

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Sistem Mikrohidro

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil dengan output di bawah 100 KW yang memanfaatkan potensi aliran air yang terdapat di pedesaan sebagai sumber tenaga misalnya saluran irigasi, sungai atau air terjun alam. PLTMH memiliki konstruksi yang sederhana, mudah dioperasikan, mudah dalam perawatan serta dengan biaya investasi yang terjangkau sehingga cocok diterapkan untuk menerangi wilayah pedesaan yang tidak terjangkau aliran listrik PLN.

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro secara teknis memiliki tiga komponen utama yaitu, air (sebagai sumber energi), turbin, dan generator. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya pembangkit listrik tenaga mikro hidro memanfaatkan energi potensial jatuh air. Semakin tinggi jatuh air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Berikut ini adalah bagian dan komponen PLTMH,

1. Bendungan (*Dam*)

Bendungan (*dam*) atau waduk dapat adalah bangunan yang berada melintang sungai yang berfungsi untuk membelokkan arah aliran air.

Konstruksi bendungan (*dam*) bertujuan untuk menaikkan dan mengontrol tinggi air dalam sungai secara signifikan sehingga elevasi muka air cukup untuk diolah. O.

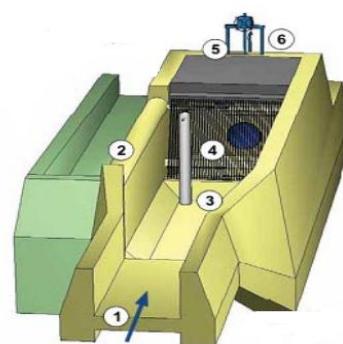


Gambar 1. Bendungan

Sumber : (<https://kaltim.tribunnews.com/2018/04/05/plta-besahan-tahap-i-diklaim-siap-kontruksi-juli-nanti>)

2. Saluran Penyadap (*Water Intake*)

Saluran penyadap adalah bagian dari konstruksi sipil yang digunakan untuk masuknya air dari sungai menuju saluran pembawa dengan dilengkapi penghalang sampah.



Gambar 2. *Water Intake*

Sumber : (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/42012>)

3. Saluran Pembawa (*Headrace*)

Saluran pembawa berfungsi untuk mengalirkan air dari intake sampai ke kolam penenang. Selain itu, saluran ini juga berfungsi untuk mempertahankan kestabilan debit air. Saluran air untuk sebuah pembangkit skala kecil cenderung untuk memiliki bangunan yang terbuka.



Gambar 3. Saluran pembawa

Sumber : (<http://megahidro.co.id/news/mengenal-pltmh.>)

4. Saluran Pelimpah (*Spillway*)

Saluran pelimpah berfungsi untuk mengurangi kelebihan air pada saluran pembawa.



Gambar 4. Saluran pelimpah

Sumber : (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/42012>)

5. Kolam Penenang (*Forebay*)

Kolam penenang berfungsi untuk mengendapkan dan menyaring kembali air agar kotoran tidak masuk dan merusak turbin. Selain itu, kolam penenang ini juga berfungsi untuk menenangkan aliran air yang akan masuk ke dalam pipa pesat.



Gambar 5. Kolam Penenang

Sumber : (<http://megahidro.co.id/news/mengenal-pltmh.>)

6. Pipa Pesat (*Penstock*)

Pipa pesat (*penstock*) adalah pipa yang berfungsi untuk mengalirkan air dari kolam penenang (*forebay*) menuju turbin air.



Sumber : (<https://www.kajianpustaka.com/2016/10/pembangkit-listrik-tenaga-mikro-hidro.html>)

7. Rumah Pembangkit (*Power House*)

Pada rumah pembangkit ini terdapat turbin, generator dan peralatan lainnya. Bangunan ini menyerupai rumah dan diberi atap untuk melindungi peralatan dari hujan dan gangguan-gangguan lainnya.



Gambar 7. Rumah Pembangkit

Sumber : (<http://megahidro.co.id/news/mengenal-pltmh.>)

8. Saluran Pembuang (*Tailrace*)

Saluran pembuang berfungsi untuk mengalirkan air keluar setelah memutar turbin. Air akan dialirkan melalui jalur yang sudah dibuat sehingga air yang keluar setelah memutar turbin akan kembali ke sungai.

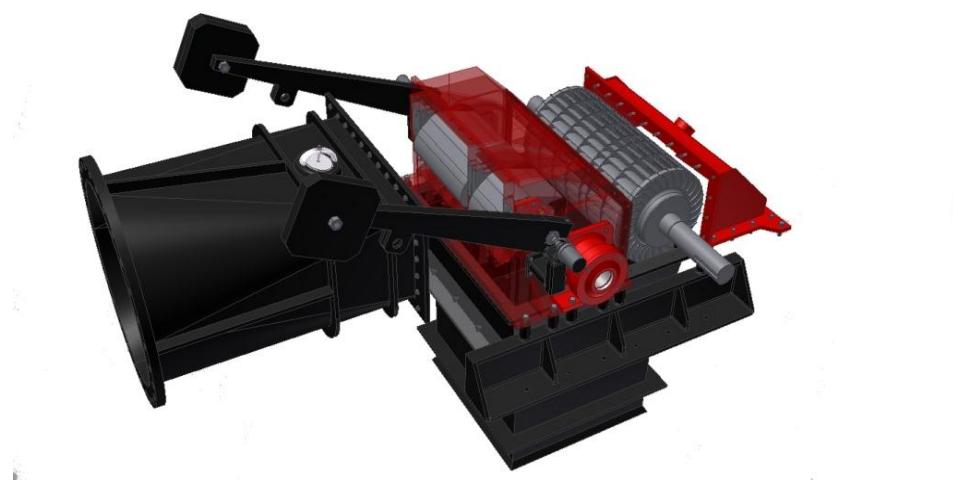


Gambar 8. Saluran pembuang

Sumber : (<https://www.merdeka.com/uang/subsidi-listrik-di-rapbn-p-naik-esdm-sebut-untuk-kembangkan-pltmh.html>)

9. Turbin

Turbin berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. Air akan memukul sudu-sudu dari turbin sehingga turbin berputar. Perputaran turbin ini dihubungkan ke generator. Turbin terdiri dari berbagai jenis seperti turbin Francis, Kaplan, Pelton, dan lain-lain.



Gambar 9. Turbin model *crossflow* Mikrohidro

Sumber : (<http://cink-hydro-energy.com/en/2-cell-crossflow-turbine/>)

10. Generator

Generator dihubungkan ke turbin dengan bantuan poros dan *gearbox*, memanfaatkan perputaran turbin untuk memutar kumparan magnet di dalam generator sehingga terjadi pergerakan elektron yang membangkitkan arus AC. Hampir semua energi listrik dibangkitkan dengan menggunakan mesin sinkron. Generator sinkron (sering disebut alternator) adalah mesin sinkron yang digunakan untuk mengubah daya mekanik menjadi daya listrik. Generator sinkron dapat berupa generator sinkron tiga fasa atau generator sinkron AC satu fasa tergantung dari kebutuhan.

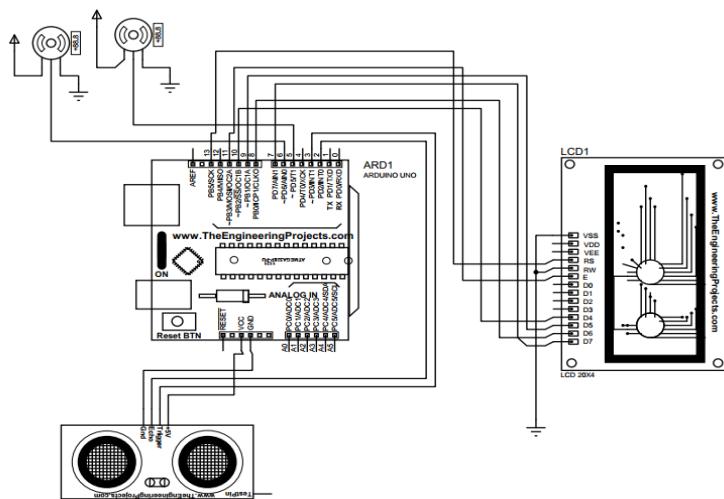


Gambar 10. Generator Mikrohidro

Sumber : (<https://www.indonetwork.co.id/product/pltmh-pembangkit-listrik-tenaga-mikrohidro-6123124>)

B. *Water Level Control*

Water Lever Control atau yang sering disingkat dengan WLC atau rangkaian kontrol level air merupakan salah satu aplikasi dari rangkaian konvensional dalam bidang tenaga listrik yang diaplikasikan pada motor listrik khususnya motor induksi untuk pompa air. Fungsi dari rangkaian ini adalah untuk mengontrol level air dalam sebuah tangki penampungan yang banyak dijumpai di rumah-rumah atau bahkan disebuah industri di mana pada level tertentu motor listrik atau pompa air akan beroperasi dan pada level tertentu juga pompa air akan mati.



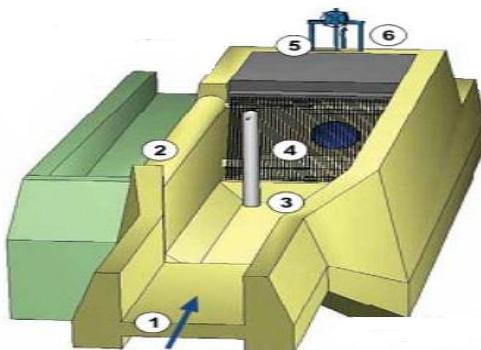
Gambar 11. Rangkaian Water Level Control

Sumber : (Dokumen pribadi)

Ketinggian air dapat diukur secara mudah dengan menggunakan alat modern seperti *Water Level*. Pengertian *Water Level* sendiri adalah seperangkat alat yang digunakan untuk mengukur ketinggian air di tempat yang berbeda agar mendapatkan data perbandingan. *Water level* yang paling sederhana adalah sepasang pipa yang saling terhubung di bagian bawah. *Water level* sederhana akan mengukur ketinggian air melalui tinggi air di kedua pipa apakah sama atau tidak. Hasil pengukuran dari *water level* lebih rendah dari menggunakan laser tetapi *water level* mempunyai akurasi yang tinggi dalam pengukuran jarak jauh. Untuk menghindari kesalahan pengukuran dalam penggunaan *water level*, suhu pada air haruslah sama. kedua pipa apakah sama atau tidak. Hasil pengukuran dari *water level* lebih rendah dari menggunakan laser tetapi *water level* mempunyai akurasi yang tinggi dalam pengukuran jarak jauh. Untuk menghindari kesalahan pengukuran dalam penggunaan *water level*, suhu pada air haruslah sama.

C. Water Intake

Water intake atau gerbang air merupakan suatu komponen pembangun dalam suatu sistem pembangkit mikrohidro. Merupakan pusat pengaturan pengaliran jumlah besar kecilnya debit air yang diturunkan menuju turbin pada generator melewati pipa pesat atau pipa *penstock*. Besar kecilnya debit aliran sungai yang dikeluarkan tergantung seberapa tinggi rendahnya pintu air tersebut dibuka dan ditutup.



Gambar 12. water intake pada pembangkit mikrohidro

Sumber : (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/42012>)

Pintu air ini juga menjadi hal penting karena melihat karakteristik aliran sungai yang selalu berubah – ubah. Besar kecil debit air yang dikeluarkan dari *water intake* yang menuju turbin akan menentukan seberapa besar nilai tegangan yang dihasilkan. Besaran tegangan yang diinginkan merujuk pada standar yang sudah ditetapkan untuk pembuatan pembangkit mikrohidro.

D. Sensor Jarak Ultrasonic HC-SR04

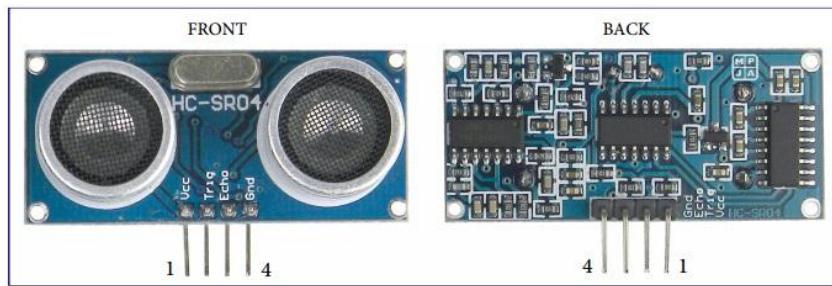
Sensor jarak ultrasonic HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini mirip dengan radar ultrasonik. Gelombang ultrasonik di pancarkan kemudian di terima balik oleh receiver ultrasonik. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek. Sensor ini cocok untuk aplikasi elektronik yang memerlukan deteksi jarak termasuk untuk sensor pada robot.

Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda.



Gambar 13. Sensor Jarak Ultrasonic HC-SR04

Sumber : (<https://potentiallabs.com/cart/HC-SR04-Ultrasonic-Proximity-sensor>)



Gambar 14. Tampilan PIN pada sensor ultraonic HC-SR04

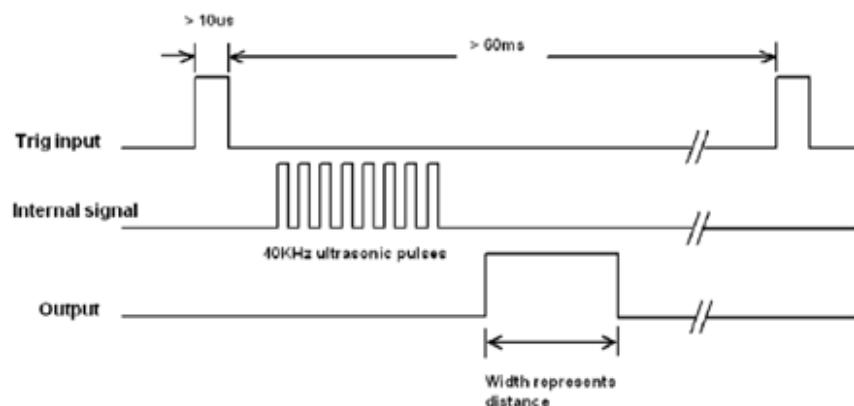
Sumber : (<https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id>)

1. Fungsi Pin-pin HC-SR04 adalah sebagai berikut,
 - a. $VCC = 5V$ *Power Supply*. Pin sumber tegangan positif sensor.
 - b. $Trig = Trigger/Penyalut$. Pin ini yang digunakan untuk membangkitkan sinyal ultrasonik.
 - c. $Echo = Receive/Indikator$. Pin ini yang digunakan untuk mendeteksi sinyal pantulan ultrasonik.
 - d. $GND = Ground/0V$ *Power Supply*. Pin sumber tegangan negatif sensor.
2. Sensor Ultrasonic HC-SR04 juga mempunyai karakteristik sebagai berikut,
 - a. Konsumsi arus 15 mA
 - b. Frekuensi operasi 40 KHz
 - c. Minimum pendekripsi jarak 0.02 m (2 cm)
 - d. Maksimum pendekripsi jarak 4 m
 - e. Sudut pantul gelombang pengukuran 15 derajat
 - f. Minimum waktu penyulutan 10 mikrodetik dengan pulsa berlevel TTL

g. Pulsa deteksi berlevel TTL dengan durasi yang bersesuaian dengan jarak deteksi

h. Dimensi 45 x 20 x 15 mm

Sensor Ultrasonic HC-SR04 memerlukan sinyal logika ‘1’ pada pin Trig dengan durasi waktu 10 mikrodetik (us) untuk mengaktifkan rentetan (burst) 8x40KHz gelombang ultrasonik pada elemen Pembangkitnya. Selanjutnya pin Echo akan berlogika ‘1’ setelah rentetan 8×40 KHz tadi, dan otomatis akan berlogika ‘0’ saat gelombang pantulan diterima oleh elemen Pendeksi gelombang ultrasonik.



Gambar 15. Diagram waktu Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sumber : (<https://www.andalanelektro.id/2018/09/cara-kerja-dan-karakteristik-sensor-ultrasonic-hcsr04.html>)

E. Arduino UNO

Arduino (Arduino Board) adalah sebuah hardware yang memiliki IC program yang telah di tanam *bootloader* Arduino. IC program ini lah yang akan mengontrol semua aktifitas dalam sistem control yang di desain.

Baik Pembacaan sensor, Input output, komunikasi data antar Arduino dengan perangkat lain, Mengendalikan motor, stepper, servo dan lain lain.



Gambar 16. Arduino UNO

Sumber : (<https://www.robotistan.com/arduino-uno>)

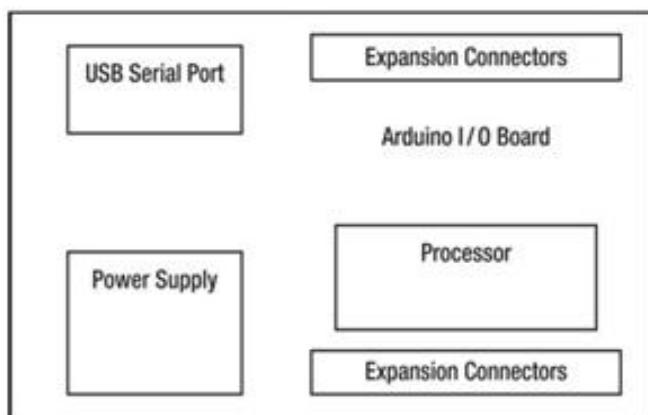
Arduino uno menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin *input* analog dan 14 pin digital *input* dan *output*. Untuk 6 pin analog difungsikan sebagai *output* digital jika diperlukan *output* digital tambahan selain 14 pin yang telah disediakan. Di bawah ini merupakan tabel deskripsi mengenai spesifikasi dari Arduino Uno.

Tabel 1. Tabel Spesifikasi Arduino Uno (Sumber : Datasheet Arduino Uno)

| | |
|-----------------------------|------------------|
| Mikrokontroler | Atmega328 |
| Operasi Tegangan | 5 Volt |
| <i>Input</i> Tegangan | 7-11 Volt |
| <i>Input</i> Tegangan Batas | 6-20 Volt |
| Pin I/O Digital | 14 (6 untuk PWM) |
| Pin Analog | 6 |
| Arus DC Tiap Pin I/O | 50mA |

| | |
|------------------------|--|
| Arus DC ketika 3,3V | 50mA |
| <i>Memory Flash</i> | 32KB (Atmega328) dan 0,5 KB digunakan oleh <i>bootloader</i> |
| SRAM | 2 KB (Atmega328) |
| EEPROM | 1 KB (Atmega328) |
| Kecepatan <i>Clock</i> | 16 MHz |

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (*datasheet*). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. Arduino Uno berbeda dengan semua *board* sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan *board* sebelumnya yang menggunakan chip FTDI *driver* USB-to-serial.



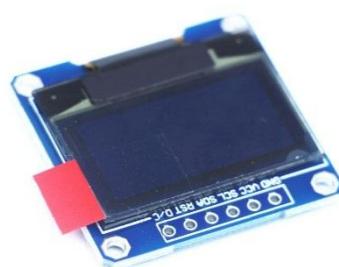
Gambar 17. Skematik Arduino

Sumber : ([dokumen pribadi](#))

F. OLED

Organic Light-Emitting Diode (OLED) atau diode cahaya organik adalah sebuah semikonduktor sebagai pemancah cahaya yang terbuat dari lapisan organik. OLED digunakan dalam teknologi elektroluminensi, seperti pada aplikasi tampilan layar atau sensor. Teknologi ini terkenal fleksibel dengan ketipisannya yang mencapai kurang dari 1 mm. OLED merupakan peranti penting dalam teknologi elektroluminensi. Teknologi tersebut memiliki dasar konsep pancaran cahaya yang dihasilkan oleh peranti akibat adanya medan listrik yang diberikan. Teknologi OLED dikembangkan untuk memperoleh tampilan yang luas, fleksibel, murah dan dapat digunakan sebagai layar yang efisien untuk berbagai keperluan layar tampilan.

OLED pada pembahasan kali ini juga berfungsi sebagai monitoring besaran sudut yang dihasilkan oleh pergerakan buka tutup dari *water intake* sistem mikrohidro. Selain membaja besaran sudut, OLED pada pembahasan kali ini juga akan membaca ketinggian air dari titik 0 sampai titik tertinggi dari pembacaan sensor Ultrasonic yang sudah terpasang.



Gambar 18. OLED penampil *output* ketinggian air

Sumber : (<https://www.alibaba.com/product-detail/mini-HDMI-screen>)

Mekanisme kerja OLED yaitu jika pada elektrode diberikan medan listrik, fungsi kerja katode akan turun dan membuat elektron-elektron bergerak dari katode menuju pita konduksi di lapisan organik. Keadaan ini mengakibatkan munculnya lubang (*hole*) di pita valensi. Anode akan mendorong lubang untuk bergerak menuju pita valensi bahan organik. Keadaan ini mengakibatkan terjadinya proses rekombinasi elektron dan lubang di dalam lapisan organik dimana elektron akan turun dan bersatu dengan lubang lalu memberikan kelebihan energi dalam bentuk foton cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Pada akhirnya akan diperoleh satu jenis pancaran cahaya dengan panjang gelombang tertentu bergantung pada jenis bahan pemancar cahaya yang digunakan.

Ada beberapa kelebihan dari penggunaan OLED adalah sebagai berikut,

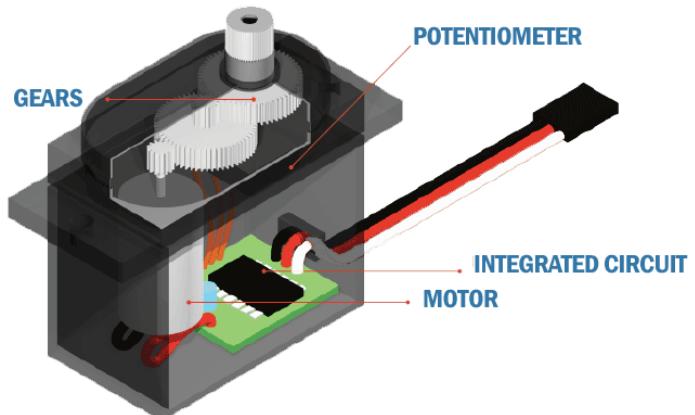
1. Tampilan OLED baru dan menarik. Layar terbuat dari gabungan warna dalam kaca transparan sangat tipis sehingga ringan dan fleksibel.

2. Kemampuan OLED untuk beroperasi sebagai sumber cahaya yang menghasilkan cahaya putih terang saat dihubungkan dengan sumber listrik.
3. Konsumsi daya listrik yang rendah dan terbuat dari bahan organik menjadikan OLED sebagai teknologi ramah lingkungan.
4. Biaya operasional yang relatif rendah dan proses perakitan yang relatif sederhana dibandingkan LCD. OLED dapat dicetak ke atas substrat yang sesuai dengan menggunakan teknologi pencetak tinta semprot (inkjet printer).
5. Memiliki jangkauan wilayah warna, tingkat terang, dan tampilan sudut pandang yang sangat luas. Piksel OLED memancarkan cahaya secara langsung sedangkan LCD menggunakan teknologi cahaya belakang (*backlight*) sehingga tidak memancarkan warna yang sebenarnya.
6. OLED memiliki waktu reaksi yang lebih cepat. Layar LCD memiliki waktu reaksi 8-12 milisekon, sedangkan OLED hanya kurang dari 0.01 ms.
7. OLED dapat dioperasikan dalam batasan suhu yang lebih lebar.

Setelah melihat uraian dari kelebihan sistem OLED dibandingkan dengan LCD maka pada pembahasan atau pembuatan tugas akhir ini menggunakan OLED. Karena memikirkan tingkat efisiensi dan juga mempertimbangkan biaya yang dikeluarkan untuk membuat sebuah monitoring ketingian air dan juga besaran sudut yang dihasilkan.

G. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat 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.



Gambar 19. Komponen dalam Motor Servo

Sumber : (<https://www.kisspng.com/png-servomechanism-servomotor-arduino-servo-control>)

Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros *output* akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum,

dan jika belum, maka kontrol *input* akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol *loop* tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari sistem kontrol *loop* tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

| Spesifikasi | |
|--------------------------|--------------------------|
| <i>Weight</i> | 9g |
| <i>Dimension</i> | 23x12.2x29 mm |
| <i>Stall Torque</i> | 1.8kg/cm(4.8V) |
| <i>Gear type</i> | POM gear set |
| <i>Operating speed</i> | 0.1sec/60degree(4.8v) |
| <i>Operating voltage</i> | 4.8v |
| <i>Temperature range</i> | 0°C- 55°C |
| <i>Dead band width</i> | 1us |
| <i>Power Supply</i> | Through External Adapter |
| <i>servo wire length</i> | 25 cm |
| <i>Servo Plug</i> | JR (Fits JR and Futaba) |

Spesifikasi lengkap mengenai *datasheet* dari servo sg90 dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Tabel Spesifikasi servo sg90 (Sumber : Datasheet servo sg90)

1. Jenis-jenis motor servo sebagai berikut,

a. Motor servo standar 180 derajat

Motor Servo Standar dengan 180 derajat merupakan salah satu jenis motor yang memiliki kemampuan berputar searah ataupun berlawanan dengan jarum jam. Sesuai dengan jenisnya, maka motor ini memang memiliki kemampuan difleksi hingga 180 derajat dengan perhitungan masing-masing sudutnya 90 derajat untuk bagian kanan-kiri-bawah-atas. Untuk jenis model motor servo yang satu ini memang sering digunakan sebagai penggerak pergelangan kaki atau tangan pada robot karena kemampuannya yang dapat berputar.

b. Motor servo *continuous*

Untuk jenis motor servo *continuous* juga memiliki kemampuan yang sama dengan motor servo standar 180 derajat yaitu sama-sama memiliki kemampuan berputar searah maupun berlawanan dengan jarum jam. Perbedaan antar keduanya adalah motor servo *continuous* tidak memiliki sudut difleksi sehingga dapat berputar secara kontinyu. Dengan demikian jenis motor servo yang satu ini juga sering kali digunakan sebagai penggerak pergelangan kaki ataupun tangan pada sebuah robot dengan kemampuan berputarnya secara kontinyu tidak membentuk sudut difleksi.

Selain dari jenis - jenis dan karakteristik motor servo mulai dari yang mempunyai sudut putaran dari 180 derajat sampai 360 derajat, motor sevo juga mempunyai kelebihan dan juga tingkat efisiensi.

2. Kelebihan dan tingkat efisiensi motor servo penggunaan sebagai berikut,
 - a. Tidak bergerak saat dijalankan, artinya Motor servo ini merupakan jenis motor yang sangat bagus untuk diterapkan di komponen robot. Mesin ini sangatlah minim atau bahkan tidak ada getaran ketika digunakan. Dengan kelebihan tersebut, maka robot akan dapat berjalan dengan mulus atau halus pada akhirnya kesempurnaan dari robot tersebut dapat dikatakan mendekati sempurna.
 - b. Daya yang dihasilkan sesuai ukuran motor, ketika menggunakan motor jenis servo, dapat dipastikan motor ini akan memberikan kepuasan yang maksimal. Selain mesin ini tanpa getaran ketika digunakan, mesin ini juga dapat menghasilkan daya yang sesuai dengan ukuran motor sehingga tidak menimbulkan *over* pada daya yang dihasilkan.
 - c. Memiliki sistem yang banyak digunakan pada perangkat elektronik, Motor ini memiliki sistem umpan balik *loop*. Umpan balik *loop* sendiri ternyata banyak digunakan atau di terapkan pada alat elektronik rumah tangga seperti kulkas dan setrika. Tidak hanya itu tentunya, masih banyak alat elektronik lain yang menggunakan sistem *loop*.