



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Aquaponic*

Aquaponic adalah salah satu sistem metode pertanian vertikal yang bertujuan memanfaatkan lahan sempit sebagai usaha untuk mengembangkan hasil pertanian. *Aquaponic* merupakan kombinasi antara akuakultur dengan hidroponik yang menghasilkan simbiosis mutualisme atau saling menguntungkan. Akuakultur merupakan budidaya ikan, sedangkan hidroponik adalah budidaya tanaman tanpa tanah yaitu dengan memanfaatkan air. [1]



Gambar 2.1 *Aquaponic*

Sumber : <https://www.rumah.com/>

Sistem *Aquaponic* dalam prosesnya menggunakan air dari kolam ikan, air mengandung nutrisi yang berasal dari budidaya ikan dapat menjadi sumber pupuk alami untuk tanaman. Tanaman berfungsi sebagai filter vegetasi, yang akan mengurai zat racun yang berasal dari limbah ikan menjadi zat yang tidak berbahaya bagi ikan. Penggunaan metode ini dibanding dengan pertanian konvensional atau tradisional lebih efisien, mampu beradaptasi, dan memiliki manfaat yang lebih untuk memberikan solusi akan kebutuhan lahan pertanian



yang sempit. *Aquaponic* yang berada di dalam ruangan-ruangan tertutup dapat melindungi tanaman dari jenis ancaman, seperti hama, pergantian musim, banjir, dan kekeringan. *Aquaponic* juga menghasilkan produk tanaman yang lebih berkualitas, dikarenakan kondisi ruangan dapat diatur, baik itu temperatur, pencahayaan, dan kelembapan.

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH)

Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi air berskala kecil dan *output* yang dihasilkan < 5 KW. Pembangkit listrik tenaga piko hidro memanfaatkan aliran-aliran dari irigasi, sungai-sungai yang rendah karena pembangkit listrik tenaga piko hidro dapat bekerja meskipun dengan aliran air yang tidak begitu deras. Semakin besar debit aliran air maupun ketinggiannya dari instalasi, maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Klasifikasi umum pembangkit listrik tenaga air dapat dilihat pada **Tabel 2.1** berikut.

Tabel 2.1 Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air

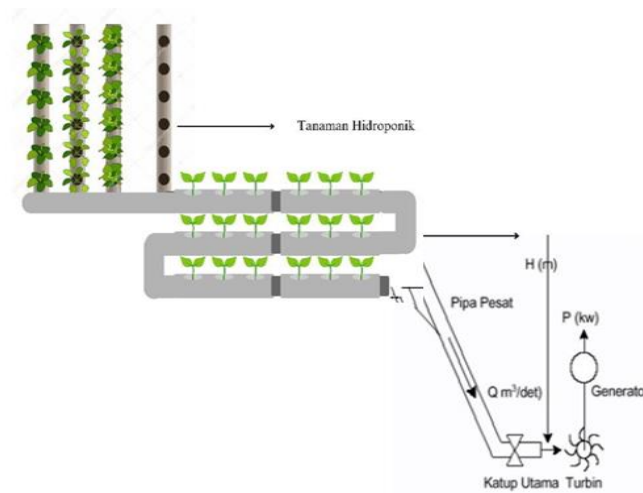
No	Nama	Kapasitas Pembangkit
1	PLTA piko hidro	< 5 kW
2	PLTA miko hidro	5 sampai 100 kW
3	PLTA mini hidro	100 sampai 1.000 kW
4	PLTA skala kecil	1.000 sampai 10 MW
5	PLTA skala besar	>10 MW

Dari tabel di atas, PLTPH merupakan pembangkit listrik tenaga air yang memiliki kapasitas kurang dari 5 kWatt. PLTPH menjadi salah satu alternatif sumber energi listrik yang ramah lingkungan (*clean energy*) yang dapat menjangkau daerah-daerah yang belum dialiri sumber listrik untuk memenuhi kebutuhan.



PLTPH juga merupakan pembangkit listrik jenis *run of river* dimana *head* diperoleh tidak dengan cara membangun bendungan besar, melainkan dengan mengalirkan aliran air dari sisi ke sisi lainnya dimana beda ketinggian yang diperlukan sudah diperoleh sesuai dengan rancangan. Salah satunya yaitu dengan memanfaatkan aliran air pada sistem pertanian vertikal yaitu *Aquaponic*.

Pembangkit listrik tenaga piko hidro memanfaatkan aliran air yang jatuh dari *Aquaponic* yang berfungsi untuk memutar sudu turbin (*runner*), selanjutnya energi mekanik dari putaran poros turbin air akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. Adapun skema Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro dengan memanfaatkan air *Aquaponic* dapat dilihat pada gambar 2.2.



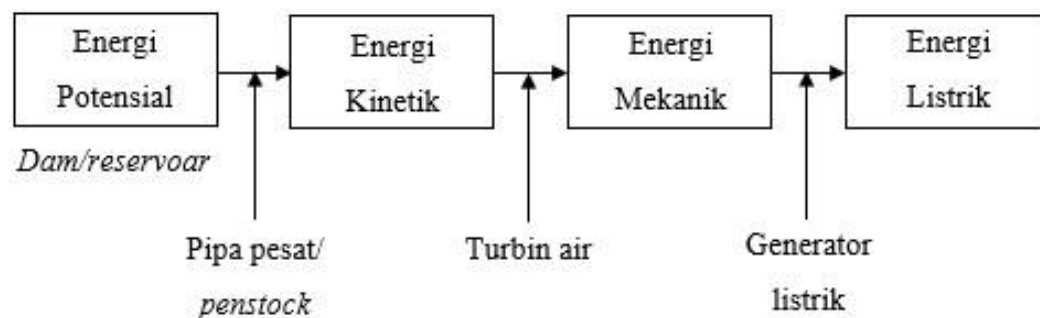
Gambar 2.2 PLTPH *Aquaponic*

Sumber : jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek



2.2.1 Prinsip Kerja PLTPH

PLTPH pada prinsipnya memanfaatkan debit aliran air yang memiliki ketinggian (*head*) tertentu pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air akan menggerakkan turbin air sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi tersebut selanjutnya akan menggerakkan generator dan generator tersebut akan menghasilkan listrik. Sebuah skema PLTPH ini memerlukan dua hal yaitu debit aliran air dan ketinggian (*head*) untuk menghasilkan energi yang dapat dimanfaatkan. Mekanisme perubahan energi pada PLTPH adalah sebuah sistem pengubah energi dari ketinggian (*head*) tertentu dan debit aliran air (energi potensial) ke dalam bentuk energi mekanik dan energi listrik. Adapun Mekanisme perubahan energi pada PLTPH tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2.3 Mekanisme Perubahan Energi

Sumber : pribadi

Potensi daya air pada PLTPH merupakan sejumlah daya yang dimiliki air dengan pengaruh besarnya debit aliran air dan ketinggian (*head*) air tersebut. Besarnya debit aliran air berbanding lurus terhadap daya yang dihasilkan. Begitu juga dengan tinggi jatuh air, tekanan yang dihasilkan air terhadap turbin air akan besar bila *head* besar. [2]

2.3 Turbin Air

Turbin Air merupakan alat yang berfungsi mengubah energi potensial fluida menjadi energi mekanik yang kemudian diubah lagi menjadi energi listrik pada



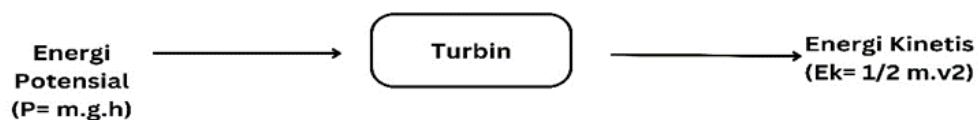
generator. Pada rancang bangun tugas akhir ini menggunakan turbin jenis pelton. Turbin Pelton merupakan pengembangan dari turbin impuls yang ditemukan oleh S.N.Knight tahun 1872 dan N.J. Colena tahun 1873 dengan pasang mangkok - mangkok pada roda turbin. Pada rancang bangun PLTPH ini menggunakan turbin air berjenis pelton seperti pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Turbin pelton

Sumber : <https://engineeringlearner.com/types-of-turbine/>

Turbin pelton adalah jenis turbin air yang digunakan pada tinggi jatuh air dan digolongkan ke dalam jenis turbin impuls atau tekanan sama karena selama air mengalir di sepanjang bucket, turbin tidak terjadi penurunan tekanan. [3]

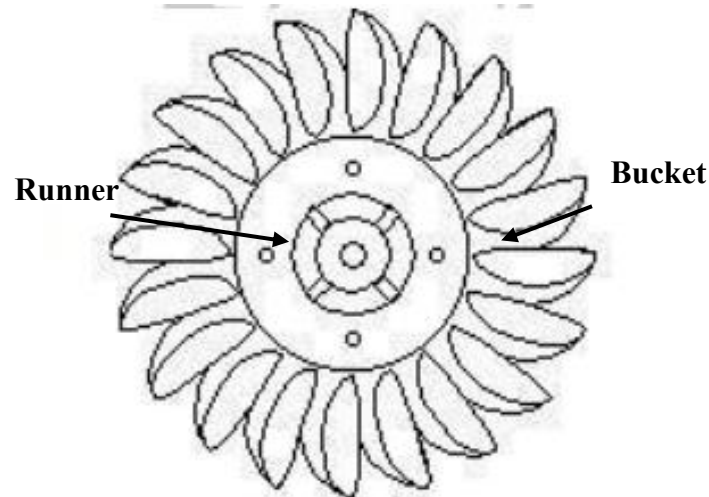


Gambar 2.5 Proses perubahan energi pada turbin



2.3.1 Bagian-Bagian Turbin Pelton

Turbin Pelton terdiri dari dua bagian yaitu, *Runner* dan *Bucket* (Sudu).



Gambar 2.6 Bagian-bagian Turbin Pelton

Sumber : <https://engineeringlearner.com/types-of-turbine/>

2.3.1.1 Runner

Runner turbin pelton terdiri atas cakera yang terhubung dengan bucket terpasang disekelilingnya dan Cakera dipasang ke poros. Besarnya diameter *runner* berpengaruh terhadap besarnya jatuh air, semakin tinggi ataupun besar head jatuh air maka ukuran *runner* akan lebih baik jika semakin besar. Pemilihan diameter runner tergantung kepada kecepatan spesifik yang telah dirancang untuk turbin. Untuk turbin dengan pemilihan kecepatan putar yang tinggi maka akan di dapat ukuran roda turbin yang kecil, momen yang kecil, dan poros yang kecil. [4]



Gambar 2.7 Runner Turbin Pelton

Sumber : <https://engineeringlearner.com/types-of-turbine/>

2.3.1.2 Sudu (Bucket)

Sudu (*Bucket*) berbentuk seperti mangkuk dengan bagian dalam yang melengkung ke arah dalam dan bagian atasnya berbentuk runcing. Pemanfaatan tinggi air jatuh (*head*) memiliki hubungan yang erat dengan bentuk sudu turbin. Untuk *head* jatuh air yang tinggi kelengkungan sudu akan lebih tajam semakin tinggi *head* jatuh air bentuk sudu akan semakin melengkung kedalam. Untuk tinggi air jatuh yang rendah kelengkungan sudu tidak terlalu melengkung. Sudu bisa dibuat dari beragam bahan. Pada penelitian ini untuk *Bucket* menggunakan *inbow dus* berbentuk bulat.



Gambar 2.8 Bucket Turbin Pelton

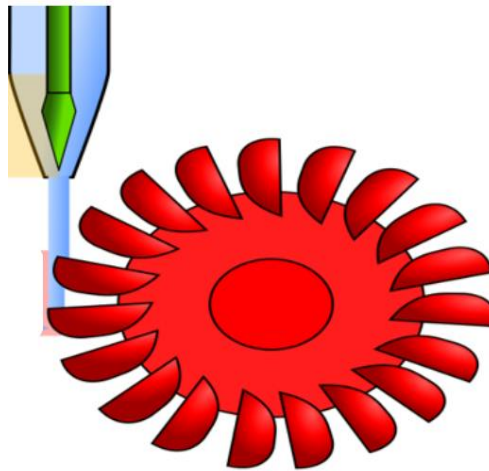
Sumber : <https://engineeringlearner.com/types-of-turbine/>



2.3.2 Prinsip Kerja Turbin Pelton

Setiap *bucket* terdiri dari dua bagian yang dipisahkan yang berfungsi sebagai pemisah, yaitu membagi pancaran air sehingga aliran ke kedua sisi *bucket* merata sehingga memungkinkan semburan air mengalir ke setiap *bucket* pada sudut yang optimal. Bentuk mangkok dari *bucket* menyebabkan energi kinetik pancaran air diubah menjadi energi mekanik secara bertahap, saat air menyelesaikan putaran 180 derajat di dalam *bucket*.

Energi mekanik memanifestasikan dirinya sebagai torsi pada poros *runner*, yang menyebabkan *runner* berputar. Setelah keluar dari *bucket*, air akan jatuh pada kolam penampungan. Karena *Runner* pelton terhubung pada poros bersama ke generator, generator mulai menghasilkan listrik segera setelah *runner* berputar. Generator mengubah energi mekanik yang disuplai oleh runner menjadi energi listrik, yang kemudian dapat ditransfer melalui jaringan listrik ke konsumen akhir.



Gambar 2.9 Jatuh Air Sebagai Penggerak Turbin Pelton

Sumber : <https://energyeducation.ca>

2.4 Generator Dc

Generator merupakan alat yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Berdasarkan arah arusnya generator terbagi dua yaitu generator arus searah atau DC dan generator arus bolak-balik atau AC. Generator



yang akan digunakan adalah generator DC. Generator DC akan membangkitkan listrik dengan arus searah. [5]



Gambar 2.10 Generator

Sumber : <https://leisonmotor.en.made-in-china.com/>

Generator bekerja berdasarkan prinsip kerja induksi elektromagnetik atau fluksi yang kemudian mengubah energi listrik. Energi mekanik dipergunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar di dalam medan magnet. Berdasarkan hukum Faraday, maka pada kawat penghantar akan timbul ggl induksi yang besarnya sebanding dengan laju perubahan fluksi yang dilingkupi oleh kawat penghantar. Bila kumparan kawat tersebut merupakan rangkaian tertutup, maka akan timbul arus induksi. Efisiensi generator dapat dihitung dengan menggunakan rumus yaitu sebagai berikut:

$$\eta_g = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad [6]$$

Dimana , η_g = Efisiensi generator (%)

P_{out} = Daya output yang dihasilkan (Watt)

P_{in} = Daya input generator(Watt)



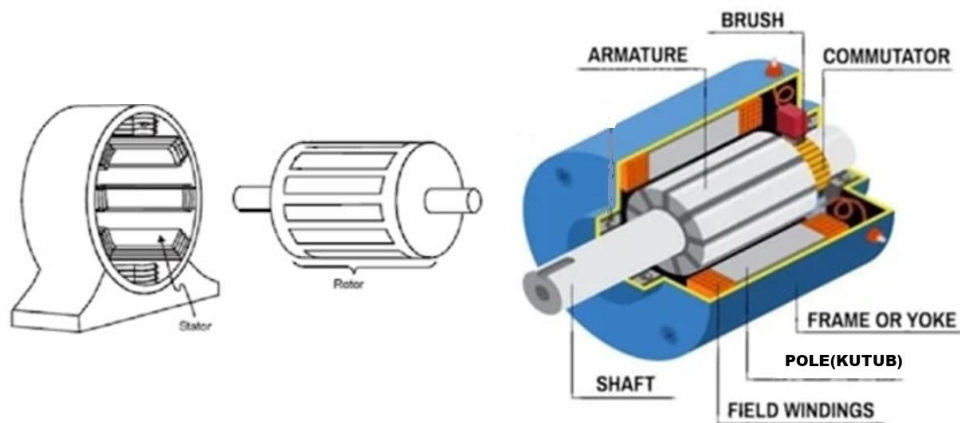
Adapun spesifikasi generator yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.2 Spesifikasi Generator DC

Spesifikasi	
Merk	ZYT3424
Type	Generator DC
Power	30 Watt
Speed	2000 Rpm
V_{out}	0-120 V Dc
Pole	4

2.4.1 Kontruksi Generator DC

Generator DC terdiri dari dua bagian utama, yaitu stator dan rotor. Rotor merupakan bagian generator yang bergerak. Sedangkan Stator merupakan bagian generator yang diam.



Gambar 2.11 Konstruksi Generator DC

Sumber : <https://www.scribd.com/document/527240511/Generator-Dc/>



2.4.1.1 Stator

Stator merupakan bagian generator yang diam. Stator terdiri dari : *Frame* atau *Yoke*, Kutub (*Pole*), *Field Windings*, *Brush* , dan *Terminal Box*. Adapun bagian bagian Stator dapat dilihat pada Gambar 2.3.[7]

A. *Frame* atau *Yoke*

Frame atau *yoke* yaitu tempat meletakkan sebagian besar komponen mesin dan melindungi bagian mesin. *Frame* juga memiliki fungsi sebagai mengalirkan fluks magnet yang timbul dari kutub – kutub medan. *Frame* dibuat dengan menggunakan bahan yang kuat dan memiliki sifat ferromagnetic yang memiliki permeabilitas tinggi untuk melewatkan fluks magnet itu. *Frame* motor arus searah (Motor DC) ini biasa dibuat dari bahan *cast steel* atau baja tuang atau bisa dari baja lembaran atau *rolled steel* yang berfungsi sebagai penopang mekanis dan juga sebagai bagian dari rangkaian magnet.

B. Kutub (*Pole*)

Kutub atau *Pole* terletak di bagian dalam *frame* atau *yoke*. Kutub berfungsi untuk menghasilkan fluks magnet. Kemudian fluks magnet akan menyebar diantara stator dan rotor. Hingga kemudian akan menghasilkan medan magnet yang membantu rotor untuk tetap berputar.

C. Belitan Medan (*Field Windings*),

Belitan medan atau *Field windings* dibuat dari kabel tembaga yang melilit kutub. Belitan medan berfungsi untuk menghasilkan medan magnet statis pada stator. Motor DC dengan Magnet Permanen tidak perlu menggunakan Belitan Medan.

D. Sikat Karbon (*Carbon Brush*),

Sikat karbon (*Carbon Brush*) terpasang menempel pada *commutator* yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik. *Carbon Brush* biasanya terbuat dari material Karbon atau *Graphite*. Kelebihan *Carbon Brush* adalah mampu



menghantarkan energi listrik tanpa menimbulkan percikan api yang dapat merusak komponen lainnya.

2.4.1.2 Rotor

Rotor merupakan bagian generator yang bergerak. Rotor terdiri dari : Komutator, Inti angker , Belitan angker, dan Poros (*Shaft*). Adapun bagian bagian Rotor dapat dilihat pada Gambar 2.3.

A . Komutator

Komutator terdiri dari sejumlah segemen tembaga yang berbentuk lempengan – lempengan yang disusun ke dalam silinder terpasang pada poros. Tiap lempengan atau segmen komutator terisolasi dengan baik antara satu sama lainnya. Komutator sering diasosiasikan dengan penyerah (rectifier). Maka agar dihasilkan tegangan arus serarah yang constant, maka diperlukan komutator dengan jumlah yang banyak jumlahnya. Bahan isolasi ini yang digunakan pada komutator adalah mika.

C. Armature

Armature atau inti angker generator listrik mengacu pada bagian berputar generator yang berisi kumpulan plat besi yang disusun dan dibentuk menjadi satu. Inti *Armature* digunakan sebagai tempat lilitan dan gulungan kumparan kawat tembaga atau Belitan Angker (*Armature Windings*) yang berujung di komutator. Rotasi angker dalam medan magnet menghasilkan arus listrik dalam kumparan, yang kemudian dapat digunakan untuk menyalakan perangkat listrik.

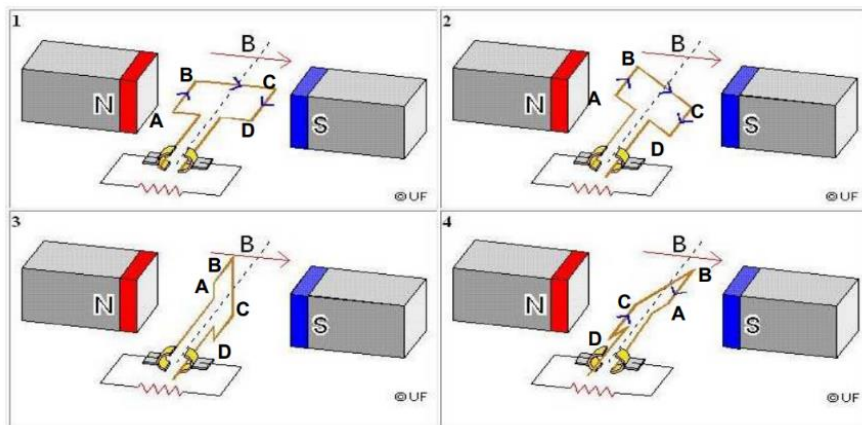
D. Poros rotor (*Shaft*)

Poros rotor (*Shaft*) merupakan komponen yang penting dalam konstruksi sebuah mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya melalui putaran, poros juga bisa berfungsi untuk mendukung bagian yang berputar, sebagai rol ataupun sebagai engsel. Poros dapat menahan beban lentur, beban tarik, beban tekan, atau beban puntir yang bersifat beban tunggal maupun beban gabungan.



2.4.2 Prinsip Kerja Generator DC

Pembangkitan tegangan yang dihasilkan oleh generator DC pada prinsipnya sama seperti generator AC. Hanya saja diperlukan satu proses penyearahan di dalam generator DC ini. Prinsip penyearahan yang dilakukan oleh komutator pada generator DC dilakukan secara mekanis. Pada dasarnya dalam prinsip penyearahan ini, terjadi perpindahan arah arus yang terjadi pada kumparan jangkar yang berputar pada medan magnet menyebabkan GGL induksi membentuk gelombang searah. Teori yang mendasari terbentuknya GGL induksi pada generator ialah Percobaan Faraday. Percobaan Faraday membuktikan bahwa pada sebuah kumparan akan dibangkitkan GGL Induksi apabila jumlah garis gay yang diliputi oleh kumparan berubah-ubah. [6]



Gambar 2.12 Prinsip Kerja Generator Dc

Sumber : Zuhail. 1995. Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Dapat dilihat pada gambar 2.12, Generator DC Sederhana dengan sebuah penghantar kutub tersebut, dengan memutar rotor (penghantar) maka pada penghantar akan timbul EMF. Kumparan ABCD terletak dalam medan magnet sedemikian rupa sehingga sisi A-B dan C-D terletak tegak lurus pada arah fluks magnet. Kumparan ABCD diputar dengan kecepatan sudut yang tetap terhadap sumbu putarnya yang sejajar dengan sisi A-B dan C-D. GGL induksi yang terbentuk



pada sisi A-B dan sisi C-D besarnya sesuai dengan perubahan fluks magnet yang dipotong kumparan ABCD tiap detik .

Ada 3 hal pokok terkait dengan GGL Induksi ini, yaitu :

1. Adanya flux magnet yang dihasilkan oleh kutub-kutub magnet.
2. Adanya kawat penghantar yang merupakan tempat terbentuknya EMF.
3. Adanya perubahan flux magnet yang melewati kawat penghantar listrik.

2.5 Pulley

Pulley adalah salah satu dari sistem transmisi mekanik yang biasa dipakai pada pembangkit listrik tenaga *picohidro*. Sistem transmisi tersebut juga berfungsi untuk mengubah kecepatan putar dari satu poros ke poros yang lain. Pada umumnya putaran turbin tidak sama daengan daerah putaran kerja generator, untuk memperoleh putaran generator sesuai dengan daerah putaran kerjanya dapat digunakan *Pulley* yang terpasang pada sumbu turbin dan sumbu generator dengan besaran diameter yang sesuai dengan ratio putaran turbin dan putaran generator yang dikehendaki.



Gambar 2.13 Skema Transmisi *Pulley*

Sumber : Pribadi

Transmisi daya berperan untuk menyalurkan daya dari poros turbin ke poros generator. Turbin memiliki putaran yang relatif lambat sehingga generator juga akan berputar lambat untuk membantu menghasilkan putaran turbin yang lambat tetapi putaran generator yang cepat makan digunakan transmisi mekanik *Pulley*. Elemen-elemen transmisi daya yang digunakan terdiri dari sabuk (*belt*), *Pulley*, kopleng, dan bantalan (*bearing*). *Belt* berfungsi untuk menyalurkan daya dari poros turbin ke poros generator, sedangkan *Pulley* berfungsi untuk menaikkan putaran



sehingga putaran generator sesuai dengan putaran daerah kerjanya. Adapun spesifikasi *Pulley* yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Spesifikasi *Pulley*

Spesifikasi	
Diameter <i>Pulley</i> 1	3 cm
Diameter <i>Pulley</i> 2	1 cm
Panjang <i>belt</i>	40 cm
Rasio	3 : 1

2.5.1 Prinsip Kerja *Pulley*

Secara umum prinsip kerja *Pulley* sistem transmisi daya dapat dikelompokkan menjadi Sistem transmisi daya langsung (direct drives) Pada system transmisi daya langsung ini, daya dari poros turbin (Rotor) langsung ditransmisikan ke poros generator yang disatukan dengan *bearing*. Dengan demikian konstruksi sistem transmisi ini menjadi lebih kompak, mudah untuk melakukan perawatan, efisiensi tinggi dan tidak memerlukan elemen mesin lain seperti *belt* dan *Pulley*. Karena transmisi daya langsung, maka generator yang digunakan harus memiliki kecepatan (putaran) poros turbin (rotor), sekitar kurang lebih 15 % perbedaannya. Alternatif lain adalah menggunakan gear box untuk mengkoreksi rasio kecepatan (putaran) antara generator dan poros turbin.

Sistem transmisi daya dengan sabuk (*Belt*) Sabuk dipakai untuk memindahkan daya antara dua poros yang sejajar. Pemilihan jenis sabuk bergantung pada besar kecilnya daya yang akan ditransmisikan pada rotor. Sabuk yang digunakan umumnya jenis flat *belt* dan V *belt*. Flat *belt* banyak digunakan pada system transmisi daya mekanik untuk picohydro dengan daya yang besar. V. *belt* digunakan pada instalasi PLTPH dengan daya dibawah 5 kW. Penggunaan sistem transmisi sabuk ini memerlukan komponen pendukung seperti *Pulley*, bantalan beserta asesorisnya. Pada system transmisi daya dengan sabuk, putaran turbin dan generator yang dihubungkan dapat berbeda dengan kata lain ada ratio putaran.



Dengan demikian range generator yang akan digunakan lebih luas dan bervariasi.
[8]

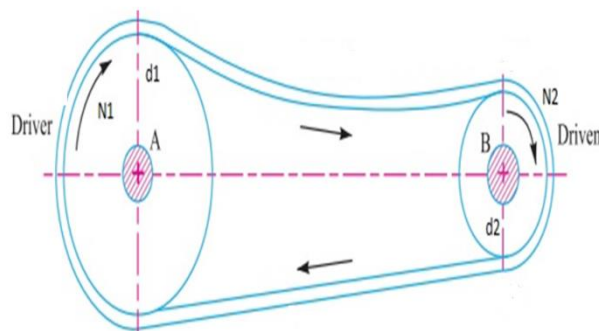


Gambar 2.14 Pulley dan Belt

Sumber : <https://uk.rs-online.com>

2.5.2 Perhitungan Belt dan Pulley

Digunakan untuk mengetahui kecepatan pulley dan belt. Gambar 2.25 merupakan timing pulley dan belt.[9]



Gambar 2.15 Perhitungan Timing pulley dan Belt

Sumber : <https://sistemtransmisi-Pulley/>



Untuk rumus utama dalam perhitungan perbandingan RPM dan diameter dapat dilihat pada persamaan 2.1 sebagai berikut :

$$d1 \times n1 = d2 \times n2 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

d1 : diameter *Pulley* penggerak (cm, mm)

n1 : Putaran permenit *Pulley* penggerak (rpm)

d2 : *Pulley* yang akan digerakkan (cm, mm)

n2 : putaran permenit *Pulley* yang digerakkan (rpm)

2.6 Flow meter

Flow meter adalah alat yang berfungsi untuk mengukur kecepatan volumetrik suatu cairan atau gas yang mengalir di dalam sebuah pipa atau instrumen aliran yang digunakan untuk menunjukkan jumlah cairan, gas, atau uap. Flow meter mengukur flow rate atau kecepatan aliran dan volume total massa pada material yang mengalir dalam kurun waktu tertentu. **Gambar 2.12** merupakan contoh gambar *Flow Meter*.



Gambar 2.16 Water Flow

Sumber: indobot.co.id



Pada sebagian besar instrumen pengukuran aliran cairan, laju aliran ditentukan secara inferensial dengan mengukur kecepatan cairan atau perubahan energi kinetik. Kecepatan bergantung pada perbedaan tekanan yang memaksa cairan melalui pipa atau saluran. Karena luas penampang pipa diketahui dan tetap konstan, kecepatan rata-rata merupakan indikasi laju aliran.

2.7 Pompa Air

Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan (fluida) dari suatu tempat ke tempat yang lain, melalui media pipa (saluran) dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung terus menerus.



Gambar 2.17 Pompa air

Sumber : <http://shinypiece.com/camplux-12v-water-pump-35psi-dc-1-2gpm-4-3lpm-diaphragm-for-caravan-rv-marine-fishing-boat/>

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (*suction*) dan bagian tekan (*discharge*). Perbedaan tekanan tersebut dihasilkan dari sebuah mekanisme misalkan putaran roda impeler yang membuat keadaan sisi hisap nyaris vakum. Perbedaan tekanan inilah yang mengisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu *reservoir* ke tempat lain. Pada jaman modern ini, posisi pompa menduduki tempat yang sangat penting bagi kehidupan manusia.



Pompa memerankan peranan yang sangat penting bagi berbagai industri misalnya industri air minum, minyak, petrokimia, pusat tenaga listrik dan sebagainya. Adapun Spesifikasi Pompa air yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Spesifikasi Pompa air

Spesifikasi	
Power	60 Watt
Tegangan	220~240 V
F.max	3000 L/H
H.max	3 m

2.8 TACHOMETER

Tachometer adalah alat ukur genggam yang digunakan untuk mengukur kecepatan benda yang berputar seperti operasi mesin, dalam satuan putaran per menit (RPM). Tachometer hadir dalam bentuk analog dan digital yang memainkan peran penting dalam menentukan *output* daya mesin. Tachometer dirancang untuk mengukur kecepatan putaran poros atau piringan saat mesin sedang bergerak.

Alat ukur tachometer ideal untuk memantau turbin dan kesehatan alat berat. Cara kerjanya yaitu, tachometer memancarkan seberkas cahaya inframerah yang diarahkan ke target reflektif. Ketika sinar cahaya mengenai target, sinar dipantulkan kembali ke sensor cahaya yang ditempatkan di dalam tachometer. Jika komponen berputar dengan baik, tachometer akan menghitung berapa kali alat ini menerima sinyal pantul yang memberikan pembacaan dalam RPM.



Gambar 2.18 Tachometer

Sumber : <https://www.anakteknik.co.id/>

2.9 Lampu LED

Lampu LED adalah lampu masa depan yang super hemat dan ramah lingkungan juga mempunyai umur yang panjang. Disebut lampu LED karena menggunakan LED sebagai penerangan. LED merupakan singkatan dari *Light Emitting Diode* yang dapat memancarkan cahaya monokromatik apabila diberikan bias tegangan maju (*bias forward*). LED sendiri merupakan komponen berupa dioda yang dapat memancarkan cahaya yang memiliki anoda (+) dan katoda(-).



Gambar 2.19 Lampu LED

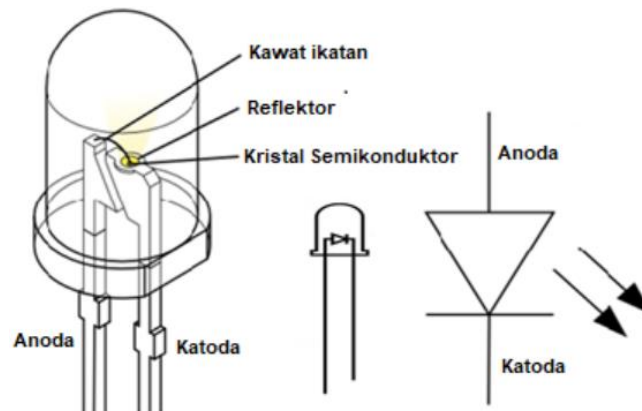
Sumber : <https://www.anakteknik.co.id/>

Berbeda dengan dioda pada umumnya, kemampuan mengalirkan arus pada LED cukup rendah yaitu maksimal 20 mA. Apabila LED dialiri arus lebih besar



dari 20 mA maka LED akan rusak, sehingga pada rangkaian LED dipasang sebuah resistor sebagai pembatas arus (resistansi).

LED (light emitting diode) merupakan bagian dari diode yang berbahan semikonduktor. Konduktor positif (P) dan konduktor negatif (N) sebagai penghantar aliran listrik sama halnya seperti diode biasa, tetapi LED dapat menancarkan cahaya ketika dialiri arus dan tegangan pada penampang semikonduktor dari Anoda ke Katoda, seperti gambar 2.19 sebab proses itulah diode disebut merubah energi listrik ke energi cahaya. Dalam hal ini LED akan menyala bila ada arus listrik mengalir dari anoda menuju katoda. Karena Pemasangan kutub LED tidak boleh terbalik karena apabila terbalik kutubnya maka LED tersebut tidak akan menyala.[10]



Gambar 2.20 Struktur Led

Sumber : <https://www.anakteknik.co.id/>