

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO-HIDRO MEMANFAATKAN SUMBER DARI ALTERNATOR BOBIL

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MUHAMMAD WAHYUDI
NPM : 1507220014



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Wahyudi
NPM : 1507220014
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : **"Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Pico-Hidro
Memanfaatkan Sumber Dari Alternator Mobil"**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 13 Maret 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



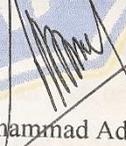
Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

Dosen Pembimbing I / Penguji



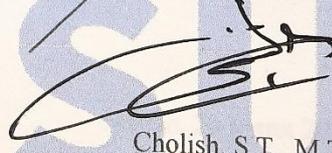
Elvy Sahnur, S.T., M.Pd

Dosen Pembimbing II / Penguji



Muhammad Adam, S.T., M.T

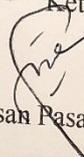
Dosen Pembimbing II / Penguji



Cholish, S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

Unggul | Cerdas | Terpercaya

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Lengkap : Muhammad Wahyudi

Npm : 1507220014

Fakultas : Teknik

Program studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul :

“PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO-HIDRO MEMANFAATKAN SUMBER DARI ALTERNATOR MOBIL”

Dengan sebenar – benar nya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang di teliti dan diulas di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di salah satu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di kutip dalam naskah dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka

Medan, 20 Maret 2020

Saya menyatakan



Muhammad Wahyudi

Abstrak

Indonesia merupakan daerah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan insolasi harian rata-rata 4,5- 4,8 KWh/m². Energi matahari adalah salah satu sumber energi yang dapat diperbaharui dan dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya. Untuk mendapatkan penyerapan cahaya matahari yang optimal maka di perlukan sistem yang dapat membuat panel surya mengikuti pergerakan matahari. Pada penelitian ini dirancang PLTS menggunakan sistem *real time* berbasis mikrokontroler ATmega32. Pada PLTS ini menggunakan beberapa komponen, seperti: Panel surya 100, *solar charge controller*, mikrokontroler Atmega32. Mikrokontroler ATmega32 sebagai pengendali untuk menghidupkan motor yang ada di dalam actuator sesuai pengontrolan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa tegangan yang dihasilkan panel surya mencapai tegangan maksimum sebesar 14.3 volt pada jam 14:00 wib, sedangkan tegangan terendah yang di hasilkan sebesar 12.1 volt pada jam 18:00 wib. Arus maksimum yang di capai pada pengujian sebesar 1.2 Ampere, sedangkan arus minimumnya 0.9 Ampere. Daya maksimum yang di peroleh yaitu sebesar 17,2 Watt, sedangkan daya minimum yang di peroleh sebesar 10,95 Watt.

Kata kunci: Alternator, pico hidro, kecepatan dan tenaga

Abstract

Indonesia is a tropical region which has a very large solar energy potential with an average daily insolation of 4.5-4.8 KWh / m². Solar energy is a renewable energy source that can be converted into electrical energy using solar panels. To get the optimal absorption of sunlight, we need a system that can make solar panels follow the movement of the sun. In this study PLTS was designed using a real time system based on the ATmega32 microcontroller. At this PLTS uses several components, such as: 100 solar panels, solar charge controller, Atmega32 microcontroller. ATmega32 microcontroller as a controller to start the motor inside the actuator according to the controller. This study concludes that the voltage produced by solar panels reaches a maximum voltage of 14.3 volts at 14:00 WIB, while the lowest voltage generated is 12.1 volts at 18:00 WIB. The maximum current achieved in the test is 1.2 Amperes, while the minimum current is 0.9 Amperes. The maximum power obtained is 17.2 Watt, while the minimum power obtained is 10.95 Watt.

Keywords: Alternator, hidro pico, speed and voltage

KATA PENGANTAR



Pujisyukurkehadirat ALLAH.SWT atasrahmat dan karunianya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan insya ALLAH berguna bagi alam semesta. Shalawat berangkaikan salam kitau capkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad. SAW karena beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kan kita pesan ilahi untuk dijadikan pedoman hidup agar dapat selamat hidup di dunia hingga nanti kembali keakhirat.

Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah ***“PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO-HIDRO MEMANFAATKAN SUMBER DARI ALTERNATOR MOBIL”***

Selesainya penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besaryakepada :

1. Allah SWT, karena atas berkah dan izin-Mu saya dapat menyelesaikan tugas akhir dan studi di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ayahanda (Awalludin) dan ibunda (Nurliana) tercinta, yang dengan cintakasih & saying setulus jiwa mengasuh, mendidik, dan membimbing dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.
3. Bapak Munawar Alfansury S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Partaonan Harahap, ST, MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro.

6. Bapak Faisal Irsan P.S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing I Tugas akhir yang selalu sabar membimbing, memberikan arahan serta motivasi kepada penulis.
7. Bapak Partaonan Harahap S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing II Skripsi yang telah memberi ide-ide dan masukkan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
8. () selaku dosen pembanding 1 dalam penulisan tugas akhir ini.
9. ()selaku dosen pembanding 2 dalam penulisan tugas akhir ini.
10. Kepada teman seperjuangan Fakultas Teknik Heri Pradana, Suhardi Istiawan S.T , Agung Sasongko S.T, Andika Cahya Utama S.T, Joko Sugianto S.T dan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu serta Keluarga Besar Teknik Elektro 2015 yang selalu memberikan semangat, kebersamaan yang luarbiasa.
11. Serta semua pihak yang telah mendukung dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini di sebabkan ke terbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Medan, 20 Maret 2020

Penulis

Muhammad wahyudi

1507220014

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2 Energi Matahari	16
2.3 Distribusi Radiasi Matahari	17
2.3.1 Radiasi Matahari Pada Permukaan Bumi	18
2.4 Potensi Energi Matahari	20
2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	22
2.5.1 Perkembangan PLTS	23
2.5.2 Cara kerja PLTS	24
2.6 Panel Surya	26
2.7 Sistem Kerja PLTS	28

2.8 Photovoltaic	28
2.9 Mikrokontroller	30
2.9.1 Mikrokontroller ATmega32	33
2.10 Charge controller	37
2.11 Inverter	39
2.12 Baterai	40
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	43
3.1 Lokasi Penelitian.....	43
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	43
3.2.1 Perancangan Sistem	43
3.2.2 Panel Surya	43
3.2.3 Solar Charge Controller	44
3.2.4 Baterai	45
3.2.5 Mikrokontroller Atmega32	46
3.2.6 Arsitektur Mikrokontroller ATmega32	52
3.2.7 Posisi Tegak Lurus Dengan Garis Normal	53
3.3 Diagram alir penelitian.....	54
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1 Hasil Penelitian	55
4.2 Pengukuran Tegangan Panel Surya Menurut Waktu / Jam	55
4.3 Pengukuran Arus Panel Surya	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran.....	64

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	modul monokristalin	26
Gambar 2.2	modul polikristalin	27
Gambar 2.3	Amorphous silicon	27
Gambar 2.4	Konfigurasi pin atmega32	35
Gambar 2.5	solar charger controller	39
Gambar 2.6	Inverter	40
Gambar 3.1	Perancangan Alat	43
Gambar 3.2	Panel Surya Polycristaline.....	44
Gambar 3.3	Solar Charge Controller jenis scc.....	45
Gambar 3.4	Baterai berjenis lithium.....	46
Gambar 3.5	Susunan Pin Microcontroller ATmega32	49
Gambar 3.6	Microcontroller ATmega32	49
Gambar 3.7	Blok Diagram Microcontroller ATmega32	50
Gambar 3.8	Posisi Tegak Lurus Dengan Garis Normal	53
Gambar 3.9	Diagram Alir Penelitian	54
Gambar 4.1	Grafik tegangan.....	57
Gambar 4.2	Grafik arus.....	59
Gambar 4.3	Grafik perhitungan beban.....	62
Gambar 4.4	Grafik perhitungan	63

DAFTAR TABEL

Table 2.1	Potensi Energi Surya	21
Table 2.2	Keterangan Konfigurasi pin atmega32.....	36

Tabel 4.1	Pengukuran percobaan tegangan dan arus menurut sudut	55
Table 4.2	Pengukuran Tegangan rata – rata Panel surya.....	57
Table 4.3	Hasil Pengukuran Arus	58
Table 4.4	Perhitungan daya yang dihasilkan panel surya.....	61
Table 4.5	perhitungan daya, arus dan tegangan pada posisi tegak lurus dengan garis normal.....	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dan kemajuan teknologi sangat pesat berdampak pada semakin bertambahnya kebutuhan sumber energi listrik. Salah satu kebutuhan yang sudah dianggap menjadi kebutuhan pokok masyarakat di dunia adalah energi listrik. Di Indonesia masih banyak perkampungan yang belum dialiri listrik terutama di daerah terpencil. Persoalan seputar listrik ini terjadi karena beberapa hal diantaranya sulitnya akses untuk mencapai perkampungan tersebut dan biaya untuk instalasi listrik menjadi sangat tinggi (Alipan & Yuniarti 2018).

Dari uraian tersebut diatas maka mendorong peneliti untuk mencoba memanfaatkan alternator mobil sebagai pengganti dari generator pada pembangkit listrik alternatif. Melalui penelitian ini akan diungkap cara memanfaatkan dan unjuk kerja dari alternator mobil yang ada pada pembangkit listrik. Dimana listrik dihasilkan dari proses konversi energi listrik yang sudah umum digunakan adalah mesin generator AC dimana penggerak utamanya adalah bisa berjenis mesin turbin, mesin diesel atau mesin baling-baling. Dalam pengoperasian pembangkit listrik dengan generator karena keandalan fluktuasi, jumlah beban, maka disediakan generator yang dioperasikan dengan tugas terus-menerus, cadangan dan bergiliran untuk generator tersebut.

Indonesia dapat disebut sebagai negeri yang kaya dengan sumberdaya alam, yang dapat digunakan atau dimanfaatkan sebagai alternatif pembangkit energi listrik. Hal ini dibuktikan dengan letak geografis Indonesia yang dikelilingi oleh pulau-pulau dan kelilingi oleh samudra yang memiliki sumber air yang sangat

melimpah. Oleh karena itu, air merupakan energi yang relatif mudah didapat di Indonesia, dan dapat digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) bersekala besar atau yang bersekala kecil seperti *mini hydro*, *micro hydro* dan *pico-hydro*. *Pico-hydro* mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu, tegangan yang dihasilkan generator juga masi bervariasi tergantung pada kecepatan aliran air (Prili 2015)

Berdasarkan paparan diatas perlu dilakukannya **“Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Pico-Hydro Memanfaatkan Sumber Dari Alternator Mobil”**

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut maka diperoleh beberapa permasalahan yang berkaitan sangat penting dengan listrik untuk memberikan hasil yang di peroleh dari Pembangkit Listrik Tenaga *Piko Hidro* (PLTPH) sebagai penerangan yang bersekala kecil untuk kebutuhan tertentu antara lain :

1. Bagaimana perancangan PLTPH untuk menghasilkan energi listrik berskala kecil.
2. Bagaimana mengetahui kecepatan putaran alternator mobil yang menghasilkan arus dan tegangan

1.3 Tujuan Masalah

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui rancangan PLTPH dalam menghasilkan energi listrik berskala kecil.
2. Mengetahui arus dan tegangan terhadap kecepatan putaran alternator mobil.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan yang dibahas pada penelitian ini yaitu:

1. Perancangan PLTPH yang bersekala kecil dihubungkan dengan cara menggunakan alternator.
2. Penggunaan alternator untuk mengukur kecepatan putaran alternator mobil yang menghasilkan arus dan tegangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa

Bahwa penemuan penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi mahasiswa untuk menambah pengetahuan yang berkaitan dengan perancangan pembangkit listrik tenaga pico-hydro memanfaatkan sumber dari alternator mobil. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat dijadikan landasan empiris atau kerangka acuan bagi mahasiswa teknik elektro selanjutnya.

2. Bagi Masyarakat

Sebagai titik acuan bahwa alat yang ditemukan ini bisa digunakan bagi masyarakat untuk pengganti sumber energi cadangan ketika PLN padam.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terdiri dari 5 bab dimana sistematika penulisan yang diterapkan dalam tugas akhir ini menggunakan urutan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang pembahasan mengenai piko hidro sebagai alat penelitian untuk tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menerangkan tentang lokasi penelitian, alat dan bahan penelitian, data penelitian, jalannya penelitian, diagram alir, serta jadwal kegiatan dan hal-hal lain yang berhubungan dengan proses penyusunan tugas akhir.

BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENGUJIAN

Pada bab ini berisikan hasil dari hasil nilai pengukuran yang di hasilkan dari simulasi perancangan PLTPH.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari penulisan tugas akhir.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Tingkat konsumsi energi listrik dalam negeri meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia khususnya di Aceh. Namun kondisi ini belum diimbangi dengan ketersediaan infrastruktur pembangkit listrik sehinggasingkali terjadi defisit listrik di berbagai daerah di Indonesia yang dapat mengganggu kegiatan ekonomi maupun industri. Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro (PLTPH) dimanfaatkan untuk daerah terpencil yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN. Rancangan prototipe PLTPH ini dimulai dengan pengujian turbin ulir sebagai penggerak generator dengan variasi kemiringan sudut turbin dan debit air yang bervariasi juga dari 0,0246 m³/s sampai 0,0755 m³/s. Kemudian dari pengujian tersebut dilakukan simulasi dengan menggunakan motor DC yang putarannya disesuaikan dengan turbin yaitu mencapai 245 rpm. Dengan perhitungan dan simulasi pembangkit listrik tenaga piko hydro ini mampu menghasilkan tegangan sebesar 45 V dan daya yang didapatkan adalah berdasarkan perhitungan yaitu 66,4 W dan efisiensi keseluruhan sebesar 21,4% (Syahputra & syukri & Sara 2017)

Pemanfaatan saluran penyalur air minum bersih yang dilakukan oleh Prof. J.Chenetel, selaku ketua tim dari riset sekaligus dosen dari Hongkong University, dengan menggunakan saluran pipa bawah tanah sebagai penghasil sumber daya listrik, sehingga dapat menghidupkan sensor-sensor elektronik dan modul yang digunakan untuk mengawasi kualitas dan kuantitas dari air bersih langsungminum tersebut. Penelitian terhadap turbin jenis Bulb (bohlam) yang dilakukan oleh tim

J.Chenetal, mengerucut kepada dua jenis turbin saja yaitu, turbin geser berlubang (*drag hollow turbine*) dan turbin geser pejal (*drag solid turbine*). Dengan adanya penelitian pada turbin jenis bulb pembangkit listrik tenaga pikohidro menjadi lebih menarik, sehingga peneliti bermaksud untuk merancang serta membangun turbin sumbu vertical (*vertical axis water turbine*) jenis bulb pada sistem pikohidro, sebagai penghasil energi listrik yang memanfaatkan aliran sungai dalam pipa saluran air. Dengan harapan besarnya daya listrik yang akan dihasilkan oleh sistem pikohidro ini dapat menghidupkan digunakan untuk penerangan serta penyimpanan energi listrik (Aslam 2015)

Potensi tenaga air yang terdapat pada suatu daerah dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik. Generator induksi 1 fase dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk pembangkit listrik skala kecil. Dalam pengimplementasiannya pada sistem pembangkit pikohidro, generator induksi akan beroperasi dengan kondisi debit air yang tidak konstan akibat perubahan musim. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik keluaran generator induksi. Penelitian diawali dengan menghubungkan generator induksi 1 fase dengan kincir air sebagai penggerak mulanya. Setelah generator induksi berputar dengan kecepatan tertentu, selanjutnya dilakukan pengukuran tegangan dan frekuensi. Pengujian dilanjutkan dengan menghubungkan sejumlah kapasitor dan beban listrik pada terminal generator induksi. Ukuran kapasitor divariasikan dari 24 – 64 μF sedangkan daya beban divariasikan dari 0 – 240 W. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar ukuran kapasitor maka semakin rendah kecepatan putar dan frekuensinya, sedangkan tegangannya akan naik hingga mencapai nilai maksimum tertentu setelah itu akan cenderung turun.

Ukuran kapasitor yang optimal untuk diterapkan adalah 32 – 40 μF . Semakin besar daya beban maka semakin rendah kecepatan putar, frekuensi dan tegangan generator induksinya. Daya beban yang optimal untuk dihubungkan pada generator induksi pada sistem pembangkit listrik pikohidro di Etasia Umbul Tlatar adalah sebesar 120 W. Tegangan generator induksi akan bervariasi antara 210 – 225,5 volt dan frekuensinya bervariasi antara 55,6 – 59,1 Hz ketika bebannya divariasikan antara 0 -120 W (Supardi & Ary 2015)

Kebutuhan energi guna peningkatan pelayanan dan operasional pada setiap gedung bertingkat mutlak diperlukan. Seiring dengan itu biaya operasional gedung bertingkat terutama dalam hal biaya energi, yang antara lain energi listrik air dan bahan bakar minyak otomatis akan meningkat. Sehingga dibutuhkan suatu pemanfaatan energi terbuang yang ada di suatu gedung untuk dapat menekan biaya operasional. Pemanfaatan energi tersebut sekaligus dapat ikut serta dalam program pemerintah untuk mengembangkan energi baru terbarukan. Jika suatu gedung berpenghuni 700 orang dan masing-masing orang menggunakan air 50 liter per hari maka potensi air buangan adalah sama dengan 35.000 liter. Limbah air ini dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik. Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun pembangkit listrik pikohidro 1.000 VA dengan memanfaatkan buangan air limbah. Alat yang digunakan untuk rancang bangun ini adalah 3 buah Nozle, turbin, Generator DC, dan baterai serta lampu sebagai beban. Turbin diputar oleh air yang disemprotkan dari nozzle. Ketika digunakan satu, dua dan tiga nozzle, maka efisiensi pada generator masing-masing 65,75%, 65,80% dan 70,74% dengan debit pembuangan air limbah 0,002725 m/detik.

Putaran maksimum saat ada beban pengisian baterai adalah 160 rpm dan

tegangan maksimumnya 26,4 Volt. Dengan tegangan tersebut cukup untuk pengisian batere 24 volt (Bustami 2017)

2.2 PLTPH

PLTPH atau (Pembangkit Listrik Tenaga Pico hidro) adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (*resources*) penghasil listrik memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dari instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Pembangkit listrik tenaga air dibedakan atas :

1. *Large-hidro* : Lebih dari 100 MW
2. *Medium-hidro* : Antara 15 – 100 MW
3. *Small-hidro* : Antara 1 – 15 MW
4. *Mini-hidro* : Daya diatas 100 kW, tetapi dibawah 1 MW
5. *Micro-hidro* : Antara 5kW – 100 kW
6. *Pico-hidro* : Daya yang dikeluarkan 5kW

Pembangkit listrik *picohydro* merupakan salah satu pembangkit listrik yang masih terus dikembangkan terutama untuk daerah pedesaan yang masih membutuhkan pasokan listrik. Penelitian yang telah dikembangkan yaitu *picohydro* portabel dengan menggunakan bahan PVC dan generator bekas untuk menghasilkan daya listrik. Dari variasi debit air pada pengujian eksperimental dengan head 2 meter, didapat daya maksimum yang dibangkitkan sebesar 96 W pada sudut sudu turbin 30°. Dari hasil tersebut diperlukan Simulasi Runner Pada Pembangkit Listrik Piko hidro tersebut untuk mengetahui memvalidasi

performansi yang tidak tercapai. simulasi aliran dalam runner untuk beberapa sudut serang sudu turbin dengan besarnya sudut yaitu 20°, 30°, 40° dan 50° dan analisis fluida dengan menggunakan ANSYS CFX. Hasil simulasi dengan potensi air dengan head 2 meter didapatkan sudut sudu turbin yang maksimum adalah 20° dengan debit 6,28 liter/s torsi yang dihasilkan 0,689 Nm serta daya yang dapat dihasilkan sebesar 67 W dengan efisiensi 54,4 % (Shantika &Putra 2016)

Prinsip pembangkitan listrik tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya (power) yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$P = \rho \times Q \times h \times g$$

dimana :

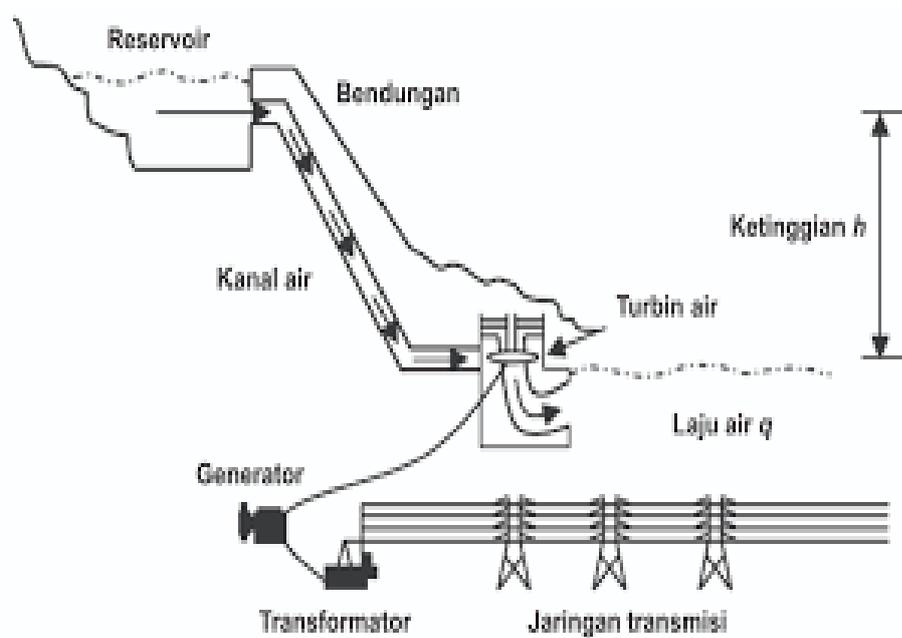
P= daya keluaran secara teoritis (watt)

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

Q = debit air (m³/s)

h = ketinggian efektif (m) g = gaya gravitasi (m/s²)

Daya yang keluar dari generator dapat diperoleh dari perkalian efisiensi turbin dan generator dengan daya yang keluar secara teoritis.



Gambar 2.1 Proses PLTA Skalah *Pico-hydro*

2.2.1 Kelebihan PLTPH

1. Menggunakan energi terbarukan
2. Ramah lingkungan.
3. Indonesia memiliki potensi air yang besar.
4. Jumlah sumber daya manusia yang banyak.
5. Lokasi sumber daya air PLTPH pada umumnya berada di wilayah perdesaan dan desa terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik.
6. Mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar fosil.
7. Menjadi energi alternatif pengganti listrik untuk penerangan di desa-desa terpencil yang tidak tersentuh jaringan PLN.
8. PLTPH dapat menggantikan penggunaan mesin genset diesel, karena dapat mengurangi emisi karbon akibat pembakaran bahan bakar fosil solar.

9. PLTPH yang dikelola dengan baik dapat menjadi sumber pendapatan di suatu desa tersebut.

2.2.2 Kekurangan PLTPH

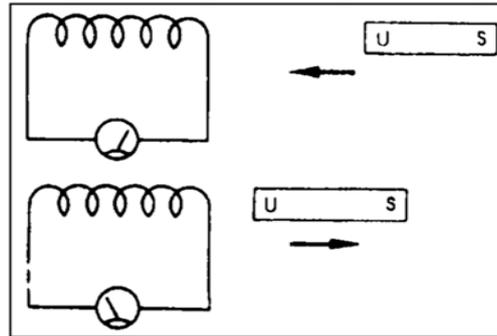
1. Tidak semua aliran air dapat digunakan untuk pembangunan PLTPH, karena Faktor debit aliran sangat menentukan
2. Beberapa jenis turbin air sangat sensitif terhadap fluktuasi debit air.
3. Perlu konservasi daerah tangkapan air, terutama di daerah hulu sungai.
4. Biaya perijinan sebagai syarat untuk memperoleh Power Purchase Agreement (PPA) dalam membangun PLTPH juga masih relatif tinggi, padahal PPA merupakan syarat untuk memperoleh kredit dari perbankan.
5. Kemampuan teknisi lokal yang masih terbatas dan sering menimbulkan kesalahan yang fatal.
6. Biaya investasi untuk teknologi pico hidro masih tinggi.
7. Kurangnya sosialisasi PLTPH, terutama potensinya sebagai penggerak mekanis seperti pompa air, penggiling padi, dan lainnya.
8. Diperlukan sosialisasi mengenai dampak positif penerapan mikro hidro terhadap pengembangan kegiatan sosial ekonomi masyarakat pedesaan seperti industri kecil/rumah, perbengkelan, pertanian, peternakan, pendidikan.

2.3 Generator / Alternator

Secara umum generator / alternator adalah peralatan yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator yang menghasilkan keluaran berupa tegangan AC disebut alternator. Generator terbagi menjadi 2 bagian yaitu stator atau sebagai yang diam, dan rotor atau bagian yang berputar. Komponen utama dari generator yaitu magnet dan lilitan tembaga atau coil. Jika magnet terdapat pada bagian rotor, maka coil nya berada di stator, begitu pula sebaliknya

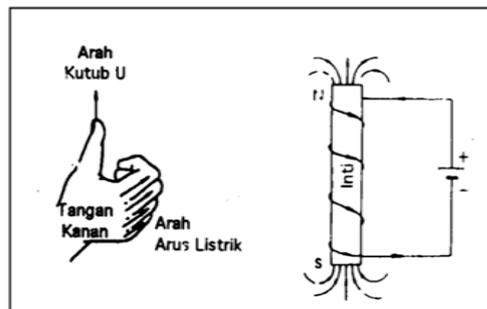
Kebalikan pada alternator ialah tidak terdapat bunga api antara sikat-sikat dan slip ring, disebabkan tidak terdapat komutator yang dapat menyebabkan sikat menjadi arus. Rotornya lebih ringan dan tahan terhadap putaran tinggi, dan silicon diode mempunyai sifat pengarahan arus, serta dapat mencegah kembalinya arus dari baterai ke alternator. Untuk mencegah kesalahpahaman, sebenarnya generator arus bolak-balik menghasilkan arus searah seperti dynamo arus searah dengan menggunakan beberapa dioda. Disini alternator dapat disamakan dengan generator arus bolak-balik.

Seperti terlihat pada gambar 2.16, pada saat magnet digerakan dekat kumparan akan timbul gaya elektromagnetik pada kumparan. Arah tegangan yang dibangkitkan pada saat magnet bergerak mendekat atau menjauhi kumparan juga berlawanan. Besarnya tegangan yang akan dibangkitkan akan meningkat sesuai dengan meningkatnya gaya magnet dan kecepatan gerak magnet (Setiono, 2006)



Gambar 2.2 Prinsip Pembangkit Arus

Salah satu, tegangan yang dibangkitkan juga bertambah besar bila jumlah kumparannya ditambah. Arah arus listrik pada kumparan dan arah gaya magnet yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 2.17 dibawah ini (Setiono, 2006)



Gambar 2.3 Hubungan antara arus listrik pada kumparan dan medan Magnet

Gaya gerak listrik yang dibangkitkan dalam kumparan akan bertambah dengan besar bila berubah medan magnetnya berjalan dengan cepat. Dengan kata lain, bertambah banyak dan cepatnya flux magnet yang mengalir melalui kumparan, maka gaya gerak listrik yang dibandingkan juga bertambah besar (Setiono, 2006).

Hubungan tersebut dapat dinyatakan dengan:

$$e = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \text{ volt}$$

Dengan arti:

N : banyak lilitan dari kumparan

Δt : perubahan waktu dalam suatu detik (dt)

$\Delta\Phi$: perubahan fluks magnet dalam suatu webber (Wb)

Dan daya:

$$P = E \times I$$

Dimana:

P : Daya (watt)

E : Tegangan (volt)

I : Arus (ampere) (Setiono, 2006)

2.3.1 Bagian-bagian Pada Alternator.

Alternator mempunyai konstruksi yang sederhana, pada alternator terdapat beberapa keuntungan bila dibandingkan dengan mesin listrik lainnya. Keuntungannya adalah pada alternator ialah tidak terapat bunga api antara sikat-sikat dan *slipring*, disebabkan tidak terdapat komponen yang dapat menyebabkan sikat menjadi aus. Rotornya lebih ringan dan tahan terhadap putaran tinggi, dan *silicon diode* (Lubis, 2018)



Gambar 2.4 Alternator

1. Rotor

Rotor berfungsi untuk membangkitkan medan magnet. Rotor berputar bersama poros, karena gerakannya maka disebut alternator dengan medan

magnet berputar. Rotor terdiri dari kutub, kumparan medan, slip ring, poros dan lain-lain. Inti kutub berbentuk seperti cakar dan didalamnya terdapat kumparan medan (Lubis, 2018).



Gambar 2.5 Rotor

Rotor berfungsi untuk membangkitkan medan magnet. Rotor berputar bersama poros, karena gerakannya maka disebut alternator dengan medan magnet berputar. Rotor terdiri dari: Inti kutub (*pole core*), kumparan medan, slip ring, poros dan lain-lain. Inti kutub berbentuk seperti cakar dan didalamnya terdapat kumparan medan (Lubis, 2018)

2. *Slepring* atau Cincin Geser

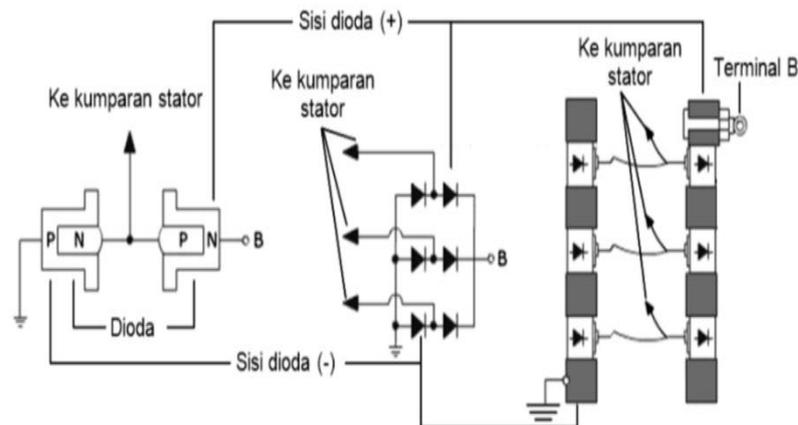
Dibuat dari bahan kuningan atau tembaga yang dipasang pada poros dengan memakai bahan isolasi. Slepring ini berputar secara bersama-sama dengan poros (as) dan rotor. Banyaknya slepring dapat menggeser borstel positif dan negatif arus generator (*Field Current*) kelilitan magnet pada



Gambar 2.6 Slepring / Cincin Geser

3. Dioda (*Rectifier*)

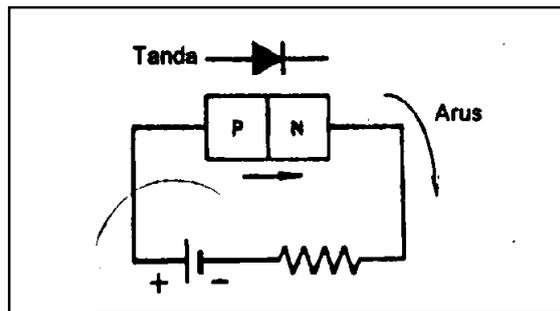
Pada alternator terdapat dioda atau rectifier, dioda ini memiliki fungsi untuk mengubah arus bolak-balik (*Alternating Current/ AC*). Karakteristik dari sebuah dioda yaitu hanya bisa dialiri oleh arus dalam satu arah saja. Sehingga dioda ini dapat dimanfaatkan sebagai penyearah sebuah arus. Pada alternator tipe konvensional, terdapat enam buah dioda, tiga buah dioda masuk dapat disebut dengan dioda positif dan tiga dioda lainnya adalah dioda negatif.



Gambar 2.7 Dioda (*Rectifier*) Alternator

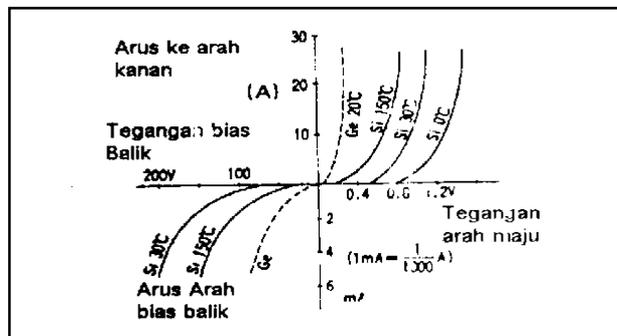
Seperti yang kita lihat pada gambar diatas tentang rangkaian dioda pada alternator, maka tampak bahwa terdapat tiga pasang dioda yang dihubungkan secara ser. Salahsatu kaki dioda yakni kaki anoda pada sisi dioda negatif dihubungkan satu sama lain dan dihubungkan dengan massa, sedangkan kaki katoda pada sisi dioda positif saling dihubungkan juga dan dihubungkan dengan terminal B. Ujung-ujung kumparan stator disambungkan dengan bagian tengah diantara pasangan dioda yang dihubungkan secara seri. Ini adalah sifat dasar dioda yang digunakan untuk fungsi penyearah. Bahkan pada arah P ke N, bila tegangannya kurang dri

suatu nilai tertentu, maka arus tidak dapat mengalir. Pada dioda silicon, harga ini biasanya berkisar antara 0,6 – 0,7 volt. Bila arus sudah mengalir, maka akan terus bertambah besar meskipun perubahan tegangan hampir tidak ada. Hubungan antara tegangan dan arus bervariasi, tergantung pada temperatur sekelilingnya. Bila temperatur naik, maka arus akan semakin mudah mengalir (Lubis,2018).



Gambar 2.8 Penyearahan pada dioda

Ini adalah sifat dasar dioda yang digunakan untuk fungsi penyearahan. Bahkan pada arah P ke N, bila tegangannya kurang dari suatu nilai tertentu, maka arus tidak dapat mengalir. Pada dioda *silicon*, harga ini biasanya berkisar antara 0,6 – 0,7 volt. Bila arus sudah mengalir, maka akan terus bertambah besar meskipun perubahan tegangan hampir tidak ada. Hubungan antara tegangan dan arus bervariasi, tergantung pada temperatur sekelilingnya. Bila temperatur naik, maka arus semakin mudah mengalir.

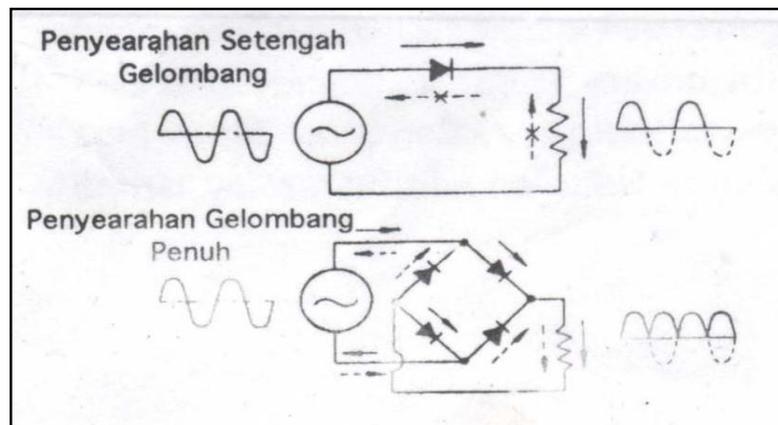


Gambar 2.9 Karakteristik dioda

Sistem penyearahan dengan dioda terbagi menjadi dua cara :

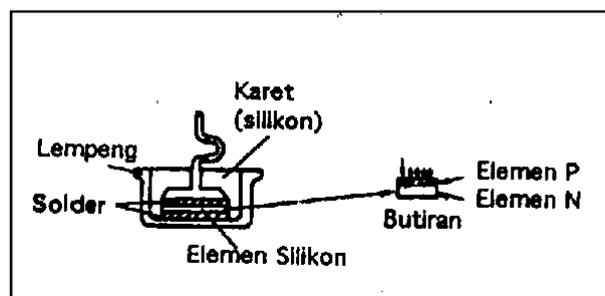
- Penyearahan setengah gelombang, hanya sisi (+) dari arus AC yang digunakan.
- Penyearahan gelombang penuh, sisi(-) dari arus AC dirubah menjadi DC.

Gambar dibawah ini memperlihatkan rangkaian penyearahan dan gelombang arus AC satu phasa yang telah diarahkan.



Gambar 2.10 Penyearahan

Sedangkan dioda yang digunakan pada alternator biasanya berbentuk butiran yang ditempatkan pada lempengan dari metal. Butiran yang digunakan adalah sebuah lempengan tipis yang terbuat dari *silicon*. Semi konduktor adalah suatu bahan yang karakteristik hantaran listriknya berada antara metal dan kaca, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.11 Konstruksi dioda untuk alternator

4. Stator

Stator terdiri dari *stator core* (inti) dan kumparan stator dan diletakkan pada frame depan dan belakang. Stator core dibuat dari beberapa lapis plat besi tipis dan mempunyai alur pada bagian dalamnya untuk menempatkan kumparan stator. Seperti ditunjukkan pada gambar 3.

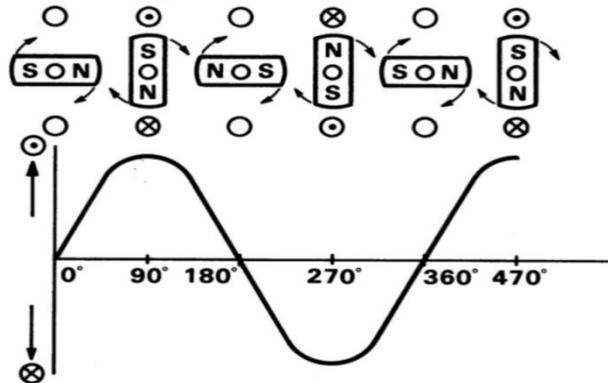


Stator core ini akan mengalirkan *flux* magnet yang disuplai oleh inti rotor sedemikian rupa sehingga *flux* magnet akan menghasilkan efek yang maksimum pada saat melalui kumparan stator. Jumlah alur ini berbeda-beda menurut jumlah kutub magnet dan kumparan. Ada 3 kumparan stator yang terpisah pada *stator core*. Hubungan pada kumparan stator bisa Y atau Δ . Tapi hubungan Y adalah yang paling populer saat ini.

2.3.2 Prinsip Kerja Alternator

Pada saat magnet (rotor) berputar didalam kumparan stator akan timbul tegangan diantaranya kedua ujung kumparan ini, akan memberikan kenaikan pada arus bolak-balik. Hubungan antara arus yang dibangkitkan pada kumparan dengan fosisi magnet adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4.5 arus tertinggi akan bangkit pada saat kutub N dan S sampai pada jarak terdekat dengan kumparan. Bagaimana setiap setengah putaran arus akan mengalir dengan arah yang berlawanan. Arus yang membentuk gelombang sinus disebut “arus bolak balik satu fase”. Perubahan 360 pada

grafik berlaku untuk satu siklus dan banyaknya perubahan yang terjadi pada setiap detik disebut dengan “frekuensi” (Lubis, 2018).



Gambar 2.13 Gelombang sinus pembangkitan arus bolak-balik satu fase

Masing-masing kumparan A, B, dan C berjarak 120°. Pada saat magnet berputar diantara mereka, akan bangkit arus bolak-balik pada masing-masing kumparan. Menunjukkan hubungan antara ketiga arus bolak-balik dengan magnet. Listrik yang mempunyai tiga arus bolak-balik seperti ini disebut “Arus bolak-balik tiga fasa”, alternator membangkitkan arus bolak-balik tiga fasa. Biasanya, komponen-komponen kelistrikan menggunakan tegangan listrik 12 atau 24 volt dan alternator untuk sistem pengisian harus menghasilkan tegangan tersebut (Lubis, 2018).

Listrik dibangkitkan pada saat magnet diputar di dalam kumparan dan besarnya tergantung pada kecepatan putaran magnet. Jadi, melalui proses induksi elektron magnet, semakin cepat kumparan memotong garis-garis gaya magnet semakin besar kumparan membangkitkan gaya gerak listrik. Untuk memperoleh tegangan yang tetap, maka diperlukan putaran magnet yang tetap, sebagai pengganti magnet permanen maka dipakai elektron magnet untuk mempertahankan tegangan supaya tetap. Elektron

magnet, garis gaya magnetnya berubah-ubah sesuai dengan putaran alternator (Lubis,2018).

2.4 Turbin Angin

Dalam pembangkit listrik tenaga air (PLTA) turbin air merupakan peralatan utama selain generator. Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Turbin air dikembangkan pada abad 19 dan digunakan secara luas untuk pembangkit tenaga listrik. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik, turbin air dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi (Syahputra & Syukri & Sara 2017)

Turbin air adalah suatu alat yang mengubah energi air menjadi energi listrik. Energi air yang meliputi energi potensial termasuk komponen tekanan dan kecepatan aliran air yang terkandung didalamnya merubah menjadi energi kinetik untuk memutar turbin. Prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi kinetik dibedakan menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi.

Persamaan yang digunakan untuk daya mekanik turbin :

$$P_{in} \text{ turbin} = \rho \times Q \times h \times g$$

$$P_{out} \text{ turbin} = \rho \times Q \times h \times g \times n \text{ turbin}$$

$$P_{real} = \rho \times Q \times h \times g \times n \text{ turbin} \times n \text{ generator}$$

Keterangan :

$P_{in} \text{ turbin}$ = Daya masukan ke turbin (KW) $P_{out} \text{ turbin}$ = Daya keluaran dari turbin (KW)

P_{real} = Daya sebenarnya yang dihasilkan (KW)

ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)

Q = Debit air (m³/s)

h = Ketinggian efektif (m)

Dalam menentukan bentuk turbin, debit sangat diperlukan untuk mengetahui luas penampang saluran air yang masuk ke dalam turbin tersebut, dimana luas penampang dari saluran air yang masuk ke dalam turbin tergantung dari aliran air (Buadiatawan & Suryawan & Suarda 2017)

Hal tersebut sesuai dengan persamaan kontinuitas aliran fluida yang dialirkan pasti akan memiliki kecepatan aliran tertentu, hubungan kecepatan aliran dengan debit dan luas penampang dapat dituliskan dalam persamaan dibawah:

$$Q = A \times V$$

dimana :

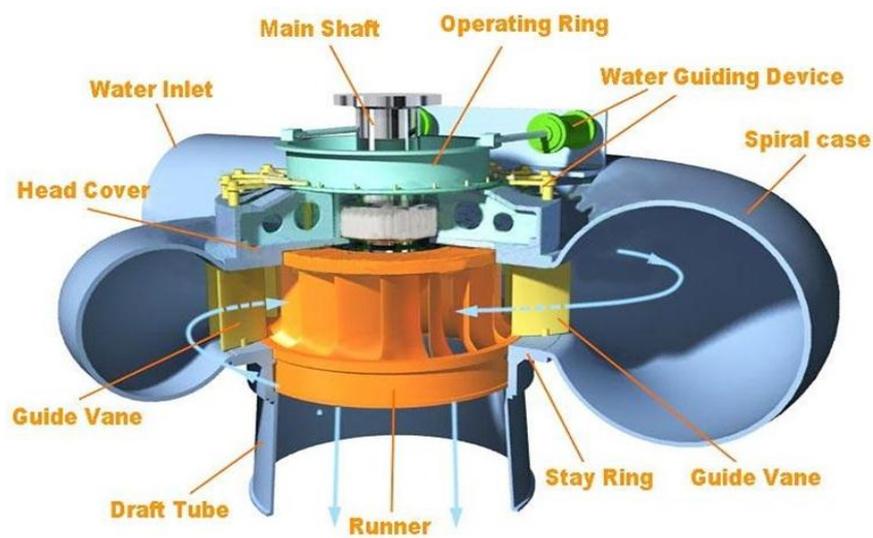
Q = Debit air, m³/s

V = Kecepatan air, m/s A = Luas penampang, m

1. Turbin Francis

Turbin Francis merupakan salah satu turbin reaksi. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah di bagian keluar. Turbin Francis menggunakan sudu pengarah sudu pengarah mengarahkan air masuk secara tangensial turbin francis bekerja dengan memakai proses tekanan lebih. Pada waktu air masuk ke roda jalan, sebagian dari energi tinggi jatuh telah bekerja di dalam sudu pengarah diubah sebagai kecepatan air masuk. Sisa energi tinggi jatuh dimanfaatkan dalam sudu jalan, dengan adanya pipa isap memungkinkan energi tinggi

jatuh bekerja di sudu jalan dengan semaksimummungkin. Turbin yang dikelilingi dengan sudu pengarah semuanya terbenam dalam air, air yang masuk kedalam turbin dialirkan melalui pengisian air dari atas turbin (schact) atau melalui sebuah rumah yang berbentuk spiral (rumah keong). Semua roda jalan selalu bekerja. Daya yang dihasilkan turbin diatur dengan cara mengubah posisi pembukaan sudu pengarah. Pembukaan sudu pengarah dapat dilakukan dengan tangan atau dengan pengatur dari oli tekan(governor tekanan oli), dengan demikian kapasitas air yang masuk ke dalam roda turbin bisa diperbesar atau diperkecil. Pada sisi sebelah luar roda jalan terdapat tekanan kerendahan (kurang dari 1 atmosfer) dan kecepatan aliran yang tinggi. Di dalam pipa isap kecepatannya akan berkurang dan tekanannya akan kembali naik sehingga air bisa dialirkan keluar lewat saluran air di bawah dengan tekanan seperti keadaan sekitarnya.



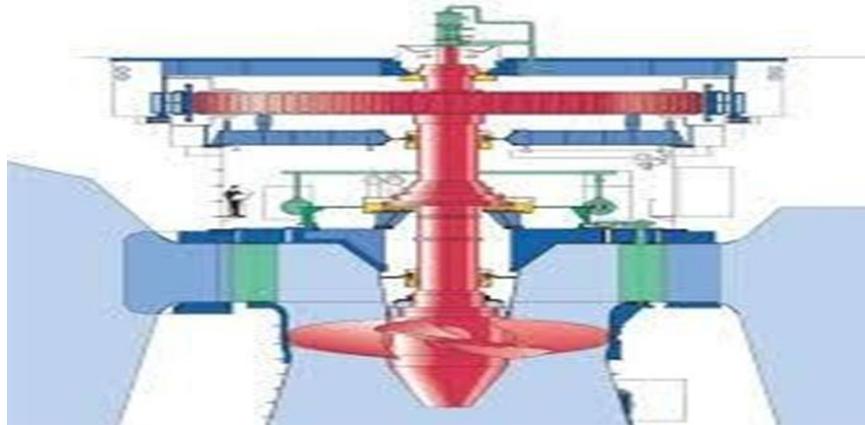
Francis Turbine

Gambar 2.14Turbin Francis

2. Turbin Kaplan Propeller

Turbin Kaplan termasuk kelompok turbin air reaksi jenis baling-baling (propeller) keistimewaannya adalah sudut sudu geraknya (runner) bisa diatur (adjustable blade) untuk menyesuaikan dengan kondisi aliran saat itu yaitu perubahan debit air pada pemilihan turbin didasarkan pada kecepatan spesifiknya. Turbin Kaplan ini memiliki kecepatan spesifik tinggi (high specific speed). Turbin kaplan bekerja pada kondisi head rendah dengan debit besar . Pada perancangan turbin Kaplan ini meliputi perancangan komponen utama turbin Kaplan yaitu sudu gerak (runner), sudu pengarah (guide vane), spiral casing , draft tube dan mekanisme pengaturan sudut bilah sudu gerak.

Pemilihan profil sudu gerak dan sudu pengarah yang tepat untuk menghasilkan torsi yang besar. Perancangan spiral casing dan draft tube menggunakan persamaan empiris. Perancangan mekanisme pengatur sudut bilah (β) sudu gerak dengan memperkirakan besar sudut putar maksimum sudu gerak berdasarkan jumlah sudu, debit air maksimum dan minimum. Turbin Kaplan ini dirancang untuk kondisi head 4 m dan debit 5 m³/s. Akhirnya dari hasil perancangan turbin Kaplan ini didapatkan dimensi dari komponen utama turbin yang diwujudkan ke dalam bentuk gambar kerja dua dimensi.

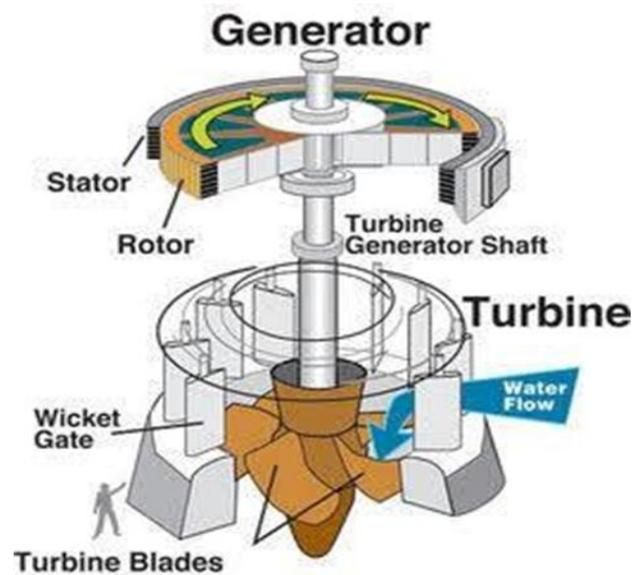


Gambar 2.15 Turbin Kaplan Propeller

2.4.2 Bagian-Bagian Turbin Air

- a) Rotor yaitu bagian yang berputar pada sistem yang terdiri dari :
 1. Sudu-sudu berfungsi untuk menerima beban pancaran yang disemprotkan oleh nozzle.
 2. Poros berfungsi untuk meneruskan aliran tenaga yang berupa gerak putar \ yang dihasilkan oleh sudu.
 3. Bantalan berfungsi sebagai perapat-perapat komponen-komponen dengan tujuan agar tidak mengalami kebocoran pada sistem.

- b) stator yaitu bagian yang diam pada sistem yang terdiri dari :
 1. Pipa pengarah / nozzle berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehingga tekanan dan kecepatan aliran fluida yang digunakan di dalam sistem besar.
 2. Rumah turbin berfungsi sebagai rumah kedudukan komponen-komponen dari turbin.



Gambar 2.16 Bagian-Bagian Turbin

2.5 Kincir Air

Kincir air merupakan suatu alat yang berputar karena adanya aliran air. Perputaran kincir ini dimanfaatkan untuk menggerakkan generator listrik. Dengan demikian akan dihasilkan aliran listrik yang dapat dipakai untuk berbagai kebutuhan. Yang pembuatannya paling banyak di tiru, yang bekerja memanfaatkan tinggi jatuh air (H) dan kapasitas air (V). Tenaga air yang mengalir akan menumbuk sudu-sudunya dari kincir, sehingga kincir menerima sejumlah gaya yang bekerja menyebabkan kincir bergerak. Pada proses kerja kincir air pembangkit listrik sampai pada pemakaian listrik terjadi beberapa perubahan energi. Pertama adalah perubahan energi potensial yang ada dalam aliran air menjadi energi mekanik (gerak) oleh kincir. Kedua energi mekanik ini akan memutar generator, akibat perputaran generator terjadilah lompatan elektron. Hal inilah yang menghasilkan arus listrik. Proses selanjutnya arus listrik didistribusikan ke rumah-rumah, ruang-ruang, pabrik-pabrik, atau apa saja yang membutuhkan. Di sini arus listrik diubah tergantung keperluan dapat menjadi energi cahaya untuk lampu atau penerangan

diubah menjadi panas seperti pada setrika atau oven, maupun diubah menjadi tenaga penggerak kipas, mesin, atau yang sejenisnya perubahan energi tersebut pembuatannya paling banyak di tiru, yang bekerja memanfaatkan tinggi jatuh air(H) dan kapasitas air (V). Tenaga air yang mengalir akan menumbuk sudu-sudu dari kincir, sehingga kincir menerima sejumlah gaya yang bekerja menyebabkan kincir bergerak. Pada awal pekerbangan telah tercipta kincir air yang terbuat dari bahan kayu yang tahan air dengan pemanfaatan air terjun (energi Potensial) dan aliran air (energi kinetik) (H & Renaldil 2015)

2.5.1 Jenis-Jenis Kincir Air

a. Overshoot

Kincir air *overshot* bekerja bila air yang mengalir jatuh ke dalam bagian sudu-sudu sisi bagian atas, dan karena gaya berat air roda kincir berputar. Kincir air *overshot* adalah kincir air yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis kincir air yang lain.

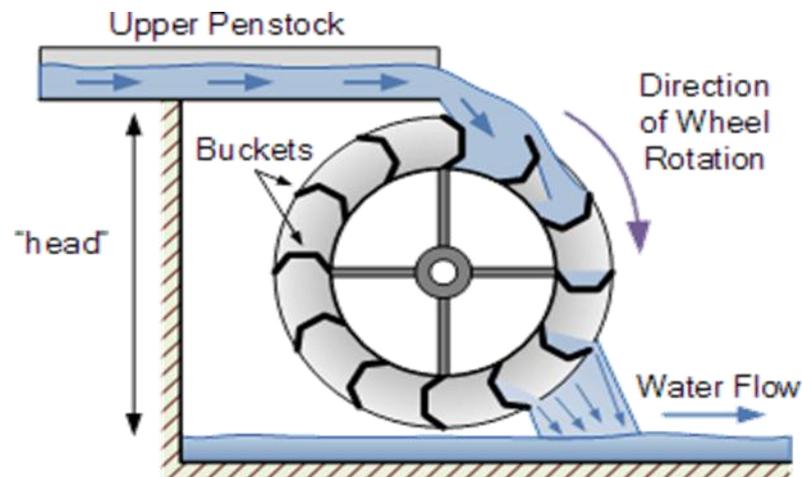
Keuntungan dari turbin overshoot :

1. Tingkat efisiensi yang tinggi dapat mencapai 85%.
2. Tidak membutuhkan aliran yang deras.
3. Konstruksi yang sederhana.
4. Mudah dalam perawatan.
5. Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir.

Kerugian dari turbin *overshot*

1. Karena aliran air berasal dari atas maka biasanya *reservoir* air atau bendungan air, sehingga memerlukan investasi yang baik.

2. Tidak dapat diterapkan untuk mesin putaran tinggi.
3. Membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penempatan.
4. Daya yang dihasilkan relatif kecil.



Gambar 2.17 *Overshoot Water Wheel*

b. *Undershot*

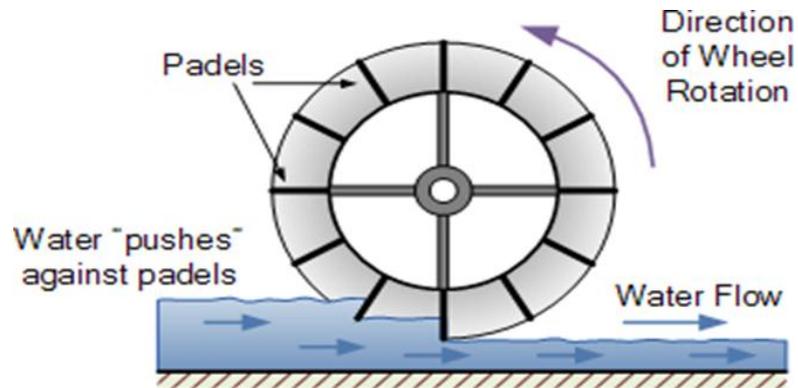
Pada kincir air undershot jenis ini, air masuk ke dalam bentuk pancaran air menumbuk sudu gerak yang membentuk vanes, di posisi roda kincir sewaktu berada di bawah atau dasar. Roda kincir berputar hanya karena tumbukan air yang membentuk pancaran air pada sudu gerak. Head potensial dari air mula-mula diubah menjadi head kecepatan sebelum air menumbuk sudu gerak. Tipe kincir air ini cocok dipasang pada perairan dangkal pada daerah yang rata karena aliran yang dibutuhkan adalah aliran datar, dan aliran ini searah dengan arah putaran sudu-sudu (Ajurzain 2019)

Adapun keuntungan dari kincir air undershot adalah:

1. Konstruksi lebih sederhana.
2. Lebih ekonomis.
3. Mudah untuk dipindahkan.

Adapun kerugian dari kincir air *undershot* adalah:

1. Efisiensi kecil.
2. Daya yang dihasilkan relatif kecil.



Gambar 2.18 *Undershoot Water Whell*

c. *Breastshot*

kincir air ini termasuk kedalam sudu gerak di ketinggian tengah-tengah roda kincir (*breast*). Roda kincir digerakkan oleh kombinasi gaya berat air dan dorongan air. Air dialirkan dari permukaan atas (*headrace*) masuk ke sudu gerak dari roda kincir melalui sejumlah saluran yang dibuka dan ditutup melalui mekanisme rack dan pinion, dan dirancang agar tidak timbul kejutan pada aliran. *Bucket* bergerak ke arah bawah karena gaya berat air dan memutar roda kincir.

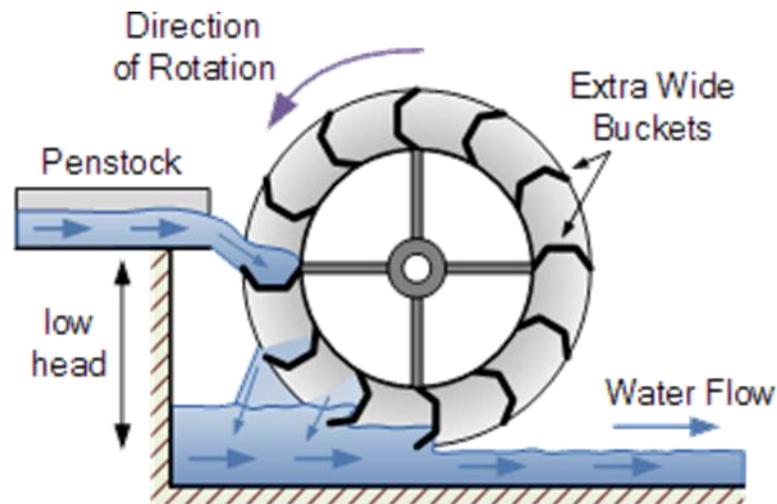
Beberapa hal khusus dari rancangan kincir air jenis breastshot adalah sebagian dari bawah roda kincir terendam atau berada dibawah permukaan air bawah (*tail race*) karena gerakan kearah yang sama dari roda kincir dan aliran permukaan air bawah, maka sewaktu air mengalir lebih lanjut akan membantu memutar roda kincir. Karena itu dapat dikatakan roda kincir digerakkan oleh kombinasi gaya berat air dan sebagian karena dorongan air (Ajurzain 2019)

Adapun keuntungan dari kincir air breastshot adalah:

1. Tipe ini lebih efisien daeri tipe *undershot*.
2. Tipe *breastshot* dibandingkan tipe *overshot* tinggi jatuhnya lebih pendek
3. Dapat diaplikasikan pada sumber air aliran datar.

Adapun kerugian dari kincir air *breastshot* adalah:

1. Sudu-sudu tipe ini tidak rata seperti tipe *undershot* (lebih rumit).
2. Diperlukan dam pada arus aliran datar.
3. Efisiensi lebih kecil dari pada tipe *overshot*



Gambar 2.19Breastshot

d. *Tub Water Wheel*

Kincir air Tub ini merupakan kincir air yang kincirnya di letakkan secara horizontal dan sudu – sudunya miring terhadap garis *vertical*, dan type ini dapat di buat lebih kecil dari pada *overshot* maupun *undershot*. Karena arah gaya dari pancaran air menyamping maka energi yang di terima oleh kincir yaitu energy potensial dan kinetic.

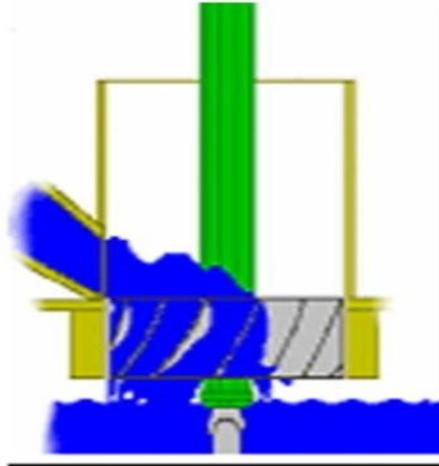
Adapun keuntungan dari kincir air Tub adalah :

1. Memiliki konstruksi yang lebih ringkas.

2. Kecepatan putarnya cepat

Adapun kerugian dari kincir air Tub adalah:

1. Tidak menghasilkan daya yang besar.
2. Karena komponennya lebih kecil maka membutuhkan tingkat ketelitian yang besar.



Gambar 2.20TubWater Wheel

2.6 Pompa Air

Pompa merupakan mesin konversi energi yang mengubah bentuk energi mekanik poros menjadi energi spesifik (head) fluida yang memiliki wujud air. Energi mekanik pompa yang menunjukkan kemampuan dari suatu pompa mengangkat fluida untuk mencapai ketinggian tertentu adalah berupa head pompa, ditunjukkan oleh besarnya perbedaan antara energi fluida di sisi isap dengan energi fluida di sisi tekan. Energi fluida merupakan jumlah dari energi tekanan, energi kinetik dan energi karena elevasi (Ajurzain 2019)

Spesifikasi pompa dinyatakan dengan jumlah fluida yang dapat dialirkan persatuan waktu (debit atau kapasitas pompa) dan head (tinggi energi angkat). Pada umumnya pompa dapat digunakan untuk bermacam-macam keperluan, untuk menaikkan fluida ke sebuah reservoir, untuk mengalirkan fluida dalam

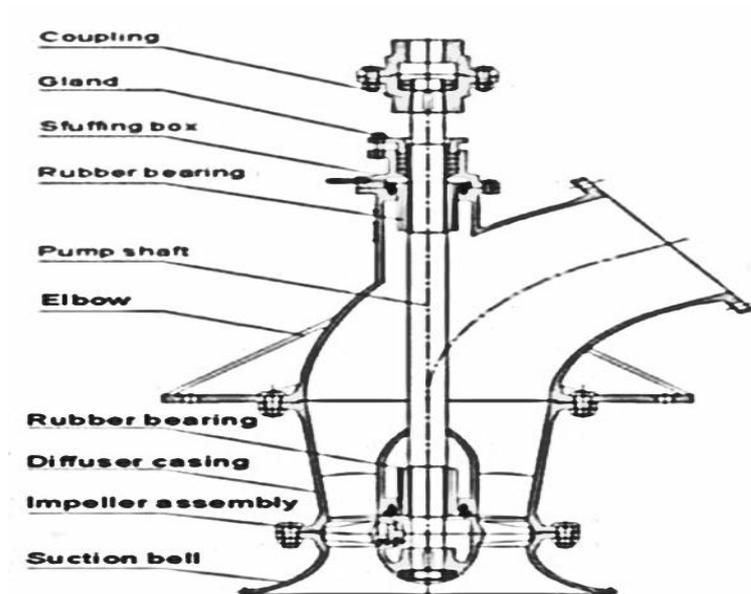
proses industry, untuk pengairan, irigasi, dan sebagainya. Secara umum pompa sentrifugal banyak digunakan untuk bidang industri, karena pompa sentrifugal ini mempunyai banyak kepentingan seperti pemindahan fluida dari satu tempat ke tempat yang lain.

Pada industri minyak bumi, sebagian besar pompa yang digunakan dalam fasilitas gathering station, suatu unit pengumpul fluida dari sumur produksi sebelum diolah dan dipasarkan dengan menggunakan pompa bertipe sentrifugal. Pada industri perkapalan pompa sentrifugal juga banyak digunakan untuk memperlancar proses kerja di kapal. Dalam pelaksanaan operasinya pompa sentrifugal juga dapat bekerja secara tunggal, seri, dan paralel. Jenis operasi yang digunakan harus sesuai dengan tujuan dan kebutuhan penggunaan instalasi pompa.

Karakteristik pompa harus terlebih dahulu diketahui agar didapatkan sistem yang optimal. Untuk merubah kenaikan tekanan, tidak harus mengubah volume aliran fluida. Dalam pompa ini terjadi perubahan energi, dari energi mekanik menjadi energi kinetik, kemudian menjadi energi tekanan. Pompa ini memiliki elemen utama sebuah rotor dengan suatu impeler yang berputar dengan kecepatan tinggi. Yang termasuk di dalam jenis pompa ini adalah pompa aksial dan pompa *sentrifugal* (Ajurzain 2019)

1. Pompa Aksial

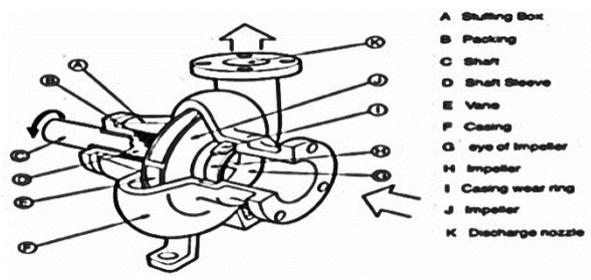
Prinsip kerja dari pompa ini adalah berputarnya impeler akan menghisap fluida yang dipompakan dan menekannya ke sisi tekan dalam arah aksial. Pompa ini cocok untuk aplikasi yang membutuhkan head rendah dan kapasitas tinggi, seperti pada sistem pengairan.



Gambar 2.21 Pompa Aksial

2. Pompa *Sentrifugal*

Elemen pokok dari pompa ini adalah sebuah rotor dengan sudu-sudu yang berputar pada kecepatan tinggi. Fluida yang masuk dipercepat oleh impeler yang menaikkan tekanan maupun kecepatannya, dan melempar fluida keluar melalui volute atau rumah siput. Pompa ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan head medium sampai tinggi dengan kapasitas aliran medium. Dalam aplikasinya, pompa sentrifugal banyak digunakan untuk proses pengisian air pada ketel dan pompa rumah tangga. Bagian-bagian dari pompa sentrifugal adalah *stuffling box*, *packing*, *shaft*, *shaft sleeve*, *vane*, *casing*, *eye of impeller*, *impeller*, *casing wear ring* dan *discharge nozzle*.



Gambar 2.22 Pompa Sentrifugal.

2.6.1 Bagian-Bagian Utama Dari Pompa

1. Rumah Pompa

Rumah pompa berfungsi sebagai penampung cairan yang terlempar dari sudu-sudu impeller untuk merubah atau mengkonversikan energi cairan menjadi energi tekanan statis. Atau sering disebut juga dengan rumah keong karena bentuknya yang menyerupai keong.

2. Kipas (*Impeller*)

Cara kerja dari kipas (*impeller*) adalah dapat menghisap fluida dari sisi isap dan menekannya dalam arah aksial ke sisi buang. Fungsinya untuk merubah energi kinetik atau memberikan energi kinetik pada zat cair, kemudian di dalam casing diubah menjadi energi tekanan.

3. Poros Pompa (*shaft*)

Poros pompa terbuat dari stainless steel yang berfungsi untuk meneruskan energi mekanik dari mesin penggerak (*prime over*) kepada impeller.

4. *Inlet*

Pipa *inlet* berbentuk L yang digunakan untuk menaikkan air ke dalam impeller dengan menggunakan bantuan dari motor penggerak. Fungsinya sebagai saluran masuk cairan ke dalam *impeller*.

5. *Outlet*

Outlet digunakan untuk mengalirkan air dari dalam pompa ke *sprayer* gundam selanjutnya di arah kan untuk memutar kincir air.

2.6.2 Mini Water Pump

Pompa Air Mini model dia fragma ini memiliki manfaat cukup banyak seperti sebagai pompa pengairan rumah tangga, pompa air untuk aquarium, taman atau teras, sebagai pemompa air untuk pancuran kolam, dan lain lain. Jadi, bagi Anda yang sedang mencari pompa air, maka mini water pump dapat anda gunakan untuk segala macam kebutuhan pompa air dirumah Anda. Pompa air ini cocok untuk *project controller / arduino* desain kecil dan praktis. Pompa air ini termasuk dalam kategori pompa air fleksibel karena memiliki desain yang cukup kecil yakni berukuran sekitar 90 x 40 x 35 mm serta juga proses pemasangan yang juga cukup mudah dan praktis sehingga Anda tidak perlu memancing hisapan awal pompa ini dengan menggunakan air.

Pompa air ini memang tidak membutuhkan daya listrik yang cukup besar, tercatat pompa air mini 12 V ini hanya membutuhkan daya listrik sekitar 12 volt ketika bekerja dan 6 volt ketika tidak digunakan dan juga hanya membutuhkan sekitar 0,5 hingga 0,7 ampere ketika pompa air sedang bekerja dan bilamana pompa air ini tidak bekerja hanya membutuhkan daya sekitar 0,18 ampere.



Gambar 2.23 Mini Water Pump

2.6.3 Motor Penggerak Mini Water Pump

Motor penggerak yang digunakan pada mini water pump adalah berjenis using 775 motor berguna untuk memutar kipas impeller yang dapat menghisap air dari pipa inlet yang terhubung dengan selang berdiameter sesuai dengan lubang inlet pada mini water pump masuk kedalam rumah pompa dan mengalirkannya menuju outlet untuk di alirkan melalui sprayer gun.



Gambar 2.24 Using 775 Motor

2.7 Charge Controller

Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Fungsinya antara lain mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian-karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari Alternator. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. *Charge controller* merupakan teknologi pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebanan arus dari baterai ke beban (Rangga, 2017).

Beberapa fungsi detail dari *charge controller* adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging*, dan *overvoltage*.
2. Mengurangi arus yang dibebaskan/diambil dari baterai agar baterai tidak *full discharge* dan *overloading*.

3. *Monitoring* temperatur baterai

Charge controller yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari *alternator* akan berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitori level tegangan baterai. *Charge controller* akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop, maka baterai akan diisi kembali. *Charge controller* biasanya terdiri dari: 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output alternator, 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan baterai dan 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan beban (*load*). Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel surya karena biasanya ada diode *protection* yang hanya melewati arus listrik DC dari alternator ke baterai, akan sebaliknya.

Charge controller bahkan ada yang mempunyai lebih dari 1 sumber daya, yaitu dari matahari, tapi juga bisa berasal dari tenaga angin atau mikro hidro (Rangga, 2017).



Gambar 2.25 Charge Controller

2.8 *Inverter*

Inverter adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Outout suatu *inverter* dapat berupa tegangan

AC dengan bentuk gelombang sinus, gelombang kotak dan sinus modifikasi. Sumber tegangan input *inverter* dapat menggunakan baterai, tenaga surya, atau tegangan DC yang lain. *Inverter* dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan suatu penaik tegangan berupa step up *transformer* (Rangga, 2017)



Gambar 2.20 Inverter

Berdasarkan jumlah fasa output inverter dapat dibedakan dalam:

1. Inverter 1 fasa, yaitu inverter dengan output 1 fasa.
2. Inverter 2 fasa, yaitu inverter dengan output 3 fasa.

Inverter juga dapat dibedakan dengan cara pengaturan tegangan-nya, yaitu:

1. *Voltage fed inverter* yaitu inverter dengan tegangan input yang diatur konstan
2. *Current fed inverter* yaitu inverter dengan arus input yang diatur konstan
3. Variable dc linked inverter yaitu inverter dengan tegangan input yang dapat diatur

2.9 Baterai

Baterai adalah salah satu komponen penyimpan energi yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi kimia dan energi kimia menjadi energi listrik. Untuk baterai 12 Volt nominal biasanya terdiri dari 6 sel dengan masing-masing sel memiliki tegangan 2 Volt. Jumlah tenaga listrik yang disimpan di dalam baterai dapat digunakan sebagai sumber tenaga listrik tergantung pada

kapasitas baterai dalam satuan amper jam (AH). Jika pada kotak baterai tertulis 12 volt 60 AH, berarti baterai tersebut mempunyai tegangan 12 volt dimana jika baterai tersebut digunakan selama 1 jam dengan arus pemakaian 60 amper, maka kapasitas baterai tersebut setelah 1 jam akan habis. Dan jika pemakaian hanya 30 amper maka baterai tersebut akan habis setelah 2 jam. Disini terlihat bahwa lamanya pengosongan baterai ditentukan oleh besarnya pemakaian arus listrik dari baterai tersebut. Semakin besar arus yang digunakan, maka akan semakin cepat terjadi pengosongan pada baterai, dan sebaliknya jika semakin kecil arus yang digunakan, maka akan semakin lama terjadi pengosongan pada baterai.



Gambar 2.27 Baterai 12V

2.9.1 Faktor-Faktor Ketahanan Baterai

a. Pengaruh Temperatur

Temperatur yang tinggi di sebabkan karena terjadinya pensulfatan dan akibat pengisian berlebihan. Pensulfatan akibat dari self discharge di mana pada pelat timbul kristal timah sulfat halus dan lama-kelamaan akan mengeras. Tanda-tanda terjadinya pensulfatan adalah:

- 1) Terjadinya panas yang berlebihan.

2) Pembentukan gas yang cepat saat di beri arus pengisian yang besar

b. Pengurangan Elektrolit yang Cepat.

1) *Over Charging*

Pengisian berlebihan (*over charging*) menyebabkan elektrolit cepat berkurang karena penguapan berlebihan.

2) *Self-Discharge*

Besarnya *self-discharge* akan naik begitu temperatur dan berat jenis elektrolit dan kapasitas baterai tinggi.

3) Gassing

Energi listrik di isikan ke dalam sel dari sumber pengisi baterai DC tidak dapat lama di gunakan untuk perubahan kimia pada bahan elektrode aktif, dan oleh sebab itu menyebabkan penguraian elektrolit pada air (Daryanto, 2001).

4) Penguapan

Iklim tropis dan letak baterai dekat mesin menjadi faktor penguapan elektrolit yang tinggi (Wan Ahmad Aziz, 2004) .

5) Korosi pada plat positif

Korosi timah positif dan masa hidup baterai dapat di amati pada tingkat korosi sebanyak kadar keasaman dari penyusutan elektrolit.

c. Contoh Perhitungan berapa lama aki dapat mem-backup beban :

Rumus dasar :

$$P = V \times I \quad V = P/I$$

$$I = P/V$$

Contoh dalam perhitungan : dimana,

$I =$ Kuat Arus (Ampere) $P =$ Daya (Watt)

$V =$ Tegangan (Volt) Misalnya :

Beban 50 Watt.

Aki yang digunakan 12 V/50 Ah.

Maka didapat :

$$I = 50 \text{ W} / 12 \text{ V} = 4,167 \text{ Ampere}$$

Waktu pemakaian = $50 \text{ Ah} / 4,167 \text{ A} = 11,99 \text{ jam}$ - dieffisiensi

Aki sebesar 20 %

$$= 11,99 \text{ jam} - 2,398 \text{ jam}$$

$$= 9,592 \text{ Jam (9 Jam 35 Menit 31,2 Detik)}$$

Kesimpulan lama ketahanan aki ditentukan oleh besarnya kapasitas ampere aki dan berapa watt beban.

6) Perhitungan Blower

Untuk mengetahui jenis blower yang digunakan dapat dihitung pada penjelasan dibawah ini:

$$E = mgh$$

Dengan

$m =$ adalah massa air

$h =$ adalah head (m)

$g =$ adalah percepatan gravitasi $\frac{m}{s^2}$

Daya merupakan energi tiap satuan waktu $\frac{E}{t}$, sehingga persamaan

(a) dapat dinyatakan sebagai :

$$\frac{E}{t} = \frac{m}{t} gh$$

Dengan mensubsitusikan P terhadap $\frac{E}{t}$ dan mensubsitusikan ρQ

terhadap $\frac{m}{t}$ maka :

$$P = \rho Qgh$$

P = adalah daya (watt)

Q = adalah kapasitas aliran $\frac{m^3}{s}$

ρ = adalah densitas air $\frac{kg}{m^3}$

BAB 3

METEODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Glugur Darat II Medan. Waktu penelitian di rencanakan berlangsung selama lebih kurang 2 (dua) bulan, dimulai dari perencanaan bahan, perancangan bahan, perakitan bahan, penyesuaian bahan, pengujian, dan pengambilan data dari seluruh rangkaian selama pengujian.

3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat di uraikan sebagai berikut:

3.2.1 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan penunjang yang digunakan dari penelitian ini adalah:

1. Voltmeter Digunakan untuk mengukur besarnya tegangan suatu rangkaian atau terminal keluaran pada keseluruhan sistem.
2. Tachometer digunakan untuk mengukur kecepatan putaran pada besi as poros turbine.

3.2.2 Bahan- Bahan Penelitian

- 1 Lembaran *Acrylic* ukuran 30 x 20 cm, ketebalan 2 milimeter untuk casing dari turbin *Tub* yang telah dirancang.
- 2 *Mini water pump* sebagai media penyaluran air kedalam turbin sehingga dapat menggerakkan kincir air pada turbine jenis *Tub*.

- 3 Ember cat 25 KG sebagai wadah bak tendon penampung air dan media pendukung untuk dudukan turbine *Tub*.
- 4 Alternator mobil
- 5 Batrai 12 Volt DC

3.3 Tahapan Percobaan

Tahap yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur, bagaimana perancangan PLTPH untuk menghasilkan energi listrik berskala kecil dan mengetahui kecepatan putaran alternator mobil yang menghasilkan arus dan tegangan.

3.4 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik UMSU Jln.Kapt.Muchtar Basri Medan.

3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

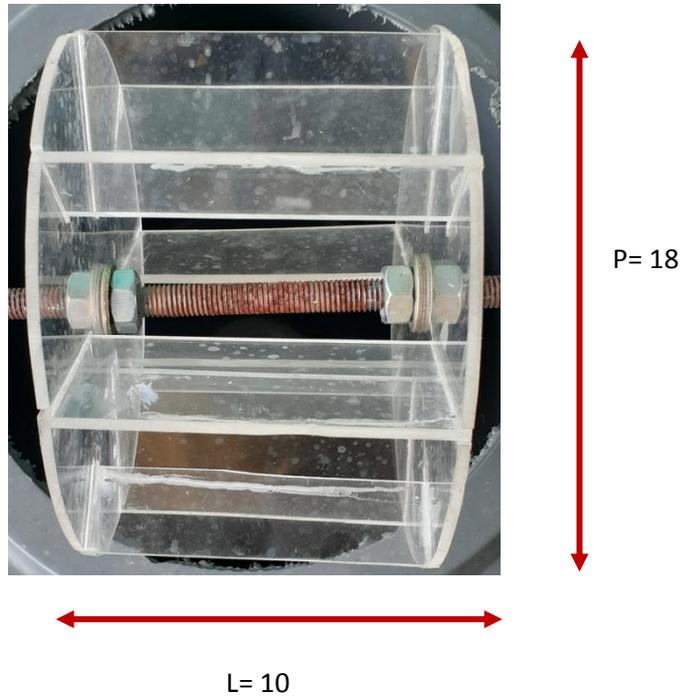
1. Konsultasi terhadap Dosen yang bersangkutan dengan cara wawancara.
2. Menentukan tema permasalahan yang akan diteliti dengan cara melakukan studi pustaka guna memperoleh berbagai teori-teori dan konsep yang akan mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.
3. Mencari data dari pengujian alternator sehingga didapatkan hasil data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan BAB selanjutnya.

3.6 Langkah Penelitian

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dari analisa pengujian maka dilakukan beberapa percobaan diantaranya :

1. Perakitan Alat *PICO-HyDRO*

2. Pengukuran Tegangan dan Arus
3. Pengukuran kecepatan turbin



Gambar 3.1 Turbin Air dirancang dari Akrlit



Gambar 3.2 Ember Tempat Penampungan Air



Gambar 3.3 Alternator



Gambar 3.4 Pompa Air DC 12 Volt



Gambar 3.5 Perancangan Alat

Debit air merupakan hal yang sangat menentukan dalam perencanaan turbin arus ini, karena daya yang dihasilkan oleh turbin sangat tergantung pada debit air yang tersedia. Menurut persamaan kontinuitas debit air yang mengalir dapat ditentukan dengan persamaan ;

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (4.1)$$

Keterangan :

Q = debit air (m³/det)

V = kecepatan aliran air (m/det)

A = luas penampang aliran (m²)

Dari data hasil pengukuran dapat di hitung kecepatan air sebenarnya, dapat dihitung nilai kecepatan air selama pengukuran dengan menggunakan persamaan, sehingga Luas penampang basah (A) dapat di hitung :

$$A = \pi \times r \times r \dots\dots\dots (4.2)$$

Daya hidraulik yang akan dikeluarkan dari air yang jatuh dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$P_{air} = \rho \times g \times Q \times H \dots\dots\dots (4.3)$$

Keterangan :

P_{air} = daya hidraulik [Watt]

ρ = kerapatan masa air = 1000 kg/m³

g = percepatan gravitasi = 9,81 m/det²

Q = debit [m³/det]

H = tinggi air jatuh [m]

Daya turbin yang dihasilkan :

$$P = \eta_t \times T \times P_{\text{air}} \dots \dots \dots (4.4)$$

Keterangan :

P = daya turbin [Watt],

T = jumlah nozle

η_t = Efisiensi Turbin (untuk turbin air harga efisiensi 84% s/d 94%)

Maka Tekanan pada nozel

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h \dots \dots \dots (4.5)$$

Keterangan:

ρ : berat jenis air (untuk air tawar, $\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$)

h : titik kedalaman yang diukur dari permukaan air

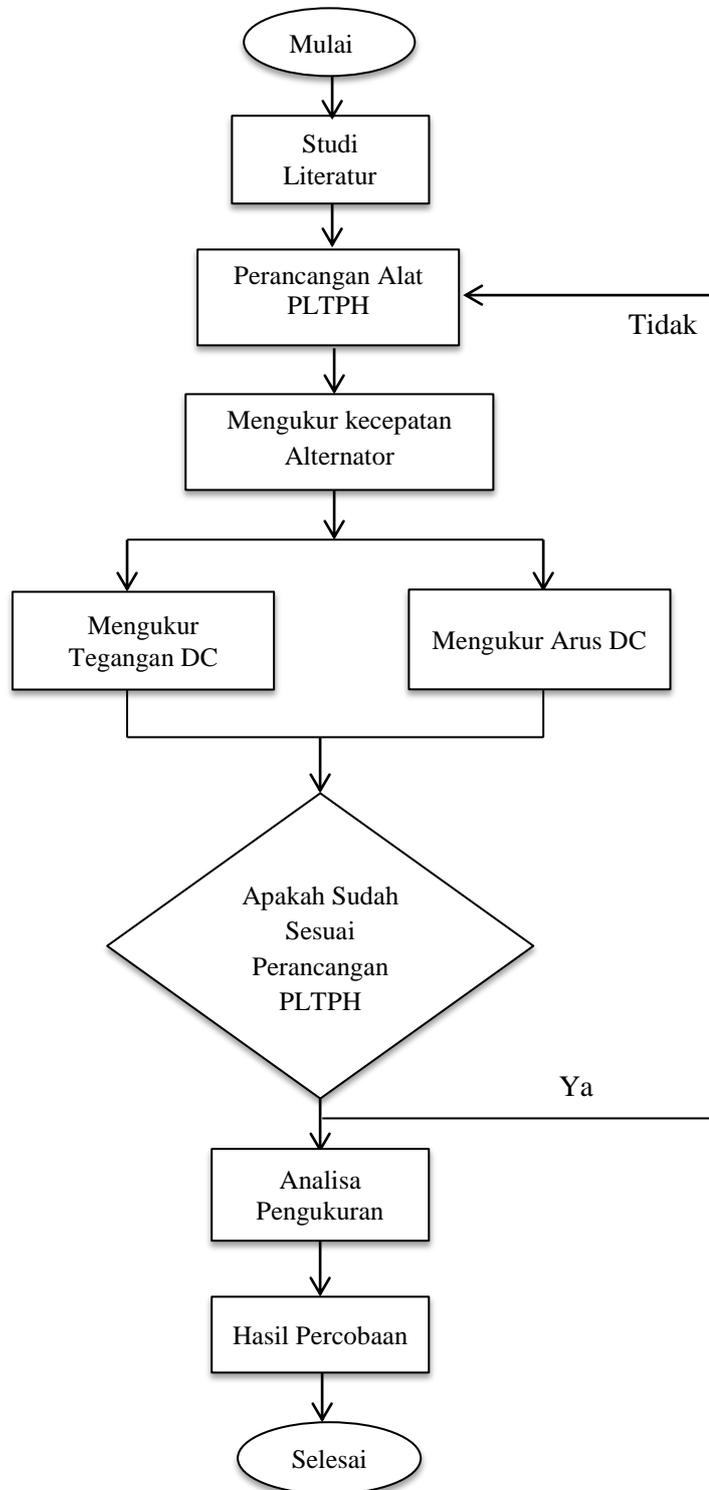
g : besar percepatan gravitasi (percepatan gravitasi di permukaan bumi sebesar

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$)

Tekan diatas difungsikan untuk mengetahui nilai tekanan hidrostatis pada bejana tertutup (misalnya: tekanan pada titik tertentu pada air di dalam botol tertutup, tangki air atau tong air yang tertutup).

3.6 Diagram alir Penelitian

Adapun diagram alir (*flowchart diagram*) untuk mempermudah memahami perancangan alat ini sebagai berikut:



Gambar. 3.6 Diagram Alir

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat dilakukan dengan maksud mengambil data kebenaran dari bagian-bagian rangkaian agar sesuai dengan karakteristik yang diinginkan. Pengujian ini dimulai dari tegangan dan arus pada kecepatan pompa , sampai keseluruhan rangkaian.

4.1 Pengujian Tegangan dan Arus Pompa

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tegangan dan arus pada pompa pada saat sebelum dan sesudah di pasang turbin. Alat yang digunakan pada pengujian kali ini adalah Tang Ampere dan Voltmete DC.

Tabel 4.1 hasil pengukuran kinerja pada Alternator pada hari minggu

Waktu (WIB)	Putaran Turbin (rpm)	Tegangan Keluaran Alternator (volt)	Arus Keluaran Alternator (Amper)
09.00-10.00	263,2	2,5	0,8
10.30-11.30	262	2,5	0,8
12.00-13.00	261,5	2,6	0,9
13.30-14.30	261	2,5	0,8
15.00-16.00	263,3	2,5	0,8

Tabel 4.2 hasil pengukuran kinerja pada Alternator pada hari senin

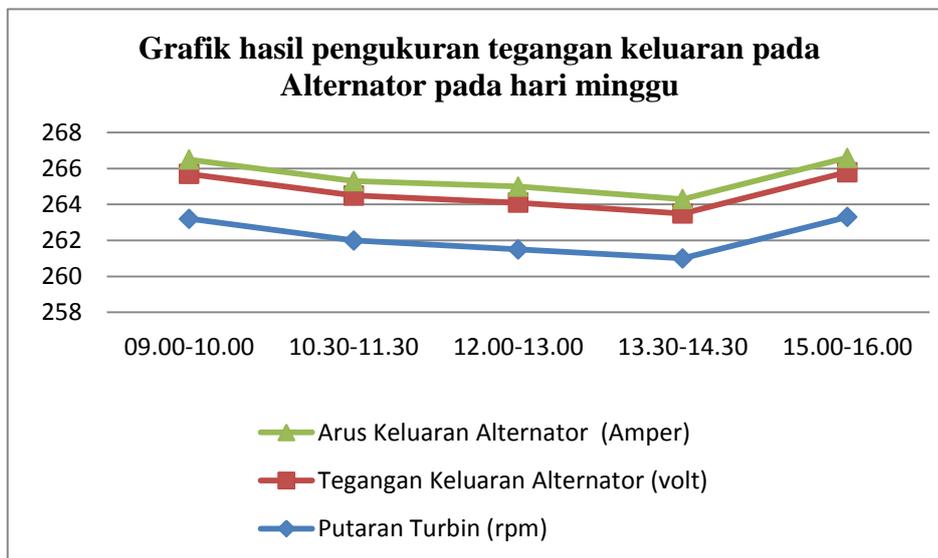
Waktu (WIB)	Putaran Turbin (rpm)	Tegangan Keluaran Alternator (volt)	Arus Keluaran Alternator (Amper)
09.00-10.00	261	2,5	0,76
10.30-11.30	262	2,5	0,74
12.00-13.00	261,2	2,6	0,6
13.30-14.30	261	2,4	0,6
15.00-16.00	263,2	2,5	0,8

Tabel 4.3 hasil pengukuran kinerja pada Alternator pada hari selasa

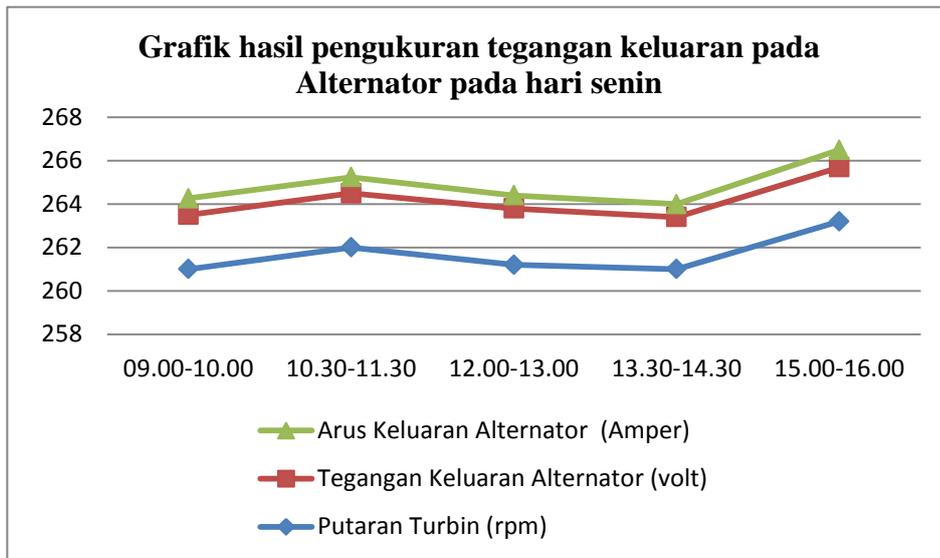
Waktu (WIB)	Putaran Turbin (rpm)	Tegangan Keluaran Alternator (volt)	Arus Keluaran Alternator (Amper)
09.00-10.00	260	2,5	0,7
10.30-11.30	259	2,5	0,5
12.00-13.00	261,5	2,6	0,8
13.30-14.30	262	2,5	0,9
15.00-16.00	260,1	2,5	0,6

Tabel 4.4 hasil pengukuran kinerja pada Alternator pada hari rabu

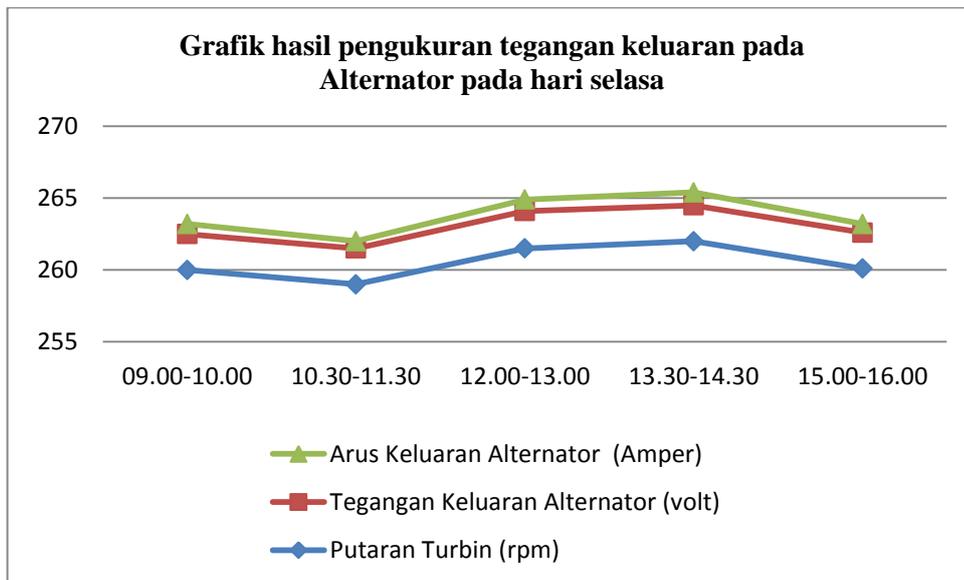
Waktu (WIB)	Putaran Turbin (rpm)	Tegangan Keluaran Alternator (volt)	Arus Keluaran Alternator (Amper)
09.00-10.00	260,1	2,5	0,7
10.30-11.30	261	2,5	0,7
12.00-13.00	263	2,6	0,8
13.30-14.30	261	2,4	0,7
15.00-16.00	263,2	2,5	0,9



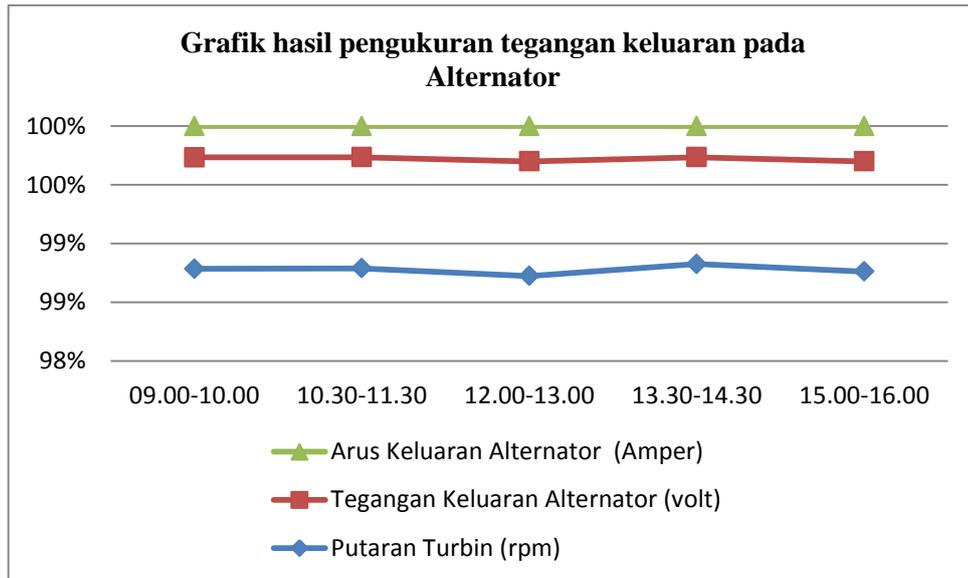
Gambar 4.1 Grafik hasil pengukuran tegangan keluaran pada Alternator



Gambar 4.2 Grafik hasil pengukuran tegangan keluaran pada Alternator



Gambar 4.3 Grafik hasil pengukuran tegangan keluaran pada Alternator



Gambar 4.4 Grafik hasil pengukuran tegangan keluaran pada Alternator

1. Analisa kecepatan air

Maka kecepatan air sebenarnya, dapat dihitung nilai kecepatan air selama pengukuran dengan menggunakan persamaan :

$$Q = A \times V_s$$

dengan diameter lingkaran 30 cm, jari-jari lingkaran adalah 15 cm. Sehingga

Luas penampang basah (A) dapat di hitung :

$$A = \pi \times r \times r$$

$$A = 3,14 \times 0,15\text{m} \times 0,15\text{m}$$

$$A = 0,07065 \text{ m}^2$$

Maka dari hasil perhitungan luas penampang sudu-sudu putaran dapat menghitung kecepatan air sebenarnya :

$$1,1 \text{ L/det} = 0,00785 \text{ m}^2 \times V_s \quad 1 \text{ Liter} = 0,001 \text{ m}^3$$

$$1,1 \text{ L/det} = 0,0011 \text{ m}^3 / \text{det}$$

$$V_s = Q \times 1/A$$

$$V_s = 0,0011 \text{ m}^3/\text{det} \times 1/0,07065 \text{ m}^2$$

$$V_s = 0,015 \text{ m/det}$$

Dari hasil data pengukuran debit air, maka dapat dihitung pula kecepatan air sebenarnya dengan menggunakan rumus $Q = A \times V$. sehingga semakin besar debit air yang di hasilkan maka kecepatan air yang di hasilkan akan semakin besar.

2. Analisa tekanan keluaran dari pompa air

$$\text{Rumus tekanan } P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

Keterangan :

ρ : yaitu berat jenis air (untuk air tawar, $\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$)

h : yaitu titik kedalaman yang di ukur dari permukaan air

g : yaitu besar percepatan gravitasi (percepatan gravitasi di permukaan

bumi sebesar $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

$$\text{Dik : } \rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Dit : $P_h \dots ?$

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P_h = 1.000 \times 9,8 \times 0,5$$

$$P_h = 4.900 \text{ Pa}$$

Konversi dari paskal ke psi

$$4.900 \text{ pa} / 8.897.76 = 0,000550700401$$

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) dapat disimpulkan bahwa PLTPH terbagi menjadi beberapa bagian utama yang menggambarkan keseluruhan bagian PLTPH, pada pipa yang menggambarkan aliran air dari bak penampung menuju turbin, maka turbin air yang menggambarkan kecepatan putaran turbin sebesar $VS = 0,015$ m/det yang dipengaruhi oleh debit air yang dipengaruhi oleh kecepatan putaran turbin terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan.
2. Tegangan yang maksimal dihasilkan alternator $2.6+0.9=3,5$
3. Dalam analisis tekanan keluaran dari high pressure car wash pump sebesar $Ph = 4.900$ Pa, Konversi dari paskal ke psi $4.900 \text{ pa} / 8.897.76 = 0,000550700401$.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut maka penulis memberikan saran yang sangat bermanfaat dan dapat membantu penelitian untuk masa yang akan datang, baik untuk Mahasiswa maupun untuk kampus yaitu:

1. Disebut mikro karena daya yang dihasilkan tergolong kecil yang membedakan antara Mikrohidro dan Pikohidro adalah output daya yang dihasilkan.
2. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan tinggi terjunnya dan jumlah debit air.

DAFTAR PUSTAKA

- Adly havendri, teknik mesin “perancangan dan analisis ekonomi pembangunan pembangkit listrik tenaga piko hidro di desa garabak data kabupaten solok sumatera barat.”2017
- Ali khomsah, jurusan teknik mesin “performa turbin *cross flow* sudu bambu 5” sebagai penggerak mula generator induksi 3 fasa, ” 2015
- Abdillah zuhud, teknik mesin, fakultas teknik “redesign runner turbin pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan metode *reverse engineering* melalui pendekatan teoritis,” 2016
- Henanto pandu dewanto, fakultas teknik, “pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air *piko hidro* (plta-ph) dengan variasi debit aliran,” 2017
- Sutomo arief budiman, “eksperimental bentuk sudu turbin pelton setengah silinder pada variasi sudut keluaran air untuk pembangkit listrik tenaga *picohydro*,” fakultas teknik, universitas merdeka madiun
- Hari prasetijo, teknik elektro, “prototipe generator magnet permanen axial ac 1 fasa putaran rendah sebagai komponen pembangkit listrik tenaga *piko hidro*,” 2014
- Risnandar, 2011, “gis untuk menentukan potensi pembangunan *piko- hidro*, politeknik telkom, bandung,” 2011
- Yusuf ismai, “penerapan pembangkit listrik tenaga piko hidro menggunakan komponen bekas dengan pemanfaatan potensi energi terbarukan di desa gelang kecamatan sumber baru kabupaten jember”2018

Fernandus rua, fakultas teknologi industri “rancang bangun *prototype* pembangkit listrik *pico hydro*,” 2015

Filmada ocky saputra 2013, “pembangkit listrik pikohidro di kota metropolitan,”2013

Silvester sandy asmara, “studi potensi pembangkit listrik tenaga piko hidro di aliran sungai sekitar bangun mulyo,girikerto, turi, sleman,” 2016

Afryantima siregar, teknik elektro, “rancang bangun *prototype* pltph menggunakan turbin *open flume*,” 2015

Johan sisco, “rancang bangun pembangkit listrik *pico hidro portable*,” teknik elektro fakultas teknik universitas tidar

Otong nurshobah, politeknik negri bandung, “pembuatan dan pengujian simulator pembangkit listrik tenaga pikohidro dengan menggunakan generator dynamo lampu sepeda,”2012

Dedy susanto, rancang bangun pembangkit listrik tenagapikohidro (pltph) dengan memmanfaatkansaluran irigasi di desa kadu beureum kecamatan padarincang kabupaten serang, universitas sultan ageng tirtayasa