

**ANALISA POTENSI PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA AIR SUNGAI (PLTAS) BERDASARKAN DEBIT AIR
DI DESA LOMBONGO DAN DESA PADENGO**

OLEH
SALEH TUMENGGUNG
T21 16 009

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA POTENSI PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA AIR SUNGAI (PLTAS) BERDASARKAN DEBIT AIR
DI DESA LOMBONGO DAN DESA PADENGO**

OLEH
SALEH TUMENGGUNG
T21 16 009

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat ujian guna memperoleh gelar sarjana dan telah
disetujui oleh tim pembimbing pada tanggal 15 April 2020

Gorontalo, 15 April 2020

Pembimbing I



Amelya Indah Pratiwi, ST.MT
NIDN. 0907028701

Pembimbing II



Frengki Eka Putra Surusa, ST.MT
NIDN. 0906018504

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISA POTENSI PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SUNGAI (PLTAS) BERDASARKAN DEBIT AIR DI DESA LOMBONGO DAN DESA PADENGO

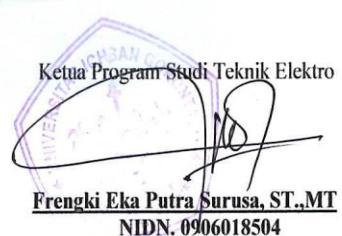
OLEH
SALEH TUMENGGUNG
T21 16 009

Di periksa Oleh Panitia Ujian Strata Satu (S1)
Universitas Ichsan Gorontalo

1. Amelya Indah Pratiwi, ST., MT (Pembimbing 1)
2. Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT (Pembimbing 2)
3. Muammar Zainuddin, ST., MT (Pengaji I)
4. Steven Humena, ST., MT (Pengaji II)
5. Muhammad Asri, ST., MT (Pengaji III)



Mengetahui :



LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Salch Tumenggung

NIM : T21 16 009

Kelas : Reguler

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya (skripsi) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) baik di Universitas Ichsan Gorontalo maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh karena karya tulis ini, serta sangsi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Ichsan Gorontalo.

Gorontalo, April 2020



Salch Tumenggung

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur dipanjangkan kehadirat Allah SWT, atas berkat limpahan Rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar dan tepat waktu.

Adapun penyusunan skripsi ini merupakan syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo. Penulis menyadari begitu banyak hambatan dan tantangan yang ditemui namun melalui bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak maka penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagaimana yang diharapkan. Untuk itu perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Muhammad Ichsan Gaffar, SE., M.Ak, selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo.
2. Bapak DR. Abdul Gaffar Latjokke, M.Si, selaku Rektor Universitas Ichsan Gorontalo.
3. Kedua Orang Tua yang senantiasa memberikan doa dan dorongan, motivasi dan bantuan materil selama proses perkuliahan sampai saat sekarang
4. Bapak Amru Siola, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Unisan Gorontalo
5. Bapak Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Unisan Gorontalo.
6. Ibu Amelya Indah Pratiwi, ST., MT selaku Pembimbing I
7. Bapak Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT selaku Pembimbing II
8. Bapak dan ibu dosen Universitas Ichsan Gorontalo, pegawai staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo Khususnya Jurusan Teknik Elektro.
9. Semua rekan-rekan mahasiswa Strata (S1) Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Sistem Tenaga Listrik Universitas Ichsan Gorontalo, yang telah memberikan semangat motivasi kepada penulis.

10. Semua rekan-rekan mahasiswa angkatan 2016 Strata (S1) Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo, yang telah banyak membantu dan memberikan motivasi kepada penulis.

Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang turut memberikan bantuan dalam menyelesaikan Skripsi ini. Akhirnya diiringi dengan Do'a semoga Allah SWT, senantiasa memberikan anugrah dan berkah-Nya atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

Akan menjadi sesuatu yang sangat berarti guna menyempurnakan Skripsi ini bila kritikan dan saran disampaikan pada penulis. Semoga Allah SWT yang membalas budi baik dan kerelaan saudara.

Gorontalo, April 2020

Saleh Tumenggung

ABSTRAK

Listrik mempunyai fungsi penting bagi kehidupan manusia saat ini. Seiring dengan berjalanya waktu, tenaga listrik akan lebih banyak dibutuhkan dalam jumlah besar. Sehingga diperlukan sebuah inovasi sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) dengan memanfaatkan potensi air untuk membangkitkan daya listrik penerangan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui prototipe pembangkit listrik tenaga air sungai bekerja selama proses charger accu dengan beban lampu penerangan AC dan DC pada debit air sungai yang mengalir. Metode penelitian yang digunakan yaitu pengambilan data primer pada debit air di Desa Lombongo dan Desa Padengo dengan metode apung dan menggunakan stopwatch, kemudian dilakukan pengujian Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai. Berdasarkan pengukuran hasil debit air di lokasi Desa Lombongo menghasilkan debit air sebesar $3.655 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan di Desa Padengo menghasilkan debit air $0.414 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan analisa potensi daya yang dihasilkan adalah 20.08 kW di Desa Lombongo dan 2.27 kW di Desa Padengo. Serta hasil pengujian prototipe pembangkit listrik tenaga air sungai selama 12 jam dengan variasi beban lampu penerangan DC dan AC total 60W .

Kata Kunci : Energi Baru Terbarukan, Prototipe Pembangkit Listrik, Mikrohidro

ABSTRACT

Electricity has an important function for human life today. As time goes by, more electric power will be needed in large quantities. So that we need an innovation source of New and Renewable Energy (EBT) by utilizing the potential of water to generate electric lighting. The purpose of this study is to determine the prototype of a river hydropower plant working during the battery charger process with AC and DC lighting loads on the flow of flowing river water. The research method used is primary data collection on water discharge in Lombongo Village and Padengo Village by using a floating method and using a stopwatch, then testing the Prototype of River Hydropower Power Plant. Based on the measurement results of water discharge at the site of the village of Lombongo produce intake capacity of $3,655 \text{ m}^3/\text{sec}$, and in the village of Padengo produce water flow $0414 \text{ m}^3/\text{sec}$ to analyze the potential of the power produced is $20:08 \text{ kW}$ in the village Lombongo and $2:27 \text{ kW}$ in the village Padengo. As well as the test results of the river hydroelectric power plant prototype for 12 hours with a total load variation of DC and AC lighting 60W .

Keywords : Renewable Energy, Power Plant Prototype, Microhydro

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Potensi Energi Air	7
2.2.2 Sungai.....	8
2.2.3 Energi	9
2.2.4 Siklus Hidrologi	10
2.2.5 Pembangkit.....	12
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).....	12
2.3.1 Prinsip Kerja PLTMH	13

2.3.2 Keunggulan PLTMH.....	14
2.3.3 Komponen PLTMH	15
2.3.4 Pengukuran.....	18
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Kerangka Konsep Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan.....	25
3.3 Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	27
3.4 Tahapan Alur Penelitian.....	27
3.5 Pelaksanaan Penelitian dan langkah Percobaan	28
3.6 Flow Chart.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengambilan dan Pengumpulan Data	33
4.2 Hasil Pengukuran	33
4.2.1 Kecepatan Aliran Sungai.....	33
4.2.2 Luas Penampang Sungai	36
4.2.3 Debit Air	37
4.3 Analisa Potensi Daya Terbangkitkan	40
4.4 Pengujian Prototipe (PLTAS)	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Potensi Energi Baru Terbarukan di Indonesia
- Tabel 2.2 Klasifikasi Pembangkit Tenaga Air
- Tabel 2.3 Faktor Koreksi Untuk Tiap Jenis Saluran
- Tabel 3.1 Waktu dan Jadwal Pelaksanaan
- Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai Di Desa Lombongo
- Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai Di Desa Lombongo
- Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai Di Desa Padengo
- Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai Di Desa Lombongo
- Tabel 4.5 Hasil Debit Air Di Desa Lombongo
- Tabel 4.6 Hasil Debit Air Di Desa Lombongo
- Tabel 4.7 Hasil Debit Air Di Desa Padengo
- Tabel 4.8 Hasil Debit Air Di Desa Lombongo
- Tabel 4.9 Hasil Pengujian PLTAS Pada Saat Pengecasan Accu Di Desa Lombongo
- Tabel 4.10 Hasil Pengujian PLTAS Pada Saat Berbeban Di Desa Lombongo
- Tabel 4.11 Hasil Pengujian PLTAS Dengan Beban Lampu DC Tanpa Accu Di Desa Lombongo
- Tabel 4.12 Hasil Pengujian PLTAS Pada Saat Pengecasan Accu Di Desa Lombongo
- Tabel 4.13 Hasil Pengujian PLTAS Pada Saat Berbeban Di Desa Lombongo
- Tabel 4.14 Hasil Pengujian PLTAS Tanpa Accu Di Desa Padengo
- Tabel 4.15 Hasil Pengujian PLTAS Pada Saat Pengecasan Accu Di Desa Padengo
- Tabel 4.16 Hasil Pengujian PLTAS Pada Saat Berbeban Di Desa Padengo
- Tabel 4.17 Hasil Pengujian Dengan Variasi Beban Di Desa Lombongo

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Prinsip kerja PLTMH
- Gambar 2.2 Komponen PLTMH
- Gambar 2.3 Turbin Impuls Dan Turbin Reaksi
- Gambar 2.4 Pengukuran Debit Air Menggunakan Metode Apung
- Gambar 3.1 Desain Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai
- Gambar 3.2 Skema Rangkaian Pada Saat Pengujian
- Gambar 3.3 Clampmeter
- Gambar 3.4 Tachometer
- Gambar 3.5 Currentmeter
- Gambar 3.6 Inverter
- Gambar 3.7 Solar Charge Controller
- Gambar 3.8 Generator Magnet Permanen
- Gambar 3.9 Rectifier
- Gambar 3.10 Accu
- Gambar 3.11 Flowchart Penelitian

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian

Lampiran 2 Surat Ijin Penelitian

Lampiran 3 Hasil Turnitin

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik mempunyai fungsi penting bagi kehidupan manusia saat ini. Seiring dengan berjalanya waktu, tenaga listrik akan lebih banyak dibutuhkan dalam jumlah besar. Indonesia saat ini masih mengandalkan pembangkit berbahan bakar fosil yakni minyak bumi, gas alam dan batu bara yang semakin menipis dan tidak dapat di perbaharui, sementara permintaan akan energi listrik terus bertambah. Untuk mengatasi pasokan listrik agar tetap stabil, di perlukan pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk menghasilkan listrik.

Pengembangan sumber energi terbarukan perlu karena tidak berpolusi dan ramah lingkungan. Sumber energi terbarukan ini apabila dikelola dengan baik tidak akan habis, karena berasal dari proses alam yang berkelanjutan. Potensi di Indonesia cukup besar dengan perbedaan jenis energi yang beragam, Tenaga Air sekitar 75,091 MW dan baru dimanfaatkan sekitar 8,671 MW, Panas Bumi 29,544 MW pemanfaatnya sekitar 1,438.5 MW, Mini/Mikro hidro sekitar 19.385 MW dan baru dimanfaatkan sekitar 2,600.76 KW, Biomasa 32,654 Mwe pemanfaatanya 1,626 MW (Off Grid), 91.1 MW (On Grid), Tenaga Surya 4.80 kWh/m²/hari pemanfaatanya baru sekitar 14,006.5 KW, tenaga angin sebesar 970 MW dan pemanfaatanya sekitar 1.96 MW (BBPT: Indonesia Energy Outlook, 2018).

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber listrik untuk daerah pedesaan yang saat ini belum terjangkau oleh jaringan

listrik, yaitu dengan pembangkit listrik skala kecil, Mikrohidro. Dengan memanfaatkan aliran sungai atau jatuhnya air (head) sebagai penggerak turbin. Penghasil Listrik Tenaga Hidro pertama kali dipakai di Indonesia sejak tahun 1882 untuk menggerakkan industri teh (Sentanu, 2013).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan salah satu alternatif sumber energi listrik bagi masyarakat pedesaan. PLTMH memiliki banyak keuntungan terutama bagi masyarakat yang tinggal di daerah pedalaman Indonesia. Saat ini sumber energi lain mulai habis dan memberikan efek negatif, maka air menjadi sumber energi yang dapat dikelola untuk dijadikan sumber energi listrik yang murah dan tidak menimbulkan polusi.

Menurut data Balai Wilayah Sungai Sulawesi II Gorontalo termasuk wilayah dengan sumber daya air yang melimpah (II, 2015). Sangat mumpuni untuk merancang pembangkit listrik skala kecil, karena mayoritas masyarakat masih ada yang tinggal di pelosok desa dan sangat dekat dengan aliran sungai. Dengan adanya potensi yang berada di daerah pedesaan ini diharapkan dapat menanggulangi naiknya biaya energi atau krisis jaringan listrik nasional, untuk itu diperlukan inovasi pembangkit listrik agar dapat menyediakan energi listrik untuk pemakaian sendiri. (Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, 2018).

Pembangkit listrik skala kecil atau yang biasa disebut *mikrohidropower* (MHP) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan kekuatan air sebagai kekuatan utama penggerak yaitu pada tinggi terjun (head), saluran irigasi, dan debit air. Sehingga dari latar belakang diatas penulis tertarik membuat inovasi sumber Energi Baru

Terbarukan (EBT) dengan memanfaatkan potensi air untuk membangkitkan daya listrik penerangan, saat ini telah direncanakan prototipe pembangkit listrik tenaga air sungai. Untuk itu dibutuhkan **“analisa tentang daya yang dihasilkan oleh Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) tersebut berdasarkan debit air di Desa Lombongo dan Desa Padengo”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang disampaikan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana menganalisa daya yang dihasilkan oleh prototipe pembangkit listrik tenaga air sungai (PLTAS), berdasarkan debit air sungai yang mengalir.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian tentang Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTAS) adalah:

1. Melakukan uji Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS).
2. Menganalisa daya yang dihasilkan oleh Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) pada debit air sungai yang mengalir.
3. Mengidentifikasi parameter-parameter yang mempengaruhi output daya dari Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS).

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan bisa sesuai dengan tujuan dan menghindari pembahasan terlalu melebar, maka diadakan batasan masalah, adapun batasan masalah tersebut sebagai berikut :

1. Penelitian ini untuk mengetahui potensi prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS)
2. Penelitian hanya meliputi pengukuran tegangan, arus, debit air, rpm turbin, dan rpm generator yang dihasilkan oleh Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS).

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat yang dapat di peroleh dalam penulisan ini di antaranya :

1. Bagi Penyusun, menambah pengetahuan, pemahaman dan keterampilan dalam mempelajari potensi energi listrik pada pembangkit listrik tenaga air sungai (PLTAS).
2. Masyarakat Umum, diharapkan dengan adanya penelitian ini membantu dalam penambahan daya listrik di daerah-daerah terpencil khususnya daerah yang sulit di jangkau listrik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Sebagai pedoman untuk penelitian, dibutuhkan lebih dari satu referensi agar hasil pembuatan yang sesuai dapat di selesaikan dengan tepat. Dibawah ini beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini :

Desain Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Terapung (PLTPHT) (Suparman, Hadi Suyono, 2017). Hasil dari penelitian ini adalah membuat inovasi dengan mendesain Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro Terapung (PLTPHT). Dengan memanfaatkan sumber aliran air irigasi untuk memenuhi konsumsi daya listrik skala kecil, terutama pada konsumen rumah tangga dengan daya sekitar 500 watt. Pada penelitian ini maksimum daya yang di hasilkan adalah sekitar 518W, yang dicapai pada saat aliran air 3.0m/s, putaran kincir 44.09 rpm, dan torsi kincir 112.22Nm.

Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai) (Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, 2018). Dari hasil analisis, didapat nilai debit rencana PLTMH Air Anak adalah sebesar $0,2565 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan daya terbangkit sebesar 2,3742 kW. Penurunan daya dihitung berdasarkan pengukuran yang dilakukan sebanyak 2 kali. Pada debit terukur sungai sebesar $1,1923 \text{ m}^3/\text{s}$, air yang dapat dialirkan ke pipa setinggi 7 cm menghasilkan debit sebesar $0,0592 \text{ m}^3/\text{s}$. Daya yang dapat dihasilkan sebesar 1,2326 kW atau sebesar 56,12% dari daya terbangkit rencana. Pada debit terukur

sungai sebesar $0,5788 \text{ m}^3/\text{s}$, air yang dapat dialirkan ke pipa setinggi 4 cm menghasilkan debit sebesar $0,0189 \text{ m}^3/\text{s}$.

Analisis Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Kabupaten Bone Bolango (Nurhayati Doda, 2018). hasil dari penelitian ini adalah tentang Energi merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan manusia, tetapi seiring dengan pertumbuhan penduduk akan ketersediaan energi listrik terutama yang berasal dari bahan bakar fosil sedang berkurang dan tidak mencukupi untuk kebutuhan listrik skala kecil listrik. Pembangkit listrik potensial sebagai alternatif pengganti fosil sumberenergi yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) terbarukan ketersediaan listrik di Desa-desa terpencil di Kabupaten Bone Bolango yang memprihatinkan, sehingga dilakukan penelitian tentang analisis Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) di Kabupaten Bone Bolango, Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum dan informasi awal tentang potensi tenaga air sebagai dasar untuk perencanaan pembangkit listrik tenaga mikro hidro. Dalam penelitian ini diuraikan situs-situs potensial untuk pengembangan PLTMH dengan potensi daya, spesifikasi bangunan sipil dan turbin. Pengukuran daya terbangun oleh jumlah aliran di Kecamatan Mongiilo Desa Bolango Ulu Kabupaten Bone Bolango. Debit dianalisis berdasarkan pengamatan laju aliran dengan menggunakan pengukur arus. Dari analisis jumlah potensi daya yang didapatkan di daerah penelitian $289,935\text{kW}$ dengan debit ideal $12,14 \text{ m}^3/\text{detik}$, efisiensi rata-rata 65% dengan rencana turun 3,75m tinggi. Kekuatan ini cukup mengunik kebutuhan elektrifitas penghuni di wilayah studi yang setara dengan 65kW .

Studi Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dompyong 50kW Di Desa Dompyong, Bendungan, Trenggalek Untuk Mewujudkan Desa Mandiri Energi (DME) (Ifhan Firmansyah, Ir. Syariffuddin Mahmudsyah, M.Eng., 2008). Inti dari penelitian tersebut adalah tingginya laju permintaan terhadap daya listrik tidak diimbangi dengan peningkatan penyediaan penyediaan daya listrik yang murah, memadai, dan ramah lingkungan. Semakin menipisnya sumber daya posil memicu kenaikan harga energi listrik dan krisis energi listrik di Indonesia. Sehingga diperlukan studi komprehensif mengenai pemanfaatan potensi terbarukan sebagai sumber energi alternatif. Salah satunya adalah bpotensi energi air. Salah satu lokasi yang dapat dikembangkan adalah aliran sungai Dumpoyong, Kecamatan Bendungan, Kabupaten Trenggalek.

PLTMH Dumpoyong memanfaatkan aliran sungai Dumpoyon dengan debit aliran $0,41\text{m}^3/\text{s}$ dan tinggi jatuh air 20m menghasilkan daya terbangkit sebesar 50.76kW. Dari hasil studi kelayakan secara finansial diperoleh PLTMH Dumpoyong cukup layak dengan NPV bernilai positif pada tahun ke-12 dengan suku bunga pinjaman 6% dan pada tahun ke-16 dengan suku bunga pinjaman 9%, dan ROR sebesar 12.23%. Pembangunan PLTMH Dumpoyong dimanfaatkan untuk keperluan listrik tempat penampungan dan pengolahan susu sapi (*Milk Collecting Center/MCC*) sehingga dapat memacu pertumbuhan perekonomian daerah setempat. Serta membantu pemerintah guna mewujudkan Desa Mandiri Energi (DME).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Potensi Energi Air

Air merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan karena banyak tersedia di alam dan tidak menghasilkan polusi yang berbahaya bagi lingkungan dan sangat mudah didapat disekitar kita, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air (Hydropower) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air bisa wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air kebanyakan berada di daerah aliran air terjun atau aliran sungai dengan menggunakan kincir air atau turbin air. Besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber air bergantung pada kecepatan aliran air dan debit air. Kecepatan aliran air akan menghasilkan putaran pada turbin yang akan menghasilkan energi listrik (Sihombing, 2009).

2.2.2 Sungai

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu (sumber) menuju hilir (muara). Kemanfaatan terbesar sebuah sungai adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan potensial untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air (Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, 2018).

Jenis-jenis sungai menurut jumlah airnya :

- a) Sungai permanen-yaitu sungai yang debit airnya sepanjang tahun relatif tetap.
- b) Sungai periodik-yaitu sungai yang pada waktu musim hujan airnya

banyak, sedangkan pada musim kemarau airnya sedikit.

- c) Sungai intermittent atau sungai episodik-yaitu sungai yang mengalirkan airnya pada musim penghujan, sedangkan pada musim kemarau airnya kering.
- d) Sungai ephemeral-yaitu sungai yang ada airnya hanya pada saat musim hujan. Pada hakekatnya, sungai jenis ini hampir sama dengan jenis episodik, hanya saja pada musim hujan sungai jenis ini airnya belum tentu banyak.

2.2.3 Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja (energy is the capacity for doing work). Menurut hukum termodinamika pertama, energi bersifat kekal. Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi dapat dikonversi dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain. Energi Listrik adalah energi yang berkaitan dengan akumulasi arus elektron, dinyatakan dalam Watt-jam atau kilo Watt-jam (Ir. Astu Pudjanarsa, MT, Prof. Ir. Djati Nursuhud, 2006). Menurut dari sumber didapatnya, energi terbagi menjadi 2 antara lain :

1. Energi Konvensional (Tak Terbarukan)

Energi Konvensional adalah energi yang diambil dari sumber yang hanya tersedia dalam jumlah terbatas di bumi dan tidak dapat diregenerasi. Dikatakan tak terbarukan karena apabila sejumlah sumbernya dieksplorasi, maka untuk mengganti sumbernya dalam jumlah yang sama akan memerlukan waktu hingga jutaan tahun. Jika

sumber energi ini dieksplorasi secara terus-menerus pasti persediaannya akan menipis dan mungkin akan habis. Biasanya sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui berasal dari barang tambang (minyak bumi dan batu bara) dan bahan galian (emas, perak, timah, besi, nikel dan lain-lain).

2. Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber daya alam yang dihasilkannya tak terhabiskan dan dapat diperbaharui dengan proses yang berkelanjutan. Sumber energi terbarukan ini dianggap sebagai sumber energi ramah lingkungan yang tidak mencemari lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global. Sumber energi ini belumlah banyak dimanfaatkan oleh banyak orang dan masih perlu terus dikembangkan. Sumber energi ini dapat berasal dari alam sekitar yaitu angin, air, biogas, biomass dan energi matahari (Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, 2018).

Salah satu Energi Terbarukan yang dapat dikembangkan adalah pembangkit listrik tenaga MikroHidro, di Indonesia dapat di implementasikan karena banyak sungai dan daerah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik.

2.2.4 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi,

evaporasi dan transpirasi. Siklus hidrologi terus bergerak secara berkelanjutan dalam 3 cara yang berbeda, yaitu :

Evaporasi atau transpirasi, adalah suatu keadaan dimana terjadi penguapan oleh air yang terdapat di laut, sungai, danau, tanamanan, dan di darat menuju ke atmosfer bumi. Partikel-partikel uap air hasil dari penguapan tadi akan membentuk awan. Pada keadaan tertentu, dimana terjadi peningkatan massa jenis pada kumpulan partikel uap air tersebut, maka uap air akan turun ke bumi (precipitation) dalam bentuk hujan, salju, mapun es.

Infiltrasi atau Perkolasi, adalah suatu keadaan dimana terjadi pergerakan air didalam tanah lewat saluran-saluran yang ada pada celah dan pori-pori tanah serta batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal di bawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.

Air Permukaan, yaitu suatu keadaan dimana air bergerak di atas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau. Pergerakan air ini dipengaruhi oleh landai atau tidaknya bentuk permukaan tanah dan saluran celah dan pori-pori pada tanah. Semakin landai bentuk tanah dan semakin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan di sekitar daerah aliran sungai menuju laut.

Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem Daerah Aliran Sungai (DAS). Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud dan tempatnya. Tempat terbesar terjadi di laut (Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, 2018).

2.2.5 Pembangkit

Khusus di Indonesia pemanfaatan potensi energi terbarukan seperti air, angin, biomassa, dan lainnya sampai saat ini belum optimal. Misalnya untuk kasus energi air hanya mencapai 4.200 MW dari 75,67 GW potensi yang ada atau hanya 5,55% (Nurhayati Doda, 2018).

Tabel 2. 1 Potensi Energi Terbarukan Di Indonesia

Sumber Energi	Potensi (MW)	Kapasitas Terpasang (W)	Pemanfaatan (%)
Air	75.67	4.2	5.550
Biomassa	49.81	302.4	0.607
Panas Bumi		800	2.900
Mini/Mikro Hidro	458.75	84	18.30
Energi Cahaya	156.487	8	0.005
Energi Angin	9.28	0.50	0.005
Total	318.711.75	5.391.9	27.427

Sumber: Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2005-2025

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 100 kW), yang memanfaatkan tenaga (aliran) air sebagai sumber penghasil energi. PLTMH termasuk sumber energi terbarukan dan layak

disebut clean energy karena ramah lingkungan. Tenaga air berasal dari aliran sungai kecil atau danau yang dibendung dan kemudian dari ketinggian tertentu dan memiliki debit yang sesuai akan menggerakkan turbin yang dihubungkan dengan generator listrik. Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Pembangkit tenaga air merupakan suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator (Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, 2018). Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air :

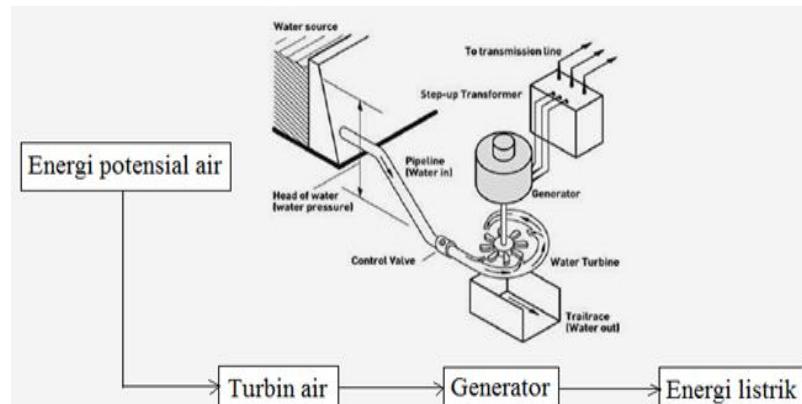
Tabel 2. 2 Klasifikasi Pembangkit Tenaga Air

Tipe	Kapasitas (kW)
Tiny Hidro	<1
Pico Hidro	<5
Mikro Hidro	<100
Mini Hidro	101-2.000
Small Hidro	2.001-25.000
Large Hidro	>25.000

(Singh, 2009)

2.3.1 Prinsip Kerja PLTMH

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air perdetik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan menghasilkan listrik (Ifhan Firmansyah, Ir. Syariffuddin Mahmudsyah, M.Eng., 2008). Skema prinsip kerja PLTMH terlihat pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Prinsip Kerja PLTMH

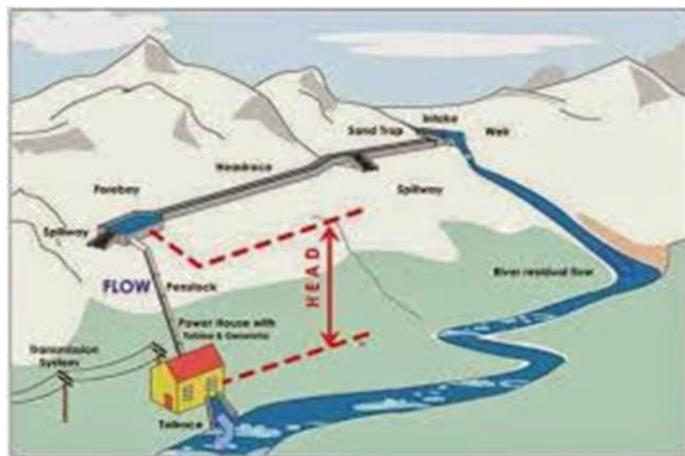
2.3.2 Keunggulan PLTMH

Sifat dari energi PLTMH ini adalah tak terhabiskan atau terbarukan dengan keunggulan antara lain PLTMH biasa beroperasi sehari penuh kerena air tidak tergantung siang dan malam, Pengoperasian PLTMH tidak memerlukan biaya yang mahal, serta keunggulan lainnya (Nurhayati Doda, 2018).

Ada beberapa alasan mengapa PLTMH merupakan pilihan yang tepat :

1. Indonesia kaya akan hutan sehingga kaya akan air
2. Membangun PLTMH berarti melestarikan sumber daya air
3. PLTMH bisa beroperasi sehari penuh karena air tidak tergantung siang dan malam hari.
4. Alat-alat PLTMH sudah bisa diproduksi di dalam Negri dan peralatan pengganti bisa didapat di Kota-kota besar di Indonesia.
5. PLTMH lebih awet jika dipelihara dengan baik, disbanding pembangkit listrik yang lainnya seperti PLTS, PLTU dan lain-lain.
6. Pengoperasian PLTMH tidak memerlukan biaya yang mahal (dibandingkan dengan pengoperasian generator diesel).

2.3.3 Komponen PLTMH



Gambar 2. 2 Komponen PLTMH Sumber : Prayogo (2003)

Komponen PLTMH secara umum terdiri dari (Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, 2018). :

- Bendung

Bendung adalah pembatas yang dibangun melintas sungai yang dibangun untuk mengubah karakteristik aliran sungai. Bendung merupakan sebuah kontruksi yang lebih kecil dari bendungan yang menyebabkan air menggenang membentuk kolam tetapi mampu melewati bagian atas bendung. Bendung mengizinkan air meluap melewati bagian atasnya sehingga aliran air tetap ada dan dalam debit yang sama bahkan sebelum sungai dibendung.

- Saringan (Sand trap)

Saringan ini dipasang didepan pintu pengambilan air, berguna untuk menyaring kotoran–kotoran atau sampah yang terbawa sehingga air menjadi bersih dan tidak mengganggu operasi mesin PLTMH.

- Pintu pengambilan air (Intake)

Pintu Pengambilan Air adalah pintu yang dipasang diujung pipa dan hanya digunakan saat pipa pesat dikosongkan untuk melaksanakan pembersihan pipa atau perbaikan.

- Pipa pesat (Penstok)

Fungsinya untuk mengalirkan air dari saluran penghantar atau kolam tando menuju turbin. Pipa pesat mempunyai posisi kemiringan yang tajam dengan maksud agar diperoleh kecepatan dan tekanan air yang tinggi untuk memutar turbin. Konstruksinya harus diperhitungkan agar dapat menerima tekanan besar yang timbul termasuk tekanan dari pukulan air. Pipa pesat merupakan bagian yang cukup mahal, untuk itu pemilihan pipa yang tepat sangat penting.

- Katub utama (main value atau inlet value)

Katub utama dipasang didepan turbin berfungsi untuk membuka aliran air, menstart turbin atau menutup aliran (menghentikan turbin). Katup utama ditutup saat perbaikan turbin atau perbaikan mesin dalam rumah pembangkit. Pengaturan tekanan air pada katup utama digunakan pompa hidrolik.

- Power House

Gedung Sentral merupakan tempat instalasi turbin air, generator, peralatan bantu, ruang pemasangan, ruang pemeliharaan dan ruang kontrol.

Beberapa instalasi PLTMH dalam rumah pembangkit adalah :

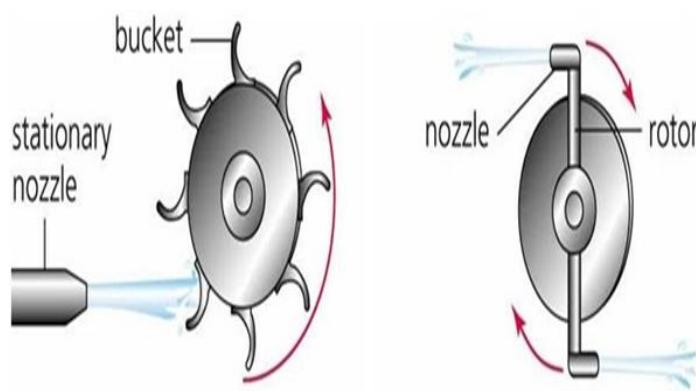
- Turbin, merupakan salah satu bagian penting dalam PLTMH yang menerima energi potensial air dan mengubahnya menjadi putaran (energi mekanis). Putaran turbin dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik. Turbin air di bagi menjadi dua kelompok yaitu turbin impuls dan turbin reaksi :

- Turbin Impuls

Turbin impuls merubah arah dari fluida berkecepatan tinggi menghasilkan putaran impuls dari turbin dengan penurunan energi kinetik dari aliran fluida. Tidak ada perubahan tekanan yang terjadi pada fluida, penurunan tekanan terjadi di nozzle.

- Turbin Reaksi

Turbin reaksi menghasilkan torsi dengan menggunakan tekanan atau masa gas atau fluida. Tekanan dari fluida berubah pada saat melewati sudu rotor. Pada turbin jenis ini diperlukan semacam sudu pada *casing* untuk mengontrol fluida kerja seperti yang bekerja pada turbin tipe *multistage* atau turbin ini harus terendam penuh pada fluida kerja (seperti pada kincir angin).



Gambar 2. 3 Turbin Impuls Dan Turbin Reaksi

- Generator yang digunakan adalah generator pembangkit listrik AC.

Untuk memilih kemampuan generator dalam menghasilkan energi listrik disesuaikan dengan perhitungan daya dari data hasil survei. Kemampuan generator dalam menghasilkan listrik biasanya dinyatakan dalam Volt Ampere (VA) atau dalam kilo Volt Ampere (kVA).

- Penghubung turbin dengan generator, penghubung turbin dengan generator atau sistem transmisi energi mekanik ini dapat digunakan sabuk atau puli, roda gerigi atau dihubungkan langsung pada porosnya.
- Kabel Listrik

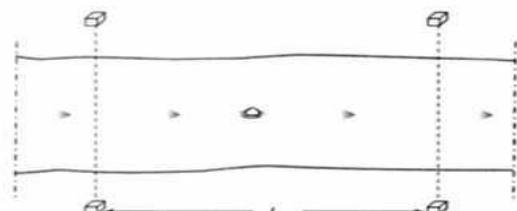
Berfungsi menyalurkan listrik dari rumah pembangkit ke beban yang dipakai atau konsumen.

2.3.4 Pengukuran

➤ Pengukuran Debit Air

Pengukuran Debit Air merupakan jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai per unit waktu. Metode yang umum diterapkan untuk menetapkan debit sungai adalah metode profil sungai (cross section).

Pada metode ini debit merupakan hasil perkalian antara luas penampang vertikal sungai (profil sungai) dengan kecepatan aliran air (Ifhan Firmansyah, Ir. Syariffuddin Mahmudsyah, M.Eng., 2008).



Gambar 2. 4 Pengukuran Debit Air Menggunakan Metode Apung

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

Dimana :

Q = Debit aliran (m^3/s)

A = Luas penampang vertikal (m^2)

V = Kecepatan aliran sungai (m/s)

➤ Luas Penampang

Luas penampang diukur dengan menggunakan meteran dan tongkat bambu atau kayu. Dan kecepatan aliran diukur dengan menggunakan “current meter” atau juga dengan metode apung. Pengukuran kecepatan aliran dengan metode apung dilakukan dengan jalan mengapungkan suatu benda misalnya bola tenis atau botol bekas. Kecepatan aliran merupakan hasil bagi antara jarak lintasan dengan waktu tempuh atau dapat dituliskan dengan persamaan (2.2).

$$V = \frac{L}{t} \times C \quad (2.2)$$

Dimana : V = kecepatan (m/s)

L = panjang lintasan (m)

t = waktu tempuh (s)

c = Faktor Koreksi (0.85)

Kecepatan yang diperoleh dari metode ini merupakan kecepatan maksimal sehingga perlu dikalikan dengan faktor koreksi kecepatan.

Faktor koreksi tergantung dari jenis saluran seperti pada tabel 2.3 (Ifhan Firmansyah, Ir. Syariffuddin Mahmudsyah, M.Eng., 2008).

Tabel 2. 3 Faktor Koreksi Untuk Tiap Jenis Saluran

Jenis Saluran	Faktor Koreksi (c)
Saluran beton, persegi panjang, mulus	0.85
Sungai luas, tenang, aliran bebas ($A > 10\text{m}^2$)	0.75
Sungai dangkal , aliran bebas ($A < 10\text{ m}^2$)	0.65
Dangkal ($< 0.5\text{m}$), aliran turbulen	0.45
Sangat dangkal ($< 0.2\text{m}$), aliran turbulen	0.25

Dengan memperhatikan faktor koreksi tersebut maka debit air dari suatu saluran dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q = c(A_1 V_1 + \dots + A_n V_n) \quad (2.3)$$

Dimana :

$$Q = \text{Debit aliran } (\text{m}^3/\text{s})$$

$$c = \text{Faktor koreksi}$$

$$A = \text{Luas penampang vertikal } (\text{m}^2)$$

Untuk menghitung luas penampang dapat dihitung dengan persamaan (2.4) :

$$A = L \times H \quad (2.4)$$

Dimana :

$$A = \text{Luas penampang basah } (\text{m}^2)$$

$$L = \text{Lebar Saluran } (\text{m})$$

$$H = \text{Ketinggian saluran } (\text{m})$$

➤ Efisiensi Turbin dan Generator

Turbin air merupakan suatu penggerak mula pada suatu pembangkit listrik tenaga air yang mengkonversikan energi potensial air menjadi energi mekanik. Pemilihan turbin air pada suatu pembangkit ditentukan berdasarkan beberapa paramater yakni faktor tinggi jatuh air efektif (Head efektif), debit aliran air, kecepatan putaran turbin yang akan ditransmisikan ke generator.

Turbin air akan berputar setelah mendapat tekanan air (P) dan perputaran turbin Dimanfaatkan untuk memutar generator. Setelah mendapat putaran yang konstan maka generator akan menghasilkan tegangan listrik yang akan dikirim kekonsumen melalui saluran kabel distribusi (JTM atau JTR) (Sri Sukamta, 2013).

Untuk menentukan efisiensi turbin dan generator menggunakan rumus (2.5) sebagai berikut :

$$P = 9,81 \times Q \times H_{eff} \quad (2.5)$$

Dimana:

n_t = efisiensi turbin

n_g = efisiensi generator

Q = debit pembangkit (m^3/det)

H_{eff} = tinggi efektif (m)

➤ Potensi Daya Terbangkitkan

Kapasitas debit air mempengaruhi terhadap kapasitas daya listrik yang mampu dihasilkan oleh PLTMH, potensi daya Mikro Hidro dapat dihitung dengan persamaan 2.8 (Dimyati, 2003).

$$P = Q \times H \times 9,81 \quad (2.6)$$

Dimana:

$$P = \text{Daya (W)}$$

$$Q = \text{Debit aliran (m}^3/\text{s)}$$

$$H = \text{Head (m)}$$

$$9,81 = \text{Konstanta gravitasi}$$

Sedangkan mencari potensi daya terbangkitkan dengan menggunakan batas efisiensi terendah adalah seperti pada persamaan (2.7).

$$P = 9,81 \times Q \times H \times n_p \times n_t \times n_g \quad (2.7)$$

Dimana :

$$P = \text{Daya (W)}$$

$$9,81 = \text{Konstanta gravitasi}$$

$$Q = \text{Debit aliran (m}^3/\text{s)}$$

$$H = \text{Head (m)}$$

$$n_p = \text{Efisiensi pipa 90\%}$$

$$n_t = \text{Efisiensi turbin 70\%}$$

$$n_g = \text{Efisiensi Generator 80\%}$$

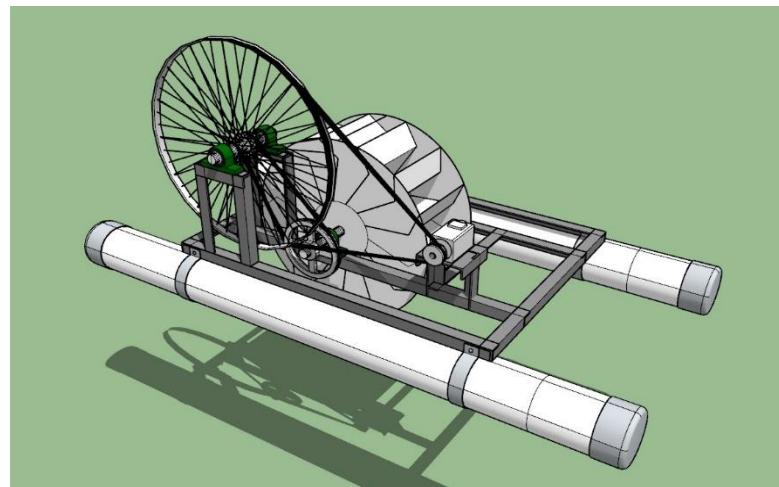
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

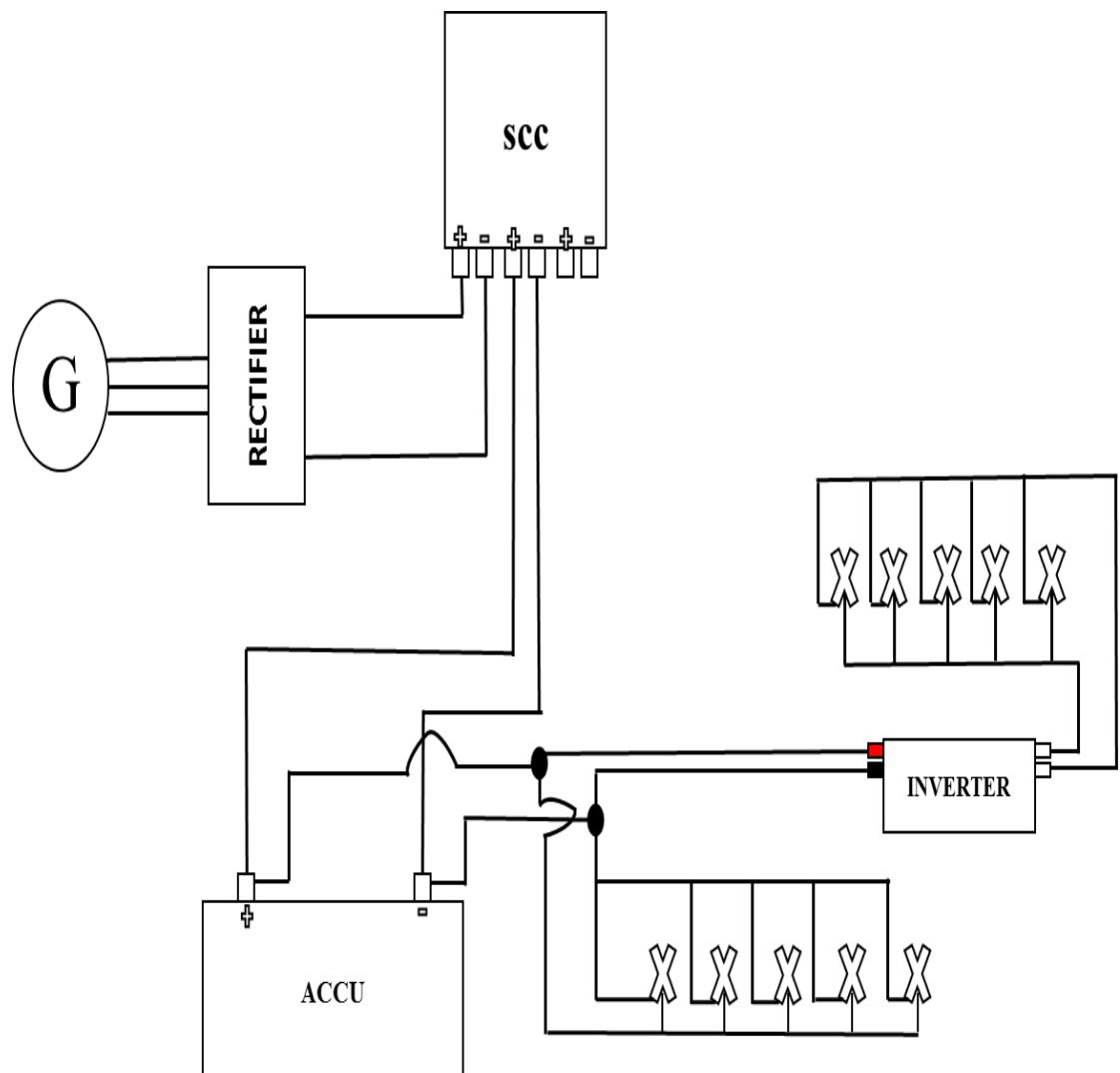
3.1 Kerangka Konsep Penelitian

Dalam suatu sistem tenaga listrik terdapat satu komponen utama yang memiliki fungsi dalam penyediaan energi listrik, yaitu pembangkit listrik. Pembangkit listrik terdiri beberapa yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTBM) dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). Namun sebagian pembangkit ini masih menggunakan energi fosil yang beberapa tahun akan datang pasti akan habis dan tidak bisa diperbaharui. Untuk itu diperlukan sebuah pengembangan dan inovasi dalam hal pembangkit listrik skala kecil, agar tidak bergantung pada penggunaan energi fosil dan dapat mengatasi pasokan listrik di daerah pedesaan yang saat ini belum terjangkau oleh jaringan listrik.

Ketersediaan sumber daya alam yang melimpah merupakan salah satu potensi untuk membuat sebuah inovasi dalam hal pembangkit energi listrik. Saat ini mulai direncanakan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai diharapkan dapat membantu masyarakat pedesaan yang dekat dengan aliran sungai, agar sesuai dengan pembangkit listrik tersebut. Dengan adanya Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) ini, maka diperlukan fokus penelitian pada pengambilan data dan analisa potensi daya terbangkitkan.



Gambar 3. 1 Desain Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS)



Gambar 3. 2 Skema Rangkaian Pada Saat Pengujian

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu alat dan bahan untuk analisa potensi serta alat dan bahan pada saat pengujian prototipe pembangkit listrik tenaga air sungai. Adapun semua alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mistar ukur dan meteran.

Berfungsi untuk mengukur luas penampang aliran.

2. Bola Pimpang.

Berfungsi untuk mengukur kecepatan air dengan metode apung.

3. Alat tulis.

Untuk mencatat hasil pengukuran.

4. Clamp meter.



Gambar 3. 3 Clampmeter

Berfungsi untuk mengukur arus, tegangan yang dihasilkan.

5. Tachometer.



Gambar 3. 4 Tachometer

Berfungsi untuk mengukur putaran turbin dan generator

6. Stopwatch.

Berfungsi untuk mencatat waktu yang ditempuh dalam pengukuran kecepatan aliran air dengan metode apung.

7. Current meter.



Gambar 3. 5 Currentmeter

Berfungsi untuk mengukur kecepatan aliran air.

8. Inverter



Gambar 3. 6 Inverter

Berfungsi untuk mengubah arus DC menjadi arus AC.

9. Solar Charge Controller



Gambar 3. 7 Solar Charge Controller

Berfungsi untuk mengontrol tegangan yang masuk pada baterai/accu.

10. Generator Magnet Permanen (GMP)



Gambar 3. 8 Generator Magnet Permanen

Berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, spesifikasi generator yaitu rated output 0.75kW, voltage 119-200V, rated current 4.0A, rated rotational speed 3000r/min.

11. Rectifier



Gambar 3. 9 Rectifier

Berfungsi untuk mengubah arus AC (*Alternating Current*) arus bolak-balik menjadi arus DC (*Direct Current*) arus searah.

12. Accu



Gambar 3. 10 Accu

Berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia.

3.3 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Desa Lombongo dan Desa Padengo, dalam jangka waktu 1 minggu 4 hari, terhitung mulai tanggal 28 Januari 2020 – 12 Maret 2020. Waktu dan Jadwal Pelaksanaan ditunjukan pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Waktu Dan Jadwal Pelaksanaan

No	Kegiatan	Tahun 2019		Tahun 2020			
		Bulan					
		11	12	1	2	3	4
1	Seminar Proposal	■					
2	Survey Lokasi	■	■	■			
3	Pengujian (PLTAS)			■	■	■	
4	Penyusunan Laporan				■	■	
5	Seminar Skripsi						■

3.4 Tahapan Alur Penelitian

Tahapan Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa potensi pada suatu daerah yang mempunyai aliran sungai untuk pengujian Prototype Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai.

Berikut ini tahapan alur penelitian :

1. Studi Literatur

Studi literatur yaitu untuk mendapatkan referensi agar dapat diketahui potensi Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air.

2. Observasi

Penulis akan melakukan survey lokasi yang akan dijadikan tempat pengujian (PLTAS). Serta mengambil data dan informasi primer yang ada di lokasi.

3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini penulis mulai mengumpulkan data yang diperlukan.

Dalam pengumpulan data digunakan metode studi pustaka dengan mempelajari semua teori dari berbagai referensi, kemudian pengumpulan data dengan melakukan pengukuran kecepatan aliran sungai, luas penampang dan debit air pada sungai tersebut.

4. Analisis Data

Setelah semua data telah diketahui, langkah selanjutnya yaitu mengolah data tersebut sesuai dengan landasan teori yang telah didapatkan untuk mendapatkan kesimpulan.

5. Pengujian Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai

Setelah data-data yang berada di lokasi tersebut diolah, kemudian lokasi tersebut dijadikan tempat pengujian. Adapun data pengukuran yang diambil pada saat pengujian yaitu tegangan, arus, rpm turbin, rpm generator dan beban.

3.5 Pelaksanaan Penelitian dan Langkah Percobaan

Pelaksanaan dan Langkah Percobaan Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Survey Lokasi

Lokasi yang dijadikan tempat pengujian PLTAS serta pengambilan data dan informasi primer yaitu di Desa Lombongo, Kec. Suwawa Tengah. Kab. Bonebolango dan Desa Padengo, Kec. Kabilia. Kab. Bone Bolango.

2. Pengukuran Dan Pengambilan Data

a) Kecepatan Aliran Air

Metode yang dilakukan untuk mencari kecepatan aliran air adalah dengan menggunakan bola pimpong yang dihanyutkan, dan stopwatch. Setelah mendapatkan hasil kecepatan aliran air kemudian dihitung kembali menggunakan persamaan hasil jarak dibagi dengan waktu tempuh.

b) Luas Penampang Sungai

Pengukuran luas penampang sungai dilakukan pada saat kondisi air sungai sedang stabil tidak pada saat banjir. Pengukuran luas penampang yaitu jarak dari tepi sungai sampai pada letak Prototipe PLTAS, tidak mengukur total lebar sungai hanya ketinggian air pada saat itu.

c) Pengukuran Debit Air

Metode yang digunakan untuk mencari debit air yang tersedia dilokasi dan mampu untuk menggerakan turbin sesuai dengan daya yang diinginkan. Debit air dihitung dengan persamaan yang sesuai dengan referensi yaitu berdasarkan hasil luas penampang sungai dikali dengan hasil kecepatan aliran air.

3. Analisa Potensi Daya Terbangkitkan

Potensi daya terbangkitkan dapat dihitung setelah memperoleh hasil dari pengukuran debit air, karena besarnya kapasitas daya yang nantinya akan dihasilkan berbanding lurus dengan debit air yang dihasilkan.

4. Pengujian Prototipe PLTAS

Adapun skenario pengujian pada prototipe pembangkit listrik tenaga air sungai (PLTAS) yaitu dengan langkah-langkah dan konsep pelaksanaan sebagai berikut :

a) Pengujian

Pada saat pengujian prototipe pembangkit listrik tenaga air sungai, dibantu beberapa rekan mahasiswa dan didampingi dosen pembimbing.

b) Variabel yang di uji

Adapun variabel yang akan diuji dari hasil pembuatan prototipe PLTAS meliputi uji fungsi kerja prototipe. Ada beberapa pengujian yang menjadi acuan dalam penelitian ini yaitu :

1.) Pengujian Pada Saat Pengecasan

Pengujian pada saat pengecasan yaitu untuk mengetahui berapa lama prototipe PLTAS mengisi accu, kemudian accu diberi beban AC dengan menggunakan inverter untuk mengetahui ketahanan accu.

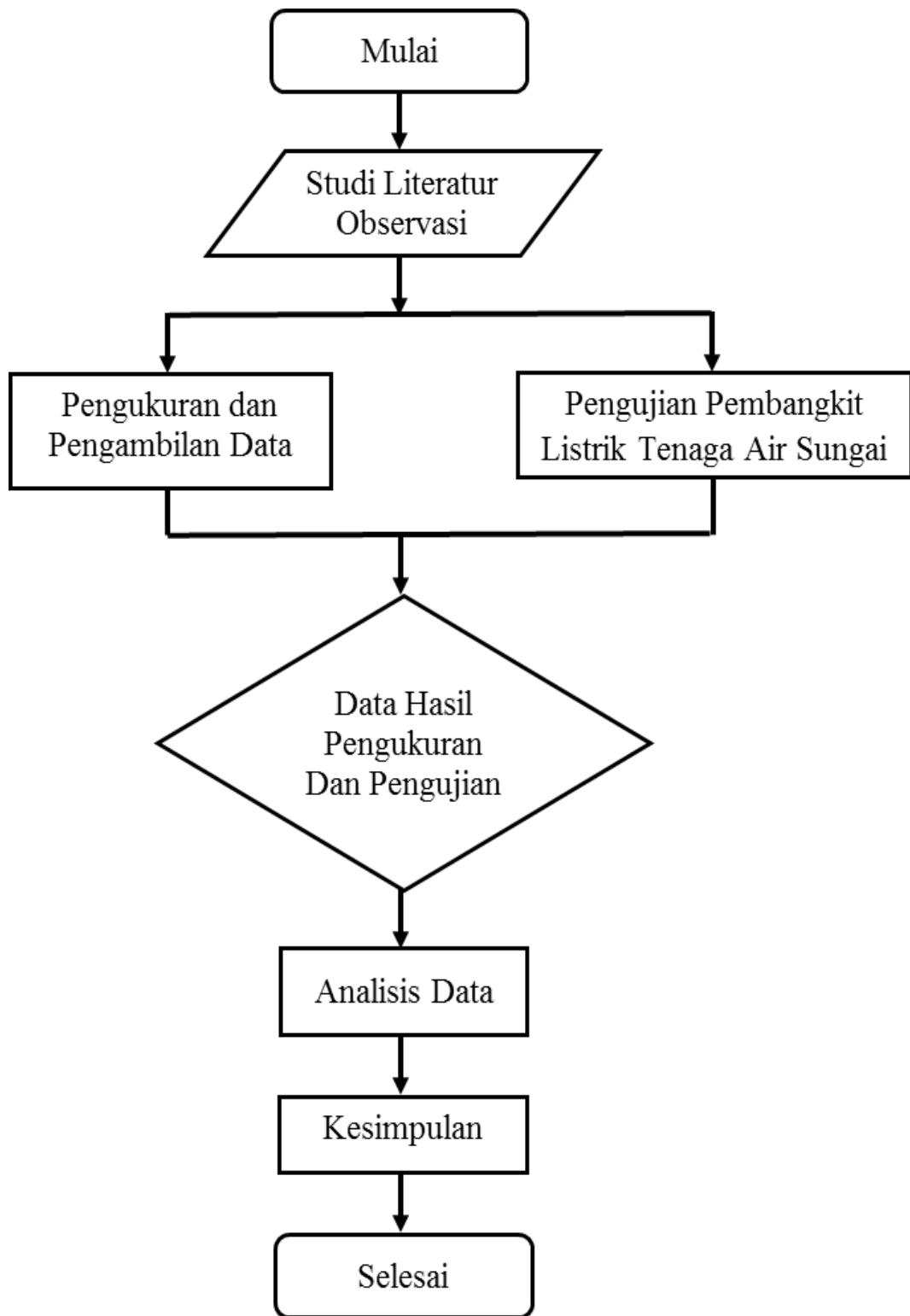
2.) Pengujian Dengan Beban Lampu DC Tanpa Accu

Pengujian dengan beban lampu DC tanpa accu, yaitu dengan melakukan rangkaian langsung ke output rectifier. Untuk mengetahui apakah lampu dapat menyala dengan stabil.

3.) Pengujian Dengan Variasi Beban

Pengujian dengan variasi beban yaitu dengan menggabungkan beban lampu DC dan beban lampu AC secara bersamaan dengan prototipe PLTAS selama 12 jam. Untuk mengetahui beban lampu yang efisien dengan prototipe PLTAS.

3.6 Flowchart Penelitian



Gambar 3. 11 Flowchart Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengambilan Data dan Pengolahan data

Penelitian prototipe pembangkit listrik tenaga air sungai ini dilakukan di dua sungai yang berbeda, tetapi memiliki debit air yang dapat diandalkan. Salah satu sungai tersebut merupakan saluran irigasi sawah dan yang satunya bendungan. Untuk menunjang aktivitas sehari-hari warga yang berada disekitar sungai sangat tepat jika dibuat pembangkit listrik skala kecil agar dapat berdampak pada masyarakat terutama untuk penerangan. Lokasi pengambilan data di Desa Lombongo Kecamatan Suwawa Tengah Kabupaten Bonebolango dan di Desa Padengo Kecamatan Kabilia Kabupaten Bonebolango.

4.2 Hasil Pengukuran

4.2.1 Kecepatan Aliran Air

Pengukuran di lakukan pada tanggal 28 Januari, 08 Februari dan 12 maret 2020, pengambilan data dilakukan di dua tempat yang berbeda. Adapun teknis pengukuran kecepatan air dilakukan dengan menggunakan sebuah bola pimpong yang dihanyutkan dengan jarak 5 meter dan 2 meter kemudian dihitung menggunakan stopwatch berapa lama bola pimpong menempuh jarak tersebut lalu dirata-rata.

Dengan menggunakan persamaan (2.2) yaitu : $V = \frac{L}{t} \times C$. Hasil dari kecepatan aliran air dapat dilihat pada tabel 4.1, 4.2, 4.3, 4.4.

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Air Tanggal 28 Januari 2020 Di Desa Lombongo

Percobaan	Panjang Lintasan (m)	Waktu Tempuh (s)	Faktor Koreksi (C)	Kecepatan Aliran Air (m/s)
1	5	5.43	0.85	0.783
2	5	5.17	0.85	0.822
3	5	5.29	0.85	0.803
4	5	4.74	0.85	0.897
5	5	5.28	0.85	0.805
6	5	5.34	0.85	0.796
7	5	6.62	0.85	0.642
8	5	5.16	0.85	0.824
9	5	5.48	0.85	0.776
10	5	5.93	0.85	0.717
Rata-rata				0.786

Berdasarkan hasil pengukuran kecepatan air pada tabel 4.1 terlihat bahwa aliran air tercepat terjadi pada percobaan 4 yaitu 0.897m/s, sedangkan aliran terlambat terjadi pada percobaan 7 yaitu 0.642m/s. Pengukuran tersebut dilakukan sebelum melakukan pengujian prototipe (PLTAS).

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Air Tanggal 08 Februari 2020 Di Desa Lombongo

Percobaan	Panjang Lintasan (m)	Waktu Tempuh (s)	Faktor Koreksi (C)	Kecepatan Aliran Air (m/s)
1	5	6.42	0.85	0.662
2	5	4.97	0.85	0.855
3	5	5.04	0.85	0.843
4	5	5.23	0.85	0.813
5	5	4.52	0.85	0.940
6	5	4.70	0.85	0.904
7	5	4.53	0.85	0.938
8	5	3.93	0.85	1.081
9	5	4.51	0.85	0.942
10	5	4.74	0.85	0.897
Rata-rata				0.888

Berdasarkan hasil pengukuran kecepatan air pada tabel 4.2 terlihat bahwa aliran air tercepat terjadi pada percobaan 8 yaitu 1.081m/s, sedangkan aliran terlamban terjadi pada percobaan 1 yaitu 0.662m/s. Pengukuran tersebut dilakukan sebelum melakukan pengujian prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS).

Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Air Tanggal 08 Februari 2020 Di Desa Padengo

Percobaan	Panjang Lintasan (m)	Waktu Tempuh (s)	Faktor Koreksi (C)	Kecepatan Aliran Air (m/s)
1	2	2.09	0.85	0.813
2	2	1.97	0.85	0.863
3	2	1.56	0.85	1.090
4	2	1.24	0.85	1.371
5	2	1.39	0.85	1.223
6	2	1.36	0.85	1.250
7	2	1.13	0.85	1.504
8	2	1.33	0.85	1.278
9	2	1.40	0.85	1.214
Rata-rata				1.179

Berdasarkan hasil pengukuran kecepatan air pada tabel 4.3 terlihat bahwa aliran air tercepat terjadi pada percobaan 7 yaitu 1.504m/s, sedangkan aliran terlamban terjadi pada percobaan 1 yaitu 0.813m/s. Pengukuran tersebut dilakukan sebelum melakukan pengujian prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS).

Pada tabel 4.4 terlihat bahwa aliran air tercepat terjadi pada percobaan 10 yaitu 1.332m/s, sedangkan aliran terlamban terjadi pada percobaan 9 yaitu 0.910m/s. Pengukuran tersebut dilakukan sebelum melakukan pengujian prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS).

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Air Tanggal 12 Maret 2020 Di Desa Lombongo

Percobaan	Jarak Tempuh (m)	Waktu Tempuh (s)	Faktor Koreksi (c)	Kecepatan Aliran Air (m/s)
1	5	3.93	0.85	1.081
2	5	4.20	0.85	1.012
3	5	4.11	0.85	1.034
4	5	4.06	0.85	1.047
5	5	4.34	0.85	0.979
6	5	3.74	0.85	1.136
7	5	4.01	0.85	1.060
8	5	3.48	0.85	1.221
9	5	4.67	0.85	0.910
10	5	3.19	0.85	1.332
Rata-Rata				1.081

4.2.2 Luas Penampang Sungai

Pengukuran luas penampang sungai yaitu dengan memperhatikan lebar dan kedalaman air sungai.

Yaitu dengan menggunakan persamaan (2.4) $A = L \times H$

Hasil dari luas penampang di Desa Lombongo pada tanggal 28 Januari

2020 :

Tinggi Air : 0.45m

Lebar : 9.5m

Luas Penampang : 4.28m

Hasil dari luas penampang di Desa Lombongo pada tanggal 08 Februari

2020 :

Tinggi Air : 0.45m

Lebar : 6m

Luas Penampang : 2.7m

Hasil dari luas penampang di Desa Padengo pada tanggal 08 Februari 2020 :

Tinggi Air : 0.27m

Lebar : 1.3m

Luas Penampang : 0.35m

Hasil dari luas penampang di Desa Lombongo pada tanggal 12 Maret

2020 :

Tinggi Air : 0.65m

Lebar : 5.2m

Luas Penampang : 3.38m

4.2.3 Debit Air

Pengukuran dilakukan dengan cara manual karena tidak adanya alat ukur, yaitu dengan menggunakan bola pimpong, tali, meteran, stopwatch, dan bambu, sehingga data yang dihasilkan tidak terlalu akurat. Hasil dari debit air dapat diketahui setelah mendapatkan hasil dari kecepatan air dan luas penampang yaitu dengan persamaan (2.1) $Q = A \cdot V$. Hasil dari debit air dapat dilihat pada tabel 4.5, 4.6, 4.7, 4.8.

Tabel 4.5 terlihat bahwa debit air terbesar terjadi pada percobaan 4 yaitu $3.833\text{m}^3/\text{s}$, sedangkan debit air terkecil terjadi pada percobaan 7 yaitu $2.742\text{m}^3/\text{s}$. Pengukuran tersebut meliputi kecepatan aliran air, lebar sungai dan kedalaman sungai. Dan dilakukan sebelum melakukan pengujian prototipe (PLTAS).

Tabel 4. 5 Hasil Debit Air Desa Lombongo Tanggal 28 Januari 2020

Percobaan	Kecepatan Aliran Air (m/s)	Luas Penampang (m ²)	Debit Air (m ³ /s)
1	0.783	4.28	3.346
2	0.822	4.28	3.514
3	0.803	4.28	3.435
4	0.897	4.28	3.833
5	0.805	4.28	3.441
6	0.796	4.28	3.402
7	0.642	4.28	2.745
8	0.824	4.28	3.521
9	0.776	4.28	3.315
10	0.717	4.28	3.064
Rata-rata			3.362

Tabel 4. 6 Hasil Debit Air Desa Lombongo Tanggal 08 Februari 2020

Percobaan	Kecepatan Aliran Air (m/s)	Luas Penampang (m ²)	Debit Air (m ³ /s)
1	0.662	2.7	1.787
2	0.855	2.7	2.309
3	0.843	2.7	2.277
4	0.813	2.7	2.194
5	0.940	2.7	2.539
6	0.904	2.7	2.441
7	0.938	2.7	2.533
8	1.081	2.7	2.920
9	0.942	2.7	2.544
10	0.897	2.7	2.421
Rata-rata			2.397

Berdasarkan hasil pengukuran debit air pada tabel 4.6 terlihat bahwa debit air terbesar terjadi pada percobaan 8 yaitu 2.920m³/s, sedangkan debit air terkecil terjadi pada percobaan 1 yaitu 1.787m³/s. Pengukuran tersebut meliputi kecepatan aliran air, lebar sungai dan kedalaman sungai. Dan dilakukan

sebelum melakukan pengujian prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS).

Tabel 4. 7 Hasil Debit Air Desa Padengo Tanggal 08 Februari 2020

Percobaan	Kecepatan Aliran Air (m/s)	Luas Penampang (m ²)	Debit Air (m ³ /s)
1	0.813	0.35	0.286
2	0.863	0.35	0.303
3	1.090	0.35	0.383
4	1.371	0.35	0.481
5	1.223	0.35	0.429
6	1.250	0.35	0.439
7	1.504	0.35	0.528
8	1.278	0.35	0.449
9	1.214	0.35	0.426
Rata-rata			0.414

Berdasarkan hasil pengukuran debit air pada tabel 4.7 terlihat bahwa debit air terbesar terjadi pada percobaan 7 yaitu $0.528\text{m}^3/\text{s}$, sedangkan debit air terkecil terjadi pada percobaan 1 yaitu $0.286\text{m}^3/\text{s}$. Pengukuran tersebut meliputi kecepatan aliran air, lebar sungai dan kedalaman sungai. Dan dilakukan sebelum melakukan pengujian prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS).

Pada tabel 4.8 terlihat bahwa debit air terbesar terjadi pada percobaan 10 yaitu $4.503\text{m}^3/\text{s}$, sedangkan debit air terkecil terjadi pada percobaan 9 yaitu $3.076\text{m}^3/\text{s}$. Pengukuran tersebut meliputi kecepatan aliran air, lebar sungai dan kedalaman sungai. Dan dilakukan sebelum melakukan pengujian prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS).

Tabel 4. 8 Hasil Debit Air Desa Lombongo Tanggal 12 Maret 2020

Percobaan	Kecepatan Aliran Air (m/s)	Luas Penampang (m ²)	Debit Air (m ³ /d)
1	1.081	3.38	3.655
2	1.012	3.38	3.420
3	1.034	3.38	3.495
4	1.047	3.38	3.538
5	0.979	3.38	3.310
6	1.136	3.38	3.841
7	1.060	3.38	3.582
8	1.221	3.38	4.128
9	0.910	3.38	3.076
10	1.332	3.38	4.503
Rata-Rata			3.655

4.3 Analisa Potensi Daya Terbangkitkan

Energi potensial yang terdapat di air merupakan debit air yang mengalir dan pada tinggi jatuh air. Maka dengan diketahui salah satu tinggi jatuh dan debit air, secara teoritis untuk potensi daya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.6) $P = Q \times H \times 9,81$.

Potensi daya terbangkitkan di Desa Lombongo pada tanggal 28 Januari 2020 dapat diketahui :

$$P = Q \times H \times 9,81$$

$$P = 3.362 \times 9.81$$

$$P = 32.98 \text{ kW}$$

Potensi daya terbangkitkan di Desa Lombongo pada tanggal 08 Februari 2020 dapat diketahui :

$$P = Q \times H \times 9,81$$

$$P = 2.397 \times 9.81$$

$$P = 23.51 \text{ kW}$$

Potensi daya terbangkitkan di Desa Padengo pada tanggal 08 Februari 2020 dapat diketahui :

$$P = Q \times H \times 9,81$$

$$P = 0.414 \times 9.81$$

$$P = 4.06 \text{ kW}$$

Potensi daya terbangkitkan di Desa Lombongo pada tanggal 12 Maret 2020 dapat diketahui :

$$P = Q \times H \times 9,81$$

$$P = 3.655 \times 9.81$$

$$P = 35.85 \text{ kW}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa besar debit air berbanding lurus dengan potensi daya yang dihasilkan.

Potensi daya terbangkitkan juga dapat dihitung dengan batas efisiensi terendah. Efisiensi pipa 90 %, efisiensi turbin 70 %, dan efisiensi generetor 80 %. Yaitu dengan menggunakan persamaan (2.7) $P = 9.81 \times Q \times H \times n_p \times n_t \times n_g$.

Potensi daya terbangkitkan di Desa Lombongo pada tanggal 28 Januari 2020 dapat diketahui :

$$P = 9.81 \times Q \times H \times n_p \times n_t \times n_g$$

$$P = 9.81 \times 3.362 \times 70\% \times 80\%$$

$$P = 18.47 \text{ kW}$$

Potensi daya terbangkitkan di Desa Lombongo pada tanggal 08 Februari 2020 dapat diketahui :

$$P = 9.81 \times Q \times H \times n_p \times n_t \times n_g$$

$$P = 9.81 \times 2.397 \times 70\% \times 80\%$$

$$P = 13.17 \text{ kW}$$

Potensi daya terbangkitkan di Desa Padengo pada tanggal 08 Februari 2020

dapat diketahui :

$$P = 9.81 \times Q \times H \times n_p \times n_t \times n_g$$

$$P = 9.81 \times 0.414 \times 70\% \times 80\%$$

$$P = 2.27 \text{ kW}$$

Potensi daya terbangkitkan di Desa Lombongo pada tanggal 12 Maret 2020

dapat diketahui :

$$P = 9.81 \times Q \times H \times n_p \times n_t \times n_g$$

$$P = 9.81 \times 3.655 \times 70\% \times 80\%$$

$$P = 20.08 \text{ kW}$$

Berdasarkan hasil analisa potensi daya yang dibangkitkan menggunakan batas efisiensi terendah bahwa nilai tertinggi 20.08 kW di Desa Lombongo dan terendah 2.27 kW di Desa Padengo. Sehingga di kedua lokasi ini dapat dibangun sebuah Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai.

4.4 Pengujian Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS)

Pengujian prototipe PLTAS dilakukan dengan rekan mahasiswa dan dosen pembimbing jurusan Teknik Elektro Universitas Ichsan Gorontalo di Desa Lombongo dan Desa Padengo. Hasil pengujian dapat terlihat pada tabel 4.9, 5.0, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 dan 5.7.

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian PLTAS Pada Saat Pengecasan Accu Desa Lombongo

Percobaan	Jam	VDC	IDC	RPM Generator	RPM Turbin	Debit Air (m ³ /s)
1	14.06	12.36	0.6	216.1	30.1	3.35
2	14.36	12.54	0.6	210.4	29.6	3.51
3	15.06	12.59	0.6	217.5	30.7	3.43
4	15.36	12.59	0.5	278.2	31.9	3.83
5	16.06	12.60	0.4	218.4	31	3.44
6	16.36	12.61	0.4	283.1	33.4	3.4
7	17.06	12.61	0.4	295	35.7	2.74
8	17.36	12.62	0.4	273.6	32.1	3.52
9	18.06	12.60	0.4	223	31.7	3.32
10	18.36	12.61	0.3	209.1	27.1	3.06
11	19.06	12.60	0.3	281.1	31.6	2.9
12	19.36	12.60	0.3	286.2	33.8	3.35
13	20.06	12.60	0.3	215.5	30.5	3.13

Percobaan	Jam	VDC	IDC	RPM Generator	RPM Turbin	Debit Air (m ³ /s)
14	20.36	12.61	0.3	289.3	34.1	3.44
15	21.06	12.61	0.3	265.6	24.95	3.49

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Pada Saat Berbeban Di Desa Lombongo

Percobaan	Jam	Beban	VDC	VAC	IDC	IAC
1	21.35	7 MATA LAMPU AC 5 W	12.15	225.2	4.8	0.4
2	22.05	7 MATA LAMPU AC 5 W	11.41	220.1	4.7	0.4
22.16 TRIP						

Sebelum melakukan pengujian tegangan awal accu diukur menggunakan clampmeter yaitu 12.16 V, dan setelah pengecasan diukur kembali 12.50 V. Berdasarkan hasil pada tabel 4.9 dan 4.10 bahwa proses charger accu selama 7 jam hanya dapat bertahan selama 46 menit dengan beban 7 mata lampu 5W AC.

Tabel 4. 11 Pengujian PLTAS Dengan Beban Lampu DC Tanpa Accu Desa Lombongo

Percobaan	Jam	Beban	VDC	IDC	RPM Generator	RPM Turbin
1	21.42	3 Mata lampu DC 5 W	11.37	0.3	264.9	48
2	22.12	4 Mata lampu DC.1 ML 3W., 3 ML 5W	10.83	0.4	256.4	37.7

Percobaan	Jam	Beban	VDC	IDC	RPM Generator	RPM Turbin
3	22.42	4 Mata lampu DC. 1 ML 3W., 3 ML 5W	10.63	0.4	261.7	39.4

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.11 bahwa PLTAS dapat langsung diberi beban lampu DC, tanpa ACCU. Dengan total beban lampu DC 18W dan menghasilkan nilai rpm turbin tertinggi 48r, dan rpm generator 264.9r.

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian PLTAS Pada Saat Pengecasan Accu Desa Lombongo

Percobaan	Jam	VDC	IDC	RPM Generator	RPM Turbin	Debit Air (m ³ /s)
1	9.30	32.98	0.8	224.8	35.1	1.79
		11.8				
2	10.00	32.78	0.8	307.1	32.5	2.31
		11.9				
3	10.30	33.02	0.8	405.8	37.6	2.28
		12.2				
4	11.00	33.6	0.8	312.3	33.3	2.19
		12.2				
5	11.30	33.79	0.8	315.7	33.6	2.54
		12.3				
6	12.00	32.82	0.8	441.8	35.8	2.92
		12.4				
7	12.30	33.64	0.8	406.8	33.4	2.53
		12.4				
8	13.00	33.56	0.8	292.4	30	2.44
		12.6				
9	13.30	34.51	0.8	496.1	37.2	2.54
		12.7				
10	14.00	33.1	0.8	441.8	35.8	2.42
		12.8				
11	14.30	33.21	0.8	301.1	32.1	2.30
		12.8				
12	15.00	33.8	0.8	319.2	33.5	2.56
		12.9				
13	15.30	33.5	0.8	354.3	34.8	2.35
		12.9				

Percobaan	Jam	VDC	IDC	RPM Generator	RPM Turbin	Debit Air (m ³ /s)
14	16.00	33.83	0.8	381	35.6	2.67
		13				
15	16.30	33.52	0.8	320.4	36.7	2.22
		13.1				
16	17.00	33.56	0.8	330.2	33.6	2.41
		13.4				

Tabel 4. 13 Hasil Pengujian PLTAS Pada Saat Berbeban Desa Lombongo

Percobaan	Jam	Beban	VDC	IDC	VAC	IAC
1	17.27	5 MATA LAMPU 5W AC	12.52	2.3	226	0.3
2	17.57	5 MATA LAMPU 5W AC	12.15	2.6	226	0.4
3	18.27	5 MATA LAMPU 5W AC	11.83	2.6	226	0.4
4	18.57	5 MATA LAMPU 5W AC	10.36	2.4	226	0.4
19.06 TRIP						

Sebelum melakukan pengujian tegangan awal accu diukur menggunakan

clampmeter yaitu 10.34 V, dan setelah pengecasan diukur kembali 13.01 V.

Berdasarkan hasil pada tabel 4.12 dan 4.13 bahwa proses charger accu selama 7 jam 30 menit hanya dapat bertahan selama 1 jam 39 menit dengan beban 5 mata lampu 5W AC.

Tabel 4. 14 Hasil Pengujian PLTAS Tanpa Accu Desa Padengo

Percobaan	Jam	VDC	VAC	RPM Generator	RPM Turbin	Debit Air (m ³ /s)
1	10.24	40.4	4.87	767.8	45.4	0.29
			7.86			
			4.41			
2	10.39	42.4	14.51	759.2	49.1	0.3
			15.89			
			11.22			
3	10.54	40.8	10.31	750.1	48.2	0.38
			11.58			
			5.40			
4	11.09	41.2	12.46	786.6	51.2	0.48
			10.03			
			5.51			
5	11.24	41.5	15.14	829.8	48.1	0.43
			8.73			
			6.76			
6	11.39	44.2	7.36	821.7	57	0.44
			5.16			
			9.42			
7	11.54	41.2	16.50	762.7	64.6	0.53
			16.37			
			14.62			
8	00.09	41.5	17.15	799.1	51.5	0.45
			18.27			
			16.32			

Tabel 4. 15 Hasil Pengujian PLTAS Pada Saat Pengecasan Accu Di Desa Padengo

Percobaan	Jam	VDC	VAC	RPM Generator	RPM Turbin	Debit Air (m ³ /s)
1	10.24	12.74	4.25	333.4	22.2	0.14
			4.48			
			1.68			
2	10.39	12.88	5.64	390.4	23.7	0.15
			5.1			
			1.39			

Percobaan	Jam	VDC	VAC	RPM Generator	RPM Turbin	Debit Air (m ³ /s)
3	10.54	12.95	2.9	324.7	24.5	0.19
			4.27			
			1.94			
4	11.09	13.17	6.5	331.3	24.3	0.24
			4.25			
			1.88			
5	11.24	13.22	6.54	338.8	28.2	0.21
			1.4			
			2.35			
6	11.39	13.3	2.02	304.2	28.7	0.22
			1.25			
			3.1			
7	11.54	13.43	6.05	385.8	26.6	0.26
			2.72			
			1.95			
8	00.09	13.61	6.57	303.4	29	0.22
			7.42			
			5.25			

Tabel 4. 16 Hasil Pengujian PLTAS Pada Saat Berbeban Desa Padengo

Percobaan	Jam	Beban	VDC
1	02.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	12.29
2	14.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	8.12
3	02.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.80
4	14.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.74
5	02.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.67
6	14.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.60
7	02.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.50
8	14.47	3 Mata lampu 5WDC. 1 Mata lampu 3WDC.	7.44
9	02.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.40
10	14.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.35

Percobaan	Jam	Beban	VDC
11	02.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.32
12	14.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.30
13	02.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.29
14	14.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.25
15	02.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.23
16	14.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.20
17	02.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.18
18	14.47	3 Mata lampu 5WDC., 1 Mata lampu 3WDC.	7.14

Sebelum melakukan pengujian tegangan awal accu diukur menggunakan

clampmeter yaitu 10.84 V, dan setelah pengecasan diukur kembali 12.84 V.

Berdasarkan hasil pada tabel 4.14, 4.15 dan 4.16 bahwa proses charger accu selama

2 jam 45 menit dapat bertahan selama 8 hari dengan total beban 18W DC.

Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Dengan Variasi Beban Desa Lombongo

Percobaan /Jam	Beban DC	Beban AC	Debit Air (m ³ /s)	Output Generator				RPM Generator	RPM Turbin	Output Accu		Output Inverter	
				Vac	Iac	Vdc	Idc			Vdc	Idc	Vac	Iac
1. 08.00	7 ML. 35W	-	3.85	5.07	0.7	12.42	0.9	465.2	33.4	12.2	1.5	-	-
				7.74	0.7								
				8.82	0.7								
2. 08.30	7 ML. 35W	-	3.10	5.66	0.7	12.42	0.9	450.1	28.5	12.22	1.5	-	-
				2.74	0.7								
				5.51	0.7								
3. 09.00	7 ML. 35W	-	3.46	7.33	0.7	12.43	0.9	375.8	25.6	12.24	1.5	-	-
				4.37	0.7								
				8.59	0.7								
4. 09.30	7 ML. 35W	-	3.57	8.10	0.7	12.42	0.9	453.3	31.7	12.22	1.5	-	-
				4.56	0.7								
				9.30	0.7								
5. 10.00	7 ML. 35W	-	3.36	8.30	0.7	12.41	0.9	455.3	31.9	12.21	1.5	-	-
				6.60	0.7								
				5.21	0.7								

Percobaan /Jam	Beban DC	Beban AC	Debit Air (m ³ /s)	Vac	Iac	Vdc	Idc	Rpm Generator	Rpm Turbin	Vdc	Idc	Vac	Iac
6. 10.30	7 ML. 35W	-	3.78	7.39	0.7	12.4	0.9	575	65.7	12.2	1.5	-	-
				7.64	0.7								
				10.07	0.7								
7. 11.00	7 ML. 35W	-	3.50	1.28		12.4	0.9	501.8	48.1	12.18	1.5	-	-
				5.83	1.0								
				7.80	1.0								
8. 11.30	7 ML. 35W	-	3.46	2.96		12.39	0.9	458.6	58.8	12.18	1.5	-	-
				6.37	1.0								
				7.64	1.0								
9. 12.00	7 ML. 35W	-	4.12	4.51	0.7	12.38	0.9	369.4	37.6	12.19	1.5	-	-
				6.60	0.7								
				5.96	0.7								
10. 12.30	7 ML. 35W	-	3.57	4.59	0.7	12.39	0.9	451.3	37.3	12.19	1.5	-	-
				5.21	0.7								
				5.57	0.7								
11. 13.00	7 ML. 35W	-	2.92	4.61	0.7	12.37	0.9	-	-	12.2	1.5	-	-
				6.73	0.7								
				5.71	0.7								
12. 13.30	7 ML. 35W	-	3.02	6.67	0.7	12.3	0.9	-	-	12.19	1.5	-	-
				6.84	0.7								
				6.85	0.7								
13. 14.00	7 ML. 35W	-	3.36	4.61	0.7	12.33	0.9	-	-	12.18	1.5	-	-
				7.30	0.7								
				5.70	0.7								
14. 14.30	7 ML. 35W	1 ML. 5W	3.59	5.43	0.7	12.21	0.8	298.3	25.3	11.92	2.9	226.5	-
				6.71	0.7								
				6.32	0.7								
15. 15.00	7 ML. 35W	2 ML. 10W	3.32	5.97	0.6	12.13	0.9	225.7	24.5	11.8	3.3	226.5	0.2
				7.34	0.6								
				6.46	0.6								
16. 15.30	7 ML. 35W	3 ML. 15W	3.78	5.63	0.6	12.05	0.9	300.7	38.1	11.57	3.3	226.5	0.4
				6.52	0.6								
				5.42	0.6								
17. 16.00	7 ML. 35W	4 ML. 20W	3.94	5.81	0.6	11.95	0.9	279.5	38.7	11.44	3.5	227.5	0.4
				6.80	0.6								
				6.05	0.6								
18. 16.30	7 ML. 35W	5 ML. 25W	4.09	5.43	0.6	10.2	0.8	534.5	58.1	9.56	2.7	227.5	0.4
				6.72	0.6								
				5.72	0.6								

Percobaan /Jam	Beban DC	Beban AC	Debit Air (m ³ /s)	Vac	Iac	Vdc	Idc	Rpm Generator	Rpm Turbin	Vdc	Idc	Vac	Iac
19. 17.00	7 ML. 35W	5ML. 25W	3.50	4.30	0.6	9.74	0.6	456.1	40	9.49	2.6	227.5	0.4
				6.43	0.6								
				5.41	0.6								
20. 17.30	7 ML. 35W	5ML . 25W	3.09	5.12	0.6	9.65	0.6	440.6	46.5	9.38	2.6	227.5	0.4
				5.55	0.6								
				5.76	0.6								
21. 18.00	7 ML. 35W	-	4.00	5.66	0.6	10.98	0.9	300	21.4	10.73	0.9	-	-
				6.04	0.6								
				6.40	0.6								
22. 18.30	7 ML. 35W	-	3.46	4.31	0.6	11.15	0.8	433.4	32.9	10.82	0.9	-	-
				7.17	0.6								
				6.67	0.6								
23. 19.00	7 ML. 35W	-	3.81	4.50	0.6	10.9	0.7	446.9	45.8	10.68	0.9	-	-
				6.67	0.6								
				7.18	0.6								
24. 19.30	7 ML. 35W	-	3.64	4.44	0.6	10.5	0.8	487	31.1	10.71	0.9	-	-
				7.69	0.6								
				6.60	0.6								
25. 20.00	7 ML. 35W	-	4.12	4.60	0.6	10.42	0.8	475.6	23.1	10.74	0.8	-	-
				6.69	0.6								
				6.82	0.6								
Rata-rata			3.58	6.12	0.67	11.72	0.85	419.7	37.5	11.5	1.79	227.1	0.367

Sebelum melakukan pengujian tegangan awal accu diukur menggunakan

clampmeter yaitu 12.45V, pengujian dilakukan selama 12 jam dengan variasi beban

lampu DC dan lampu AC. Dengan total beban 60W, 12 mata lampu. Berdasarkan

hasil pada tabel 5.7, bahwa lampu AC hanya dapat bertahan selama 3 jam 9 menit.

Dan lampu DC dapat bertahan selama 12 jam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Debit air yang dihasilkan dari kedua sungai tersebut yaitu debit terkecil di desa padengo $0.414 \text{ m}^3/\text{detik}$, sedangkan debit air terbesar di Desa Lombongo $3.655 \text{ m}^3/\text{detik}$, berdasarkan perhitungan rata-rata debit air.
2. Berdasarkan analisa potensi daya yang dihasilkan pada kedua sungai tersebut yaitu di Desa Lombongo dan Desa Padengo, kedua desa tersebut dapat dijadikan tempat pengujian Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) sebagai sumber energi alternatif yaitu dengan daya terbesar yang dihasilkan 20.08kW , dan terendah 2.27kw .
3. Parameter yang mempengaruhi output daya dari Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) yaitu besarnya debit air, karena semakin besar debit air yang dihasilkan maka akan mempengaruhi laju putaran generator yang akan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.
4. Pengujian PLTAS selama 12 jam dengan variasi beban lampu DC dan lampu AC. Dengan rata-rata debit air $3.58\text{m}^3/\text{d}$, lebih efisien menggunakan beban lampu DC karena dapat bertahan selama 12 jam.

5.2 Saran

Saran penulis, untuk penggunaan beban lampu penerangan lebih baik menggunakan lampu DC karena penggunaanya lebih lama. Dan diharapkan setelah adanya data diatas menjadi acuan pembaca sebagai referensi untuk melanjutkan proyek akhir ini dengan melakukan modifikasi kembali Prototipe Pembangkit

Listrik Tenaga Air Sungai ini agar lebih efisien lagi dalam hal menggunakan beban lampu AC. Agar dapat bermanfaat sebagai bahan penelitian dan pengabdian masyarakat sebagai seorang Mahasiswa Teknik Elektro, Universitas Ichsan Gorontalo.

DAFTAR PUSTAKA

- BBPT: Indonesia Energy Outlook. (2018). Outlook Energi Indonesia 2018 : energi berkelanjutan untuk transportasi darat. In *Development* (Vol. 134). <https://doi.org/10.1360/zd-2013-43-6-1064>
- Dimyati, A. M. (2003). *Studi kelayakan potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro di desa setren kecamatan slogoimo kabupaten wonogiri*. 15(02), 1–10.
- Ifhan Firmansyah, Ir. Syariffuddin Mahmudsyah, M.Eng., I. T. Y. (2008). *Studi Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga*.
- II, D. A. S. | B. S. (2015). Daerah Aliran Sungai | BWS Sulawesi II. Retrieved February 27, 2020, from Daerah Aliran Sungai | BWS Sulawesi II website: <http://sda.pu.go.id/bwssulawesi2/data/daerah-aliran-sungai/>
- Ir. Astu Pudjanarsa, MT, Prof. Ir. Djati Nursuhud, M. (2006). *Mesin Konversi Energi*.
- Nurhayati Doda, H. M. (2018). Analisis Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik. *Infrastructure & Science Engineering*, 1(1), 1–10.
- Sentanu, I. (2013). Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh). *ADITYA - Pendidikan Bahasa Dan Sastra Jawa*, 10(4), 1–13.
- Sihombing, E. S. (2009). *Pengujian sudu lengkung prototipe turbin air terapung pada aliran sungai*.
- Singh, D. (2009). *Micro Hydro Power Resource Assessment Handbook*. (September), 69.
- Sri Sukamta, A. K. (2013). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur. *Teknik Elektro*, 5(2), 58–63.
- Suparman, Hadi Suyono, R. N. H. (2017). Desain Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro. *Eeccis*, 11(2), 82–88.
- Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, S. T. (2018). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga

Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 4(3), 407–422. Retrieved from <https://www.neliti.com/id/publications/127987/analisis-pembangkit-listrik-tenaga-mikro-hidro-pltmh-studi-kasus-sungai-air-anak>

Lampiran









KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI WILAYAH SUNGAI SULAWESI II
Jl. KH. Notu Badu No. 71 Telp. (0435) 882097 Fax. (0435) 882272 Limboto - Gorontalo

Nomor : SA 8203 - Bone/304
Sifat :
Lampiran :
Hal : Pertimbangan Teknis Pelaksanaan
Penelitian PLTAS di Sungai Bone

Gorontalo, 20 April 2020

Yth.
Ketua Lembaga Penelitian Universitas ICHSAN Gorontalo
Di-
Gorontalo

Sehubungan dengan Surat Ketua Lembaga Penelitian Universitas ICHSAN Gorontalo Nomor 1888/PIP/LEMLIT-UNISAN/GTO/XI/2019 Tanggal 22 November 2019 dan Surat Nomor 1907/PIP/LEMLIT-UNISAN/GTO/II/2020 Tanggal 24 Januari 2020 Perihal Permohonan Izin Penelitian masing-masing atas nama :

1. Nama Mahasiswa : Saleh Tumenggung
NIM : T2116009
Fakultas : Fakultas Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
2. Nama Mahasiswa : Rivan Laraga
NIM : T2116034
Fakultas : Fakultas Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

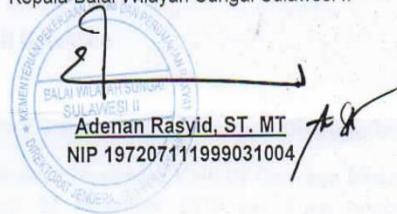
terkait penelitian Potensi Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) di Sungai Bone Desa Alale Kecamatan Suwawa Kabupaten Bone Bolango, bersama ini kami sampaikan hal-hal sebagai berikut :

1. Penelitian Potensi Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) di Sungai Bone dalam rangka penyusunan Proposal/Skripsi oleh mahasiswa Fakultas Teknik Elektro Universitas ICHSAN Gorontalo dengan nama tersebut di atas diharapkan akan memberikan sumbangsih dalam pembangunan nasional khususnya dalam penyediaan energi terbarukan bidang penyediaan tenaga listrik.
2. Lokasi penelitian yang dipilih adalah pada aliran sungai Bone (\pm 175 meter di hilir Bendung Alale) yang secara administratif terletak di Desa Alale Kecamatan Suwawa Kabupaten Bone Bolango dan secara geografis terletak pada koordinat $0^{\circ}31'56.86''N$ dan $123^{\circ}10'20.15''E$.
3. Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) dimaksud berupa prototipe sederhana berukuran (Panjang x Lebar x Tinggi) 176 cm x 76 cm x 64 cm terbuat dari pipa PVC diameter 6 inchi sebagai pelampung dan dudukan turbin dari besi hollow dengan mekanisme kerja mengapung di atas arus sungai dan putaran turbin memanfaatkan arus sungai.

4. Berdasarkan hal tersebut di atas maka pada prinsipnya kegiatan tersebut dapat diizinkan dengan tetap memperhatikan prinsip pengelolaan sumber daya air, tidak mengganggu fungsi Bendung Alale baik terhadap fungsi bangunan dan kegiatan operasi dan pemeliharaan serta memperhatikan aspek keselamatan.

Demikian kami sampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Kepala Balai Wilayah Sungai Sulawesi II



Tembusan :

1. Direktur Jenderal Sumber Daya Air Kementerian PUPR;
2. Plt. Sekretaris Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.

ANALISA POTENSI PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SUNGAI BERDASARKAN DEBIT AIR DI DESA LOMBONGO DAN DESA PADENGO

ORIGINALITY REPORT

28%	24%	3%	24%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	www.scribd.com Internet Source	9%
2	fr.scribd.com Internet Source	4%
3	Submitted to LL Dikti IX Turnitin Consortium Student Paper	4%
4	edoc.pub Internet Source	3%
5	bibitz.files.wordpress.com Internet Source	2%
6	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	1%
7	taufiqurrokhman.wordpress.com Internet Source	1%
8	es.scribd.com Internet Source	1%

9	id.123dok.com Internet Source	1 %
10	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1 %
11	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
12	rhaeditiasinggartika.blogspot.com Internet Source	<1 %
13	kumpulancerpw.blogspot.co.id Internet Source	<1 %
14	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
15	Submitted to Sultan Agung Islamic University Student Paper	<1 %

Exclude quotes On Exclude matches < 25 words
Exclude bibliography On



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS IHSAN
(UNISAN) GORONTALO**

SURAT KEPUTUSAN MENDIKNAS RI NOMOR 84/D/O/2001
Jl. Achmad Nadjamuddin No. 17 Telp (0435) 829975 Fax (0435) 829976 Gorontalo

SURAT REKOMENDASI BEBAS PLAGIASI

No. 0041/UNISAN-G/S-BP/IV/2020

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sunarto Taliki, M.Kom
NIDN : 0906058301
Unit Kerja : Pustikom, Universitas Ihsan Gorontalo

Dengan ini Menyatakan bahwa :

Nama Mahasiswa : SALEH TUMENGGUNG
NIM : T2116009
Program Studi : Teknik Elektro (S1)
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul Skripsi : Analisa Potensi Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai (PLTAS) Berdasarkan Debit Air DI Desa Lombongo dan Desa Padengo

Sesuai dengan hasil pengecekan tingkat kemiripan skripsi melalui aplikasi Turnitin untuk judul skripsi di atas diperoleh hasil Similarity sebesar 28%, berdasarkan SK Rektor No. 237/UNISAN-G/SK/IX/2019 tentang Panduan Pencegahan dan Penanggulangan Plagiarisme, bahwa batas kemiripan skripsi maksimal 35% dan sesuai dengan Surat Pernyataan dari kedua Pembimbing yang bersangkutan menyatakan bahwa isi softcopy skripsi yang diolah di Turnitin SAMA ISINYA dengan Skripsi Aslinya serta format penulisannya sudah sesuai dengan Buku Panduan Penulisan Skripsi, untuk itu skripsi tersebut di atas dinyatakan BEBAS PLAGIASI dan layak untuk diujiankan.

Demikian surat rekomendasi ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Gorontalo, 09 April 2020

Tim Verifikasi,



Sunarto Taliki, M.Kom

NIDN. 0906058301

Tembusan :

1. Dekan
2. Ketua Program Studi
3. Pembimbing I dan Pembimbing II
4. Yang bersangkutan
5. Arsip