

Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Air Sungai Di Desa Wiau Kabupaten Minahasa Tenggara Propinsi Sulawesi Utara

Jenly D.I. Manongko^a, Hendrik Sumaraw^b, dan Davidsen Mapaliey^c

^aTeknik Mesin, Fatek Universitas Negeri Manado, Universitas Negeri Manado,

jenlymanongko@unima.ac.id

^b Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Manado, Universitas Negeri Manado,

hendriksumaraw@unima.ac.id

^c Teknik Mesin, Fatek Universitas Negeri Manado, Universitas Negeri Manado,

davidsonmapaliey@unima.ac.id

Abstrak

Analisis pembangkit listrik di daerah aliran sungai desa Wiau Kabupaten Minahasa Tenggara propinsi Sulawesi Utara, Indonesia akan dianalisis. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan sebuah rancangan pembangunan pembangkit listrik berkapasitas mikro yang sesuai dengan keadaan lingkungan di daerah aliran sungai desa Wiau Kabupaten Minahasa Tenggara propinsi Sulawesi Utara yang selanjutnya ditawarkan kepada pemerintah daerah kabupaten dan atau investor dalam merealisasikan kebutuhan listrik di kabupaten Minahasa Tenggara. Target khusus adalah untuk menghasilkan tenaga listrik yang pemanfaatannya untuk penerangan jalan dan pompa air. Selain itu untuk menghasilkan sebuah produk rancangan yang efisien dan efektif dari pembangunan pembangkit listrik berkapasitas mikro bertenaga air sungai di desa Wiau yang layak dan berdampak positif bagi lingkungan sekitarnya.

Kata Kunci : Pembangkit listrik, mikro, desa Wiau

Pendahuluan

Daerah Sulawesi Utara yang mempunyai topografi bergunung dan banyak mempunyai sungai merupakan potensi sumber energi yang sangat besar untuk pembangunan pembangkit listrik yang bila direncanakan secara matang dapat mengatasi masalah krisis energi listrik. Masalah energi listrik di desa Wiau sangat memprihatinkan karena seringnya pemadaman listrik. Oleh karena itu dengan adanya sumber daya air dengan aliran sungainya maka sangat mungkin untuk dijadikan sebagai sumber energi listrik

berskala kecil untuk menanggulangi masalah listrik yang sering padam. Masih banyak desa-desa yang jauh dari perkotaan masih belum mendapatkan pasokan listrik secara memadai. Untuk mengantisipasi itu, maka perlu dibangun pembangkit listrik berskala kecil (5 kW – 100 kW).

Untuk terciptanya pembangunan PLTMH itu, maka sebelumnya harus dilakukan : pertama, tentang kajian-kajian teori sebagai dasar analisis melalui studi pustaka; kedua, melakukan survey lokasi penelitian (termasuk melakukan survey desa guna mendapatkan karakteristik desa

dan masyarakat desa Wiau untuk tujuan pendidikan berkarakter bagi masyarakat tersebut melalui sosialisasi guna membentuk karakter masyarakat agar ada rasa memiliki dan menerima, ikut membangun, dan memelihara pembangkit listrik di desa Wiau) berupa: debit air sungai, letak bendungan air sungai, panjang penghantar aliran air menuju lokasi air jatuh, tinggi air jatuh, dan lokasi penempatan turbin; ketiga, menganalisis dampak lingkungan jika di bangun pembangkit listrik; keempat, eksperimen di laboratorium berupa percobaan variasi kemiringan tinggi air jatuh, variasi bahan pipa air jatuh, dan jenis turbin yang akan digunakan; terakhir, analisis ekonomi dan penawaran ke pemerintah daerah kabupaten Minahasa Tenggara dan atau investor.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah Untuk mendapatkan analisis kelayakan dan dampak lingkungan akibat pembangunan pembangkit listrik mikro hidro dan Untuk mendapatkan sebuah rancangan dan analisis yang efisien dan efektif dari pembangunan pembangkit listrik mikro hidro melalui: analisis debit andalan, perencanaan kemampuan tenaga air, perencanaan bangunan pembangkit, perhitungan head losses maksimum 10%, perhitungan energi listrik, dan analisis ekonomi.

Suatu pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air dinamakan Mikrohidro atau Pembangkit Listrik Tenaga MikroHidro (Anonim, 2008).

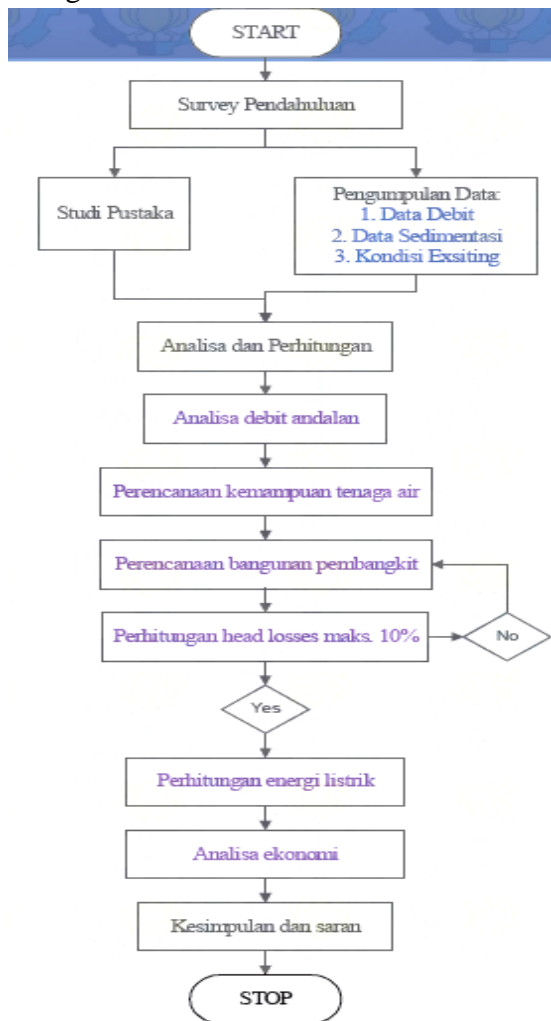
Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (*head*). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik. Di samping faktor geografis (tata letak sungai), tinggi jatuhnya air dapat pula diperoleh dengan membendung aliran air sehingga permukaan air menjadi tinggi (Anonim, 2003). Air dialirkan melalui sebuah pipa pesat kedalam rumah pembangkit yang pada umumnya dibangun di bagian tepi sungai untuk menggerakkan turbin atau kincir air mikrohidro. Energi mekanik yang berasal dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator. Mikrohidro bisa memanfaatkan ketinggian air yang tidak terlalu besar, misalnya dengan ketinggian air 2.5 meter dapat dihasilkan listrik 400 watt (Hendar dan Ujang, 2007). Relatif kecilnya energi yang dihasilkan mikrohidro dibandingkan dengan PLTA skala besar, berimplikasi pada relatif sederhananya peralatan serta kecilnya areal yang diperlukan guna instalasi dan pengoperasian mikrohidro. Hal tersebut merupakan salah satu keunggulan mikrohidro, yakni tidak menimbulkan kerusakan lingkungan. Perbedaan antara Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan mikrohidro terutama pada besarnya tenaga listrik yang dihasilkan, PLTA dibawah ukuran 200 KW digolongkan sebagai mikrohidro. Dengan demikian, sistem pembangkit mikrohidro cocok untuk menjangkau ketersediaan jaringan energi listrik di daerah-daerah

terpencil dan pedesaan (Indartono dan Setyo, 2008).

Jenis instalasi untuk daerah pegunungan pada umumnya terdiri dari komponen sebagai berikut:

- Pintu Pengambilan (Intake/Diversion)
- Bak Pengendapan (Desilting Tank)
- Saluran Penghantar (Headrace)
- Bak Penenang (Forebay)
- Pipa pesat (Penstock)
- Gedung Pembangkit (Power House)
- Saluran Buang (Tailrace)
- Jaringan Transmisi (Grid Line)

Desain penelitian yang direncanakan dalam penelitian adalah dapat dijelaskan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.1. Diagram Alir Desain Penelitian

Metode Analisis

Analisis pembangkit listrik tenaga air sungai di desa Wiau dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu survey lokasi dan analisis. Metode Survei lokasi dilakukan untuk mempelajari lokasi rencana pembangunan pembangkit listrik tenaga air sungai termasuk kegiatan sosialisasi dn wawan cara dengan masyarakat. Disamping melakukan survey juga melakukan pengukuran di sungai.



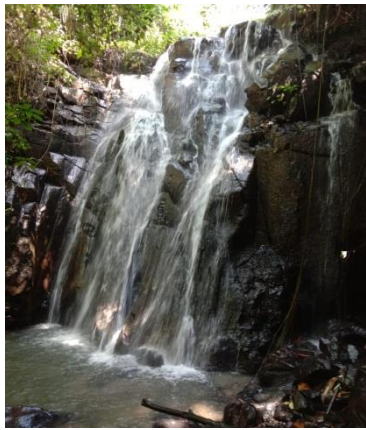
Gambar 1 Pengukuran Lebar Bendungan dan Panjang Sungai



Gambar 2. Pengambilan Data Kecepatan Air



Gambar 3. Bendungan (Intake)



Gambar 4. Tinggi Jatuh Air (headnet)

Prinsip dasar mikrohidro adalah memanfaatkan energi potensial yang dimiliki oleh aliran air pada jarak ketinggian tertentu dari tempat instalasi pembangkit listrik (<http://id.wikipedia.org/wiki/Mikrohidro>). Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal yaitu, debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan. Hal ini adalah sebuah sistem konversi energi dari bentuk ketinggian dan aliran (energi potensial) ke dalam bentuk energi mekanik dan energi listrik. Daya yang masuk (P_{gross}) merupakan penjumlahan dari daya yang

dihasilkan (P_{net}) ditambah dengan faktor kehilangan energi (loss) dalam bentuk suara atau panas. Daya yang dihasilkan merupakan perkalian dari daya yang masuk dikalikan dengan efisiensi konversi ($P_{net} \times \sum \eta$) (Anonim, 2008).

$$P = P_{gross} \times P_{net} \times \sum \eta \text{ (kW)} \quad (1)$$

Daya kotor adalah *head* kotor (H_{gross}) yang dikalikan dengan debit air (Q) dan juga dikalikan dengan sebuah faktor gravitasi ($g = 9.8$), sehingga persamaan dasar dari pembangkit listrik adalah :

$$P = g \times H_{gross} \times Q \times P_{net} \times \sum \eta \text{ (kW)} \quad (2)$$

dimana *head* dalam meter (m), dan debit air dalam meter kubik per detik (m^3/s)

Prinsip mikrohidro:

Energi yang digunakan untuk menggerakkan turbin didapatkan dari dua cara:

- a. Dengan *head*; memanfaatkan beda ketinggian permukaan air (energi potensial sungai)
- b. Tanpa *head*; memanfaatkan aliran sungai (energi kinetik sungai)

Head = Jarak vertical / besarnya ketinggian jatuhnya air.

Semakin besar *head* umumnya akan semakin baik karena air yang dibutuhkan semakin sedikit dan peralatan semakin kecil, dan turbin bergerak dengan kecepatan tinggi. Masalahnya adalah tekanan pada pipa dan kekuatan sambungan pipa harus kuat dan diperhatikan dengan cermat.

Hasil dan Pembahasan

Data pengukuran sungai :

Lebar sungai rata rata 4,5 meter

Panjang sungai pengukuran 15 meter

Tinggi jatuh air dibendungan alternative pertama 3,7 meter
 Tinggi jatuh air pada alternative kedua 5 meter
 Tinggi jatuh air pada alternative ketiga 15 meter
 Data kedalam air dan Kecepatan air :

Tabel 1. Data Kedalaman Air dan Kecepatan Air

Nomor	Kedalaman Air	Kecepatan Air
1.	0.20	43.9
2.	0.20	37.45
3.	0.30	49.78
4.	0.40	33.76
5.	0.45	38.4
6.	0.25	46.47
7.	0.40	49.46
8.	0.40	45.86
9.	0.25	38.35
10.	0.30	44.87

Pengukuran debit air

Debit air dapat diukur dengan menggunakan metode apung. Dalam metode ini terlebih dahulu menentukan aliran air (V) dan menentukan luas penampang air (A) dengan persamaan :

$$A = l \times h$$

$V = s / t$ dan untuk mengitung debit air dengan menggunakan persamaan :

$$Q = A \times V$$

Dimana :

A : Luas penampang (m²)

V : Kecepatan air (m/s)

Q : Debit air (m³/s)

l : Lebar aliran air (m)

h : Kedalaman air (m)

s : Jarak pengukuran aliran (m)

t : Waktu (s)

Tabel 2. Pengukuran Debit Air Saluran Induk (Intake)

Perco baan	Luas Penampang A=l x h (m ²)	Waktu t	Kecepatan V=s/t (m/s)	Debit Air Q=A x V (m ³ /s)
1	1.41	43.9	0.34	0.45
2	1.41	37.45	0.40	0.56
3	1.41	49.78	0.30	0.42
4	1.41	33.76	0.44	0.62
5	1.41	38.4	0.39	0.54
6	1.41	46.47	0.32	0.45
7	1.41	49.46	0.30	0.42
8	1.41	45.86	0.32	0.45
9	1.41	38.35	0.39	0.54
10	1.41	44.87	0.33	0.96
Rata Rata	1.41	42.83	0.35	0.541

Analisa daya Listrik

Berdasarkan pengukuran dengan data data diatas maka dapat dilakukan analisis daya listrik yang didapat dari pengukuran debit air dengan metode apung, maka diperoleh rata rata debit air sebesar 0,541 m³/s. Setelah itu dihitung potensi daya listrik (P) yang dibangkitkan adalah :

$$P = g \times Q \times H \times \text{Eff}$$

$$P = 9.81 \times 0.541 \times 3.7 \times 0.8$$

$$= 15.70 \text{ kW}$$

Dimana : P : Daya (kW)

g : Gravitasi (9.81)

Q : Debit air (m^3/s)

H : Headnett (m)

Eff : Effisiensi Turbin

Hasil perhitungan daya listrik berdasarkan tinggi jatuh air (Headnet) dengan berbagai alternative sebagai berikut :

Tabel 3. Daya Listrik Berdasarkan Tinggi Jatuh (Headnet)

Nomor	Headnet (m)	Daya (kW)
1.	3.7	15.70
2.	5	21.22
3.	15	63.68

Perhitungan daya (kW) berdasarkan beda tinggi jatuh air

(headnet), maka didapatkan untuk alternative pertama 15,7 kW, alternative kedua 21. 22 kW dan alternative ketiga 63. 68 kW.

Kesimpulan

Berdasarkan analisis daya listrik maka untuk alternative pertama 15,7 kW, alternative kedua 21. 22 kW dan alternative ketiga 63. 68 kW. Dengan melihat daya listrik yang dianalisis sungai di Wiau ini menunjukkan bahwa dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga mini hidro dengan kapasitas 63.68 kilowat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. Manual Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. IBEKA-JICA. Jakarta.
- Anonim. 2003. Pedoman Pengelolaan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTMH Leuwi Kiara, Kabupaten Tasikmalaya. Dinas Pertambangan dan Energi. Bandung.
- Hendar dan Ujang. 2007. Desain, Manufacturing dan Instalasi Turbin Propeller Open Flume Ø 125 Mm di Cv Cihanjuang Inti Teknik Cimahi-Jawa Barat. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Manongko J. dan Rompas P. 2013 Rancangan Pembangunan Pembangkit Listrik Di Daerah Aliran Sungai Molinow Desa Radey Dan Tenga Kabupaten Minahasa Selatan Propinsi Sulawesi Utara, Indonesia prosiding.bkstm.org > www.prosiding > seminar >
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Mikrohidro>. Diakses tanggal 28 Agustus 2011
- <http://www.alpensteel.com/article/50-104-energi-sungai-pltmh--micro-hydro-power/166--analisa-perhitungan-mikrohidro.html>. Diakses tanggal 29 Agustus 2011.
- <http://www.alpensteel.com/article/50-104-energi-sungai-pltmh--micro-hydro-power/166--analisa-perhitungan-mikrohidro.html>. Diakses tanggal 29 Agustus 2011.
- Indartono dan Setyo, Y. 2008. Krisis Energi di Indonesia : Mengapa dan Harus Bagaimana. Dalam : <http://www.temppointeraktif.com/hg/nusa/> . Diakses tanggal 25 Agustus 2011.
- Kjølle and Arne. 2001. Hydropower in Norway, Mechanical Equipment. Norwegian University of Science and Technology. Trondheim.