

Kajian Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Di Desa Darul Makmur Kotamadya Subulussalam Provinsi Aceh

Pribadyo*

Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Meulaboh
Email: dyo_1806@yahoo.co.id

Abstrak

This study aims to review the magnitude of potential micro-hydro power (MHP) is technically and economically contained in Desa Darul Makmur Municipal Subulussalam used as a source of electrical energy using a propeller type turbine . Studies reviewed by the river flow and high water fall (head) are available in the location using mathematical equations . The results of the study by considering topography , system micro-hydro power (MHP) with discharge parameters used by 0.07 m³ / sec and high water fall (head) by 3.5 meters , micro-hydro power plants capable of resulting in a total energy 2,53 kW , with the price of electrical energy for Rp.805 / kWh and after distributed micro hydro power plants installed tenaga can be used as illumination for 21 homes with power 0120 kW each house

Keywords: *PLTMH, potential energy, electric energy alternative*

1. Pendahuluan

Tenaga air, energi dari air yang bergerak, adalah salah satu sumber tenaga energi terbarukan (*renewable energy*) dan kapasitas global daya total listrik tenaga air, termasuk pembangkit listrik tenaga air besar, tenaga air kecil, dan dayalaut, sekitar 820 GW pada tahun 2005, yang menyumbang hampir 20% dari energi terbarukan dan potensinya masih belum dimanfaatkan secara maksimal. (Ren21. renewables global status report, 2006). Dari potensi energi air yang ada di Indonesia sebesar 75.000 MW, hanya 13% dari potensi tersebut yang dimanfaatkan [Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral., 2006]. Hal ini memberikan harapan yang begitu besar kepada bangsa Indonesia khususnya masyarakat Aceh dalam mengatasi krisis energi terutama listrik dengan menggunakan energi air, mengingat sebagian besar wilayah Aceh adalah daerah perbukitan dan mempunyai Daerah Aliran Sungai (DAS) yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik tenaga mikro hidro [BRR NAD-Nias, 2008], salah satunya adalah yang terdapat di Desa Darul makmur Kotamadya Subulussalam.

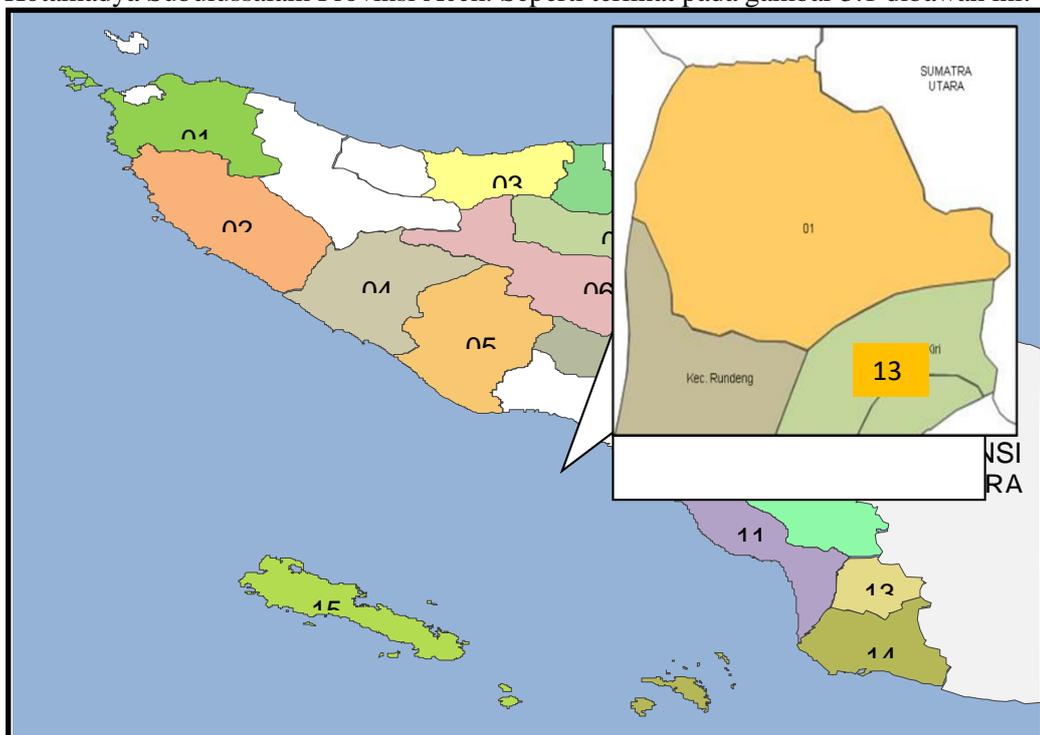
Desa Darul Makmur Kecamatan Sultan Daulat adalah sebuah desa definitif yang terletak di bagian barat Kota Subulussalam dengan titik koordinat N 02°48'15,2" dan E 97°55'18,9". Desa Darul Makmur dengan luas wilayah 755 Ha dihuni oleh 71 kepala keluarga yang berpenghasilan dari bertani dan berkebun. Desa Darul Makmur terletak di sekitar kawasan dengan topografi wilayahnya bebukit. Jarak Desa Darul makmur dengan Kota Kecamatan 5 Km (PNPM-MP, 2010). Desa Darul Makmur memiliki sebuah sungai yang telah dimanfaatkan oleh masyarakatnya sebagai sumber pembangkit energi yang menghasilkan listrik untuk kebutuhan penerangan dengan menggunakan teknologi dari turbin air jenis propeller. Dimana turbin yang terpasang memiliki tinggi jatuh air (head) 3,5 meter dari tinggi total 4 meter (Pribadyo, 2012). Dengan demikian turbin tersebut dapat

dikategorikan dalam turbin jenis reaksi *head* rendah dan sesuai dengan spesifikasi dari turbin head rendah yang membuahkan tinggi jatuh air antara 2 sampai dengan 40 m (Arismunandar Wiranto, 1988). Meskipun turbin telah dapat menghasilkan arus listrik tetapi belum dapat dikatakan maksimal mengingat waktu operasi dari turbin hanya mampu beroperasi tidak lebih dari 6 jam, mengingat debit air yang digunakan masih belum dapat mencukupi waktu operasi yang diharapkan oleh masyarakat sebagai penerangan paling tidak selama 12 jam sehari yang dihitung dari pukul 19.00 sampai dengan pukul 05.00 WIB.

Berdasarkan latar belakang dan uraian diatas maka penelitian ini akan mengkaji secara teknis dan ekonomis pada penerapan pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang terpasang di Sungai Solok Desa Darul Makmur Kecamatan Sultan Daulat Kotamadya Subulussalam Provinsi Aceh.

e. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur dan studi lapangan yang bertujuan untuk mendapatkan informasi data-data primer dan data skunder yang dibutuhkan. Data debit yang didapatkan dari hasil kajian oleh BRR tahun 2008 adalah sebesar 0,40 m³/detik. Sedangkan dalam perhitungan nanti menggunakan debit terpakai yakni sebesar 0,07 m³/detik. Adapun lokasi penelitian di Desa Darul Makmur Kecamatan Sultan Daulat Kotamadya Subulussalam Provinsi Aceh. Seperti terlihat pada gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 1 Peta lokasi penelitian
Sumber: BRR NAD – Nias, 2008

○ **Metode Pengumpulan Data**

Dalam menyelesaikan kajian yang akan dilakukan diperlukan data-data yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas dalam rangka penyusunan tugas akhir ini. Adapun data-data tersebut diperoleh melalui studi literatur dan studi lapangan sebagai berikut:

- Studi literatur
yaitu melalui buku-buku pedoman dan dari website (*internet*), hasil-hasil dari penelitian terdahulu yang telah dilakukan yang menunjang dalam analisa.
- Studi lapangan
yaitu dengan melakukan penyelidikan langsung di lapangan dan pengambilan data lapangan meliputi tinggi jatuh air (*head*), besarnya kapasitas aliran (*debit*), dan data demografi.

○ **Analisa Data**

Data-data yang dikumpulkan mula-mula di susun kemudian dianalisa dan dilanjutkan dengan pengolahan data. Analisa data dilakukan secara teoritis dan dihitung secara matematis berdasarkan parameter-parameter yang diperoleh.

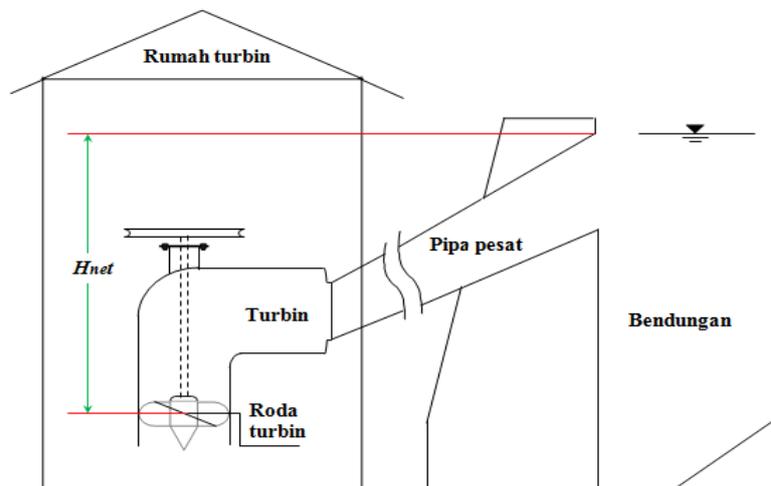
○ **Langkah-langkah Perhitungan**

- Perhitungan Teknis

Dalam perhitungan teknis pada kajian ini meliputi:

1. Penentuan tinggi jatuh air (*head*)

Pengukuran beda ketinggian pada kajian ini adalah secara manual yaitu menggunakan meteran ataupun dengan selang dan water pass.



Gambar 2 Sketsa head

2. Perhitungan Kapasitas Aliran Air (*debit*)

Pengukuran debit air dapat dilakukan dengan alat current meters. Current meters adalah sebuah batang dengan baling-baling yang dapat bergerak bebas berputar dan dihubungkan dengan layar monitor menggunakan kabel untuk membaca kecepatan aliran air.

Ataupun perhitungan kapasitas aliran (*debit*) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Dietzel, F., 1993):

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- Q = Debit Aliran (m^3/s),
- V = Kecepatan Aliran (m/s),
- A = Luas Penampang (m^2)

3. Perhitungan potensi daya terbangkit

Setelah diketahui parameter besarnya *head* dan *debit*, maka untuk menentukan besarnya daya turbin (*P*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Arismunandar Wiranto, 1988):

$$P = \rho \times g \times Q \times \Delta h \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- P = daya dalam (kW)
- ρ = berat jenis fluida ($9,8 \text{ kN/m}^3$)
- g = percepatan gravitasi (m/s^2)
- H = head (m)
- Q = debit air (m^3/s)

- **Perhitungan Ekonomis**

Dalam kajian ini perhitungan ekonomis diperoleh berdasarkan nilai harga listrik yang dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

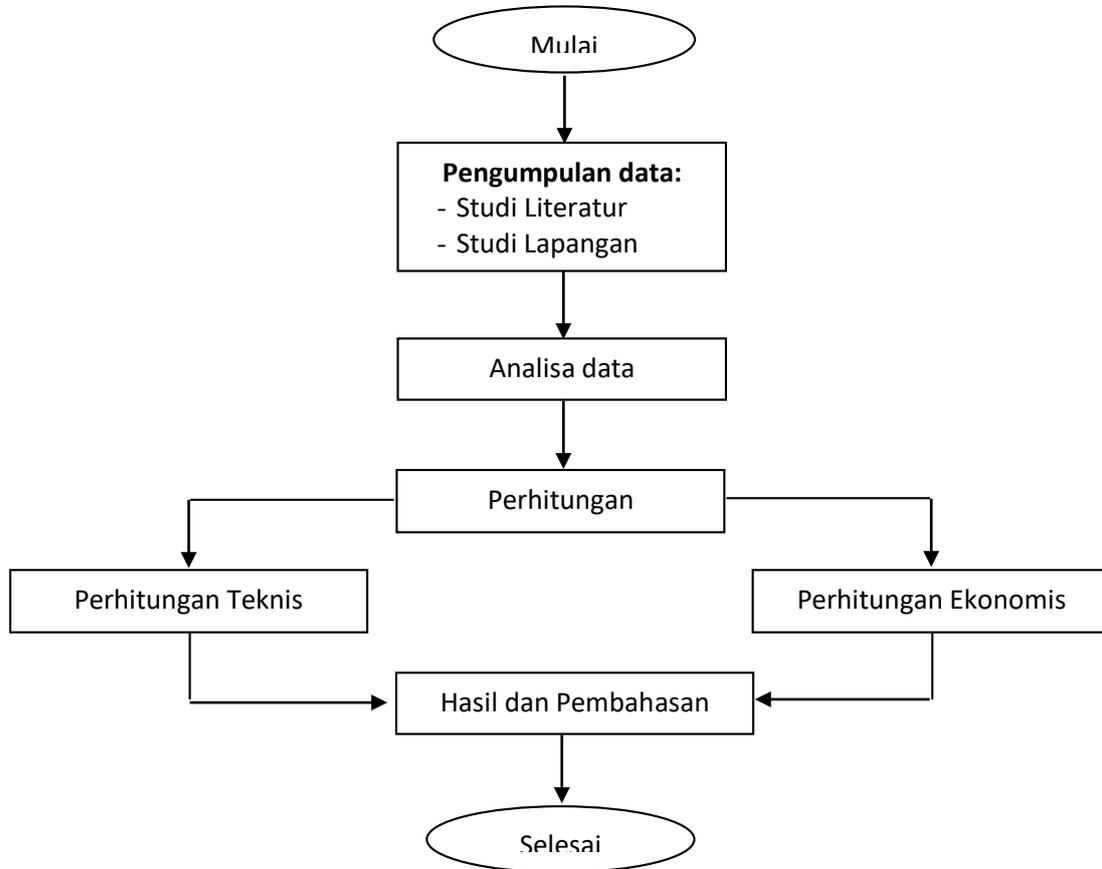
$$\frac{Rp}{hari} = \frac{Biaya\ awal + Biaya\ Operasional}{umur\ pakai\ (tahun) \times Jumlah\ hari/tahun} \dots\dots\dots (3)$$

Kemudian disubstitusikan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \frac{harga}{kWh} &= \frac{biaya/hari}{energi\ listrik\ yang\ dihasilkan/hari} \\ &= \frac{biaya/hari}{energi\ ldaya\ terpasang\ (kW) \times faktor\ daya} \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

3.5 Diagram Alir Penelitian

Flowchart penelitian ditunjukkan pada gambar 3.2 berikut:



Gambar 3 Diagram alir penelitian

4.3 Pembahasan

4.1 Hasil Perhitungan Kapasitas Air (*debit*)

Dari data lapangan yang diperoleh ketinggian jatuh air (*head*) adalah sebesar 3,5 meter, lebar sungai 8,6 meter dan kedalaman sungai 120 cm, Kecepatan aliran $V = 0,00875$ m/det, dari data di atas maka didapat luas penampang sungai (A) adalah sebesar $10,4 \text{ m}^2$.

Dengan menggunakan persamaan 1 debit sungai Solok adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Debit } (Q) &= V \cdot A \\ &= 0,00875 \text{ m/det} \times 10,4 \text{ m}^2 = 0,0702 \text{ m}^3/\text{det}. \\ &\text{dibulatkan menjadi } 0,07 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Jadi, debit sungai Solok adalah sebesar $0,07 \text{ m}^3/\text{det}$

4.2 Hasil Perhitungan Daya Turbin (P)

Data yang dibutuhkan untuk menghitung daya turbin adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} g &= 9,81 \\ Q &= 0,07 \text{ m}^3/\text{det} \\ H &= 3,5 \text{ m} \\ Eff_{\text{turbin}} &= 0,9 \end{aligned}$$

Dengan parameter-parameter diatas daya turbin dihitung dengan persamaan 2:

$$\begin{aligned} \text{Power (P)} &= g \times Q \times H \times \text{Eff}_{\text{turbin}} \\ &= 9,81 \times 0,07 \times 3,5 \times 0,9 \\ &= 2,53 \text{ kW, dibulatkan menjadi } 2,5 \text{ kW} \end{aligned}$$

Jadi, daya turbin yang dapat dihasilkan adalah sebesar 2,5 kW

4.3 Hasil Perhitungan Nilai Harga Listrik Per kWh

Dari wawancara diperoleh data bahwa biaya pembangunan PLTMH di Desa Darul makmur Makmur adalah sebesar Rp. 37. 000.000,-, yang terdisri dari biaya bangunan sipil (rumah turbin, pipa pesat dan bendungan) Rp. 20.000.000,-, biaya elektrik dan mekanikal (generator sinkron 3 kW, turbin dan kabel listrik) Rp. 10.000.000,- dengan umur perkiraan pemakaian selama 7 tahun, sedangkan biaya operator, perawatan dan suku cadang adalah sebesar Rp. 7.000.000,-. Dan berdasarkan dari data-data tersebut maka diperoleh nilai harga listrik adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{\text{Rp}}{\text{hari}} &= \frac{30.000.000 + 7.000.000}{7 \text{ tahun} \times 365 \text{ hari}} \\ &= 14500/\text{hari}. \end{aligned}$$

Berdasarkan waktu pemakaian bahwa turbin beroperasi selama 6 jam, maka dari hasil tersebut, kita substitusikan dengan menggunakan persamaan 4, maka diperoleh harga energi listrik per kWh adalah:

$$\begin{aligned} \frac{\text{harga}}{\text{kWh}} &= \frac{14500/\text{hari}}{3 \text{ kW} \times 6 \text{ jam}/\text{hari}} \\ &= 805/\text{kWh} \end{aligned}$$

4.4 Pembahasan

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro yang terdapat di Desa Darul Makmur Kotamadya Subulussalam yang dapat mengahasilkan energi sebesar 2,5 kW. Dengan biaya energi listrik adalah sebesar Rp. 805/ kWh,-. Daya ini selanjutnya akan dibagi secara merata kesetiap rumah pada 2 dusun yang terdekat dari sumber pembangkit.

KESIMPULAN

• Kesimpulan

Berdasarkan data literatur dan perhitungan yang dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Dari perhitungan teknis potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yang terpasang di sungai Solok mampu membangkitkan daya sebesar 2,53 kW (2530 watt).
2. Dan dari segi ekonomis potensi energi listrik yang dihasilkan dari PLTMH yang terdapat di Desa Darul Makmur dengan nilai harga listrik adalah sebesar Rp 805,- /kWh.

3. Setelah dilakukan perhitungan dari daya sebesar 2,53 kW selanjutnya daya tersebut dapat didistribusikan untuk 21 kepala keluarga dimana masing-masing kepala keluarga mendapat daya listrik sebesar 0,120 kW.

- **Saran**

Dari kajian potensi PLTMH yang diperoleh, ada beberapa hal yang dapat disarankan diantaranya sebagai berikut :

1. Potensi PLTMH di Desa Darul Makmur dapat ditingkatkan menggunakan generator kapasitas 5 kW dengan cara aliran sungai harus di rawat agar aliran air tidak terhambat sehingga debit air cukup.
2. Resapan air di daerah hulu perlu di jaga dan dikondisikan harus dalam keadaan stabil, salah satunya adalah dengan menjaga hutan dengan menghindari penebangan dan mengurangi pembukaan lahan untuk perkebunan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arismunandar Wiranto, 1988, *Penggerak Mula Turbin*, Penerbit ITB, Bandung
- [2] Dietzel, F., 1993 *Turbin, Pompa dan Kompresor*, Terjemahan Dakso Sriyono, Erlangga, Jakarta.
- [3] JICA, IBEKA (Institut Bisnis dan Ekonomi Kerakyatan). 2006. *Manual Pembangunan PLTMH (Pembangkit Listrik tenaga Mikrohidro)*
- [4] *Metode Sederhana Pengukuran Potensi Mikrohidro.*
<http://www.google.com/Micro Hydro Power/Energi Sungai PLTMH>.
- [5] Pribadyo et. al, 2012, *Perencanaan dan Pengujian Turbin Propeller Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Head Rendah.*
- [6] Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) NAD-Nias, 2008. *Studi Potensi Energi Listrik Alternatif Di Pedesaan Sebagai Upaya Dalam Mendukung Percepatan Diversifikasi Energi Di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam (Paket-31)*
- [7] Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat Mandiri Perkotaan (PNPM-MP), 2010. *Profil Desa Darul Makmur*
- [8] Anya P. Damastuti, 1997. *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*, Wacana No. 8/ Mei – Juni 1997.