

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISMS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Edeline Melati Dewi

NIM : 1810311007

Program Studi : SI Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi "**Analisis Perhitungan Efisiensi Daya Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan Turbin Jenis Francis Mendatar.**" benar bebas dari plagiarism, dengan skor nilai 23 %. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Demikian surat pernyataan ini dibuat untk dipergunakan sebagaimana mestinya

Jakarta, 20 Juni 2022

Yang menyatakan



(Edeline Melati Dewi)

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T.M.T



Dr. Damora Rliakasywi, S.T., M.T

ANALISIS DAN PERHITUNGAN EFISIENSI DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DENGAN TURBIN JENIS FRANCIS MENDATAR

by Edeline Melati Dewi

Submission date: 20-Jun-2023 01:18PM (UTC+0700)

Submission ID: 2119539604

File name: CEK_TURNITIN_20_JUNI_2023_FIX.docx (6.12M)

Word count: 5295

Character count: 32317



**ANALISIS DAN PERHITUNGAN EFISIENSI DAYA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DENGAN
TURBIN JENIS FRANCIS MENDATAR**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik**

EDELIN MELATI DEWI

1810311007

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2023

**ANALISIS DAN PERHITUNGAN EFISIENSI DAYA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DENGAN
TURBIN JENIS FRANCIS MENDATAR**

Edeline Melati Dewi

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro adalah pembangkit listrik berskala kecil sampai menengah di mana sumber utamanya merupakan energi alternatif berupa air bertekanan. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro atau PLTMH ini mempunyai beberapa komponen yang sangat penting yaitu turbin dan generator. PLTMH di Sindangcai menggunakan Turbin jenis francis. Tujuan dari Penelitian ini untuk mengetahui efisiensi dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro di Sindangcai. Penelitian ini akan menggunakan head, debit, daya output sebagai variabel untuk mengetahui efisiensi maksimum dari PLTMH Sindangcai. Pengukuran dilakukan pada 13 titik ketinggian air berbeda yaitu bagian paling tinggi 1,27 m dengan debit yang dihasilkan sebesar 3,5052 m³/s dan bagian terendah yaitu 0,7m dengan debit yang dihasilkan sebesar 1,932 m³/s. Hasil dari penelitian menunjukkan efisiensi tertinggi yang didapat adalah 85,9% dengan daya yang dihasilkan sebesar 1.374,03 KW. Dan efisiensi terkecil yang didapatkan sebesar 47,3% dengan daya output yang dihasilkan sebesar 757,344 KW.

Kata kunci: Energi alternatif, pembangkit listrik tenaga mikrohidro

**ANALYSIS AND CALCULATIONS OF POWER EFFICIENCY
OF MICROHYDRO POWER GENERATION WITH FLAT
FRANCIS TURBINE**

Edeline Melati Dewi

ABSTRACT

Micro hydro power plants are small to medium scale power plants where the main source is an alternative energy in the form of pressurized water. This micro-hydro power plant or PLTMH has several very important components, namely a turbine and a generator. The PLTMH in Sindangcai uses a Francis type turbine. The purpose of this study is to determine the efficiency of a micro-hydro power plant in Sindangcai. This study will use head, discharge, output power as variables to determine the maximum efficiency of the Sindangcai PLTMH. Measurements were made at 13 different water level points, namely the highest part of 1.27 m with a resulting discharge of 3.5052 m³/s and the shallowest part of 0.7m with a resulting discharge of 1.932 m³/s. The results of the study show that the highest efficiency obtained is 85.9% with the power generated at 1.374.03 KW. And the smallest efficiency obtained is 47.3% with the resulting output power of 757.344 KW.

Keywords: Alternative energy, micro hydro power plant

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik adalah energi yang sangat kita butuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Pemenuhan energi alternatif untuk kebutuhan energi listrik mengalami kenaikan setiap tahunnya. Energi yang berasal dari alam seperti energi air, angin, matahari dan biogas juga disebut sebagai energi terbarukan. Indonesia adalah salah satu negara yang mempunyai potensi energi baru terbarukan yang jumlahnya sangat banyak. (Rompas 2011a) Walaupun Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang melimpah, perwujudan energi alternatif yang berupa pembangkit listrik di Indonesia belum memadai, terutama di daerah perdesaan atau daerah terpencil. Menurut S. Warsito, pemilihan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) sebagai energi alternatif merupakan hal yang tepat karena air di alam tidak akan habis dan tidak akan berubah kebentuk yang lain.

Penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa teknik mesin yang berasal dari Universitas Sam Ratulangi Manado yang berjudul "Perencanaan turbin air mikro hidro jenis pelton untuk pembangkit listrik di desa kali kecamatan pineleng dengan head 12 meter" Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan sumber daya alam sebagai energi terbarukan yaitu dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga air. Hasil dari penelitian ini dengan perhitungan head efektif = 12 m dan debit yang digunakan sebesar $Q = 0.06 \text{ m}^3/\text{s}$ daya yang bisa dihasilkan sebesar 4.0 kW. (Poea Ceri Steward, 2013)

Arif Febriansyah melakukan penelitian yang berjudul "Optimalisasi Energi Terbarukan pada Pembangkit Tenaga Listrik dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi di Margajaya " yang bertujuan agar listrik didesa Mzargajaya dapat terpenuhi. Arif Febriansyah menggunakan optimasi energi alternatif yaitu pembangkit listrik hybrid. Dari total 100% konsumsi listrik Pembangkit listrik hybrid ini menghasilkan energi listrik sebesar 95%. (Ilmiah and Teknika 2012)

Mahasiswa Liaoning Shihua University yang berasal dari China melakukan penelitian dengan judul "Experimental Francis Turbine Cavitation Performances of a Hydro-Energy Plant" karena kemampuannya untuk dengan cepat mengubah cara kerjanya dari pembangkit listrik tinggi ke rendah atau sebaliknya, pembangkit listrik tenaga air berada di antara cara yang paling efisien untuk menangani ketidakstabilan jaringan yang diakibatkan oleh sumber energi terbarukan. Di pembangkit ini, turbin Francis merupakan turbin yang paling sering dan banyak penggunaannya di dunia. Sekitar 60% dari kapasitas terpasang dan digunakan untuk pembangkitan beban dasar (Su et al. 2022)

Sri Sukanta melakukan penelitian pada tahun 2018 tentang "Studi Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kedung Sipingit Desa Kayupung Kecamatan Petungkriyono Kabupaten Pekalongan". Penelitian tersebut membahas mengenai efisiensi dari PLTMH dengan menghitung dari debit air dan panjang *penstock*. (Sukanta et al. 2018)

Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Setiawan, Y, dkk yang berjudul "Unjuk kerja turbin air tipe *Cross Flow* Dengan Variasi Debit Air Dan Sudut Serang Nofel". Penelitian tersebut dengan debit tercatat 5 gpm dan 10 gpm dan menggunakan sudut serang dari nosel yang divariasikan yaitu 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70° dan 80°. Daya yang dihasilkan yaitu sebesar 0,91 watt dan efisiensi yang didapatkan sebesar 72,90%. (Setiawan, dkk)

Bensardi melakukan penelitian yang berjudul "Analisis prestasi turbin francis pada plta karebbe". Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa meningkatnya prestasi turbin diiringi oleh semakin besarnya debit. Dari data tahun 2013 -2017 daya output terbesar dihasilkan di tahun 2016. (Indonesia, Francis, and Tenaga 2017)

Daerah di Indonesia yang mempunyai potensi untuk perwujudan pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) adalah dusun Sindang Cai di Bandung, Jawa Barat (Rompas 2011b). Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) merupakan PLTMH berskala kecil karena daya output yang dihasilkan kurang dari 100 Kw. (Gale, 2003). PLTMH di dusun Sindang Cai menggunakan sistem pemberhentian aliran sungai ciasem atau dengan kata lain disebut PLTMH dengan

lay out *run off river*. PLTMH merupakan pembangkit listrik berskala kecil yang sumber tenaganya berasal dari sungai atau air terjun yang dimanfaatkan untuk memutar turbin lalu memanfaatkan debit air dan potensial ketinggian dari sumber air yang nantinya akan menghasilkan energi listrik.

Agus Suharto melakukan penelitian yang berjudul "PLTMH Sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Ramah Lingkungan" Untuk meningkatkan pengembangan energi terbarukan di Indonesia maka dirancangnya PLTMH yang ramah lingkungan. Daya yang bisa dihasilkan dari PLTMH ini adalah 10-200 kW, Meskipun tidak terlalu besar daya yang dihasilkan tetapi membantu masyarakat di daerah terpencil. (Sugiharto et al. n.d.)

Komponen penting yang terdapat dalam **Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah turbin air**. Menurut Yasreza Caesar, turbin merupakan alat yang dipakai untuk mengkonversikan energi, yang berasal dari energi air kemudian diubah menjadi energi mekanik yaitu putaran poros. Diambil dari ilmu mekanika fluida dan hidrolika, selain itu juga mempertimbangkan sumber air yang ada maka terciptalah jenis turbin yang memvariasikan head (tinggi jatuh) dan debit dari aliran sungai. Mengacu pada prinsip kerja dari turbin, turbin digolongkan menjadi 2 jenis yaitu turbin impuls dan turbin reaksi. Pada turbin jenis reaksi, turbin ini memanfaatkan seluruh energi potensial air lalu diubah menjadi energi kinetik. Turbin francis dan turbin propeller merupakan jenis dari turbin reaksi. PLTMH di dusun Sindang Cai menggunakan jenis turbin francis mendatar. (Barry Astro dan Doa 2020)

Arnold Rondonuwu melakukan studi kasus yang berjudul "Analisa Efisiensi Penggunaan PLTMH Pada Sungai Abuang Desa Wioy Kabupaten Minahasa Tenggara" Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk membandingkan efisiensi dari PLTMH di sungai Abuang dengan PLN. Total energi listrik yang bisa dibangkitkan pertahun yaitu 196.127,64 kWh. (Anon n.d.)

Addin Aditya melakukan penelitian yang berjudul "Aplikasi Model Sistem Dinamik Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air Dalam Rangka Memenuhi Kebutuhan Supply Dan Demand Energi Listrik Di Kepulauan". Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model elektrifikasi di pulau terpencil. (Listrik dan Kepulauan n.d.)

Efisiensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) merupakan kemampuan suatu alat pembangkit untuk mengubah energi kinetik untuk menghasilkan energi listrik. Daya hidrolis dan daya generator merupakan 2 faktor yang mempengaruhi efisiensi dari suatu PLTMH. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan efisiensi daya dari PLTMH di dusun sindang cai dengan menggunakan turbin jenis francis mendarat untuk mengetahui seberapa besar daya listrik yang bisa dihasilkan. (Gusti Ngurah Saputra, dkk)

Irfan Sami dkk menuliskan jurnal untuk Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) Pada kontrol sisi turbin atau kontrol mekanis, kecepatan air diatur menggunakan katup masuk untuk mengontrol kecepatan air untuk menjaga frekuensi konstan dan tegangan dari pembangkit listrik. Karena tingginya biaya pengatur hidrolik, pengatur hidrolik bukanlah pilihan yang lebih baik untuk mempertahankan frekuensi dan voltase PLTMH. Oleh karena itu PLTMH harus tetap dikontrol untuk menjaganya tetap stabil. (Irfan Sami, 2020)

Menurut Nadia dkk dalam penelitiannya menuliskan bahwa faktor kapasitas adalah rasio antara apa yang dapat dihasilkan oleh unit pembangkit pada keluaran maksimum berbanding dengan keluaran pembangkit aktual unit selama beberapa saat. Kedua variabel ini dapat berbeda secara signifikan. Banyak generator tidak beroperasi dengan kapasitas penuh sepanjang waktu. Faktor kapasitas merupakan parameter penting dalam perancangan pembangkit listrik tenaga air untuk mengukur kinerja pembangkit yang diusulkan. Perhitungannya perlu menentukan daya pengenalan dan energi tahunan. (Eshra, dkk)

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian untuk skripsi ini adalah :

1. Berapa debit air di Curug Agung desa Sindang Cai untuk Membangkitkan listrik?
2. Berapa daya output yang dihasilkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di desa Sindang Cai?

3. Berapa efisiensi yang dihasilkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Sindang Cai?

1.3 Batasan Masalah

Supaya pembahasan pada skripsi ini menyempit dan tidak melebar, maka ditentukan beberapa batasan masalah yaitu:

1. Penelitian ini hanya sebatas mengetahui efisiensi daya dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).
2. Penelitian ini dilakukan di Dusun Sindang Cai, Desa Jambalae, Kecamatan Dawuan, Kabupaten Subang.
3. Sumber debit Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) ini adalah saluran curug agung.
4. Jenis turbin yang dipakai pada penelitian ini adalah turbin jenis francis mendatar.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelesaikan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui debit air di Curug Agung desa Sindang Cai untuk Membangkitkan listrik.
2. Mengetahui berapa besar daya ouput yang dihasilkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLMTH) Sindang Cai.
3. Mengetahui efisiensi daya dari Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Sindang Cai.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini terdiri dari lima bab, dimana setiap bab memiliki keterkaitan satu sama lain. Sistematika penulisan skripsi ini ialah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab yang berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan dari laporan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan teori yang berasal dari studi literatur yang berkaitan dengan topik skripsi, agar pemahaman mengenai topik skripsi lebih mendalam.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metode dan langkah-langkah yang dilakukan penelitian yang dimulai dari pemilihan topik sampai analisa. Serta membahas mengenai tahapan proses perhitungan yang digunakan.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil data yang diperoleh dan analisis yang dilakukan oleh penulis terhadap data yang sudah didapat agar dapat menghasilkan suatu kesimpulan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang dapat menjelaskan hasil penelitian dan saran yang dijadikan sebagai anjuran serta dalih untuk penelitian kedepan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Air adalah salah satu sumber energi alternatif yang bisa kita gunakan untuk membangkitkan energi listrik. Energi air sudah dimanfaatkan dari berabad lalu karena energi air adalah sumber energi yang ramah lingkungan. Aliran dari sumber air akan digunakan untuk menggerakkan turbin lalu akan menghasilkan energi listrik yang disebut dengan energi tenaga air. Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) ialah pembangkit listrik yang daya outputnya tidak terlalu besar. Daya output yang dihasilkan berkisar 5 Kw – 1 Mw per unitnya. Pembangkit listrik pada umumnya dikelompokkan menjadi 5 berdasarkan dari kapasitasnya sesuai dengan tabel 2.1. (Di et al. 2020)

Tabel 2.1 Jenis PLTA Berdasarkan Kapasitasnya

No.	Jenis PLTA	Kapasitas
1.	PLTA Pico	< 500 Watt
2.	PLTA Mikro	0.5 – 100 Kilo Watt
3.	PLTA Mini	100 – 1000 Kilo Watt
4.	PLTA Kecil	1 – 10 Mega Watt
5.	PLTA Skala Penuh	< 10 Mega Watt

(Sumber : Buku Energi Baru dan Terbarukan)

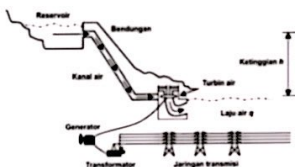
Mikro didalam kata mikrohidro merupakan kecil serta hidro merupakan air. Sehingga bisa diartikan bahwa mikrohidro ialah pembangkit listrik tenaga air berskala kecil. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) memiliki 3 komponen penting antara lain sumber energi yang berupa air, turbin dan generator. PLTMH menggunakan energi potensial yaitu berupa head (jatuhan air) dari sumber air.

Jika semakin besar energi potensialnya yang berupa *head* maka listrik yang dihasilkan juga semakin besar. (Arismunandar, 1991)

PLTMH biasanya merupakan pembangkit listrik tipe *run of river* yaitu mengalihkan aliran dari sungai ke satu sisi, lalu mengalirkannya lagi ke sungai selanjutnya sehingga bisa memperoleh headnya (tinggi jatuhnya air). Air dari sumber air dialirkan menuju rumah pembangkit (*Power House*), lalu air tersebut akan memutar turbin (*runner*) lalu air akan dikembalikan ke asal sumber airnya. Energi listrik akan dihasilkan dari perubahan energi yang berasal dari perputaran turbin yang merupakan energi mekanik. (Uday, 2010)

2.2 Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Prinsip kerja dari pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) yaitu dengan memanfaatkan debit aliran per detik dan beda ketinggian dari sumber air. Aliran dari sumber air akan menghasilkan energi mekanik dengan memutar turbin. Lalu energi mekanik dari turbin tersebut selanjutnya akan menggerakkan generator yang menghasilkan arus listrik. Debit air dan ketinggian dari jatuh air merupakan 2 parameter utama di dalam pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). PLTMH ialah sistem pengubah energi yang berasal dari bentuk energi potensial (debit air dan ketinggian jatuh air) menjadi bentuk energi mekanik. Dari energi mekanik tersebut maka akan diubah menjadi energi listrik oleh generator. (farizal, 2013-2014)



Gambar 2.1 Sketsa PLTA

(sumber : Buku Energi Baru dan Terbarukan)

2.3 Komponen PLTMH

➤ Aliran Air Sungai

Sumber air yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) biasanya adalah anak sungai yang terletak di hulu DAS. PLTMH adalah pembangkit listrik yang mengandalkan *kontinuitas* dari ketersediaan air serta beda ketinggian (head). Beda ketinggian pada sumber aliran tidak selalu berbentuk air terjun, namun juga bisa dibuat dengan memanfaatkan kemiringan sungai. Beda ketinggian tersebut didapatkan dengan cara membuat saluran yang berasal dari titik pengambilan (intake) menuju tebing atau pinggiran sungai untuk menuju titik tertentu sehingga bisa menimbulkan beda ketinggian.

➤ Bendungan

Bendungan pada PLTMH dibuat dengan tujuan untuk : 1) Menaikkan permukaan air, 2) menyalurkan aliran, 3) membagi aliran. Struktur serta bahan bendungan tergantung dari kondisi fisik lokasi, jumlah air, dan aliran sungai yang dibutuhkan untuk menggerakkan turbin.

➤ Saluran Terbuka

Saluran terbuka dibuat jika tidak ada air terjun alami untuk memperoleh perbedaan ketinggian. Saluran terbuka ini dibuat dengan cara membuat saluran air untuk mengalirkan air yang berasal dari bendungan lalu menuju bak penenang yang akan menghasilkan beda ketinggian.

➤ Bak Penenang/Penghantar (Forebay)

Bak penenang adalah bak yang memiliki beberapa fungsi seperti untuk menghubungkan saluran terbuka dengan pipa pesat (*penstock*) , selain itu fungsi lain dari bak penenang adalah untuk menampung air dalam volume yang stabil (input serta output yang seimbang). Debit juga diatur di dalam bak penenang dengan memanfaatkan pintu-pintu air. Pada pintu saluran masuk bak penenang dipasang saringan untuk menegah benda-benda lain yang akan masuk kedalam pipa pesat.

➤ Pipa Pesat (*penstock*)

Pipa pesat ialah media untuk mengalirkan air dari bak penenang yang menuju turbin dengan debit yang stabil dan tidak berubah. Pipa stock biasanya berbentuk tabung

yang terbuat dari pipa besi atau paralon (PVC). Ukuran dari pipa stock tergantung dari debit aliran yang kita butuhkan untuk menggerakkan turbin sehingga turbin bisa memperoleh daya yang maksimal. ((Hunggul Y.S.H. Nugroho, 2015)

> Turbin air

Turbin air ialah salah satu komponen utama dari PLTMH. Energi potensial yang berasal dari sumber air dimanfaatkan lalu diubah menjadi energi mekanik oleh turbin air pada PLTMH. Jenis – jenis turbin air ada 2 yaitu turbin impulse dan turbin reaksi.

> Generator

Generator merupakan salah satu alat untuk merubah energi mekanik menjadi energi listrik AC (bolak-balik). Generator ini memiliki keunggulan yaitu bisa menyalurkan daya listrik pada jarak yang lumayan jauh. Jika semakin tinggi kapasitas listrik yang di butuhkan maka semakin besar juga ukuran dari generator.

2.4 Klasifikasi Turbin air

Turbin merupakan komponen penting dari PLTMH. Cara kerja turbin pada PLTMH yaitu menerima energi potensial yang akan dirubah menjadi energi mekanik. Bentuk dari turbin air yaitu memiliki baling – baling untuk mengontrol fluida. Putaran yang dihasilkan dari turbin air akan terhubung dengan generator sehingga menghasilkan energi listrik. Berikut merupakan beberapa jenis dari turbin air yaitu:

- Turbin Impuls

Turbin impuls ialah jenis turbin air yang merubah seluruh energi air yaitu potensial, kecepatan, serta tekanan yang ada lalu merubahnya menjadi energi kinetik sehingga dapat menghasilkan energi puntir. Contoh jenis turbin impuls adalah turbin pelton dan cross flow.

1) Turbin pelton

Turbin pelton merupakan salah satu turbin yang digunakan untuk PLTMH yang memiliki head yang tinggi. (Arismunandar, 1991)

2) Turbin Cross-Flow

Prinsip kerja turbin *cross-flow* menurut A.G.M. Michell adalah turbin ini memanfaatkan tenaga dari jatuhnya air atau head sehingga akan menghasilkan putaran turbin. Putaran tersebut digunakan untuk menggerakkan generator yang akan

menghasilkan energi listrik. Menurut hasil pengujian laboratorium pabrik turbin Ossberger Jerman mengemukakan bahwa efisiensi yang dihasilkan dari turbin cross-flow mencapai 82%.

3) Turbin Turgo

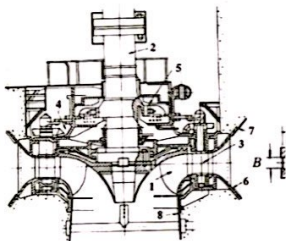
Turbin turgo ialah turbin yang bisa bekerja pada head 30 m sampai dengan 300 m. Efisiensi dari turbin turgo lebih tinggi dibandingkan dengan turbin pelton karena transmisi langsung dari turbin ke generator.

- Turbin Reaksi

Turbin reaksi memiliki 3 jenis turbin yaitu:

1) Turbin Francis

Turbin francis ialah turbin yang dipakai untuk head menengah. Turbin francis diletakkan diantara sumber tekanan air yang tinggi pada saluran masuk dan tekanan rendah pada saluran keluar. Turbin francis memakai sudu pengarah air untuk masuk. Sudu dari turbin francis dapat diarahkan sudutnya sesuai kebutuhan untuk pemakaian pada berbagai macam kondisi aliran.



Gambar 2.2 Turbin Francis

1 = Poros 2 = Poros Utama 3 = Sudu Antar 4 = Tutup 5 = Bantalan 6 = Cincin Kukung 7 = Rumah Siput 8 = Pipa Lepas Kontruksi Turbin Francis

2) Turbin Aliran Diagonal

Turbin aliran diagonal merupakan turbin yang digunakan untuk PLTMH yang memiliki head tinggi dari turbin baling baling sampai head sedang dari turbin francis. Turbin aliran diagonal memiliki sudu rotor yang dapat diarahkan atau diputar menurut sumbuinya.

3) Turbin Baling – Baling

Turbin baling – baling adalah jenis turbin yang digunakan pada head yang rendah. Turbin baling baling dikelompokkan menjadi 2 yaitu turbin baling–baling menggunakan bila rotor tetap dan turbin baling – baling hidrolik.

2.5 Perhitungan PLTMH

a.) Debit Air

Sebelum menghitung debit air, kita menghitung luas penampang pada persamaan 2.1

$$A = L \times H \text{ rata-rata} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

A = Luas penampang (m^2)

L = Lebar (m)

H = Kedalaman rata – rata (m)

Setelah itu kita menghitung kecepatan aliran air

$$V = \frac{P}{t \text{ rata-rata}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran (m/s)

P = Jarak rata – rata (m)

t = Waktu rata – rata (s)

37
Daya listrik yang dihasilkan dipengaruhi oleh kapasitas debit air. Rumus untuk mencari debit ditunjukkan oleh persamaan 2.3

$$Q = V/t \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

Q = Debit air (m^3/s)

V = Volume tempat penampungan (m^3)

t = Waktu (s)

b.) Daya yang dapat dibangkitkan

$$P = \rho \times G \times Q \times H \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

P = Potensi daya (Kw)

Q = Debit air

H = Efektif head (m)

G = Gravitasi

ρ = Massa jenis air

c.) Efisiensi

$$\eta = \frac{P_g}{P_h} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

η = Efisiensi (%)

P_g = Daya Output Generator (Watt)

P_h = Daya Hidrolis (Watt)

BAB III

Metode Penelitian

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PLTMH Dusun Sindang Cai, Desa Jambalae, Kecamatan Dawuan, Kabupaten Subang dan terletak pada 107 400 49.8 E dan 06 360 34.92S dengan elevasi 268 m di atas permukaan laut (dpl).

3.2 Alat Penelitian

Untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dan untuk melakukan pengolahan data pada penelitian ini, diperlukan beberapa alat yaitu:

1. Alat yang digunakan untuk mengukur jarak dan kecepatan aliran yaitu: laser Leica DISTO A5.
2. Alat untuk mengolah data yaitu komputer dan kalkulator.
3. 2 buah turbin dengan kapasitas 2 x 800 kw

Tabel 3.1 Spesifikasi Teknis

No.	Uraian	Keterangan
1.	Luas Lahan	3,3 ha
2.	Head	40 meter
3.	Debit Air	4,5 m ³ /s
4.	Kapasitas Terpasang	2 x 800 Kw
5.	Tipe Pembangkit	Francis Mendatar

3.3 Spesifikasi Alat

1. Sensor Leica DISTO A5 ditunjukkan pada Gambar 3.1. Fungsinya untuk mengukur jarak dan kecepatan aliran.



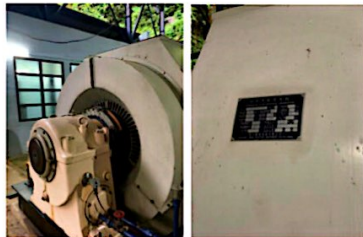
Gambar 3.1 Sensor Leica Disto A5

2. Turbin francis mendatar jenis HLA616-WJ-84 ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Turbin HLA616-WJ-84

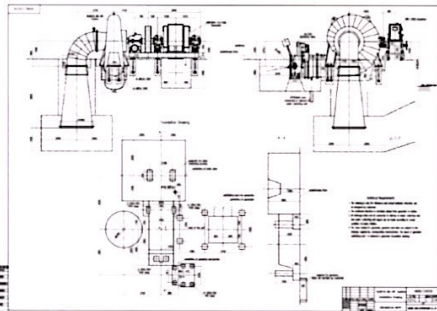
3. Generator (ditunjukkan pada gambar 3.3)



Gambar 3.3 Generator

3.4 Prosedur Pengujian Eksperimen

Tahapan – tahapan dalam pengujian eksperimen ini adalah kegiatan langsung turun ke lokasi untuk menghitung luas permukaan dan kecepatan aliran untuk mendapatkan debit air, selain itu mengukur *head*. Lalu menghitung keluaran dari turbin itu sendiri setelah itu menghitung energi listrik yang bisa dihasilkan serta efisiensi dari turbin tersebut.



Gambar 3.4 Sketsa PLTMH

Tahapan Pengambilan Data Eksperimen dilakukan sebagai berikut :

1. Observasi

Penulis melaksanakan penelitian secara langsung dilapangan untuk mendapatkan data – data yang ditunjukkan untuk penulisan skripsi.

2. Studi Literatur

Penulis mencari sumber dan mempelajari beberapa literatur – literatur yang ada sesuai dengan permasalahan yang diteliti.

3. Wawancara

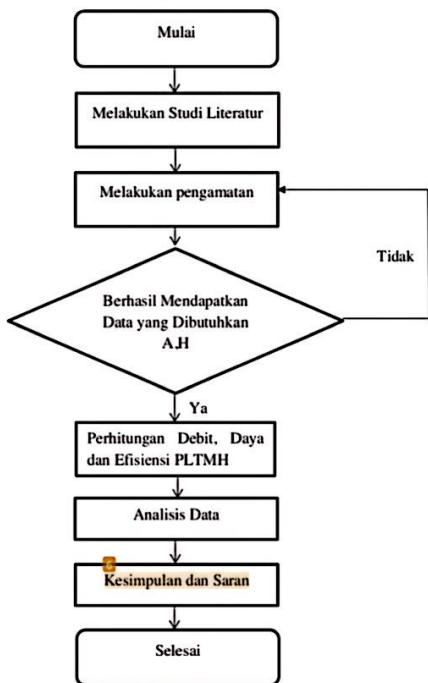
Teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis yaitu bertanya langsung kepada pengelola pembangkit listrik tenaga mikrohidro di Sindang Cai.

3.5 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini proses pengumpulan data dilakukan dengan menghitung ketinggian air di sumber aliran PLTMH. Penelitian tersebut dilakukan selama 13 hari. Selain itu peneliti juga menghitung kecepatan dari sumber air PLTMH Sindang Cai menggunakan sensor Leica DISTO A5. Data pada penelitian ini selanjutnya diolah untuk mendapatkan debit air, daya output yang dihasilkan, dan efisiensi dari PLTMH Sindang Cai.

3.6 Diagram Alir Penelitian

Penelitian tentang performa turbin francis mendatar berdasarkan parameter debit, kecepatan putar, dan arus listrik yang didapatkan seperti pada gambar 3.4



Gambar 3.8 Diagram Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti melakukan penelitian di Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Sindang Cai untuk mendapatkan data data yang akan diolah untuk mendapatkan debit, daya output yang dihasilkan, dan efisiensi daya dari PLTMH Sindang Cai. Data – data tersebut yaitu tinggi jatuhan air atau head (m) perhari selama 13 hari yang dihitung per harinya dan Luas Penampang (m²).

Berikut adalah data yang peneliti dapatkan ketika berada dilapangan, data tersebut diperoleh pada saat melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) yang diberikan langsung oleh pengelola dari PLTMH Sindang Cai melalui wawancara pada saat PKL. Data berikut berupa daya output yang dapat dihasilkan oleh PLTMH. Rumus yang digunakan untuk mendapatkan daya output yang dihasilkan oleh PLTMH Sindang Cai yaitu $P = \rho \times G \times Q \times H$. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Daya yang Dapat Dihasilkan

Daya yang Dapat Dihasilkan				
ρ (kg/m ³)	G (m/s ²)	Q (m ³ /s)	H (m)	P (Watt)
1000	9.8	2.2	40	862.400

Tabel tersebut menjadi acuan yang akan peneliti hitung untuk mendapatkan debit, daya output yang dihasilkan, dan Efisiensi daya dari PLTMH Sindang cai.

Salah satu variabel pengaruh daya yang dihasilkan pada PLTMH Sindang Cai adalah tinggi jatuhan air dan debit air dari sumber air curug agung. Peneliti melakukan penelitian pada bulan oktober 2021 dan bulan tersebut merupakan musim kemarau. Musim sangat berpengaruh terhadap tinggi air dan debit air di curug agung sindang cai untuk menghasilkan listrik. Pada saat musim hujan biasanya debit air cukup tinggi sehingga menyebabkan daya yang dihasilkan juga

semakin besar. sebaliknya, jika musim kemarau debit yang dihasilkan dari saluran curug agung juga tidak sebesar pada saat musim hujan sehingga akan berpengaruh terhadap daya output yang dihasilkan dari PLTMH Sindang Cai

4.1 Perubahan Hari Terhadap Debit PLTMH Sindang Cai

Dibawah ini merupakan diagram perubahan hari terhadap debit air Curug Agung yang diperoleh melalui perhitungan.



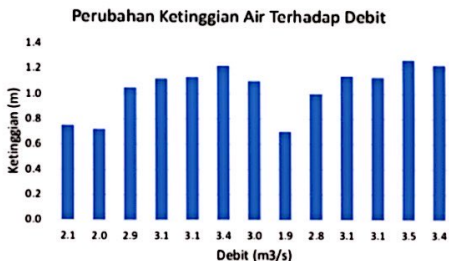
Gambar 4.1 Diagram Perubahan Hari Terhadap Debit

Berdasarkan gambar 4.1 dapat diketahui bahwa pada hari pertama debit menunjukkan angka 2,1 m³/s dan pada hari kedua debit air menunjukkan angka 2,0 m³/s. Pada hari ketiga, keempat dan kelima, dan keenam debit air terus mengalami peningkatan hingga mencapai 3,4 m³/s. Tetapi pada hari ketujuh debit air mengalami penurunan dengan debit yang dihasilkan yaitu 3,0 m³/s. Setelah hari kedelapan debit air mengalami kenaikan yaitu 2,8 m³/s. Kenaikan dan penurunan debit air ini disebabkan oleh curah hujan pada saat penelitian. Pada saat hujan atau musim hujan debit air yang dihasilkan akan semakin besar dan sebaliknya jika musim kemarau maka debit air juga tidak akan sebesar musim hujan atau pada saat hujan. Debit air tertinggi yang didapat yaitu pada hari ke -12 dengan debit yang dihasilkan 3,5 m³/s hal ini dipengaruhi oleh curah hujan pada hari itu sehingga

menyebabkan debit yang dihasilkan lebih besar dari hari biasanya. Dan debit terendah yang didapatkan yaitu pada hari ke - 8 dengan debit yang dihasilkan yaitu $1.9 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.2 Perubahan Ketinggian Air Terhadap Debit

Dibawah ini merupakan diagram perubahan ketinggian air terhadap debit yang dihasilkan

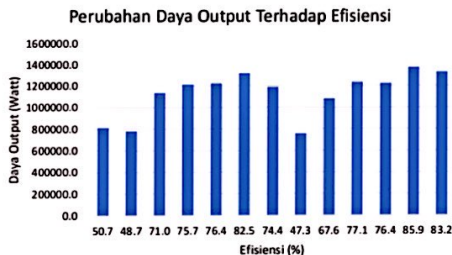


Gambar 4.2 Diagram Perubahan Ketinggian Air Terhadap Debit

Berdasarkan pada gambar 4.2 dapat diketahui bahwa pada ketinggian air 0.8 m menghasilkan debit air sebesar $2.1 \text{ m}^3/\text{s}$. Dan pada ketinggian air 0.7 m menghasilkan debit air sebesar $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada hari ketiga pada ketinggian 1.1 m debit yang dihasilkan semakin besar yaitu $2.9 \text{ m}^3/\text{s}$. pada hari keempat sampai hari keenam debit yang dihasilkan semakin meningkat yaitu mencapai $3.4 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan ketinggian air 1.2 m . Pada hari ketujuh dan kedelapan debit air mengalami penurunan dengan besar debit yaitu $1.9 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan ketinggian air $0.7 \text{ m}^3/\text{s}$. Pada hari kesembilan debit air meningkat lagi mencapai $2.8 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan ketinggian air $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$. kenaikan ketinggian air berbanding lurus dengan debit yang dihasilkan. Semakin tinggi ketinggian air maka semakin besar juga debit yang dihasilkan, dan jika ketinggian air semakin rendah maka debit yang dihasilkan juga tidak terlalu

besar. Pada gambar 4.2 kita dapat ketahui bahwa ketinggian air terbesar yaitu 1,3 m dan pengukuran debit terbesar adalah 3,5052 m³/s. Ketinggian air terendah yang dihasilkan yaitu 0,7 m dengan debit terendah yang dihasilkan adalah 1,932 m³/s.

4.3 Perubahan Daya Yang Dihasilkan Terhadap Efisiensi PLTMH



Gambar 4.3 Perubahan Daya Yang Dihasilkan Terhadap Efisiensi

Berdasarkan pada gambar 4.3 dapat diketahui daya output 800.000 Watt menghasilkan efisiensi sebesar 50,7%. Lalu terdapat sedikit penurunan daya output mencapai 778.982 Watt dengan efisiensi yang dihasilkan yaitu 48,7%. Kemudian diagram mengalami kenaikan dengan daya output yang dihasilkan yaitu 1.136.016 Watt dengan efisiensi yang dihasilkan sebesar 71,0%. Diagram terus mengalami kenaikan sampai dengan hari ke - 6 dengan daya output yang dihasilkan mencapai 1.319.942,4 Watt dengan efisiensi yang dihasilkan sebesar 82,5%. Lalu pada hari ke - 7 diagram mengalami penurunan dengan daya output yang dihasilkan sebesar 1.190.112 Watt dengan efisiensi yang dihasilkan sebesar 74,7%, dan pada hari selanjutnya mengalami penurunan daya output mencapai 778.982 Watt dengan efisiensi yang dihasilkan yaitu 47,3%. Pada hari ke - 9 sampai dengan hari terakhir diagram mengalami kenaikan sampai dengan kenaikan daya output tertinggi yaitu mencapai 1.374.038,4 Watt dengan efisiensi yang dihasilkan mencapai 85,9%.

Kenaikan daya output yang dihasilkan berbanding lurus dengan efisiensi dari PLTMH. Semakin tinggi daya output yang dihasilkan maka semakin tinggi juga efisiensi dari PLTMH. Jika daya output yang dihasilkan tidak begitu besar maka efisiensi juga ikut menurun. Efisiensi tertinggi yang didapat adalah 85,9% dengan daya yang dihasilkan sebesar 1374038,4 watt atau 1374,0384 Kw. Dan efisiensi terendah yang didapatkan sebesar 47,3% dengan daya output yang dihasilkan sebesar 757344 watt atau 757,344 Kw.

4.4 Analisis Hasil

³⁶ Berdasarkan pada gambar 4.1 dapat diketahui bahwa debit air yang masuk kedalam turbin untuk membangkitkan listrik dipengaruhi oleh musim atau curah hujan pada saat penelitian. Jika curah hujan semakin besar pada saat penelitian maka debit air yang dihasilkan juga akan semakin besar, sebaliknya jika pada saat penelitian curah hujan sedikit maka debit air yang dihasilkan juga tidak sebesar pada saat musim hujan atau pada saat hujan.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Mumi S dan Suryanto A (2020). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa musim pada saat penelitian sangat mempengaruhi debit air yang masuk kedalam turbin untuk membangkitkan listrik pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Berdasarkan pada gambar 4.2 dapat kita ketahui bahwa ketinggian air berbanding lurus dengan debit yang dihasilkan. Semakin tinggi ketinggian air maka semakin besar juga debit yang dihasilkan, dan jika ketinggian air semakin rendah maka debit yang dihasilkan juga tidak terlalu besar. Hal tersebut dipengaruhi oleh curah hujan dan kecepatan air pada saat penelitian. Jika curah hujan semakin besar maka kecepatan air semakin deras dan ketinggian air tinggi yang menyebabkan debit yang dihasilkan semakin besar. Sebaliknya jika curah hujan sedikit maka akan berpengaruh pada debit yang dihasilkan.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Agus Sugiharto (2018) Penelitian tersebut menunjukkan bahwa komponen penting penggerak PLTMH adalah sumber aliran air atau debit (m^3/s) berdasarkan musim dan ketinggian air yang berpengaruh kepada daya output yang akan dihasilkan. Dan berdasarkan gambar 4.3 tentang

perubahan daya yang dihasilkan terhadap efisiensi dapat diketahui bahwa Kenaikan daya output yang dihasilkan berbanding lurus dengan efisiensi dari PLTMH. Jika curah hujan besar mengakibatkan debit air yang dihasilkan semakin besar sehingga semakin tinggi daya output yang dihasilkan dan semakin tinggi juga efisiensi dari PLTMH. Jika daya output yang dihasilkan tidak begitu besar maka efisiensi juga ikut menurun.

Penelitian serupa dilakukan oleh Agus Sugiharto (2018) Penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi dari PLTMH dipengaruhi oleh daya generator dan daya hidrolis yang dihasilkan dari turbin.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan untuk penelitian yang dilakukan dengan metode pengukuran lalu melakukan perhitungan dari data pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro dengan variasi perbedaan ketinggian air terhadap debit yang dihasilkan untuk mengetahui perubahan daya yang dihasilkan dan efisiensi optimum pembangkit listrik. Maka setelah melakukan penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Debit air yang masuk kedalam turbin untuk menghasilkan listrik dipengaruhi oleh musim pada saat penelitian. Debit Air terbesar yang dihasilkan yaitu pada $3,505 \text{ m}^3/\text{s}$ dan debit terendah yang didapatkan yaitu $1,932 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Perbedaan ketinggian air berbanding lurus dengan debit air yang dihasilkan. Ketinggian maksimal air yang ada dipembangkit ini adalah sebesar 1,27 m dan menghasilkan debit air sebesar $3,5052 \text{ m}^3/\text{s}$. Ketinggian air terendah adalah sebesar 0,7 m dengan debit yang dihasilkan sebesar $1,932 \text{ m}^3/\text{s}$.
3. Pada pembangkit listrik sindangcai efisiensi optimum yang diperoleh adalah sebesar 85,9% dengan daya yang dihasilkan sebesar 1374038,4 watt atau 1374,0384 Kw. Dan efisiensi terendah yang didapatkan sebesar 47,3% dengan daya output yang dihasilkan sebesar 757344 watt atau 757,344 Kw.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, Peneliti dapat memberikan saran yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan untuk memperhitungkan faktor-faktor lain yang mempengaruhi jumlah listrik yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

(Juwito, dkk, 2012)

Anon. n.d. 'jm_jmuo,+197-199_arnold+rondonuwu'.

Barry Astro, Richardo, and hamsa doa. 2020. 'fisika kontekstual pembangkit listrik tenaga mikrohidro'. 6(1).

Di, energi, indonesia :. literatur review, rosyid ridlo, al hakim, purwokerto jawa tengah, tim wakil sekretaris, jenderal riset, kajian dem, indonesia sekretariat, kampus bina, widya hr jl, km 12 soebrantas, and pekanbaru riau. 2020. *andasih jurnal pengabdian kepada masyarakat model energi indonesia, tinjauan potensi energi terbarukan untuk ketahanan*.

Gusti Ngurah Saputra, dkk, *desember 2020* vol. 7.

Ilmiah, jurnal, and semesta teknika. 2012. *optimalisasi energi terbarukan pada pembangkit tenaga listrik dalam menghadapi desa mandiri energi di margajaya (renewable energy optimization of electrical power generation toward the energy self-sufficient village in margajaya)*. vol. 15.

Indonesia, universitas muslim, prestasi turbin francis, and pembangkit listrik tenaga. 2017. 'analisis prestasi turbin francis pada plta karebbe bensardi'. *analisis prestasi turbin francis pada plta karebbe*.

Juwito, arif f., sasongko pramonohadi, and t. haryono. 2012. 'optimalisasi energi terbarukan pada pembangkit tenaga listrik dalam menghadapi desa mandiri energi di margajaya (renewable energy optimization of electrical power generation toward the energy self-sufficient village in margajaya)'. *jurnal ilmiah semesta teknika* 15(1):22-34.

Listrik, energi, and di kepulauan. n.d. *laporan akhir penelitian mandiri aplikasi model sistem dinamik untuk perencanaan pembangkit listrik tenaga air dalam rangka memenuhi kebutuhan supply dan demand*.

- Poea Ceri Steward. 2013. *perencanaan turbin air mikro hidro jenis pelton untuk pembangkit listrik di desa kali kecamatan pineleng dengan head 12 meter.*
- Rompas, Parabelem t. d. 2011a. *analisis pembangkit listrik tenaga mikrohidro (pltmh) pada daerah aliran sungai ongkak mongondow di desa muntoi kabupaten bolaang mongondow.* vol. 16.
- Setiawan, dkk, unjuk kerja turbin air tipe cross flow dengan variasi debit air dan sudut serang nosel'.
- Su, wen tao, dkk . 2022. 'experimental francis turbine cavitation performances of a hydro-energy plant'. *sustainability (switzerland)* 14(6). doi: 10.3390/su14063263.
- Sugiharto, agus, kata kunci, arus sungai, peralatan pembangkitan, and proses pembangkitan. n.d. *pltmh sebagai alternatif pembangkit listrik ramah lingkungan.*
- Sukamta, dkk, 2018. *edu elektrika journal studi analisis pembangkit listrik tenaga mikrohidro di kedung sipingit desa kayupuring kecamatan petungkriyono kabupaten pekalongan.* vol. 7.
- Murni s, suryanto a. 2020 *analisis efisiensi daya pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan homer (studi kasus pltmh parakandowo kabupaten pekalongan)*

ANALISIS DAN PERHITUNGAN EFISIENSI DAYA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DENGAN TURBIN JENIS FRANCIS MENDATAR

ORIGINALITY REPORT

23%

SIMILARITY INDEX

22%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

123dok.com

Internet Source

4%

2

repository.upnvj.ac.id

Internet Source

3%

3

docplayer.info

Internet Source

1%

4

repository.its.ac.id

Internet Source

1%

5

Een Tonadi. "ANALISIS PENGARUH JUMLAH SUDU TERHADAP EFISIENSI TURBIN PELTON DENGAN TEKANAN KONSTAN", Teknosia, 2021

Publication

1%

6

repository.ub.ac.id

Internet Source

1%

7

text-id.123dok.com

Internet Source

1%

8	Submitted to Universitas Mercu Buana Student Paper	<1 %
9	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
10	lib.unnes.ac.id Internet Source	<1 %
11	Submitted to Universiti Malaysia Pahang Student Paper	<1 %
12	live-look-no.icu Internet Source	<1 %
13	Submitted to A.B. Paterson College Student Paper	<1 %
14	doaj.org Internet Source	<1 %
15	elektro.studentjournal.ub.ac.id Internet Source	<1 %
16	hautsdefrance.chambre-agriculture.fr Internet Source	<1 %
17	publishing-widyagama.ac.id Internet Source	<1 %
18	ejournal.unsrat.ac.id Internet Source	<1 %
19	dspace.uii.ac.id Internet Source	<1 %

20	investor.id Internet Source	<1 %
21	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
22	repository.unej.ac.id Internet Source	<1 %
23	repository.unib.ac.id Internet Source	<1 %
24	deeea.urv.cat Internet Source	<1 %
25	repository.unj.ac.id Internet Source	<1 %
26	Submitted to Institut Teknologi Kalimantan Student Paper	<1 %
27	Submitted to LL Dikti IX Turnitin Consortium Student Paper	<1 %
28	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1 %
29	repository.unbari.ac.id Internet Source	<1 %
30	digilib.mercubuana.ac.id Internet Source	<1 %
31	eprints.polsri.ac.id Internet Source	<1 %

32	karyailmiah.unisba.ac.id Internet Source	<1 %
33	tempatharapan.blogspot.com Internet Source	<1 %
34	repo.stikesicme-jbg.ac.id Internet Source	<1 %
35	akrabjuara.com Internet Source	<1 %
36	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
37	eprints.ums.ac.id Internet Source	<1 %
38	koreascience.or.kr Internet Source	<1 %
39	openjournal.unpam.ac.id Internet Source	<1 %
40	qdoc.tips Internet Source	<1 %
41	Mafruddin Mafruddin, Dwi Irawan. "PEMBUATAN TURBIN MIKROHIDRO TIPE CROSS-FLOW SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK DI DESA BUMI NABUNG TIMUR", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2014 Publication	<1 %

42

Rean Khotama, Dian Budhi Santoso, Arnisa Stefanie. "Perancangan Sistem Optimasi Smart Solar Electrical pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Metode Tracking Dual Axis Technology", Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering), 2020
Publication

<1%

43

adoc.pub
Internet Source

<1%

44

digilibadmin.unismuh.ac.id
Internet Source

<1%

45

ejournal.umm.ac.id
Internet Source

<1%

46

engjournalumi.com
Internet Source

<1%

47

ereport.ipb.ac.id
Internet Source

<1%

48

id.123dok.com
Internet Source

<1%

49

journal.um-surabaya.ac.id
Internet Source

<1%

50

jurnal.polsri.ac.id
Internet Source

<1%

51

jurnal.umj.ac.id

Internet Source

<1%

52

jurnal.untan.ac.id

Internet Source

<1%

53

marketmedan.com

Internet Source

<1%

54

media.neliti.com

Internet Source

<1%

55

repository.umy.ac.id

Internet Source

<1%

56

repository.unwidha.ac.id

Internet Source

<1%

57

www.scribd.com

Internet Source

<1%

58

Arnold Rondonuwu, Tjeri Pangemanan.
"Analisa Efisiensi Penggunaan PLTMH Pada
Sungai Abuang Desa Wioy Kabupaten
Minahasa Tenggara", Jurnal MIPA, 2019

Publication

<1%

59

manajemenelektronsrat.wordpress.com

Internet Source

<1%

60

ojs.sttind.ac.id

Internet Source

<1%

61

www.slideshare.net

Internet Source

<1%

62 catatan-udai.blogspot.com <1 %
Internet Source

63 hes-gotappointment-newspaper.icu <1 %
Internet Source

64 repository.usu.ac.id <1 %
Internet Source

65 tpa.fateta.unand.ac.id <1 %
Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

~~Exclude matches~~