

**STUDI KINERJA PLTMH POLOHUNGO 40 KW
TERHADAP *SMALL SCALE POWER LOAD* (SSPL)**

ABDUL RIFAT KOMBU

T2115018

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI KINERJA PLTMH POLOHUNGO 40 KW TERHADAP *SMALL SCALE POWER LOAD* (SSPL)

Oleh :

ABDUL RIFAT KOMBU


T2114025

SKRIPSI

Skripsi ini telah disetujui oleh Tim pembimbing pada tanggal seperti yang tertera dibawah ini

Gorontalo, 30 November 2021

Pembimbing I



Steven Humena, ST., MT
NIDN. 0907118903

Pembimbing II



Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT
NIDN. 0906018504

HALAMAN PERSETUJUAN

STUDI KINERJA PLTMH POLOHUNGO 40 KW TERHADAP SMALL SCALE POWER LOAD (SSPL)

Oleh :

ABDUL RIFAT KOMBU

T2114025

SKRIPSI

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

- | | |
|---|-------------------------|
| 1. Amelya Indah Pratiwi, ST., MT | (Ketua Penguji) |
| 2. Ir. Muammar Zainuddin, ST., MT | (Anggota Penguji) |
| 3. Ir. Stephan A. Hulukati, ST., MT., M.Kom | (Anggota Penguji) |
| 4. Steven Humena, ST., MT | (Anggota Penguji) |
| 5. Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT | (Anggota Penguji) |

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Amru Siola, ST., MT
NIDN. 0922027502

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT
NIDN. 0906018504

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Abdul Rifat Kombu
Nim : T2115018
Kelas : Reguler
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya (skripsi) ini adalah asli dan belum pernah di ajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) baik itu di universitas ichsan Gorontalo atau di universitas dan perguruan tinggi lainnya di Indonesia.
2. Karya tulis ini merupakan murni gagasan ide, rumusan dari hasil penelitian dan hasil analisa tanpa ada bantuan pihak lain kecuali kedua dosen pembimbing saya dan pihak pegawai perusahaan dimana tempat saya melakukan penelitian.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah dipublikasikan orang lain. Kecuali seecara tertulis dicantumkan sebagai acuan penulisan dan dalam naskah disebutkan nama pengarang serta dicantumkan pula di daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku Universitas Ichsan Gorontalo.



ntalo, 29 Oktober 2021

Abdul Rifat Kombu

KATA PENGANTAR

Puji Dan Syukur saya panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Esa, atas berkat dan dan karunia-Nya sehingga **Skripsi** ini dapat terselesaikan dengan lancar walau tidak tepat waktu. Adapun penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo.

Penulis sangat menyadari walau begitu banyak hambatan dan tantangan yang ditemui namun melalui bimbingan dan bantuan serta dorongan dan motivasi dari berbagai pihak maka penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi/tugas akhir ini sebagaimana yang diharapkan untuk itu perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dra. Hj. Juriko Abdussamad, M.Si, selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo.
2. Bapak Dr. H. Abdul Gaffar Latjokke, M.Si, selaku Rektor Universitas Ichsan Gorontalo.
3. Kedua Orang Tua, istri dan anak – anak yang selalu senantiasa memberikan dorongan, spirit, motivasi, dan bantuan berupa materi selama proses perkuliahan sampai saat ini.
4. Amru Siola, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo.

5. Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Ichsan Gorontalo dan Pembimbing II.
6. Steven Humena, ST., MT, Pembimbing I.
7. Seluruh dosen fakultas teknik terlebih jurusan elektro di lingkungan Universitas Ichsan Gorontalo.
8. Seluruh teman-teman yang ikut membantu serta memberikan semangat yang.

Akan menjadi sesuatu yang sangat berarti bagi saya guna menyempurnakan Skripsi ini bila kritikan dan saran disampaikan kepada penulis. Semoga Allah yang Maha Esa yang mempunyai segalanya dapat membalas semua kebaikan Bapak/Ibu.

Gorontalo, November 2021

Penulis

ABSTRAK

ABDUL RIFAT KOMBU. T2115018. STUDI KINERJA PLTMH POLOHUNGO 40 kW TERHADAP *SMALL SCALE POWER LOAD* (SSPL)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Polohungo di desa Polohungo Kecamatan Tolangohula Kabupaten Gorontalo mempunyai komponen-komponen yaitu saluran penyadap (*intake*), saluran pembawa (*headrace*), bak penenang (*forebay*), saluran pembuangan (*tailrace*), pipa pesat (*penstock*), turbin, sistem peralatan mekanik, sistem transmisi mekanik, generator. Seiring dengan kebutuhan daya listrik yang semakin meningkat dan keterbatasan kemampuan kapasitas pembangkit, sehingga oprasional pembangkit tersebut tidak optimal. Penelitian ini bertujuan melakukan studi kinerja PLTMH 40 kW terhadap beban listrik di Desa Polohungo Kabupaten Gorontalo. Tahapan studi diawali dengan perhitungan data parameter teknis peralatan, kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan berdasarkan data parameter hasil pengukuran. Hasil studi kinerja menunjukkan bahwa kondisi keseluruhan komponen utama seperti Generator, Turbin dan sistem kontrol pembangkit masih bekerja dengan baik meskipun tidak ditemukan riwayat perawatannya. Perbandingan besar daya generator pada saat beroperasi dengan daya yang dibangkitkan berdasarkan perhitungan debit air desain turbin terdapat selisih daya sebesar 12,212 kW atau 55,03% dari besar daya yang dihasilkan secara teori. Sehingga PLTMH Polohungo tidak optimal dalam menanggulangi beban daya skala kecil (*small scale power load*), dimana besar daya yang dihasilkan oleh perhitungan teoritis lebih besar dari besar daya yang dihasilkan pada saat generator beroperasi dengan debit air 0,02865 m³/detik.

Kata kunci: kinerja pembangkit, debit air, PLTMH Polohungo, SSPL



ABSTRACT

ABDUL RIFAT KOMBU. T2115018. THE STUDY OF THE POLOHUNGO MICRO-HYDRO POWER PLANT (PLTMH) PERFORMANCE OF 40 KW ON SMALL SCALE POWER LOAD (SSPL)

The Polohungo Micro-Hydro Power Plant (so-called PLTMH) at Polohungo village, Tolangohula Subdistrict, Gorontalo District, has several components, namely: intake, headrace, forebay, tailrace, penstock, turbines, mechanical equipment systems, mechanical transmission systems, and generators. Along with the increasing demand for electrical power and the limited capacity of the generator, the operation of the power plant is not optimal. This study aims to analyze the Polohungo Micro-Hydro Power Plant (PLTMH) performance of 40 kW on the electrical load at Polohungo Village, Gorontalo District. The study phase begins with the calculation of the technical parameter data of the equipment. The next is the comparison with the calculation results in accord with the parameter data of the measurement results. The performance results in this study indicate that the overall condition of the main components such as generators, turbines, and generator control systems is still working well even though there is no history of maintenance. Comparison of the generator power when operating with the power generated based on the calculation of the turbine design water flow indicates a power difference of 12.212 kW or 55.03% of the theoretical power generated. It means that the Polohungo Micro-Hydro Power Plant (PLTMH) is not optimal in tackling Small Scale Power Loads. The power generated through theoretical calculations is greater than the one with a water flow rate of 0.02865 m³/second.

Keywords: generator performance, water discharge, PLTMH Polohungo, SSPL



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Energi	4
2.2 Sistem Tenaga Listrik	5
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).....	8
2.4 Prinsip Pembangkit Energi Listrik dengan PLTH	9
2.5 Hubungan Generator AC Tiga Fasa	10

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Jenis Penelitian.....	12
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	12
3.4 Parameter Ukur	13
3.5 Metodologi Penelitian	13
3.6 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
5.4 PLTMH Polohungo	15
5.4 Perhitungan Debit Air (Q).....	17
4.3 Perhitungan Daya PLTMH Polohungo	17
4.4 Pembahasan.....	19
BAB V PENUTUP.....	21
5.1 Kesimpulan	21
5.2 Saran.....	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN - LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Table 4.1 Spesifikasi Teknis PLTMH Polohungo	15
Table 4.2 Data Pengukuran Pada PLTMH Polohungo	16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik	5
Gambar 2.2 Bagan PLTMH	9
Gambar 2.3 Skema dan Fasor Diagram Hubungan Bintang	11
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	14
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Debit Air	17
Gambar 4.2 Perbandingan Daya Generator	19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber energi terbarukan memiliki potensi yang besar bila dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik yang dapat dipakai di daerah-daerah yang terisolir. Desa mandiri energi (DME) merupakan salah satu program untuk pemenuhan kebutuhan energinya sendiri. Desa Mandiri Energi (DME) merupakan alternatif pemecahan masalah penyediaan energy, disamping itu pengembangan Program DME diharapkan dapat mengurangi tingkat kemiskinan (*Pro-Poor*), memperkuat ekonomi nasional (*Pro-Growth*) dan memperbaiki lingkungan (*Pro-Planet*). Program ini dicanangkan pertama kali oleh Presiden RI pada tahun 2007. Kriteria dari desa mandiri energi adalah desa yang mampu memenuhi minimal 60% dari total kebutuhan energinya (listrik dan bahan bakar) dengan memberdayakan potensi sumber daya setempat serta tumbuhnya kegiatan produktif untuk meningkatkan perekonomian desa sebagai dampak dari ketersediaan energi lokal [1].

Dalam usaha meningkatkan mutu hidup dan pertumbuhan ekonomi masyarakat pedesaan, energi listrik memiliki peranan sangat besar [2]. Ketersediaan listrik di pedesaan baik dikelola swasta maupun pemerintah akan mendorong peningkatan produktivitas, sarana keagamaan, pendidikan, kesehatan dan fasilitas umum lainnya [3].

Pada saat ini sudah banyak desa yang menikmati listrik tetapi hanya menggunakan sumber energi terbarukan dari matahari [4], padahal cukup besar potensi air yang belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan air sebagai energi baru dan terbarukan untuk membangkitkan energi listrik saat ini tengah berkembang, dimana selain digunakan untuk mendukung kehidupan, air juga dapat digunakan sebagai sumber tenaga primer PLTMH [5]–[7].

Untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber tenaga primer PLTMH, selain dilihat dari sisi sosial, selayaknya pelaksanaan pembangunan PLTMH diikuti dengan pengujian dan evaluasi kinerja agar instalasi yang terbangun dapat berjalan dan memiliki kinerja yang optimum. Uji kinerja Peralatan elektromekanikal pada PLTMH pada dasarnya merupakan kewajiban pelaksanaan pembangunan PLTMH yang sekaligus dapat memberikan masukan strategis pada proses perancangan dan fabrikasi [8]. Penilaian kinerja sebuah turbin air umumnya mengacu pada aturan bahwa efisiensi sebuah mesin pembangkit dengan output daya listrik dan variasi tinggi jatuh air (*head*) terhadap jangkauan (*range*) tertentu harus memenuhi efisiensi yang sesuai dengan spesifikasinya.

PLTMH Polohungo berkapasitas 40 KW yang berlokasi di Kabupaten Gorontalo dengan jenis turbin crossflow dan juga memiliki power house sendiri. Jaringan PLTMH langsung tersalurkan ke beban listrik skala kecil (*small scale power load*) desa polohungo. Menurut aparat dan masyarakat desa, PLTMH Polohungo fluktuasi sumber energy primer yang berupa air sangat bergantung pada musim, tetapi pada awal beroperasinya PLTMH tahun 2016, pembangkit tersebut dapat memasok listrik walaupun belum memasuki musim penghujan.

Tetapi pada tahun 2019 pembangkit tersebut mengalami penurunan pasokan daya terhadap beban. Hal ini terlihat banyak beban yang tidak lagi mendapat suplai daya dari pembangkit tersebut, walaupun sudah memasuki musim penghujan. Oleh karena itu perlu diadakan analisis kinerja PLTMH 40 kW terhadap beban listrik di Desa Polohungo Kabupaten Gorontalo.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yakni bagaimana kinerja PLTMH Polohungo 40 KW terhadap *Small scale power load* di desa Polohungo Kabupaten Gorontalo.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

Untuk mengetahui kinerja PLTMH Polohungo terhadap beban listrik skala kecil di Desa Polohungo Kabupaten Gorontalo.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

Untuk dapat menyelesaikan persoalan kinerja PLTMH Polohungo lebih optimal terhadap kebutuhan energi listrik di Desa Polohungo Kabupaten Gorontalo.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini hanya membahas pada pasokan daya PLTMH Polohungo terhadap kebutuhan daya listrik di desa Polohungo Kabupaten Gorontalo.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

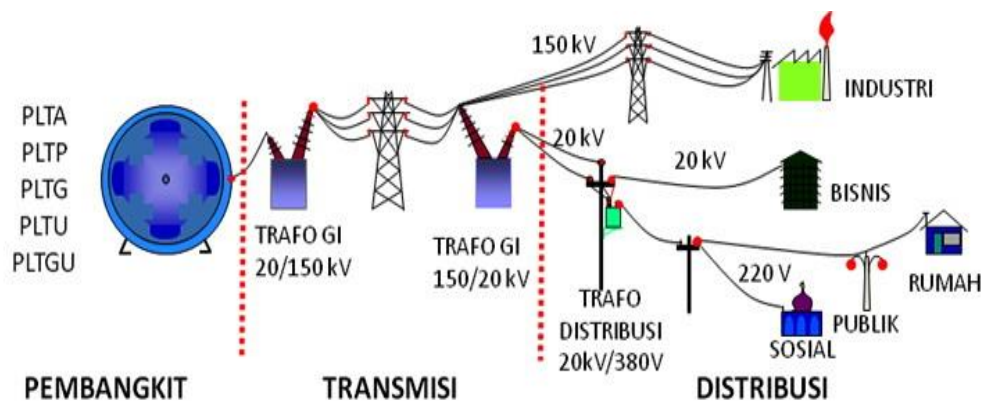
2.1 Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha (kerja) atau melakukan suatu perubahan [9]. Energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat dirubah bentuknya. Menurut dari sumber didapatnya, energi terbagi menjadi 2 antara lain [10]:

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 dieksploitasi, maka untuk mengganti sumbernya dalam jumlah yang sama akan memerlukan waktu hingga jutaan tahun. Jika sumber energi ini dieksploitasi 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 adalah energi yang berasal dari sumber daya alam yang dihasilkannya tak terhabiskan dan dapat diperbarui 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. Salah satu energi terbarukan adalah pembangkit listrik tenaga mikro hidro, yang di Indonesia dapat dibuat karena banyak sungai dan banyak daerah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik negara (PLN).

2.2 Sistem Tenaga Listrik

Terdapat tiga komponen penting yang membentuk sistem tenaga listrik yang dihubungkan satu sama lain, yaitu komponen pembangkitan, komponen transmisi dan komponen yang berkaitan dengan distribusi (pembebanan) [4]. Secara sederhana sistem tenaga listrik dapat digambarkan seperti Gambar 2.1. berikut.



Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik

1. Pembangkit Tenaga Listrik

Pembangkit listrik memasok tenaga listrik ke sistem tenaga listrik yang terdiri dari generator dan penggerak mula, adapun penggerak mula berupa mesin pemutar poros generator yang merubah suatu bentuk energi menjadi energi mekanik.

Jenis penggerak mula bermacam-macam, sesuai dengan sumber tenaga yang menghasilkan gerak tersebut antara lain [11]:

- a. Mesin diesel,
- b. Turbin gas,
- c. Turbin uap,
- d. Turbin air,
- e. Kincir Angin, dll.

Tenaga listrik diperoleh dari generator arus bolak-balik dengan frekuensi tertentu. Generator-generator di sistem tenaga listrik di Indonesia menggunakan frekuensi 50 Hertz (Hz), dengan kapasitas yang beragam dari beberapa ratus

kiloWatt (kW) sampai ratus MegaWatt (MW). Pembangkit-pembangkit dalam suatu sistem tenaga listrik dibagi dalam 2 kelompok besar, yaitu kelompok pembangkit listrik termal dan kelompok pembangkit listrik tenaga air atau hidro. Pembangkit listrik termal dapat berupa Pusat Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pusat Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), Pusat Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pusat Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA), Pusat Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dan sebagainya.

2. Distribusi Tenaga Listrik

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (Bulk Power Source) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah; 1) pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan 2) merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 154kV, 220kV atau 500kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2.R$). Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula. Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke

konsumen-konsumen. Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam system tenaga listrik secara keseluruhan.

Pada sistem penyaluran daya jarak jauh, selalu digunakan tegangan setinggi mungkin, dengan menggunakan trafo-trafo step-up. Nilai tegangan yang sangat tinggi ini (HV, UHV, EHV) menimbulkan beberapa konsekuensi antara lain: berbahaya bagi lingkungan dan mahal harganya perlengkapan - perlengkapannya, selain menjadi tidak cocok dengan nilai tegangan yang dibutuhkan pada sisi beban. Maka, pada daerah-daerah pusat beban tegangan saluran yang tinggi ini diturunkan kembali dengan menggunakan trafo-trafo step-down. Akibatnya, bila ditinjau nilai tegangannya, maka mulai dari titik sumber hingga di titik beban, terdapat bagian-bagian saluran yang memiliki nilai tegangan berbeda-beda. Sistem distribusi terdiri atas system distribusi primer dan sekunder.

a. Jaringan Distribusi Primer

Jaringan distribusi primer yaitu jaringan tenaga listrik yang menyalurkan daya listrik dari gardu induk sub transmisi ke gardu distribusi. Jaringan ini merupakan jaringan tegangan menengah atau jaringan tegangan primer. Biasanya, jaringan ini menggunakan enam jenis jaringan yaitu system radial dan system tertutup atau *loop*, *ring*, *network spindle* dan *cluster*.

b. Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan ini menggunakan tegangan rendah. Sebagaimana halnya dengan distribusi primer, terdapat pula pertimbangan perihal keadaan pelayanan dan regulasi tegangan, distribusi sekunder yaitu jaringan tenaga listrik yang menyalurkan daya listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Jaringan ini sering jaringan tegangan rendah.

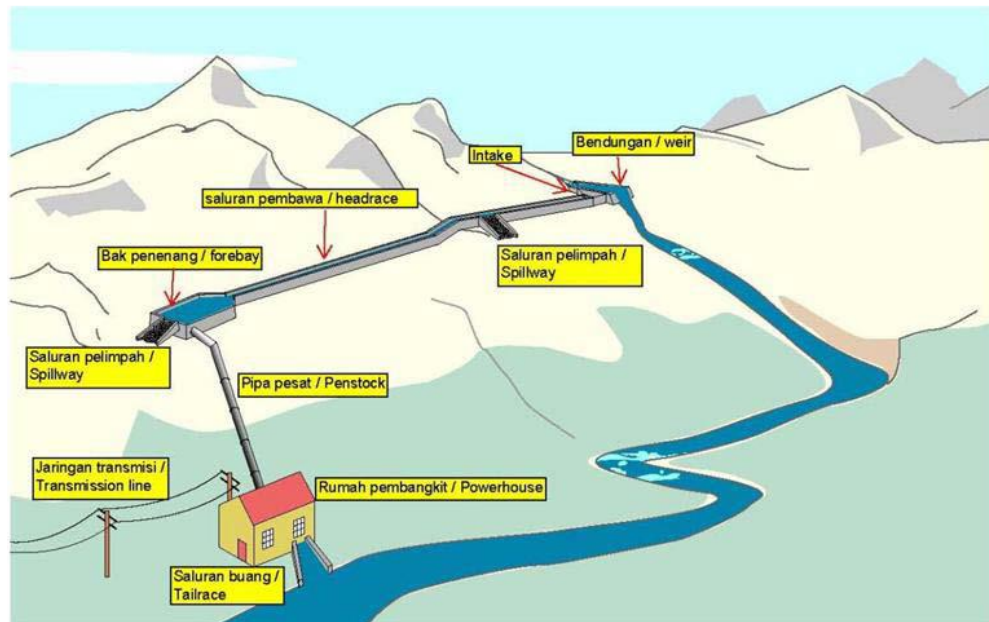
Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial. Sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi. Sistem ini biasanya disebut system tegangan rendah yang langsung akan

dihubungkan kepada konsumen/pemakai tenaga listrik dengan melalui peralatan-peralatan distribusi.

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH), adalah suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerakannya, seperti: saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan 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. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhan air (*head*) [12].

Semakin tinggi jatuhan air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Di samping faktor geografis (tata letak sungai), tinggi jatuhan air dapat pula diperoleh dengan membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi. Air dialirkan melalui sebuah pipa pesat ke dalam rumah pembangkit yang pada umumnya di bagian tepi sungai untuk menggerakkan turbin atau kincir air mikrohidro. Energi mekanik yang berasal dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. Mikrohidro bisa memanfaatkan ketinggian air yang tidak terlalu besar, misalnya dengan ketinggian air 2.5 meter dapat dihasilkan listrik 400 W [7].



Gambar 2.2 Bagan PLTMH

Untuk lebih detailnya, prinsip kerja dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah sebagai berikut:

1. Aliran sungai dibendung agar mendapatkan debit air (Q) dan tinggi jatuh air (H), kemudian air yang dihasilkan disalurkan melalui saluran penghantar air menuju kolam penenang [13].
2. Kolam penenang dihubungkan dengan pipa pesat, dan pada bagian paling bawah di pasang turbin air.
3. Turbin air akan berputar setelah mendapat tekanan air (P), dan perputaran turbin dimanfaatkan untuk memutar generator [14].
4. Setelah mendapat putaran yang konstan maka generator akan menghasilkan tegangan listrik, yang dikirim ke konsumen melalui saluran kabel distribusi.

2.4 Prinsip Pembangkitan Energi Listrik dengan PLTMH

Pembangkitan energi listrik dengan PLTMH merupakan proses konversi energi mekanik yang dihasilkan oleh tenaga air menjadi energi listrik. Ketinggian jatuh air efektif (H_{net}) dari tingkat yang paling tinggi ke tempat yang paling rendah dimanfaatkan untuk memutar turbin yang selanjutnya akan memutar generator. Ketinggian jatuh air efektif dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$H_{net} = H_{gross} - (h_f sb + h_f forebay) \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana : H_{net} = Ketinggian jatuh air efektif (m)
 H_{gross} = Ketinggian jatuh air maksimum terukur (m)
 $h_f sb$ = Head fraction terhitung di bak pengendap (m)
 $h_f forebay$ = Head fraction terhitung di bak penenang (m)

Persamaan umum untuk debit air adalah sebagai berikut:

$$Q = A \cdot v \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan : Q = Debit air (m³/detik)
 A = Luas penampang melintang saluran (m²)
 v = Kecepatan rata-rata aliran air (m/detik)

Persamaan umum dari daya yang dihasilkan dalam semua pembangkit tenaga air adalah sebagai berikut :

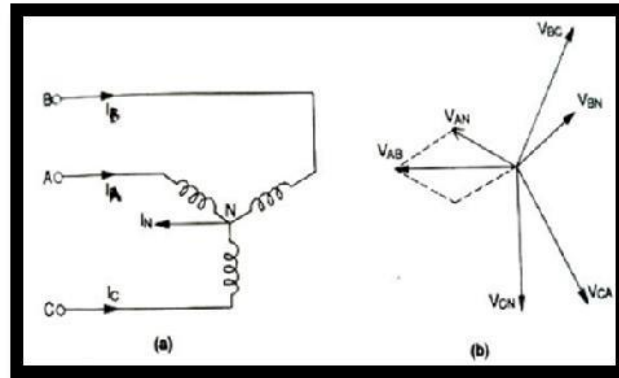
$$P = \rho \times Q \times g \times H \times \eta_t \times \eta_g \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan : P = Daya yang dihasilkan (Watt)
 ρ = densitas air (kg/m³)
 H = Ketinggian jatuh air maksimum (meter)
 Q = Debit air (m³/detik)
 η_t = Efisiensi dari turbin
 η_g = Efisiensi dari generator

Berdasarkan persamaan di atas, maka usaha memperoleh daya yang maksimal tergantung dari usaha memperoleh tinggi jatuh air maksimal dan debit air secara maksimal.

2.5 Hubungan Generator AC Tiga Fasa

Gambar 2.3 memperlihatkan skema hubungan bintang dan fasor diagramnya [13].



Gambar 2.3 Skema dan Fasor Diagram Hubungan Bintang

Dari gambar diatas diperoleh :

$$V_L = \sqrt{3} \cdot V_f \dots\dots\dots (2.4)$$

$$I_L = I_f \dots\dots\dots (2.5)$$

$$P = 3 \cdot V_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi \dots\dots\dots (2.6)$$

$$P = 3 \cdot \frac{V_L}{\sqrt{3}} \cdot I_L \dots\dots\dots (2.7)$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi \dots\dots\dots (2.8)$$

$$S = 3 \cdot V_f \cdot I_f \dots\dots\dots (2.9)$$

$$S = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

V_L = Tegangan Line (volt)

S = Daya Semu (VA)

V_f = Tegangan Fasa (volt)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

I_L = Arus Line (Ampere)

I_f = Arus Fasa (Ampere)

P = Daya nyata (Watt)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian akan dilaksanakan mulai dari Februari 2019 hingga Agustus 2020. Adapun lokasi penelitian akan dilaksanakan di Desa Polohungo, Kab.Gorontalo Provinsi Gorontalo.

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat eksperimental sehingga dari ruang lingkup masalah dapat dilakukan dengan metode survey (observasi dan pengukuran), metode studi pustaka (*library research*), metode pengumpulan data (*field research*).

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data terdiri dari pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder:

a. Data Primer

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sistem kelistrikan didesa polohungo dan laporan pembukuan PLTMH Polohungo, maupun daya yang dipasok oleh PLTMH.

b. Data Sekunder

Dalam metode ini dilakukan pencarian sebanyak mungkin literature yang ada, baik dari buku, jurnal maupun internet.

3.4 Parameter Ukur

Parameter ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah data parameter-parameter debit air, tinggi jatuh air, volume bak penenang, tegangan dan arus pada generator, data beban dan juga kajian/identifikasi pasokan daya PLTMH terhadap beban.

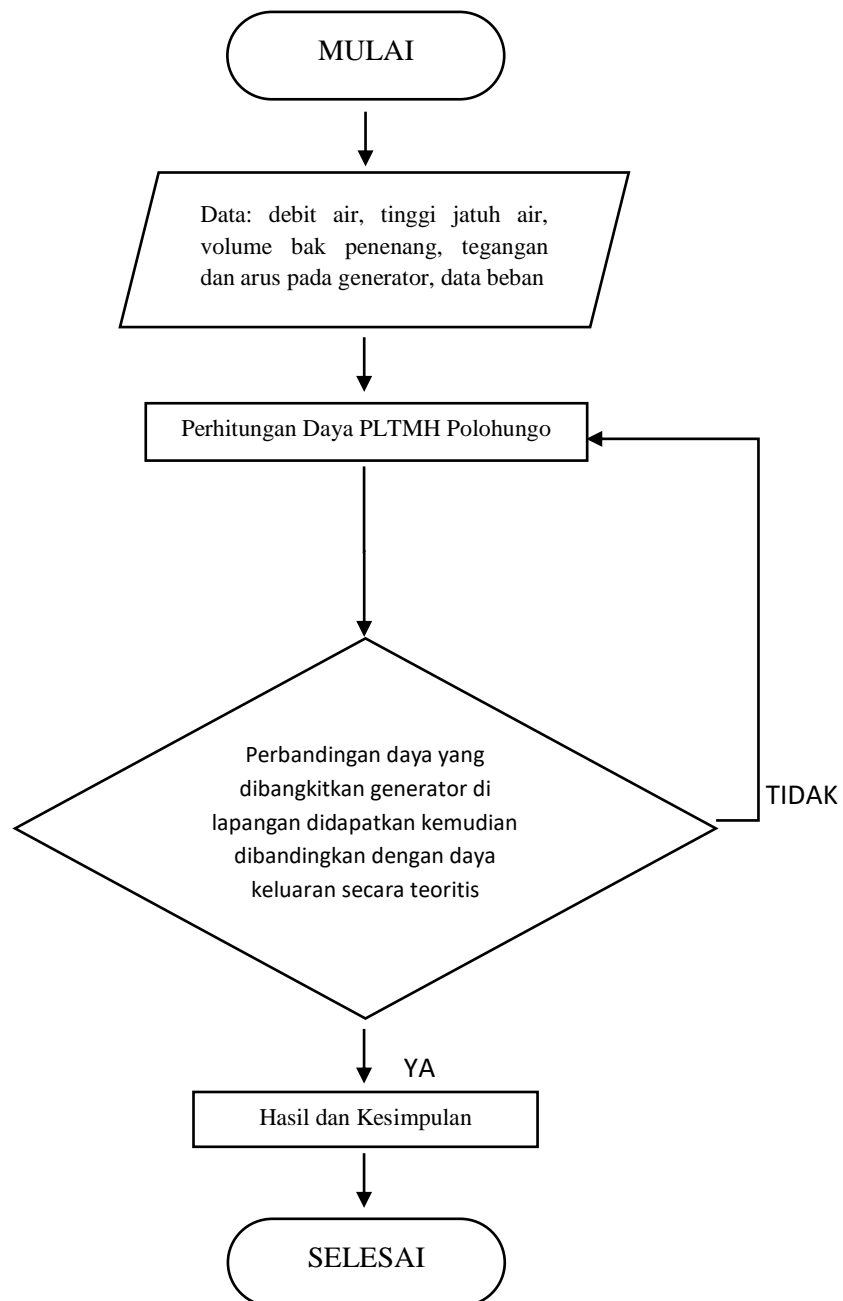
3.5 Metodologi Penelitian

Data-data di atas digunakan sebagai perhitungan potensi daya pada PLTMH Polohungo.

Setelah menghitung potensi daya pada PLTMH Polohungo, kemudian mengukur tegangan dan arus serta daya yang dihasilkan oleh generator dengan melakukan pengujian pembangkit. Dalam pengujian pembangkit diukur Arus dan tegangan pada pangkal dan ujung saluran penghantar.

Setelah hasil perhitungan daya yang dibangkitkan generator di lapangan didapatkan kemudian dibandingkan dengan daya keluaran secara teoritis (P_{out}). Kemudian dari hasil perhitungan dan perbandingan sehingga dapat menarik kesimpulan sebagai bahan evaluasi terhadap kinerja PLTMH Polohungo dalam menanggung kebutuhan daya listrik pada beban skala kecil tersebut.

3.6 Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 PLTMH Polohungo

Desa Polohungo adalah salah satu desa yang terletak di wilayah Utara Kabupaten Gorontalo, dengan luas wilayah $\pm 36 \text{ Km}^2$ yang terbagi dalam 4 Dusun. Batas wilayah sebelah utara yaitu desa Manano, sebelah timur yaitu desa pilomonu dan sebelah selatan dan barat yaitu desa Bina jaya.

Bentuk struktural kemiringan lereng 25-40 % dengan curah hujan 378 mm/tahun, serta topografi yang tinggi. Jarak dari ibu kota Provinsi Gorontalo ke desa polohungo $\pm 115 \text{ Km}$, dengan jumlah penduduk 1205 Jiwa 340 KK pada tahun 2019 [15].

Data spesifikasi teknis yang didapatkan dilapangan yaitu terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Spesifikasi Teknis PLTMH Polohungo

No.	Uraian	Spesifikasi
1	Bendung, dimensi :	
	- Panjang Bendung	15 m
	- Lebar Mercu	0,5 m
	- Jumlah Pilar	1 bh
	- Lebar Pembilas	1 m
2	Intake, dimensi :	
	- Lebar	60 cm
	- Tinggi	80 cm
3	Saluran Pembawa, dimensi :	
	- Lebar	60 cm
	- Tinggi	60 cm
	- Panjang	14 m
4	Bak Penenang, dimensi :	
	- Panjang	7 m
	- Lebar	1,7 m
	- Tinggi	1,3 m
5	Penstock plat besi, dimensi :	
	- Panjang	350 m
	- Diameter	10 Inchi

	- Tebal	3 mm
	- Efisiensi	95 %
6	Turbin :	
	- Tipe/Model	Crossflow T-14
	- Diameter <i>runner</i>	225 mm
	- Lebar <i>runner</i>	70 mm
	- Debit <i>desain</i>	60 Liter/detik atau 0,06 m ³ /detik
	- <i>Net Head</i>	65 m
	- Efisiensi	70 %
7	Transmisi Mekanik :	
	- Jenis	Transmisi <i>Belt & Pully</i>
	- Belt	<i>Flat-Belt</i> 30x3178 mm, GT 40
	- Efisiensi	98 %
	- Rasio	1:1
8	Generator :	
	- Tipe/Jenis	MJB 200 SA
	- Putaran	1500 rpm
	- Kapasitas	50 kVA/40 kW
	- Tegangan	3 Fasa 380/220 Volt
	- Frekuensi	50 Hz
	- Faktor Daya	0,8
	- Efisiensi	89 %
9	<i>Ballast Load</i>	
	- Tipe	<i>Air Heater</i>
	- <i>Rating Power</i>	50 kW
10	Instalasi Rumah	
	- Jumlah sambungan	70 Sambungan
	- Kapasitas daya/sambungan	450 VA atau 360 Watt

Data pengukuran yang dilakukan pada PLTMH Polohungo tanggal 28 Juni 2020, pukul 12.30 WITA untuk pengukuran waktu pengisian air bak penenang dan pukul 12.45 WITA untuk pengukuran Tegangan, Arus dan Frekuensi pada generator, seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tabel 4.2. Data Pengukuran Pada PLTMH Polohungo

No.	Uraian
1	Tegangan Fasa Pada Generator : V _{R-N} : 226,4 Volt V _{S-N} : 225,4 Volt V _{T-N} : 224,9 Volt
2	Arus Pada Generator : I _R : 18,2 Amper I _S : 18,6 Amper I _T : 18,5 Amper
3	Frekuensi Pada Generator :

	50 Hz
4	Waktu Pengisian Air Bak Penenang
:	
	9 Menit

4.2 Perhitungan Debit Air (Q)

Dalam perhitungan debit air (Q) pada PLTMH Polohungo dilakukan dengan cara perhitungan volume dari dimensi bak penenang dengan pengukuran waktu pengisian air pada bak sebagai berikut :

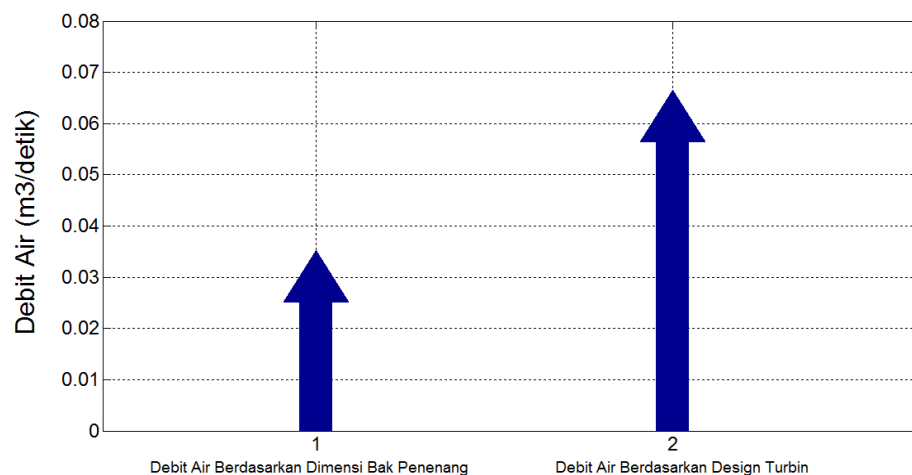
Volume bak Penenang : $v = 700 \text{ cm} \times 170 \text{ cm} \times 130 \text{ cm}$

$$v = 15.470.000 \text{ cm}^3$$

$$v = 15,47 \text{ m}^3$$

Waktu Pengisian Air $t = 9 \text{ Menit} = 540 \text{ Detik}$

$$Q = \frac{v}{t} = \frac{15,47}{540} = 0,02865 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Debit Air

4.3 Perhitungan Daya PLTMH Polohungo

Perhitungan daya pada PLTMH Polohungo menggunakan debit air pengisian bak penenang 0,02865 m³/detik dan debit air *desain* turbin 0,06 m³/detik, dengan *net head* 65 meter, efisiensi turbin *crossflow* (η_{tb}) 70 %, efisiensi dari pipa pesat (η_{pp}) 95 %, efisiensi transmisi mekanik (η_{tm}) 98 % dan efisiensi generator (η_g) 89 %.

- 1) Perhitungan Daya berdasarkan Debit Air Pengisian Bak Penenang
 - Besar Daya Hidrolik :

$$P_h = 9,81 \times 0,02865 \times 65$$

$$P_h = 18,269 \text{ kW}$$

-Besar Daya Mekanik Turbin :

$$P_{tb} = 0,95 \times 0,7 \times 18,269$$

$$P_{tb} = 12,149 \text{ kW}$$

-Besar Daya Elektrik Generator :

$$P_{outBP} = 0,98 \times 0,89 \times 12,149$$

$$P_{outBP} = 10,596 \text{ kW}$$

Dari perhitungan daya berdasarkan debit air pengisian bak penenang (P_{outBP}) didapatkan kapasitas daya yang mampu dihasilkan oleh besar daya hidrolik yaitu 18,269 kW, kemudian besar daya berdasarkan oleh mekanik turbin 12,149 kW dan besar total daya yang dihasilkan oleh generator yaitu 10,596 kW.

2) Perhitungan Daya Berdasarkan Debit Air *Desain* Turbin

-Besar Daya Hidrolik :

$$P_h = 9,81 \times 0,06 \times 65$$

$$P_h = 38,259 \text{ kW}$$

-Besar Daya Mekanik Turbin :

$$P_{tb} = 0,95 \times 0,7 \times 38,259$$

$$P_{tb} = 25,442 \text{ kW}$$

-Besar Daya Elektrik Generator :

$$P_{outDT} = 0,98 \times 0,89 \times 25,442$$

$$P_{outDT} = 22,191 \text{ kW}$$

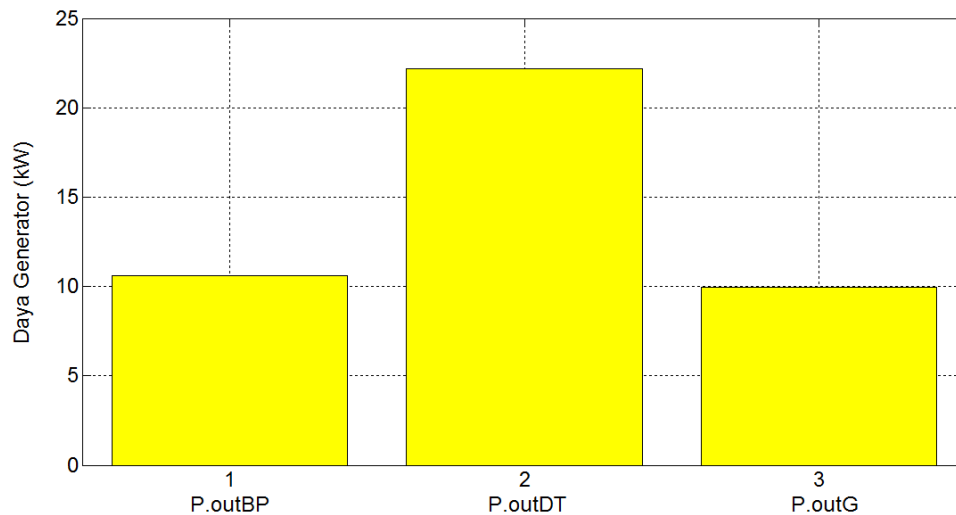
Sedangkan perhitungan daya berdasarkan debit *desain* Turbin (P_{outDT}) didapatkan kapasitas daya yang mampu dihasilkan oleh besar daya hidrolik yaitu 38,259 kW, kemudian besar daya berdasarkan oleh mekanik turbin 25,442 kW dan besar total daya yang dihasilkan oleh generator yaitu 22,191 kW.

3) Perhitungan Kapasitas Daya Yang Dihasilkan Generator

$$\begin{aligned} P_{outG} &= (226,4 \times 18,2 \times 0,8) + (225,4 \times 18,6 \times 0,8) + (224,9 \times 18,5 \times 0,8) \\ &= 3296,384 + 3353,952 + 3328,52 \\ &= 9978,856 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$= 9,979 \text{ kW}$$

Kapasitas daya yang mampu dihasilkan saat generator PLTMH Polohungo beroperasi dengan debit air $0,02865 \text{ m}^3/\text{detik}$ yaitu sebesar $9,979 \text{ kW}$.



Gambar 4.2. Perbandingan Daya Generator

4.4 Pembahasan

Pada evaluasi kali ini, kondisi keseluruhan komponen utama seperti Generator, Turbin dan sistem kontrol pembangkit masih bekerja dengan baik meskipun tidak ditemukan riwayat perawatannya. Demikian dengan kondisi *Air Heater* sebagai *Ballast Load* masih bekerja dengan baik kecuali pada remote monitoring system yang sudah tidak bekerja dengan baik karena ada beberapa kabel terputus akibat gigitan tikus.

Konstruksi bangunan sipil yaitu bendung (*weir*), saluran *headrace*, bak pengendap atau bak penenang (*Forebay*), saluran pelimpah, pipa penstock, rumah pembangkit, dan *tailrace* masih berada dalam kondisi baik. Tetapi Pada saluran penyadap (*intake*) tidak tersedianya saringan yang berfungsi untuk menyaring sedimen apung. Hal ini menyebabkan sedimen apung bisa memasuki ke saluran pembawa dan saringan pada bak penenang perlu dilakukan perbaikan agar sedimen apung tersaring dengan baik sehingga kinerja turbin tidak terganggu.

Debit air yang mengalir untuk pengisian bak penenang tersebut adalah 0,02865 m³/ detik. Dari hasil perhitungan debit air tersebut terlihat bahwa ada perbedaan 0,03135 m³/detik dari debit desain turbin PLTMH Polohungo, perbandingannya terlihat pada Gambar 4.1, kemudian pada Gambar 4.2 perbandingan antara daya generator saat beroperasi P_{outG} sebesar 9,979 kW dengan daya yang dibangkitkan berdasarkan teori debit air pengisian bak penenang sebesar 10,596 kW, terdapat selisih daya sebesar 0,617 kW atau 5,82% dari besar daya yang dihasilkan secara teori. Sedangkan perbandingan besar daya yang dihasilkan generator saat beroperasi P_{outG} dengan daya yang dibangkitkan berdasarkan teori debit air *desain* turbin sebesar 22,191 kW, terdapat selisih daya sebesar 12,212 kW atau 55,03% dari besar daya yang dihasilkan secara teori.

Menurut aparat dan masyarakat Desa Polohungo pada awal beroprasinya PLTMH Polohungo pada tahun 2014, pembangkit tersebut bisa memenuhi kebutuhan listrik keseluruhan 70 unit sambungan dengan daya masing – masing 300 Watt per unit sambungan atau keseluruhan total beban 21 kW. Tetapi sekitar tahun 2017 debit air mulai berkurang, sehingga PLTMH polohungo tersebut sudah tidak maksimal lagi menanggulangi beban daya skala kecil (*Small Scale Power Load*) tersebut. Jadi dari kapasitas daya yang dihasilkan oleh generator (P_{outG}) untuk menanggulangi beban daya skala kecil (*Small Scale Power Load*) hanya bisa menyuplai daya listrik ke 33 unit sambungan dari total 70 unit sambungan. Jadi persentase rasio kinerja PLTMH Polohungo yaitu 47,14 %.

BAB V

PENUTUP

1.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan PLTMH Polohungo, sehingga dapat menyimpulkan kondisi keseluruhan komponen utama PLTMH Polohungo seperti Generator, Turbin dan sistem kontrol pembangkit masih bekerja dengan baik meskipun tidak ditemukan riwayat perawatannya. Perhitungan debit air pengisian bak penenang lebih kecil 0,02865 m³/detik dari debit air desain turbin sebesar 0,06 m³/detik. Perbandingan besar daya generator pada saat beroperasi dengan daya yang dibangkitkan berdasarkan teori debit air desain turbin terdapat selisih daya sebesar 12,212 kW atau 55,03% dari besar daya yang dihasilkan secara teori. Sehingga PLTMH Polohungo dapat disimpulkan tidak optimal dalam menanggulangi beban daya skala kecil (*small scale power load*), dimana besar daya yang dihasilkan oleh perhitungan teoritis lebih besar dari besar daya yang dihasilkan pada saat generator beroperasi dengan debit air 0,02865 m³/detik.

1.2 Saran

Diharapkan kepada aparat desa, agar dibuat kelompok pengelola PLTMH Polohungo tersebut sehingga mesin dan peralatannya terawat. Penggunaannya bisa dialihkan untuk penerangan Jalan Desa ketika seluruh rumah warga sudah terpasang aliran listrik dari PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Kariongan, N. Harun, A. Suyuti, and S. Humena, "Optimization of renewable energy generation to increase the electrification ratio in Borme District - Papua province," *ARNP J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 14, no. 4, 2019.
- [2] R. Syukrahmi, Hidayat, and Cahayahati, "Studi Kelayakan Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Minkrohidro Lubuk Tempurung Kelurahannkuranji Kota Padang," vol. 12, no. 1, p. 973, 2018, [Online]. Available: <http://www.ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php?journal=JFTI&page=article&op=view&path%5B%5D=13147>.
- [3] S. Sukamta and A. Kusmantoro, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur," *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 5, no. 2, pp. 58–63, 2013, doi: 10.15294/jte.v5i2.3555.
- [4] S. Humena, F. E. P. Surusa, and H. Anang, "Dampak Masuknya Plts Isimu 10 MW Terhadap Profil Tegangan Pada Sistem Kelistrikan 150 Kv Gorontalo," *Dielektrika*, vol. 5, no. 2, pp. 125–132, 2018, [Online]. Available: <http://dielektrika.unram.ac.id/index.php/dielektrika/article/view/170>.
- [5] F. Alamsyah, D. Notosudjono, and H. Soebagia, "Studi Kinerja Generator Pembangkit Listrik Tenaga Air Ubrug Sukabumi," pp. 1–11, 2016.
- [6] A. Nugroho, "Daya Terserap Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro Karangtalun Yang Digabung Dengan Pt Pln (Persero) Rayon Boja Area Semarang," vol. 17, no. 1, pp. 30–34, 2015, doi: 10.12777/transmisi.17.1.30-34.
- [7] M. Riadi, "Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)," 2016. <https://www.kajianpustaka.com/2016/10/pembangkit-listrik-tenaga-mikro-hidro.html>.
- [8] S. Nafis, A. Berlian, T. Anggono, and H. Maksun, "Evaluasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Studi Kasus : PLTMH Kombongan , Kab . Garut , Jawa Barat Evaluation On The Performance Of Microhydro Power Plant (PLTMH)," vol. 11, no. 1, pp. 27–40, 2012.
- [9] K. Swawikanti, "Mengenal Energi dan Perubahannya dalam Sistem," 2021. <https://www.ruangguru.com/blog/tahukah-kamu-asal-terjadinya-energi>.
- [10] A. Sugiri, H. Burhanuddin, and E. Trinando, "Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) pada sungai Arter Desa Hurun Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Lampung," *J. Mech.*, vol. 4, no. 2, pp. 32–37, 2013.
- [11] E. D. Meilandari *et al.*, "Analisa Aliran Daya Optimal Pada Sistem Kelistrikan Bali," vol. 36, no. 1.
- [12] S. T. Very Dwiyanto, Dyah Indriana K, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai)," *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 4, no. 3, pp. 407–422, 2018, [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/127987/analisis->

- pembangkit-listrik-tenaga-mikro-hidro-pltmh-studi-kasus-sungai-air-anak.
- [13] F. M. Pratama, H. Santoso, and T. Utomo, "Evaluasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Bantal pada Pabrik Gula Assembagoes Kabupaten Situbondo," *J. Mhs. TEUB*, vol. 2, no. 1, 2014, [Online]. Available: <http://elektro.studentjournal.ub.ac.id/index.php/teub/article/view/184/146>.
 - [14] N. Doda and H. Mohammad, "Analisis Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik," vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2018, doi: <https://doi.org/10.32662/gojise.v1i1>.
 - [15] B. Kabupaten Gorontalo, *Kecamatan Tolangohula Dalam Angka 2020*. Kabupaten Gorontalo: BPS Kabupaten Gorontalo, 2020.

Lampiran – Lampiran:















T2115018 ABDUL RIFAT KOMBU

STUDI KINERJA PLTMH POLOHUNGO 40 KW TERHADAP SMAL...

Sources Overview

35%

OVERALL SIMILARITY

1	www.scribd.com	7%
2	id.123dok.com	5%
3	id.scribd.com	5%
4	digilib.unhas.ac.id	4%
5	123dok.com	3%
6	es.scribd.com	3%
7	jt.ft.ung.ac.id	2%
8	docplayer.info	1%
9	repository.unhas.ac.id	1%
10	energisia.wordpress.com	<1%
11	repository.uksw.edu	<1%
12	www.slideshare.net	<1%
13	journal2.uad.ac.id	<1%
14	journals.ums.ac.id	<1%
15	media.neliti.com	<1%

Excluded search repositories:

- Submitted Works



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
UNIVERSITAS ICHSAN
(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. 0865/UNISAN-G/S-BP/XI/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini :

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

Dengan ini Menyatakan bahwa :

Nama Mahasisw : ABDUL RIFAT KOMBU
NIM : T2115018
Program Studi : Teknik Elektro (S1)
Fakultas : Fakultas Teknik
Judul Skripsi : STUDI KINERJA PLTMH POLOHUNGO 40 KW
TERHADAP SMALL SCALE POWER LOAD (SSPL)

Sesuai dengan hasil pengecekan tingkat kemiripan skripsi melalui aplikasi Turnitin untuk judul skripsi di atas diperoleh hasil Similarity sebesar 35%, 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 diujikan.

Demikian surat rekomendasi ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Gorontalo, 04 November 2021

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



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS IHSAN GORONTALO
LEMBAGA PENELITIAN

Kampus Unisan Gorontalo Lt.3 - Jln. Achmad Nadjamuddin No. 17 Kota Gorontalo
Telp: (0435) 8724466, 829975 E-Mail: lembagapenelitian@unisan.ac.id

Nomor : 1466/PIP/LEMLIT-UNISAN/GTO/II/2019

Lampiran : -

Hal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth,

Kepala Desa Polohungo

di,-

Kab. Gorontalo

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zulham, Ph.D
NIDN : 0911108104
Jabatan : Ketua Lembaga Penelitian

Meminta kesediannya untuk memberikan izin pengambilan data dalam rangka penyusunan **Proposal / Skripsi**, kepada :

Nama Mahasiswa : Abdul Rifat Kombu
NIM : T2115018
Fakultas : Fakultas Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Lokasi Penelitian : PLTMH POLOHUNGO
Judul Penelitian : STUDI KINERJA PLTMH POLOHUNGO 40 KW TERHADAP (SSPL) SMALL-SCALE POWER LOAD

Atas kebijakan dan kerja samanya diucapkan banyak terima kasih.

Gorontalo, 23 Februari 2019

Zulham, Ph.D
NIDN 0911108104

+

**BIODATA CALON WISUDAWAN
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO**

Nama : Abdul Rifat Kombu

Nim : T21.15.018

Jenis Kelamin : Laki - laki

Tempat Tgl Lahir : Sinombayuga, 23 Oktober 1993

Pekerjaan : -

Agama : Islam

Suku Bangsa : Indonesia

Alamat : Dusun I, Desa Sinombayuga, Kec. Posigadan, Kab. Bolaang
Mongondow Selatan.

Fakultas : Teknik

Program Studi : Elektro

Jenjang Pendidikan : S1

No. HP : 082290080922

IPK : -

Tanggal Yudisium : -

Ukuran Toga : L

Email : komburifat@gmail.com

Judul Skripsi : Studi Kinerja PLTMH Polohungo 40 Kw Terhadap Small Scale
Power Load (SSPL)

