

# KAJIAN POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HYDRO (APLIKASI DESA RANTAU SULI - KEC. JANGKAT - KAB. MERANGIN – JAMBI)

## RECONFIGURATION OF 20 KV DISTRIBUTION NETWORK FOR IMPROVING VOLTAGE PROFILE AND LOSSES

Musdar bin Dahlan<sup>1</sup>, Ladiman Purba<sup>2</sup>

### ABSTRACT

The Micro Energy Alternator Hydro is processing water potential energy conversion to become a real electric energy is of benefit to public life, especially public in district - purileus that is not flown by electric current PLN. Planning study of this Hydro Micro Energy Alternator in starting from study literature is relating to making of Micro Energy Alternator Hydro. Then does survey to location that is in hamlet Rantau Suli, to be able to determine regulus cross-area, gauging of water debit and water shoot altimetry. Then data processing covering calculation energy? power, calculation to determine type or specification of equipments mechanical, spesifikasi equipments electrical, installation of civil. At planning of this Hydro Micro Energy Alternator applies water debit 0,99 m<sup>3</sup>/s, water head used is 18,96 m, applies turbine type crossflow T14 and electricity which can be yielded 137,823 kVA. Generator applied is synchronous generator 4 kutup, with frequency 50 Hertz. Civil design applies bagwark stone dam type by strenghtened [by] concrete. Resident housing which can be flown electricity 280 housing units with every housing unit gets electricity 480 VA.

Keyword: height, debit, turbine crossflow, micro hydro, electrical energy

### PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan sosial, budaya, ekonomi dan informasi maka listrik telah menjadi salah satu kebutuhan pokok bagi masyarakat terpencil, khususnya masyarakat di pedesaan. Terbatasnya kemampuan PLN (Perusahaan Listrik Negara) dalam menyediakan energi listrik kepada masyarakat Indonesia, berdasarkan data Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi (DJLPE) pencapaian rasio elektrifikasi baru mencapai 64 % dan rasio desa berlistrik mencapai 88% dari total sekitar 66.000 desa pada tahun 2008. Disisi lain Indonesia memiliki begitu banyak potensi air yang belum dimanfaatkan secara optimal, yaitu sekitar 75,67 GW, namun baru sekitar 4,2 GW dimanfaatkan dan diantaranya potensi untuk mini/mokro hidro sekitar 450 MW dan yang baru dimanfaatkan sekitar 230 MW terpasang sampai pada tahun 2008.

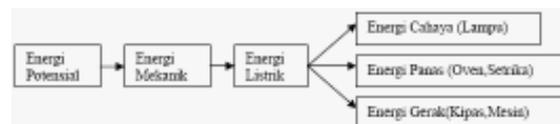
### Tujuan penulisan

Dalam kajian penelitian ini bertujuan untuk:

1. Meningkatkan kesejahteraan penduduk pedesaan, dalam hal penerangan dimana pada daerah tersebut sangat dimungkinkan untuk mendirikan dan mengembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, dengan

memanfaatkan sumber air yang sangat potensial.

2. Mendapatkan jenis dan spesifikasi mekanik dan listrik yang sesuai digunakan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro
3. Melaksanakan kajian tentang pemanfaatan sumber daya air sebagai sumber energi utama untuk penggerak mula pada turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro di Desa Rantau Suli, Kec. Jangkat, Kab Merangin.



Gambar 1: Blok Diagram Proses Transformasi Energi pada (PLTMH).

### Tinjauan Pustaka

Energi air dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan tenaga potensial yang tersedia (potensi air terjun). Indonesia memiliki potensi yang besar untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air (Farel H. Napitupulu, 2008). Hal ini disebabkan oleh kondisi topografi Indonesia yang bergunung

<sup>1</sup> Staf Pengajar Teknik Elektro ITM

<sup>2</sup> Staf Pengajar Teknik Elektro ITM

dan berbukit-bukit dan banyak dialiri oleh sungai (besar serta kecil).

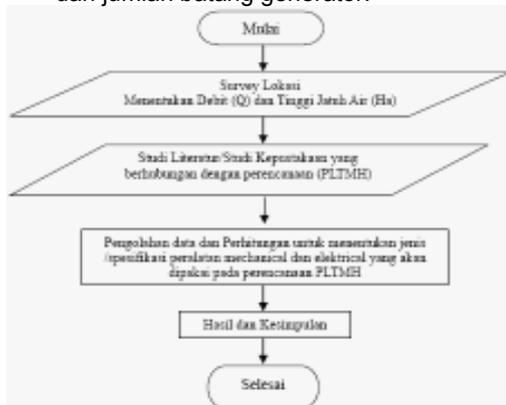
Kecamatan Jangkat tepatnya di Desa Rantau Suli terdapat suatu perkampungan yang didiami sekitar 339 kepala keluarga, dimana masyarakat belum bisa menikmati energi listrik. Jika dilihat dari letak geografisnya daerah ini mempunyai potensi sumber air yang dapat dikembangkan menjadi sumber pembangkit listrik, karena sekitar ± 1 km dari perkampungan mereka terdapat Sungai Tembesi yang diperkirakan debit airnya sekitar 990 lt/dt. Walaupun debit airnya relatif kecil, namun sangat positif bila potensi tersebut didayagunakan untuk membangun sebuah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro sehingga kebutuhan listrik untuk perkampungan tersebut bisa terpenuhi.

Ditinjau dari segi keinginan masyarakat, sekitar 95 % berminat adanya listrik masuk desa, untuk mensejahterakan masyarakat pedesaan tersebut dalam hal ini adalah penerangan, yang mana pada sebuah rumah diperkirakan menggunakan kapasitas listrik sekitar 450 VA, dan partisipasi masyarakat sangat mendukung sekali pada semua sektor. Dalam hal ini juga akan menambah wawasan berfikir masyarakat desa yang lebih maju, sehingga akan mendapat pengetahuan dari media informasi.

**etodologi**

Dalam kajian potensi ini digunakan metode perhitungan yang diuraikan dengan langkah-langkah berikut:

1. Debit air yang digunakan.
2. Diameter, panjang dan kecepatan air dalam pipa pesat.
3. *Head losses* 'kerugian energi' disepanjang pipa pesat dan tinggi jatuh air efektif.
4. Kecepatan putaran turbin
5. Menentukan jenis atau spesifikasi peralatan mekanik dan listrik yang akan digunakan.
6. Keluaran generator, kecepatan putaran dan jumlah batang generator.



**Gambar 2** : Diagram alir Metode Perencanaan PLTMH

**Analisa tentang potensi air terjun Tembesi di Desa Rantau Suli Kec. Jangkat, Kab. Merangin sebagai pembangkit listrik minihidro**

1. Lokasi Penelitian (Orientasi Lapangan)
  - Nama Sungai : Sungai Tembesi
  - Desa : Rantau Suli
  - Kecamatan : Jangkat
  - Kabupaten : Merangin
  - Provinsi : Jambi
2. Identifikasi Lokasi Penelitian
  - Morfologi : Bergelombang dan Terjal
  - Geologi : Struktur/Patahan
  - Vegetasi : Hutan, perkebunan kopi, kayu manis dan nilam
  - Suhu rata-rata : 40<sup>0</sup> C
  - Luas Kec : ± 1.616 Km<sup>2</sup>
  - Letak geografis : 101<sup>0</sup> 32'11" – 102<sup>0</sup> 50'00" BT dan 1<sup>0</sup> 28'23" – 1<sup>0</sup> 52'00" LS
  - Kondisi Jalan: Jalan Aspal
  - Jarak dari Desa : ± 1 Km
  - Jarak dari Kec : ± 3 Km
  - Pemukiman : Berpencar
  - Jumlah Rumah Penduduk : 273 Unit

**Pengolahan Data**

Debit air yang digunakan:

$$Q = 70\% \times Q_{min} = 70\% \times 1,4175 \text{ m}^3/\text{s} = 0,99 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan pipa pesat:

Diameter dalam diawal pipa dapat ditentukan sebagai berikut:

$$D_{1.1} = 0,011 \sqrt[0,001]{\frac{Q}{1,006 C}} = 0,375 \text{ m}$$

Kecepatan air diakhir pipa pesat ( $V_2$ ) dapat ditentukan dengan persamaan:

$$V_2 = c \sqrt{2gH_a} = 11,57 \text{ m/s}$$

Diameter dalam diakhir pipa pesat dapat ditentukan dengan persamaan:

$$D_{2.1} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_2}} = 0,33 \text{ m}$$

Diameter dalam rata-rata pipa pesat ( $D_r$ )

$$D_r = \frac{D_{1.1} + D_{2.1}}{2} = 0,35 \text{ m}$$

Kecepatan air di awal pipa pesat ( $V_1$ )

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = 9 \text{ m/s}$$

Kecepatan rata-rata air dalam pipa pesat

$$V_r = \frac{V_1 + V_2}{2} = 10,285 \text{ m/s}$$

Panjang pipa pesat ( $L_p$ )

$$L_p = L_1 + L_2 + L_3 = 39,32 \text{ m}$$

Kerugian energi akibat gesekan fluida di dalam pipa pesat (*Head Losses Mayor*):

$$H_{lf} = \frac{10,666 Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} = 9,18 \text{ m}$$

Kerugian energi yang terjadi di awal air masuk pipa pada belokan pipa (*Head Losses Minor*):

$$H_{lm} = \sum f \frac{V_r^2}{2g} = 1,28 \text{ m}$$

Total kerugian energi disepanjang pipa pesat:

$$\Sigma H_l = H_{lf} + H_{lm} = 10,46 \text{ m}$$

Kecepatan putaran turbin

kecepatan putaran turbin dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$n = \left( \frac{n_{11} \times \sqrt{h_{net}}}{D} \right)$$

Dimana:

T12	→	$n_{11}$	=	39
T12 → n = 566,06 rpm				
T13	→	$n_{11}$	=	40
T13 → n = 580,57 rpm				
T14	→	$n_{11}$	=	38
T14 → n = 551,54 rpm				
Kecepatan spesifikasi turbin				

$$n_s = n \frac{\sqrt{Q}}{(He)^{3/4}} = 60,39 \text{ rpm.}$$

Untuk kecepatan spesifik ( $n_s$ ) = 60,39 rpm dan tinggi jatuh air efektif ( $He$ ) = 18,96 m jenis turbin yang cocok adalah turbin *Crossflow*.

**Daya Turbin**

$$P = \rho \times g \times Q \times \Delta h = 183,949 \text{ kW}$$

Untuk turbin crossflow T14 efisiensi maksimumnya  $\eta_t = 0,74$ . Sehingga daya efektif yang dihasilkan oleh turbin adalah :

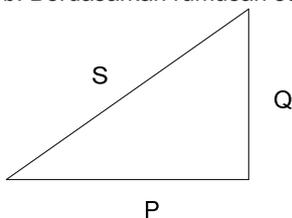
$$P_e = P \times \eta_t = 136,122 \text{ kW}$$

Generator

a. Output generator yang diperoleh ditunjukkan dalam satuan kW, adalah:

$$P_g = P_m \times \eta_g = 110,259 \text{ kW}$$

b. Berdasarkan rumusan segi tiga daya :



Gambar 3: Segitiga Daya  
 $P = S \text{ Cos } \varphi$ ,  $Q = S \text{ Sin } \varphi$ ,  $S = P + jQ$   
 Maka:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{P_g}{0,8} = \frac{110,259 \text{ kW}}{0,8} = 137823 \text{ VA}$$

VA

Satu rumah memakai daya 450 VA, maka

$$\frac{137823}{450} = 306 \text{ unit rumah}$$

Keluaran daya dari generator inilah yang dimanfaatkan untuk dialirkan ke rumah masyarakat. Di samping untuk kebutuhan rumah penduduk, daya ini juga dimanfaatkan untuk penerangan jalan dan rumah ibadah. Dalam hal ini direncanakan :

1. Penerangan lampu jalan (10 x 187,5 VA = 1875 VA)
2. untuk satu unit rumah ibadah 450 VA

Daya yang tersisa untuk dialirkan ke rumah – rumah penduduk adalah :

$$P_s = 137823 \text{ VA} - (1875 + 450) \text{ VA} = 135498 \text{ VA}$$

VA

Dilihat dari hasil survey rumah penduduk yang akan dialiri listrik adalah 280 unit rumah. Apabila daya yang tersisa ini dialirkan semuanya ke masing – masing rumah, maka tiap – tiap rumah mendapat:

$$P_r = 135498 \text{ VA} / 280 = 483,921 \text{ VA/ rumah}$$

sehingga daya untuk masing-masing rumah 480 VA

Kecepatan putaran dan jumlah batang generator :

$$P(nos) = \frac{120 \times f}{N_o} = \frac{6000}{1500} = 4 \text{ nos}$$

**Kesimpulan**

1. Dari hasil survey diperoleh bahwa perhitungan Debit air yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga mikro hidro berkisar ± 0,99 m<sup>3</sup>/s dengan data sebagai berikut:
  - Debit air sungai dimusim hujan = 1,89 m<sup>3</sup>/s
  - Debit air sungai dimusim kemarau = 1,4175 m<sup>3</sup>/s
  - Tinggi jatuh air aktual /efektif = 18,96 m
2. Penggunaan turbin *Crossflow* jenis T14 sangat sesuai untuk digunakan dikarenakan menghasilkan daya yang lebih besar.
3. Dari hasil perhitungan akhir daya yang digunakan untuk perumahan penduduk didapat perunit rumahnya :  
 $P_r = 135498 \text{ VA} / 280 = 483,921 \text{ VA/ rumah.}$

**Daftar Pustaka**

- Arismunandar, Artono. Dan Susumu Kuwahara.  
(2000) **Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik.** Jakarta: PT. PRADNYA PARAMITA.
- Farel Hasiholan Napitupulu, *Potensi Air Terjun Sebagai Pembangkit Tenaga Listrik Minihidro di Sumatera Utara.* Pidato pengukuhan guru besar USU, Medan,2008.
- Fritz Dietzel, Dakso Sriyono. **Turbin Pompa dan Kompresor..** Jakarta, Erlangga.1988.
- Pedoman Katalog (BPS : 1403.1502). **Merangin Dalam Angka Tahun 2006.**
- Ray. K Linsley, Yoseph B. Franzini, Djoko Sasongko. **Teknik Sumber Daya Air Jilid I.** Jakarta : Erlangga. 1985.
- Stolk, Hendarsin, Abdul Rachman. **Elemen Mesin.** Jakarta Erlangga. 1993.
- Wiranto Arismunandar. **Penggerak mula Turbin.** Bandung, ITB.1997

## KAJIAN POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HYDRO