



**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
PIKO HIDRO DENGAN MEMANFAATKAN ALIRAN
IRIGASI DI DESA PADANG CERMIN
KABUPATEN LANGKAT**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

SKRIPSI

OLEH

**NAMA : BOBY HANDOKO
NPM : 1514210137
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2020**

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PIKO HIDRO
DENGAN MEMANFAATKAN ALIRAN IRIGASI DI DESA PADANG
CERMIN KABUPATEN LANGKAT**

Boby Handoko *

Zuraidah Tharo **

Pristisal Wibowo **

Universitas Pembangunan Panca Budi Medan

ABSTRAK

Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro merupakan sebuah pembangkit yang dirancang dengan skala kecil dan menggunakan tiga air. Alat ini akan berfungsi ketika kincir air yang berfungsi sebagai turbin air dengan tipe *cross-flow* memutar alternator yang berfungsi untuk mengubah energy mekanik menjadi energy listrik yang nantinya disalurkan pada beban listrik. Rancang bangun ini mempunyai komponen- komponen yang penting yaitu kincir air yang berfungsi sebagai turbin untuk mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik, alternator, *pulley* sebagai penyambung antara alternator dan kincir air, dan komponen terakhir adalah baterai sebagai tempat penyimpanan listrik sementara yang nantinya dikonsumsi dalam bentuk beban- beban listrik. Berdasarkan hasil yang dapat disimpulkan dari rancang bangun ini bekerja sesuai dengan prinsip kerja yang dirancang dengan membahas bekerjanya alternator, kincir air, baterai dan baterai sebagai komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro.

Kata kunci: Alternator, Kincir Air, Baterai.

* Program Mahasiswa Studi Teknik Elektro: bobyhandoko34@gmail.com

** Program Dosen Studi Teknik Elektro

**DESIGN OF PIKO HYDRO POWER PLANT BY USING
IRRIGATION FLOW IN PADANG CERMIN
VILLAGE LANGKAT DISTRICT**

Boby Handoko *

Zuraidah Tharo **

Pristisal Wibowo **

Panca Budi Development University, Medan

ABSTRACT

The design of the Piko Hydro Power Plant is a generator that is designed on a small scale and uses water. This tool will function when a waterwheel that functions as a water turbine with a cross-flow type rotates the alternator which functions to convert mechanical energy into electrical energy which will be distributed to the electrical load. This design has important components, namely the waterwheel which functions as a turbine to convert kinetic energy into mechanical energy, alternator, pulley as a connector between the alternator and the waterwheel, and the final component is a battery as a temporary storage place for electricity that will later be consumed in the form electrical loads. Based on the results that can be concluded from this design works in accordance with the working principles that are designed by discussing the operation of alternators, waterwheels, batteries and batteries as the main components of the Piko Hydro Power Plant.

Keywords: Alternators, Waterwheels, Batteries.

*** Electrical Engineering Student Program: bobyhandoko34@gmail.com**

**** Lecturer Program in Electrical Engineering**

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN ORISINALITAS

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR RUMUS.....	vii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air	6
2.2 Alternator.....	18
2.3 Bearing.....	27
2.4 Kincir Air	30
2.4.1 Jenis Turbin Air.....	32
2.5 Baterai.....	34
2.6 Bendungan.....	41

2.7 Beban Listrik	43
2.8 Debit Air	44
2.9 Pengukuran Daya.....	44
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Perancangan	47
3.2 Metode Pengumpulan Data	47
3.3 Konsep Perancangan.....	48
3.4 Flowchart	50
3.5Alat dan Bahan	52
BAB 4 HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Prosedur Perancangan.....	53
4.2 Sistem Kerja	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62
 DAFTAR PUSTAKA.....	 63
LAMPIRAN.....	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan suatu besaran yang terdapat pada setiap benda yang ada di alam ini. Akan tetapi, dari energi yang terdapat pada setiap benda-benda tersebut ada yang dapat digunakan dengan mudahnya dan ada juga yang memerlukan sebuah usaha yang tidak sedikit atau usaha keras untuk dapat memanfaatkannya. Cara agar dapat mengambil suatu manfaat pada energi yang terkandung didalamnya diperlukannya suatu proses perubahan atau dapat disebut dengan istilah konversi energi. Salah satunya bentuk suatu energi yang mudah untuk dimanfaatkan bagi kehidupan manusia di zaman *modern* ini adalah sebuah energi listrik. Sumber-sumber pada energi listrik biasa disebut dengan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga gas (PLTG). Pada skripsi ini akan dikhususkan untuk membahas Pembangkit Listrik Tenaga Air pada skala piko hidro, prinsip kerja sebuah konversi energi gerakan air menjadi energi listrik, jenis-jenis PLTA skala Piko hidro, kelebihan dan kekurangan PLTA skala Piko hidro.

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah salah satu pembangkit yang menggunakan aliran air untuk dapat diubah menjadi energi listrik. Pembangkit listrik ini bekerja dengan cara mengubah 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. Energi listrik tersebut dialirkan melalui jaringan-jaringan yang telah dibuat hingga akhirnya energi listrik tersebut sampai ke pelanggan.

Pembangkit Listrik Tenaga Air Piko hidro memiliki beberapa keunggulan seperti biaya pembuatannya relatif murah karena mudah ditemukan di pasaran dan ramah lingkungan karena tidak menggunakan bahan bakar fosil sehingga perawatannya tidak terlalu rumit. Pembangunannya dapat dipadukan dengan pembangunan jaringan irigasi sehingga sangat cocok untuk daerah pedesaan. Alasan inilah mengapa penulis mengambil judul tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan diatas, adapun rumusan masalah dari penulisan ini adalah:

1. Bagaimana cara merancang PLTPH (pembangkit listrik tenaga piko hidro) pada irigasi di desa padang cermin kabupaten langkat?
2. Bagaimana sistem kerja PLTPH (pembangkit listrik tenaga piko hidro) pada irigasi di desa padang cermin kabupaten langkat?

1.3 Batasan Masalah

Mengetahui luasnya ruang lingkup pembahasan PLTPH (Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro) dan terbatasnya dana dan waktu yang diberikan, maka dalam penyusunan laporan ini hanya membatasi pembahasan pada :

1. Hanya membahas PLTPH dengan skala kecil.

2. Hanya membahas daya keluaran sebesar 50 watt.
3. Tidak membahas perhitungan debit air.
4. Tidak membahas tentang kebutuhan transformator di PLTPH

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, penulis memiliki tujuan perancangan sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui cara merancang PLTPH (pembangkit listrik tenaga piko hidro) pada irigasi di desa padang cermin kabupaten langkat?
2. Untuk mengetahui system kerja di PLTPH (pembangkit listrik tenaga piko hidro) pada irigasi di desa padang cermin kabupaten langkat?

1.5 Metode Penelitian

Teknik Pengumpulan data yang akan dilakukan dalam penulisan ini terdiri dari beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

1. Studi literatur berfungsi untuk mendapatkan informasi mengenai teori – teori dasar sebagai sumber didalam penulisan skripsi ini. Informasi dan pustaka yang berkaitan dengan masalah ini diperoleh dari literatur, penjelasan yang diberikan oleh pembimbing, rekan- rekan mahasiswa, internet, dan buku- buku yang berhubungan dengan skripsi ini.
2. Studi eksperimen dengan merancang peralatan –peralatan yang sudah disediakan dan melakukan uji coba pada alat alat yang dirancang.

3. Observasi merupakan pengumpulan dan analisa data yang berhubungan dengan perancangan
4. Metode analisis merupakan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari alat ini. Melakukan analisis sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.
5. Metode analisis merupakan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari alat ini. Melakukan analisis sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam memudahkansuatu proses penyusunan penulisan skripsi, maka penulis menggunakan sebuah sistematika penulisan yang sesuai berdasarkan urutan –urutan pada bab yang telah tersedia. Sistematika penulisan skripsi tersebut adalah sebagai berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini memiliki isi mengenailatar belakang, rumusan masalah yang diteliti, pembatasan masalah yang diteliti, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Pada bab landasan teori ini berisi mengenai teori – teori yang relevan ataupun sebuah teori pendukung yang dimanfaatkan untuk pembahasan terhadap komponen –komponen yang digunakan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian ini menjelaskan tentang tempat, jadwal penelitian, teknik pengumpulan data, rancangan penelitian, dan tahap –tahap pembuatan.

BAB 4 ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai analisa hasil dan serta pembahasan yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini merupakan bab penutup yang berisi mengenai kesimpulan dari pembahasan sistem perancangan alat dan dalam meningkatkan hasil akhir yang lebih baik diberikanlah saran -saran terhadap hasil pembuatan skripsi.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air

Tenaga air merupakan sumber daya terpenting. Tenaga air memiliki beberapa keuntungan yang tidak dapat dipisahkan. Bahan bakar untuk PLTU adalah batubara. Berdasarkan pengertian yang sama, bahwa bahan bakar untuk PLTA adalah air. Keunggulan untuk bahan bakar PLTA ini sama sekali tidak akan habis terpakai ataupun berubah menjadi yang lain.

PLTA tidak menghadapi masalah pembuangan limbah. PLTA merupakan suatu sumber energi yang abadi. Air melintas melalui turbin tanpa kehilangan kemampuan pelayanan untuk wilayah di hilirnya. Biaya pengoperasian dan pemeliharaan PLTA sangat rendah.

Turbin-turbin pada PLTA bisa dioperasikan setiap saat dan cukup sederhana untuk dimengerti. Peralatan PLTA yang mutakhir, umumnya memiliki peluang yang besar untuk bisa dioperasikan selama 50 tahun. PLTA bisa dimanfaatkan untuk cadangan yang bisa diandalkan pada sistem kelistrikan terpadu.

Pengertian pembangkit listrik tenaga air (PLTA) bekerja dengan cara merubah energi potensial dari air terjun menjadi energi mekanik dengan bantuan turbin air dan dari energi mekanik menjadi energi listrik dengan bantuan generator.

Pembangkit listrik tenaga air konvensional bekerja dengan cara mengalirkan air dari bendungan ke turbin setelah itu air dibuang. Pada saat beban puncak air dalam

lower reservoir akan di pompa ke *upper reservoir* sehingga cadangan air pada waduk utama tetap stabil.

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) bekerja dengan cara merubah energi potensial (dari dam atau air terjun) menjadi energi mekanik (dengan bantuan turbin air) dan dari energi mekanik menjadi energi listrik (dengan bantuan generator).

PLTA dapat beroperasi sesuai dengan perancangan sebelumnya, bila mempunyai Daerah Aliran Sungai (DAS) yang potensial sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan dalam pengoperasian PLTA tersebut.

Pada operasi Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) tersebut pada perhitungan kondisi air yang mengalir pada waduk atau dam tempat penampungan air beserta besar air yang tersedia dalam waduk atau dam dan perhitungan besar air yang akan dialirkan melalui pintu saluran air untuk menggerakkan turbin sebagai penggerak sumber listrik tersebut, dengan demikian kontrol terhadap air yang masuk maupun yang didistribusikan ke pintu saluran air untuk menggerakkan turbin harus dilakukan dengan baik.

Pada Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dapat menjadi suatu dasar berupa pengaturan efektifitas penggunaan air dan pengamanan pada seluruh sistem, sehingga Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) tersebut beroperasi sepanjang tahun dan juga pada musim kemarau panjang. Berdasarkan bagiannya Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) terbagi menjadi 4 jenis yaitu sebagai berikut.

1. Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik dengan skala yang kecil yaitu kurang lebih 200 Kilo Watt dengan menggunakan aliran air untuk sumber penghasil suatu energi. PLTMH juga termasuk sebuah sumber energi terbarukan dan dapat disebut *clean energy* dikarenakan ramah akan lingkungan.

Didasarkan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) digunakan karena konstruksinya dan pembuatannya sederhana, tidak sulit untuk dioperasikan, dan juga dalam segi perawatan yang mudah dan penyediaan suku cadang yang sering dijumpai. Dalam segi ekonomi, biaya operasional dan perawatan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) relatif murah, sedangkan dari segi biaya pada investasi yang cukup bersaing dengan pembangkit- pembangkit listrik lainnya.

Segi sosial Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) dapat diterima oleh masyarakat luas jika dibandingkan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir. Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) diciptakan dalam skala desa atau pada daerah terpencil yang belum menggunakan atau mendapatkan listrik dari PLN. Tenaga air yang dimanfaatkan dapat berupa air yang mengalir pada sistem irigasi, dan sungai yang dibendung ataupun air terjun.

Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) pada prinsipnya dibuat dalam rangka atau kegiatan program Listrik Masuk Desa (LISDES) dengan memanfaatkan sumber tenaga air. Program Listrik Masuk Desa (LISDES) diarahkan pada daerah-daerah terpencil yang tidak dapat

terjangkau jaringan dari pihak PLN. Program Listrik Masuk Desa (LISDES) dilakukan dengan menggunakan air yang mengalir dari anak-anak sungai yang kecil ataupun dari beberapa saluran irigasi.

Salah satu faktor yang menarik perhatian dari Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) adalah teknologinya atau komponen-komponennya yang cukup sederhana. Namun demikian, apabila dalam studi kelayakan sebelum dilaksanakannya komponen atau teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) kurang memadai maka akan berakibat operasi dalam pembangkitan listriknya menjadi berefisiensi rendah bahkan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) tidak dapat beroperasi sama sekali.

Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) adalah sebuah istilah yang digunakan dalam instalasi pembangkit listrik dengan menggunakan energi air yang digunakan sebagai sumber daya (*resources*). Penghasil listrik memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu pada sebuah instalasi. Ketika semakin besar kapasitas sebuah aliran maupun ketinggiannya dari instalasi maka semakin besar pula energi yang bisa digunakan agar dapat menghasilkan energi listrik.

Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) biasanya dibangun didasarkan pada kenyataan bahwa air yang mengalir pada suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai, istilah kapasitas mengacu pada jumlah volume aliran air per satuan waktu (*flow capacity*) sedangkan

beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi biasa disebut dengan *head*.

Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTMH) juga disebut sebagai *white resources* atau “energi putih“ dikarenakan instalasi pembangkit listrik memanfaatkan sumber daya yang telah tersedia di alam dan juga ramah akan lingkungan.

Alam memiliki air terjun dan jenis lainnya yang menjadi tempat air mengalir yang dapat dimanfaatkan. Dengan teknologi yang ada saat ini maka energi air yang mengalir serta perbedaan ketinggiannya dengan daerah tertentu dapat diubah menjadi energi listrik.

Minihidro hanyalah merupakan sebuah istilah. Mini memiliki artinya kecil sedangkan hidro memiliki artinya air. Dalam prakteknya istilah tersebut tidak merupakan sesuatu yang resmi namun dapat dipikirkan bahwasanya minihidro menggunakan air untuk menjadi sumber energinya. Yang membuat perbedaan antara mikrohidro dan minihidro adalah pada output daya yang dapat dihasilkan oleh masing-masing pembangkit tersebut.

Mikrohidro dapat menghasilkan daya lebih rendah dari 100 W, sedangkan pada minihidro daya keluarannya sekitar 100 sampai 5000 W. Secara sederhana, Mikrohidro mempunyai tiga komponen utama yaitu air, generator, dan turbin.

Mengalirnya air dengan kapasitas yang telah ditentukan dialirkan dari ketinggian menuju pada rumah instalasi atau disebut rumah turbin. Rumah turbin air tersebut akan memutar turbin, dimana turbin sendiri dipastikan

akan memperoleh energi air tersebut dan untuk dapat berubah menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin.

Poros turbin yang telah berputar tersebut selanjutnya ditransmisikan kepada generator. Melalui generator yang telah ditransmisikan akan menghasilkan energi listrik yang masuk ke sistem kontrol arus listrik sebelum dapat dialirkan ke rumah penduduk atau keperluan lain-lainnya yang sering disebut dengan beban listrik. Begitulah ringkasan sebuah proses minihidro yang dapat merubah energi aliran dan ketinggian air menjadi energi listrik. Terdapat suatu peningkatan pada kebutuhan *supply* daya pada daerah atau lokasi pedesaan yang terdapat pada sejumlah negara, sebagian digunakan untuk mendukung perindustrian, dan sebagiannya lagi untuk *supply* penerangan di waktu malam.

Kemampuan pemerintah yang dihalangi oleh pembiayaan yang tinggi dari perluasan suatu jaringan listrik, sering menjadikan minihidro memberi sebuah pilihan lain pada ekonomi ke dalam jaringan. Dikarenakan Skema pada minihidro yang dapat menghemat pembiayaan pada sebuah jaringan transmisi dan dikarenakan pada sebuah skema perluasan jaringan yang sering kali memerlukan pegawai dan pembiayaan peralatan dengan harga mahal.

Skema minihidro dapat dibangun dan juga didesain sedemikian rupa oleh pegawai lokal dan organisasi yang lebih kecil dengan cara menggunakan

teknologi lokal seperti untuk mesin-mesin buatan dalam negeri atau pekerjaan irigasi tradisional.

2. Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTmH) atau sering dikenal dengan sebutan mikrohidro merupakan sebuah pembangkit listrik dengan skala kecil yang memanfaatkan tenaga air sebagai tenaga untuk menggerakannya seperti sungai atau air terjun alam, dan saluran irigasi dengan menggunakan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air.

Mikrohidro merupakan sebuah istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidro yang berarti air.

Prinsip kerja Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH) adalah menggunakan jumlah air per detik dan beda tinggi yang ada pada aliran sungai. Aliran air melalui *intake* dialirkan oleh saluran pembawa menuju ke *penstock* dan selanjutnya memutar poros turbin sehingga dapat menghasilkan energi mekanik. Turbin akan memutar generator dan menghasilkan listrik.

(Hanggara dkk, 2017)

Mikrohidro adalah pembangkit listrik tenaga air dengan skala yang kecil dengan kapasitas antara 5kW hingga 1 MW perunitnya. Secara umum mikrohidro memiliki beberapa komponen yaitu saluran terbuka, bak penenang, pipa pesat, turbin, dan instalasi kabel rumah. (Nugroho, 2015)

Secara garis besar mikrohidro harus memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro memperoleh

energi melalui aliran air yang mempunyai perbedaan ketinggian. Pada prinsipnya, mikrohidro menggunakan energi potensial air yang terjatuh (*head*). Semakin rendah jatuhnya air, semakin kecil pula energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Pada faktor geografis atau tata letak sungai, tinggi jatuhnya air dapat pula didapatkan dengan cara membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi.

Dalam pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH) untuk mensuplai desa- desa banyak faktor- faktor yang harus dipenuhi agar pembangunan tersebut dapat digunakan secara maksimal dan tidak sia- sia.

Faktor- faktor tersebut didasarkan pada keakuratan kajian data hasil perencanaan akan menentukan keberhasilan pembangunan Prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH). Studi kelayakan dan *engineering design* seperti desain teknis bangunan dan sistem kontrol, sistem elektro-mekanikal, serta sistem transmisi dan distribusi hingga analisis finansial dan desain penyiapan kelembagaan Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH).

Desain teknis tersebut dilaksanakan secara tepat dan akurat, dengan mangedepankan teknologi yang telah diuji agar pembangkit listrik tersebut memiliki kehandalan yang cukup baik.

Potensi Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH) terkhusus pada saluran sungai sangat besar dan manfaat dari Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH) dapat dijadikan salah sebagai satu sumber pemicu bagi perkembangan masyarakat ditempat tersebut, maka teknologi

Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH) beserta seluruh aspek sosial ekonominya perlu dipahami dengan baik oleh sumber daya lokal di daerah.

Penerapan hasil penelitian Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH) yang telah dilakukan perlu dilakukan implementasi agar dapat digunakan langsung oleh masyarakat setempat. Oleh sebab itu, dilakukan sebuah uji hasil di lokasi tersebut yang mempunyai potensi energi air cukup memadai. Adapun potensi energi air yang dapat digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH) seharusnya dapat mendorong pemberdayaan masyarakat di lokasi tersebut.

Aliran sungai sangat layak dijadikan untuk penggerak Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH) pada saat musim hujan maupun musim kemarau dengan debit air yang relatif stabil. Aliran sungai pada umumnya tidak terlalu besar . akan tetapi, mempunyai kemiringan yang layak untuk lokasi Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH). Air yang disalurkan melalui sebuah pipa pesat menuju rumah pembangkit yang pada dasarnya dibangun di tepi sungai untuk dapat menggerakkan turbin atau kincir air mikrohidro.

Energi mekanik dari putaran suatu poros turbin akan diubah menjadi suatu energi listrik pada sebuah generator. Mikrohidro dapat menggunakan ketinggian air yang sedang, contohnya dengan ketinggian air 5 meter dapat menghasilkan listrik 700 watt.

Relatif sedikitnya energi yang dapat dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH) dibandingkan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) skala besar, berefek pada relatif sederhananya suatu peralatan serta kecilnya areal yang digunakan guna instalasi dan pada pengoperasian mikrohidro.

Perbedaan antara Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH) terletak pada besaran tenaga listrik yang dapat dihasilkan, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) di bawah ukuran 200 KW digolongkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem pembangkit Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH) sangat cocok untuk menjangkau ketersediaan jaringan energi listrik di daerah-daerah terpencil dan pedesaan.

Cara kerja PLTA adalah Sungai yang mengalir dibendung agar diperoleh debit air dan ukuran tinggi jatuh air, lalu air yang didapat dialirkan melalui saluran penghantar air mengalir ke kolam penenang, Kolam penenang terhubung dengan pipa *penstock*, dan dibawah di pasang turbin air. Turbin air akan berputar ketika telah mendapat tekanan air, dan perputaran turbin digunakan untuk memutar generator, Setelah mendapat putaran yang berkesinambungan maka generator akan menghasilkan tegangan listrik, yang dikirim desa- desa atau lokasi yang ditentukan melalui saluran kabel distribusi. (Sukamta, 2017)

3. Pembangkit Listrik Tenaga Nano Hidro (PLTNH)

Pembangkit Listrik Tenaga Nano Hidro adalah hasil pengembangan dari Pembangkit Listrik Tenaga mikro Hidro (PLTmH), di mana Pembangkit Listrik Tenaga Nano Hidro (PLTNH) memiliki sumber energi air yang dapat digunakan dalam kondisi *head* dan debit yang minim atau sedikit.

Pembangkit Listrik Tenaga Nano Hidro (PLTNH) adalah pembangkit listrik tenaga air yang memiliki daya 100 W. Dengan daya yang besar, listrik yang didapatkan dapat dimanfaatkan langsung atau dapat juga disimpan pada baterai. Konfigurasi baterai yang digunakan sebagai *power storage* dapat dirakit secara seri maupun paralel.

Ketika dua buah baterai dengan tegangan dan juga memiliki kapasitas sama disusun seri, maka tegangan total merupakan jumlah dari tiap-tiap tegangan tersebut dan kapasitas total merupakan kapasitas satu buah baterai saja. Sedangkan jika disusun secara paralel, maka kapasitas total merupakan jumlah dari tiap-tiap kapasitas baterai tersebut dan tegangan total merupakan tegangan satu buah baterai. Penggunaan konfigurasi baterai tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan yang telah ditentukan.

4. Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH)

Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro (PLTPH) adalah pembangkit tenaga listrik dengan daya keluaran tidak lebih dari 5 kilowatt. Pembangkit ini dimanfaatkan pada daerah pegunungan yang mempunyai aliran sungai kecil sebagai sumber energi. Secara teknis, tenaga listrik diperoleh melalui proses konversi energi dari energi mekanik air menjadi energi listrik.

(Athifah dkk, 2017)

Pikrohidro mempunyai tiga komponen utama yaitu air sebagai sumber energi, turbin dan generator. Pikrohidro dapat dimanfaatkan sebagai tenaga alternatif sebagai pengganti pembangkit listrik tenaga diesel menggunakan bahan bakar minyak akan tetapi, dengan menggunakan biaya operasional yang lebih tinggi dan juga tidak ramah pada lingkungan. Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) memiliki beberapa keunggulan seperti biaya pembuatan relatif murah dan mudah ditemukan dipasaran, ramah lingkungan, pembangunannya dapat dipadukan dengan irigasi, dan tidak membutuhkan perawatan yang rumit. (Syahputra dkk, 2017)

Salah satu dasar dalam pengembangan sektor energi adalah dengan memanfaatkan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) pada daerah terpencil yang menggunakan listrik oleh jaringan listrik PLN. Pembangunan PLTPH tidak menggunakan relokasi tempat tinggal masyarakat setempat dalam pembangunan bendungan atau waduk. Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) diharapkan dapat men- *supply* tenaga listrik yang murah dan ramah terhadap lingkungan serta dapat berefek pada sifat masyarakat untuk mau menjaga hutan sebagai bentuk kelestarian sumber daya air.

Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) ialah menggunakan beda ketinggian dan juga jumlah debit air dalam satuan detik yang terdapat pada aliran air saluran irigasi, sungai, dan air terjun. Aliran air ini akan memutar poros sebuah turbin sehingga mengeluarkan energi mekanik. Energi

mekanik tersebut selanjutnya berputar menggerakkan generator sehingga generator dapat menghasilkan listrik.

Pada saluran irigasi terdapat penyaringan sampah yang digunakan untuk menyaring kotoran yang berada diatas air, kolam pengendap digunakan mengendapkan kotoran, saluran pembuangan digunakan untuk pembuangan kelebihan air melalui saluran yang dapat berakibat banjir melalui saluran pembuangan. Akhir dari aliran tersebut ialah sebuah kolam penenang (*forebay tank*) yang berguna agar dapat menyaring kembali air sehingga kotoran tidak masuk yang dapat merusak turbin.

Komponen utama Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) terdiri dari air mengalir dengan kapasitas melalui ketinggian tertentu melalui rumah instalasi atau rumah turbin. Di rumah turbin tersebut air mengalir ke turbin sehingga akan terjadi sebuah proses konversi energi yaitu dari energi air menjadi energi mekanik yang berupa putaran poros turbin. Poros yang berputar tersebut kemudian dilanjutkan ke generator. Dalam generator energi mekanik tersebut dikonversikan menjadi energi listrik. Energi listrik yang didapatkan masuk ke dalam kontrol arus listrik sebelum didistribusikan untuk keperluan perumahan. (Athifah dkk, 2017)

2.2 Alternator

Alternator atau sering disebut dengan dinamo ampere merupakan perangkat elektronik pada kendaraan yang sangat penting atau dapat juga disebut dengan sebuah komponen mobil yang berfungsi menghasilkan arus listrik untuk semua komponen-

komponen yang membutuhkan aliran arus listrik. Selain itu, alternator juga memiliki fungsi sebagai pengisi akumulator pada mobil agar mobil tersebut tetap berada pada tegangan yang stabil sehingga aki tidak mengalami *drop*.

Alternator juga digunakan sebagai *supply* listrik ke baterai sekaligus juga berfungsi untuk menghemat penggunaan baterai dan juga dapat digunakan untuk mengubah energi mekanis yang diperoleh dari mesin tenaga listrik, menghasilkan arus bolak-balik, kebutuhan listrik pada mobil sewaktu mesin hidup. Akan tetapi, ketika jumlah konsumsi listrik lebih besar daripada yang digunakan oleh alternator, maka baterai juga ikut memikul beban kelistrikan tersebut.

Alternator menggunakan prinsip kerja elektromagnetik. Dengan menggunakan prinsip kerja tersebut contohnya pada mobil, alternator sangat penting agar pada komponen-komponen kelistrikan tetap berfungsi secara baik dan mempunyai daya listrik yang cukup. Sebuah mobil yang tidak memiliki alternator akan mempunyai performa yang rendah. Saat akumulator mobil habis, mobil akan mogok mesin disebabkan tidak mempunyai pembangkit energi listrik.

Pada prinsipnya cara kerja alternator ialah berubahnya energi mekanik yang berputar menjadi energi listrik. Caranya ialah mengubah putaran pada mesin menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip kerja elektromagnetik.

Alternator dihubungkan ke mesin mobil dengan memanfaatkan *belt* atau tali kipas. Ketika mesin mobil berputar, *belt* tersebut akan memutar *roda pulley* yang ada pada alternator. Putaran tersebut digunakan alternator agar dapat menghasilkan energi listrik. Satu putaran mesin mobil akan dapat menghasilkan dua kali putaran *roda*

pulley pada alternator. Gambar 2.1 ini adalah alternator yang penulis gunakan yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.1 Alternator DC mobil 12 volt

Sumber: (Penulis, 2019)

Cara kerja alternator mobil ialah menghasilkan arus listrik yang terdapat pada *coil stator*. Kemudian, arus listrik diatur oleh IC *regulator* agar jika tegangan listrik yang dihasilkan tidak lebih dan dapat digunakan untuk mengisi listrik pada akumulator mobil. Alternator mempunyai komponen-komponen yang penting untuk dapat mendukung prinsip kerjanya sebagai penghasil energi listrik yaitu sebagai berikut:

1. Rotor

Rotor adalah elemen yang berputar, pada rotor memiliki kutub-kutub magnet dengan lilitan-lilitan kawat yang dialiri oleh arus searah. Kutub magnet rotor terdiri dua jenis yaitu rotor kutub menonjol adalah tipe yang digunakan pada generator-generator kecepatan rendah dan menengah dan rotor kutub tidak menonjol dipakai untuk generator-generator turbo atau generator kecepatan tinggi.

Kumparan medan yang dimiliki pada rotor disuplai dengan medan arus searah agar dapat menghasilkan fluks dimana arus searah dialirkan ke rotor melalui sebuah cincin. Jadi ketika rotor berputar maka fluks magnet yang timbul akibat arus searah tersebut akan memotong konduktor dari stator yang berakibat akan timbulnya gaya gerak listrik. Belitan searah pada struktur medan yang berputar disatukan ke sebuah sumber luar dengan melalui *slipring* atau *brush*. *Slipring* ini berputar secara bersamaan dengan poros dan rotor.

Banyaknya *slipring* ada dua buah dan pada setiap *slipring* dapat digeser oleh *brush* yang tiap-tiap adalah positif dan negatif yang berguna untuk penguatan ke lilitan medan pada sebuah rotor. *Slipring* dibuat dari besi baja, kuningan atau tembaga yang terpasang pada poros dengan menggunakan bahan isolasi. Untuk menghidupkan arus searah digunakan sebuah sistem penguat atau *Exciter*, suplai diambil dari pembangkit tersebut kemudian disalurkan seterusnya dibalikkan ke rotor dengan *slipring*.

Rotor ialah bagian pada motor listrik atau generator listrik yang berputar-putar pada sumbu rotor. Penyebab berputar-putarnya rotor karena adanya medan

magnet dan lilitan kawat yang terdapat pada rotor, sedangkan torsi dari perputaran rotor di atur oleh banyaknya lilitan kawat dan juga diameternya.

Rotor juga pada bagian generator yang bergerak ataupun berputar. Antara rotor dan stator terdapat oleh celah udara. Pada bagian inti kutub memiliki poros dan inti rotor yang berfungsi sebagai jalur fluks magnet yang disebabkan kumparan medan. Pada kumparan medan juga terdapat dua bagian utamaya yaitu bagian penghantar yang berfungsi sebagai jalur untuk arus pemacuan dan bagian yang diisolasi. Isolasi pada bagian tersebut harus dalam keadaan baik dalam hal kemampuan mekanisnya, ketahanannya akan suhu yang cukup tinggi dan terhadap gaya sentrifugal yang cukup besar.

Konstruksi rotor dalam generator yang mempunyai nilai putaran relatif tinggi biasanya memanfaatkan konstruksi rotor dengan kutub silindris dan jumlah kutubnya relatif lebih sedikit. Konstruksi ini tahan dengan gaya yang lebih besar yang berakibat putaran yang tinggi. Putaran generator yang rendah atau sedang digunakan konstruksi rotor dengan kutub menonjol atau "*salient pole*" dengan jumlah kutub yang relatif banyak.

Pada dasarnya, salah satu dari penghantar ini dibuat untuk bagian yang tetap sedangkan bagian-bagian yang lainnya digunakan sebagai bagian yang berputar-putar.

2. Stator

Stator adalah bagian pada motor listrik atau dinamo listrik yang berfungsi sebagai stasioner dari sistem rotor. Jadi penempatan stator biasanya

mengelilingi rotor, stator bisa berupa gulungan kawat tembaga yang berinteraksi dan membentuk medan magnet untuk mengatur perputaran rotor.

Stator merupakan elemen diam yang terdiri dari Rangka Stator, Inti Stator dan belitan-belitan Stator (belitan jangkar). Rangka stator terbuat dari besi tuang dan merupakan rumah dari semua bagian-bagian generator. Rangka stator ini berbentuk lingkaran dimana sambungan-sambungan pada rusuknya akan menjamin generator terhadap getaran-getaran.

Inti stator terbuat dari bahan *ferromagnetic* atau besi lunak disusun berlapis-lapis disusun berlapis-lapis tempat terbentuknya fluks magnet. Sedangkan belitan stator terbuat dari tembaga disusun dalam alur-alur, belitan stator berfungsi tempat terbentuknya gaya gerak listrik.

Stator termasuk komponen utama motor listrik karena komponen ini akan bersinggungan langsung dengan kinerja motor. Stator merupakan lilitan tembaga statis yang terletak mengelilingi poros utama. Fungsi stator adalah untuk membangkitkan medan magnet pada di sekitar rotor.

Komponen stator terdiri dari lempengan besi yang dililit oleh tembaga. Tembaga ini dihubungkan dengan sumber arus. Sehingga ketika lilitan tersebut dialiri arus listrik, akan menyebabkan kemagnetan pada stator. Pada sebuah motor umumnya memiliki tiga buah stator *coil*. Hal ini tergantung kapasitas motor itu sendiri tentunya. Semakin banyak jumlah kumparan, maka semakin besar kemagnetan yang diperoleh. Hal tersebut tentunya akan berpengaruh pada kecepatan motor.

Stator merupakan komponen yang tidak bergerak dari suatu motor induksi tiga fasa. Stator yang terdapat pada motor induksi pada dasarnya sama dengan stator yang terdapat pada motor sinkron. Stator dibuat dari sejumlah *lamel* yang dibentuk menjadi *slot* atau tempat belitan.

Inti stator dibuat dari lapisan pelat baja beralur yang digunakan dalam rangka stator yang terdiri dari besi tuang ataupun pelat baja yang dipabrikasi. Berikut ini merupakan bagian-bagian sebuah stator adalah sebagai berikut.

- a. Badan stator adalah bagian yang terdiri dari besi tuang, pada bagian luarnya dikonstruksikan bersirip untuk dapat memperluas daerah pelepasan panas motor.
- b. Inti stator terdiri dari lapisan- lapisan besi lunak (baja *silicon*) yang direkatkan. Inti stator juga disebut sebagai alur stator.
- c. Belitan stator atau kumparan stator adalah tempat adanya medan magnet yang berada pada alur stator motor. Kumparan stator dibuat agar membentuk jumlah kutub tertentu, untuk dapat membuat jumlah putaran yang dibutuhkan. Kumparan stator diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu kumparan satu lapis (*single layer*) yang artinya satu alur ditempati satu lapis kumparan dan kumparan dua lapis (*double layer*), dimana satu alur ditempati dua alur kumparan.

Berdasarkan bentuknya lilitan yang digunakan pada kumparan stator ada dua yaitu kumparan rantai merupakan kumparan yang berbentuk konsentrik sering disebut sebagai *lap winding* dan kumparan gelung

adalah lilitan yang memiliki bentuk gelombang dan disebut juga sebagai *wave winding*.

- d. *Bearing* adalah komponen yang memisahkan antara badan stator dengan rotor. *Bearing* berfungsi sebagai tempat peletakan poros/as rotor
- e. Papan hubung adalah komponen sebagai peletakan ujung-ujung kumparan stator dan juga sebagai tempat untuk menentukan hubungan kumparan (bintang atau segitiga).
- f. Papan nama adalah bagian motor yang terdiri dari data-data mengenai motor contohnya, merek, berat motor, daya motor, besar arusnya (pada saat hubung bintang dan segitiga, banyak putaran, jumlah fasa/frekuensi, faktor daya, faktor daya, tegangan kerja.
- g. Tutup Stator adalah bagian dari stator yang dibuat dari dua bagian, berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan bearing dan sebagai pelindung bagian dalam motor.

3. *Drive frame cover* dan *End frame cover*

Fungsi *frame cover* digunakan sebagai kerangka luar atau *body* alternator agar dapat memegang bagian-bagian yang berada pada alternator dan agar dapat memegang alternator pada mesin mobil. *Body* alternator dibuat berlubang untuk dapat membuang panas alternator atau disebut juga sebagai *circulation vent*.

4. *Drive Pulley* Alternator

Drive Pulley pada alternator dapat berfungsi sebagai penyambung putaran mesin ke alternator.

5. *Bearing* Alternator

Fungsi *bearing* alternator ialah digunakan untuk kedudukan rotor berupa bagian yang berputar pada Alternator, agar rotor dapat berputar dengan lancar tanpa adanya halangan.

6. Regulator Alternator

Fungsi regulator alternator agar dapat *manage* suatu besaran tegangan output yang keluar alternator dengan cara besarnya arus listrik diatur berapa yang masuk ke dalam kumparan rotor. Sehingga nilai tegangan pada output yang didapatkan oleh alternator konstan sesuai dengan nilai tegangan yang telah diatur, meskipun jumlah rpm mesin yang memutar alternator dapat berubah-ubah.

Regulator pada alternator bisa dijumpai dua jenis dapat berupa regulator mekanik atau sering disebut kontak point yang terdapat di luar alternator, dapat juga di dijumpai pada mobil-mobil keluaran lama. Sedangkan regulator yang kedua terdiri dari IC regulator yang sering berada pada alternator, secara prinsip dasarnya sama, karena IC regulator merupakan kontak point yang dikembangkan, yang diubah dan dikembangkan menjadi suatu komponen-komponen elektronika.

Dalam memperoleh arus dan tegangan yang konstan ataupun stabil, digunakannya regulator. Hal tersebut dikarenakan tegangan arus listrik yang diperoleh oleh stator memiliki sifat tidak stabil.

Ketika regulator memiliki fungsi untuk menentukan arus listrik yang masuk pada rotor arus listrik di dalam stator kurang, maka regulator akan menambah listrik ke rotor, namun ketika hal tersebut berlebihan, regulator akan mengurangi jumlah listrik yang akan masuk ke rotor, hal tersebut menyebabkan tegangan dan arus listrik yang diperoleh alternator akan selalu stabil dan dalam keadaan konstan.

7. *Carbon brush* atau sikat arang

Sikat arang atau *carbon brush* atau sebagian orang menyebutnya *kool* alternator berfungsi mengalirkan arus dari IC regulator menuju gulungan rotor

melalui *slive rings*, sedangkan rumah *carbon brush* berfungsi untukudukan atau pegangan *carbon brush*.

8. Dioda Penyearah atau Dioda *Rectifier*

Dioda penyearah atau sering disebut dioda *rectifier* memiliki fungsi untuk dapat menyearahkan arus listrik AC yang diperoleh pada gulungan stator pada saat rotor *coil* yang bermagnet berputar-putar. Ketika terdapat arus bolak-balik yang tidak sama dimanfaatkan pada sistem kelistrikan dimobil, maka arus tersebut harus berubah menjadi searah. Arus bolak-balik yang terinduksi dalam *coil* stator diubah oleh *rectifier*.

Dioda pada *rectifier* merupakan komponen semi konduktor yang membawa arus ke satu arah dan arus yang mengalir dari arah yang berlawanan harus ditahan. *Rectifier* juga dapat digunakan untuk menahan arus pada baterai ke

alternator ketika tegangan yang diperoleh alternator rendah dibandingkan dengan tegangan baterai.

Alternator memiliki dua bagian yaitu *rectifier* negatif yang tersambung langsung pada *ground* alternator sedangkan dioda *rectifier* positif tersambung langsung pada terminal B+ Alternator.

2.3 *Bearing*

Bearing merupakan sebuah elemen mesin yang berguna untuk dapat mengurangi gesekan angular antara dua benda yang dapat bergerak relatif satu sama lain, yaitu poros dengan sumbu yang berputar. Fungsi lain dari *bearing* juga sebagai tumpuan dari benda yang berputar.

Kemampuan *bearing* untuk dapat menurunkan gesekan tergantung dari faktor-faktor yaitu kehalusan dari *metal balls* atau *roller*, kehalusan dari *inner surface* dan *outer surface* untuk dapat melawan gelinding dari *balls* atau *roller* tersebut. *Balls* dan *roller* berguna sebagai penerima beban yang diterima dari luar. Gambar 2.2 berikut ini merupakan *bearing* tipe ASB 205-14 yang penulis gunakan.



Gambar 2.2*Bearing*
Sumber: (Penulis, 2019)

Konsep yang didasari pada *bearing* tersebut sangat sederhana yaitu merupakan suatu yang berputar-putar akan jauh lebih baik dari pada benda tersebut harus digerakkan seperti diseret/ *sliding*. Misalnya ketika jatuh dari kendaraan, akan mempunyai luka yang lebih sedikit jika menggelindingkan dari pada badan bergesekan dengan jalan raya.

Ketika dua buah benda yang bergesekan dengan cara *sliding* cenderung lebih cepat untuk dapat berhenti dan memiliki gesekan yang lebih besar, akan tetapi ketika kedua benda tersebut bergerak dengan gerakan menggelinding maka benda tersebut menurunkan gesekan yang signifikan dan juga sangat efisien.

Kemampuan *bearing* agar dapat menurunkan gesekan dipengaruhi oleh beberapa faktor-faktor yaitu kehalusan dari *metal balls* atau *roller* yang berfungsi menerima beban yang diterima dari luar. Contohnya beban motor listrik dan *shaft*.

Terdapat dua buah tipe beban pada *bearing* yang akan dimiliki yaitu beban *radial* dan satu lagi beban *thrust*. Kedua beban tersebut bergantung dari cara pemakaian *bearing* tersebut. Pada suatu kondisi kemungkinan *bearing* hanya mendapatkan beban *radial* atau mungkin juga hanya mendapatkan beban *thrust* atau mungkin juga *bearing* tersebut akan terbebani oleh tipe beban *thrust* dan tipe beban *radial* secara bersama-sama.

Pada kasus motor listrik yang disambungkan dengan *pulley* hanya mempunyai beban *radial* disebabkan beban tersebut hanya berdasarkan dari ketegangan *belt* yang disebabkan adanya gaya tarik menarik antar *pulley* atau pada kasus lainnya seperti orang yang duduk pada sebuah kursi yang dapat berputar-putar dan sedang mengangkat sebuah barang.

Bearing yang dimiliki pada kursi tersebut akan mempunyai beban *thrust* yang berasal dari berat orang tersebut dan berasal dari benda yang diangkatnya. Terdapat beberapa tipe *bearing* berdasarkan kebutuhan yaitu sebagai berikut.

1. *Ball Bearing*

Sering kali ditemukan dalam kehidupan keseharian dan cenderung dimiliki pada sebuah benda yang hanya mendapat beban kecil dan juga perputaran yang tinggi. Beban dikirim dari *outer surface* ke *balls* lalu dari *balls* akan ditransfer ke bagian *inner surface*.

2. *Roller Bearing*

Roller Bearing diterapkan pada *roller conveyor*, pada kondisi ini *bearing* mendapat beban *radial* yang cukup besar. Bentuknya yang *silinder* menyebabkan kontak antar *inner surface* dengan *outer surface* menjadi lebih besar daripada *ball bearing* yang *ball*-nya berbentuk *sphere*.

3. *Ball Thrust Bearing*

Ball Thrust Bearing banyak dimanfaatkan untuk aplikasi yang mempunyai kecepatan perputaran yang rendah dan tidak dapat menahan beban *radial* yang besar.

4. *Roller Thrust Bearing*

Roller Thrust Bearing banyak dimanfaatkan pada beban *thrust* yang besar, misalnya pada *housing*, *rotating shaft*, *gearbox* transmisi mobil, dan *helical gear* yang memiliki *angle teeth*.

5. *Tapered Roller Bearing*

Tipe ini didesain sedemikian rupa untuk beban *thrust* yang besar dan beban *radial* yang besar.

2.4 Kincir Air

Kincir air merupakan sebuah turbin air yang berfungsi sebagai kincir yang menggunakan tenaga hidro. Strukturnya memakai roda air atau turbin air dalam bergerak menggunakan proses. Salah satu cara untuk membedakan kincir air ialah pada roda beorientasi tegak atau mendatar, kincir air berdiridengan melalui mekanisme *gear* yang telah dilengkapi dengan kincir air. Sistem kerjanya berdasarkan air yang jatuh pada roda dayung pada kincir air bawahannya, air atasan, air pertengahan dan air keterbaliknya. Cara lain untuk mengklasifikasikan kincir air dengan melalui pengenalan sifat pentingnya dalam lokasi kincir air menggunakan pergerakan air.

Kincir air tersebut adalah kincir air dengan proses yang sama dengan turbin cross –flow yang digunakan untuk sebuah proses mekanik. air yang dibutuhkan untuk menggerakkan turbin diarahkan oleh dua kekuatan permukaan pegangan baling-baling yang seimbang. Semburan air dipisahkan oleh baling-baling, diseimbangkan dan dibiarkan masuk dengan lancar melewati kipas secara bebas sesuai dengan ruang yang ada. Kedua pegangan baling-baling putar diatur dengan tepat didalam rumah turbin dan dapat berfungsi sebagai alat penutup turbin jika terjadi penurunan arus air. Gambar 2.3 berikut ini merupakan kincir air yang digunakan oleh penulis.



Gambar 2.3 Kincir Air
Sumber: (Penulis, 2019)

Pada dasarnya turbin air lebih banyak dipakai untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat, dengan memanfaatkan prinsip konversi energi dan memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbaharui yaitu air. Sampai saat ini dalam membangun turbin air masih tidak dapat bersaing dengan pembangkit listrik konvensional, turbin air masih terus berkembang dikarenakan dalam kurun waktu dekat masyarakat di dunia akan berhadapan dengan suatu kondisi kekurangan sumber daya alam tak dapat diperbaharui seperti batubara dan minyak bumi untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam membangkitkan listrik.

Klasifikasi jenis turbin berdasarkan cara kerja yaitu turbin impuls dan turbin reaksi dan susunan porosnya yaitu turbin poros horizontal dan turbin poros vertikal. (Irawan dkk, 2018)

Pada roda kincir air memiliki sudu yang merupakan suatu kondisi lempengan dengan bentuk sedemikian rupa dan penampang tertentu, air yang digunakan sebagai fluida kerja mengalir melalui ruangan diantara sudu tersebut, Oleh karena itu, roda turbin akan berputar dan pada sudu akan ada gaya yang bekerja. Gaya tersebut akan terjadi disebabkan karena ada perubahan momentum pada fluida kerja air yang mengalir diantara sudunya. Sudu seharusnya dibentuk sedemikian rupa sehingga terjadinya perubahan momentum pada fluida kerja air tersebut.

Debit air merupakan pasokan air bagi penggerak turbin, hal tersebut sangat penting dalam sebuah perencanaan pada turbin air, karena daya yang diperoleh sebuah turbin sangat tergantung pada debit air yang tersedia. Ketika perencanaan tersebut tidak berjalan dengan baik maka manfaat yang dihasilkan pun tidak maksimal. (Nugroho, 2015)

Putaran kincir air dapat dihitung dengan berbagai cara seperti menggunakan alat ukur bantu, memerhatikannya dan juga dengan cara memvideokannya. Penulis menggunakannya cara yaitu memvideokannya lalu menarik kesimpulan dari hasil pengamatan, penulis memvideokannya selama lima detik untuk mengetahui putarannya lalu dikalikan dua belas sehingga dapat ditarik kesimpulan rotasi per menitnya.

2.4.1 Jenis Turbin Air

Turbin air memiliki jenis- jenis yang berbeda satu dengan yang lainnya yang digunakan pada pembangkit listrik tenaga air, minihidro, maupun pikohidro. Berikut

ini merupakan beberapa jenis turbin air yang sering dijumpai berdasarkan bentuknya yaitu sebagai berikut.

1. Turbin impuls adalah turbin air yang cara kerjanya merubah seluruh energy air (yang terdiri dari energi potensial, tekanan, kecepatan) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energy kinetik. Energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada nozle. Air keluar nozle yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (impulse). Akibatnya roda turbin akan berputar.
2. Turbin Pelton adalah turbin yang ditemukan pada tahun 1870an oleh Lester Allan Pelton. Jenis Turbin ini memiliki satu atau beberapa jet penyemprot air untuk memutar piringan. Tak seperti turbin jenis reaksi, turbin ini tidak memerlukan tabung diffuser. Ketinggian air (head) = 200 s.d 2000 meter. Debit air = 4 s.d 15 m³/s. Turbin pelton digolongkan ke dalam jenis turbin impuls atau tekanan sama. Karena selama mengalir di sepanjang sudu-sudu turbin tidak terjadi penurunan tekanan, sedangkan perubahan seluruhnya terjadi pada bagian pengarah pancaran atau nosel.
3. Turbin francis merupakan turbin yang memiliki runner dengan baling-baling tetap, biasanya jumlahnya 9 atau lebih. Air dimasukkan tepat diatas runner dan mengelilinginya dan jatuh melalui runner dan memutarnya. Selain runner komponen lainnya adalah scroll case, wicket gate dan draft tube. 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.

4. 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. Berbeda dengan roda jalan pada Francis, sudu-sudu pada roda jalan Kaplan dapat diputar posisinya untuk menyesuaikan kondisi beban turbin.
5. Turbin cross-flow merupakan turbin yang digunakan oleh penulis untuk membuat rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro, dimana turbin tersebut seperti kincir air pada umumnya. Dalam turbin crossflow split, air yang dibutuhkan untuk menggerakkan turbin diarahkan oleh dua kekuatan permukaan pegangan baling-baling yang seimbang. Semburan air dipisahkan oleh baling-baling, diseimbangkan dan dibiarkan masuk dengan lancar melewati kipas secara bebas sesuai dengan ruang yang ada. Kedua pegangan baling-baling putar diatur dengan tepat didalam rumah turbin dan dapat berfungsi sebagai alat penutup turbin jika terjadi penurunan arus air.

2.5 Baterai

Baterai merupakan salah satu alat yang sangat diperlukan untuk penyimpanan dan konversi energi yang berjalandidasarkan pada prinsip elektrokimia. Jadi, baterai sebenarnya ialah sebuah sel elektrokimia. Berdasarkan cara kerjanya, sel elektrokimia dibagi menjadi duayaitu sel galvanisialah merubah suatu energi kimia menjadi kerja listrik dan sel elektrolisa digunakan untuk menggerakkan reaksi kimia.

Pada baterai komponen kimia beradadidalam alat itu sendiri. Jika reaktan dipasok dari sumber luar ketika dikonsumsi, alat ini disebut sel bahan bakar (*fuel cell*).Gambar 2.4 berikut ini merupakan baterai yang digunakan oleh penulis.



Gambar 2.4 Baterai Kering 12V 3A

Sumber: (Penulis,2019)

Komponen yang paling utama pada sebuah baterai yaitu dari dua bahan konduktor tak sejenis (elektroda) yang ditaruh kedalam larutan yang dapat menghantarkan listrik. Salah satu elektroda akan memiliki muatan listrik positif dan yang lain muatan listrik negatif. Ujung elektroda yang menonjol diatas elektrolit disebut sebagai terminal positif dan satunya terminal negatif. Jika kedua terminal disambungkan dengan kawat konduktor, arus listrik akan mengalir melalui kawat dari terminal negatif ke positif.

Pada Gambar 2.4 baterai diatas memiliki spesifikasi dengan tegangan 12 Volt dan arus 3 Ampere, sehingga daya yang dimiliki adalah 36 Watt dimana daya tersebut merupakan perkalian arus dan tegangan. Baterai tersebut.

Beda potensial atau tekanan listrik antar terminal bergantung pada bahan elektroda dan elektrolit dan diukur dalam volt. Dalam konsumsinya, baterai ada yang tidak dapat diisi ulang dan ada yang dapat diisi ulang. Jenis baterai yang tidak dapat diisi ulang dinamakan baterai primer dan yang dapat diisi ulang dinamakan baterai sekunder.

Sangat beragam fungsi dari baterai pada kehidupan sehari-hari namun mempunyai intinya yang samayaitu sebagai sumber energi, diakrenakanseluruh alat elektronik yang sifatnya *mobile* juga perlu baterai sebagai sumber energi. Misalnya seperti HP, senter, *powerbank*, *drone*, *remote* TV dan AC, dan lain sebagainya. Semua peralatan elektronika tersebut membutuhkan baterai agar dapat bekerja. Berikut ini adalah jenis – jenis baterai yaitu sebagai berikut.

a. Baterai *Zinc-Carbon*

Baterai *Zinc-Carbon* juga sering dinamakan dengan Baterai “*Heavy Duty*” yang sering dijumpai di toko-toko ataupun supermarket. Baterai berjenis ini terdiri dari bahan *Zinc* yang berguna sebagai Terminal Negatif dan juga sebagai pembungkus Baterainya. Sedangkan Terminal Positifnya terbuat dari Karbon yang berbentuk Batang (*rod*). Baterai jenis *Zinc-Carbon* adalah jenis baterai yang relatif murah jika dibandingkan dengan jenis lainnya.

b. Baterai *Alkaline*

Baterai *Alkaline* ini mempunyai daya tahan yang cukup lama dengan harga yang lebih mahal dibandingkan dengan Baterai *Zinc-Carbon*. Elektrolit yang dimanaftkannya adalah *Potassium hydroxide* yang merupakan Zat Alkali (*Alkaline*) sehingga disebut dengan Baterai *Alkaline*. Saat ini, banyak Baterai yang memanfaatkan *Alkaline* sebagai Elektrolit, tetapi mereka memakai bahan aktif lainnya sebagai Elektrodanya.

c. Baterai *Lithium*

Baterai Primer *Lithium* menjanjikan kinerja yang lebih baik dibanding jenis-jenis Baterai Primer yang dapat sekali pakai. Baterai *Lithium* disimpan lebih dari sepuluh tahun dan dapat bekerja pada suhu yang rendah sekalipun. Karena kehebatannya tersebut, Baterai jenis *Lithium* ini sering dipakai untuk aplikasi *Memory Backup* pada Mikrokomputer maupun pada Jam Tangan. Baterai *Lithium* biasanya dibuat seperti bentuk Uang Logam atau disebut juga dengan Baterai Koin (*Coin Battery*). Ada juga yang menyebutnya *Button Cell* atau Baterai Kancing.

d. Baterai *Silver Oxide*

Baterai *Silver Oxide* adalah jenis baterai yang dapat digolongkan jenis baterai yang mahal dari segi harganya. Hal ini disebabkan tingginya harga Perak (*Silver*). Baterai *Silver Oxide* dapat diperoleh untuk dapat menghasilkan Energi yang tinggi akan tetapi dengan bentuk yang ringan dan kecil.

Baterai *Silver Oxide* ini digunakan dalam bentuk Baterai Koin (*Coin Battery*) / Baterai Kancing (*Button Cell*). Baterai jenis *Silver Oxide* ini sering dipergunakan pada Jam Tangan, Kalkulator maupun aplikasi militer.

e. Baterai *Nickel-Cadmium*

Baterai Ni-Cd (*Nickel-Cadmium*) merupakan jenis baterai sekunder yang menggunakan *Metallic Cadmium* dan *Nickel Oxide Hydroxide* sebagai bahan elektrolitnya. Baterai Ni-Cd mempunyai kemampuan beroperasi dalam jangkauan suhu yang cukup luas dan siklus daya tahan yang lama.

Satu sisi, Baterai Ni-Cd akan melakukan *discharge* sendiri (*self discharge*) sekitar 30% perbulan saat tidak digunakan. Baterai Ni-Cd juga mengandung 15% *Tosik/racun* yaitu bahan *Carcinogenic Cadmium* yang dapat berbahaya untuk kesehatan manusia dan Lingkungan sekitar.

f. Baterai *Nickel-Metal Hydride*

Baterai Ni-MH (*Nickel-Metal Hydride*) mempunyai kelebihan yang hampir sama dengan Ni-Cd, akan tetapi baterai Ni-MH memiliki kapasitas 30% lebih tinggi jika dibanding dengan Baterai Ni-Cd serta tidak mempunyai zat berbahaya *Cadmium* yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Baterai Ni-MH dapat diisi ulang hingga ratusan kali menyebabkan menghemat biaya dalam membeli baterai. Baterai Ni-MH mempunyai *Self-discharge* sekitar 40% setiap bulan jika tidak dipakai. Saat ini Baterai Ni-MH banyak dipakai dalam Kamera dan Radio Komunikasi. Meskipun tidak mempunyai zat berbahaya Cadmium, Baterai Ni-MH tetap mengandung sedikit zat berbahaya didalamnya yang dapat merusak kesehatan manusia dan Lingkungan di masyarakat, sehingga perlu untuk melakukan daur ulang (*recycle*) dan tidak boleh dibuang sembarangan.

g. Baterai Li-Ion (*Lithium-Ion*)

Baterai jenis Li-Ion (*Lithium-Ion*) adalah jenis Baterai yang paling banyak dipakai pada peralatan elektronika portabel seperti *Digital* Kamera. Baterai Li-Ion mempunyai daya tahan siklus yang tinggi dan juga lebih ringan sekitar 30% serta mempunyai kapasitas yang lebih tinggi sekitar 30% dibanding dengan Baterai Ni-MH. Rasio *Self-discharge* ialah sekitar 20% per bulan.

Baterai Li-Ion lebih ramah akan lingkungan disebabkan tidak mengandung zat berbahaya seperti *Cadmium*. Sama seperti Baterai Ni-MH (Nickel- Metal Hydride), Meskipun tidak mempunyai zat berbahaya Cadmium, Baterai Li-Ion tetap memiliki sedikit zat berbahaya yang dapat dengan mudah merusak kesehatan manusia dan Lingkungan hidup, sehingga perlu dilakukan daur ulang (*recycle*) dan tidak boleh ditempat sembarangan dibuang.

Konstruksi Baterai yang dimiliki dalam mobil terdiri dari elektrolit asam sulfat, elektroda positif dan negatif dalam bentuk plat. Plat -plat tersebut dibuat dari timah atau berasal dari timah. Karena hal tersebut baterai jenis ini disebut baterai timah,

Ruangan yang terdapat didalamnya dibagi menjadi beberapa sel dan didalam tiap-tiap sel terdapat beberapa elemen yang terendam didalam elektrolit.

Pada mobil banyak mempunyai beberapa komponen kelistrikan yang digerakkan oleh tenaga listrik. Sewaktu mesin mobil dalam keadaan hidup komponen kelistrikan tersebut dapat digerakkan oleh tenaga listrik yang berasal dari alternator dan baterai, akan tetapi ketika mesin mobil sudah mati, tenaga listrik yang berasal dari alternator sudah tidak dapat dipakai lagi, dan hanya berasal dari baterai. Contoh bentuk penggunaan energi listrik saat mesin mobil dalam kondisi mati ialah pada peralatan pengaman peralatan audio (*taperecorder*), lampu parkir, lampu ruangan, indikator pada ruangan kemudi, dan sebagainya.

Jumlah tenaga listrik yang disimpan dalam baterai dapat dimanfaatkan sebagai sumber tenaga listrik akan tetapi tergantung pada kapasitas baterai dalam satuan amper jam (AH). Jika pada kotak baterai tertera 12 volt 60 AH, artinya baterai tersebut mempunyai tegangan 12 volt dan berarti baterai tersebut digunakan selama 1 jam dengan arus pemakaian 60 ampere, maka kapasitas baterai tersebut setelah 1 jam akan habis.. Kapasitas baterai tersebut juga dapat menjadi kosong setelah 2 jam jika arus pemakaian hanya 30 ampere. Disini terlihat bahwa lamanya pengosongan baterai ditentukan oleh besarnya pemakaian arus listrik dari baterai tersebut.

Semakin besar arus yang dipakai, maka akan semakin cepat pula terjadi pengosongan baterai, dan sebaliknya semakin kecil arus yang digunakan, maka akan semakin lama pula baterai mengalami pengosongan. Kapasitas baterai yang besar sangat ditentukan oleh luas permukaan plat atau banyaknya plat baterai. Jadi dengan bertambahnya luas plat atau dengan bertambahnya jumlah plat baterai maka kapasitas

baterai juga akan bertambah. Sedangkan tegangan aki ditentukan oleh jumlah daripada sel baterai, dimana satu sel baterai biasanya dapat menghasilkan tegangan kira-kira 2 sampai 2,1 volt.

Energi listrik adalah energi terpenting yang dibutuhkan peralatan listrik, energi yang tersimpan pada arus listrik dengan satuan ampere dan juga tegangan listrik dengan satuan volt, menentukan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan watt agar dapat menggerakkan peralatan- peralatan listrik lainnya. (Hasriani dkk, 2017).

Tegangan listrik yang dibuat sama dengan jumlah tegangan listrik setiap sel. Ketika baterai memiliki enam sel, maka tegangan baterai standar tersebut ialah 12 volt sampai 12,6 volt. Pada umumnya setiap sel baterai ditandai dengan satu lubang pada kotak aki bagian atas untuk dapat mengisi elektrolit aki. Berikut ini merupakan bagian- bagian pada baterai kering yaitu sebagai berikut.

1. Kotak aki berguna sebagai rumah atau wadah dari komponen aki yang terdiri dari pelat positif, cairan aki, dan pelat negatif.
2. Pelat logam terdiri dari pelat positif dan negatif. Pada pelat positif terdiri dari logam timbel preoksida (PbO_2). Sedangkan pelat negatif hanya terdiri dari logam timbel (Pb).
3. Separator berada diantara pelat positif dan negatif, separator memiliki tugas untuk dapat memisahkan atau menyekat pelat positif dan negatif agar tidak saling bersentuhan yang dapat menyebabkan short alias hubungan arus pendek.

4. Terminal aki yang berada di atas wadah merupakan ujung dari rangkaian pelat-pelat yang dihubungkan ke beban arus seperti lampu dan lainnya. Bagian tersebut terdiri dari terminal positif dan juga negatif.

2.6 Bendungan (*Weir*)

Bendungan (*weir*) merupakan sebuah bangunan yang melintang di sungai yang berguna untuk membelokkan arah aliran air. Konstruksi bendungan memiliki tujuan untuk dapat menaikkan dan juga mengontrol tinggi air pada sungai secara signifikan sehingga elevasi muka air cukup untuk dapat dialihkan ke dalam *intake* pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan memakai pembangkit listrik tenaga air.

Bendungan (*weir*) merupakan skema atau struktur bendungan berkepala rendah (*lowhead dam*), yang berguna untuk dapat menaikkan muka air, pada umumnya terdapat di sungai. Air sungai yang permukaannya dinaikkan akan melalui puncak / mercu bendung (*overflow*) dan dipakai sebagai alat ukur kecepatan aliran air di saluran / sungai. Gambar 2.5 berikut ini merupakan bendungan yang digunakan oleh penulis.



Gambar 2.5 Bendungan

Sumber: (Penulis,2019)

Dengan adanya bendungan, maka dalam membuat pembangkit listrik akan sangat lebih mudah dikarenakan dengan adanya bendungan debit air dalam menggerakkan turbin listrik dapat menghasilkan energi listrik. Berikut ini merupakan beberapa fungsi penggunaan dari bendungan.

1. Mengalirkan air ke sebuah pembangkit listrik sehingga dapat menghasilkan listrik.
2. Sebagai penyedia air bersih.
3. Irigasi yang diperlukan untuk mengairi sawah dan ladang.
4. Tempat hidup habitat untuk ikan dan hewan lainnya.

2.7 Beban Listrik

Beban listrik yang digunakan sebagai contoh adalah lampu 12V 35Watt merupakan contoh sederhana yang digunakan untuk mensimulasikan bahwa Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro bekerja dengan baik. Gambar 2.6 berikut ini merupakan Lampu 12V 35Watt yang penulis gunakan.



Gambar 2.6 Lampu 12 V 35 Watt

Sumber: (Penulis,2019)

2.8 Debit Air

Debit aliran air merupakan volume air yang mengalir pada satuan waktu tertentu. Debit air adalah tinggi permukaan air sungai yang telah terukur oleh suatu

alat ukur permukaan air. Pengukuran tersebut dilakukan tiap harinya, atau secara lain dapat diartikan debit atau aliran adalah laju aliran air didalam bentuk volume air, yang melewati sebuah penampang melintang pada sungai per satuan waktu.

Pada sistem satuan SI besarnya debit disebut dalam satuan meter kubik per detik (m^3/s). Prinsip dasar pelaksanaan pengukuran debit tersebut ialah dengan mengukur luas penampang yang basah, tinggi muka air dan kecepatan aliran. Debit air dapat dicari dengan rumus 2.1 berikut ini:

$$Q = A \cdot V \quad (2.1)$$

Keterangan:

Q = Debit (m^3/s)

A = Luas bagian penampang basah (m^2)

V = Kecepatan aliran rata-rata (m/s)

2.9 Pengukuran Daya

Daya adalah energi dari suatu sistem yang mengalir ke sistem yang lainnya dengan satuan Watt. Berdasarkan dari pengukuran debit dengan menggunakan rumus 2.1 dapat kita ketahui secara langsung dayanya. maka dapat dicari atau dihitung daya yang dihasilkan dengan berdasarkan pada rumus 2.2 berikut ini.

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot h \quad (2.2)$$

Keterangan:

P = Daya yang terbangkitkan (Watt)

$$\rho = \text{Masa Jenis Air} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{Gravitasi} = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$$

Daya listrik adalah besarnya laju hantaran energi listrik yang terjadi pada suatu rangkaian listrik. Dalam satuan internasional daya listrik adalah **W** (*Watt*) yang menyatakan besarnya usaha yang dilakukan oleh sumber tegangan untuk mengalirkan arus listrik tiap satuan waktu **J/s** (*Joule/detik*). Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung daya listrik :

$$P = \frac{W}{t} \quad (2.3)$$

Keterangan :

P = Daya (W)

W = Usaha (J)

t = Waktu (s)

Massa Jenis air densitas atau rapatan adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi) akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah (misalnya air).

Satuan massa jenis dalam 'CGS (centi-gram-sekon) adalah: gram per sentimeter kubik (g/cm^3).

$$1 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ Kg/m}^3 \quad (2.4)$$

Massa jenis air adalah 1 g/cm^3 atau sama dengan 1000 kg/m^3 karena angkanya yang mudah diingat dan mudah dipakai untuk menghitung. Tabel 2.1 berikut ini merupakan tabel massa jenis beberapa material yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.1 Masa Jenis Material- Material

Nama zat	ρ dalam kg/m^3	ρ dalam gr/cm^3
Air (4 derajat Celcius)	1.000 kg/m^3	1 gr/cm^3
Alkohol	800 kg/m^3	$0,8 \text{ gr/cm}^3$
Air raksa	13.600 kg/m^3	$13,6 \text{ gr/cm}^3$
Aluminium	2.700 kg/m^3	$2,7 \text{ gr/cm}^3$
Besi	7.874 kg/m^3	$7,87 \text{ gr/cm}^3$
Emas	19.300 kg/m^3	$19,3 \text{ gr/cm}^3$
Kuningan	8.400 kg/m^3	$8,4 \text{ gr/cm}^3$
Perak	10.500 kg/m^3	$10,5 \text{ gr/cm}^3$
Platina	21.450 kg/m^3	$21,45 \text{ gr/cm}^3$
Seng	7.140 kg/m^3	$7,14 \text{ gr/cm}^3$
Udara (27 derajat Celcius)	$1,2 \text{ kg/m}^3$	$0,0012 \text{ gr/cm}^3$
Es	920 kg/m^3	$0,92 \text{ gr/cm}^3$

Sumber: (Irwan,2008).

BAB 4

HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Prosedur Perancangan

1. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat baling- baling kincir air tersebut. Kincir air tersebut secara langsung digunakan untuk dapat memutar *bearing* yang telah terhubung pada alternator. Gambar 4.1 merupakan pembuatan baling- baling kincir air sebagai berikut.



Gambar 4.1 Baling- Baling Kincir Air

Sumber: (Penulis, 2019)

sementara diperoleh dari pengukuran yang ada pada Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) tersebut.

4.2 Sistem Kerja

Sistem kerja Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) adalah volume air yang mengalir pada satuan waktu tertentu mengalir melewati kincir air. Kincir air berfungsi sebagai pengubah energi mekanik yang diberikan oleh aliran air yang menyebabkan kincir air berputar, energi mekanik pada kincir air dialirkan melalui *pulley* sebagai penghubung ke alternator.

Ketika kincir air berputar maka alternator juga ikut berputar disebabkan kedua benda tersebut saling terhubung, dan terakhir baterai yang memiliki fungsi sebagai sebuah tempat penyimpanan sementara energi listrik yang dihasilkan oleh alternator tersebut akan digunakan untuk mensuplai kebutuhan listrik.

Berikut ini merupakan hasil pengukuran dari rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) berikut.

- a. Lebar sungai = 0,65 meter
- b. Kedalaman aliran sungai = 0.25 meter
- c. Kecepatan aliran sungai = 0.40 m/s

Dari data diatas yang diperoleh langsung dari pengukuran rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH), didesa Padang Cermin dusun

Kresno kecamatan Selesai dapat dicari debit air dengan menggunakan rumus 2.1 sebagai berikut.

$$Q = A.V$$

Debit Air = (Luas Penampang) x Kecepatan Aliran rata- rata

Debit Air = (Kedalaman sungai x Lebar Sungai) x Kecepatan Aliran rata- rata

$$Q = (0,25 \times 0,65) \times 0,40 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,16 \text{ m}^2 \times 0,40 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,064 \text{ m}^3/\text{s}$$

Berdasarkan dari pengukuran debit dengan menggunakan rumus 2.1 dapat kita ketahui secara langsung dayanya. maka dapat dicari atau dihitung daya yang dihasilkan dengan berdasarkan pada rumus 2.2 yaitu sebagai berikut.

$$P = \rho .g . Q$$

$$P = 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m}^2/\text{s} \times 0,064 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P = 156,96 \text{ Watt}$$

Berdasarkan dari hasil diatas dapat diketahui daya yang terbangkitkan pada rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH), didesa Padang Cermin dusun Kresno kecamatan Selesai sebesar 156,96Watt atau dapat digenapkan 157 Watt.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pelaksanaan perancangan alat hingga hasil analisa dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan antara lain :

1. Cara merancang Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) adalah membuat baling- baling kincir air tersebut. Kincir air tersebut secara langsung digunakan untuk dapat memutar *bearing* yang telah terhubung pada alternator, membuat rangka dudukan tempat baling- baling kincir air diletakkan, menyambungkan *bearing* yang telah tersedia pada rangka dudukan tempat baling- baling kincir air diletakkan, memasang dan menyatukan alternator dan baterai, dan memasang rancangan tersebut pada bendungan yang telah disediakan.
2. Sistem kerja Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) adalah volume air yang mengalir pada satuan waktu tertentu mengalir melewati kincir air. Kincir air berfungsi sebagai pengubah energi mekanik yang diberikan oleh aliran air yang menyebabkan kincir air berputar, energi mekanik pada kincir air dialirkan melalui *pulley* sebagai penghubung ke alternator.

Ketika kincir air berputar maka alternator juga ikut berputar disebabkan kedua benda tersebut saling terhubung, dan terakhir baterai yang memiliki

fungsi sebagai sebuah tempat penyimpanan sementara energi listrik yang dihasilkan oleh alternator tersebut akan digunakan untuk mensuplai kebutuhan listrik.

5.2 Saran

Dari hasil pelaksanaan perancangan alat hingga hasil analisa dan pembahasan diperoleh beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut di antaranya.

1. Agar Sistem kerja Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) ini tidak terganggu, sebaiknya dikemas dalam bentuk yang lebih aman dan terlindungi agar dapat berfungsi dan bekerja sesuai dengan yang diharapkan.
2. Rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) dapat terus dikembangkan agar masyarakat dapat menggunakan listrik sesuai dengan yang dibutuhkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, S (2001). *Dasar Pembangkitan dan Pengukuran Teknbik Tegangan Tinggi*. Jakarta: Salemba Teknika
- Athifah, N., Suwandi., & Quarthobi, A. (2017). Perancangan Alat Uji Efisiensi Pembangkit Listrik Turbin Piko Hidro. *e-Proceeding of Engineering : Vol.4, No.3 Desember 2017*. Bandung: Universitas Telkom.
- Bahri, s. (2019). Optimasi cluster k-means dengan modifikasi metode elbow untuk menganalisis disrupsi pendidikan tinggi.
- Diantoro, m., maftuha, d., suprayogi, t., iqbal, m. R., mufti, n., taufiq, a., ... & hidayat, r. (2019). Performance of pterocarpus indicus willd leaf extract as natural dye tio₂-dye/ito dssc. *Materials today: proceedings*, 17, 1268-1276.
- Hamdani, h., tharo, z., & anisah, s. (2019, may). Perbandingan performansi pembangkit listrik tenaga surya antara daerah pegunungan dengan daerah pesisir. In seminar nasional teknik (semnastek) uisu (vol. 2, no. 1, pp. 190-195).
- Hanggara, I., & Irvani, H. (2017). Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Reka Buana Volume 2 No 2, Maret 2017 - Agustus 2017*. Malang:Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang
- Hariyanto, e., iqbal, m., siahaan, a. P. U., saragih, k. S., & batubara, s. (2019, march). Comparative study of tiger identification using template matching approach based on edge patterns. In *journal of physics: conference series* (vol. 1196, no. 1, p. 012025). Iop publishing.
- Hasriani, Said M., & Jafar, A. F. (2017). Penerapan media Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Terhadap Keterampilan Sisiwa. *Jurnal Pendidikan Fisika Vol. 5 No. 2, September 2017*. Makassar: Universitas Alauddin Makassar.
- Irwan, S(2008). *Massa Jenis material*, Jakarta: Universitas Indonesia

- Irawan, H., Syamsuri, & Rahmad, (2018). Analisis Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Jenis Turbin Pelton Dengan Variasi Bukaannya Katup Dan Beban Lampu Menggunakan Inverter. *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya* Januari 2018, Vol. 03, No. 01, hal 27- 31. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Kadir, A (2010). *Pembangkit Tenaga Listrik*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Lubis, a., & batubara, s. (2019, december). Sistem informasi suluk berbasis cloud computing untuk meningkatkan efisiensi kinerja dewan mursyidin tarekat naqsyabandiyah al kholidiyah jalaliyah. In prosiding simantap: seminar nasional matematika dan terapan (vol. 1, pp. 717-723).
- Marsudi, D (2011). *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga
- Nugroho, H. Y. S. H., & Sallata, M. K. (2015). *Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*. Jakarta: CV. Andi Offset
- Putra, randi rian, et al. "decision support system in selecting additional employees using multi-factor evaluation process method." (2019).
- Putra, randi rian. "sistem informasi web pariwisata hutan mangrove di kelurahan belawan sicanang kecamatan medan belawan sebagai media promosi." *jurnal ilmiah core it: community research information technology* 7.2 (2019).
- Rahmaniar, r. (2019). Model flash-nr pada analisis sistem tenaga listrik (doctoral dissertation, universitas negeri padang).
- Sidik, a. P., efendi, s., & suherman, s. (2019, june). Improving one-time pad algorithm on shamir's three-pass protocol scheme by using rsa and elgamal algorithms. In *journal of physics: conference series* (vol. 1235, no. 1, p. 012007). Iop publishing.
- Sukamta, S., & Kusmantoro, A. (2017). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Elektro Vol. 5 No. 2 Juli - Desember 2017*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Sulistianingsih, i., suherman, s., & pane, e. (2019). Aplikasi peringatan dini cuaca menggunakan running text berbasis android. *It journal research and development*, 3(2), 76-83.

Syahputra, T. M., Syukri, M., & Sara, I. D. (2017). Rancang Bangun Prorotipe Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hydro dengan Menggunakan Turbin Ulir. *Jurnal Online Teknik Elektro* (Hal. 4607-4612). Aceh: Universitas Syiah Kuala.

Tasril, v., wijaya, r. F., & widya, r. (2019). Aplikasi pintar belajar bimbingan dan konseling untuk siswa sma berbasis macromedia flash. *Jurnal informasi komputer logika*, 1(3).

Wijaya, rian farta, et al. "aplikasi petani pintar dalam monitoring dan pembelajaran budidaya padi berbasis android." *rang teknik journal* 2.1 (2019).