

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

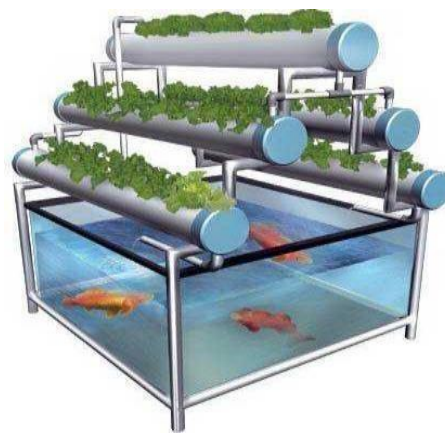
#### **2.1 *Aquaponic***

*Aquaponic* merupakan sebuah metode budidaya akuakultur (budidaya ikan) dengan hidroponik (budidaya tanaman/sayuran tanpa media tanah). Umumnya tanaman tersebut terletak tepat di atas kolam ikan. Dalam sistem *aquaponic*, air pada kolam ikan akan dipompa, sehingga air dapat mengalir ke bagian atas tempat tanaman dibudidayakan, air tersebut akan kembali turun ke kolam ikan. *Aquaponic* terdiri dari dua bagian yaitu, bagian pertama adalah bagian akuakultur untuk pemeliharaan ikan dan bagian kedua adalah hidroponik untuk tanaman. Pada dasarnya sistem *aquaponic* ini sederhana, air beserta kotoran yang berasal dari kolam ikan disalurkan kepada tanaman karena air tersebut mengandung banyak nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Teknik *aquaponic* dapat disebut sebagai ekosistem lingkungan antara ikan dan tumbuhan. Keuntungan menggunakan teknik ini adalah adanya penghematan dalam penggunaan air. Volume air di kolam harus tetap stabil agar tanaman tidak kering dan air kolam tidak berkurang tetap terjadi, tetapi jumlahnya relative sedikit. Hal ini disebabkan oleh proses penguapan air yang terserap oleh tanaman.

Kotoran yang berasal dari ikan dan sisa pakan ikan yang menumpuk didalam air apabila dibiarkan dapat menjadi racun bagi ikan, kotoran dan sisa pakan pada ikan harus dibersihkan, jika tidak akan terjadi penumpukan yang dapat meracuni ikan. Namun pada sistem *aquaponic*, kotoran dan sisa pakan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi bagi tanaman, sehingga tidak ada air dan sisa pangan yang terbuang, semua dapat dimanfaatkan kembali. Sebagian kotoran ikan akan menjadi nutrisi bagi tanaman dan sebagian tertinggal pada air kolam *aquaponic* tersebut maka dari itu diperlukan sensor TDS untuk melihat berapa ppm dari air kolam *aquaponic*. Jika nilai PPM pada air mencapai 300 +- maka air akan kekurangan nutrisi bagi ikan lele dan tanaman maka dari itu harus dilakukan pergantian air secara teratur supaya kualitas air pada budidaya ikan lele tetap terjaga. Pergantian air dapat dilakukan sebanyak 10-20% setiap minggu.

Peran tanaman pada teknik *aquaponic* berfungsi sebagai filter *vegetasie* yang akan megurai zat racun tersebut menjadi zat yang tidak berbahaya bagi ikan. Dengan proses ini terjadi siklus yang saling menguntungkan antara tanaman dan ikan. Terdapat juga beberapa sistem *aquaponic* yang bisa digunakan yaitu *aquaponic* vertikal, horizontal, dan campuran.

Dalam sistem budidaya ikan pada umumnya, Selain itu perawatannya juga efisien dan membutuhkan banyak biaya. Adapun gambaran *aquaponic* dapat dilihat pada **Gambar 2.1**

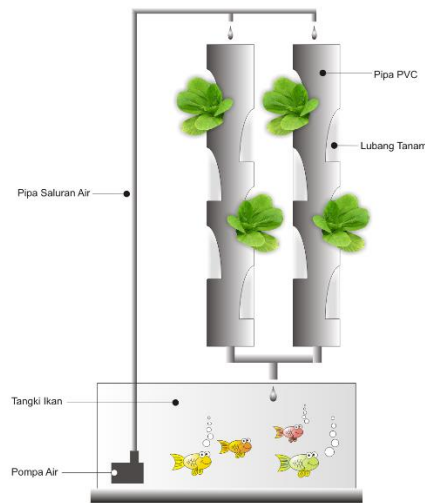


**Gambar 2.1** *Aquaponic*

### 2.1.1 Metode *Aquaponic* Vertikal

Metode sistem *aquaponic* ini termasuk sistem budidaya tanaman yang ditanam secara bertingkat atau vertikal sebagai upaya meminimalisir penggunaan lahan pertanian yang kaya manfaat dan menggunakan 2 prinsip utama, yaitu pertanian hidroponik dan pertanian vertikultur. Pertanian hidroponik merupakan salah satu metode budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan media tanah dengan memaksimalkan kebutuhan nutrisi dalam air untuk tanaman. Metode ini dipadukan dengan Teknik media tanam yang berbentuk vertikal, sehingga dinamakan dengan vertikultur. Pertanian sistem vertikal juga dapat menghasilkan produk yang berkualitas, dikarenakan kondisi ruangan dapat diatur, baik itu *temperature*, pencahayaan, dan kelembapan. Seperti dilihat di bawah ini pada **Gambar 2.2** dari pertanian metode vertikal.

Skema Akuaponik Vertikal

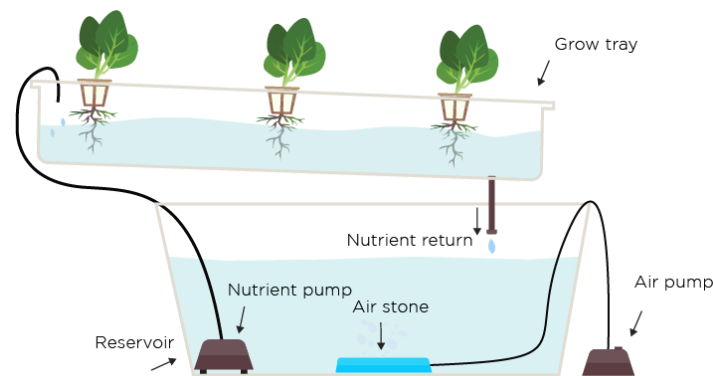
**Gambar 2.2 Aquaponic Vertikal**

### 2.1.2 Aquaponic Horizontal (NFT dan DFT)

Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) merupakan sistem hidroponik yang memanfaatkan kemiringan untuk mengalirkan air ke seluruh tanaman. Pada sistem ini, nutrisi nantinya akan dipompa ke tanaman dengan melalui aliran air yang cukup tipis sehingga nantinya akar tumbuhan akan bersinggungan dengan lapisan tipis nutrisi yang mengalir. Aliran air yang sudah dicampuri dengan nutrisi ini memiliki ketebalan mulai dari 1-3 mm dan dialirkan melewati akar (menyentuh akar tanaman) secara terus menerus. Selain itu, pada sistem ini talang air sengaja dimiringkan sekitar 2-5 derajat. Air yang dialirkan akan kembali ke ember dan pompa akan membuat air naik kembali ke talang air dan begitu seterusnya.

Kelebihan dalam menggunakan sistem NFT, yaitu pertumbuhan tanaman lebih cepat karena akar tanaman langsung menyentuh nutrisi, kebutuhan air terpenuhi dengan baik tanaman mendapatkan nutrisi secara terus menerus, resiko pengendapan kotoran rendah karena talang air sudah miring, dan tanaman tumbuh lebih seragam. Sedangkan kekurangan dalam menggunakan sistem NFT Karena air dialirkan menggunakan bantuan pompa, maka bergantung kepada listrik. Jika ada tanaman yang terkena penyakit, besar kemungkinan tanaman lain juga terkena penyakit.

Sistem DFT memiliki kedalaman air dengan kisaran 4-6 cm. Hal ini membuat air bernutrisi tersebut tidak setipis NFT sehingga bersifat menggenangi tanaman. Selain itu, talang air untuk sistem DFT juga tidak dibuat miring seperti pada sistem NFT. Pada sistem ini, air nantinya akan dialirkan dari tandon nutrisi melalui pipa atau selokan. Nantinya, air tidak akan langsung mengalir melainkan akan menggenangi terlebih dahulu sebelum nantinya mengalir secara otomatis apabila sudah melebihi batas yang ditentukan. Seperti dilihat di bawah ini pada **Gambar 2.3** adalah gambar *Aquaponic Horizontal*



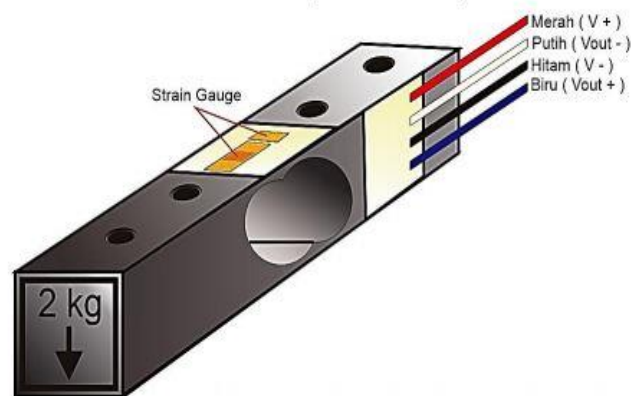
**Gambar 2.3** *Aquaponic Horizontal*

### 2.1.3 *Aquaponic* Campuran

*Aquaponic* Campuran adalah versi pertanian secara gabungan dari sistem vertikal dan horizontal yang disusun tegak lurus dan kesamping digunakan dalam sistem *aquaponic* budidaya ikan (akuakultur) dan tanaman (hidroponik) Bersama dalam sebuah ekosistem yang resirkulasi atau saling menguntungkan yang menggunakan bakteri alami untuk mengubah kotoran & sisa pakan ikan menjadi nutrisi tanaman.

## 2.2 Sensor Load Cell

Sensor *Load Cell* merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat suatu beban, sensor *load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh *Load Cell* menggunakan prinsip tekanan.

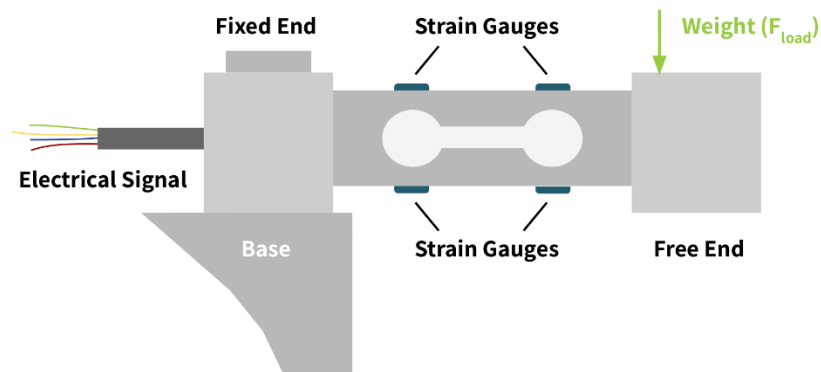


**Gambar 2.4** Konstruksi Sensor *Load Cell*

Sensor *load cell* mempunyai polaritas kutub positif, kutub negative, tegangan luaran (  $V_{out+}$  ) dan (  $V_{out-}$  ) yang terdiri dari 4 warna kabel. Warna merah adalah sumber tegangan  $V(+)$ , warna putih adalah tegangan luaran (  $V_{out-}$  ), warna hitam adalah sumber tegangan  $V(-)$ , dan warna biru adalah tegangan luaran (  $V_{out+}$  ).

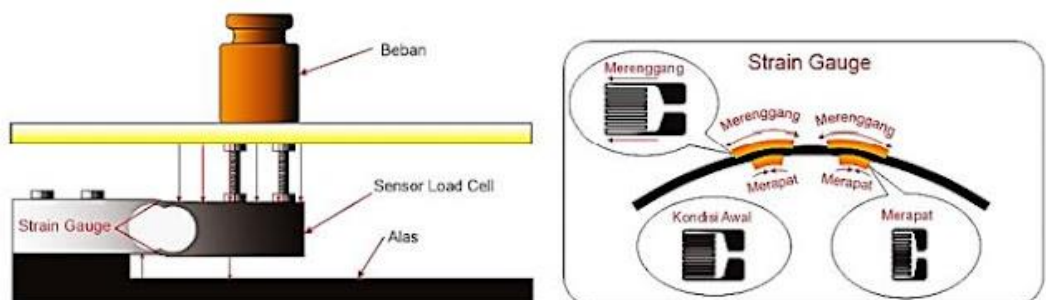
### 2.2.1 Konstruksi Sensor *Load Cell*

Sensor *load cell* terbuat dari bermacam-macam bahan seperti aluminium, baja, *stainless steel*. Pada **Gambar 2.5** *Stain Gauge* pada sensor *Load Cell*



**Gambar 2.5 Strain Gauge pada sensor Load Cell**

*Strain Gauge* berbentuk foil logam atau kawat logam yang bersifat *insulative* (isolasi) yang ditempel pada sensor *load cell* yang dapat mengukur tekanan dari hasil pembebanan.



**Gambar 2.6 Foil Strain Gauge merenggang dan merapat**

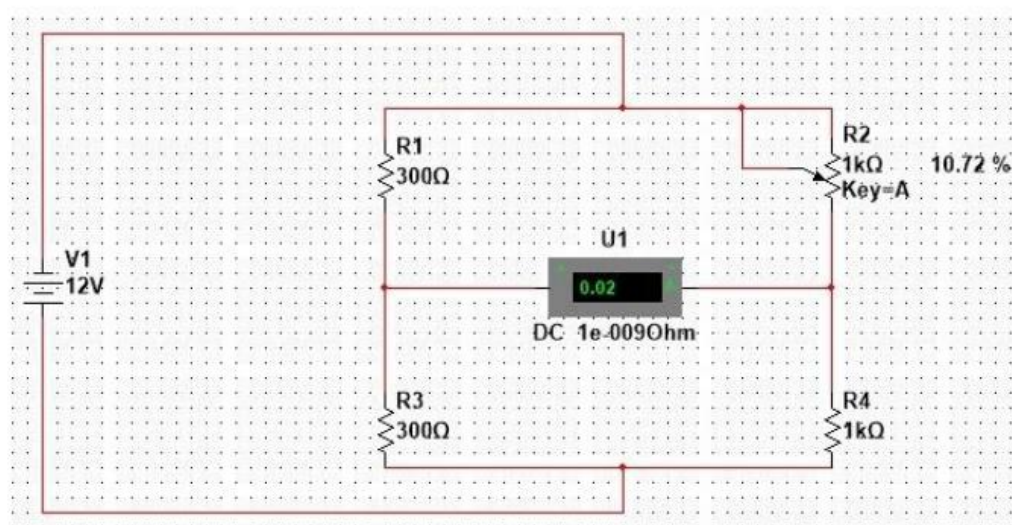
Pada Gambar 2.6 jika tekanan pada sensor *load cell* berubah tekanan beban, maka *foil* atau kawat *strain gauge* akan merenggang dan resistansinya akan bertambah, sedangkan jika *foil* atau kawat *strain gauge* merapat, maka resistansinya akan berkurang. Pada umumnya berat beban maksimal sensor ada bermacam-macam dari 1kg sampai 500 ton. Tegangan luaran ( $V_{out}$ ) sensor *load cell* adalah *millivolt* (mV).

### 2.2.2 Prinsip Kerja Sensor *Load Cell*

Prinsip kerja sensor berat (*Load Cell*), selama proses penimbangan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *load cell* yang mengakibatkan gaya secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini dikonversikan kedalam sinyal elektrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan) yang terpasang pada *load cell*.

*Load cell* merupakan komponen utama pada timbangan yang berupa digital. Cara kerja sensor *load cell* bila diberikan suatu beban pada inti besi penimbang maka yang terjadi adalah nilai dari *strain gauge* dan resistansi akan berubah melalui empat kabel pada komponen sensor *load cell* berikut cara kerja sensor *loadcell* menggunakan jembatan *wheatstone* berikut **Gambar 2.7 Rangkaian Jembatan *Wheatstone***.

1. Cara Kerja sensor *Load Cell* menggunakan jembatan *wheatstone*



**Gambar 2.7 Rangkaian Jembatan *Wheatstone*.**

Jembatan *wheatstone* memiliki rangkaian yang telah dijelaskan pada gambar diatas dimana nilai dari  $R1 = R3$  dan nilai dari  $R2 = R4$ , yang dimana arus akan mengalir dari sisi nilai  $R1$  untuk mencari nilai pada  $V_a$  yaitu tegangan pada  $R1$  dan  $R3$  menggunakan rumus

$$V_a = \frac{R1}{(R1+R3)} \times V_s$$

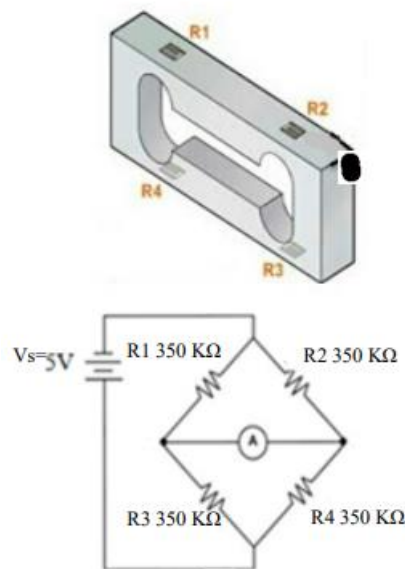
Sedangkan untuk mencari tegangan pada  $V_b$  yaitu pada  $R_2$  dan  $R_4$  menggunakan rumus

$$V_b = \frac{R_4}{(R_2+R_4)} \times V_s$$

Untuk mencari nilai tegangan dari rangkaian jembatan *wheatstone* tersebut menggunakan

$$V_{out} = V_a - V_b$$

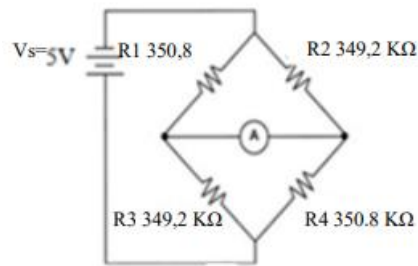
Lalu pada Rangkaian jembatan *wheatstone* tanpa beban seperti **Gambar 2.8 Rangkaian Jembatan *Wheatstone* tanpa beban** dibawah ini



**Gambar 2.8 Rangkaian Jembatan *Wheatstone* tanpa beban**

Nilai  $R = 350 \text{ K}\Omega$ , arus yang mengalir pada  $R_1$  dan  $R_3 =$  arus yang mengalir di  $R_2$  dan  $R_4$ , hal ini dikarenakan nilai semua resistor sama dan tidak ada perbedaan tegangan antara titik 1 dan 2, oleh karena itu rangkaian ini dikatakan seimbang. Sedangkan dibawah adalah **Gambar 2.9 Rangkaian Jembatan *Wheatstone* dengan beban**.





**Gambar 2.9 Rangkaian Jembatan *Wheatstone* dengan beban**

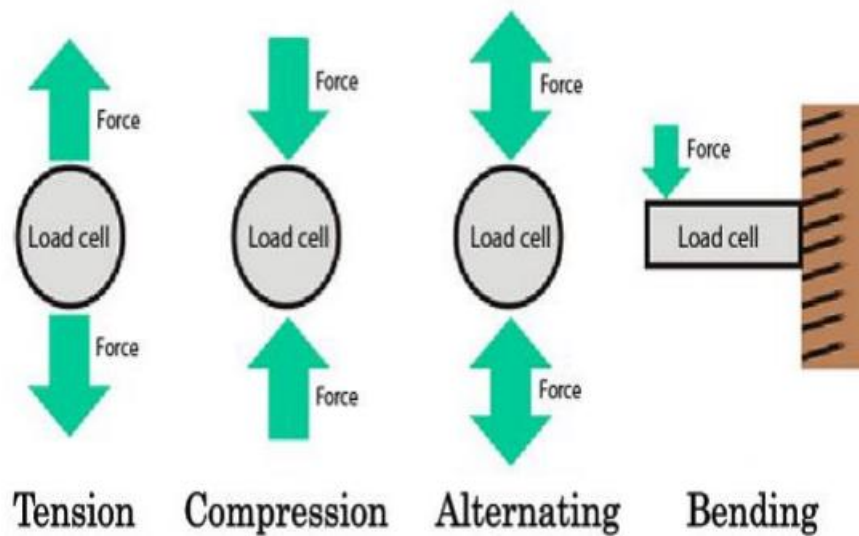
Jika rangkaian jembatan *Wheatstone* diberi beban, maka nilai  $R_1, R_2, R_3, R_4$  pada rangkaian akan berubah. Sehingga membuat sensor *load cell* tidak dalam kondisi yang seimbang dan membuat beda potensial. Beda potensial inilah yang menjadi outputnya. Secara teori, prinsip kerja *load cell* berdasarkan pada jembatan *Wheatstone* dimana saat *load cell* diberi beban terjadi perubahan pada nilai resistansi, nilai resistansi  $R_1$  dan  $R_4$  akan naik sedangkan nilai resistansi  $R_2$  dan  $R_3$  akan turun saat diberi beban.

### 2.2.3 Jenis-Jenis *Load Cell*

*Load cell* dapat diklasifikasikan berdasarkan kriteria sebagai berikut

1. Arah Beban yang Dideteksi

Jika diklasifikasikan berdasarkan arah beban yang dideteksi, *loadcell* dapat dibagi menjadi beberapa jenis yakni tegangan, tekanan, arus bolak balik, dan membengkok.



**Gambar 2.11** Klasifikasi *Loadcell* berdasarkan arah beban yang dideteksi

2. Presisi atau ketelitian

Berdasarkan tingkat ketelitian, *loadcell* diklasifikasikan dalam beberapa jenis yaitu jenis *loadcell* yang sangat presisi, normal, standar, dan jenis lainnya.

3. Bentuk dari Bahan Pegas

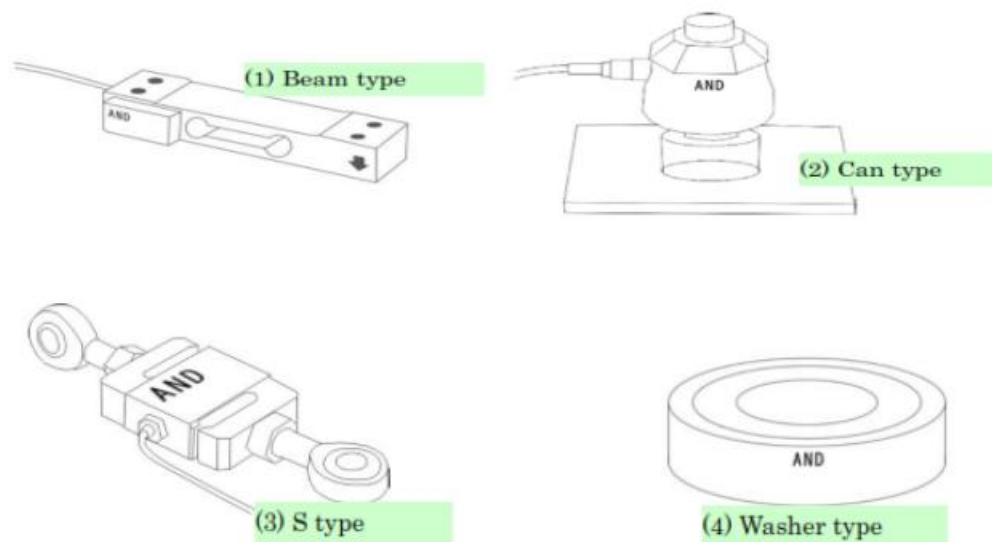
Bentuk dari bahan pegas dapat menentukan karakteristik dari *load cell*.

4. Tekanan Udara

Tekanan Udara dibagi menjadi 2 yaitu kedap udara (memperkuat kedap udara) dan Terbuka. Jenis Kedap Udara ini membungkus bagian luar pada *loadcell*, sehingga bagian dalam pada *loadcell* menjadi kedap udara. Mekanisme seperti diafragma atau below ini digunakan agar bagian luar pada *loadcell* tidak berpengaruh terhadap tekanan udara. Sedangkan tipe Terbuka, menggunakan karet sebagai bahan untuk menahan factor pengaruh suhu, meskipun nilai resistansi daerah sekitarnya menjadi lebih rendah dari jenis kedap udara, akan tetapi masih terdapat beberapa persoalan dalam cara menggunakannya.

## 5. Bentuk Bagian Luar

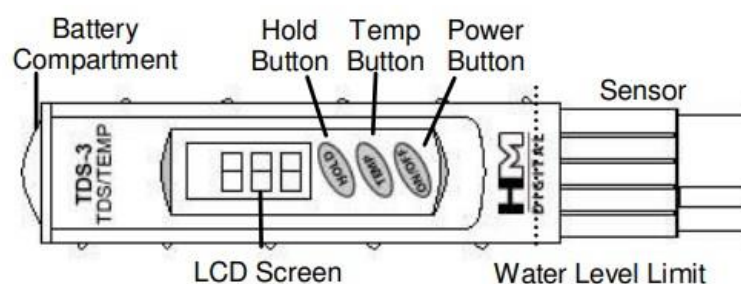
*Loadcell* dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk bagian luar, seperti bentuk balok, bentuk kaleng, bentuk S, dan juga bentuk cincin seperti yang terlihat pada **Gambar 2.12** berikut ini.



**Gambar 2.12** Jenis *Loadcell* berdasarkan bentuk bagian luar

## 2.3 Sensor TDS (*Total Disolved Solid*)

Sensor TDS (*Total Disolved Solid*) adalah salah satu parameter dalam menentukan kualitas suatu air dengan memanfaatkan daya hantar listrik yang terdapat pada air yang kemudian diolah dalam Arduino uno dan ditampilkan hasilnya pada LCD. TDS meter juga berfungsi untuk mengukur ppm dalam larutan nutrisi di dalam hidroponik yang telah disiapkan, ppm menunjukkan jumlah partikel larutan nutrisi dalam *aquaponic*.



**Gambar 2.13** Sensor TDS

### 2.3.1 Prinsip Kerja Sensor TDS

Sensor TDS menggunakan prinsip kerja dua elektroda yang terpisah untuk mengukur nilai konduktivitas listrik dari cairan sampel. Sifat elektrolit atau kandungan partikel ion dari suatu cairan akan mempengaruhi hasil pengukuran konduktivitas listrik pada sensor TDS.

Pengukuran sensor TDS terdapat 2 metode yaitu;

1. *Electrical Conductivity* (EC) adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik
2. *Gravimetry* (G) adalah konduktansi kebalikan (*invers*) dari resistansi (R).

## 2.4 Mikrokontroler Arduino UNO

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol riset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke computer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Setiap 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalwrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm.



**Gambar 2.14 Mikrokontroler Arduino UNO**

#### 2.4.1 Bagian Bagian Arduino UNO

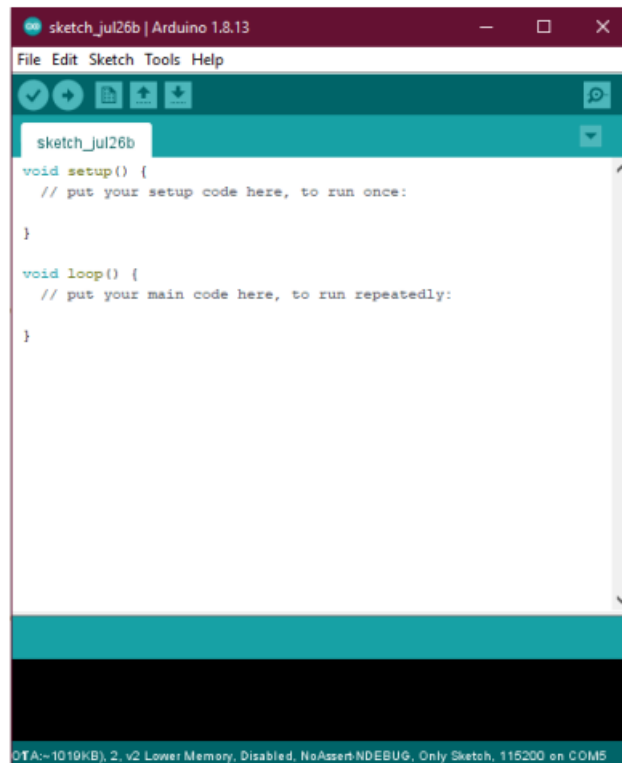
**Tabel 2.1** Bagian Arduino UNO

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran (PWM))
Jumlah pin input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50 mA
<i>Memori Flash</i>	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	1 KB (ATmega 328)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

Merupakan sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembang, tetapi merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa program dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengupload ke dalam memori mikrokontroler.

#### **2.4.2 Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)**

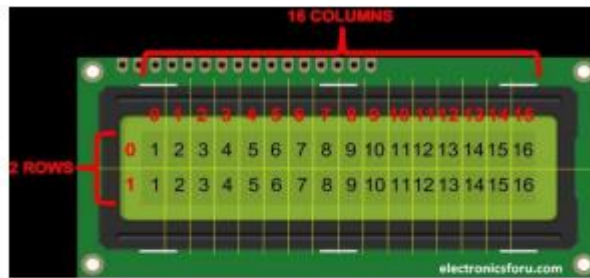
IDE itu merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C. Bahasa pemrograman Arduino (Sketch) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama Bootlader yang berfungsi sebagai penengah antara compiler Arduino dengan mikrokontroler. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut Wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari software Processing yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino.



**Gambar 2.15 Software Arduino IDE**

## 2.5 LCD 1 (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan suatu data dapat berupa karakter, huruf, symbol maupun grafik. LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sering digunakan untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrumen elektronik seperti multimeter digital. LCD memanfaatkan silikon dan galium dalam bentuk kristal cair sebagai pemendar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom terdiri dari LED pada bidang latar (backplane), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Seperti gambar 2.16

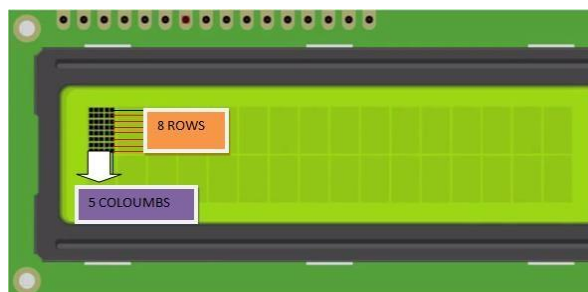


**Gambar 2.16 LCD 16x2**

sumber : <https://www.engineersgarage.com/16x2-lcd-working/>

### 2.5.1 Karakter Matriks LCD

LCD karakter dihasilkan dalam matriks 5x8 atau 5x7, dimana 5 mewakili jumlah kolom dan 7/8 mewakili jumlah baris. Ukuran maksimum matriks adalah 5x8 dan tidak dapat menampilkan karakter yang lebih besar dari matriks dimensi 5x8. Karakter yang ditampilkan dalam matriks 5x7 meninggalkan baris ke-8 untuk kursor. Jika menggunakan baris ke-8 dari matriks untuk tampilan karakter, maka tidak akan ada ruang untuk kursor. Gambar di bawah menunjukkan susunan piksel matriks 5x8 dot.



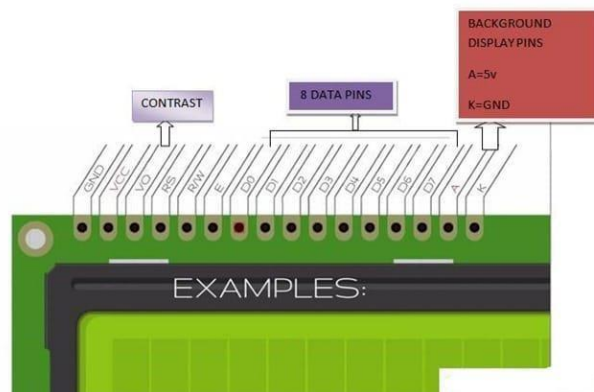
**Gambar 2.17 Baris dan Kolom Karakter LCD**

(Sumber : <https://www.engineersgarage.com/16x2-lcd-working/>)

### 2.5.2 Pin Out LCD

Gambar 2.18 menunjukkan pin out dari LCD karakter. Hampir semua LCD karakter terdiri dari pin out yang sama. LCD dengan jumlah pin total sama dengan 14 tidak memiliki opsi kontrol lampu latar. Dan mungkin selalu menyalakan lampu belakang atau tidak memiliki lampu belakang. Total 16 jumlah pin LCD memiliki 2 pin A dan K ekstra. A berarti (anoda) dan K (katoda).



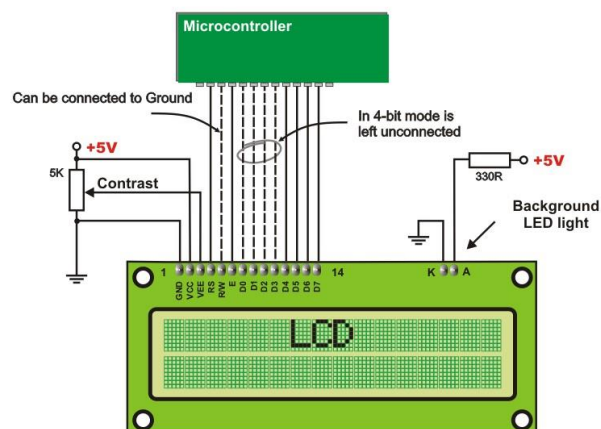


**Gambar 2.18** Pin Out LCD

(Sumber : <https://www.engineersgarage.com/16x2-lcd-working/>)

### 2.5.3 Prinsip Kerja LCD

Prinsip kerja LCD yaitu, proses menampilkan karakter pada layar LCD terjadi ketika tegangan diterapkan antara bidang datar (backplane) yang terletak di sisi dalam lempengan kaca bagian depan dan pola elektroda yang terletak di sisi dalam lempengan kaca bagian dalam sehingga medan listrik yang dihasilkan akan mempengaruhi orientasi molekul-molekul kristal cair dalam daerah tertentu di lapisan tersebut. Daerah tertentu pada lapisan kristal cair akan berubah warna menjadi hitam sesuai karakter yang ingin ditampilkan, sementara area lainnya akan memblokir warna hitam. Perubahan tersebut terjadi karena molekul-molekul kristal cair mengatur agar cahaya yang mengenainya dipantulkan atau diserap.



**Gambar 2.19** Wiring LCD

LCD juga dilengkapi dengan antarmuka I2C (Inter-Integrated Circuit) yang dapat terhubung dengan perangkat lain, seperti mikrokontroler. Antarmuka I2C memungkinkan komunikasi yang efisien melalui jalur sinyal SDA (Serial Data Line) dan SCL (Serial Clock Line). Dengan hanya menggunakan dua jalur sinyal, pengaturan koneksi antara layar LCD dan perangkat pengendali menjadi lebih sederhana dan dapat mengubah alamat yang diinginkan. I2C yang terintegrasi pada LCD berfungsi untuk mengubah dan memproses data serta mengontrol piksel-piksel pada layar LCD sesuai dengan instruksi.

#### 2.5.4 Deskripsi Pin LCD 16x2

Berikut ini table deskripsi pin pada LCD 16x2 :

Tabel 2.2 Deskripsi pin pada LCD

Pin	Simbol	I/O	Deskripsi
1	VSS	--	Ground
2	VCC	--	+ 5 V Power Suplay
3	VEE	--	Power suplay <i>source to control contrast</i>
4	RS	I	Register select: RS = 0 to select instruksi. Command register; RS = 1 to select data reg.
5	R/W	I	Read/Write: R/W = 0 for write, R/W = 1 for read
6	E	I	Enable
7	DB0	I/O	The 8-bit data bus
8	DB1	I/O	The 8-bit data bus
9	DB2	I/O	The 8-bit data bus

10	DB3	I/O	The 8-bit data bus
11	DB4	I/O	The 8-bit data bus
12	DB5	I/O	The 8-bit data bus
13	DB6	I/O	The 8-bit data bus
14	DB7	I/O	The 8-bit data bus

### 2.5.5 Modul I2C (*Inter-Integrated Circuit*)

Modul I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal Start, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal Stop, dan membangkitkan sinyal clock. Slave adalah piranti yang dialamati master. Bentuk fisik dari I2C ditunjukkan pada **Gambar 2.16** di bawah ini :



**Gambar 2.17** Bentuk Fisik I2C

NodeMCU sendiri sudah mendukung protocol I2C/IIC. Dipapan NodeMCU, Port I2C terletak pada pin D1 untuk SDA (Tabel 2.1. Spesifikasi NodeMCU V3) dan D2 untuk SCL (Serial Clock).

## 2.6 RTC (*Real Time Clock*)

RTC (*Real Time Clock*) merupakan chip dengan konsumsi daya rendah. RTC menyediakan data dalam bentuk detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan serta tahun dan informasi yang dapat diprogram. Dengan keunggulan chip pada RTC tersebut dapat menghitung hingga ke angka tahun 2100 secara akurat. Dengan berbagai kemampuan antarmuka IC-IC yang dimiliki membuat chip ini mudah dikaitkan atau dihubungkan dengan mikrokontroler yang memiliki *build-in* periferal lainnya secara leluasa.

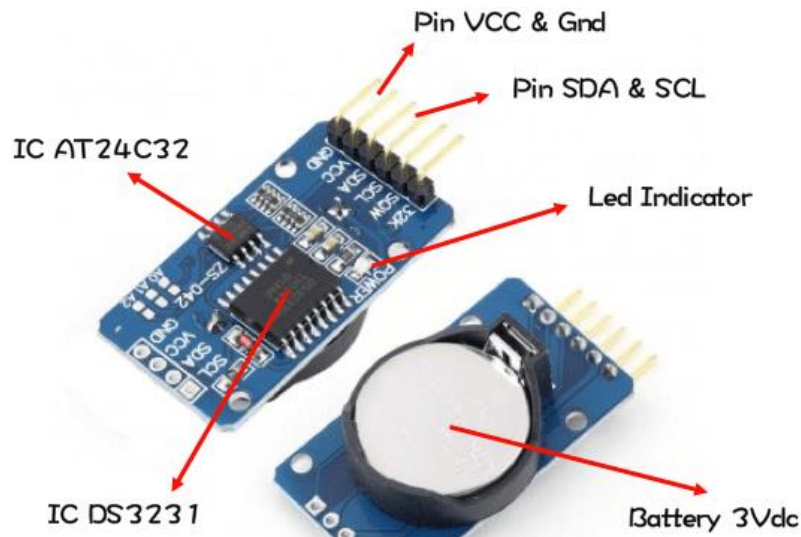


**Gambar 2.18** *Real Time Clock*

### 2.6.1 Modul RTC DS3231

Modul RTC DS3231 adalah salah satu module yang berfungsi sebagai perwaktuan digital serta adanya fitur pengukuran suhu yang terdapat dalam 1 *module*. *Interface* atau antar muka untuk mengakses modul ini yaitu menggunakan i2c atau *two wire* (SCL dan SDA). *Module* DS3231 RTC ini sudah tersedia dengan

baterai CR2032 3V yang berfungsi sebagai *back up* RTC apabila daya utama mati. Selain itu terdapat juga EEPROM AT24C32 yang memberi 32k EEPROM untuk menyimpan data.



**Gambar 2.19** *Module RTC DS3231*

## 2.7 Motor Servo

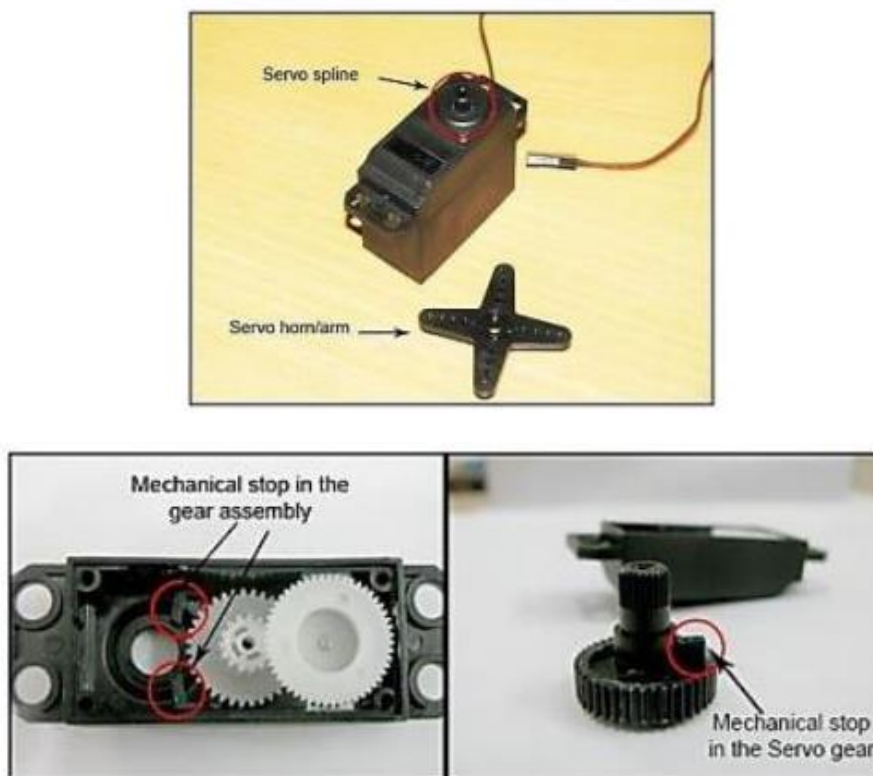
Motor Servo adalah sebuah perangkat atau sebuah alat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor servo. Bentuk fisik motor servo dapat dilihat pada Gambar 2.20.



**Gambar 2.20 Bentuk Fisik dan Simbol Motor Servo**

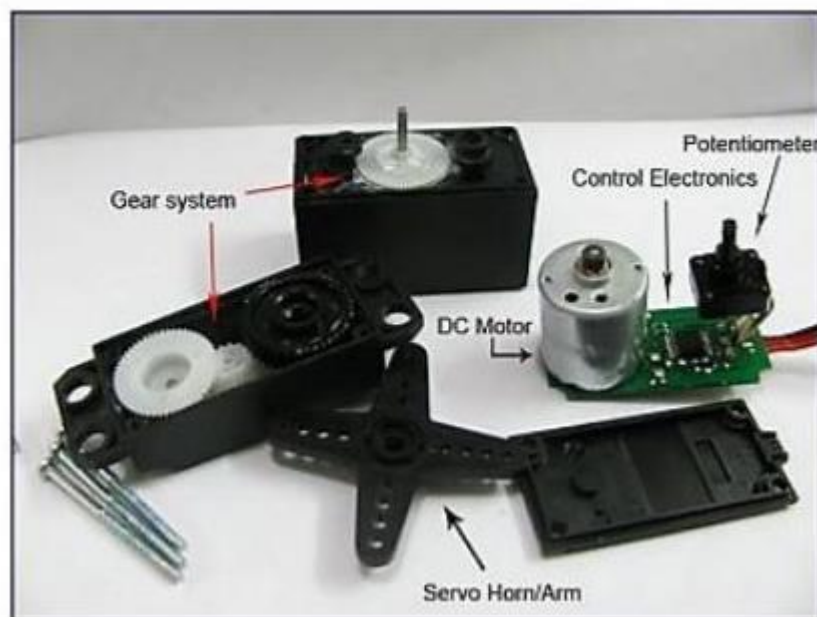
### 2.7.1 Karakteristik Motor Servo

Motor servo mempunyai tiga kabel atau konektor. Dua dari kabel-kabel tersebut adalah ground dan sumber tegangan positif untuk pencatu motor DC. Kabel merah merupakan supply DC dan harus dihubungkan dengan tegangan positif antara 4,8V – 6V. Kabel hitam dihubungkan dengan ground. Untuk kabel ketiga warnanya tergantung pada masing-masing pabrik.



**Gambar 2.21 Gambar Mekanikal dalam motor servo**

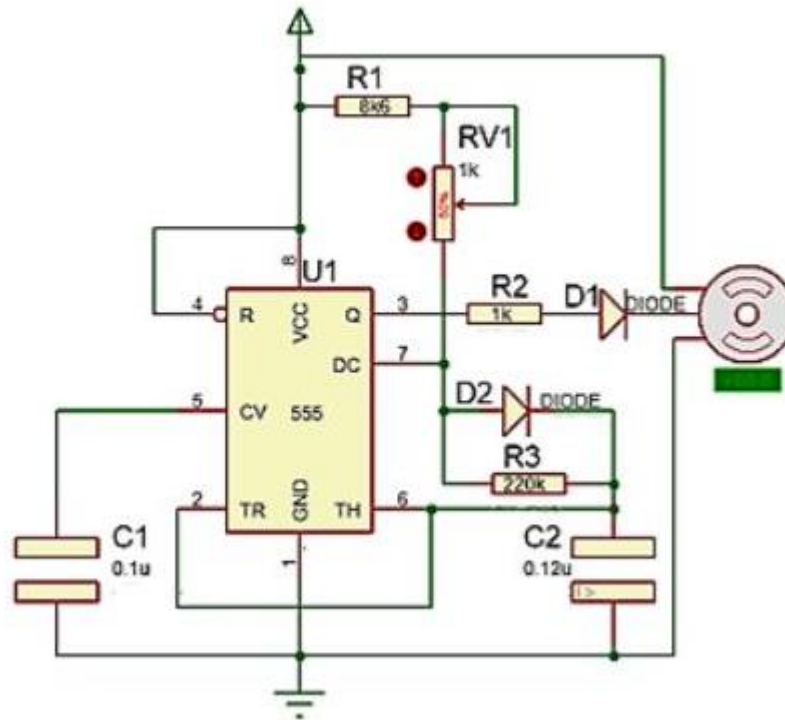
Motor servo mempunyai 24 – 25 gigi pada splines-nya tergantung pada pabrikannya. Splines yang dibuat untuk satu tipe motor servo tidak bisa dipakai untuk motor servo lainnya. Splines adalah tempat untuk menyambungkan lengan motor servo. Tidak seperti motor DC, membalik konektor ground dan tegangan positif tidak mengubah arah perputaran motor servo. Hal ini malah dapat merusak motor servo. Oleh karena itu pemasangan konektor harus diperhatikan dengan seksama. Sebuah motor servo utamanya terdiri dari motor DC, sistem gigi, dan sensor posisi yang kebanyakan berupa potensiometer dan rangkaian kontrol. Gambar 2.22 Motor DC terhubung dengan mekanisme gigi yang memberikan umpan balik ke sensor posisi yang berupa potensiometer. Dari gear box, keluaran motor servo dikirimkan melalui splines motor servo ke lengan motor servo. Potensiometer berganti posisi sesuai dengan posisi motor saat itu. Sehingga perubahan resistansi menghasilkan perubahan tegangan yang sebanding dari potensiometer.



**Gambar 2.22 Bagian- Bagian Motor Servo**

### 2.7.2 Rangkaian Driver Motor Servo

Secara basic rangkaian driver motor servo mempergunakan IC tipe NE555 sebagai IC utama dan dirangkai menjadi rangkaian multivibrator astabil yang memiliki output 50Hz dengan duty cycle yang mencapai 20 ms. Rangkaian driver motor servo dapat dilihat pada Gambar 2.23.



**Gambar 2.23 Rangkaian Motor Servo**

Pada rangkaian Gambar 2.23 terdapat transistor BC547 yang mempunyai peran sebagai driver serta penguat arus dari keluaran IC 555 (multivibrator astabil) untuk memberikan sinyal menggerakkan motor servo. Dikarenakan keluaran sinyal arus dari IC 555 tersebut dapat dikatakan kecil untuk dapat menggerakkan motor servo. Duty cycle merupakan perbandingan antara pulsa high dan low dalam satu gelombang.



### 2.7.3 Komponen Motor Servo



**Gambar 2.24 Komponen Motor Servo**

Untuk bisa memahami cara kerja motor servo terlebih dulu wajib mengetahui dasar komponen servo motor itu sendiri. Pada umumnya beberapa komponen memiliki 3 bagian seperti motor, sistem kontrol dan encoder potensiometer. Namun jika diperdalam lagi, maka komponennya sebagai berikut :

#### 1. Encoder

Komponen ini terletak di bagian belakang mesin poros motor. Sebagai perangkat elektromekanis, fungsi encoder dalam motor servo yaitu untuk melakukan pengaturan kecepatan, mendeteksi kecepatan dan juga mendeteksi posisi rotor. Adanya encoder membuat motor bisa menghasilkan resolusi tinggi dan juga respon yang cepat.

#### 2. Rotor

Komponen Rotor terletak di antara bagian poros motor dan tempatnya diantara dua bantalan. Komponen ini bertugas untuk melakukan pergerakan. Ketika mendapatkan tegangan, maka rotor akan bergerak dan melakukan perputaran. Rotor termasuk perangkat yang bisa mengubah energi listrik menjadi kinetik.

#### 3. Winding

Lilitan atau coil pada motor servo ini bisa jadi menjadi stator yang bekerja dengan rotor. Jika winding ini membuat stator (yang diam) memberikan energi listrik maka pada rotor menghasilkan energi kinetik untuk berputar.

#### 4. Shaft/ Poros

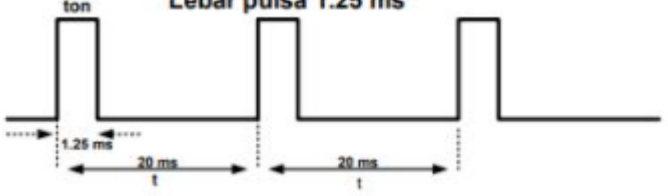

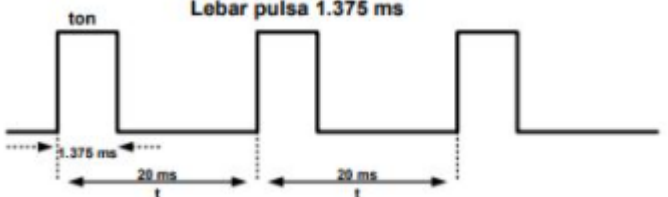

Shaft ialah inti motor untuk meneruskan energi ke beban. Pada komponen ini, bila poros/ shaft ditambahkan baling-baling maka komponen lengkap dari semua fungsi servo motor akan membuat baling-baling berputar.

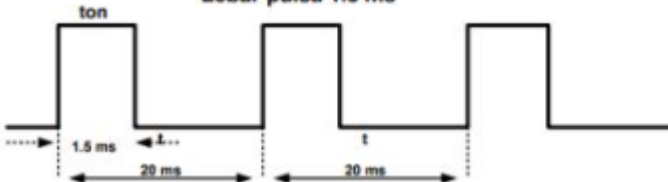

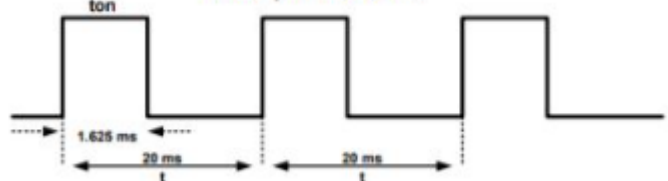

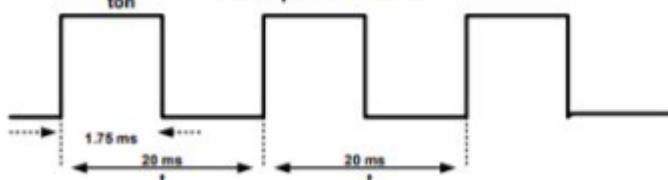

### 2.7.4 Prinsip Kerja Motor Servo

Motor servo bekerja dengan mengandalkan sinyal modulasi yang dikontrol oleh system control. Lebar sinyal yang diterima oleh motor servo akan menentukan posisi sudut putaran pada poros motor. Sebagai contoh, apabila sinyal memiliki lebar 1,5 ms, poros akan bergerak menuju posisi sudut 90 derajat.

Sedangkan, jika sinyal memiliki lebar di bawah 1 ms, poros akan bergerak menuju posisi sudut 0 derajat. Kemudian, jika sinyal di atas 1,5 ms, poros akan bergerak menuju posisi sudut 180 derajat.

Tabel 2.3 Lebar pulsa dan putaran posisi motor servo

No	Lebar Pulsa (ms)	Putaran dan Posisi
1	<p style="text-align: center;"><b>Lebar pulsa 1.25 ms</b></p> 	 <p style="text-align: center;">Posisi 0 derajat</p>
2	<p style="text-align: center;"><b>Lebar pulsa 1.375 ms</b></p> 	 <p style="text-align: center;">Posisi 45 derajat</p>

3	<p style="text-align: center;"><b>Lebar pulsa 1.5 ms</b></p> 	 <p style="text-align: center;">Posisi 90 derajat</p>
4	<p style="text-align: center;"><b>Lebar pulsa 1.625 ms</b></p> 	 <p style="text-align: center;">Posisi 135 derajat</p>
5	<p style="text-align: center;"><b>Lebar pulsa 1.75 ms</b></p> 	 <p style="text-align: center;">Posisi 180 derajat</p>

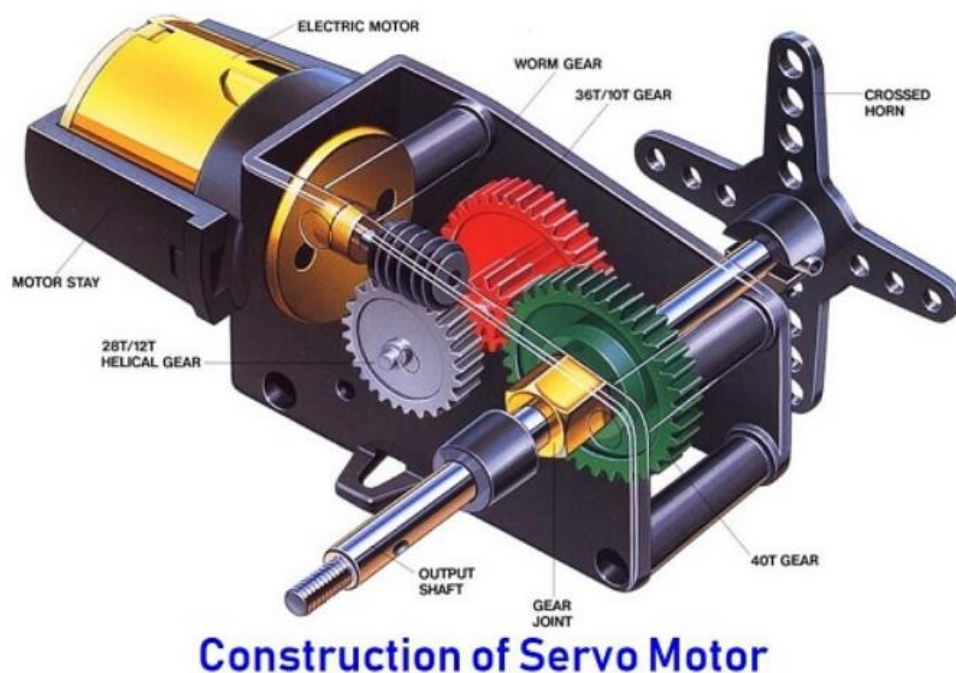
Motor servo akan bekerja dengan baik apabila pin kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi ( $f$ ) 50 Hz atau dengan periode ( $t$ ) 20 ms. Frekuensi tersebut dapat diperoleh ketika kondisi Ton duty cycle berada di angka 1,5 ms. Dalam posisi tersebut rotor dari motor berhenti tepat di tengah-tengah ( $0^\circ$ ) atau netral. Pada saat kondisi Ton duty cycle kurang dari angka 1,5 ms, maka rotor akan berputar berlawanan arah jarum jam. Sebaliknya pada saat kondisi Ton duty cycle lebih dari angka 1,5 ms, maka rotor akan berputar searah jarum jam seperti diperlihatkan pada Tabel 2.3.

Setelah sinyal diterapkan, motor akan memberikan reaksi berupa Gerakan dan menahan posisi yang telah ditargetkan. Namun, posisi motor tidak dapat bertahan terus-menerus, sehingga sinyal PWM perlu diulang setiap 2 ms agar posisi poros dapat tetap terjaga. Motor terdiri dari beberapa komponen, yaitu motor DC, kontroler, sensor posisi, gearbox, dan actuator. Motor DC dikendalikan oleh kontroler, sedangkan potensiometer berfungsi sebagai sensor posisi yang terhubung pada *system* gearbox.

Dengan prinsip kerja ini, motor mampu memberikan Gerakan presisi dan akurat. Misalnya, pada robotika, kendali pesawat terbang, kamera, dan peralatan medis.

### 2.7.5 Konstruksi Motor Servo

Konstruksi Motor Servo ada beberapa macam seperti **Gambar 2.21** dibawah ini



**Gambar 2.25** Konstruksi Motor Servo

#### 1. Motor DC Kecil

Motor DC yang kecil memiliki *dynamo* yang berputar pada medan magnet. Dinamo tersebut terbentuk dari kutub-kutub, yakni kutub utara serta selatan, dimana magnet nantinya akan berganti lokasi. Apabila hal tersebut terjadi, maka alirannya berbalik guna merubah kutub-kutub selatan dan utara dari *dynamo*.

#### 2. Rangkaian Kontrol

Rangkaian *control* merupakan sebuah rangkaian yang berguna untuk mengendalikan sebuah peralatan ataupun mesin-mesin listrik. Rangkaian tersebut

juga bisa dijelaskan sebagai suatu rangkaian yang mana motor bisa dikendalikan secara sekaligus dan berurutan.

### 3. *Commutator*

Commutator yaitu komponen dalam converter mekanik yang ada pada motor yang berguna untuk menyelaraskan arah aliran listrik AC menuju DC. Dengan demikian, tetap mengalir di arah yang sama walaupun lilitan medan berada dalam keadaan yang berputar.

## 2.7.6 Jenis Motor Servo

Terdapat dua jenis motor servo yang bisa digunakan, yaitu motor servo AC dan motor servo DC. Motor servo AC umumnya digunakan untuk arus tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin *industry*. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Berikut penjelasan lengkapnya :

### 1. Motor Servo AC

Jenis motor servo ini mampu menangani apabila terjadi tegangan listrik tinggi maupun adanya beban yang berat. Oleh karena itu, motor AC sangat sesuai jika diterapkan pada sebuah mesin *industry* dengan bertujuan agar bisa mengendalikan

### 2. Motor Servo DC

Berbanding terbalik dengan motor AC, untuk jenis yang satu ini justru memiliki kemampuan untuk menangani tegangan dengan beban dan arus yang *relative* lebih kecil. Dengan demikian, motor tersebut cocok untuk diterapkan pada beberapa mesin yang kecil seperti halnya pada remote *control* dan mobil