

# POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) PADA SALURAN IRIGASI DI SUNGAI AESESA KECAMATAN AESESA KABUPATEN NAGEKEO

Wellem Fridz Galla, Evtaleny R. Mauboy, M. Mahadir Putra

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Undana, Jl. Adisucipto Penfui-Kupang

E-mail : [wfidzg@yahoo.co.id](mailto:wfidzg@yahoo.co.id)

## Abstrak

Salah satu energi terbarukan yang sangat potensial adalah energi air. Aliran sungai Aesesa yang terletak di Kecamatan Aesesa, Kabupaten Nagekeo dapat dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Selama ini masyarakat hanya memanfaatkan aliran sungai Aesesa sebagai kebutuhan air bersih dan irigasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya daya listrik yang dapat dibangkitkan oleh PLTMH, yaitu dengan memanfaatkan salah satu saluran irigasi yang telah ada. Pengumpulan data dilakukan melalui pengukuran *head* serta debit air. Berdasarkan data pengukuran didapat *head* 5,73 m serta debit maksimum 1,399 m<sup>3</sup>/detik menghasilkan daya teoritis sebesar 78,56 kW dan daya generator 48,43 kW. Pada perhitungan debit desain menggunakan diameter pipa pesat 24 dim akan memanfaatkan debit air sebesar 0,598 m<sup>3</sup>/detik dan untuk diameter pipa pesat 26 dim adalah 0,95 m<sup>3</sup>/detik yang masing-masing menghasilkan daya teoritis sebesar 33,58 kW dan 53,35 kW serta daya generator 20,7 kW dan 32,88 kW.

## Abstract

One of energy new to be a real potential is water energy. River Aesesa which located in Aesesa District, Nagekeo can be exploited for Power Station of Microhidro Energy. Nowadays, public only exploit river Aesesa as clean amount of water required and irrigation. This research aim to know level of electricity which can be awakened by Power Station, that is by exploiting one of irrigation channel which there have. Data collecting is done by through measurement of head and water strength. Based on measurement data is gotten by 5.73 m head and water maximum strength 1.399 m<sup>3</sup>/s yields theoretical energy power 78.56 kW and generator power 48.43 kW. In design applies pipe 24 dim will exploit water strength 0.598 m<sup>3</sup>/s and pipe 26 dim is 0.95 m<sup>3</sup>/s which yielding is theoretical energy power 3358 and 5335 kW and generator power 20.7 and 3288 kW.

**Keyword:** *Head, Microhidro, Electric Power*

## 1. Pendahuluan

Salah satu energi terbarukan yang sangat potensial adalah penggunaan energi air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). PLTMH adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Kondisi air yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber daya (*resources*) penghasil listrik adalah memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dan instalasi. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya dari instalasi, maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Sungai Aesesa merupakan sungai yang terletak di Kecamatan Aesesa, Kabupaten Nagekeo. Selama ini masyarakat Kecamatan Aesesa hanya memanfaatkan aliran sungai Aesesa sebagai irigasi dan kebutuhan air bersih. Kebutuhan air irigasi dipenuhi oleh Bendungan Sutami dengan kapasitas mengairi 6000 ha, debit tertinggi 7,8 m<sup>3</sup>/detik debit minimum 2-4 m<sup>3</sup>/detik, sehingga perlu dilakukan pemanfaatan energi air untuk dapat menghasilkan energi listrik [1]. Dengan demikian diharapkan dapat mengurangi pemakaian bahan bakar fosil untuk membangkitkan listrik.

Berdasarkan data debit air yang terdapat pada Sungai Aesesa tersebut memungkinkan untuk membangun suatu PLTHM.

Hasil penelitian [2], menunjukkan bahwa dengan besar debit air sungai sebesar 0,104 m<sup>3</sup> dengan head 25,28 meter, maka dapat menghasilkan daya listrik yang dibangkitkan sebesar 14,263 kW. Kemudian, hasil penelitian [3], menunjukkan bahwa, dengan debit sebesar 0,80 m<sup>3</sup>/detik dan beda ketinggian (*head*) sebesar 4 meter, diperoleh daya listrik sebesar 27,31 kW. Selanjutnya [4], juga memberikan informasi lain dengan menggunakan ketinggian jatuh sebesar 7,1 meter dan debit rata-rata 0,45 m<sup>3</sup>/s dapat menghasilkan listrik sebesar 16,4 kW.

**2. Metode Penelitian**

**2.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian akan dilakukan di sungai Aesesa Kecamatan Aesesa, Kabupaten Nagekeo, yang dilaksanakan selama satu bulan, yaitu pada bulan Februari 2012.

**2.2 Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: meter, stopwatch, benda apung/pelampung, stick kayu, tali rafia/tali plastic, selang air plastik transparan ¼ inch, panjang 10-20 m, dan mistar ukur.

**2.3 Metodologi yang Digunakan**

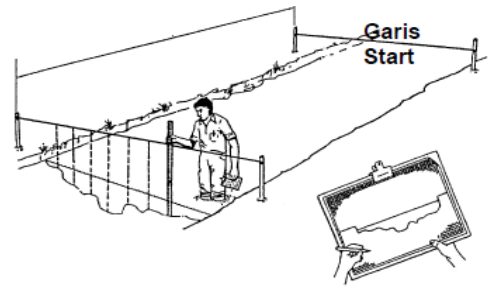
Pada penelitian ini dilakukan survei langsung pada lokasi, yang bertujuan untuk mendapatkan data primer dan data sekunder, seperti mengukur daerah aliran sungai, tinggi permukaan air, tinggi terjun (*head*). Sedangkan untuk data debit diukur pada bulan Februari.

**2.4 Teknik Pengambilan Data**

**2.4.1 Pengukuran Debit Air dengan Menggunakan Metode Benda Apung**

Prosedur pengukuran mengikuti langkah sebagai berikut:

- Memilih bagian sungai yang relatif lurus dan penampangnya seragam, serta tentukan jarak pelepasan atau pelepasan benda apung (panjang).
- Mengukur luas penampang bagian sungai tersebut dengan membagi dalam beberapa bagian atau titik, minimal 3 bagian seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1. Mengukur Luasan Sungai**

- Menghitung luas dari masing-masing bagian tersebut dengan mengikuti persamaan (2.1)

$$A_n = l_n \times \left( \frac{d_{n-1} + d_n}{2} \right) \dots\dots\dots(2.1)$$

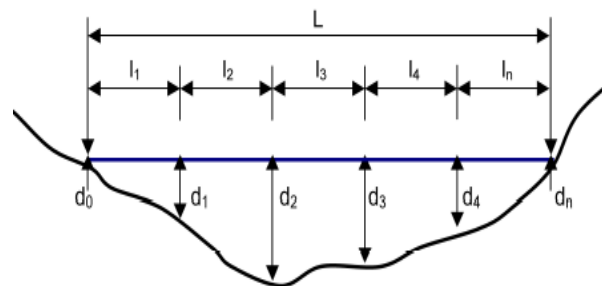
Keterangan:

- A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)
- l = Luas penampang (m<sup>2</sup>)
- d = Kedalaman bagian atau titik (m)
- n = Nomor bagian atau nomor titik

Kemudian menghitung luas penampang secara keseluruhan:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n \dots\dots\dots(2.2)$$

Selanjutnya, menghitung luas penampang secara keseluruhan seperti Gambar 2



**Gambar 2 Luas Penampang**

- Menjatuhkan benda apung beberapa meter sebelum garis start yang telah ditentukan.
- Mengukur waktu yang diperlukan benda apung tersebut untuk melewati jarak yang telah ditentukan.
- Menghitung kecepatannya aliran air:

$$v_f = \frac{\text{jarak}}{\text{waktu}} \left[ \frac{m}{s} \right] \dots\dots\dots(2.3)$$

- Menghitung kecepatan dari rata-rata kecepatan aliran sungai tersebut dengan rumus:

$$v_a = v_f \times c \left[ \frac{m}{s} \right] \dots\dots\dots(2.4)$$

keterangan: c = faktor koreksi

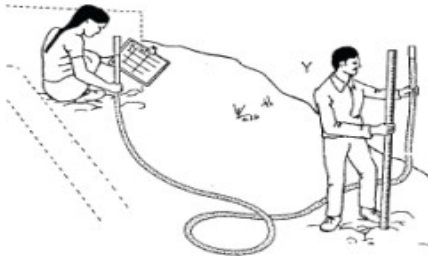
- Menghitung debit air sungai dengan rumus:

$$Q = v_a \times A \left[ \frac{m^3}{s} \right] \dots\dots\dots(2.5)$$

**2.4.2 Pengukuran Tinggi Terjun (Head)**

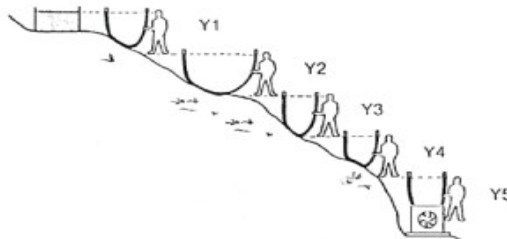
Adapun prosedur pengukuran sebagai berikut:

- Menyiapkan selang plastik transparan ¼ inch dengan panjang 10-20 meter.
- Mengisi selang dengan air sampai penuh serta pastikan selang terbebas dari gelembung udara.
- Melakukan pengukuran dimulai diatas elevasi perkiraan permukaan air pada posisi bak penenang yang telah ditentukan, seperti Gambar 3.



**Gambar 3. Teknik Mengukur Tinggi Head**

- Pengukuran kedua dan selanjutnya dengan melanjutkan pada titik yang lebih rendah dari pengukuran sebelumnya, dan melanjutkan pengukuran sampai ke lokasi turbin yang akan di tempatkan, seperti pada Gambar 4.



**Gambar 4. Urutan Pengukuran Tinggi Head**

- Terakhir melakukan penjumlah seluruh hasil pengukuran atau jarak vertikal untuk mendapatkan head kotor (*gross head*) dengan menggunakan rumus:

$$\text{Head} = Y + Y2 + Y3 + Y4 + Y5 + \dots + Yn \dots(2.6)$$

**2.5 Analisis Data**

Setelah diperoleh besarnya debit dan *head*, maka dapat di tentukan besarnya daya turbin (P). Daya turbin merupakan besarnya daya listrik yang dihasilkan, dinyatakan dalam satuan kilowatt (kW). Besarnya daya turbin dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \rho \times g \times Q \times \Delta h \dots\dots\dots(2.7)$$

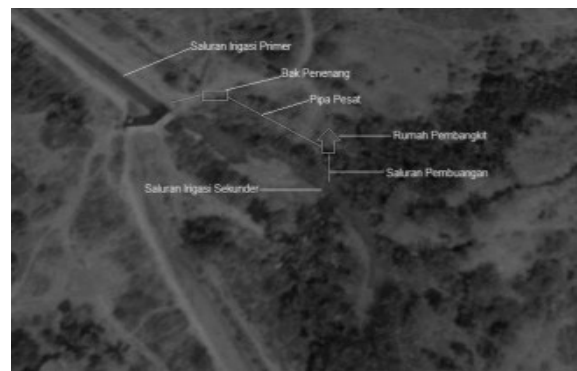
- Keterangan:
- P = Daya turbin (kW)
  - Q = Debit (m<sup>3</sup>/s)
  - g = Gravitasi (9,81)
  - h = head (m)

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1 Hasil Penelitian**

**3.1.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Lokasi perencanaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro terletak pada koordinat 8<sup>0</sup> 34,183 Lintang Selatan dan 121<sup>0</sup> 15,072 Bujur Timur seperti terlihat dalam Gambar 4.



**Gambar 5. Skema PLTMH Sungai Aesesa**

**3.1.2 Data Pengukuran**

Dari hasil pengukuran pada saluran irigasi primer didapat kecepatan rata-rata aliran 0,52 m/detik dan luas penampang total 14,24 m, sehingga debit saluran irigasi primer, yaitu:

$$\begin{aligned} Q &= 0,52 \times 14,24 \times 1000 \\ &= 7404,8 \text{ liter/detik} \\ &= 7,4048 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengukuran pada saluran irigasi sekunder didapat kecepatan rata-rata aliran 0,455 m/detik dan luas penampang total 3,075 m, sehingga debit saluran irigasi sekunder, yaitu:

$$\begin{aligned} Q &= 0,455 \times 3,075 \times 1000 \\ &= 1399,1 \text{ liter/detik} \\ &= 1.399 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Besar debit air keluaran pintu B dari saluran primer akan dialihkan ke saluran pembawa untuk digunakan sebagai pembangkit listrik, kemudian disalurkan ke saluran irigasi sekunder. Sehingga debit maksimum yang akan digunakan sebesar 1,399 m<sup>3</sup>/detik.

**Hasil Pengukuran Tinggi Jatuh Air (Head)**

**Tabel 1. Pengukuran Jarak dan Ketinggian Bak Penenang ke Rumah Turbin**

No.	Jarak (m)	Ketinggian (m)
1	0 – 10	1,53
2	10 – 18	1
3	18 – 25	0,97
4	25 – 30	0,5
5	30 – 37	1,73
Total	37	5,73

**Pipa Pesat (Penstock)**

Dengan debit yang mengalir sebesar 1,399 m<sup>3</sup>/detik serta panjang pipa pesat dari bak penenang menuju rumah turbin 37 m dengan tinggi jatuh 5,73 m dan material pipa pesat menggunakan pipa Polyethylene (PE) dengan koefisien manning (n) 0,009, maka diameter pipa pesat:

$$D = 2,68 \left( \frac{0,009^2 \times 1,399 \times 37}{5,73} \right)^{0,1875}$$

$$= 2,68 (7,32 \times 10^{-4})^{0,1875}$$

$$= 2,68 (0,258)$$

$$= 0,69 \text{ m}$$

**Daya Teoritis**

Dengan tinggi jatuh 5,73 m dan debit 1,399 m<sup>3</sup>/detik, maka daya teoritis yang dibangkitkan sebesar:

$$P_{\text{teoritis}} = 9,8 \times H \times Q$$

$$= 9,8 \times 5,73 \times 1,399$$

$$= 78,56 \text{ kW}$$

Pada pemilihan diameter pipa pesat akan disesuaikan dengan ukuran diameter pipa pesat yang ada di pasaran. Adapun hasil perhitungan debit dan daya teoritis yang dibangkitkan dengan menggunakan ukuran pipa pesat di pasaran dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Data Hasil Perhitungan dan Pengukuran Berdasarkan Diameter Pipa Pesat**

Dia-meter (Dim)	Dia-meter (Dim)	Head (m)	Debit (m <sup>3</sup> /detik)	Panjang Penstock (m)	P Teoritis (kW)
6	0,15	5,73	0,000406	37	0,02
8	0,2	5,73	0,00193	37	0,11
10	0,25	5,73	0,00604	37	0,34
12	0,3	5,73	0,015	37	0,84
18	0,45	5,73	0,15	37	8,42
20	0,5	5,73	0,25	37	14,04
24	0,6	5,73	0,598	37	33,58
26	0,65	5,73	0,95	37	53,35
28	0,7	5,73	1,46	37	81,98

**Daya Generator**

Penentuan debit desain yang akan digunakan berdasarkan pada pemilihan ukuran pipa pesat yang banyak di pasaran. Berdasarkan Tabel 2 hasil perhitungan debit desain menggunakan diameter pipa pesat 24 dim akan memanfaatkan debit air sebesar 0,598 m<sup>3</sup>/detik dan untuk diameter pipa pesat 26 dim adalah 0,95 m<sup>3</sup>/detik. Dengan efisiensi generator 0,85, efisiensi turbin 0,74 dan efisiensi transmiter 0,98, maka besar daya yang dibangkitkan generator, yaitu:

- Menggunakan pipa pesat 24 dim

$$P_g = 9,8 \times 5,73 \times 0,598 \times 0,74 \times 0,98 \times 0,85$$

$$= 20,7 \text{ kW}$$

- Menggunakan pipa pesat 26 dim

$$P_g = 9,8 \times 5,73 \times 0,95 \times 0,74 \times 0,98 \times 0,85$$

$$= 32,88 \text{ kW}$$

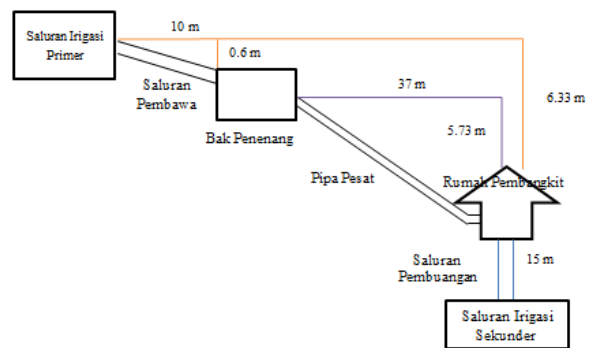
- Menggunakan debit 1,399 m<sup>3</sup>/detik

$$P_g = 9,8 \times 5,73 \times 1,399 \times 0,74 \times 0,98 \times 0,85$$

$$= 48,43 \text{ kW}$$

**3.2 Pembahasan Hasil Penelitian**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka terlihat bahwa Sungai Aesesa Kecamatan Aesesa, Kabupaten Nagekeo terdapat potensi sumber energi yang dapat dikembangkan untuk membangun PLTMH. Dari hasil perhitungan secara teoritis, maka potensi sumber energi yang bisa dibangkitkan sebesar 33.58 kW dan 53.35 kW serta daya generator 20,7 kW dan 32.88 kW. Selanjutnya, dengan berdasarkan hasil survey dan hasil perhitungan, maka dapat dibuat perencanaan konstruksi sipil, seperti yang terlihat dalam Gambar 6.



**Gambar 6. Rencana Kontruksi Sipil**

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Lokasi perencanaan pembangkit listrik tenaga mikrohidro terletak pada koordinat  $8^{\circ} 34,183$  Lintang Selatan dan  $121^{\circ} 15,072$  Bujur Timur, dengan ketinggian 5,73 m pada jarak 37 m dari bak penenang ke rumah pembangkit.
2. Debit desain yang digunakan berdasarkan pemilihan diameter pipa pesat yang ada dipasaran, yakni debit  $0,598 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $0,95 \text{ m}^3/\text{detik}$  dan debit maksimum  $1,399 \text{ m}^3/\text{detik}$ , masing-masing menghasilkan daya teoritis sebesar 33,58 kW, 53,35 kW dan 78,56 kW dan daya keluaran masing-masing generator sebesar 17,98 kW, 28,56 kW dan 42,06 kW.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] (<http://www.oocities.org/kapetmbay/infrastruktur.htm>)
- [2] Ilham, Jumaiati dalam Ichsan Gorontalo. 2008. *Evaluasi Potensi Energy Air Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*.<http://www.google.co.id/search?q=jurnal%2C+jumaiti+ilham%2C+PLTMH&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:en-US:official&client=firefox-a>, diakses 21-11-2011.
- [3] Amri, Khairul, 2009. *Kajian Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Sungai Air Kule Kabupaten Kaur*. <http://www.scribd.com/doc/72342310/Jurnal-PLTMH-09-Khairul-Amri-Reintek>, diakses 13-11-2011.
- [4] Anggono, Hudan Guntur. 2008. *Studi Pembangunan PLTMH Sumberan 16,4 kW Di Dusun Sumberan Pacet Mojokerto Jawa Timur*. [http://tsu.or.id/cms/index.php?option=com\\_Rokdownloads&view=folder&Itemid=81](http://tsu.or.id/cms/index.php?option=com_Rokdownloads&view=folder&Itemid=81), diakses 21-11-2011