

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Golang

PLTA Golang merupakan perusahaan pembangkit Listrik Tenaga Air yang terletak di Desa Kuwiran, Kecamatan Kare, Kabupaten Madiun, Jawa Timur. PLTA Golang memanfaatkan air dari Sungai Catur yang dialirkan melalui sebuah terowongan bawah tanah sepanjang 1.800 meter, kemudian diendapkan di Kolam Tando dengan pipa pesat sepanjang 404 m dan dengan diameter 0,9 m, air memutar turbin dengan tinggi jatuh 88,5 meter.

Beroperasinya PLTA Golang secara komersial telah diresmikan oleh Bapak Menteri PUTL Ir. Djuanda pada tanggal 17 Agustus 1959, dengan kapasitas terpasang 3 x 1280 KVA, dapat memproduksi energi listrik sebesar 11.000.000 Kwh per tahun, disalurkan dengan jaringan 25 KV ke Gardu Induk Dolopo.

Ditinjau secara umum, tujuan dibangunnya PLTA Golang yaitu untuk pembangkitan tenaga listrik dengan memberikan daya listrik dengan tiga unit pembangkit yang masing-masing dengan daya terpasang sebesar 1.280 KVA. Untuk pembangkitan tenaga listriknya PLTA Golang mengoperasikan tiga unit generator dengan *prime mover* Turbin Perancis. Dengan turbin tersebut PLTA Golang membutuhkan debit air dalam jumlah yang besar untuk melakukan operasi, sehingga jam operasi unit pembangkitannya sangat ditentukan besar kecilnya debit air.

2.2 Generator

Menurut Zuhail (1995), generator merupakan sumber tegangan listrik akibat perubahan energi gerak menjadi energi listrik. Hukum Faraday menjadi prinsip dasar kerja generator dimana ketika di dalam sebuah medan magnet diputarakan suatu penghantar yang memotong garis-garis gaya magnet, maka akan menimbulkan garis gaya listrik (ggl) pada ujung penghantarnya. Berbagai macam sumber energi yang menggerakkan

generator, misalnya turbin yang memanfaatkan energi gerak dari air menggerakkan generator pada PLTA.

Terdapat dua tipe generator. Pertama adalah generator arus bolak-balik (AC) yang menghasilkan tegangan bolak-balik. Kedua yaitu generator arus searah (DC) yang menghasilkan tegangan searah. Dalam penelitian ini digunakan generator arus bolak-balik (AC).

Generator arus bolak-balik memiliki empat bagian utama di antaranya sebagai berikut:

1. Stator

Stator merupakan bagian statis dari generator yang menghasilkan tegangan bolak-balik dan berfungsi melindungi bagian dalam generator.

2. Rotor

Rotor merupakan bagian dinamis dari generator yang terdiri dari inti kutub dan kumparan magnet serta berperan menghasilkan medan magnet yang menginduksikan ke stator.

3. Rangka stator

Stator merupakan bagian generator yang tidak bergerak, dimana pada stator ini terdapat kumparan utama atau kumparan jangkar. Sedangkan inti stator terdiri dari baja silicon berlaminasi. Konstruksi inti seperti ini dimaksudkan untuk menghindari kerugian akibat arus yang terlalu besar.

4. *Slip ring* atau cincin geser

Slip ring atau cincin geser merupakan bagian pada generator yang berputar bersama-sama dengan poros dan rotor, terdiri dari sikat positif dan sikat negatif, berguna untuk mengalirkan arus penguat magnet pada lilitan magnet pada rotor.

2.3 Turbin

Turbin air merupakan alat yang merubah energi translasi air di dalam pipa pesat (*pentstock*) menjadi energi mekanik pada poros turbin, melalui sudu-sudu gerak (*runner*). Energi mekanik turbin inilah yang menggerakkan rotor generator, yang menghasilkan gerakan rotasi untuk menghasilkan daya listrik.

Guide vane (sudut hantar) merupakan bagian dari turbin yang berfungsi sebagai pintu masuk air dari spiral case menuju ke *runner*. *Guide vane* berfungsi untuk menyesuaikan banyaknya air yang menjalankan turbin dengan pembebanan daya listrik yang selalu berubah (Herman, 2005).

2.4 Monitoring Level Air

Menurut Suryantoro dan Budiyanto (2019), monitoring ialah suatu kegiatan pemantauan atau proses pengamatan yang umumnya dilakukan untuk suatu tujuan tertentu, seperti untuk memeriksa terhadap proses sekaligus objek atau untuk mengevaluasi suatu kondisi. Proses monitoring ini berperan untuk memperoleh data yang kemudian akan diproses setelah data tersebut terkirim dari sistem monitoring. Sehingga, dalam proses monitoring harus ditentukan terlebih dahulu parameter-parameter yang menjadi acuan dalam pemantauan.

Sedangkan yang dimaksud level dalam penelitian ini merupakan ketinggian dan debit air di dalam KTH. Pengukuran suatu level dan debit air dimaksudkan untuk mengetahui ketinggian air di dalam KTH yang dihitung dari dasar KTH, dan juga menghitung debit air yang masuk kedalam KTH. Dengan demikian, monitoring level air artinya proses pemantauan ketinggian suatu permukaan air dalam sebuah tempat melalui pengukuran berdasarkan parameter-parameter acuan.

2.5 Kolam Tando Harian (KTH) PLTA Golang

Kolam tando harian PLTA Golang merupakan tempat penampungan air dari aliran Sungai Catur, dimana air yang diterima merupakan buangan dari PLTA Giringan. Fungsi dari KTH sendiri adalah sebagai tempat penampungan air sementara dan tempat pengendapan sendimen. Kedalaman KTH PLTA Golang adalah 3 meter, dengan ketinggian air minimal yang diperbolehkan saat beroperasi mesin pembangkit listrik adalah 2 meter. Ketinggian air kurang dari 2 meter sangat membahayakan mesin saat beroperasinya mesin pembangkit. Karena pada ketinggian air dibawah 2 meter ditakutkan ada sendimen yang terbawa masuk kedalam mesin

pembangkit. Spesifikasi waduk PLTA Golang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Spesifikasi Waduk PLTA Golang

Parameter	Waduk PLTA Golang
Tipe	Kolam Tando Harian
Kapasitas maksimal	20.000 m ³
Isi efektif	10.000 m ³
Panjang	333 m
Lebar	20 m
Luas KTH	6.660 m ²
Tinggi	3 m

Pada KTH PLTA Golang terdiri dari:

- a. Saluran tertutup/terowongan
Saluran tertutup/terowongan berfungsi untuk mencegah tersumbatnya saluran air dari bahan-bahan tanah yang mudah jatuh dari sekeliling aliran air.
- b. Saluran terbuka
Saluran penerus air dari terowongan masuk ke dalam KTH
- c. Pintu air
Untuk mengatur level masuk dan keluarnya air di dalam KTH.
- d. *Spill Way* (Saluran Pelimpah)
Spill Way berfungsi melindungi waduk dari bahaya banjir. *Spill Way* dilengkapi dengan sebuah anak pintu (*flap gate*) dipasang di depan pintu, yang digunakan untuk mengalirkan kotoran terutama pada musim penghujan.
- e. Saluran *By Pass*
Saluran air cadangan apabila dilakukan pengurasan KTH.
- f. Saluran *Over Lat*/Pembuangan
Saluran yang berfungsi untuk membuang air dari KTH jika kapasitas air melebihi kapasitas tampung air KTH dan juga saluran pembuangan untuk menguras sedimen.

g. Bak Penyaring

Sebagai bak penyaring pasir sebelum air masuk ke dalam *intake* yang kemudian masuk kedalam pipa pesat.

2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Menurut Abdul Kadir (2014), sensor ultrasonik adalah sensor yang dapat dimanfaatkan untuk mengetahui jarak suatu objek dari sensor dengan cara mengirimkan gelombang suara dan memantau pantulannya. Sensor ini bisa dipakai diberbagai aplikasi seperti mengukur kedalaman dan untuk mengukur jarak sebuah objek.

Dalam penelitian ini digunakan sensor ultrasonik HC-SR04. Didalam Sensor ultrasonik HC-SR04 terdapat sebuah rangkaian yang membangkitkan sinyal 40 kHz, mikrofon ultrasonik untuk mendeteksi pantulan suara yang dihasilkan speaker, dari sebuah speaker yang akan mengubah sinyal menjadi suara (Abdul Kadir, 2014).



Gambar 2.1 Sensor ultrasonik HC-SR04

Modul sensor HC-SR04 yang tampak pada Gambar 2.1 memiliki 4 pin. Rincian pin dan spesifikasi sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.2 Rincian Pin pada Sensor HC-SR04

Pin	Keterangan
Pin 1	Vcc (dihubungkan ke tegangan +5 V)
Pin 2	Trig (untuk mengirimkan gelombang suara)
Pin 3	Echo (untuk menerima pantulan gelombang suara)
Pin 4	Gnd (dihubungkan ke <i>ground</i>)

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

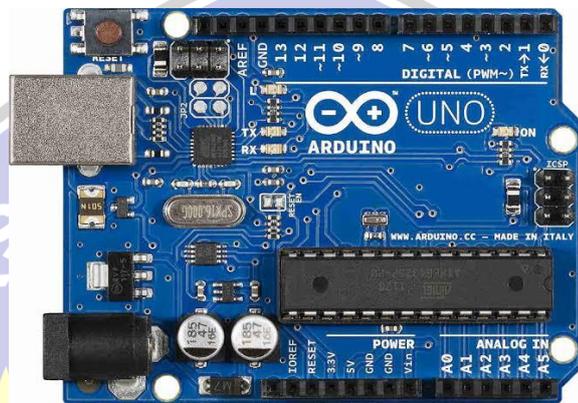
Parameter	Sensor HC-SR04
Tegangan Operasi	5 V DC
Arus	15 mA
Frekuensi	40 kHz
Jarak Maksimum	4 m
Jarak Minimum	2 cm
Sudut Pengukuran	15 derajat
Lebar Sinyal <i>Input Trigger</i>	10 uS

Prinsip kerja dari sensor ultrasonik adalah pertama komponen piezoelektrik membangkitkan sebuah sinyal yang memiliki frekuensi di atas 20 kHz atau yang umum mempunyai frekuensi 40 kHz, yang kemudian dipancarkan oleh suatu *transmitter* yang terdapat pada sensor ultrasonik itu sendiri. Kemudian sinyal tersebut akan merambat menjadi gelombang bunyi yang memiliki kecepatan 340 m/s. Sinyal yang dipantulkan kemudian akan diterima oleh bagian *receiver* pada sensor, ketika sinyal tersebut menabrak suatu objek, untuk kemudian diproses guna menghitung jarak antara objek yang ditabrak dengan sensor.

2.7 Arduino Uno

Menurut Abdul Kadir (2014) Arduino adalah suatu perangkat yang dibuat untuk memudahkan suatu penelitian atau perwujudan berbagai peralatan berbasis mikrokontroler, misalnya pelacakan lokasi kendaraan, otomatis akses pintu ruangan, dan monitoring level air di waduk untuk

pengambilan keputusan. Berbagai macam jenis arduino. Dalam penelitian ini digunakan Arduino Uno. Selain karena memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler serta bersifat *open source* dari sisi perangkat lunak dan perangkat kerasnya, Arduino Uno dipilih karena cara penggunaannya yang mudah yaitu hanya dengan menggunakan kabel USB dapat menyambungkan arduino ke komputer untuk mulai melakukan sebuah pemrograman.



Gambar 2.2 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan sebuah board mikrokontroler yang berbasis pada ATmega328. Spesifikasi pada Arduino Uno Mikrokontroler ATmega328 dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Uno Mikrokontroler ATmega328

Mikrokontroler	ATmega328
Tegangan operasi	5V
Tegangan <i>input</i> (disarankan)	7-12 V
Tegangan <i>input</i> (batas)	6-20 V
Pin Digital I/O	14
Pin PWM Digital I/O	6
Pin Input analog	6
Arus DC per I/O	20 Ma

Arus DC untuk 3.3 V	50 Ma
Memori flash	32 KB (ATmega328) dimana 0.5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Kecepatan <i>Clock</i>	16 Hz

2.8 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Menurut Abdul Kadir (2014), komponen LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan sebuah komponen yang memiliki fungsi menampilkan suatu karakter tertentu pada suatu tampilan (*display*) dengan menggunakan bahan utama yaitu berupa *liquid crystal* yang memiliki peran sebagai penghasil cahaya dimana daya tersebut akan membentuk suatu karakter tertentu. Salah satu dari bentuk LCD dapat digunakan untuk menampilkan 4 x 20 karakter. Komponen LCD ini memiliki 16 pin dan masing-masing fungsinya ditunjukkan pada Tabel 2.5.



Gambar 2.3 LCD display 2 x 16 karakter

Tabel 2.5 Pin-Pin di LCD

No. Pin	Nama Pin	Keterangan
1	VSS	Dihubungkan ke <i>ground</i>
2	VDD	Catu daya positif
3	V0	Pengatur kontras. Potensiometer 10 kilo Ohm bisa digunakan untuk mengatur tingkat kontras
4	RS	<i>Register Select:</i> RS = HIGH untuk mengirim data RS = LOW untuk mengirim instruksi
5	R/W	Read/Write control bus R/W = HIGH untuk membaca data di LCD
6	E	Data Enable; E= HIGH supaya LCD dapat diakses
7	DB0	Data
8	DB1	Data
9	DB2	Data
10	DB3	Data
11	DB4	Data
12	DB5	Data
13	DB6	Data
14	DB7	Data
15	BLA	Catu daya positif untuk layar
16	BLK	Catu daya negatif untuk layar

2.9 Motor Servo

Menurut Abdul Kadir (2014), motor servo merupakan jenis motor yang memiliki 3 kabel, dari ketiga kabel tersebut digunakan sebagai catu daya, kontrol dan *ground*. Untuk memutar rotor kearah posisi tertentu merupakan fungsi dari kabel kontrol. Motor servo dapat digunakan pada alat ukur yang bersifat analog misalkan untuk menggerakkan lengan robot. Contoh dari motor servo diperlihatkan pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Servo driven control valve 1/4 inchi

Menurut Muhtar (2017), sistem kontrol pada motor servo adalah sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup yang dipergunakan untuk memantau gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Motor servo merupakan jenis dari motor DC, yang memiliki serangkaian *gear* di dalamnya. *Gear* tersebut melekat pada poros motor DC. Fungsi dari *gear* tersebut adalah meningkatkan torsi motor servo, rangkaian kontrol, dan potensiometer yang berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo serta memperlambat putaran poros.

Cara mengendalikan motor servo dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa PWM (*Pulse Wide Modulation*) melalui kabel kontrol. Sudut putaran dari poros motor servo ditentukan dari lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan. Poros motor servo akan berputar ke posisi yang telah diperintahkan, kemudian akan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi demikian ketika lebar pulsa kendali telah diberikan. Dengan kekuatan dari torsi yang dimilikinya, sebuah motor servo akan mencoba menahan atau melawan, jika ada kekuatan luar secara manual ingin memutar posisi awal servo motor (Muhtar, 2017).

Menurut Suhardi (2019) kombinasi antara motor servo dengan kran air adalah metode kontrol kran otomatis dengan menggunakan sebuah motor. motor servo yang dapat diatur putarannya dapat disesuaikan dengan seberapa besar bukaan sebuah kran. Dengan demikian besar bukaan kran

dari tertutup sampai terbuka penuh, ataupun dengan besaran bukaan tertentu dapat dikontrol menggunakan motor servo.

2.10 Flow Meter

Flow meter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran, jumlah maupun volume suatu gas ataupun fluida. Water flow sensor terdiri dari body, kemudian rotor dan sensor *Hall Effect*. Prinsip kerja dari flow meter yaitu ketika fluida atau gas melalui rotor, maka rotor akan berputar sehingga kecepatan putaran rotor akan mempengaruhi flow rate. Output dari sensor *Hall Effect* pada Sensor flow meter akan mengeluarkan output signal, atau pulse.

Output kecepatan pulse berbanding lurus dengan kecepatan fluida atau gas yang melalui rotor. Prinsip kerja sensor ini sebenarnya mirip dengan kincir air. Semakin cepat debit air yang melalui sebuah kincir maka semakin cepat pula perputaran kincir tersebut. Untuk menghitung debit air dapat digunakan rumus

$$\text{Flow rate (l/min)} = \frac{\text{pulse frequency}}{7.5}$$

Contoh dari motor servo dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Flow Meter

2.11 Buzzer

Buzzer adalah salah satu komponen dalam elektronika yang tergolong keluarga transduser. Buzzer sering disebut juga dengan nama lain yaitu *beeper*. Cara kerja alat ini mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Jika ada tegangan listrik atau aliran catu daya yang mengalir pada sebuah rangkaian dengan menggunakan piezoelectric, maka pada piezoelectric akan terjadi pergerakan mekanis. Gerakan tersebut mengakibatkan perubahan energi listrik menjadi energi suara. Frekuensi yang dihasilkan oleh Piezoelectric berkisar antara 1 – 5 kHz hingga 100 kHz yang dapat diaplikasikan pada *Ultrasound*.



Gambar 2.6 Buzzer