

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Studi Pustaka**

Pada penelitian sebelumnya adalah penelitian yang digunakan sebagai acuan untuk merancang penelitian ini. Terdapat tiga penelitian yang digunakan untuk acuan penelitian ini. Berikut adalah penelitian yang digunakan.

Penelitian Daulay (2018) dengan judul Desain sistem pengurusan dan pengisian air kolam pembenihan ikan secara otomatis menggunakan arduino dengan sensor kekeruhan air. Dalam desain ini, dua pompa digunakan, satu pompa di bak penyemaian dan dua pompa di waduk air. Sistem kerja desain ini adalah sebagai berikut: sebagaipengendali dewatering kolam dan pengisian otomatis oleh mikrokontroler arduino uno dan ketinggian air diukur dengan sensor ketinggian air. Proses pengeringan dilakukan ketika sensor kekeruhan air telah mendeteksi bahwa air kolam telah mencapai batas maksimum kekeruhan dan air harus segera diganti. Sensor kekeruhan air akan mengirimkan pesan ke Arduino untuk mengontrol pompa sehingga pompa akan terbuka dan mengalirkan air dari kolam penetasan sehingga proses pengeringan dan pembersihan dapat dimulai. Setelah kolam bersih, dan sensor ketinggian air membaca bahwa air di kolam telah mencapai batas minimum sensor, maka sensor akan segera mengirimkan sinyal ke mikrokontroler arduino uno untuk menutup solenoid di pompa yang ada di pompa. bak mandi dan buka solenoid di pompa dua di reservoir air sehingga dapat membersihkan air ke kolam penetasan. Sedangkan untuk mengaktifkan sirkuit elektronik pada sistem yang dibuat maka membutuhkan tegangan suplai dari power supply + 5V. Rangkaian catu daya ini terdiri dari transformator keluaran 12Volt, penyearah arus dengan Bridge Diode, filter (Elcho) dan IC regulator LM 7805

Penelitian Nugraha (2018), dengan judul rancang bangun sistem kontrol otomatis pada kolam ikan kerapu berdasarkan parameter suhu berbasis real time. Parameter suhu air ikan Kerapu berkisar 240 C sampai

310 C. Tujuan penelitian ini untuk mempertahankan suhu air kolam sesuai dengan parameter suhu ikan Kerapu secara otomatis menggunakan metode sistem kontrol loop tertutup. Parameter suhu dijadikan sebagai nilai setpoint pada mikrokontroler dalam mempertahankan suhu air yang hasilnya diumpun balikkan ke Arduino untuk mengendalikan relay yang terhubung dengan peltier dan heater. Hasil penelitian yang didapatkan bahwa perangkat penelitian dapat mempertahankan suhu air kolam sesuai parameter. Hal ini didapatkan ketika sensor DS18B20 membaca nilai suhu 300 C, maka perangkat peltier bekerja. Hasil pembacaan sensor  $250\text{ C} < \text{suhu} < 300\text{ C}$ , maka perangkat peltier dan heater tidak bekerja. Selain itu, perangkat penelitian dapat mengontrol suhu pada 100 liter air secara otomatis dengan menaikkan suhu air sekitar 70 C dan menurunkan suhu air sekitar 2,10 C selama 1 jam. Hasil keseluruhan ditampilkan dalam bentuk tampilan visual dan grafik pada perangkat lunak LabVIEW dan data pengukuran disimpan secara real time.

Penelitian Arifin (2016) dengan judul Sistem Otomatis penjaga kebersihan kolam ikan hias indoor menggunakan Arduino. Sistem otomatis penjaga kebersihan kolam ikan hias indoor menggunakan Arduino dengan menerapkan fungsinya menggunakan sensor level air untuk melihat kondisi air kolam pada ketinggian yang berbeda. Dan sensor cahaya untuk mendeteksi berapa intensitas cahaya pada ruangan apabila alat dipindahkan. Rangkaian RTC (Real Time Clock) memberikan backup waktu yang terpelihara pada sistem untuk melakukan tugas penjadwalan yang otomatis. Serta driver relay bekerja memutus dan menyambungkan tegangan pada komponen seperti filter, lampu LED, pompa air, dan kran air kotor. Secara keseluruhan alat ini memiliki dimensi 60 cm x 40 cm x 20 cm. Pengujian alat dilakukan dengan cara menguji tiap blok komponen dan pengujian sistem keseluruhan. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa rangkaian sensor level air dapat memberikan inputan sinyal sebesar 5volt apabila terkena air, sensor cahaya memberikan nilai tegangan berbeda jika cahaya di dalam ruangan berubah, dan driver relay aktif normally open ketika mendapat trigger dari Arduino. Alat ini memerlukan daya 610 Watt agar

menyala setiap harinya. Dengan demikian sistem otomatis penjaga kebersihan kolam ikan hias indoor menggunakan Arduino berjalan dengan baik.

Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan penulis adalah terdapat teknologi panel surya untuk supply listrik dan tidak mengkhawatirkan ketika terjadi pemadaman listrik. Sehingga kondisi kolam ikan tetap terjaga. Selain itu sistem ini dilengkapi dengan sistem kendali monitoring dan kontrol yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi smartphone saja.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Energi Listrik Terbarukan**

Sumber energi terbarukan (renewable) didefinisikan sebagai sumber energi yang dapat dengan cepat diisi kembali oleh alam Wahid (2018). Berikut ini adalah yang termasuk sumber energi terbarukan. Energi Matahari dimana energi ini diperoleh dari cahaya panas yang merupakan komponen dari panas matahari. Selain memanaskan air, energi ini juga bisa diubah menjadi listrik Secara global, matahari menyediakan 10.000 kali energi bumi yang dapat di manfaatkan siapapun secara gratis dan merupakan salah satu sumber energi alternatif yang potensial untuk dikelola dan dikembangkan lebih lanjut, terutama bagi Negara-negara tropis seperti Indonesia.

Angin Energi dimana Angin adalah energi yang dihasilkan oleh udara yang berhembus di permukaan bumi. Energi angin dapat diubah menjadi mekanik untuk menghasilkan usaha. Karena angin tidak menimbulkan polusi, maka banyak negara-negara membangun turbin angin sebagai sumber tenaga listrik tambahan.

Panas Bumi dimana Energi panas bumi adalah energi panas yang berasal dari dalam bumi. Energi panas ini dihasilkan di dalam inti bumi yang ditimbulkan oleh peristiwa peluruhan partikel-partikel radioaktif di dalam batuan. Inti bumi terbentuk dari magma yang mengalir menembus berbagai lapisan batuan di bawah tanah. Saat mencapai reservoir air bawah tanah, terbentuklah air panas bertekanan

tinggi yang keluar ke permukaan bumi melalui celah atau retakan di kulit bumi, maka timbul sumber air panas yang biasa disebut uap panas.

Biomassa dimana energi ini merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui karena tumbuh-tumbuhan dapat kita tanam setiap saat. Dari berbagai macam bahan bakar biomassa, kayu merupakan kebutuhan yang sangat banyak digunakan, seperti pada rumah tangga dan ketel uap. Membakar biomassa bukan cara satu-satunya untuk menghasilkan energi karena biomassa dapat dikonversi ke bentuk energi lain diantaranya gas metana atau etanol dan biosolar.

### **2.2.2 Sollar Cell**

Menurut Rifan (2017) Sel Surya atau Solar Cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Yang dimaksud dengan Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau Solar Cell sering disebut juga dengan Sel Photovoltaic (PV). Efek Photovoltaic ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839. Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sama seperti Dioda Foto (Photodiode), Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki Positif dan kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik.

Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (Photodiode) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan Tegangan dan Arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya. Contohnya, sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan Arus setinggi 0,1A saat terkena (expose) cahaya matahari Rifan (2017).

Sel surya terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Tiap sel surya biasanya menghasilkan tegangan 0,5 volt. Sel surya merupakan elemen aktif (semikonduktor) yang memanfaatkan efek fotovoltaiik untuk merubah energi surya menjadi energi listrik Rifan (2017). Rumus kebutuhan panel surya yaitu

$$\text{Jumlah Modul Surya} = (\text{Beban (Wh)} / 5) / \text{ukuran modul surya (WP)}$$



Gambar 2. 1 Solar Cell

(Sumber: <https://artikel.rumah123.com/>)

### 2.2.3 Ikan Koi

Ikan mas koi atau yang lebih populer disebut koi (saja) ini berasal dari Jepang. Mulai dikenal di Indonesia sekitar tahun 1980. Bentuk badannya bulat memanjang. Warna sisiknya beragam, ada putih, kuning, merah menyala, hitam, atau kombinasi dari warna-warna tersebut.

Hobies ikan mas umumnya menyukai ikan koi jenis bastar karena warna dan pola totolnya yang indah dan menarik. Ikan koi disukai hobies karena gerakannya lambat dan cukup jinak. Ikan koi memiliki beragam nama yang disesuaikan dengan pola dan warna tubuhnya,

misalnya platinum nishikigoi, shusui nishikigoi, shusi nishikigoi, kohaku nishikigoi, dan taishusanshoku nishikigoi.

Udin & Maloedyn Sitanggang (2010: 32) membuat klasifikasi berdasarkan negara asal Ikan koi. Di Jepang dikenal tiga belas garis keturunan sebagai dasar skema garis keturunan koi, yakni Kohako, Taisho Sanshoku (Sanke), Showa Sanshoku, Utsurimono, Kawarimono, dan Kingirin. Skema ini sudah diakui oleh penggemar koi di seantero dunia. Pada skema ini terdapat pengelompokan jenis- jenis koi. Kategori ini didasarkan pada pola (pattern) dan warna (colour). Setiap kategori memiliki sejumlah subkategori yang berhubungan dengan pola warna, keseimbangan warna, dan kombinasi bentuk warna. Banyaknya jumlah koi yang telah dikembangkan mampu menghasilkan kombinasi-kombinasi warna koi yang unik.

#### 1) Morfologi Ikan Koi

Ikan, didefinisikan. secara umum sebagai hewan yang hidup di air, bertulang belakang, berdarah dingin, bergerak dengan menggunakan sirip, bernafas dengan insang, dan memiliki gurat sisi (linea lateralis) sebagai organ keseimbangannya. Bagian tubuh ikan mulai dari depan sampai belakang berturut – turut adalah :

1. Kepala (caput) : bagian tubuh mulai dari ujung mulut sampai bagian belakang tutup insang.
2. Tubuh (truncus): bagian tubuh mulai dari batas akhir tutup insang sampai anus
3. Ekor (cauda) : dari anus sampai bagian ujung sirip ekor

Kebanyakan ikan memiliki bentuk tubuh streamline dimana tubuh bagian depan dan belakang mengerucut dan bila dilihat secara transversal, penampang

tubuh seperti tetesan air. Penampang tubuh tersebut akan memberikan kemudahan ikan dalam menembus air sebagai media hidup. Bentuk tubuh tersebut biasanya dikatakan sebagai bentuk tubuh ideal (fusiform).

1. Datar (flat/depressed) Contoh : pari (*Dasyatis sp*), ikan sebelah (*Pseudopleuronectes americanus*)

2. Ideal (Fusiform, streamline) Contoh : hiu (*Carcharinus leucas*), salmon, barracuda, tuna
  3. Eel-like (elongated) Contoh : lele (*Clarias bathracus*), Lamprey
  4. Pipih (ke bawah = depressed dan ke samping = compressed) Contoh : angel fish, butterfly fire
  5. Bulat (rounded) Contoh : buntal
  6. Pita (ribbon) Contoh : layur
2. Klasifikasi ikan koi menurut (Redaksi PS, 2010) adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Klasifikasi ikan koi

Kingdom	Animalia
Filum	Cordata
Kelas	Actinopterygii
Ordo	Cypriniformes
Subordo	Cyprinoidea
Famili	Cyprinidae
Genus	Cyprinus
Spesies	Cyprinus carpio
Nama Lokal	Ikan Koi

### 3. Habitat dan Penyebaran

Catatan tertulis mengenai koi ditemukan pada zaman Dinasti Chin pada tahun 265-315 SM di Cina, sebelum kemudian diperkenalkan ke Jepang. Semenjak tahun 1904, Jepang memasukan ikan Jerman Doitsu yang memiliki corak sisik yang berbeda. Di Jepang, ada beberapa tempat pembudidayaan yang hingga kini terus meriset dan menghasilkan koi bermutu bagus bahkan ada yang sampai mengekspor koi hingga ke Taiwan, Hongkong, Thailand, serta negara-negara di Eropa dan Amerika Serikat (Redaksi PS, 2008).

Effendy (1993), menyatakan bahwa ikan koi merupakan hewan yang hidup diperairan tawar dan pada daerah yang beriklim sedang dengan temperatur 8–30oC. Ikan koi dapat dipelihara di seluruh

Indonesia, mulai dari pantai hingga daerah pegunungan. Suhu ideal untuk pertumbuhan koi adalah 15–25°C dengan pH 6,5–8. Kebutuhan oksigen pada ikan bergantung pada jenis, ukuran, suhu dan kualitas pakan. Kebutuhan oksigen yang baik untuk ikan agar dapat tumbuh optimal adalah > 5 mg/liter

#### 4. Pakan dan Kebiasaan Makan Ikan Koi

Koi termasuk binatang omnivora yang artinya pemakan segalanya. Benih koi biasanya memakan pakan berupa udang-udang renik (*daphnia*). Koi dewasa dapat memakan serangga air, jentik-jentik nyamuk atau lumut-lumut yang menempel pada tanaman. Untuk mendapatkan makanan, koi sering kali mengaduk-adukan lumpur yang biasanya dihuni cacing dan binatang kecil lainnya. Oleh karena tidak ada gigi di rahang, koi mengandalkan gigi taring yang ada di rongga mulutnya untuk makan. Ikan koi mengambil makanan bersama air yang masuk ke rongga mulut langsung ditelan, air keluar melalui lubang insang setelah kepala insang menyerap oksigen. Dari kerongkongan, pakan masuk ke usus yang panjangnya sekitar lima kali panjang tubuh. Di tempat itulah pakan dicerna, bagian yang tidak diserap tubuh dikeluarkan melalui anus berupa feses. Sementara nutrisi pakan akan diserap tubuh untuk kemudian digunakan untuk kebutuhan hidup pokok (berenang, bernafas, metabolisme, dan lainnya) serta sisanya digunakan untuk pertumbuhan dan reproduksi.

Pakan buatan untuk pembesaran koi dapat diberikan dalam bentuk butiran (*pellet*). Sumber protein utama adalah formulasi kombinasi antara bahan nabati (misalnya tepung kedelai, tepung jagung, tepung gandum, tepung daun, dll) dan bahan hewani (seperti; tepung ikan, tepung kepala udang, tepung cumi, kekerangan dll) serta multivitamin dan mineral seperti Ca, Mg, Zn, Fe, Co sebagai pelengkap pakan

Kualitas pakan sangat menentukan tampilan warna sebagai daya tarik ikan koi sendiri, sehingga banyak upaya telah dilakukan dengan menggunakan bahan pakan yang mengandung zat pigmen seperti karotin (warna jingga), rutin (kuning) dan astasantin (merah). Zat-zat tersebut terkandung pada tubuh hewan dan tumbuhan tertentu seperti wortel

mengandung zat karotin; sedangkan ganggang, chlorella, kubis, cabai hijau mengandung rutin; spirulina, kepiting, udang mengandung astaxantin. Para pembudidaya saat ini tidak perlu lagi menyiapkan pakan sendiri karena sudah tersedia di pasaran pakan koi yang sudah di formulasi sesuai dengan kebutuhan nutrisi dan zat untuk pembentukan warna ikan koi

#### 5. Warna wadah

Pemeliharaan larva juga merupakan faktor yang dapat mempengaruhi penyediaan kualitas dan kuantitas benih yang baik. Pemeliharaan larva sangat menentukan keberhasilan kegiatan pembenihan ikan. Hal ini disebabkan larva merupakan salah satu stadia paling kritis dalam siklus hidup ikan.

Tahap pemeliharaan larva merupakan tahap yang sulit karena kematian sering terjadi diakibatkan oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan larva yaitu kuning telur serta kualitas air seperti suhu, pH, oksigen, salinitas dan cahaya. Cahaya tersebut dipengaruhi oleh warna wadah sehingga cahaya menyesuaikan warna wadah disekelilingnya.

Cahaya mempengaruhi ikan pada waktu memijah dan pada larva. Jumlah cahaya yang tersedia dapat mempengaruhi waktu kematangan ikan. Jumlah cahaya juga mempengaruhi daya hidup larva ikan secara tidak langsung, hal ini diduga berkaitan dengan jumlah produksi organik yang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan cahaya. Cahaya juga mempengaruhi tingkah laku larva. Penangkapan beberapa larva ikan pelagis ditemukan lebih banyak pada malam hari dibandingkan pada siang hari.

Menurut Fitri (2009) tingkah laku ikan serta berbagai faktor-faktor yang berkaitannya dapat diketahui dan dipahami, maka akan membuka jalan untuk mengetahui cara-cara yang dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas (wadah pemeliharaan ikan), bahkan dapat memacu untuk memodifikasi suatu warna wadah yang lebih sesuai. Sebab fisiologi dan histologi organ penglihatan terutama dari jumlah dan susunan sel reseptor kon (cone), rod, dan diameter lensa ikan merupakan fenomena yang menarik untuk dikaji agar dapat mengetahui pola tingkah lakunya,

khususnya dalam hal ketajaman penglihatan dan perbedaan warna wadah,

Hal tersebut disebabkan mata ikan telah melalui seleksi alamiah dan evolusi tersebut. Proses evolusi tersebut telah memaksimalkan kemampuan fotoreseptor pada sistem penglihatan ikan, dimana mata ikan dapat menyerap puncak panjang gelombang yang berbeda-beda (warna biru, hijau, kuning, orange), menurut (Fitri, 2009), kondisi ini didukung oleh banyak pigmen penglihatan pada retina dan kemampuan menyerap energi.

Ketajaman penglihatan ikan tergantung dari dua faktor yaitu diameter lensa dan kepadatan sel kon pada retina. Diameter lensa mata ikan berbanding lurus dengan ukuran panjang tubuh ikan yang artinya semakin panjang tubuh ikan maka diameter lensa mata ikan akan bertambah pula. Hal ini terjadi karena diameter lensa mata ikan yang ikut bertambah mengakibatkan gambar suatu objek yang melalui lensa mata menuju retina akan semakin cepat, karena nilai sudut pembeza terkecil semakin kecil (Giovani, 2003). Hubungan antara panjang total dan kepadatan sel kon adalah berbanding terbalik, dimana semakin besar ukuran panjang tubuh ikan maka kepadatan sel konnya akan semakin menurun (Purbayanto 1999).

Jarak pandang maksimum yang dimiliki ikan akan semakin meningkat dengan semakin besarnya ukuran diameter objek benda yang dilihat dan semakin meningkatnya ukuran panjang tubuh ikan. Artinya bahwa dengan ukuran panjang tubuh yang semakin besar maka kemampuan ikan untuk dapat mendeteksi adanya benda dihadapannya akan semakin jauh. Sumbu penglihatan dapat ditentukan setelah nilai kepadatan sel kon tiap bagian dari retina mata ikan diketahui, yaitu dengan cara menarik garis lurus melalui lensa mata. Lensa mata ikan mengikuti aturan dasar fisik pembengkokan cahaya sampai benda yang diketahuinya memberi strategi untuk selanjutnya dianalisis. Bentuk lensa mata ikan bulat dan pergerakannya mirip dengan prinsip kerja dari lensa kamera (Razak et al, 2005). Berdasarkan hasil perhitungan kepadatan sel

kon dan konfigurasi kontur pada peta kontur diketahui bahwa kontur kepadatan sel kon terletak pada daerah dorso-temporal.

Adapun warna wadah yang digunakan yang terdiri dari warna transparan, biru, hijau, kuning, dan orange yang memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda dengan panjang gelombang warna biru 450-495 nm, warna hijau 495-570 nm, warna kuning 570-590 nm, dan warna orange 590-620 nm (Sulistyoeti, et al. 2008) yang sangat mempengaruhi jarak pandang mata ikan. Mata ikan telah melalui seleksi alamiah dan evolusi. Proses evolusi tersebut telah memaksimalkan kemampuan fotoreseptor pada sistem penglihatan ikan, dimana mata ikan dapat menyerap puncak panjang gelombang yang berbeda-beda (Fitri dan Asriyanto, 2009).

#### 6. Kualitas Air

Parameter kualitas air dalam media penelitian yang diamati adalah pH, dissolve oxygen (DO) dan suhu. Pengukuran suhu dilakukan setiap hari pada pagi, siang dan sore hari sedangkan pengukuran pH dilakukan sekali setiap harinya pada waktu pagi hari begitu juga dengan pengukuran DO. Suhu ideal untuk pertumbuhan koi adalah 15–25°C dengan pH 6,5–8. Kebutuhan oksigen pada ikan bergantung pada jenis, ukuran, suhu dan kualitas pakan. Kebutuhan oksigen yang baik untuk ikan agar dapat tumbuh optimal adalah > 5 mg/liter.



Gambar 2. 2 Ikan Koi

(Sumber: <https://www.greener.co/>)

## 2.3 Perangkat Keras (Hardware)

### 2.3.1 Battery Charge Regulator (BCR)

Menurut Prabowo (2020), *Battery Charge Regulator (BCR)* atau yang sering disebut *Solar Charge Controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari solar module. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Charge controller menerapkan teknologi Pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Solar module 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan. Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah Mengatur Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan overvoltage. Arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak 'full discharge', dan overloading. BCM yang digunakan pada penelitian ini adalah 10 Ampere karena spesifikasi panel surya yang terpakai adalah memiliki kapasitas 6,02 Ampere.



Gambar 2. 3 BCR

(Sumber: <https://panelsurya.co/solar-charge-controller/>)

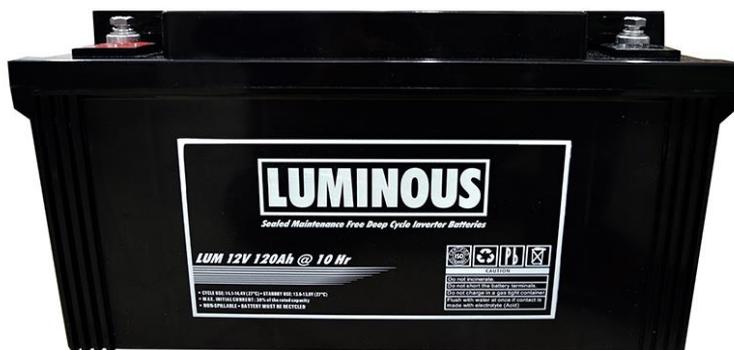
### 2.3.2 Battery

Menurut Rifan (2017), Baterai merupakan peralatan yang digunakan sebagai penyimpan energi listrik, dengan melalui proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berbalikan) saat berada di dalam baterai dengan efisiennya yang sangat tinggi. Proses pengubahan energi kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan proses tenaga listrik dirubah menjadi energi kimia atau pengisian kembali dengan cara regenerasi elektroda yang dipakai merupakan suatu proses elektrokimia *reversible*. Untuk menentukan baterai yang dipakai maka menggunakan rumus

$$Ah = \frac{Wc}{V} \dots\dots\dots(2.2)$$

Hari otonomi yang ditentukan adalah satu hari jadi baterai hanya menyimpan energy dan menyalurkan pada hari itu juga. Asumsikan besarnya deep of discharge (DOD) pada baterai adalah 80%, maka kapasitas baterai yang diperlukan adalah sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas Baterai} = (Ah \times \text{hari}) / \text{DOD} \dots\dots\dots(2.3)$$



Gambar 2. 4 Baterai VRLA  
(Sumber: <https://panelsurya.co/baterai-VRLA/>)

### 2.3.3 Sensor Ph

Menurut Arifin (2016), PH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai  $\text{pH} > 7$  menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai  $\text{pH} < 7$  menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang berkerja berdasarkan prinsip elektrolit / konduktivitas suatu larutan.. pH normal memiliki nilai 7, bila nilai  $\text{pH} > 7$  menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai  $\text{pH} < 7$  menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Fungsi pada PH sensor ini digunakan untuk mendeteksi tingkat keasaman air kolam ikan.

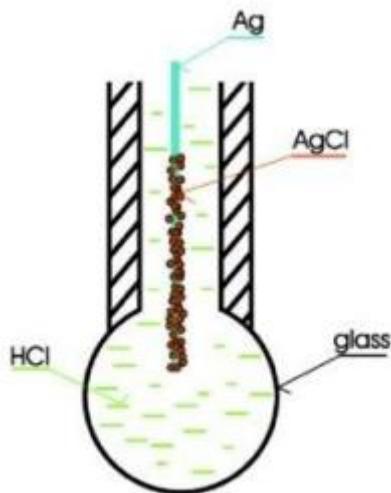


Gambar 2. 5 Sensor PH

(Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/>)

### 1) Prinsip Kerja Sensor Ph

Prinsip kerja utama sensor pH meter terletak pada 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 diisi dengan larutan HCl. Didalam larutan HCl, terendam sebuah kawat electrode panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa seimbang AgCl. Konstannya jumlah larutan HCl pada system ini membuat electrode Ag/AgCl memiliki nilai potensial stabil.



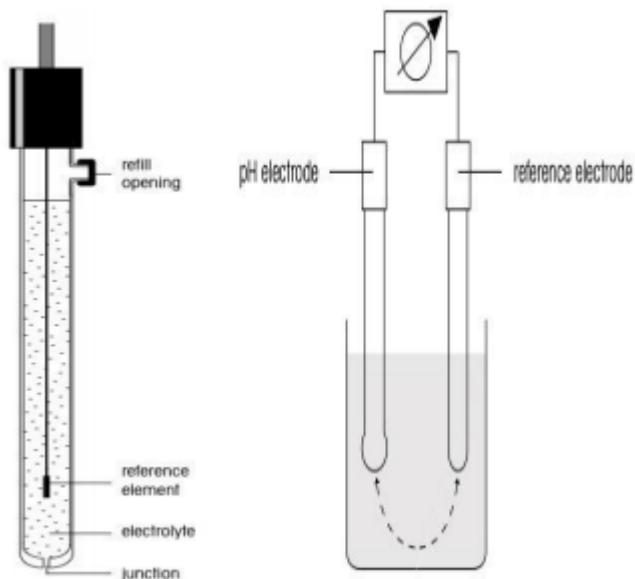
Gambar 2. 6 Skema Sistem Elektrode Kaca  
(Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/>)

Inti sensor pH terdapat pada permukaan bulb kaca yang memiliki kemampuan untuk bertukar ion positif ( $H^+$ ) dengan larutan terukur. Kaca tersusun atas molekul silikon dioksida dengan sejumlah ikatan logam alkali. Pada saat bulb kaca ini terekspos air, ikatan  $SiO^+$

akan terprotonasi membentuk membrane tipis  $\text{HSi}$  sesuai dengan reaksi tersebut

Pertukaran ion hidronium ( $\text{H}^+$ ) yang terjadi antara permukaan bulb kaca dengan larutan sekitarnya inilah yang menjadi kunci pengukuran jumlah ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  di dalam larutan. Kesetimbangan pertukaran ion yang terjadi di antara dia fase dinding kaca bulb dengan larutan, menghasilkan beda potensial di antara keduanya.

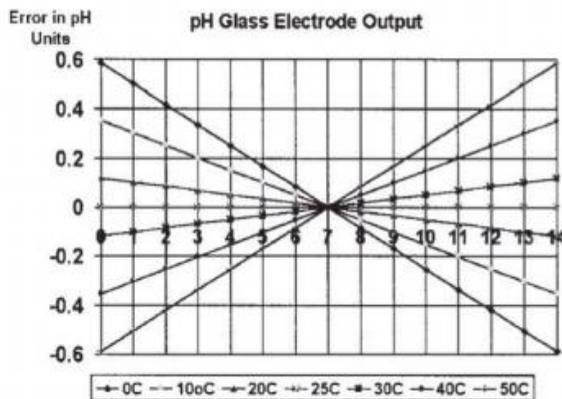
Bulb kaca berisi larutan  $\text{HCl}$  yang merendam sebuah electrode perak.  $\text{HCl}$  ini memiliki pH konstan karena ia berada pada system yang terisolasi, karena pH konstan inilah maka ia menciptakan beda potensial yang konstan pada temperature.



Gambar 2. 7 Elektrode Kaca dan Elektrode Referensi pada pH Meter  
(Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/>)

Pada sebuah system pH meter secara keseluruhan, selain terdapat electrode kaca juga terdapat electrode referensi. Kedua electrode tersebut sama-sama terendam kedalam media ukur yang sama. Electrode referensi digunakan untuk menciptakan rangkaian listrik pH meter. Untuk menghasilkan pembacaan pH yang valid, electrode referensi harus memiliki nilai potensial stabil dan tidak berpengaruh oleh jenis fluida yang diukur.

Seperti halnya electrode kaca, didalam electrode referensi juga digunakan larutan HCl (elektrolit) yang merendam electrode kecil Ag/AgCl. Pada ujung electrode referensi terdapat liquid junction berupa bahan keramik sebagai pertukaran ion antara elektrolit dengan larutan terukur, pertukaran ion ini dibutuhkan untuk menciptakan aliran listrik sehingga pengukuran potensiometer pH meter dapat dilakukan. Pengukuran pH juga sangat dipengaruhi oleh temperature larutan.



Gambar 2. 8 Pengaruh Temperatur Terhadap Pengukuran Ph  
(Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/>)

## 2) Spesifikasi Sensor pH

Pada perencanaan sensor pH yang akan digunakan adalah jenis Elektroda dari DF Robot dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Daya Modul : 5V
2. Ukuran Modul : 43mm x 32mm
3. Jarak Pengukuran : 0-14.0 pH
4. Pengukur Suhu : 0-6° C
5. Akurasi : Kurang lebih 0.1 pH (2°C)
6. Waktu Tanggap : < 1 menit
7. PH sensor dengan Kabel BNC
8. Antarmuka PH 2.0 3 pin
9. LED Indikator Data

#### **2.3.4 Sensor DS18B20**

Menurut Shidiq (2017) , Kebanyakan sensor suhu memiliki tingkat rentang terukur yang sempit serta akurasi yang rendah namun memiliki biaya yang tinggi. Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (waterproof) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit, atau basah. Karena output data sensor ini merupakan data digital, maka kita tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data. Karena setiap sensor DS18B20 memiliki silicon serial number yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat. Meskipun secara datasheet sensor ini dapat membaca bagus hingga 125°C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C.



Gambar 2. 9 Sensor Ds18b20

(Sumber: <https://www.ardutech.com/arduino-sensor-suhu-ds18b20/>)

### 2.3.5 Sensor Turbidity

Menurut Daulay (2018), Sensor Turbidity adalah sensor modul yang bekerja untuk membaca kekeruhan pada air, pada dasarnya partikel kekeruhan tidak bisa dilihat oleh mata langsung. Semakin banyak partikel dalam air menunjukkan tingkat kekeruhan air juga tinggi. Semakin tinggi tingkat kekeruhan air akan diikuti oleh perubahan dari tegangan output sensor. Sensor kekeruhan mendeteksi kualitas air dengan mengukur tingkat kekeruhan. Sensor kekeruhan menggunakan cahaya untuk mendeteksi partikel tersuspensi dalam air dengan mengukur transmitansi cahaya dan laju hamburan, yang berubah dengan jumlah total padatan tersuspensi dalam air. Ketika jumlah total padatan tersuspensi meningkat, maka tingkat kekeruhan cairan meningkat. Sensor kekeruhan digunakan untuk mengukur kualitas air di sungai, air limbah, instrumentasi kontrol untuk kolam pengendapan, penelitian transpor sedimen dan pengukuran laboratorium. Sensor ini menyediakan mode keluaran sinyal analog dan digital. Ambang batas disesuaikan saat masuk mode sinyal digital. Adapun bentuk fisik dari sensor turbidity dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. 10 Sensor Turbidity

(Sumber: <https://www.greeners.co/>)

## 1. Spesifikasi Turbidity

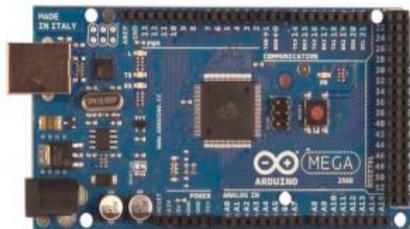
Tabel 2. 2 Spesifikasi Turbidity

Tegangan operasi	5V DC
Operasi Lancar	40mA (MAX)
Waktu respon	<500ms
Perlawanan Isolasi	100M (Min)
Output Metode	-
Keluaran analog	0-4.5V
Keluaran digital	Tinggi / Rendah sinyal tingkat (Anda dapat mengatur nilai ambang dengan menyesuaikan potensiometer).
Suhu Operasional	5 °C ~ 90 °C,
Suhu penyimpanan	-10 °C ~ 90 °C
Berat	30g

Adapter Dimensi	38mm * 28mm * 10mm / 1.5inches * 1.1inches * 0.4inches.
-----------------	---

### 2.3.6 Arduino Mega

Menurut Arifin (2016), Arduino adalah board berbasis mikrokontroler atau papan rangkaian elektronik open source yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Mikrokontroler itu sendiri adalah chip atau IC (integrated circuit) yang bisa diprogram menggunakan computer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input tersebut dan kemudian menghasilkan output sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai otak yang mengendalikan proses input, dan output sebuah rangkaian elektronik. Pada gambar 2.7 merupakan jenis Arduino Mega type 2560, Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler.



Gambar 2. 11 Arduino Mega

(Sumber: <http://blog.famosastudio.com/>)

### A. Spesifikasi Arduino Mega 2560

**Tabel 2. 3 Spesifikasi Arduino Mega 2560**

Keterangan	Spesifikasi
Chip mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan, via jack DC)	7V - 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	54 buah, diantaranya menyediakan PWM
Analog Input pin	16 buah
Arus DC per pin I/O	20 Ma
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	256 KB, 8 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	101.5 mm x 53.4 mm
Berat	37 g

### B. Catu Daya

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan Catu daya Eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (nonUSB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya plug pusat-positif 2.1 mm ke dalam board penghubung listrik. Lead dari

baterai dapat dimasukkan ke dalam header pin GND dan Vin dari konektor Power.

Bord dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6-20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimanapun pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 Volt dan board mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan bias panas dan merusak board. Rentang yang dianjurkan adalah 7-12 Volt. Pin catu daya adalah sebagai berikut :

- 1) VIN. Tegangan input ke papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya diatur lainnya). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
- 2) 5V. Catu daya yang diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lain di papan tulis. Hal ini dapat datang baik dari VIN melalui regulator onboard, atau disediakan oleh USB atau suplai 5V diatur lain.
- 3) 3V3. Sebuah pasokan 3,3 volt yang dihasilkan oleh regulator on-board. menarik arus maksimum adalah 50 mA.
- 4) GND. Ground pins

#### C. Memory

ATmega2560 memiliki 256 KB dari memori flash untuk menyimpan kode (8 KB digunakan untuk bootloader), 8 KB dari SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

#### D. Input & Output

Masing-masing dari 54 pin digital pada Mega dapat digunakan sebagai input atau output, menggunakan pinMode (), digitalWrite (), dan digitalRead () fungsi. Mereka beroperasi di 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki resistor pull-up internal yang (terputus secara default) dari 20- 50 KOhms. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus: Serial: 0 (RX) dan 1 (TX);

Serial 1: 19 (RX) dan 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) dan 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) dan 14 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan data serial (TX) TTL. Pin 0 dan 1 juga terhubung ke pin dari ATmega8U2 USB-to-TTL Chip Serial.

- 1) Interupsi Eksternal: 2 (menggangu 0), 3 (menggangu 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), dan 21 (interrupt 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat `attachInterrupt ()` fungsi untuk rincian.
- 2) PWM: 0 13. Memberikan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite ()`.
- 3) SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga pecah pada header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Uno, Duemilanove dan Diecimila.
- 4) LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin tinggi nilai, LED menyala, ketika pin rendah, itu off.
- 5) I2C: 20 (SDA) dan 21 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan Kawat (dokumentasi di website Wiring). Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin I2C pada Duemilanove atau Diecimila.

Arduino Mega 2560 memiliki 16 input analog, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default mereka mengukur dari tanah ke 5 volt, meskipun adalah mungkin untuk mengubah batas atas dari kisaran mereka menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference ()`. Ada beberapa pin lainnya di papan:

- 1) Arduino Mega 2560 memiliki 16 input analog, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default mereka mengukur dari

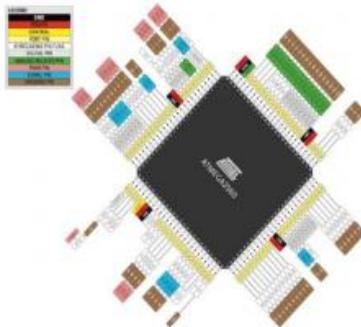
tanah ke 5 volt, meskipun adalah mungkin untuk mengubah batas atas dari kisaran mereka menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Ada beberapa pin lainnya di papan:

- 2) Reset. Bawa garis LOW ini untuk me-reset mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset untuk perisai yang menghalangi satu di papan tulis.

#### E. Komunikasi

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega2560 menyediakan empat UART hardware untuk TTL (5V) komunikasi serial. Sebuah ATmega8U2 pada saluran salah satu papan atas USB dan menyediakan port com virtual untuk perangkat lunak pada komputer (mesin Windows akan membutuhkan file `.inf`, tapi OSX dan Linux mesin akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis.

Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data tekstual sederhana yang akan dikirim ke dan dari papan. The RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui ATmega8U2 Chip dan USB koneksi ke komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Berikut pada gambar 2.2 adalah pemetaan pin ATMega 2560.



Gambar 2. 12 Pemetaan pin ATMega 2560.

(Sumber: <http://blog.famosastudio.com/>)

Sebuah perpustakaan `SoftwareSerial` memungkinkan untuk komunikasi serial pada setiap pin digital Mega2560 ini. ATmega 2560 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C; lihat dokumentasi di website Wiring untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

### 2.3.7 Relay

Menurut Shidiq (2017), Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Elektromekanikal (Electromechanical) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (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. Menurut kerjanya relay dapat dibedakan menjadi 3 yaitu Normaly Open (ON), saklar akan terbuka bila dialiri arus, Normaly Close (OFF), saklar akan tertutup bila dialiri arus, Change Over (CO), relay ini mempunyai saklar tunggal yang nomalnya tertutup yang lama, bila kumparan 1 dialiri arus maka saklar akan terhubung ke terminal A, sebaliknya bila kumparan 2 dialiri arus maka saklar akan terhubung ke terminal



Gambar 2. 13 Relay

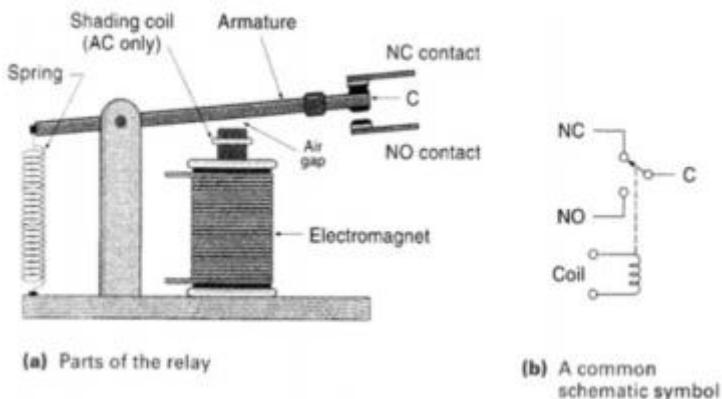
(Sumber: <https://create.arduino.cc/>)

## 1. Prinsip Kerja Module Relay

Prinsip kerja sama dengan kontraktor magnet yaitu sama-sama berdasarkan kemagnetan yang dihasilkan oleh kumparan coil, jika kumparan coil tersebut diberi sumber listrik. Berdasarkan sumber listrik yang masuk maka relay dibagi menjadi 2 macam yaitu relay DC dan relay AC, besar tegangan DC yang masuk pada coil relay bervariasi sesuai dengan ukuran yang tertera pada body relay tersebut diantaranya relay dengan tegangan 6 Volt, 12 Volt, 24 Volt, 48 Volt, sedangkan untuk tegangan AC sebesar 220 Volt.

Relay terdiri dari coil dan contact, coil adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedangkan contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil. Contact ada 2 jenis : Normally Open (kondisi awal sebelum diaktifkan open), dan Normally Closed (kondisi awal sebelum diaktifkan close).

Secara sederhana berikut ini prinsip kerja dari relay : ketika coil mendapat listrik (energized), akan timbul gaya elektromagnet yang akan menarik armature yang berpegas, dan contact akan menutup.



Gambar 2. 14 Prinsip Kerja Relay.  
(Sumber: <https://create.arduino.cc/>)

Adapun spesifikasi dari module relay 2 channel, sebagai berikut :

- a) Menggunakan tegangan rendah, 5V, sehingga dapat langsung dihubungkan pada sistem mikrokontroler.
- b) Tipe relay adalah SPDT (Single Pole Double Throw): 1 COMMON, 1 NC (Normally Close), dan 1 NO (Normally Open).
- c) Memiliki daya tahan sampai dengan 10A.
- d) Pin pengendali dapat dihubungkan dengan port mikrokontroler mana saja, sehingga membuat pemrogram dapat leluasa menentukan pin mikrokontroler yang digunakan sebagai pengendali.
- e) Dilengkapi rangkaian penggerak (driver) relay dengan level tegangan TTL sehingga dapat langsung dikendalikan oleh mikrokontroler.
- f) Driver bertipe “active high” atau kumparan relay akan aktif saat pin pengendali diberi logika “1”.
- g) Driver dilengkapi rangkaian peredam GGL induksi sehingga tidak akan membuat reset sistem mikrokontroler.

Connection:

1. VCC connect to 5V
2. GND connect to GND
3. 1N1-1N2 relay control interface connected MCU's IO port.

### **2.3.8 NodeMCU ESP8266**

Menurut Aluh (2018), NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat opensource. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 buatan Espressif System. NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino yang terkoneksi dengan ESP8266. NodeMCU telah me-package ESP8266 ke dalam sebuah board yang sudah terintegrasi dengan berbagai feature selayaknya mikrokontroler dan kapasitas akses terhadap wifi dan juga chip komunikasi yang berupa USB to serial. Sehingga dalam pemrograman hanya dibutuhkan kabel data USB. NodeMCU adalah sebuah platform IoT yang bersifat opensource. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip

ESP8266. dari ESP8266 buatan Espressif System, juga firmware yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua. [Sumardi, 2016] Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan dari pada perangkat keras development kit NodeMCU bisa dianalogikan sebagai board arduino-nya ESP8266.

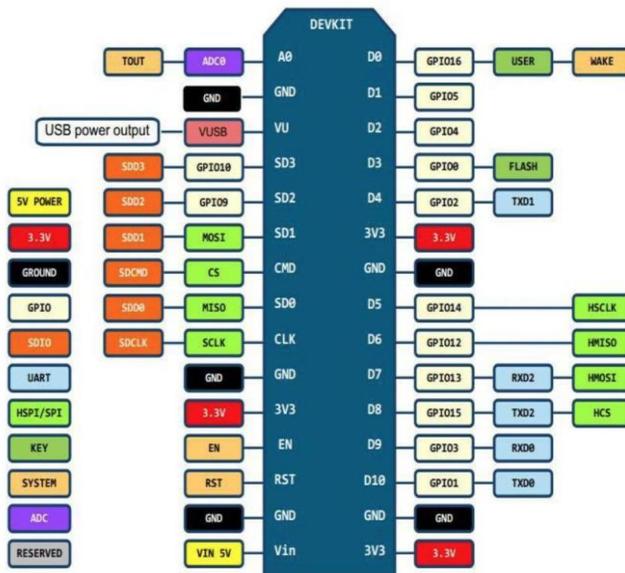


Gambar 2. 15 NodeMCU  
(Sumber: <https://embeddednesia.com/v1/>)

Spesifikasi yang dimiliki oleh NodeMCU sebagai berikut :

1. Board ini berbasis ESP8266 serial WiFi SoC (Single on Chip) dengan onboard USB to TTL. Wireless yang digunakan adalah IEEE 802.11b/g/n.
2. tantalum kapasitor 100 micro farad dan 10 micro farad.
3. 3.3v LDO regulator.
4. Blue led sebagai indikator.
5. CP2102 usb to UART bridge.
6. Tombol reset, port usb, dan tombol flash.
7. Terdapat 9 GPIO yang di dalamnya ada 3 pin PWM, 1 x ADC Channel, dan pin RX TX
8. 3 pin ground.
9. S3 dan S2 sebagai pin GPIO 4
10. S1 MOSI (Master Output Slave Input) yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam slave, sc cmd/sc.

11. S0 MISO (Master Input Slave Input) yaitu jalur data keluar dari slave dan masuk ke dalam master.
12. SK yang merupakan SCLK dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock.
13. Pin Vin sebagai masukan tegangan.
14. Built in 32-bit MCU



Gambar 2. 16 GPIO NodeMCU ESP8266 v3  
(Sumber: <https://embeddednesia.com/v1/>)

Tabel 2. 4 GPIO NodeMCU ESP8266 v3

NO	PIN SENSOR ESP8266	FUNGSI
1	RST	Berfungsi mereset modul
2	ADC	Analog Digital Converter. Rentang tegangan masukan 0-1v, dengan skup nilai digital 0-1024
3	EN	Chip Enable, Active High
4	IO16	GPIO16, dapat digunakan untuk membangunkan chipset dari mode deep sleep
5	IO14	HSPI_CLK
6	IO13	HSPI_MOSI; UART0_CTS
7	IO12	HSPI_MISO
8	VCC	Catu daya 3.3V (VDD)
9	CSO	Chip selection
10	MISO	Slave output, Main input
11	IO9	GPIO9
12	IO10	GPIO10
13	MOSI	<i>Main output slave input</i>
14	SCKL	<i>Clock</i>
15	GND	<i>Ground</i>
16	IO15	GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS
17	IO2	GPIO2; UART1_TXD
18	IO0	GPIO0
19	IO4	GPIO4
20	IO5	GPIO5
21	RXD	UART0_RXD; GPIO3
22	TXD	UART0_TXD; GPIO1

(Sumber: <https://embeddednesia.com/v1/>)

### 2.3.9 Android

Menurut Aluh (2018), Android adalah sebuah sistem operasi pada handphone yang bersifat terbuka dan berbasis pada sistem operasi Linux. Android disebut sebagai “platform mobile pertama yang Lengkap, Terbuka, dan Bebas”. Lengkap (Complete Platform): Para desainer dapat melakukan pendekatan komprehensif ketika mereka sedang mengembangkan platform android. Android merupakan sistem operasi yang aman dan banyak menyediakan tools dalam membangun software. Terbuka (Open Source) :Platform Android disediakan melalui lisensi open source. Pengembang dapat dengan bebas mengembangkan aplikasi. Android sendiri menggunakan Linux Kernel 2.6. Free (Free Platform) : Android adalah platform/aplikasi yang bebas atau gratis untuk pengembang. Tidak ada lisensi atau biaya royalti untuk dikembangkan pada platform Android. Tidak ada biaya keanggotaan, biaya pengujian, dan kontrak yang diperlukan. Android dapat didistribusikan dan dikembangkan dalam bentuk apapun



Gambar 2. 17 Android  
(Sumber: <https://pemmmzchannel.com/>)

## 2.4 Perangkat Lunak (Software)

### 2.4.1 Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan sebuah software yang digunakan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengunggah ke dalam memori mikrokontroler pada Arduino, dapat dilihat pada gambar 8. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan versi yang telah disederhanakan, sehingga menjadi lebih mudah dalam penggunaan. Sebuah kode program Arduino pada umumnya biasa disebut dengan sketch. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE dilengkapi dengan library C/C++ yang biasanya disebut wiring, sehingga operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE dikembangkan dari software processing yang diubah menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman Arduino.(Hermawan, 2016).



Gambar 2. 18 Tampilan Arduino IDE  
(Sumber: <https://embeddednesia.com/v1/>)

Pada tampilan arduino IDE terdapat beberapa menu yang dibuat untuk mempermudah dalam pemrograman. Berikut fungsi-fungsi pada menu arduino IDE sebagai berikut (Rodiah. 2018) :

1. Verify berfungsi untuk melakukan kompilasi program yang saat dieditor.

2. New berfungsi untuk membuat program baru dengan mengosongkan isi jendela editor saat ini.
3. Open berfungsi untuk membuka program yang ada dari sistem file.
4. Upload berfungsi untuk menyalin hasil pemrograman dari komputer ke memori board arduino. Saat melakukan upload, harus melakukan pengaturan jenis arduino dan port com yang digunakan.
5. Serial monitor berfungsi untuk melihat hasil pemrograman yang tersimpan dalam memori arduino.
6. Serial monitor berfungsi untuk melihat hasil pemrograman yang tersimpan dalam memori arduino.
1. Struktur Program Arduino

Struktur dasar bahasa pemrograman arduino sangatlah mudah dan sederhana. Agar program dapat berjalan dengan baik maka perlu setidaknya dua bagian atau fungsi yaitu `setup()` yang dipanggil hanya satu kali, biasanya untuk inisialisasi program (setting input atau setting serial, dan lain-lain). Dan `loop()` tempat untuk mengeksekusi program secara berulang-ulang, biasanya untuk membaca input atau men-trigger output. Berikut ini bentuk penulisannya:

```

Void setup()
{
//Statement;
}
Void loop()
{
//Statement;
}

```

a) Setup()

Fungsi `setup()` hanya dipanggil satu kali saja saat program mulai berjalan. Fungsi `setup()` berguna untuk melakukan inisialisasi mode pin atau memulai komunikasi serial. `Setup()` ini harus ada meskipun tidak ada program yang akan dieksekusi. Berikut ini bentuk penulisannya:

```

Void setup()

```

```

{
pinMode(led, OUTPUT); //set led sbg
output
}
Void loop()
{
//statement;
}
b) Loop()

```

Setelah menyiapkan inisialisasi pada setup(), berikut membuat fungsi loop(). Sesuai namanya, fungsi ini akan mengulang program Void setup()

```

{
pinMode(led, OUTPUT); //set led sbg
output
}
digitalWrite(led, HIGH); //set led on
delay (500); / tunda untuk ½ detik
digitalWrite(led, LOW); //set led off
delay (500); //tunda untuk ½ detik
}

```

## 2. Variabel

Variabel ini berfungsi untuk menampung nilai angka dan memberikan nama sesuai dengan kebutuhan membuat program. Dengan menggunakan variabel, maka nilai yang ada dapat diubah dengan leluasa. Sebuah variabel perlu dideklarasikan terlebih dahulu, dan bisa digunakan sebagai penampung pembaca input yang akan disimpan atau diberi nilai awal.

## 3. Fungsi – fungsi

Fungsi-fungsi pada pemrograman arduino terdiri dari :

1. Fungsi Digital I/O  
Fungsi untuk digital I/O ada tiga buah yaitu pinMode(pin, mode), digitalWrite(pin, value), dan int digitalRead(pin).
2. Fungsi Analog I/O

Fungsi untuk analog I/O ada tiga buah yaitu analogReference(type), int analogRead(pin), dan analogWrite(pin, value)-PWM.

### 3. Fungsi Waktu

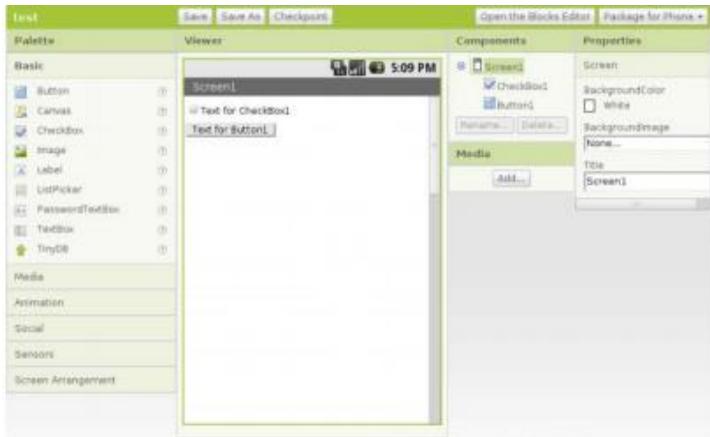
Fungsi waktu terdiri dari unsigned long millis (), delay(ms) dan delayMicroseconds(us).

### 4. Fungsi Matematika

Fungsi matematika terdiri dari min(x,y), max(x,y), abs(x), sqrt(x) dan pow(base, exponent).

#### **2.4.2 MIT Apps Inventer**

App Inventor untuk Android adalah sebuah aplikasi web open - source asli yang disediakan oleh Google , dan sekarang dikelola oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT). MIT App Inventor adalah sebuah inovasi pengantar bagi pemula untuk membuat program dan menciptakan aplikasi yang mengubah bahasa yang rumit dari coding berbasis text ke dalam bentuk visual, dengan men-drag-and-drop bangunan berupa blok-blok. Merupakan antar muka dengan grafik sederhana yang bahkan memberikan kemampuan bagi pemula untuk membuat suatu aplikasi yang berfungsi penuh dalam waktu satu jam atau kurang dari satu jam. (appinventor.mit.edu, 2012). Misi dari MIT App Inventor yaitu berusaha untuk mendemokrasi pengembangan perangkat lunak dengan memberdayakan semua orang, terutama remaja, untuk berpindah dari konsumen teknologi menjadi pencipta teknologi. (appinventor.mit.edu, 2012).



Gambar 2. 19 MIT App Inventor 2  
(Sumber: <https://embeddednesia.com/v1/>)

App Inventor meliputi:

- a) Halaman Desainer, di mana komponen program yang ditentukan. Ini termasuk komponen yang terlihat, seperti tombol dan gambar, yang ditempatkan pada layar simulasi, dan komponen non-terlihat, seperti sensor dan koneksi web.
- b) Sebuah editor blok, di mana logika program dibuat. Sebuah kompiler berdasarkan kerangka sesuai dengan skema bahasa pemrograman. Diagram blok yang berbentuk puzzle memudahkan pengguna untuk menyusun algoritma pemrograman.

### 2.4.3 Firebase

Firebase memiliki produk utama, yaitu menyediakan database realtime dan backend sebagai layanan (Backend as a Service). Layanan ini menyediakan pengembang aplikasi API yang memungkinkan aplikasi data yang akan disinkronisasi di klien dan disimpan di cloud Firebase ini. Firebase menyediakan library untuk berbagai client platform yang memungkinkan integrasi dengan Android, iOS, JavaScript, Java, Objective-C dan Node aplikasi Js dan dapat juga disebut sebagai layanan

DbaaS (Database as a Service) dengan konsep realtime. dan James Tamplin dengan nama perusahaan Envolve pada tahun 2011. Firebase Realtime Database adalah salah satu produk yang pertama kali mereka kembangkan (Guntoro, 2019). Banyak sekali fitur yang ditawarkan oleh Firebase. Fitur-fitur tersebut sangat bermanfaat dan memudahkan para developers dalam mengembangkan aplikasi mobile. Saat mengembangkan aplikasi dengan Firebase, beberapa fitur yang dapat digunakan antara lain adalah Authentication, Database, Storage, Hosting, Analytics. Pengembangan aplikasi Android menggunakan Firebase sangat membantu para developers untuk membuat aplikasi yang berkualitas tinggi dan dapat menumbuhkan basis pengguna yang interaktif. Berbagai fitur canggih dapat diterapkan pada aplikasi yang dibuat, seperti backend system, analisis, serta fitur pertumbuhan dan monetisasi. Menggunakan Firebase dapat menghemat waktu karena memungkinkan untuk mengelola sedikit integrasi dalam aplikasi. Hal tersebut dapat terjadi karena Firebase memiliki API intuitif dikemas dalam satu paket SDK (Android Developers, Mengenal Android Studio, 2019).

di bawah ini adalah contoh manfaat utama menggunakan Firebase:

1. Pengembangan aplikasi yang cepat dan efektif.
2. Tidak perlu membuat infrastruktur aplikasi yang rumit dan kompleks.
3. Fitur Analitik membuat pengambilan keputusan yang baik berdasarkan data.
4. Berfungsi di seluruh platform, karena Firebase adalah layanan lintas platform.
5. Dapat menyesuaikan skala dengan mudah. Tidak perlu kapasitas ekstra.
6. Dukungan penuh layanan dari Google.