

Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Air Terjun Gollae Kabupaten Pangkep

Nurhidayah C¹, Alex Saputra², Abdul Hafid³, Andi Faharuddin⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

e-mail: nurhidayah100699@gmail.com¹, alexsaputraa1999@gmail.com², abdul.hafid@unismuh.ac.id³, afaharuddin@gmail.com⁴

Abstract— This study provides an overview and initial information about the potential of Gollae Waterfall for Microhydro power plants as the basis for planning and developing PLTMH. Seeing in Pangkep Regency, precisely at Gollae Waterfall, there is a river flow that has the potential for sufficient water availability throughout the year, reliable river discharge, and has a fairly steep river flow height difference so that it has the potential to produce a source of electrical energy. The purpose of this study was to determine the amount of river water discharge, head and cross-sectional area of the river at Gollae Waterfall, Pangkep Regency and calculate the power potential that is usually developed for PLTMH. The method of data collection was carried out in two ways, namely observation and literature study. Observation is data collection by direct observation and measurement at the research site. Literature study is collecting data from journals and references relevant to the research topic. From the results of the study, it was found that the value of the river flow at the Gollae Waterfall was 0.458 m³/s, the head (fall height of the waterfall) was 15.43 m, the cross-sectional area of the river was 1.276 m² with a generating power of 69.256 kW.

Keywords: Alternative Energy, PLTMH, River Discharge, Power Potential

Abstrak—Penelitian ini memberikan gambaran dan informasi awal tentang potensi Air Terjun Gollae terhadap pembangkit listrik tenaga Mikrohidro sebagai dasar perencanaan dan pengembangan PLTMH. Melihat di Kabupaten Pangkep tepatnya pada Air Terjun Gollae terdapat aliran sungai yang memiliki potensi ketersediaan air yang cukup untuk sepanjang tahun, debit sungai yang dapat diandalkan, dan memiliki beda ketinggian aliran sungai yang cukup terjal sehingga berpotensi menghasilkan sumber energi listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar debit air sungai, *head* serta luas penampang sungai di Air Terjun Gollae Kabupaten Pangkep dan menghitung besar potensi daya yang biasa dikembangkan untuk PLTMH. Metode pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu observasi dan studi literatur. Observasi yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran secara langsung di lokasi penelitian. Studi literatur yaitu pengumpulan data-data dari jurnal dan referensi yang relevan dengan topik penelitian. Dari hasil penelitian didapat nilai debit aliran sungai pada Air Tejun Gollae sebesar 0,458 m³/s, *head* (tinggi jatuh air terjun) 15,43 m, luas penampang sungai 1,276 m² dengan daya terbangkit sebesar 69,256 kW.

Kata Kunci— Energi Alternatif, PLTMH, Debit sungai, Potensi Daya

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Dalam waktu yang akan datang kebutuhan listrik akan terus meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan, baik dari jumlah penduduk, jumlah investasi, perkembangan teknologi termasuk di dalamnya perkembangan dunia pendidikan untuk semua jenjang pendidikan. Untuk memenuhi pertumbuhan kebutuhan listrik yang semakin meningkat, pemerintah terus berupaya untuk mengembangkan teknologi dan membangun pembangkit-pembangkit tenaga listrik yang sesuai dengan asumsi pertumbuhan ekonomi dan proyeksi kebutuhan listrik [1].

Penggunaan energi masih didominasi oleh penggunaan energi tidak terbarukan yang berasal dari fosil, khususnya minyak bumi dan batu bara, namun seiring berjalannya waktu, ketersediaan energi fosil semakin menipis dan untuk mengantisipasi energi baru terbarukan (EBT) merupakan alternatif terbaik, seperti energi matahari, energi angin, dan energi air. Penggunaan energi baru dan terbarukan tidak hanya sebagai upaya untuk mengurangi pemakaian energi fosil melainkan juga untuk mewujudkan energi bersih atau ramah lingkungan[2].

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan alternatif sumber energi listrik bagi masyarakat. PLTMH memberikan banyak keuntungan terutama bagi masyarakat pedalaman di seluruh Indonesia. Di saat sumber energi lain mulai menipis dan memberikan dampak negatif, maka air menjadi sumber energi yang sangat penting karena dapat dijadikan sumber energi pembangkit listrik yang murah dan tidak menumbulkan polusi. Banyak daerah pedesaan di Indonesia yang dekat dengan aliran sungai yang memadai untuk pembangkit listrik. Diharapkan dengan memanfaatkan potensi yang ada di desa-desa tersebut dapat memenuhi kebutuhan energinya sendiri dalam mengantisipasi kenaikan biaya energi atau kesulitan jaringan listrik nasional untuk menjangkauanya.

Air terjun Gollae yang berada di kabupaten pangkep memiliki potensi ketersediaan air yang cukup untuk sepanjang tahun, debit sungai yang dapat diandalkan dan kontur yang

sesuai dengan teknis perencanaan untuk dibangun PLTMH. Dengan kondisi demikian, ada kemungkinan air yang belum dimanfaatkan tersebut dapat digunakan untuk membangkitkan dan informasi awal mengenai potensi tenaga air sebagai dasar dalam perencanaan dan pembangunan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Lokasi pembangunan PLTMH tidak boleh jauh dari pemukiman masyarakat, karena jarak yang terlalu jauh akan mengurangi nilai ekonomisnya. Daya energi listrik akan hilang jika melalui kabel yang panjang dan menyebabkan kerugian bagi pengguna PLTMH. Untuk mengurangi resiko kehilangan daya, maka jarak pengguna dan pembangkit listrik maksimal 2 km.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Energi Baru Terbarukan

Energi adalah besaran yang tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan (kekal), tetapi dapat dirubah dari bentuk satu ke bentuk yang lain. Dalam proses perubahan itu, sebagian energi selalu berubah menjadi bentuk yang tidak diinginkan, karena itu efisiensi perubahan tidak akan pernah mencapai 100%. Pada umumnya energi terbagi menjadi dua macam yaitu energi kinetik dan potensial. Energi kinetik disebabkan oleh materi yang bergerak (seperti air yang mengalir, kincir yang berputar, dan sebagainya), sedangkan energi potensial adalah energi yang ditimbulkan oleh zat-zat yang mempunyai potensi energi didalamnya. Energi potensial yang dikandung benda sering disebut dengan energi potensial kimia. Energi potensial kimia dapat dirubah menjadi bermacam-macam energi, seperti energi mekanik, energi kalor, energi cahaya, energi listrik, energi nuklir [3].

2.2. Energi Listrik Tenaga Air

Selain energi surya dan angin, salah satu energi terbarukan yang paling populer dan berpotensi yaitu tenaga air, dengan pemanfaatan skala kecilnya dinamakan mikrohidro. Sumber energi air berasal dari sungai-sungai besar dengan aliran atau arus dan kepala air jatuh (*head/intake*) yang berpotensi menghasilkan listrik. Untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA), sistem pemanfaatannya dengan dibangun bendungan air yang sangat besar untuk dapat dihasilkan daya listrik yang besar pula. Daya yang dihasilkan dapat mencapai ribuan megawatt (MW). Salah satu PLTA yang sukses menjadi penyedia tenaga listrik di Indonesia adalah PLTA Waduk Jatiluhur di Jawa Barat. Sedangkan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) merupakan skala kecil dari PLTA, sistemnya bukan melalui pembendungan air, namun pembuatan *head* atau saluran air dengan ketinggian tertentu yang digerakkan melalui generator yang berada di power house [4].

2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik berskala kecil kurang dari 100 kW (O.F.Patty.1995), yang memanfaatkan tenaga (aliran) air

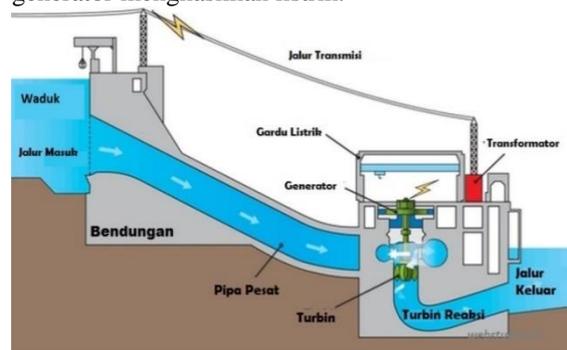
listrik. Berdasarkan kondisi tersebut maka dilakukan penelitian dengan fokus riset untuk memberikan gambaran

sebagai penghasil sumber energi seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air. PLTMH adalah sistem pembangkit listrik dari tenaga air yang kecil. Walaupun kecil, tenaga air secara kontinu memuaskan dan hemat biaya dalam menghasilkan listrik secara terbarukan (*renewable*). PLTMH memerlukan turbin dan generator. Kapasitas PLTMH didapat nilai dari debit air yang dapat diandalkan, maksud debit yang dapat diandalkan adalah debit minimum (terkecil) yang masih dimungkinkan untuk keamanan operasional suatu bangunan air. Umumnya debit andalan adalah debit yang terjadi sebanyak 80% dari serangkaian pengukuran [5.] Komponen-komponen dasar PLTMH terdiri atas :

1. Aliran sungai
2. Saringan (*Sand trap*)
3. Pipa pesat (*Penstock*)
4. Turbin
5. Generator
6. *Power House*

2.4. Prinsip Kerja PLTMH

Pembangkit listrik tenaga air skala mikro pada prinsipnya sama dengan PLTA yaitu memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Energi potensial aliran air akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik.



Gbr 2. Gambar skema PLTMH

2.5. Turbin

Turbin merupakan suatu peralatan utama selain generator. Sistem kerjanya adalah dengan memanfaatkan arus aliran air dari sungai yang kemudian ditampung pada sebuah bendungan, yang kemudian dialirkan pada suatu rangkaian pipa agar energi potensial air dapat diubah menjadi energi kinetik, sehingga pada akhirnya diubah kembali menjadi energi mekanis untuk menggerakkan atau memutar turbin. Hal tersebut menyebabkan generator yang seporos dengan turbin

dapat berputar, maka dengan proses yang terjadi tersebut induksi elektromagnetik yang menghasilkan energi listrik [6].

Macam-macam turbin air berdasarkan prinsip kerjanya yang dikenal adalah sebagai berikut:

2.5.1. Turbin implus

Cara kerja turbin ini adalah merubah seluruh energi air (yang terdiri dari energy potensial,tekanan,kecepatan) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi kinetik. Energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada *nozzle*. Air keluar dari *nozzele* yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudut turbin kemudian pengarah kecepatan aliran air berubah sehingga terjadi perubahan momentum dimana roda turbin akan berputar. Turbin implus adalah turbin tekanan yang sama karena aliran air yang keluar dari *nozzle* tekanannya adalah sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Contoh turbin implus adalah turbin pelton, turbin turgo dan turbin crossflow [7].



Gbr 3. Turbin Pelton

2.5.2. Turbin Reaksi

Cara kerja turbin ini merubah seluruh energy air yang tersedia menjadi energy kinetic. Pada turbin reaksi aliran air yang masuk kedalam rumah turbin dalam keadaan bertekanan dan kemudian mengalir masuk ke celah celah bagian sudu yang dimana air akan memutar baling-baling pada turbin. Sewaktu aliran air masuk mengalir ke sekeliling sudu piringan, turbin akan berputar secara maksimal sesuai debit aliran yang masuk kedalam rumah turbin dan saluran belakang (*tail race*) akan terendam air seluruhnya. Tinggi laju aliran air sewaktu mengalir kesekeliling sudu akan di ubah menjadi tinggi laju kecepatan pada akhirnya berkurang hingga tekanan atmosfer sebelum meninggalkan piringan turbin. Contoh turbin reaksi adalah turbin francis dan Kaplan. Turbin adalah turbin yang cara kerjanya merubah seluruh energy air yang tersedia menjadi energi kinetik. Turbin jenis ini adalah turbin yang paling banyak digunakan. Sudut pada turbin reaksi mempunyai profil khusus yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan air selama melalui sudu. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu sehingga *runner* (bagian turbin yang berputar) dapat berputar. Turbin yang bekerja berdasarkan prinsip ini dikelompokkan sebagai turbin reaksi. Untuk tipe turbin reaksi *runner* sepenuhnya tercelup dalam air dan berada dalam rumah turbin.



Gbr 4. Turbin Francis

2.6. Generator

Generator listrik adalah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Sebenarnya, generator tidak menciptakan energi listrik, melainkan hanya menggunakan energi mekanis yang dipasok untuk menggerakkan muatan listrik. Generator bekerja secara sinkron berdasarkan induksi elektromagnetik, setelah rotor diputar oleh penggerak mula (*prime mover*), maka kutub-kutub pada rotor akan berputar. Apabila kumparan rotor disuplay oleh tegangan searah, pada permukaan kutub akan timbul medan magnet yang berputar [8].

2.7. Perhitungan Potensi Air

1. Head

Head bersih adalah selisih antara *head* ketinggian kotor dengan *head* kerugian di dalam sistem pemipaan pembangkit listrik mikrohidro.[9]

2. Debit

Debit aliran sungai merupakan volume air sungai yang mengalir dalam satuan waktu. Pengukuran debit sungai adalah dengan mengukur luas penampang basah, kecepatan aliran dan tinggi muka air sungai tersebut dengan menggunakan persamaan :

$$Q = V \times A \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

Q : Debit (m³/s)

V : Kecepatan aliran (m/s)

A : Luas penampang sungai

Debit aliran air serta perbedaan ketinggian mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan oleh PLTA/PLTMH. Lokasi sungai harus memiliki air yang mengalir sepanjang tahun dengan debit sungai pada musim kemarau dan musim hujan yang relative stabil. Gradient sungai dan ketinggian aliran sesuai dengan kebutuhan listrik yang dihasilkan. Untuk mencari luas penampang sungai dapat menggunakan persamaan:

$$A = L \times h \dots \dots \dots (3)$$

Dengan :

A : Luas penampang sungai (m^2)

L : Lebar sungai (m)

h : Kedalaman (m)

3. Menghitung Potensi Daya

Untuk menghitung potensi daya listrik yang terbangkit, ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = h_{net} \times 1000 \text{ kg} \times Q \times g \times \eta \dots \dots \dots (4)$$

Dengan :

P : Daya listrik (watt)

h_{net} : Beda tinggi bersih (m)

Q : Debit potensial (liter/detik)

g : Gravitasi ($9,8 \text{ m/det}^2$)

η : Efisiensi (total pada desain turbin dan generator)

Menurut Putra, 2019 [10], hasil dari perhitungan daya listrik yang dihasilkan dapat dikembangkan untuk menghitung energi listrik yang dihasilkan melalui persamaan :

$$W = P \times 24 \times n \dots \dots \dots (5)$$

Dengan :

W : Energi (kWh)

P : Daya (kW)

N : Hari operasional

2.8. Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Off Grid

Energi listrik tenaga mikro hidro pada dasarnya dapat dihubungkan dengan jaringan listrik yang di kelola oleh PLN. Untuk menyambungkan tenaga listrik PLTMH dengan jaringan PLN harus memenuhi syarat dan kriteria tertentu. Pola *off-grid* pada umumnya menggunakan generator tegangan rendah. Generator tegangan rendah pada umumnya memiliki standar nilai 230/400 Volt (V). Pada kondisi normal, nilai faktor yang ada pada sistem tenaga listrik berkisar antara 0,8-1 [11].

2.9. Krisis Energi

Energi listrik merupakan energi yang penting sebagai penunjang aktivitas hidup manusia. Fakta menunjukkan bahwa sebesar 56% atau 1,7 milyar penduduk dunia tidak mendapatkan akses terhadap listrik. Demikian pula di Indonesia, distribusi jaringan listrik masih belum merata. Disi lain Indonesia kaya akan energi terbarukan yang berasal dari laut, karena 2/3 luas wilayah Indonesia adalah laut. Jadi solusi bagi masyarakat yang tinggal di daerah terpencil adalah memanfaatkan energi baru terbarukan [12].

2.10. Kondisi Kelistrikan Kabupaten Pangkep

Permintaan pasokan listrik di Kabupaten Pangkep terus mengalami peningkatan yang terlihat dari adanya penambahan pelanggan setiap tahunnya. Hal tersebut mengakibatkan produksi listrik juga meningkat untuk dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Sampai dengan tahun 2021, banyaknya energi listrik yang diproduksi sebanyak 420 583 244

Kwh dengan jumlah pelanggan sebanyak 76.216 pelanggan [13].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut

- Metode Observasi, yaitu pengumpulan data yang dilakukan dengan pengamatan secara langsung dilokasi penelitian.
- Studi Literatur, yaitu pengumpulan data-data dari jurnal dan referensi yang relevan dengan topik penelitian.

3.1. Teknik Pengumpulan Data

Berikut teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai bentuk penyelesaian masalah :

- Data Primer, pengumpulan data primer dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran secara langsung di air terjun Gollae di Kabupaten Pangkep.
- Data Sekunder, Pengumpulan data yang dilakukan menggunakan literatur dan BPS Kabupaten Pangkep yang berkaitan dengan penelitian ini.

3.2. Alat yang Digunakan

Dalam penelitian ini diperlukan alat survey lokasi untuk mengetahui potensi energi terbarukan yang ada di daerah penelitian. Alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Alat pengukur aliran air (*Currentmeter*)
- Stopwatch* untuk mengukur waktu
- Meteran untuk mengukur tinggi air (*head*) di lokasi penelitian.
- Kamera untuk dokumentasi aktivitas di lokasi penelitian.
- Komputer untuk mengolah data.

3.3. Kerangka Penelitian

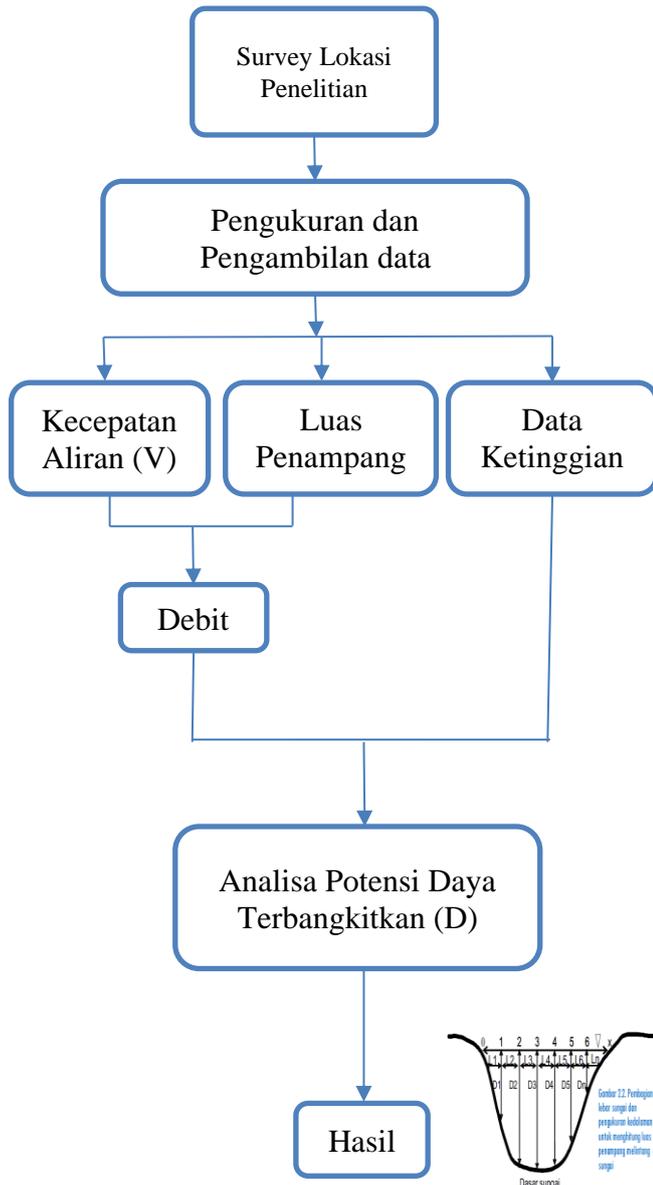
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Penelitian

Di Indonesia masih ada sebagian daerah terpencil yang kesulitan mendapat pemasok energi listrik seperti di desa Tondongkura, Kecamatan Tondong Tallsa, Kabupaten Pangkep. Air Terjun Gollae memiliki jarak sekitar 2 km dari perkampungan. Sebagian aliran air sungai mengalir ke pipa irigasi persawahan masyarakat setempat kurang lebih 30 %. Ketinggian jatuh bersih (*head*) air terjun Gollae adalah 15,43 meter.



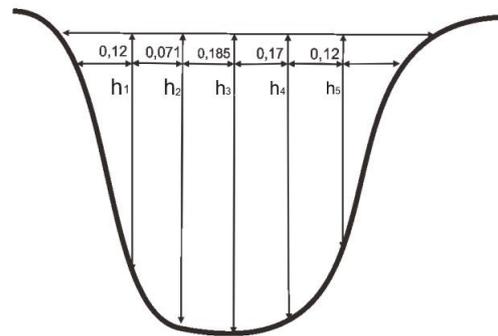
Gbr 6. Air Terjun Gollae yang menjadi objek penelitian di Kabupaten Pangkep.



Gbr 5. Bagan Alir Penelitian

Pada gambar 5 bagan alir penelitian dimulai dari survey lokasi untuk menentukan tempat pengambilan data, setelah ditentukan maka dilakukan pengukuran dan pengambilan data kecepatan aliran, luas penampang dan data ketinggian. Kemudian data kecepatan aliran dikali dengan luas penampang maka didapatkan debit, setelah debit sudah dihitung dan ketinggian lokasi penelitian sudah diukur maka potensi daya terbangkitkan dapat dihitung menggunakan rumus persamaan 4 dengan memasukkan nilai hasil pengukuran.

4.4. Data Pengukuran



Gbr 8. Luas Penampang Sungai

Pada pengukuran dilokasi penelitian di dapatkan lebar penampang basah 9,6 meter kemudian dibagi menjadi 5 titik untuk dilakukan pengukuran di setiap titiknya menggunakan alat *current meter*.

Tabel 1. Pengukuran Luas Penampang Sungai

No	Lebar Sungai (m)	Kedalaman (h) Meter	Luas Penampang Sungai (A) m ²
1	9,6	0,12	1,276
2		0,071	
3		0,185	
4		0,17	
5		0,12	

Sebelum mencari luas penampang sungai, kita dapat menghitung lebih dulu total kedalaman sungai :

$$h_r = \frac{h_1+h_2+h_3+h_4+h_5}{5}$$

$$= \frac{0,12+0,071+0,185+0,17+0,12}{5}$$

$$= \frac{0,666}{5}$$

$$= 0,133$$

Untuk mencari luas penampang sungai, menggunakan persamaan 3 sebagai berikut :

$$A_{Total} = L \times h_{Total}$$

$$= 9,6 \times 0,133$$

$$= 1,276 \text{ m}^2$$

4.5. Menentukan Kecepatan Rata-rata

Data hasil pengukuran tertera di lampiran, untuk menentukan kecepatan rata rata aliran air di setiap titiknya, dilakukan dua kali percobaan pengukuran, hasilnya sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran

Tinggi Muka Air (h)		Kecepatan Aliran (V) m/s
I	0,12	0,171
		0,124
II	0,071	0,244
		0,216
III	0,185	0,469
		0,472
IV	0,17	0,498
		0,510
V	0,12	0,456
		0,432

$$a. V_1 = \frac{0,171+0,124}{2}$$

$$= 0,147$$

$$b. V_2 = \frac{0,244+0,216}{2}$$

$$= 0,23$$

$$c. V_3 = \frac{0,469+0,472}{2}$$

$$= 0,470$$

$$d. V_4 = \frac{0,498+0,510}{2}$$

$$= 0,505$$

$$e. V_5 = \frac{0,456+0,432}{2}$$

$$= 0,444$$

Oleh karena itu, kecepatan rata-rata (Vr) sebagai berikut :

$$V_r = \frac{V_1+V_2+V_3+V_4+V_5}{5}$$

$$= \frac{0,147+0,23+0,470+0,505+0,444}{5}$$

$$= \frac{1,796}{5}$$

$$= 0,359 \text{ m/s}$$

4.6. Perhitungan Debit Aliran

Untuk mencari debit aliran sungai, menggunakan persamaan 2 sebagai berikut : Debit = kecepatan rata-rata x luas penampang sungai

$$= 0,359 \times 1,276$$

$$= 0,458 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 3. Pengukuran Debit Aliran Sungai di Air Terjun Gollae Kabupaten Pangkep

No	Titik Pengukuran	Kedalaman (h) Meter	Luas Penampang Sungai (A) m ²	Kecepatan (V) m/s
1	h ₁	0,12	9,6	0,171
2	h ₂	0,071	9,6	0,244
3	h ₃	0,185	9,6	0,469
4	h ₄	0,17	9,6	0,498
5	h ₅	0,12	9,6	0,456

4.7. Menghitung Potensi Daya Teoritis

Untuk menghitung potensi daya listrik yang terbangkit, ditentukan dengan menggunakan persamaan 4 sebagai berikut :

$$P_{Teoritis} = h_{net} \times \text{Kerapatan Air} \times Q \times g$$

$$= 15,43 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 0,458 \text{ m}^3/\text{s} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$= 69.256 \text{ kW}$$

$$P_{out \text{ Turbin}} = P_{Teoritis} \times \eta_{Turbin}$$

$$= 69.256 \times 0,8$$

$$= 55.405 \text{ kW}$$

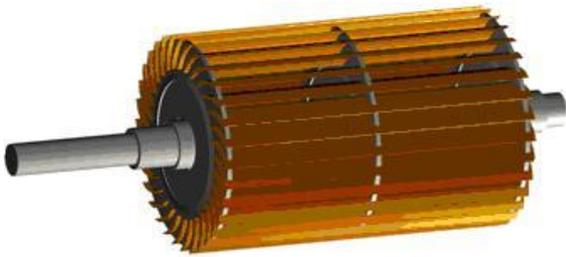
$$P_{out \text{ Generator}} = P_{out \text{ Turbin}} \times \eta_{Generator}$$

$$= 55,405 \times 0,8$$

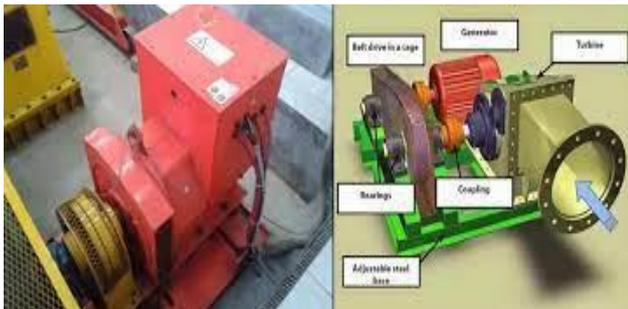
$$= 44.324 \text{ kW}$$

4.8. Turbin dan Generator

Berdasarkan besar daya yang di dapatkan dari hasil perhitungan, turbin yang digunakan adalah *Crossflow* Turbin. Turbin *crossflow* dapat dioperasikan pada debit 20 liter/second hingga 10 m³/s dan head antara 1-200 m. Turbin *crossflow* menggunakan *nozzle* yang sesuai dengan lebar runner. Pancaran air masuk turbin dan mengenai sudu sehingga terjadi konversi energi kinetik menjadi energi mekanis. Air mengalir keluar membentur sudu dan memberikan energinya (lebih rendah disbanding saat masuk) kemudian meninggalkan turbin.

Gbr 9. Turbin *Crossflow*

Generator sinkron merupakan mesin listrik arus bolak-balik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik arus bolak-balik. Energi mekanik diperoleh dari penggerak mula (*prime mover*) yang terkopel dengan rotor generator, sedangkan energi listrik diperoleh dari proses induksi elektromagnetik yang melibatkan kumparan rotor dan kumparan stator. Mesin listrik arus bolak-balik ini disebut sinkron karena rotor berputar secara sinkron atau berputar dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan medan magnet putar.



Gbr 9. Generator

4.8.1. Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) *Off Grid*

Pola *off-grid* pada umumnya menggunakan generator tegangan rendah. Generator tegangan rendah pada umumnya memiliki standar nilai 230/400 Volt (V). Pada kondisi normal, nilai faktor yang ada pada sistem tenaga listrik berkisar antara 0,8-1.

4.7. Sistem Kontrol

Peralatan kontrol yang terpasang pada PLTMH berfungsi untuk mengatur distribusi daya listrik yang dihasilkan. Sistem kontrol yang digunakan pada PLTMH menggunakan pengaturan beban sehingga jumlah output daya

generator selalu sama dengan beban. Apabila terjadi penurunan beban di konsumen, maka beban tersebut akan dialihkan ke sistem pemanas udara (air heater) yang dikenal sebagai ballast load/*dummy load*. Beberapa peralatan yang digunakan untuk mengatur daya listrik yang dihasilkan PLTMH biasanya menggunakan:

1. CB (*Circuit Breaker*), MCB (*Miniatur Circuit Breaker*), NFB (*No Fuse Breaker*) atau MCCB (*Molded Case Circuit Breaker*).
2. *Electronic Load Controller* (ELC) Atau *Induction Generator Controller* (IGC)
3. *Induction Generator Controller* (IGC)
4. Kontak Magnet (*Magnetic Contactor*)
5. Beban Ballast (*Ballast Load*)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahid, A. (2014). Analisis Kapasitas dan Kebutuhan Daya Listrik untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura.
- [2] Ismono & Hammam, N. B. (2017). Analisa Potensi Daya Listrik Pada Bendungan Colo, Kec Nguter, Sukoharjo Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Microhidro (PLTMH). Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [3] Silitoga & Ibrahim. (2020). BUKU AJAR ENERGI BARU & TERBARUKAN. Jogyakarta. Deepublish (Grup Penerbitan CV Budi Utama).
- [4] Rahmadyani, Z. (2015). Analisis Potensi Energi Terbarukan dan Kajian Tekno-Ekonomi Untuk Rekomendasi Pembangkit Listrik di Kabupaten Nunukan dan Malinau Provinsi Kalimantan Utara. Fakultas teknologi industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [5] Ismono & Hammam, N. B. (2017). Analisa Potensi Daya Listrik Pada Bendungan Colo, Kec Nguter, Sukoharjo Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Microhidro (PLTMH). Jurusan Teknik Elektro
- [6] Hidayat, W. (2019). Prinsip Kerja dan Komponen-Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).
- [7] Doda, N., & Mohammad, H. (2018). Analisis Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kabupaten Bone Bolango. Gorontalo. Journal of Infrastructure and Science Engineering. Vol.1, No.1, April 2018: 1-10..
- [8] Anwar, S., Tamam, M. T., & Kurniawan, I. H. (2021). Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Menggunakan Konsep Hydrocat. RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer), 4(1), 7-10.
- [9] Ismono & Hammam, N. B. (2017). Analisa Potensi Daya Listrik Pada Bendungan Colo, Kec Nguter, Sukoharjo

- Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Microhidro (PLTMH).
Jurusan Teknik Elektro
- [10] Arif Muhammad. (2020). Energi Terbarukan Solusi Energi Masa Depan. Diakses pada 28 Maret 2022 pukul 14.00.
- [11] Putra, D. K. (2019). Analisis Potensi Daya Listrik di Pembangkit Listrik Tenaga Air Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [12] Bawan, E. K. (2009). Analisa Potensi Energi Terbarukan di Kabupaten Kaimana Propinsi Papua Barat. Jurnal Smartek, Vol.7, No.2, Mei 2009: 82-91.
- [13] Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. (2022). Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan Dalam Angka 2022. Diakses pada 23 April 2022 pukul 20.25.