

TUGAS AKHIR

ANALISA EFISIENSI DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO – HYDRO DENGAN MEMANFAATKAN TEKANAN AIR KELUARAN HIGH PRESSURE CAR WASH PUMP 100 WATT 8L PERMENIT

*Diajukan Untuk Memenuhi Tugas-Tugas Dan Syarat-Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) Pada Fakultas Teknik Program Studi
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Oleh :

RAMADAN PUTRA

NPM : 1507220054



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

Lembar pengesahan

Tugas akhir ini diajukan oleh :

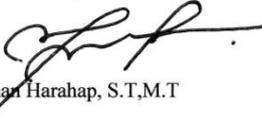
Nama : Ramadan Putra
Npm : 1507220054
Program studi : Teknik Elektro
Judul skripsi : ANALISA EFISIENSI DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO-HYDRO DENGAN MEMANFAATKAN TEKANAN AIR KELUARAN HIGH PRESSURE CAR WASH PUMP 100 WATT 8 L PERMENIT

Telah berhasil di pertahankan di hadapan tim penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang di perlukan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada program studi teknik elektro, fakultas teknik, universitas muhammadiyah sumatera utara.

Medan 12 oktober 2019

Mengetahui dan menyetujui

Dosen penguji / pembimbing I



Partaonan Harahap, S.T,M.T

Dosen penguji / pembimbing II



Faisal Irsan P, S.T, M.T

Dosen penguji I



Ir Abdul Aziz H,M.M

Dosen penguji II



Elvy Syahnur Nst, S.T,M.pd



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Lengkap : Ramadan Putra
Npm : 1507220054
Fakultas : Teknik
Program studi : Teknik Elektrik

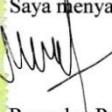


Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul :

“ANALISA EFISIENSI DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO-HYDRO DENGAN MEMANFAATKAN TEKANAN AIR KELUARAN HIGH PRESSURE CAR WASH PUMP 100 WATT 8 L PERMENIT”

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, 12 oktober 2019

Saya menyatakan

Ramadan Putra



Abstrak

Daerah tertinggal adalah daerah yang terisolasi secara geografis yang memiliki aksesibilitas sangat rendah. Sebagian besar wilayahnya memiliki tingkat populasi dan kelistrikan yang rendah karena aksesibilitasnya sangat jauh dari jaringan tenaga nasional. Masalah listrik di daerah tertinggal bisa diatasi dengan membangun pembangkit listrik tenaga piko hidro. Salah satu komponen penting piko hidro adalah runner turbin. Energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi seluruh masyarakat, tetapi masih ada warga daerah terpencil belum menerima listrik. Upaya untuk memenuhi energi listrik dilakukan untuk kemandirian energi, melalui upaya untuk elektrifikasi diri. Ketersediaan energi listrik sudah menjadi cerminan pembangunan setiap negara. Pembangkit listrik tenaga hibrid (plth) merupakan solusi untuk mengatasi krisis bahan bakar minyak dengan mengkombinasikan gabungan antar dua atau lebih pembangkit dengan sumber energi yang berbeda, penelitian ini akan menganalisis efisiensi daya pembangkit listrik tenaga pico – hydro dengan memanfaatkan tekanan air keluaran high pressure car wash pump 100 watt 8 l permenit, pada pengujian ini efisiensi yang tertinggi pada pukul 08.00 -10.00 bisa mencapai 0,89% dan menghasilkan daya output 0,2768 dengan kecepatan turbin 275,8. Dari hasil penelitian ini bisa di dapatkan daya yang lebih maksimal.

Kata kunci : pltph, plta, turbin

Abstract

Lagging areas are geographically isolated regions that have very low accessibility. Most of the regions have low population and electricity levels because the accessibility is very far from the national power network. The electricity problem in disadvantaged areas can be overcome by building a piko hydro power plant. One important component of Piko Hydro is the turbine runner. Electrical energy is a primary need for the whole community, but there are still remote area residents who have not received electricity. Efforts to meet electrical energy are made for energy independence, through efforts to self-electrification. The availability of electrical energy has become a reflection of the development of each country. Hybrid power plant (PLTH) is a solution to overcome the fuel oil crisis by combining a combination of two or more plants with different energy sources, this study will analyze the power efficiency of a pico-hydro power plant by utilizing water pressure from high pressure car wash pump 100 watt 8 l per minute, in this test the highest efficiency at 08.00 -10.00 can reach 0.89% and produce an output power of 0.2768 with turbine speed 275.8. From the results of this study can get more maximum power.

Keywords: PLTPH, PLTA, turbine

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikumwr. wb

Puji syukur kehadirat ALLAH SWT atas rahmat dan karunianya yang telah menjadikan kita sebagai manusia yang beriman dan insya ALLAH berguna bagi semesta alam. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad.SAW yang mana beliau adalah suritauladan bagi kita semua dan telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

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

“ANALISA EFISIENSI DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PICO – HYDRO DENGAN MEMANFAATKAN TEKANAN AIR KELUARAN HIGH PRESSURE CAR WASH PUMP 100 WATT 8L PERMENIT”.

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

1. Bapak Agussani M.A.P Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

2. Teristimewa ucapan terimakasih untuk Ayahanda Suetno dan Ibunda Srisuryani, yang dengan cinta kasih dan sayang setulus jiwa mengasuh, mendidik dan membimbing dengan segenap ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST,MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, ST,MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Dan Selaku Pembimbing II
5. Bapak Partaonan Harahap ST, MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Dan Selaku Pembimbing I.
6. Bapak Ir. Abdul Azis. H, M.M., Selaku Dosen Penguji I
7. Ibu Elvy Syahnur ST, MT. Selaku Dosen Penguji II
8. Bapak dan ibu dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Karyawan biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teman-teman sejawat dan seperjuangan Fakultas Teknik, khususnya Program Studi Teknik Elektro angkatan 2015 yang selalu member dukungan dan motivasi kepada penulis

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'alakumwr.wb

Medan, 09 OKTOBER 2019

Penulis

RAMADAN PUTRA

1507220054

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
1.7 Sistematika penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	7
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air.....	13
2.3 PLTPH.....	15
2.3.1 Kelebihan PLTPH	17
2.3.2 Kekurangan PLTPH	17
2.4 Komponen Komponen PLTA.....	17

2.4.1 Bendungan (<i>wear</i>) dan <i>intake</i>	17
2.4.2 saluran pembawa (<i>head race</i>)	18
2.4.3 Pipa Pesat	18
2.4.4 Pintu Pengatur	18
2.4.5 rumah pembangkit	18
2.4.6 saluran buang	19
2.5 Turbin Air	19
2.6 Turbin Impuls	20
2.7 Prinsip Kerja Turbin	20
2.8 Komponen –Komponen Turbin	21
2.9 jenis - jenis turbin.....	21
2.9.1 Turbin Impuls.....	21
2.9.2 Turbin Reaksi.....	22
2.9.3 Turbin Crossflow.....	22
2.9.4 Turbin Francis	23
2.9.5 Turbin Kaplan	24
2.9.6 Turbin Targo	25
2.10 Motor DC.....	25
2.10.1 Prinsip Kerja Motor DC.....	27
2.10.2 Jenis Jenis Motor DC.....	28

2.10.3 Motor DC Sumber daya terpisah.....	29
2.10.4 motor dc sumber daya sendiri	29
2.10.5 motor dc tipe shunt	30
2.10.6 motor dc tipe seri	30
2.10.7 motor dc tipe compound	30
2.10.8 bagian bagian motor dc.....	31
2.10.9 mesin pompa	32
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Lokasi Penelitian	35
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	35
3.2.1 Peraatan penelitian	35
3.2.2 Bahan – Bahan Penelitian.....	36
3.3 Tahapan perancangan alat	37
3.3.1 turbin kincir tub.....	38
3.3.2 generator miniature 220 v.....	39
3.3.3 mini water pump	39
3.3.4 multimeter	41
3.3.5 tachometer	42
3.3.6 rangkaian penyearah.....	42
3.3.7 rangkaian penyimpanan cadangan energy listrik.....	43
3.4 sistem kerja alat	43

3.5 diagram rangkaian alat kerja	44
3.5.1 baterai	44
3.5.2 mini water pump.....	46
3.5.3 turbin air.....	46
3.5.4 generator	47
3.6 Flowchart penelitian.....	48
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Hasil penelitian	49
4.2 Pengujian pertama pengukuran arus dan tegangan pada pltph .	49
4.3 Analisa perhitungan.....	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran	52

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses PLTA skala piko	15
Gambar 2.2 Turbin Pleton.....	22
Gambar 2.3 turbin crossflow	24
Gambar 2.4 turbin frncais.....	24
Gambar 2.5 turbin kaplan.....	25
Gambar 2.6 turbin turgo	26
Gambar 2.7 turbin crossflow	26
Gambar 2.8 motor dc dan symbol nya	28

Gambar 2.9	prinsip kerja motor dc	29
Gambar 2.10	jenis jenis motor dc	31
Gambar 3.1	Turbin Kincir Tub	40
Gambar 3.2	Wadah Turbin	40
Gambar 3.3	Generator Miniatur 220V	41
Gambar 3.4	Mini Water Pump	43
Gambar 3.5	Multitester	44
Gambar 3.6	tachometer	44
Gambar 3.7	Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh 3 Fasa	45
Gambar 3.8	Diagram Blok Pltph	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Jenis Jenis Turbin	46
Table 3.1	Data Diameter Selang	46
Table 4.1	Daya Hasil Output Pltph	46
Table 4.2	Data Hasil Efisiensi	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hampir semua masyarakat baik dari yang berekonomi tinggi hingga ekonomi rendah sangat membutuhkan energy listrik. Sebagai contoh televisi, lampu listrik, kulkas, komputer, dan lain lain. Selain barang-barang disekitaran kita juga banyak yang menggunakan energi listrik seperti laptop, tablet, smartphone, printer dan lain sebagainya. Pembangkit listrik pikohidro adalah istilah yang digunakan untuk pembangkitan listrik tenaga air dengan kapasitas dibawah 5kw (Kilo watt) bahkan lebih kecil yang berkisar antara 200-300W. Pikohidro dapat dihasilkan dari turbin yang diputar oleh aliran air alami pada kemiringan setinggi minimal satu meter.

Dengan melihat begitu banyaknya potensi energi baru terbarukan yang ada di Provinsi Sumatera Utara, hendaknya perlu dilakukan kajian yang lebih detail dan komprehensif yang didukung dengan peningkatan kualitas sumber daya manusia terutama dalam hal penguasaan teknologi energi baru terbarukan sehingga potensi-potensi yang ada di provinsi ini dapat segera dimanfaatkan semaksimal mungkin terutama untuk diproses menjadi energi listrik untuk daerah terpencil sehingga dapat mempercepat peningkatan rasio kelistrikan daerah pedesaan yang ada di provinsi Sumatera Utara.

Teknologi Mikrohido dan Pikohidro terus dikembangkan baik dari segi peralatannya maupun dari segi efisiensinya. Sebenarnya kita bisa memasok listrik sendiri, dengan memanfaatkan aliran air sungai, air terjun yang sering kita temui

di desa- desa atau daerah pegunungan. Disebut mikro karena daya yang dihasilkan tergolong kecil yang membedakan antara Mikrohido dan Piko hidro adalah output daya yang dihasilkan. Tenaga air ini bisa berasal dari saluran sungai, saluran irigasi, air terjun alam, atau bahkan sekedar parit asal airnya kontinyu.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk menghasilkan listrik adalah pemakaian energi air sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) jenis turbin air. Di dalam turbin energi kinetik air dirubah menjadi energi mekanik, di mana air memutar roda turbin. Energi puntir yang dihasilkan selanjutnya diubah menjadi energi listrik melalui generator. Piko hidro ini merupakan teknologi ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi dan limbah atau sisa buangan yang berbahaya.

Kincir air adalah suatu mesin fluida yang menghasilkan energi mekanik berupa putaran poros dengan memanfaatkan energi potensial air. Energi ini selanjutnya diubah menjadi bentuk energi lain seperti energi listrik dengan menggunakan generator. Pada perancangan kincir air, tipe dan dimensi kincir sangat tergantung dari lokasi penempatan kincir, tinggi jatuh air dan kapasitas air yang tersedia.

Hasil yang di dapat oleh turbin tersebut pun dapat berubah ubah menurut jumlah variasi sudu, ada berbagai macam bentuk sudu seperti 2, 3, dan 4 buah dengan dimensi turbin yang digunakan berbagai ukuran, diameter 1 m dan tinggi 1,2 m. Hasil pengujian turbin helik dengan menggunakan jumlah sudu 3 buah menunjukkan unjuk kerja yang optimal dimana efisiensi yang dihasilkan mencapai 35,99 % bila dibandingkan dengan menggunakan jumlah sudu 2 dan 4

buah. Daya yang dibangkitkan sebesar 100 Watt dengan kecepatan aliran 0,8 m/s dan debit aliran 0,96 m³/s.

Untuk itu diperlukan suatu kebijakan energi nasional yang berkelanjutan dengan memperluas akses kepada kecukupan pasokan energi, andal dan terjangkau dengan memperhatikan seluruh sarana dan prasarana yang diperlukan dan dampak lingkungan yang ditimbulkan berangkat dari masalah tersebut pada penelitian ini dilakukan **“Analisis Efisiensi Daya Pembangkit Listrik Tenaga *Pico-Hydro* Portable Dengan Memanfaatkan Tekanan Air Keluaran High Pressure Car Wash Pump 100 Watt 8L Permenit”**

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat pada latar belakang diatas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana putaran turbin terhadap keluaran *high pressure car wash pump* pada pembangkit listrik tenaga *pico-hydro* terhadap efisien daya
2. Bagaimana sistem penempatan putaran air keluaran tidak berkembang

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari tugas akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui putaran turbin terhadap tekanan *high pressure car wash pump* pada pembangkit listrik tenaga *pico-hydro*.
2. Mengetahui system penempatan putaran turbin pada pembangkit listrik tenaga *pico-hydro*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Simulasi PLTPH ini menggunakan high pressure car wash pump sebagai turbin untuk menyalurkan air guna menggerakkan kincir air.
2. Simulasi PLTPH ini hanya membahas factor kerja turbin yang dibedakan dengan car wash pump

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat Penelitian yang dapat diambil dari skripsi ini adalah :

1. Manfaat Bagi Mahasiswa

Bahwa penemuan penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa untuk menambah pengetahuan yang berkaitan dengan penggunaan sms gateway untuk menghidupkan dan mematikan lampu dari jarak jauh. Hasil penelitian ini juga 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 luas untuk mengetahui perkembangan teknologi yang ada di indonesia.

1.6 Metodologi Penulisan

Metode Penulisan Terdiri Atas :

1. Studi Literatur

Studi pustaka ini dilakukan untuk menambah pengetahuan penulis dan untuk mencari referensi bahan dengan membaca literatur maupun bahan-

bahan teori baik berupa buku, data dari internet (referensi yang menyangkut tentang energi baru terbarukan)

2. Perancangan Sistem

Membuat alat Pembangkit Listrik Tenaga *Pico-hydro* menggunakan high pressure car wash pump 100 W 8L permenit guna mendapatkan nilai efisiensinya.

3. Pengujian Dan Analisis

Pengujian dan analisis merupakan suatu bagian untuk memperoleh data dari Pembangkit Listrik Tenaga *Pico-Hydro*.

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini tersusun atas beberapa bab pembahasan. Sistematika penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan metodologi penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi pembahasan secara garis besar tentang Pembangkit Listrik Tenaga *Pico-Hydro* untuk tugas akhir

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan menerangkan tentang lokasi penelitian, diagram alir/*flowchart*, diagram *ladder* serta jadwal kegiatan dan hal-hal lain yang berhubungan dengan proses perancangan dan analisis.

BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENGUJIAN

Pada bab ini berisi tentang hasil analisa dan pengujian pada Pembangkit Listrik Tenaga Pico-Hydro.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran pada tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

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 sehinggasering kali 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 di sesuaikan 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%. (Syaputra..M.T. 2017)

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. (supardi agus 2015)

Selain itu metode *reverse engineering* dapat mempermudah dalam pembuatan, pengoperasian, dan perawatan untuk mendapatkan efisiensi dan efektivitas yang tinggi dimana dalam desain dan pemilihan turbin tidak perlu dimulai dari awal akan tetapi mengacu pada desain sebelumnya dan yang dirasa masih kurang tepat untuk memperoleh efisiensi yang lebih tinggi pada produk PLTA Piko Hidro. Perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana cara proses pembuatan turbin dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air Piko Hidro (PLTA-PH) dan mengetahui efisiensi maksimal dari turbin dengan pengujian variasi debit aliran ditinjau dengan menggunakan data-data guna mendukung pengembangan usaha berbasis produksi teknologi energi terbarukan yang ramah lingkungan. Pemilihan turbin merupakan fase pertama dari proyek yang akan menitik beratkan pengembangan persyaratan teknologi jaringan yang fokus pada kondisi operasi yang tersedia. (Henanto Pandu Dawanto. 2017)

-Menurut Denanto Pandu Hewanto, Himawanto Aries Dwi., 2017 dengan jurnal yang berjudul “Pembuatan dan pengujian turbin propeller dalam pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga air piko hidro (PLTA-PH) dengan variasi debit aliran” Pembangkit listrik tenaga air (hydropower) dengan

daya yang dihasilkan berkapasitas kurang dari 5 kW disebut "*Pico Hydro*" (tenaga air-PH). Pico Hydro merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Dalam penelitian ini bertujuan untuk: pembuatan PLTA *Pico Hydro* hemat energi, terbarukan dan ramah lingkungan, menentukan efisiensi turbin dengan pengujian variasi aliran, menentukan efisiensi generator. Merancang dan membuat turbin air portabel mudah dalam pembuatan, operasi, dan perawatan dan memiliki efisiensi dan efektivitas tinggi yang bisa menggunakan metode reverse engineering. Proses produksi dilakukan untuk membuat turbin dengan proses bubut dan pengelasan. Sedangkan bahan yang digunakan adalah baja ringan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, proses pembuatan PLTA Pico Hydro dapat dilakukan dengan mudah oleh masyarakat, jenis turbin yang digunakan dalam pengujian PLTA adalah turbin baling-baling dengan 4 bilah, pengukuran arus dengan metode V-Notch menunjukkan debit actual.

-Menurut Setiadi Edi, Sosilo Eddy, Septe Edi,. Dengan jurnal yang berjudul "Perancangan Pico Hydro Portable Type Kincir Air Sebagai Pembangkit Energi Listrik" Picohydro adalah jenis pembangkit listrik tenaga dengan kapasitas kecil, sangat banyak sumber-sumber potensi air yang dapat dimanfaatkan untuk Picohydro Portable. Hal ini selara dengan intruksi Bapak Presiden dan Gubernur untuk mencari sumber daya listrik sebagai upaya untuk menaikkan elektrifikasi di Sumatera Barat. Sumber air yang ada di Sumatera Barat, ada dalam skala kecil dan kincir dapat dirancang untuk saluran irigasi dan aliran sungai kecil. Elektrifikasi 100% bahwa saluran irigasi ini tidak dimanfaatkan, hal ini disebabkan tidak adanya upaya masyarakat atau pemerintah untuk membuatnya. Untuk itu perlu dibuat suatu pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas kecil,

pengoperasian terdiri dari dari sebuah kincir kecil yang dirancang sedemikian rupa agar ringan dan mudah untuk dibawa – bawa sebagai pembangkit listrik, digunakan motor listrik dengan diubah fungsi menjadi generator agar tegangan yang dihasilkan oleh generator dapat konstan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk merancang pembangkit listrik tenaga picohydro dengan memanfaatkan aliran air yang berkecepatan rendah. Metode dari penelitian ini menentukan jenis sumber air yang dimanfaatkan dalam memilih aliran irigasi atau sungai-sungai kecil, mengukur debit air untuk mendapatkan daya, menentukan jenis dan bahan untuk kincir air portable, merancang konstruksi berupa (rangka luar, rangka dalam, dudukan sudu, tapak poros), menentukan jenis atau kapasitas motor yang akan digunakan sebagai generator, membuat konstruksi dan membuat bagian kincir air (assembling), melakukan pengujian dilabor dan dilapangan. Dari hasil yang dilakukan didapatkan besaran energi air yang diuji dari lapangan sebesar 2 m/s maka daya terbangkit yaitu sebesar 2200 watt dengan tegangan 220 volt. Dan ELC (Electrical Load Controller) ini yang dapat mengatur tegangan yang berlebih, yang dihasilkan oleh pembangkit *pico hydro* ini.

-Menurut Hadiyanto Roy, Bakrie Fauzie., 2013 Dengan jurnal yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Portable Mikro Hydro Menggunakan Turbin Tipe *Cross Flow*” *Prototipe Portable Micro Hydro* adalah pembangkit listrik tenaga air yang bisa bekerja pada aliran dengan debit kecil serta bersifat *portable* dan *moveable*. Telah dibuat *Prototipe Portable Micro Hydro* dengan menggunakan turbin tipe *cross flow*. Penampang turbin dibuat dari bahan HDPE dan sudu turbin terbuat dari pipa PVC $\frac{3}{4}$ inch. Turbin memiliki ukuran panjang dan diameter sebesar 2.5 inch serta terdiri dari 20 sudu. Pengujian *Prototipe*

Portable Micro Hydro dilakukan dengan mengukur keluaran arus maksimum dan tegangan maksimum dari generator dengan menggunakan variasi ketinggian pipa 60 cm, 80 cm dan 100 cm. Sumber air yang digunakan berasal dari wadah dengan volume air 19 liter dan ketinggian wadah sebesar 0,49 m. Efisiensi terbesar 5.24 % didapatkan pada saat menggunakan ketinggian pipa 100 cm, dengan *output* arus maksimum sebesar 114.7 mA menggunakan resistansi 330 Ω dan tegangan maksimum sebesar 5.94V.

- Menurut Afrinantina siregar, Syukri Mahdi, Sara Devi Ira., Dalam jurnal yang berjudul "Rancang Bangun Prototype PLTPH Menggunakan Turbin *Open Flume*" Aceh memiliki banyak aliran sungai yang mempunyai tinggi jatuh dan debit air yang bervariasi dimana pemanfaatannya belum optimal. Tugas akhir ini bertujuan untuk memanfaatkan energi air sehingga mampu menghasilkan sebuah prototipe pembangkit energi listrik piko hidro. Perancangan PLTPH ini dimulai dari pengukuran potensi air, merancang turbin dan generator, selanjutnya mengamati sistem kerja PLTPH dan memperkirakan daya listrik yang akan dihasilkan oleh PLTPH tersebut. Dari lokasi yang dipilih, diketahui debit air sebesar 0.0054 m³/s dan memiliki tinggi jatuh air sebesar 3 m. Data ini digunakan untuk menghitung dan merancang turbin, pemilihan bak penampungan, pipa hisap (draft tube), dan perancangan generator. Hasil penelitian didapatkan rancang bangun prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) dengan menggunakan turbin open flume dan generator magnet permanent 24 kutub. Turbin open flume memiliki konstruksi yang sederhana dan dapat dioperasikan pada tinggi jatuh air antara 3-6 meter serta debit air yang rendah sehingga penggunaan turbin open flume untuk pembangkit listrik tenaga piko hidro yang

akan digunakan pada aliran sungai yang memiliki tinggi jatuh air dan debit air yang rendah sangat tepat. Dengan kecepatan putaran generator 261,9 rpm, PLTPH ini mampu menghasilkan tegangan sebesar 13,37 V dan arus 3,11 A sehingga daya yang diperoleh adalah 41,6 watt.

- Menurut Muhammad ajuar zain dalam jurnal yang berjudul “Simulasi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro Menggunakan Mini Water Pump” Energi air merupakan salah satu pemanfaatan energi terbarukan yang memiliki potensi sangat besar untuk dikembangkan. Energi air merupakan energi yang sangat melimpah di Indonesia. Potensi energi air di Indonesia sangatlah besar, namun masih kurang dimanfaatkan. Memanfaatkan energi air menjadi energi listrik berskala kecil dapat dikembangkan dengan menggunakan turbin dan generator yang berskala kecil pula. Dengan memanfaatkan aliran dari sumber air yang berpotensi cukup besar untuk dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik berskala besar maupun kecil, sumber air yang tersedia dapat dimanfaatkan agar menjadi energi listrik. Memanfaatkan sumber energi air yang berskala kecil dapat dirancang sesuai dengan prosedur pembangkit listrik tenaga air berskala kecil juga dengan menggunakan turbin sebagai media perubah energi air menjadi energi gerak dimana pergerakan turbin diteruskan ke as poros pada generator, generator inilah yang menghasilkan energi listrik. Penelitian ini menguji seberapa besar energi listrik yang dihasilkan pada perbedaan putaran arus air pada penelitian ini menggunakan mini water pump sebagai sumber penghantar air menuju turbin dengan perubahan semburan air yang dihasilkan melalui sprayer gun sebagai penyearah alur air, dengan perubahan putaran sprayer gun antara posisi awal semburan awal 0 cm, menengah 2cm, dan rendah 4cm. Dari pengujian yang

dilakukan tegangan terendah terdapat pada putaran sprayer gun pada posisi putaran 4cm yaitu sebesar 27,90V tegangan menengah yang diperoleh pada posisi putaran 2cm yaitu sebesar 39,50V dan tegangan tertinggi terdapat pada putaran sprayer gun pada posisi putaran awal 0cm yaitu sebesar 40,25V. Setiap kecepatan putaran yang dihasilkan dari semburan air memiliki putaran turbin yang berbeda-beda, semakin tinggi kecepatan putaran kincir pada turbin yang dihasilkan dari semburan air mini water pump maka akan semakin besar putaran turbinnya. Putaran turbin terendah didapat pada saat kecepatan putaran air yang dihasilkan pada posisi nilai RPM pada putaran generator sebesar 2401 RPM pada saat posisi putaran 4cm, putaran turbin menengah di dapat pada saat kecepatan putaran air yang di hasilkan pada posisi nilai RPM putaran generator sebesar 2432 RPM pada saat posisi putaran 2cm dan putaran turbin tertinggi didapat pada saat kecepatan putaran turbin sebesar 2452 RPM pada saat posisi putaran awal yaitu 0cm. Semakin besar putaran turbin yang dihasilkan maka semakin besar tegangan yang dihasilkan.

2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah salah satu pembangkit yang memanfaatkan aliran air untuk diubah menjadi energi listrik. Energi listrik yang dibangkitkan ini biasa disebut sebagai hidroelektrik. Pembangkit listrik ini bekerja dengan cara merubah energi air yang mengalir (dari bendungan atau air terjun) menjadi energi mekanik (dengan bantuan turbin air) dan dari energi mekanik menjadi energi listrik (dengan bantuan generator). Kemudian energi listrik tersebut dialirkan melalui jaringan-jaringan yang telah dibuat, hingga akhirnya energi listrik tersebut sampai pada konsumen.

PLTA dapat beroperasi sesuai dengan perancangan sebelumnya, bila mempunyai daerah sungai (DAS) yang potensial sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan dalam pengoprasian PLTA tersebut. Pada operasi PLTA tersebut keadaan air yang masuk pada waduk / dam tempat penampungan air, beserta besar air yang tersedia dalam waduk / dam dan perhitungan besar air yang dialirkan melalui pintu saluran air untuk menggerakkan turbin sebagai penggerak sumber listrik tersebut, merupakan suatu keharusan untuk dimiliki, dengan demikian control terhadap air yang masuk ataupun keluar dapat didistribusikan ke pintu - pintu saluran air untuk menggerakkan turbin harus dilakukan dengan baik, sehingga dalam pengoprasian PLTA tersebut, dapat dijadikan sebagai dasar tindakan pengaturan efisiensi penggunaan air maupun penggunaan seluruh system sehingga PLTA tersebut, dapat beroperasi sepanjang tahun, walaupun dalam keadaan kemarau panjang.

Kapasitas PLTA diseluruh dunia ada sekitar 675.000 MW, setara dengan 3.5 milyar barrel minyak atau sama dengan 24 % kebutuhan listrik dunia yang digunakan oleh lebih dari 1 milyar orang.

Dalam ketentuan pemanfaatan suatu potensial sumber tenaga air bagi pembangkitan tenaga listrik yaitu

1. Jumlah air yang tersedia, yang merupakan yang merupakan fungsi dari jatuh hujan.
2. Tinggi air terjun yang mampu dimanfaatkan. Hal ini tergantung dari topografi daerah tersebut.
3. Jarak lokasi yang mampu dimanfaatkan terhadap adanya pusat - pusat beban atau jaringan transmisi listrik.

2.3 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 pikohidro merupakan salah satu pembangkit listrik yang masih terus dikembangkan terutama untuk daerah pedesaan yang masih membutuhkan pasokan listrik. Penelitian yang telah dikembangkan yaitu 10 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.

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 yang di hasilkan turbin

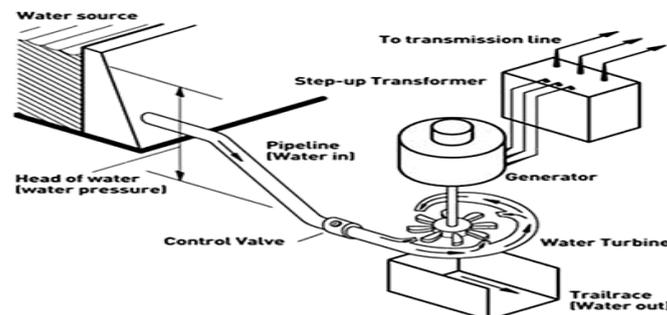
ρ = massa jenis air (kg/m³)

\dot{V} = debit air (m³/s)

H = ketinggian air jatuh (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 dapat digambarkan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Proses PLTA skala piko

2.3.1 Kelebihan PLTPH

1. Ramah lingkungan
2. Merupakan potensi energy baru dan terbarukan
3. Di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar
4. Menjadi energy *alternative* di desa – desa yang masih belum terjangkau oleh listrik dari PLN

2.3.2 Kekurangan PLTPH

1. Tidak semua aliran air di Indonesia dapat digunakan untuk PLTPH
2. Perlu konservasi daerah, terutama di hulu sungai
3. Biaya untuk perizinan PLTPH juga masih sangat mahal
4. Kemampuan teknisi local yang juga masih terbatas
5. Dan kurangnya sosialisasi tentang PLTPH di Indonesia juga masi sangat jarang.

2.4 Komponen – Komponen PLTA

Komponen-komponen yang ada pada PLTA skala piko dan mikrohidro secara umum terdiri dari :

2.4.1 Bendungan (*wear*) dan intake

Pada umumnya instalasi PLTA skala piko pembangkit listrik tenaga air jenis aliran sungai atau aliran irigasi langsung, jarang yang merupakan jenis waduk konstruksi bangunan intake untuk mengambil air langsung dapat berupa bendungan yang melintang sepanjang lebar sungai atau langsung tanpa dilengkapi bendungan,

2.4.2 Saluran Pembawa (*head race*)

Saluran pembawa berfungsi untuk mengalirkan air dari intake sampai ke bak penenang. Perencanaan saluran penghantar berdasarkan pada kriteria:

- Nilai ekonomis yang tinggi
- Efisiensi fungsi
- Mudah pengerjaanya
- Mudah pemeliharanya
- Dan memiliki struktur bangunan yang memadai

2.4.3 Pipa pesat (*penstock*)

Pipa pesat (*penstock*) adalah pipa yang berfungsi untuk mengalirkan air dari bak penenang (*forebay tank*). Perencanaan pipa pesat mencakup pemilihan material, diameter penstock, tebal dan jenis sambungan (*coordination point*). Pemilihan material berdasarkan pertimbangan kondisi operasi, aksesibility, berat, sistem penyambungan dan biaya. Diameter pipa pesat dipilih dengan pertimbangan keamanan, kemudahan proses pembuatan, ketersediaan material dan tingkat rugi-rugi (*fiction losses*) seminimal mungkin.

2.4.4 Pintu pengatur

Pintu pengatur berfungsi untuk mengatur volume air yang akan masuk ke kolam pesat (*pinstcok*)

2.4.5 Rumah pembangkit

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

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

2.4.6 Saluran Buang (*Trail Race*)

Saluran buang berfungsi untuk mengalirkan air kembali keluar menuju saluran utama air seperti sungai atau saluran irigasi setelah aliran air difungsikan untuk memutar turbin.

2.5 Turbin Air

Turbin air adalah mesin penggerak dimana energi fluida berkerja digunakan langsung untuk memutar roda turbin. Bagian turbin yang dipergunakan langsung untuk berputar dimana rotor atau roda turbin. Dalam turbin fluida kerja mengalami proses kerja ekspansi, yaitu proses penurunan tekanan yang mengalir secara kontinu. Fluida kerjanya dapat berupa air, uap air atau gas. Turbin air adalah turbin dengan air sebagai fluida kerjanya. Air mengalir ditempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Dalam hal ini air mempunyai energi potensial. Dalam proses aliran di dalam pipa energi potensial tersebut berangsur-angsur berubah menjadi energi kinetik. Dalam turbin energi kinetik air berubah menjadi energi mekanik, dimana air memutar turbin.

Dalam pembangkit listrik tenaga air (PLTA) turbin air merupakan peralatan utama selain generator. Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi 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.

Pengelompokkan turbin air ditunjukkan oleh Tabel 1 berikut :

Jenis Turbin	High Head	Medium Head	Low Head
Turbin Impulse	Pelton Turgo	Cross Flow-Multi-jet Pelton Turgo	Cross Flow
Turbin Reaksi		Francais	Propeller Kaplan

Tabel 2.1 Jenis –Jenis Turbin

2.6 Fungsi Turbin

Turbin berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. Gaya jatuh air yang mendorong baling-baling menyebabkan turbin berputar. Turbin air kebanyakan seperti kincir angin, dengan menggantikan fungsi dorong angin untuk memutar baling-baling digantikan air untuk memutar turbin. Perputaran turbin ini di hubungkan ke generator.

2.7 Prinsip Kerja Turbin

Turbin air mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Energi mekanis diubah dengan generator listrik menjadi tenaga listrik. Berdasarkan prinsip kerja turbin dalam mengubah energi potensial air menjadi energi mekanis. Aliran air yang mempunyai energi potensial akan disemprotkan ke sudu-sudu turbin oleh nozzle. Putaran dari sudu-sudu tersebut akan mengakibatkan poros turbin ikut bergerak dan kemudian putaran poros turbin akan diteruskan ke generator listrik untuk diubah menjadi energi listrik.

2.8 Komponen –Komponen Turbin

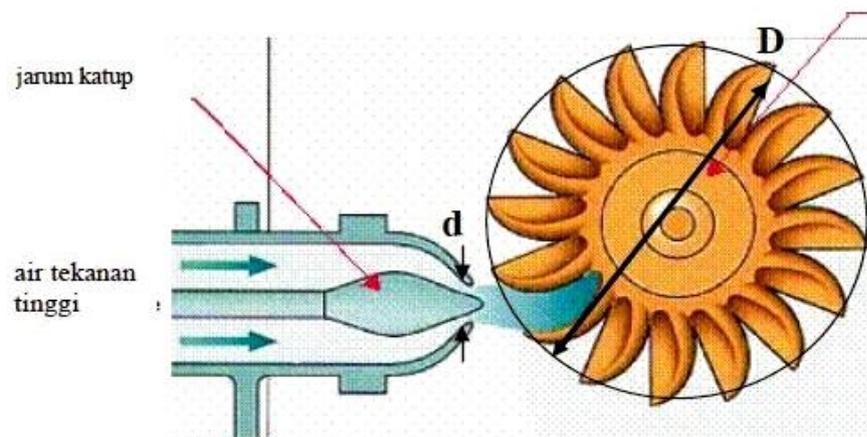
- a. Rotor, yaitu bagian yang berputar pada sistem yang terdiri dari :
 - Sudu-sudu, berfungsi untuk menerima beban pancaran yang disemprotkan oleh nozzle.
 - Poros, berfungsi untuk meneruskan aliran tenaga yang berupa gerak putar yang dihasilkan oleh sudu.
 - Bantalan, berfungsi sebagai perapat-perapat komponen-komponen dengan tujuan agar tidak mengalami kebocoran pada sistem.
- b. Stator, yaitu bagian yang diam pada sistem yang terdiri dari :
 - Pipa pengarah / nozzle yang berfungsi untuk meneruskan aliran fluida sehingga tekanan dan kecepatan fluida yang digunakan didalam sistem besar
 - Rumah turbin, berfungsi sebagai rumah kedudukan komponen-komponen turbin.

2.9 Jenis –Jenis Turbin Air

2.9.1 Turbin Impulse

Turbin impuls adalah turbin air yang cara kerjanya merubah seluruh energi air yang terdiri dari (energi potensial + tekanan + kecepatan) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi kinetik. Energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada nozzle. Air keluar nozzle yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (impulse). Akibatnya roda turbin akan berputar. Turbin impuls adalah turbin tekanan sama karena aliran air yang keluar dari nozzle tekanannya adalah

sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Semua energi tinggi tempat dan tekanan ketika masuk ke sudu jalan turbin dirubah menjadi energi kecepatan. Contoh turbin impuls adalah turbin Pelton.



Gambar 2.2 Turbin Pelton

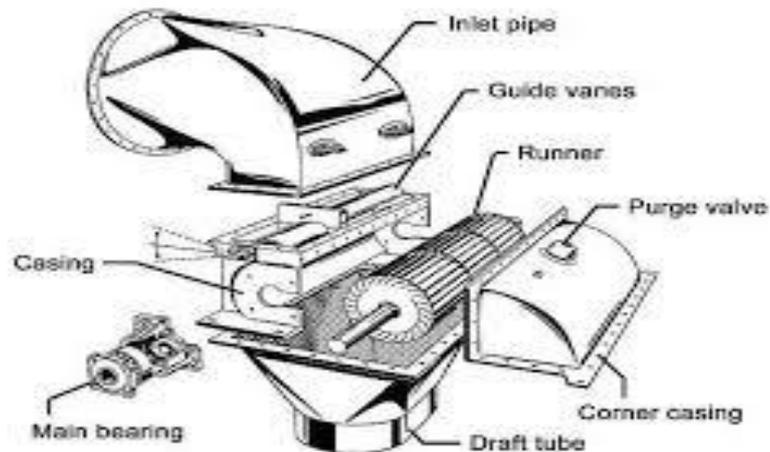
2.9.2 Turbin Reaksi

Turbin reaksi adalah turbin yang cara kerjanya merubah seluruh energi air yang tersedia menjadi energi kinetik. Turbin jenis ini adalah turbin yang paling banyak digunakan. Sudu pada turbin reaksi mempunyai profil khusus yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan air selama melalui sudu. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu sehingga runner (bagian turbin yang berputar) dapat berputar. Turbin yang bekerja berdasarkan prinsip ini dikelompokkan sebagai turbin reaksi. Runner turbin reaksi sepenuhnya tercelup dalam air dan berada dalam rumah turbin.

2.9.3 Turbin Crossflow

Turbin *Cross-Flow* adalah salah satu turbin air dari jenis turbin aksi (*impulse turbine*). Pemakaian jenis Turbin *Cross-Flow* lebih menguntungkan dibanding dengan penggunaan kincir air maupun jenis turbin mikro hidro lainnya.

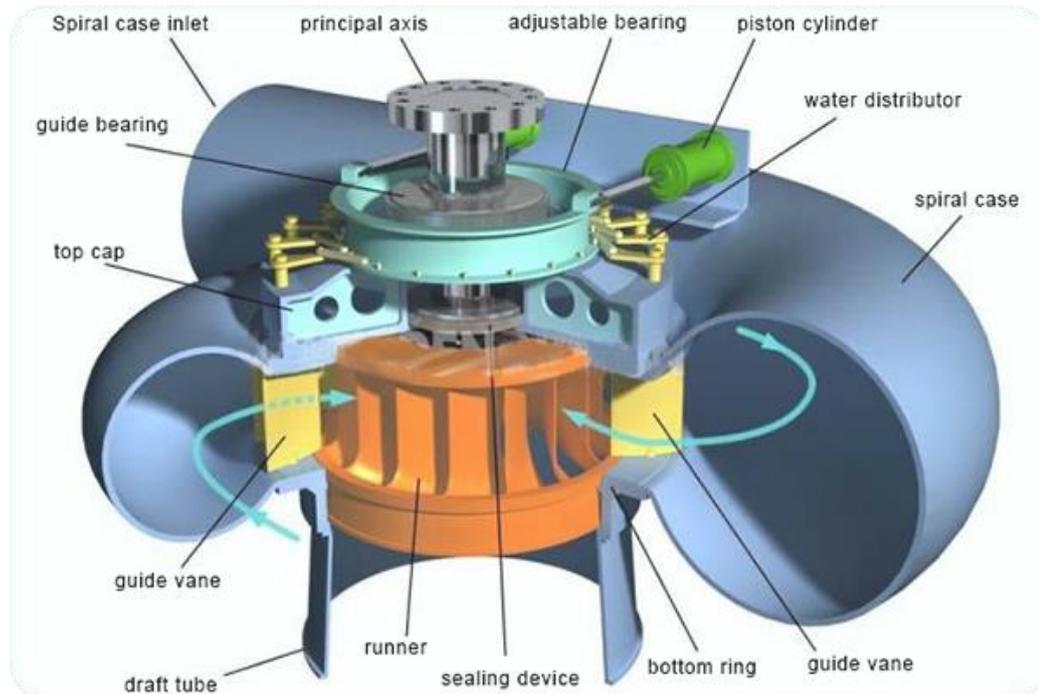
Penggunaan turbin ini untuk daya yang sama dapat menghemat biaya pembuatan penggerak mula sampai 50 % dari penggunaan kincir air dengan bahan yang sama. Penghematan ini dapat dicapai karena ukuran Turbin *Cross-Flow* lebih kecil dan lebih kompak dibanding kincir air.



Gambar 2.3 Turbin Crossflow

2.9.4 Turbin *Francais*

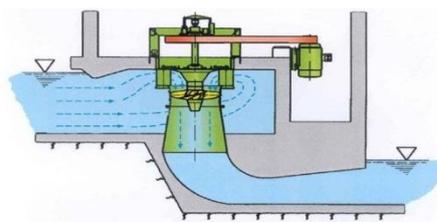
Turbin *Francis* merupakan salah satu turbin reaksi. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah di bagian keluar. Turbin Francis menggunakan sudu pengarah. Sudu pengarah mengarahkan air masuk secara tangensial. Sudu pengarah pada turbin Francis dapat merupakan suatu sudu pengarah yang tetap ataupun sudu pengarah yang dapat diatur sudutnya. Untuk penggunaan pada berbagai kondisi aliran air penggunaan sudu pengarah yang dapat diatur merupakan pilihan yang tepat. Konstruksi turbin terdiri dari dari sudu pengarah dan sudu jalan, dan kedua sudu tersebut, semuanya terendam di dalam aliran air. Air pertama masuk pada terusan berbentuk rumah keong. Perubahan energi seluruhnya terjadi pada sudu pengarah dan sudu gerak.



Gambar 2.4 Turbin Francais

2.9.5 Turbin Kaplan

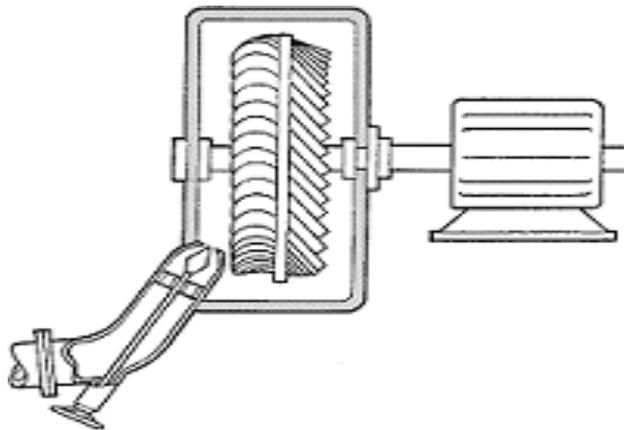
Turbin Kaplan merupakan turbin reaksi aliran aksial. Turbin ini tersusun dari propeller seperti pada perahu. Propeller tersebut biasanya mempunyai tiga hingga enam sudu. Tidak berbeda dengan turbin francis, turbin kaplan cara kerjanya menggunakan prinsip reaksi. Turbin ini mempunyai roda jalan yang mirip dengan baling-baling pesawat terbang. Bila baling-baling pesawat terbang berfungsi untuk menghasilkan gaya dorong, roda jalan pada kaplan berfungsi untuk mendapatkan gaya F yaitu gaya putar yang dapat menghasilkan torsi pada poros turbin.



Gambar 2.5 Turbin Kaplan

2.9.6 Turbin Turgo

Turbin turgo Dapat beroperasi pada head 30 s/d 300 m. Seperti turbin pelton turbin turgo merupakan turbin impulse, tetapi sudunya berbeda keuntungan kerugian juga sama.



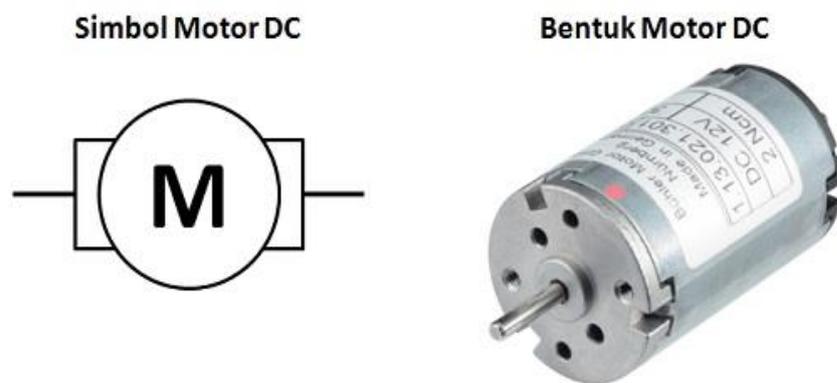
Gambar 2.6 Turbin Turgo

2.10 Motor DC

Motor Listrik DC atau *DC Motor* adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC ini juga dapat disebut sebagai Motor Arus Searah. Seperti namanya, DC Motor memiliki dua terminal dan memerlukan tegangan arus searah atau DC (*Direct Current*) untuk dapat menggerakannya. Motor Listrik DC ini biasanya digunakan pada perangkat-perangkat Elektronik dan listrik yang menggunakan sumber listrik DC seperti Vibrator Ponsel, Kipas DC dan Bor Listrik DC.

Motor Listrik DC atau *DC Motor* ini menghasilkan sejumlah putaran per menit atau biasanya dikenal dengan istilah RPM (*Revolutions per minute*) dan dapat dibuat berputar searah jarum jam maupun berlawanan arah jarum jam apabila polaritas listrik yang diberikan pada Motor DC tersebut dibalik. Motor Listrik DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk. Kebanyakan Motor

Listrik DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V. Apabila tegangan yang diberikan ke Motor Listrik DC lebih rendah dari tegangan operasionalnya maka akan dapat memperlambat rotasi motor DC tersebut sedangkan tegangan yang lebih tinggi dari tegangan operasional akan membuat rotasi motor DC menjadi lebih cepat. Namun ketika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut turun menjadi dibawah 50% dari tegangan operasional yang ditentukan maka Motor DC tersebut tidak dapat berputar atau terhenti. Sebaliknya, jika tegangan yang diberikan ke Motor DC tersebut lebih tinggi sekitar 30% dari tegangan operasional yang ditentukan, maka motor DC tersebut akan menjadi sangat panas dan akhirnya akan menjadi rusak. Pada saat Motor listrik DC berputar tanpa beban, hanya sedikit arus listrik atau daya yang digunakannya, namun pada saat diberikan beban, jumlah arus yang digunakan akan meningkat hingga ratusan persen bahkan hingga 1000% atau lebih (tergantung jenis beban yang diberikan). Oleh karena itu, produsen Motor DC biasanya akan mencantumkan *Stall Current* pada Motor DC. *Stall Current* adalah arus pada saat poros motor berhenti karena mengalami beban maksimal.

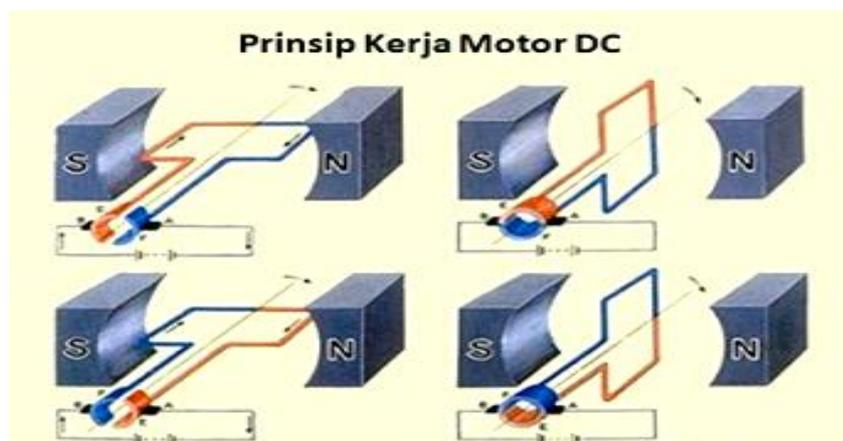


Gambar 2.7 Motor DC Dan Simbolnya

2.10.1 Prinsip Kerja Motor DC

Terdapat dua bagian utama pada sebuah Motor Listrik DC, yaitu *Stator* dan *Rotor*. *Stator* adalah bagian motor yang tidak berputar, bagian yang statis ini terdiri dari rangka dan kumparan medan. Sedangkan *Rotor* adalah bagian yang berputar, bagian Rotor ini terdiri dari kumparan Jangkar. Dua bagian utama ini dapat dibagi lagi menjadi beberapa komponen penting yaitu diantaranya adalah *Yoke* (kerangka magnet), *Poles* (kutub motor), *Field winding* (kumparan medanmagnet), *Armature Winding* (KumparanJangkar), *Commutator* (Komutator) dan *Brushes* (kuas/sikat arang).

Pada prinsipnya motor listrik DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang berkutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet. Saat ini, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti.



Gambar 2.8 Prinsip Kerja Motor DC

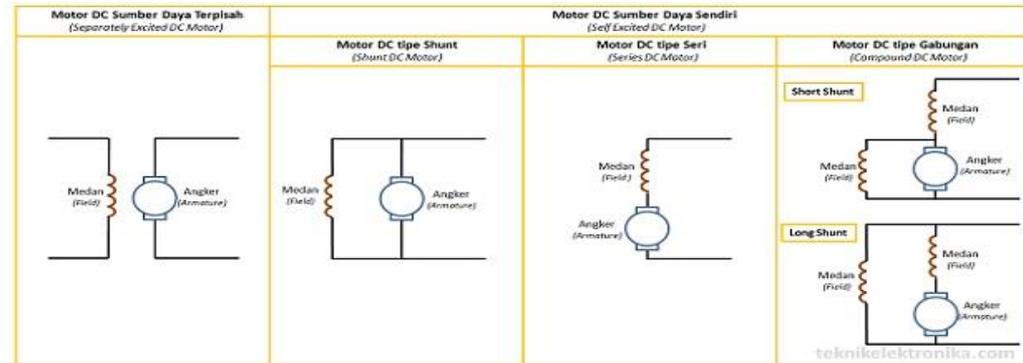
Untuk menggerakannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus pada kumparan dibalik. Dengan demikian, kutub utara kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatannya akan berubah menjadi kutub utara. Pada saat perubahan kutub tersebut terjadi, kutub selatan kumparan akan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub utara kumparan akan berhadapan dengan kutub utara magnet. Karena kutubnya sama, maka akan terjadi tolak menolak sehingga kumparan bergerak memutar hingga kutub utara kumparan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub selatan kumparan berhadapan dengan kutub utara magnet. Pada saat ini, arus yang mengalir ke kumparan dibalik lagi dan kumparan akan berputar lagi karena adanya perubahan kutub. Siklus ini akan berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan diputuskan.

2.10.1 Jenis – jenis Motor DC

Motor DC atau sering disebut juga dengan Motor listrik arus searah adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi listrik searah (*Direct Current/DC*) menjadi energi kinetik. Seperti namanya, Motor DC membutuhkan arus listrik searah atau arus DC pada kumparan medan untuk dikonversikan menjadi energi kinetik. Kumparan Medan (*Field Winding*) ini adalah kumparan atau gulungan/lilitan yang terdapat pada bagian yang tidak bergerak pada Motor DC dan biasanya disebut dengan Stator, sedangkan bagian yang bergerak pada Motor DC disebut dengan Rotor.

Pada dasarnya, semua Motor DC diklasifikasikan menjadi 2 Jenis utama berdasarkan hubungan Kumparan Medan dan Kumparan Angkernya, kedua jenis Motor DC tersebut adalah Motor DC sumber daya terpisah atau *Separately Excited DC Motor* dan Motor DC sumber daya sendiri atau *Self Excited DC Motor*.

Motor DC sumber daya sendiri ini dapat dibedakan lagi menjadi tiga jenis yaitu *Shunt Wound Motor DC*, *Series Wound Motor DC* dan *Compound Wound Motor DC*.



Gambar 2.9 Jenis – Jenis Motor DC

2.10.2 Motor DC Sumber Daya Terpisah

Pada Motor DC jenis sumber daya terpisah ini, sumber arus listrik untuk kumparan medan (*field winding*) terpisah dengan sumber arus listrik untuk kumparan angker (*armature coil*) pada rotor seperti terlihat pada gambar diatas ini. Karena adanya rangkaian tambahan dan kebutuhan sumber daya tambahan untuk pasokan arus listrik, Motor DC jenis ini menjadi lebih mahal sehingga jarang digunakan. *Separately Excited Motor DC* ini umumnya digunakan di laboratorium untuk penelitian dan peralatan-peralatan khusus.

2.10.3 Motor DC Sumber Daya Sendiri

Pada Motor DC jenis Sumber Daya Sendiri atau *Self Excited Motor DC* ini, kumparan medan (*field winding*) dihubungkan secara seri, paralel ataupun kombinasi seri-paralel dengan kumparan angker (*armature winding*). Motor DC Sumber Daya Sendiri ini terbagi lagi menjadi 3 jenis Motor DC yaitu *Shunt DC Motor*, *Series DC Motor* dan *Compound DC Motor*.

2.10.4 Motor DC Tipe Shunt

Motor DC tipe Shunt adalah Motor DC yang kumparan medannya dihubungkan secara paralel dengan kumparan angker (*armature winding*). Motor DC tipe Shunt ini merupakan tipe Motor DC yang sering digunakan, hal ini dikarenakan Motor DC Shunt memiliki kecepatan yang hampir konstan meskipun terjadi perubahan beban (kecepatan akan berkurang apabila mencapai torsi (*torque*) tertentu). Karena Kumparan Medan dan Kumparan Angker dihubungkan secara paralel, maka total arus listrik merupakan penjumlahan dari arus yang melalui kumparan medan dan arus yang melalui kumparan angker.

2.10.5 Motor DC Tipe Seri

Motor DC tipe Seri atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *Series DC Motor* ini adalah Motor DC yang kumparan medannya dihubungkan secara seri dengan kumparan angker (*armature winding*). Dengan hubungan seri tersebut, arus listrik pada kumparan medan adalah sama dengan arus listrik pada kumparan angker. Kecepatan pada Motor DC tipe seri ini akan berkurang seiring dengan penambahan beban yang diberikan pada motor DC tersebut. Motor DC jenis ini tidak boleh digunakan tanpa ada beban yang terpasang karena akan berputar cepat tanpa terkendali.

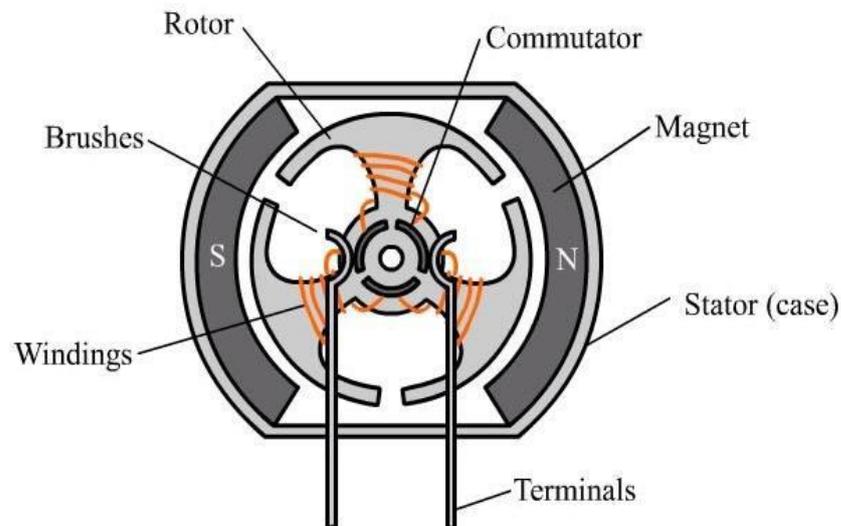
2.10.6 Motor DC Tipe Compound

Compound DC Motor atau Motor DC tipe Gabungan ini adalah gabungan Motor DC jenis Shunt dan Motor DC jenis Seri. Pada Motor DC tipe Gabungan ini, Terdapat dua Kumparan Medan (*Field Winding*) yang masing-masing dihubungkan secara paralel dan Seri dengan Kumparan Angker (*Armature Winding*). Dengan gabungan hubungan seri dan paralel tersebut, Motor DC jenis

Compound ini mempunyai karakteristik seperti Series DC Motor yang memiliki torsi (torque) awal yang tinggi dan karakteristik Shunt DC Motor yang berkecepatan hampir konstan. Motor DC tipe Gabungan (*Compound DC Motor*) ini dapat dibedakan lagi menjadi dua jenis yaitu *Long Shunt Compound DC Motor* yang kumparan medannya dihubungkan secara paralel dengan kumparan angkernya saja dan *Short Shunt Compound DC Motor* yang kumparan medannya secara paralel dengan kombinasi kumparan medan seri dan kumparan angker (bentuk rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 2.9).

2.10.7 Bagian Bagian Motor DC

Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar. Seperti yang dapat ditunjukkan seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.10 Bagian-Bagian Pada motor dc

1. **Kutub medan** : Secara sederhana bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dinamo yang menggerakkan bearing pada ruang

diantara kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan yaitu kutub utara dan kutub selatan.

2. **Rotor** : Bila arus masuk menuju rotor (bagian motor yang bergerak), maka arus ini akan menjadi elektromagnet. Rotor yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, rotor berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan dinamo.

3. **Komutator**: Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikkan arah arus listrik dalam dinamo. Commutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

2.10.8 mesin pompa

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah ke cairan yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpindahan. Hal Ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau *suction* dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau *discharge* dari pompa.

Pompa adalah salah satu mesin fluida yang termasuk dalam golongan mesin kerja. Pompa berfungsi untuk merubah energi mekanis (kerja putar poros) menjadi energi fluida dan tekanan. Suatu pompa sentrifugal pada dasarnya terdiri dari satu impeler atau lebih yang dilengkapi dengan sudu-sudu, yang dipasangkan

pada poros yang berputar dan diselubungi oleh sebuah rumah (casing). Fluida memasuki impeler secara aksial di dekat poros dan mempunyai energi potensial, yang diberikan padanya oleh sudu-sudu. Begitu fluida meninggalkan impeler pada kecepatan yang relatif tinggi, fluida itu dikumpulkan didalam 'volute' atau suatu seri luan diffuser yang mentransformasikan energi kinetik menjadi tekanan. Ini tentu saja diikuti oleh pengurangan kecepatan. Sesudah konversi diselesaikan, fluida kemudian dikeluarkan dari mesin tersebut

Sama untuk pompa-pompa dengan kekecualian bahwa volume gas adalah berkurang begitu gas-gas tersebut melewati blower, sementara volume fluida secara praktis adalah tetap begitu fluida tersebut melewati pompa.

Pompa-pompa sentrifugal pada dasarnya adalah mesin-mesin berkecepatan tinggi (dibandingkan dengan jenis-jenis torak, rotary, atau perpindahan). Perkembangan akhir-akhir ini pada turbin-turbin uap, dan motor-motor listrik dan disain-disain sistem gigi kecepatan tinggi telah memperbesar pemakaian dan penggunaan pompa-pompa sentrifugal, seharusnya dapat bersaing dengan unit-unit torak yang ada.

Garis-garis efisiensi adalah garis yang menyatakan efisiensi yang sama untuk hubungan head dengan kapasitas atau daya dapat di tentukan batasan putaran maksimum dan minimum dengan kata lain untuk mendapatkan daerah operasi yang terbaik jika dilihat dari segi putaran pompa. Dan keuntungannya adalah sebagai berikut.

1. Konstruksi yang lebih lama
2. Lebih mudah di operasikan
3. Biaya perawatan yang rendah

Kerugian nya :

1. Effesiensi rendah pada kapasitas tinggi
2. Adanya kerugian pada pipa hisap karena bocor pada saat beroperasi

2.10.9 Generator Magnet Permanent

Generator magnet permanen juga sama seperti generator sinkron umumnya, yaitu terdiri dari dua bagian utama rotor (bagian yang berputar) dan stator (bagian yang diam). Akan tetapi generator magnet permanen memiliki perbedaan utama dari generator sinkron umumnya yaitu pada cara pembangkitan (sistem eksitasi) fluks magnetik, yaitu pada generator sinkron magnet permanen fluks magnet pada rotor dibangkitkan oleh magnet permanen yang kekuatan dan spesifikasi tergantung pada material magnet yang digunakan. Sedangkan pada generator sinkron biasa fluks magnet pada rotor di bangkitkan oleh tegangan DC melalui cincip geser serta sikat dan diberikan ke kumparan medan.

BAB III

METODELOGI 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 3 (tiga) 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. Bor digunakan untuk membuat lubang yang di pelukan pada lembaran Acrylic.
4. Lem Acrylic digunakan untuk perekat bahan ke media.
5. Tang digunakan untuk memotong maupun mengelupas kabel.

6. Cutter Acrylic digunakan untuk memotong lembaran Acrylic.
7. Solder digunakan untuk memanaskan timah dan menyambung komponen-komponen bahan yang di perlukan.

3.2.2 Bahan – Bahan Penelitian

1. Lembaran *Acrylic* ukuran 30 x 20 cm, ketebalan 2 mili meter untuk casing dari turbin *Tub* yang telah di rancang.
2. *Mini water pump* sebagai media penyaluran air ke dalam turbin sehingga dapat menggerakkan kincir air pada turbine jenis *Tub* .
3. Ember cat 25 KG sebagai wadah bak tandon penampung air dan media pendukung untuk dudukan turbine *Tub*.
4. Generator AC sebagai media penghasil daya listrik yang di hasilkan dari proses rangkaian kerja dari turbine *Tub* yang di rancang.
5. Kincir Turbine *Tub* sebagai propeller yang memutar besi as poros yang di satukan dengan as poros pada generator yang di hasilkan dari putaran semburan air dari *mini water pump*.
6. Besi as poros 8 mili meter sebagai pemutar poros as pada turbine dan di satukan dengan besi poros as pada generator.
7. Baterai Supply 12 VDC sebagai sumber daya listrik untuk menghidupkan *mini water pump*.

8. Rangkaian diode *reactifier* AC to DC sebagai perubah arus AC yang dihasilkan dari generator menjadi keluaran arus DC.
9. Kabel sebagai penghubung seluruh rangkaian komponen instalasi bahan.
10. Pipa sebagai penghubung selang dari dalam menuju pompa air.
11. Selang sebagai wadah penyaluran air dari ember cat sampai ke turbine.
12. Pipa soket sebagai rumah bearing besi as poros pada kincir turbine *Tub*.
13. Bearing as 8 milimeter sebagai penahan dan pengatur posisi kelurusan besi as poros.
14. Besi pipa soket sebagai soket penyambung as porosgenerator dengan besi as poros pada turbine.
15. *Sprayer Gun* sebagai penyalur tekanan air untuk memutar kincir air pada turbin *Tub*.
16. Kapasitor sebagai penyimpan arus sementara berfungsi sebagai cadangan energi listrik untuk menghidupkan lampu LED
17. Lampu LED sebagai media pemanfaatan cadangan energy listrik
18. Resistor 1K berfungsi sebagai pengatur tegangan listrik sesuai kebutuhan pada lampu LED sebagai media pemanfaatan cadangan energy listrik yang di hasilkan.

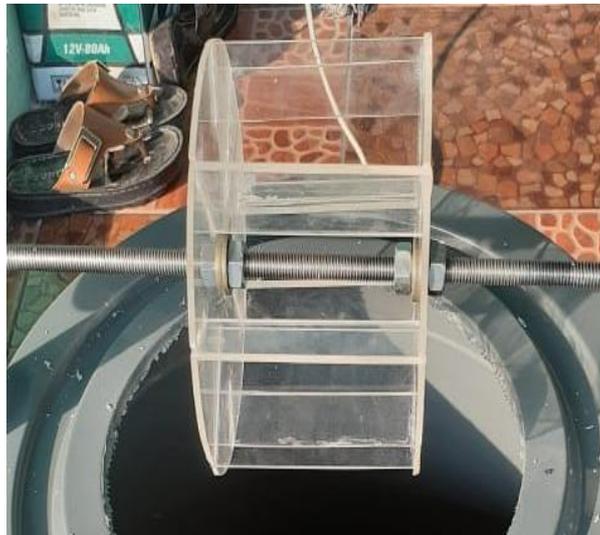
3.3. Tahapan Perancangan Alat

Tahap yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur, menganalisis kecepatan putaran turbin terhadap tegangan dan frekuensi yang dihasilkan pltph (pembangkit listrik tenaga pico hydro)

Studi literature dimaksudkan untuk mempelajari berbagai sumber referensi atau teori dari jurnal dan internet yang berkaitan dengan menganalisis kecepatan putaran turbin terhadap tegangan dan frekuensi yang dihasilkan PLTPH (pembangkit listrik tenaga pico hydro)

3.3.1 Turbin Kincir Tub

Turbin Kincir Tub sebagai alat percobaan pada PLTPH untuk memutar kincir air yang dihubungkan dengan poros pada generator miniature 220V dari semburan air yang dikeluarkan oleh dorongan air yang alirkan oleh *sprayer gun* hasil dari keluaran air *mini water pump*.



Gambar 3.1 Turbin Kincir Tub

Wadah turbin terbuat dari lembaran akrilik yang didesain sedemikian rupa sehingga memiliki lubang besi sebagai poros 8 milimeter yang terbuat dari pipa soket yang di dalamnya telah diisi dengan 2 buah bearing berdiameter 8 milimeter, untuk meluruskan putaran besi sebagai poros kincir air dengan besi sebagai poros pada generator. Kincir Tub.



Gambar 3.2. Wadah Turbin

3.3.2 Generator Miniatur 220V

Generator miniature 220V dimanfaatkan output 3 phase nya sebagai penghasil tegangan. Output dari generator miniature 220V ini tegangan keluaran yang di hasil kan masih dalam bentuk tegangan AC dan harus di rubah menjadi tegangan DC dengan cara merubah dengan rangkaian diode reactifier sehingga menjadi keluaran 1 phase dan telah menjadi tegangan DC.



Gambar 3.3 Generator Miniatur 220V

3.3.3 Mini Water Pump

Mini water pump sebagai penggerak utama untuk memutar kincir pada turbin. *Mini water pump* ini di bebani arus dari baterai 12V untuk menghidupkan

nya, setelah mesin *mini water pump* hidup maka mesin menarik air dari dalam bak tandon yang berisi air dengan selang *inlet* dan *outlet* yang telah terhubung dengan mesin *mini water pump* dan menyalurkan air serapan menuju *sprayer gun* dan di keluarkan untuk dapat mengarahkan keluaran air dengan tekanan semburan air sebesar 8,5 bar menuju kincir *Tubpada turbin* sehingga dapat berputar dan hasil putaran dari kincir di hubungkan dengan besi as poros berdiameter 8 mili yang telah disatukan dengan as pada generator miniature 220V.



Gambar 3.4 Mini Water Pump

Spesifikasi mini water pump :

Merk : Pro – Farm

Max Pres : 120 PSI (*pounds per square*), tekanan per inci/persegi (8,5 Bar)

Open Flow : 5,0 LPM (liter per menit), kemampuan memproduksi angin

Volt : 12V DC, ampere : 3,0 A

Pada penyalur air sampai pada turbin menggunakan selang penghubung dari tabung di hubungkan dengan selang menuju pipa inlet pada *mini water pump* dan keluaran pipa outlet pada pompa di hubungkan dengan *sprayer gun* menggunakan selang penghubung, selanjutnya *nozel sprayer gun* mengalirkan air menuju kincir turbin. Diameter pada selang penghubung *inlet* dan *outlet* :

Tabel 3.1 Data Diameter Selang

Selang Inlet			Selang Outlet		
Diameter Selang (cm)	Diameter Lubang Selang (mm)	Panjang Selang (cm)	Diameter Selang (cm)	Diameter Lubang Selang (mm)	Panjang Selang (cm)
1,3	8	33	1,3	8	37

3.3.4 Multitester

Multitester digital digunakan untuk mengukur tegangan, ampere yang di hasilkan dari *output* generator. Maka dengan multitester kita dapat mengetahui seberapa besar tegangan DC yang di hasilkan oleh generator setelah mengalami perubahan dari tegangan AC menjadi tegangan DC yang di hasilkan.



Gambar 3.5 Multitester

3.3.5 Tachometer

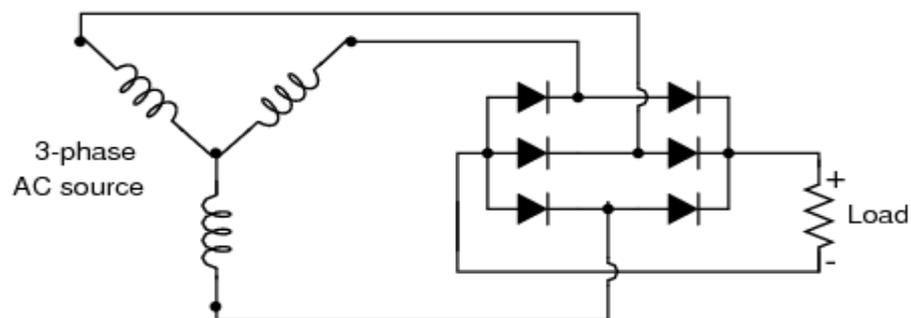
Tachometer sebagai media alat ukur kecepatan rotasi yang di hasil kan dari putaran kincir air untuk memutar generator agar dapat mengetahui seberapa besar kecepatan putaran saat adanya beban atau pun tanpa ada nya beban dari putaran generator.



Gambar 3.6 Tachometer

3.3.6 Rangkaian Penyearah

Penyearah tegangan AC to DC sebagian perubah tegangan *output* yang di hasilkan dari generator menjadi keluaran arus DC yang di inginkan. Dengan menggunakan rangkaian *diode rectifier* pada dasar nya memiliki karakteristik yang hanya melewatkan arus listrik ke satu arah dan menghambat arus listrik dari sebaliknya.



Gambar 3.7 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh 3 Fasa

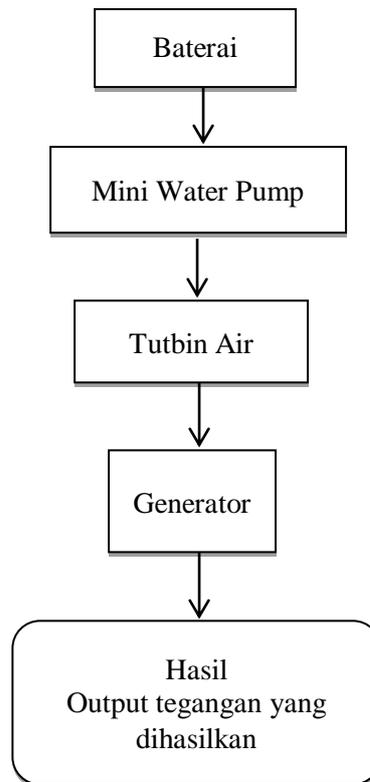
3.3.7 Rangkaian Penyimpan Cadangan Energi Listrik

Rangkaian ini terdiri dari komponen kondensator atau sering di sebut sebagai kapasitor yang mana komponen elektronika ini dapat menyimpan energi di dalam medan listrik dan pada simulasi ini menggunakan kapasitor dengan yang memiliki besar satuan yaitu 4700 mikro Farad/ 35V. Dan juga pada simulasi menggunakan resistor 1K sebagai pengatur atau membatasi jumlah arus yang dibutuhkan pada lampu LED 12V sebanyak 3 buah lampu LED yang digunakan sebagai media pemanfaatan simpanan cadangan energi listrik yang dihasilkan pada simulasi.

3.4 Sistem Kerja Alat

Air dalam jumlah tertentu dimasukkan kedalam wadah ember 8 liter sebagai bak tandon penampung air, lalu baterai 12 Volt menghidupkan mesin *mini water pump* agar dapat menghisap air dalam bak tandon penampung air yang di buat dari wadah ember 25 liter dan mengalirkan kembali menuju *sprayer gun* selanjutnya untuk menggerakkan kincir pada turbin. Kemudian putaran kincir pada turbin digunakan untuk menggerakkan generator. Jadi PLTPH menghasilkan sumber energi listrik dengan cara merubah energi gerak menjadi energy listrik. Kemudian energi yang dihasilkan akan disearahkan dengan diode reactifier menjadi arus DC karena tegangan *output* awal yang di hasilkan generator masih arus AC.

3.5 Diagram Rangkaian Alat Kerja



Gambar 3.8 Diagram Blok PLTPH

3.5.1 Baterai

Baterai pada PLTPH berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk mengoperasikan beban. Beban dapat berupa lampu refrigerator atau peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan listrik DC. *Accumulator* atau yang akrab disebut accu/aki adalah salah satu komponen penting pada kendaraan bermotor. Selain berfungsi untuk menggerakkan motor starter, aki juga berperan sebagai penyimpan listrik dan sekaligus sebagai penstabil tegangan dan arus listrik kendaraan. Menurut Syam Hardi akumulator ini berasal dari bahasa asing yaitu: *accu (mulator) = baterij* (Belanda), *accumulator = storage battery* (Inggris), *akkumulator = bleibatterie* (Jerman). Pada

umumnya semua bahasa-bahasa itu mempunyai satu arti yang dituju, yaitu “*acumulate*” atau *accumuleren*. Ini semua berarti menimbun, mengumpulkan atau menyimpan. Menurut Daryanto akumulator adalah baterai yang merupakan suatu sumber aliran yang paling populer yang dapat digunakan dimana-mana untuk keperluan yang beraneka ragam.

Akumulator dapat diartikan sebagai selistrik yang berlangsung proses elektrokimia secara bolak-balik *reversible* dengan nilai efisiensi yang tinggi. Disini terjadi proses pengubahan tenaga kimia menjadi tenaga listrik, dan sebaliknya tenaga listrik menjadi tenaga kimia dengan cara regenerasi dari elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewatkan arus listrik dengan arah yang berlawanan di dalam sel-sel yang ada dalam akumulator.

Saat pengisian tenaga listrik dari luar diubah menjadi tenaga listrik didalam akumulator dan disimpan didalamnya. Sedangkan saat pengosongan, tenaga di dalam akumulator diubah lagi menjadi tenaga listrik yang digunakan untuk mencatu energi dari suatu peralatan listrik. Dengan adanya proses tersebut akumulator sering dikenal dengan elemen primer dan sekunder. Untuk dapat melihat lebih jelas berikut adalah salah satu bentuk dari accumulator. Pada baterai jenis ini larutan elektrolit tidak dapat ditambahkan sehingga tidak diperlukan perawatan baterai secara khusus. *Baterai* tidak seratus persen *efisien*, beberapa energi hilang seperti panas dari reaksi kimia, selama *charging* dan *discharging*. *Charging* adalah saat energi listrik diberikan kepada baterai, *Discharging* adalah pada saat energi listrik diambil dari baterai. *Satu cycle* adalah *charging* dan

discharging. Dalam sistem *solar cell*, satu hari dapat merupakan contoh *satu cycle* baterai (sepanjang hari *charging*, malam digunakan/ *discharging*)

3.5.2 Mini Water Pump

Pompa air ini termasuk dalam kategori pompa air fleksibel karena memiliki desain yang cukup kecil 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. Pada PLTPH pompa ini berfungsi sebagai penggerak turbin guna menghasilkan listrik dengan cara menyemprotkan air tekanan tinggi sehingga turbin dapat berputar.

3.5.3 Turbin Air

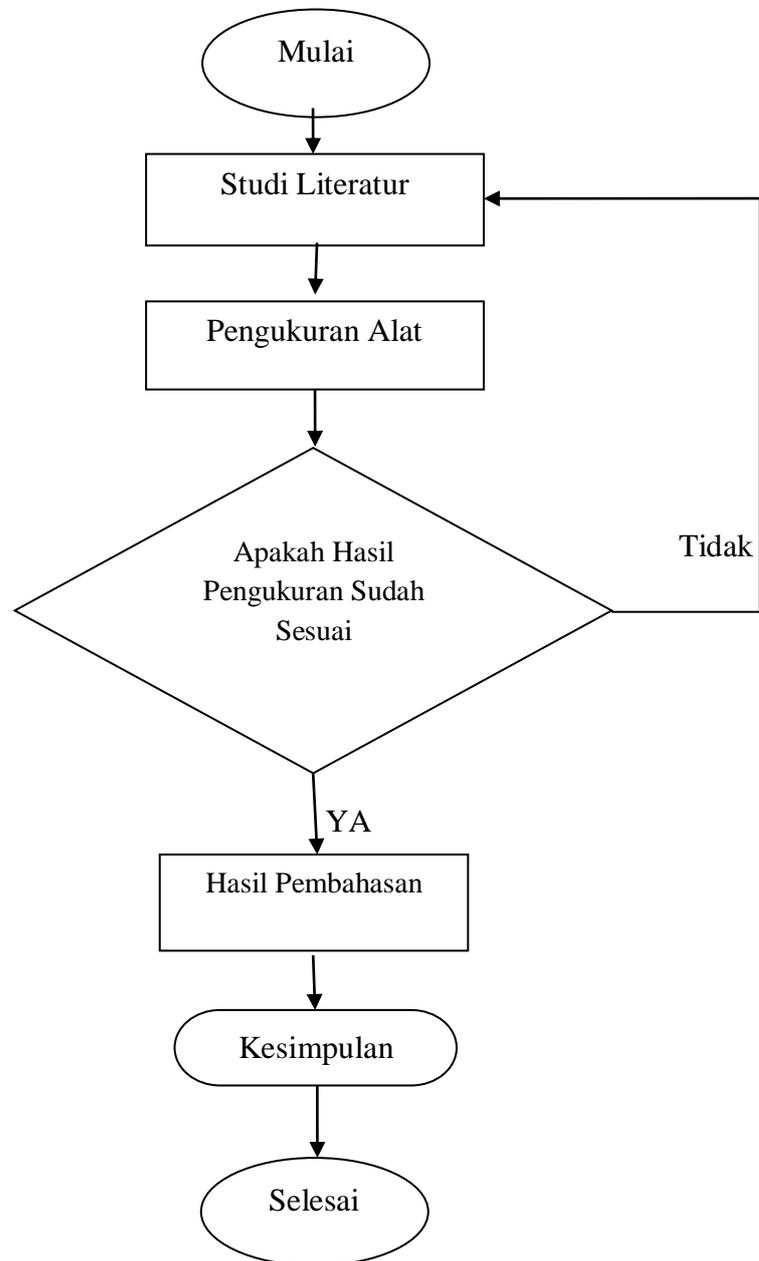
Turbin air adalah alat untuk mengubah energi potensial air menjadi menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator. Turbin air dikembangkan pada abad 19 dan digunakan secara luas untuk pembangkit tenaga listrik. Dalam pembangkit listrik tenaga air (PLTA)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

3.3.4 Generator

Generator listrik memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Walau generator dan motor punya banyak kesamaan, tetapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tetapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitannya. Hal ini bisa dianalogikan dengan sebuah pompa air, yang menciptakan aliran air tetapi tidak menciptakan air di dalamnya. Sumber energi mekanik bisa berupa resiprokat maupun turbin mesin uap, air yang jatuh melalui sebuah turbin maupun kincir air, mesin pembakaran dalam, turbin angin, engkol tangan, energi surya atau matahari, udara yang dimampatkan, atau apa pun sumber energi mekanik yang lain. Generator bekerja berdasarkan hukum Faraday yakni apabila suatu penghantar diputar dalam sebuah medan magnet sehingga memotong garis-garis gaya magnet maka pada ujung penghantar tersebut akan timbulkan ggl (gaya gaya listrik) yang mempunyai satuan volt.

3.6 flowchart penelitian

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



Gambar 3.10 Flowchart Penelitian Tugas Akhir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan secara keseluruhan dari penelitian ini ditampilkan dalam bentuk tabel data dan grafik. Data yang ditampilkan adalah hasil putaran turbin keluaran PLTPH terhadap efisien daya dan mengetahui sistem penempatan putaran air keluaran nozzle kemudian dari data tersebut dibuat grafik hubungan yang terdapat pada data terhadap pengamatan. Data-data tersebut terdapat pada tabel dan grafik sebagai berikut:

4.1 Hasil Penelitian

Pengujian dilakukan dalam waktu satu hari dan dilakukan pengambilan data setiap dua jam sekali. Pengujian ini menggunakan sistem otomatis. Penelitian menggunakan pompa air dengan ke mampuan penyemprotan air melalui selang nozzle secara langsung mengarah turbin air dan menggunakan alat ukur multimeter dan tachometer.

4.2 Pengujian Pertama Pengukuran Arus dan Tegangan Pada PLTPH

Pengujian terhadap PLTPH dilakukan dalam setiap dua jam sekali.

Tabel : 4.1 Hasil Daya Output PLTPH

Waktu Uji	Arus (A)	Tegangan (V)	Efisiensi
08.00 – 10.00	0,08	2,5	0,69
10.00 – 12.00	0,08	2,5	0,69
12.00 – 14.00	0,08	2,5	0,69
14.00 – 16.00	0,07	2,5	0,78
16.00 – 18.00	0,07	2,5	0,78

4.3 analisa perhitungan

- Nilai daya Output PLTPH di dapatkan dengan rumus $P_{motor} =$

$$\sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

- Dimana:

$$P = \text{Daya poros (Psh)}$$

$$\sqrt{3} = \text{Nilai Ketetapan 1,73}$$

$$V = \text{Tegangan}$$

$$I = \text{Arus}$$

$$\cos \varphi = \text{Paktor Daya Motor}$$

Pengukuran pada pukul 08.00 – 10.00

$$\text{Dik : } V = 2,5$$

$$A = 0,08$$

$$\cos \varphi = 0,8$$

Dit : P.....?

$$\text{Jawab : } \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$= \sqrt{3} \times 2,5 \times 0,08 \times 0,8$$

$$= 0,2768 \text{ kw}$$

Pengukuran efisiensi pada pukul 08.00 - 10.00

$$\text{Dik: } P = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$G = 9,81 \text{ m/s}$$

$$H = 0,15 \text{ m}$$

$$\dot{V} = 0,13 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$= \frac{1000.9,81.0,15.0,13}{1000}$$

$$= \frac{0,1912}{0,2771} \times 100\% = 0,69 \%$$

Table 4.2 hasil penelitian efisiensi daya

Waktu Uji	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya Output (KW)	Kecepatan turbin	Efisiensi
08.00 – 10.00	0,08	2,5	0,2771	275,8	0,69
10.00 – 12.00	0,08	2,5	0,2771	275,8	0,69
12.00 – 14.00	0,08	2,5	0,2771	275,8	0,69
14.00 – 16.00	0,07	2,5	0,2424	275,8	0,78
16.00 – 18.00	0,07	2,5	0,2424	275,8	0,78

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dalam analisa efisiensi daya pembangkit listrik tenaga pico hydro dengan memanfaatkan tekanan air keluaran high pressure car wash pump 100 watt 8 liter permenit sebagai penghantar air menuju kincir mempengaruhi tegangan *output* yang dihasilkan pada generator dalam simulasi ini. Putaran antara *nozel sprayer gun* dengan kincir pada turbin maksimal pada saat awal putaran air menghasilkan tegangan 2,5 dengan kecepatan turbin 275,8

Peralatan yang terbatas sehingga dalam pengukuran hanya bisa dengan cara yang manual. Dari keterbatasan tersebut maka hasil pengukuran yang didapatkan juga tidak terlalu akurat. Kemampuan penulis yang masih kurang dalam menganalisis.

5.2 Saran

Beberapa saran agar nantinya pembangunan PLTPH dapat berjalan dengan lancar dan baik antara lain adalah :

1. Perlu diadakanya penelitian lanjutan untuk untuk meniliti tentang pembangkit listrik tenaga pico-hydro diharapkan nantinya dapat menarik perhatian pemerintah guna meningkatkan potensi daya listrik skala pico dapat tingkatkan lagi.

2. Perlunya sosialisasi antara masyarakat supaya masyarakat sadar dan tahu tentang perkembangan energy baru dan terbarukan.
3. Diperlukanya campur tangan pemerintah dalam hal pendanaan dan dalam hal teknologi supaya dapat membantu masyarakat untuk merealisasikan PLTPH ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fauzi rahman, didik notosudjono, perancangan prototipe alternator magnet permanen fluks radial untuk pembangkit listrik tenaga piko hidro
2. Bustami, abdul multi, teknik elektro “rancang bangun pembangkit listrik pikohidro 1000 va dengan memanfaatkan pembuangan air limbah pada gedung pakarti centre” 2017
3. Made suarda, teknik “kajian teknis dan ekonomis potensi pembangkit listrik tenaga mikro-hidro di bali ” 2009
4. Hari prasetijo, “transfer pengetahuan pembuatan pembangkit listrik tenaga pikohidro untuk penerangan jalan” 2019
5. T. Mirzan syahputra “rancang bangun *prototipe* pembangkit listrik tenaga *pico hydro* dengan menggunakan turbin ulir” 2017
6. Risno andriano, “pengujian prestasi pembangkit listrik tenaga *pico hydro* (pltp) jenis kincir air tipe *overshot* menggunakan saluran irigasi” 2018
7. I putu ardana, “pemanfaatan saluran irigasi untuk pembangkit piko hidro di dusun pagi penebel tabanan,” 2016
8. Budi suhartono, studi teknik elektro “sistem listrik *hibrid* dari *pico hydro* yang terhubung jaringan pln dengan penyimpanan energi pada baterai,”
9. Dina amaliyah, teknik mesin “optimalisasi system pembangkit listrik tenaga *pico hydro* (pltp) dengan *archimedes screw turbine*”
10. Ridwan arief subekti, perancangan dan analisis prototip unit turbin-generator tipe *submersible* skala piko hidro untuk aplikasi pada aliran sungai datar

11. Rinaldi, “model fisik pembangkit listrik tenaga *pico hydro* (pltp), ” 2010
12. Aip pradipta farhan, “optimalisasi desain turbin plta *pico – hydro* untuk meningkatkan efisiensi daya dengan bantuan *software cfd* dan konsep *reverse engineering*” 2016
13. Sarjono wahyu jadmiko, “aplikasi kendali *hibrid fuzzy-pid* kecepatan motor induksi untuk purwarupa pembangkit listrik pico hidro berbasis plc,” politeknik negeri bandung
14. Yulianto, teknik mesin “rancang bangun turbin ulir sebagai pembangkit listrik tenaga pikohidro,”