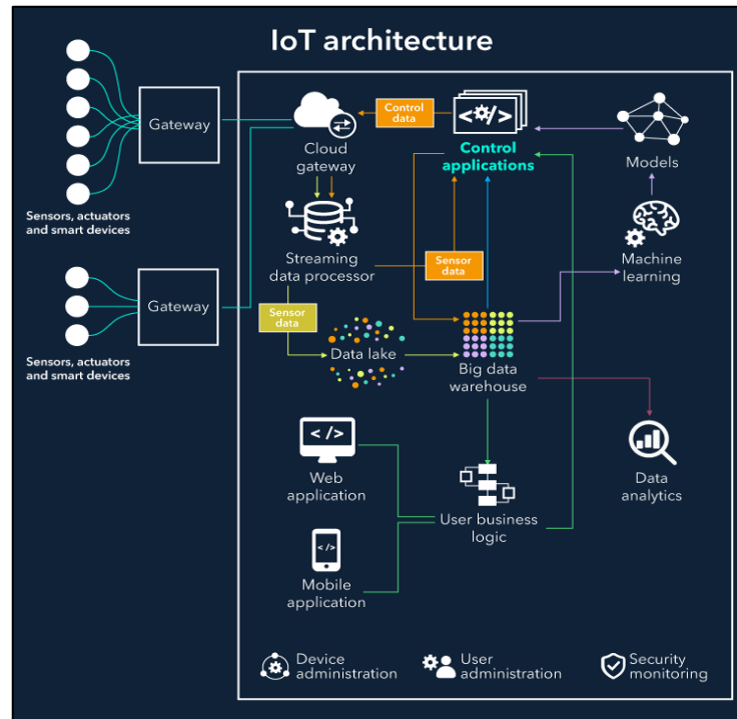
2.4 Internet Of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep yang menghubungkan perangkat elektronik melalui jaringan internet untuk memungkinkan perangkat-perangkat tersebut berkomunikasi satu sama lain dan mengumpulkan serta membagikan data tentang lingkungan dan cara penggunaan perangkat tersebut. IoT memiliki banyak manfaat dalam berbagai sektor seperti industri, rumah tangga, lingkungan, rumah sakit, energi, keamanan, dan transportasi. Teknologi sensing yang digunakan dalam IoT dapat dibagi menjadi teknologi perangkat keras dan perangkat lunak, yang memungkinkan adanya fungsi pengenalan gambar, *decision support system*, manajemen asset, dan layanan baru. IoT dapat menghubungkan miliaran atau triliunan perangkat melalui internet, sehingga diperlukan arsitektur berlapis fleksibel yang belum terkonvergensi menjadi model referensi. Ada beberapa proyek yang mencoba merancang arsitektur bersama untuk IoT berdasarkan analisis kebutuhan dari peneliti dan industri. (Nabilla, dkk. 2022)

Konsep IoT pertama kali dicetuskan oleh komunitas pengembang *Radio Frequency Identification* (RFID) sekitar tahun 1999. Konsep ini makin relevan dengan masa sekarang mengingat makin banyaknya pertumbuhan perangkat baik berupa telepon pintar, perangkat tertanam, sensor dan komputasi awan. Perangkat sensor dapat menangkap kondisi lingkungan dan berkomunikasi dengan menyebarkan informasi tersebut ke berbagai perangkat lain.

Kemudian, informasi tersebut bisa digunakan oleh sistem lain untuk menganalisa perilaku menentukan keputusan yang harus diambil. Dengan konsep dan skema tersebut dapat dibuat sebuah sistem yang cerdas. Model komunikasi IoT dapat berupa komunikasi *devices to devices*, model ini menghubungkan dua atau lebih perangkat yang saling terhubung dan berkomunikasi langsung tanpa harus melewati server atau perangkat penghubung lain. Model kedua adalah *devices to cloud*, pada model ini, setiap perangkat harus terhubung ke aplikasi berbasis *cloud* untuk saling mengirimkan dan mendapatkan data. Model komunikasi ketiga adalah *devices to gateway*, bedanya dengan model kedua ialah setiap perangkat atau kelompok perangkat terhubung dahulu melewati perangkat *gateway*. (Sukaridhoto, 2020)

Berikut ini merupakan gambar arsitektur *internet of things* :



Gambar 2.2 Arsitektur *Internet of Things* (IoT)

(Sumber : <https://www.scnsoft.com/iot-architecture-in-a-nutshell-and-how-it-works>)

2.5 ESP 32

ESP32 adalah sebuah *system-on-a-chip* (SoC) yang dikembangkan oleh perusahaan Tiongkok, *Espressif Systems*. SoC ini memiliki fitur yang sangat canggih dan serbaguna, menjadikannya populer di kalangan pengembang perangkat keras dan perangkat lunak. ESP32 banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk *Internet of Things* (IoT), perangkat pintar, sistem kontrol, dan komunikasi nirkabel. ESP32 memiliki fitur Wi-Fi dan *Bluetooth* yang terintegrasi, yang memungkinkan perangkat ini untuk terhubung ke jaringan nirkabel dan perangkat lainnya. Ini memberikan fleksibilitas dalam mengembangkan aplikasi yang memanfaatkan konektivitas nirkabel, seperti pengendalian jarak jauh, pengiriman data melalui jaringan Wi-Fi, atau interaksi dengan perangkat lain melalui protokol *Bluetooth*.

Selain itu, ESP32 juga memiliki prosesor berkecepatan tinggi, memori yang cukup besar, dan dukungan untuk berbagai antarmuka periferil seperti I2C, SPI, UART, dan

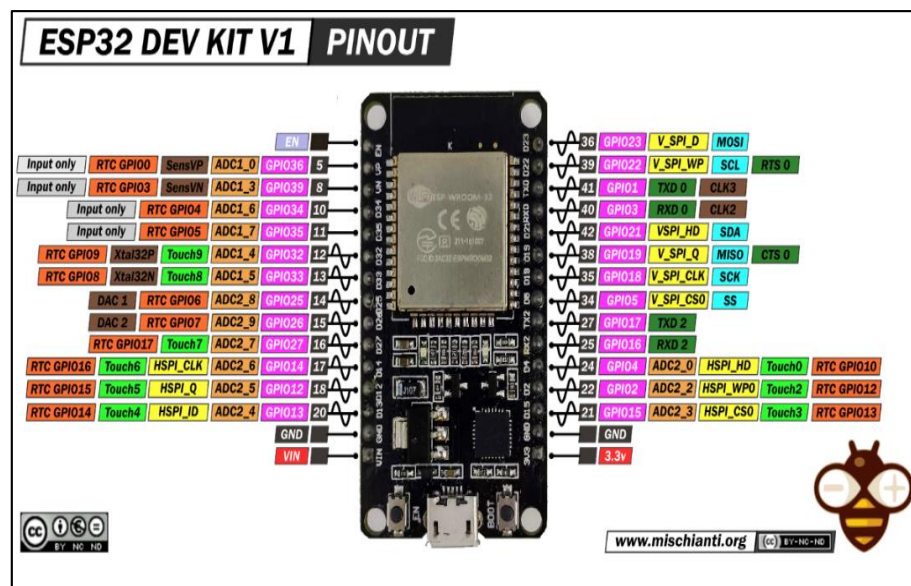
GPIO. Hal ini memudahkan pengembang dalam menghubungkan ESP32 dengan berbagai sensor, perangkat eksternal, atau komponen lainnya. ESP32 didukung oleh berbagai perangkat lunak pengembangan (SDK) dan alat pemrograman yang memudahkan pengembangan aplikasi. Pengembangan aplikasi untuk ESP32 bisa dilakukan menggunakan bahasa pemrograman C++ atau melalui pengembangan terintegrasi (IDE) seperti Arduino IDE atau PlatformIO. (Muliadi, dkk. 2020)



Gambar 2.3 ESP 32

(Sumber : www.mischianti.org)

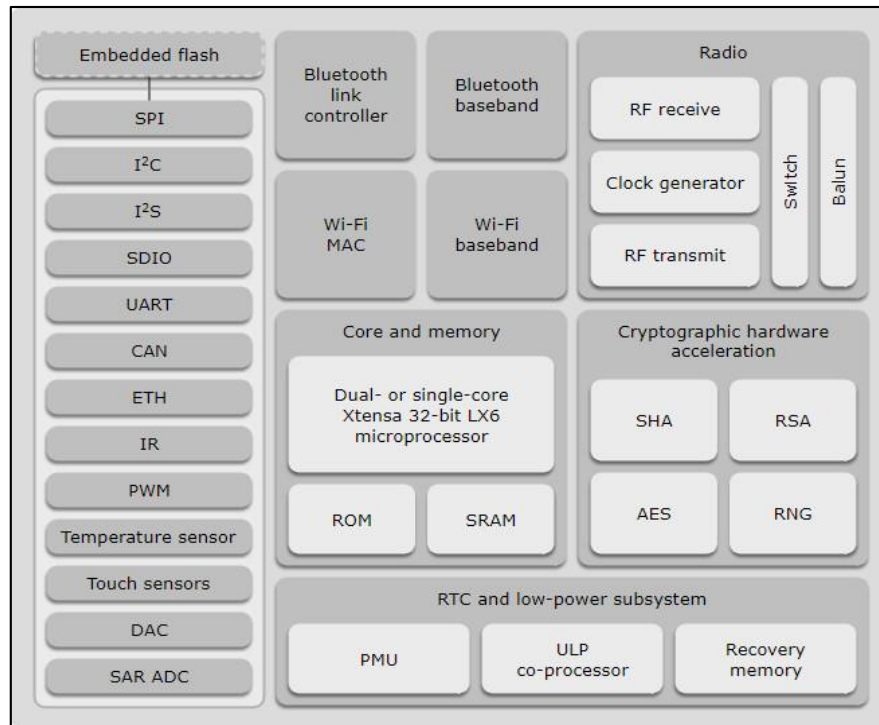
Terlihat pada gambar 2.3 merupakan *pin out* dari ESP32. Pin tersebut dapat dijadikan *input* atau *output* untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC



Gambar 2.4 PinOut ESP32

(Sumber : www.mischianti.org)

Pada gambar 2.4 dibawah ini merupakan Diagram Blok ESP32 :



Gambar 2.5 Diagram Blok ESP32

(Sumber : <https://easytromlabs.com/Diagrama-de-blocos-de-fun-do-ESP32.jpg>)

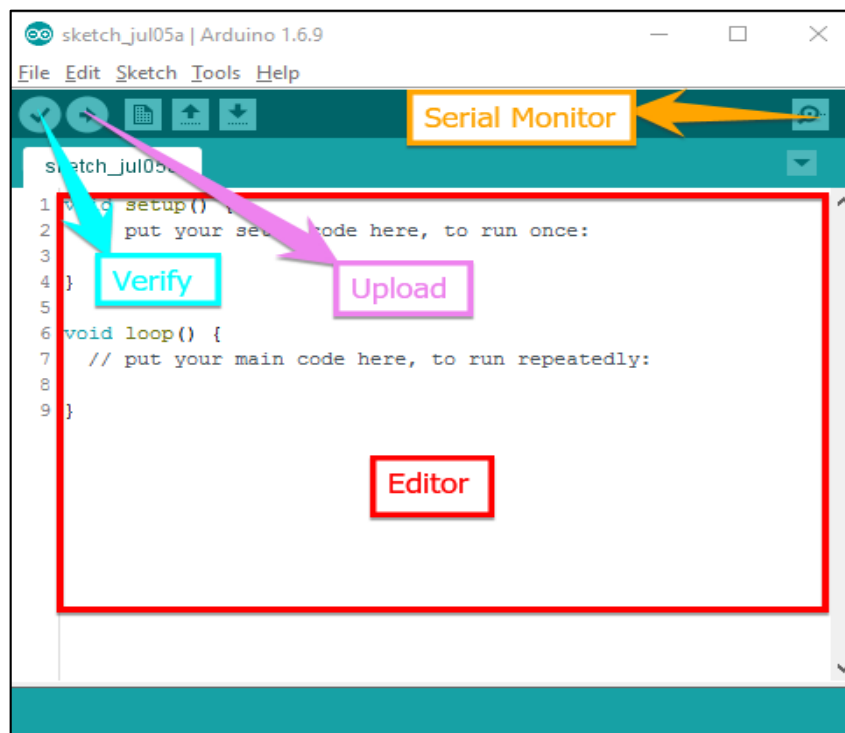
Diagram Blok Esp32 Terdapat 36 pin GPIO yang bisa difungsikan sebagai berikut:

- Analog to Digital Converter (ADC)* : Terdapat 16 kanal SAR ADC 12 bit. Rentang ADC bisa diatur di dalam program, apakah 0-1 V, 0-1.4 V, 0-2V atau 0- 4V.
- Digital to Analog Converter (DAC)* : terdapat DAC 8-bit yang bisa menghasilkan tegangan analog.
- Pulse Width Modulation (PWM)* : Terdapat 16 kanal PWM yang bisa digunakan untuk mengendalikan LED atau motor.
- Touch Sensor* : Terdapat 10 GPIO memiliki kemampuan pengindera kapasitif yang dapat digunakan sebagai 10 tombol *buttonpad*.
- UART* : Terdapat 2 kanal antarmuka UART. Satu diantaranya digunakan untuk mendownload program secara serial.
- I2C, SPI, I2S* : Terdapat dua antarmuka I2C dan 4 antarmuka SPI untuk mengakses sensor dan perangkat ditambah lagi 2 antarmuka I2S.

2.6 Aplikasi arduino *Integrated Development Environment (IDE)*

Integrated Development Environment (IDE) merupakan aplikasi yang digunakan untuk membuat program pada Arduino Uno Program yang ditulis dengan menggunakan *Software Arduino (IDE)* disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu *editor* teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi *ino*. Pada *Software Arduino IDE*, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan error, *compile*, dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan *software Arduino IDE*, menunjukkan *board* yang terkonfigurasi beserta *COM Ports* yang digunakan.

1. *Verify/Compile* berfungsi untuk mengecek apakah *sketch* yang dibuat ada kekeliruan dari segi sintaks atau tidak. Jika tidak ada kesalahan, maka sintaks yang dibuat akan dicompile ke dalam bahasa mesin.
2. *Upload* berfungsi mengirimkan program yang sudah dikompilasi ke *Arduino Board*. (Shofiyullah & Sulistiyanto, 2020)



Gambar 2.6 Arduino Board

(Sumber : <https://www.kmtech.id/post/mengenal-perangkat-lunak-arduino-ide>)

Menurut Andreanus (Calvin Hugo, dkk. 2020) Arduino Uno merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Pada tampilan awal arduino IDE terdapat tombol *verify* dapat mengkompilasi program yang ada di *editor*, Tombol *New* memiliki fungsi membuat program baru dengan mengosongkan isi dari jendela *editor*. IDE memberikan kesempatan untuk menyimpan semua perubahan yang sebelumnya belum di *save*. Ketika mengklik tombol *upload* Arduino IDE mengkompilasi program dan *upload* ke papan arduino uno yang telah dipilih di IDE menu *Tools* lalu ke *serial port*.

2.7 Bot Telegram

Telegram Bot *Application Programming Interface* (API) adalah sebuah teknologi *open source* yang disediakan oleh telegram *messenger* LLP untuk membangun aplikasi bot telegram bagi para pengembang. Bot API ini merupakan *interface* berbasis HTTP untuk menghubungkan bot yang dikembangkan oleh para pengembang dengan sistem telegram.

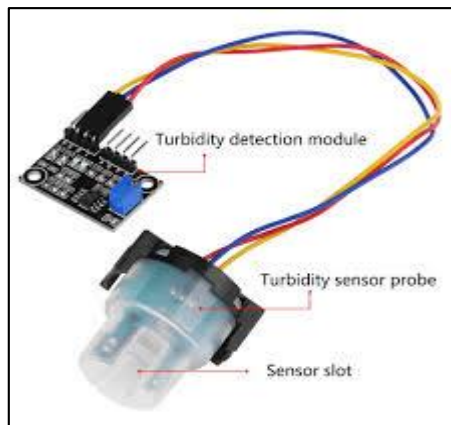
Kelebihan dari telegram ini adalah adanya landasan untuk menggunakan *Application Programming Interface* (API) untuk masyarakat luas. Salah satu API yang disediakan adalah fitur bot. bot telegram adalah bot yang saat ini mulai populer dipergunakan. (Lenardo, dkk. 2020)



Gambar 2.7 Bot Telegram

2.8 Sensor Turbidity

Sensor turbidity merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur kualitas air dengan mendeteksi tingkat kekeruhannya. Sensor ini mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan cara mengukur transmitansi dan hamburan cahaya yang berbanding lurus dengan kadar total suspended solid (TTS). Semakin tinggi kadar TTS, maka semakin tinggi pula tingkat kekeruhan air tersebut. (Sulistyo, M. T. 2019)



Gambar 2.8 Sensor Turbidity
(Sumber : <https://1.bp.blogspot.com/turbidity.jpg>)

Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa ketika cahaya melewati sampel air, jumlah cahaya yang ditransmisikan melalui sampel tersebut bergantung pada jumlah tanah dalam air. Ketika tingkat tanah meningkat, jumlah cahaya yang ditransmisikan akan berkurang. Sensor kekeruhan mengukur jumlah cahaya yang ditransmisikan untuk menentukan kekeruhan air.

Spesifikasi Sensor turbidity :

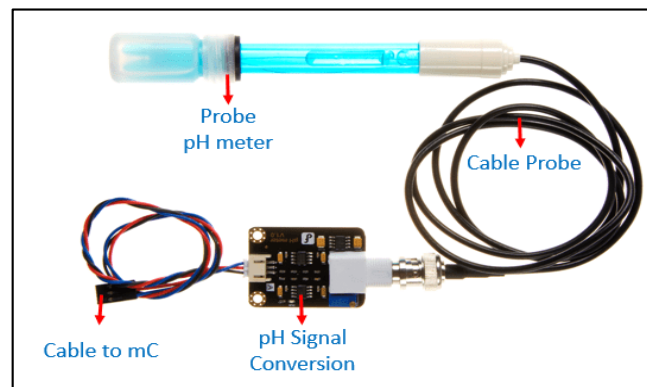
Tegangan Operasi	: 5V DC
Arus Operasi	: 40mA (Maksimum)
Waktu Respon	: <500ms
Resistansi Insulasi	: 100M (Minimal)
Metode <i>Output</i>	: Analog
<i>Output</i> Analog	: 0-4.5V

Output Digital : Sinyal level Tinggi/Rendah (Anda dapat mengatur nilai ambang batas dengan mengatur potensiometer)

2.9 Sensor PH Air Kit DFRobot

Sensor pH Air DFRobot adalah alat pengukur pH yang dapat digunakan dalam aplikasi air seperti akuarium, kolam renang, dan aplikasi pemantau kualitas air lainnya. Sensor ini dapat membantu pengguna untuk memantau pH air secara *real-time* dan memberi informasi yang diperlukan untuk menjaga keseimbangan pH air dengan baik.

Prinsip kerja utama pH meter yaitu terletak pada sensor probe berupa *electrode* kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Ujung electrode kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). Bulb ini dipasangkan dengan silinder kaca *non-konduktor* atau *plastic* memanjang, yang selanjutnya di isi dengan larutan HCl ($0,1 \text{ mol/dm}^3$). Di dalam larutan HCl, terendam sebuah kawat *electrode* panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl konstantnya jumlah larutan HCl pada sistem ini membuat *electrode* Ag/AgCl memiliki nilai potensial stabil. (Sulistyo, M. T. 2019)



Gambar 2.9 Sensor pH Air KitDFRobot

(Sumber : <https://i2.wp.com/ph-meter-Dfrobot-v.2-arduino.png>)

Kelengkapan modul sensor ph meter V.2 :

- Kabel ke mikrokontroler (example : arduino)
- pH *signal Conversion*

- Kabel probe
- Probe pH meter

Spesifikasi modul sensor ph meter V.2

- **pH signal Conversion Board V2**
 - Tegangan kerja antara 3.3 ~ 5.5V
 - *Output* tegangan analog : 0 ~ 3.0V
 - Jenis konektor probe yang digunakan tipe “BNC”
 - Tingkat akurasi pengukuran : ± 0.1 (pada suhu pengujian 25°C)
 - Signal Connector : PH2.0-3P
 - Dimensi *board* : 42mm x 32mm
- **Probe pH**
 - Termasuk dalam *grade* laboratorium
 - Range deteksi pH : 0 ~ 14
 - Suhu kerja antara 5 ~ 60 ° C
 - Titik netral pada pH $7 \pm 0,5$
 - *Internal Resistance*: < 250M Ω
 - Waktu Respons kurang dari 2 menit
 - Masa *lifetime* Probe : > 0,5 tahun (tergantung dengan frekuensi penggunaan)
 - Panjang kabel probe : 100cm

Modul sensor ini di fungsikan ke dalam berbagai aplikasi seperti aquaponik, pengujian air lingkungan, hidroponik dan lain-lain. Secara pengertian pH merupakan nilai yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau alkalinitas dalam suatu larutan. Range nilai pH yaitu antara angka antara 0 hingga 14 dengan ketentuan seperti pada table dibawah ini.

Tabel 2.1 Range Nilai pH

pH Larutan	Sifat
pH < 7	Asam
pH = 7	Netral
pH > 7	Basa.

Pegukuran pH sangat dipengaruhi oleh temperatur larutan. Oleh karena itu diperlukan sensor temperatur (*thermoprobe*) pada rangkaian pH meter. Pembacaan temperatur tersebut menjadi *input* perhitungan pH yang dilakukan oleh *microprocessor*.

2.10 Sensor Suhu Air DS18B20

Sensor suhu air DS18B20 adalah sensor suhu digital yang dirancang untuk mengukur suhu air dalam berbagai aplikasi, seperti akuarium, kolam renang, dan aplikasi pemantauan suhu air lainnya. Sensor ini menggunakan teknologi *one-wire digital* yang memungkinkan sensor untuk terhubung dengan mikrokontroler dengan menggunakan hanya satu kabel. Sensor suhu air DS18B20 bekerja dengan cara mengukur perubahan resistansi pada *thermistor* yang terdapat di dalamnya. Perubahan resistansi tersebut kemudian dikonversi menjadi nilai suhu yang kemudian dapat ditampilkan pada layar LCD atau diolah oleh mikrokontroler. (Ji,W&Zhang,H, 2021)



Gambar 2.10 Sensor Suhu Air DS18B20

(Sumber : <https://th.bing.com>)

Modul sensor suhu DS18B20 merupakan sensor suhu yang tahan air, tahan lembab dan anti karat dikemas dengan tabung stainless steel berkualitas tinggi. (Sulistyo, M. T. 2019)

Spesifikasi Sensor DS18B20 :

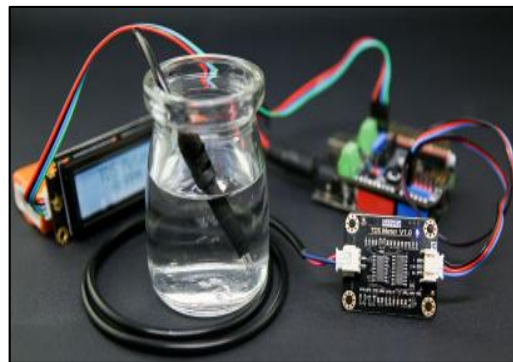
- *Power Supply Range*: 3.0V ke 5.5V

- Adjustable Resolusi: 9 - 12
- Rentang Suhu Operasional: -55°C sampai $+125^{\circ}\text{C}$
- *Output* utama: *Red* (VCC), *Black* (GND), *Kuning* (DATA)
- Panjang kabel: 100 cm
- Ukuran Tube Stainless Steel: $6 \times 45\text{mm}$

2.11 Sensor TDS/EC

Sensor TDS/EC merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur jumlah padatan terlarut atau konduktivitas listrik dalam air. TDS (*Total Dissolved Solids*) merupakan ukuran konsentrasi total padatan terlarut dalam air, sedangkan EC (*Electrical Conductivity*) adalah ukuran konduktivitas listrik dalam air. Sensor TDS/EC sering digunakan dalam aplikasi pengolahan air seperti air minum, air limbah, serta aplikasi akuarium dan pertanian hidroponik.

Prinsip kerja dari sensor TDS/EC adalah dengan mengukur resistansi listrik pada air yang ditempatkan diantara dua elektroda. Ketika terdapat padatan terlarut dalam air, resistansi listrik pada air tersebut akan berubah, dan sensor akan mengukur perubahan tersebut untuk menghasilkan nilai TDS/EC. Sensor TDS/EC sangat membantu dalam memantau kualitas air dan dapat digunakan untuk menentukan kapan waktu yang tepat untuk melakukan pergantian air dalam akuarium atau sistem hidroponik. (Feng, dkk, 2021)



Gambar 2.11 Sensor TDS/EC

(Sumber : <https://image.dfrobot.com//data/SEN0244>)

Spesifikasi:

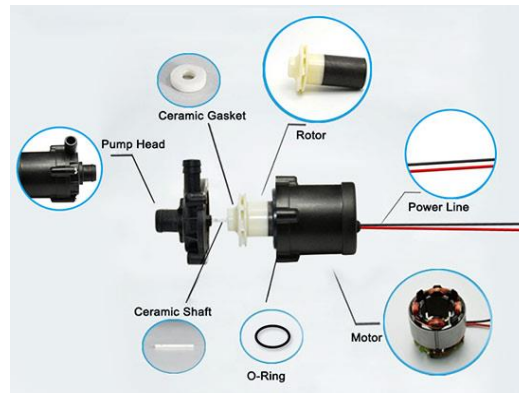
- Papan Pengirim Sinyal:
 - Tegangan *Input*: 3,3 ~ 5,5V
 - Tegangan *Output*: 0 ~ 2,3V
 - Arus Kerja: 3 ~ 6mA
 - Rentang Pengukuran TDS (*Total Dissolved Solids*): 0 ~ 1000ppm
 - Akurasi Pengukuran TDS: $\pm 10\%$ F.S. (25 °C)
 - Ukuran Modul: 42 * 32mm
 - Antarmuka Modul: PH2.0-3P
- Antarmuka Elektroda: XH2.54-2P
- Sonde TDS:
 - Jumlah Jarum: 2
 - Panjang Total: 83cm
 - Antarmuka Koneksi: XH2.54-2P
 - Warna: Hitam
 - Lainnya: Sonde Tahan Air (*Waterproof*)

2.12 Mini Water Pump

Mini Water Pump adalah pompa air kecil yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti akuarium, sistem hidroponik, dan pengolahan air. Ukurannya yang kecil memungkinkan penggunaannya di ruang yang terbatas dan membuatnya mudah dipasang di sistem tertentu. *Mini Water Pump* biasanya menggunakan motor DC yang memungkinkan pengaturan kecepatan dan volume air yang dihasilkan.

Mini Water Pump bekerja dengan cara mengalirkan air melalui rotor yang berputar dengan kecepatan tinggi, kemudian air akan keluar melalui saluran keluaran. Pompa air ini cukup kuat untuk mengalirkan air dalam jumlah kecil hingga sedang, tergantung pada kebutuhan. *Mini Water Pump* memiliki beberapa jenis dan model, dan dapat dioperasikan dengan tegangan rendah hingga tinggi. (Zakaria, dkk, 2021)

Berikut ini merupakan gambar *mini water pump* :



Gambar 2.12 *Mini Water Pump*

(Sumber : <https://www.vovyopump.com/small-water-pump>)

Spesifikasi *mini water pump*:

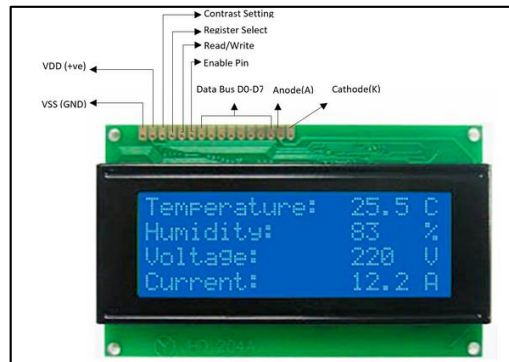
- Tegangan kerja: 6-12v DC (rekomendasi 12v)
- *Flow rate*: 1.5-2 L/min
- *Head*: max 3m
- *Inlet*: inner 5mm, outer 8mm
- *Outlet*: inner 5mm, outer 8mm
- Ukuran: 90x40x35mm

2.13 LCD

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah teknologi tampilan yang menggunakan Kristal cair untuk menghasilkan gambar. LCD digunakan secara luas dalam perangkat elektronik seperti televisi, monitor komputer, ponsel, tablet, dan banyak lagi. LCD berasal dari kombinasi penelitian dan perkembangan ilmiah di bidang fisik, kimia, dan teknik material. (Dhanabal, dkk, 2014)

LCD (*Liquide Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang di buat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter huruf, angka ataupun grafik. (Slamet, dkk, 2022)

Berikut ini merupakan gambar LCD 20x4 :



Gambar 2.13 LCD 20x4

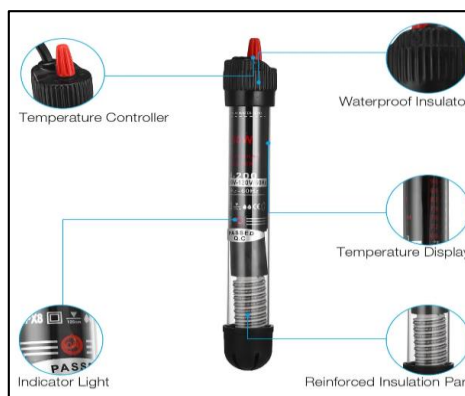
(Sumber : https://cdn.shopify.com/LCD_Display_20x4_Pinout_600x600.png)

Layar LCD 20×4 pada dasarnya adalah versi yang lebih besar (jumlah baris dan kolom yang bertambah) dari layar LCD 16×2. Layar memiliki ruang untuk menampilkan 20 kolom karakter dalam 4 baris, membuatnya ideal untuk menampilkan teks dalam jumlah besar tanpa menggulir. Resolusi setiap kolom adalah 5×8 piksel, yang memastikan visibilitasnya dari jarak jauh. Hal yang menarik dari versi tampilan yang digunakan dalam tutorial hari ini, selain ukurannya, adalah berkomunikasi melalui I2C, yang artinya kita hanya membutuhkan dua kabel selain GND dan VCC untuk menghubungkan tampilan ke Arduino.

2.14 *Water Heater*

Water Heater adalah alat yang digunakan untuk memanaskan air yang menggunakan energi sebagai sumber pemanas. Pada awalnya ketika kita membutuhkan air panas maka kita akan memasak air atau memanfaatkan air panas langsung dari alam. Pada tahun 1866 seorang pelukis asal London, Inggris, Benjamin Waddy Maughan menemukan *water heater domestic* instan pertama. Cara kerja alat ini sederhana yakni air dingin ditempatkan dibagian atas wadah berupa tabung yang juga diisi jaringan kawat-kawat tipis sebagai pengantar panas, dimana dibagian bawahnya diletakan sebuah alat pemanas berbahan bakar gas. Lalu air panas mengalir ke bak mandi tanpa ada perantara. Maughan menamai penemuannya ini dengan nama “*Geyser*”, bahkan hingga saat ini di Inggris *water Heater* sering juga disebut *geyser*.

Suatu saat seorang ahli teknik asal Norwegia, Edwin Rudd memutuskan untuk bermigrasi ke Amerika, tepatnya ke Pittsburgh, Pennsylvania. Di kota itu ia menemukan *blue print* atau cetak biru *water Heater* instan pertama buatan Maughan. Penemuan ini menjadi inspirasi, lalu Rudd mengembangkan penemuan ini menjadi mesin *water Heater* otomatis. Akhirnya ia berhasil membuat *water Heater* otomatis pertama di sekitar tahun 1889, Mesin ini berupa wadah berbentuk tangki penyimpanan air yang suhu airnya bisa di atur secara mekanis dan didistribusikan melalui pipa penyaluran air. (Sutrisno, dkk, 2020)



Gambar 2.14 *Water Heater*

(Sumber : <https://i.ebayimg.com/images>)

Water heater dirancang untuk memanaskan air menjadi suhu tertentu sehingga air tersebut dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti mandi, mencuci, memasak, dan dalam konteks lainnya seperti untuk pemanasan air dalam akuarium, kolam renang, atau sarana pemanas dalam industri. *Water heater* biasanya menggunakan sumber energi seperti listrik, gas, atau energi surya untuk memanaskan air. Terdapat beberapa jenis *water heater* yang umum digunakan:

1. *Water Heater* Listrik: Menggunakan elemen pemanas listrik untuk mengubah energi listrik menjadi panas, yang kemudian dipindahkan ke air.
2. *Water Heater* Gas: Menggunakan bahan bakar gas (misalnya gas alam, LPG, atau propane) untuk memanaskan air melalui pembakaran gas di dalam pemanas.
3. *Water Heater* Tenaga Surya: Menggunakan sinar matahari untuk memanaskan air melalui panel surya yang menangkap dan mentransfer panas ke dalam tangki air.

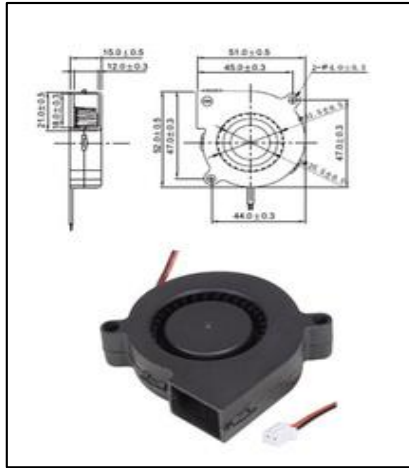
Water heater untuk akuarium adalah perangkat yang digunakan untuk mengatur dan mempertahankan suhu air di dalam akuarium pada level tertentu yang sesuai untuk kehidupan ikan dan organisme akuatik lainnya. Fungsi utamanya adalah untuk menciptakan lingkungan yang stabil dan nyaman bagi hewan-hewan akuatik yang ada di dalam akuarium. Beberapa alasan penting mengapa *water heater* digunakan dalam akuarium adalah sebagai berikut:

1. Pemeliharaan suhu yang konsisten: Banyak spesies ikan dan organisme akuatik memerlukan suhu air yang konstan dan stabil untuk bertahan hidup dan berkembang biak dengan baik. *Water heater* membantu menjaga suhu air tetap sesuai dengan persyaratan spesies yang dihuni di dalam akuarium.
2. Adaptasi untuk ikan tropis: Banyak ikan tropis berasal dari perairan dengan suhu yang relatif tinggi, dan akuarium mereka memerlukan suhu yang lebih hangat dari lingkungan sekitar. Dalam hal ini, *water heater* diperlukan untuk meningkatkan suhu air dan menciptakan kondisi yang optimal bagi ikan tropis.
3. Mengatasi perubahan suhu ekstrem: Di daerah dengan musim yang sangat berbeda-beda, suhu air di akuarium bisa berfluktuasi drastis jika tidak diatur dengan baik. *Water heater* membantu menjaga suhu air tetap stabil bahkan jika suhu lingkungan berubah secara signifikan.
4. Mendorong aktivitas dan metabolisme ikan: Suhu air yang sesuai akan meningkatkan aktivitas ikan dan memacu metabolisme mereka, yang berdampak pada kesehatan dan kualitas hidup mereka.
5. Pertumbuhan mikroorganisme: Beberapa akuarium, terutama yang mengandung tanaman hidup dan organisme akuatik lainnya, memerlukan suhu air yang lebih tinggi untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme yang penting bagi kesuburan dan keseimbangan ekosistem akuarium.

2.15 Kipas Blower DC 12 V

Kipas blower DC 12 V adalah sebuah alat elektronik yang digunakan untuk menghasilkan aliran udara pada suatu ruangan atau tempat tertentu dengan menggunakan daya sebesar 12 volt. Kipas blower DC 12 V biasanya digunakan pada

kendaraan, peralatan elektronik, atau pada sistem pendingin ruangan yang membutuhkan aliran udara yang cukup kuat. (Yuliansyah, dkk, 2019)

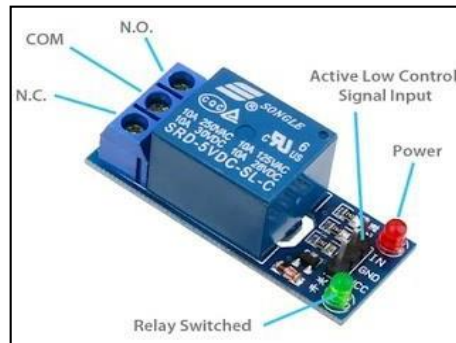


Gambar 2. 15 Kipas Blower DC 12 V
(Sumber : <https://image.pushauction.com>)

2.16 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni *Electromagnet (Coil)* dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). *Relay* menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *Relay* yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature Relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. *Relay* dapat berfungsi apabila terdapat aliran listrik ke dalam rangkaian. Secara umum fungsi *relay* adalah untuk memutus atau menghantarkan arus sesuai dengankebutuhan. Pada dasarnya prinsip kerja *relay* menggunakan prinsip dasar elektromagnetik. Dimana proses menggerakkan saklar bisa dikontrol sesuai kebutuhan. Dengan adanya fungsi *relay* itulah, maka proses pengaliran aliran arus listrik dengan tegangan rendah bisa menjadi aliran dengan tegangan yang lebih tinggi. (Saleh, Muhammad & Munnik Haryanti, 2021)

Berikut ini merupakan gambar *relay* :



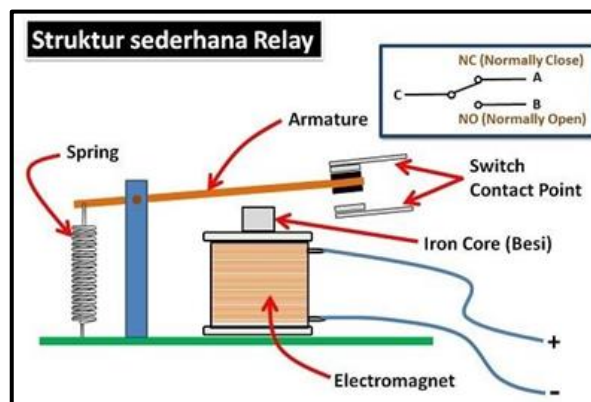
Gambar 2.16 *Relay*

(Sumber : <https://components101.com/Single-Channel-Relay-Module-Pinout.jpg>)

Pada dasarnya, *Relay* terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point* (Saklar)
4. *Spring*

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian *Relay* :



Gambar 2.17 Bagian-bagian *Relay*

(Sumber : <https://www.aldyrazor.com/2020/05/modul-relay-arduino.html>)

Kontak Poin (*Contact Point*) *Relay* terdiri dari 2 jenis yaitu:

1. *Normally Close (NC)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup).

2. *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka).

Karena *Relay* merupakan salah satu jenis dari Saklar, maka istilah *Pole* dan *Throw* yang dipakai dalam Saklar juga berlaku pada *Relay*. Berikut ini adalah penjelasan singkat mengenai Istilah *Pole* and *Throw* :

- a. *Pole* : Banyaknya Kontak (*Contact*) yang dimiliki oleh sebuah *relay*
- b. *Throw* : Banyaknya kondisi yang dimiliki oleh sebuah Kontak (*Contact*)

Berdasarkan penggolongan jumlah *Pole* dan *Throw*-nya sebuah *relay*, maka *relay* dapat digolongkan menjadi :

- a. *Single Pole Single Throw (SPST)* : *Relay* golongan ini memiliki 4 Terminal, 2 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk *Coil*.
- b. *Single Pole Double Throw (SPDT)* : *Relay* golongan ini memiliki 5 Terminal, 3 Terminal untuk Saklar dan 2 Terminalnya lagi untuk *Coil*.
- c. *Double Pole Single Throw (DPST)* : *Relay* golongan ini memiliki 6 Terminal, diantaranya 4 Terminal yang terdiri dari 2 Pasang Terminal Saklar sedangkan 2 Terminal lainnya untuk *Coil*. *Relay* DPST dapat dijadikan 2 Saklar yang dikendalikan oleh 1 *Coil*.
- d. *Double Pole Double Throw (DPDT)* : *Relay* golongan ini memiliki Terminal sebanyak 8 Terminal, diantaranya 6 Terminal yang merupakan 2 pasang *Relay* SPDT yang dikendalikan oleh 1 (*single*) *Coil*. Sedangkan 2 Terminal lainnya untuk *Coil*.

Selain Golongan *Relay* diatas, terdapat juga *Relay-relay* yang *Pole* dan *Throw*-nya melebihi dari 2 (dua). Misalnya 3PDT (*Triple Pole Double Throw*) ataupun 4PDT (*Four Pole Double Throw*) dan lain sebagainya

Seperti yang telah dijelaskan tadi bahwa *relay* memiliki fungsi sebagai saklar elektrik, namun jika di aplikasikan ke dalam rangkaian elektronika, *relay* memiliki beberapa fungsi yang cukup unik. Berikut beberapa fungsi saat di aplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika.

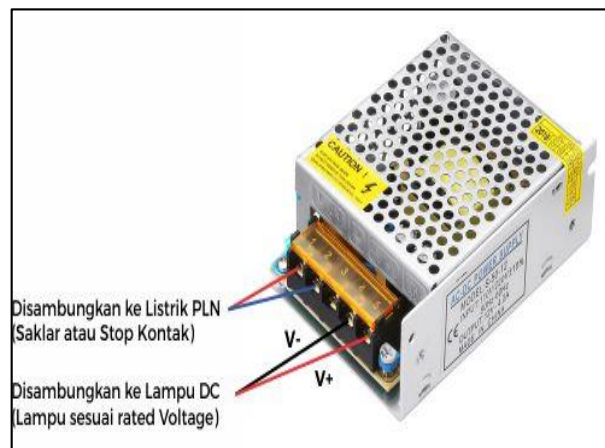
1. *Relay* digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*)
2. *Relay* digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*)
3. *Relay* digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari *Signal* Tegangan rendah. (Saleh, Muhammad & Munnik Haryanti, 2021) .

2.17 Power Suplay

Power supply adalah referensi ke sumber daya listrik. Perangkat atau sistem yang memasok listrik atau jenis energi ke *output* beban atau kelompok beban disebut *power supply* unit atau PSU. Perangkat elektronika mestinya dicatu oleh suplai arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. (Gunawan, 2021)

Power supply terdiri atas dua jenis yaitu *power supply linier* dan *power supply switching*. *Power supply linier* berarti tegangan luaran akan mengalir secara kontinyu ke beban. Sementara *power supply switching* merupakan *power supply* yang dibangun berdasarkan teknik pengsaklaran sehingga tegangan yang mengalir ke beban tidak sama per sekian detik. (Rosman, 2021)

Berdasarkan definisi diatas *power supply* adalah sebuah catur yang memberikan saluran energy listrik kepada media elektronik yang dimana satuan daya yang pada *power supply* adalah DC agar stabil.



Gambar 2.18 *Power Suplay*

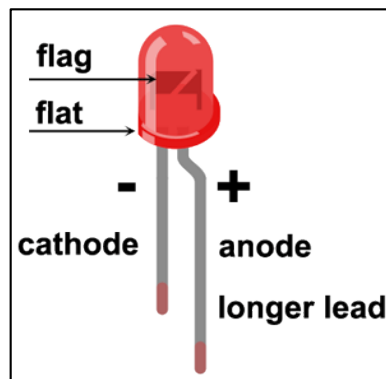
(Sumber : <https://uploads-ssl.webflow.com/%2520power%2520supply.jpeg>)

Berikut ini beberapa komponen yang terdapat pada *power suplay* :

1. Transformator, atau trafo merupakan peralatan listrik yang berfungsi menaikkan dan menurunkan tegangan dengan tujuan mengubah bentuk energi listrik menjadi energi listrik lainnya.
2. Dioda, atau diode merupakan komponen elektronika yang dianggap sebagai katup dua arah. Berfungsi menghantarkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari arah yang lain.
3. Kapasitor, merupakan perangkat listrik yang merupakan tempat penyimpanan muatan untuk jangka waktu tertentu dan tetap bertahan sampai sumber daya dihilangkan. Ada dua tempat yaitu :
 - *Primary* (Tempat masuknya AC ke catu daya yang telah diubah ke DC dan mempertahankan tegangan secara konstan untuk sisa catu daya)
 - *Secondary* (Lokasi setelah tegangan keluaran DC diatur)
 Sementara kapasitas penyimpanan energi listrik ini tergantung dari spesifikasi, jenis, dan ukuran kapasitor yang digunakan.
4. Resistor, merupakan komponen elektronika yang berperan membatasi aliran arus listrik untuk memastikan perangkat mendapat suplai tegangan yang benar.
5. IC Regulator, merupakan komponen yang membuat tegangan dari *power suplay* tetap stabil. Bahkan ketika sumber tegangan *power suplay* berubah sangat ekstrem. Ini merupakan rangkaian akhir *power suplay*.
6. LED, merupakan jenis dioda semikonduktor yang penting untuk sistem pencahayaan LED sebagai pengatur daya dibawah tegangan *suplay*. Ketika bias maju, maka komponen ini akan memancarkan cahaya seperti lampu.
7. Rectifier, merupakan komponen yang berfungsi mengambil arus AC (arus bolak-balik) dan mengubahnya menjadi keluaran DC (arus searah) positif. Sementara prosesnya disebut *rectification*.
8. *Filter*, berfungsi untuk menghilangkan tegangan riak(*ripple*) dari *output* atau hasil proses penyearah arus AC dari transformer oleh dioda penyearah. Dengan ini *filter* dapat menghaluskan DC yang berdenyut agar lebih konsisten.

2.18 LED

LED yang merupakan salah satu jenis dioda dengan fungsi khusus. LED digunakan sebagai lampu *indicator* pada beberapa aplikasi elektronika. LED memiliki konsumsi tegangan rendah, usia pemakaian panjang dan kecepatan penyaklaran cepat. LED hampir sama dengan dioda biasa. Bedanya, jika pada dioda biasa energi dikeluarkan dalam bentuk panas (disipasi daya) maka pada LED, energinya dikeluarkan dalam bentuk pancaran cahaya (Taufiq & Suyadhi, 2012).



Gambar 2.19 LED

(Sumber : https://www.mobilefish.com/images/developer/arduino_led.gif)

Untuk mengetahui polaritas terminal anoda (positif) dan katoda (negatif) pada LED, kita dapat mengetahuinya dengan melihat secara fisik berdasarkan gambar yang ada di atas.

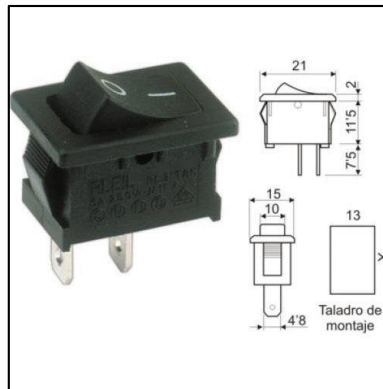
Ciri-ciri terminal anoda dan katoda pada LED adalah:

1. Kaki terminal anoda lebih panjang dan katoda lebih pendek.
2. *Lead frame* anoda lebih kecil dan *lead frame* katoda lebih besar.
3. Katoda berada disisi yang flat

2.19 Switch

Switch atau saklar adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengontrol aliran listrik pada suatu rangkaian atau sirkuit elektronik. *Switch* dapat digunakan untuk menghidupkan atau mematikan peralatan elektronik, mengalihkan arus listrik dari satu jalur ke jalur lain, atau mengatur kecepatan motor listrik. *Switch*

biasanya terdiri dari beberapa jenis, seperti *switch toggle*, *switch saklar*, atau *switch tombol*, yang dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan pengguna. (Chen, dkk, 2021)



Gambar 2.20 *Switch*


(Sumber : <https://i.pinimg.com/originals>.)

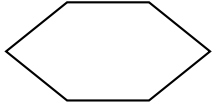
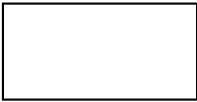
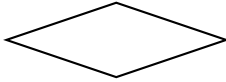
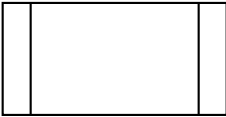
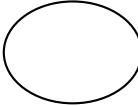
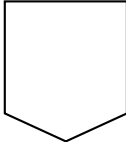
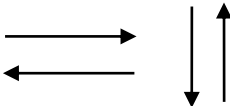



2.20 *Flowchart*

Flowchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program. *Flowchart* menolong analis dalam untuk memecahkan masalah kedalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian. *Flowchart* biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah khususnya masalah yang perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut. Proses di lingkungan organisasi pada umumnya merupakan suatu rangkaian kegiatan yang berulang. Setiap siklus kegiatan tersebut biasanya dapat dipecahkan ke dalam beberapa langkah kecil. Dari uraian langkah-langkah tersebut, kita dapat mencari langkah mana saja yang bisa kita perbaiki. (Ridlo, 2017)

Tabel 2.2 yang berisi simbol-simbol yang digunakan dalam *flowchart* disertai dengan keterangan fungsinya.

Tabel 2.2 Simbol-Simbol *Flowchart*

SIMBOL	KETERANGAN
	Terminal, Digunakan untuk menunjukkan awal dan akhir dari program

	<p>Persiapan, Digunakan untuk memberikan nilai pada awal suatu variabel atau <i>counter</i></p>
	<p>Proses, Digunakan untuk mengolah aritmatika dan pemindahan data</p>
	<p>Keputusan, Digunakan untuk mewakili operasi perbandingan logika</p>
	<p>Proses, Digunakan untuk proses yang detailnya dijelaskan terpisah, misalnya dalam bentuk <i>subroutine</i></p>
	<p><i>Connector</i>, Digunakan untuk menunjukkan hubungan arus proses yang terputus masih dalam halaman yang sama</p>
	<p>Penghubung, Digunakan untuk menunjukkan hubungan arus dari suatu proses yang terputus dalam halaman yang berbeda</p>
	<p>Arus, Digunakan untuk Penghubung antar prosedur / proses</p>
	<p><i>Document</i>, Digunakan untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau <i>output</i> di cetak dikertas</p>
	<p><i>Input-Output</i>, Digunakan untuk menyatakan proses <i>input</i> dan <i>output</i> tanpa tergantung dengan jenis peralatannya</p>
	<p><i>Disk Storage</i>, Digunakan untuk menyatakan <i>input</i> berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i>.</p>

2.21 Hardware Development Life Cycle

Hardware Development Life Cycle atau HDLC adalah proses sistematis yang melibatkan serangkaian tahapan dalam merancang, mengembangkan, menguji, dan memproduksi produk *hardware*. Metodenya dapat bervariasi tergantung pada industri, jenis perangkat keras, dan kebijakan organisasi. Berikut adalah beberapa metode yang umum digunakan dalam HDLC. (Puspita, dkk. 2021)

1. Waterfall Method

Metode ini adalah salah satu pendekatan paling tradisional dalam HDLC. Proses pengembangan berjalan secara *linear*, dimulai dari analisis persyaratan, desain, implementasi, pengujian, integrasi, hingga penggunaan. Setiap fase harus selesai sebelum fase berikutnya dimulai. Kelebihan dari metode ini adalah dokumentasi yang terstruktur dan mudah dipahami. Namun, kelemahannya adalah kurangnya fleksibilitas jika terjadi perubahan kebutuhan di tengah jalan.

2. Agile Method

Metode Agile menekankan kolaborasi tim yang kuat, pengembangan iteratif, dan tanggapan cepat terhadap perubahan kebutuhan. Proses pengembangan dilakukan dalam siklus pendek yang disebut *sprint*. Setiap *sprint* menghasilkan bagian produk yang berfungsi, sehingga memungkinkan pengujian dan umpan balik lebih awal. Metode ini sangat cocok untuk proyek-proyek yang kompleks dan bervariasi, karena memungkinkan adaptasi lebih cepat terhadap perubahan kebutuhan atau tuntutan pasar.

3. Spiral Method

Metode Spiral menggabungkan elemen dari model *waterfall* dengan pendekatan iteratif dari metode agile. Pengembangan dilakukan dalam siklus berulang yang disebut spiral. Setiap spiral melibatkan tahap perencanaan, risiko analisis, pengembangan, dan evaluasi. Dengan demikian, metode ini memungkinkan pengembang untuk mengatasi risiko lebih awal dan mengakomodasi perubahan yang terjadi sepanjang proses pengembangan.

4. V-Model (*Verification and Validation Model*)

V-Model adalah model yang menekankan pentingnya verifikasi dan validasi selama proses pengembangan perangkat keras. Setiap tahap pengembangan memiliki tahap verifikasi dan validasi yang terkait. Verifikasi berfokus pada memastikan bahwa perangkat keras dibangun dengan benar sesuai dengan spesifikasi, sedangkan validasi menjamin bahwa produk perangkat keras memenuhi kebutuhan pengguna akhir.

5. *Incremental Method*

Metode Incremental melibatkan pembangunan produk perangkat keras secara bertahap dengan menambahkan fungsionalitas tambahan pada setiap iterasi. Setiap iterasi menghasilkan versi produk yang lebih lengkap hingga mencapai produk akhir yang lengkap. Metode ini memungkinkan pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien dan memungkinkan peluncuran produk sebelum semua fitur selesai.

6. *Prototype Method*

Dalam metode ini, tim pengembang membangun prototipe perangkat keras awal yang cepat dan sederhana untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna atau klien. Prototipe ini membantu dalam memahami kebutuhan dan merancang produk perangkat keras secara lebih baik sebelum pengembangan lengkap dimulai.

Penting untuk diingat bahwa tiap proyek perangkat keras memiliki karakteristik dan kebutuhan yang berbeda, sehingga pemilihan metode HDLC yang tepat harus disesuaikan dengan situasi proyek dan tujuan pengembangan.