

**STUDI POTENSI PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA  
MIKROHIDRO (PLTMH) DI KAWASAN WISATA AIR TERJUN  
SUMBERWANGI DESA TIRTOMARTO KECAMATAN AMPELGADING  
KABUPATEN MALANG**

**Jellyn Trissiana**

Program Studi Magister Teknik Sistem Universitas Gadjah Mada  
jellyn.trissiana.p@mail.ugm.ac.id

**Suhanan**

Program Studi Magister Teknik Sistem Universitas Gadjah Mada

**Wahyu Wilopo**

Jln. Teknik Utara No.3 Yogyakarta 55281.Telp: (0274) 550404

**Abstrak**

Salah satu upaya pemanfaatan sumberdaya lokal yang optimal adalah dengan mengembangkan pariwisata dengan konsep ekowisata. Secara konseptual ekowisata dapat didefinisikan sebagai suatu konsep pengembangan pariwisata berkelanjutan yang bertujuan untuk mendukung upaya-upaya pelestarian lingkungan (alam dan budaya) serta meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan, sehingga memberikan manfaat ekonomi kepada masyarakat setempat. Air Terjun Sumberwangi bersumber dari Sungai Bagong yang terletak di Desa Tirtomarto, Kecamatan Ampelgading, Kabupaten Malang, berdasarkan hasil survei secara langsung memiliki tinggi jatuh sebesar 14,5 m dan debit sesaat sebesar 1,2 m<sup>3</sup>/dt. Hasil survei menunjukkan bahwa terjunan kedua Air Terjun Sumberwangi berpotensi untuk dikembangkan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) guna mendukung sarana-prasarana konsep ekowisata yang masih belum teraliri jaringan listrik. Penelitian ini membahas potensi pengembangan PLTMH yang meliputi potensi debit air, penentuan *intake*, penentuan ketinggian, potensi daya yang dibangkitkan dan perhitungan ekonomi NPV (*Net Present Value*), BCR (*Benefit Cost Ratio*), BEP (*Break Event Point*) dan IRR (*Internal Rate Return*). Dari hasil analisis, potensi debit andalan yang dimanfaatkan untuk PLTMH sebesar 2,5 m<sup>3</sup>/dt. *Head* efektif adalah 15 meter yang menghasilkan potensi daya sebesar 97,02 kW dengan efisiensi keseluruhan 60%. Nilai investasi yang dibutuhkan untuk pembangunan PLTMH sebesar Rp 2,815,988,036.40 *Net Present Value* pada proyek PLTMH ini sebesar Rp 2,371,737,752.66 dengan umur efektifitas pembangkit 20 tahun. BEP yang dicapai pada pembanguna PLTMH ini selama 6,51 tahun dengan suku bunga 6%. Berdasarkan nilai parameter evaluasi proyek di dapatkan nilai NPV dan IRR lebih besar dari 0 (nol), BCR>1 dan BEP di bawah umur ekonomis proyek.

**Kata kunci:** Ekowisata, Energi Baru Terbarukan, PLTMH.

**Abstract**

One of the optimal efforts to utilize local resources is to develop tourism with the concept of ecotourism. Conceptually, ecotourism can be defined as a concept of sustainable tourism development that aims to support efforts to preserve the environment (natural and cultural) and increase community participation in management, thus providing economic benefits to the local community. Sumberwangi Waterfall is sourced from the Bagong River located in Tirtomarto Village, Ampelgading District, Malang Regency, based on the results of a direct survey that has a fall height of 14.5 m and instantaneous discharge of 1.2 m<sup>3</sup> / s. The survey results show that the second waterfall of Sumberwangi Waterfall has the potential to be developed into a Micro Hydro Power Plant (PLTMH) to support the ecotourism concept infrastructure which is still not electrified. This study discusses the potential for the development of PLTMH which includes the potential for water discharge, determination of intake, determination of height, potential of generated power and economic calculation of NPV (*Net Present Value*), BCR (*Benefit Cost Ratio*), BEP (*Break Event Point*), and IRR (*Internal Rate Return*). From the results of the analysis, the potential for reliable discharge used for PLTMH is 2.5 m<sup>3</sup> / s. The effective head is 15 meters which produces a power potential of 97.02 kW with an overall efficiency of 60%. The investment value needed for the construction of PLTMH is

Rp 2,815,988,036.40 Net Present Value in this PLTMH project is RSp 2,371,737,752.66 with an effective service life of 20 years. The BEP achieved in the construction of this PLTMH for 6.51 years with an interest rate of 6%. Based on the project evaluation parameter values, the NPV and IRR values greater than 0 (zero), BCR> 1 and BEP are below the economic life of the project.

**Keywords:** Ecotourism, Renewable Energy, MPH.

## 1. PENDAHULUAN

PLTMH yakni pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerakannya, seperti saluran irigasi, sungai, atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi jatuhnya dan jumlah debit air. Potensi tenaga air tersebar hampir di seluruh Indonesia dan diperkirakan mencapai 75.000 MW, sementara pemanfaatannya baru sekitar 6 persen dari potensi yang ada. Padahal PLTMH sangatlah menguntungkan untuk daerah yang mempunyai potensi air. PLTMH memiliki teknologi yang handal sehingga mampu beroperasi lebih dari 15 tahun dengan efisiensi yang tinggi mencapai 70-85%, selain itu teknologi PLTMH merupakan teknologi ramah lingkungan dan terbarukan.

Aria (2015) dalam penelitiannya yang berjudul Pemetaan Potensi PLTMH di Pulau Jawa menggunakan Sistem Informasi Geografis menyebutkan bahwa terdapat 206 titik potensi pembangkit mikrohidro yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, 23 titik diantaranya berada di Kabupaten Malang, Jawa Timur. Sedangkan Hanggara, dkk (2017) mengemukakan bahwa Kabupaten Malang merupakan daerah dataran tinggi, memiliki cukup banyak potensi tenaga air yang dapat dikembangkan menjadi PLTMH. Potensi sumber energi air ini berupa sumber air dari sungai-sungai yang memiliki kelangsungan debit sepanjang tahun.

BPS (2018) mencatat bahwa Desa Tirtomarto Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang memiliki luas sebesar 7 km<sup>2</sup> dengan total penduduk 5.661 jiwa. Wilayah ini berada pada ketinggian 400 sampai dengan 1700 meter dari permukaan air laut. Sementara itu, suhu udara berkisar antara 10 derajat Celsius sampai 28 derajat Celsius. Sedangkan curah hujan rata-rata mencapai 1.562 mm pertahun.

Di desa ini terdapat satu wisata menarik berupa air terjun, warga menyebutnya sebagai air terjun Sumberwangi. Objek wisata air terjun ini sebenarnya sudah ada sejak lama, hanya saja untuk menuju lokasi ini masih minim jaringan listrik untuk penerangan jalan umum menuju lokasi wisata. Ditambah lagi fasilitas objek wisata yang belum tersedia karena tak tersedia jaringan listrik tersebut. Sehingga dengan adanya keterbatasan ini minat wisatawan untuk berkunjung masih kurang.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan potensi energi terbarukan berbasis konsep ekowisata. Secara konseptual ekowisata dapat didefinisikan sebagai suatu konsep pengembangan pariwisata berkelanjutan yang bertujuan untuk mendukung upaya-upaya pelestarian lingkungan (alam dan budaya) dan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan, serta memberikan manfaat ekonomi kepada masyarakat setempat. Sehingga menghasilkan suatu sistem *green technology* yang saling memberikan *feedback* positif dan bernilai andal.

## 2. METODE

Metodologi pengerjaan penelitian perlu disusun untuk menghasilkan keluaran yang ditargetkan. Secara umum metode penelitian menggunakan *mix match method* yang mencakup metode analisa (*desk study analysis*) dan metode survei atau observasi lapangan. Metode analisa dilakukan dengan melakukan perhitungan terhadap output yang ditargetkan, seperti besaran debit andalan, kapasitas energi yang dihasilkan, dan analisa kelayakan ekonomi. Sedangkan metode survei dilakukan dengan menghitung debit sesaat melalui pendekatan float method, penentuan tinggi jatuh, dan perkiraan lokasi pembangunan PLTMH.

Data yang digunakan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung. Sedangkan data sekunder diperoleh dari berbagai literatur, lembaga terkait atau pun instansi pemerintah seperti halnya dari BMKG, BPS, data kelurahan, dan juga data dari sumber lain yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penelitian ini

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sumber Daya Air

Air terjun Sumberwangi terletak di Dukuh Tawang Sari Desa Tirtomarto Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang. Air terjun ini menurut data dari survey memiliki potensi yang cukup untuk membangkitkan tenaga listrik. Air terjun ini berasal dari aliran Sungai Bagong dengan kondisi sungai yang masih natural dan belum dimanfaatkan sama sekali oleh warga setempat. Berdasarkan wawancara singkat dengan warga setempat, sungai ini memiliki debit yang cukup dan tidak pernah kering baik musim hujan maupun kemarau.

### Pengukuran Debit Sesaat

Terdapat berbagai cara yang sangat rumit dalam menentukan dan memprediksi debit aliran air sungai dan saluran. Dalam proses penelitian dapat menggunakan metode yang sederhana untuk memprediksi debit, yakni salah satunya pengukuran langsung. Penelitian ini menggunakan *float method* untuk pengukuran langsung debit sesaat aliran sungai. Pengukuran dilakukan pada bulan Oktober 2019 saat musim tidak hujan. Langkah untuk menghitung debit sesaat ditunjukkan oleh Persamaan (1).

$$Q = V \times F \times A \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

Q = debit aliran air (m<sup>3</sup>/det)

V = kecepatan aliran sungai rata-rata (m/det)

F = faktor koreksi

A = luas rata-rata aliran air (m<sup>2</sup>)

Dengan memperhatikan kondisi saluran sungai, maka faktor koreksi yang didapatkan sebesar 0,65 dengan kecepatan aliran dan luas rata-rata masing-masing 3,1 m/det dan 0,6 m<sup>2</sup>. Sehingga didapatkan debit sesaat sebesar 1,2 m<sup>3</sup>/det.

### Debit Andalan

Debit andalan adalah besarnya debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan air dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Dalam perencanaan proyek-proyek

penyedia air terlebih dahulu harus diperhtungkan debit andalan (*dependable discharge*) yang tujuannya adalah untuk memenuhi debit perencanaan yang diharapkan selalu tersedia di sungai (Zulkipli, 2012:89). Dalam penelitian ini analisa yang digunakan menggunakan metode Weibull yang dinyatakan dengan Persamaan (2).

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

P = probabilitas kejadian debit disamai atau dilampaui (%)

m = nomor urut data dari besar ke kecil

n = jumlah data

Berdasarkan data curah hujan tahunan, dapat dihitung debit tahunan yang selanjutnya debit andalan dapat didasarkan pada debit tahunan tersebut. Urutan nomer ditunjukkan pada kolom tiga sedangkan debit tahunan diurutkan dari nilai tertinggi ke terendah pada kolom empat. Nilai persen keandalan diperoleh dari Persamaan (2). Ringkasan perhitungan debit andalan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Debit Andalan

Tahun	Debit	Urutan		Andalan	Tahun
	Tahunan	Nomer	Debit	%	
2007	2,5	1	4,15	8,3333333	2011
2008	2,56	2	3,84	16,666667	2017
2009	3,04	3	3,42	25	2013
2010	2,99	4	3,42	33,333333	2014
2011	4,15	5	3,28	41,666667	2018
2012	3,03	6	3,24	50	2015
2013	3,42	7	3,04	58,333333	2009
2014	3,42	8	3,03	66,666667	2012
2015	3,24	9	2,99	75	2010
2016	2,32	10	2,56	83,333333	2008
2017	3,84	11	2,5	91,666667	2007
2018	3,28	12	2,32	100	2016

Triatmodjo (2015) menyatakan bahwa untuk kebutuhan air PLTMH, ditetapkan debit keandalan sebesar 90% karena termasuk golongan air baku. Dengan demikian debit andalan 90% adalah yaitu sebesar 2,5 m<sup>3</sup>/dt yang kemudian dapat digunakan sebagai asumsi untuk perancangan pembangunan PLTMH.

**Analisa Ketinggian**

Analisa ketinggian dalam penelitian ini menggunakan pengukuran langsung dengan cara survei ke lokasi titik koordinat berbantuan GPS. Lokasi pengukuran pertama yakni terjunan pertama Air Terjun Sumberwangi dengan ketinggian sebesar 419 m sedangkan terjunan kedua sebesar 434 m. Dengan demikian diperoleh beda ketinggian 15 m yang digunakan untuk perhitungan daya PLTMH.

**Perhitungan Daya PLTMH**

Perhitungan daya terbangkitkan dari debit aliran air dan tinggi jatuh air ditunjukkan pada Persamaan (3).

$$P = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

P = daya terbangkitkan (Watt)

Q = Debit aliran air (m<sup>3</sup>/s)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

H = Ketinggian terjunan (m)

$\rho$  = massa jenis air (1000 kg/m<sup>3</sup>)

Pada perhitungan daya menggunakan Persamaan (3) dengan debit yang digunakan 1,2 m<sup>3</sup>/dt dan ketinggian 15 m diperoleh potensi daya sebesar 161,7 kW. Berdasarkan panduan *Hydroelectric Power A Guide for Developers and Investors* efisiensi yang digunakan sebesar 60%, maka total potensi daya yang dihasilkan menjadi 97,02 Kw.

#### Analisa Kelayakan Ekonomi

Menurut IMIDAP (2009) ekonomi pada suatu lokasi potensi PLTMH ditentukan dengan beberapa parameter, yakni (1) *Net Present Value*/NPV; (2) *Benefit Cost Ratio*/BCR; (3) *Break Event Point*/BEP; dan (4) *Internal Rate Return*/IRR. Tabel 2 menunjukkan hasil ringkasan analisis kelayakan ekonomi dari perencanaan pembangunan PLTMH.

Tabel 2. Analisis Kelayakan Ekonomi

Parameter Evaluasi	Hasil Perhitungan	Kriteria Kelayakan Proyek
Nilai Investasi	Rp 2,815,988,036.40	-
<i>Net Present Value</i> (NPV)	Rp 2,371,737,752.66	NPV > 0
<i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR)	1.47	BCR > 1
<i>Break event Point</i> (BEP)	6,51 Tahun	BEP < umur proyek
<i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	6,23 %	IRR > 0

Dari hasil perhitungan NPV pada tingkat suku bunga 6% diperoleh nilai sebesar Rp 2,371,737,752.66. berdasarkan kriteria kelayakan proyek yang mengharuskan NPV dan IRR>0. Selain itu BCR>1 dan nilai BEP sebesar 6,51 tahun. Sehingga proyek ini dapat mencapai titik impas sebelum umur ekonomis proyek dan layak dilakukan pembangunan.

## 4. PENUTUP

### Simpulan

- Berdasarkan data curah hujan tahunan, diperoleh debit andalan sebesar 2,5 m<sup>3</sup>/dt dan debit rencana mengikuti debit sesaat sebesar 1,2 m<sup>3</sup>/dt. Sedangkan potensi daya dengan

efisiensi 60% adalah 97,02 kW dan energi listrik yang dihasilkan selama 1 tahun sebesar 0,68 MWh.

- b. Berdasarkan nilai parameter evaluasi proyek di dapatkan nilai NPV dan IRR  $>0$  (nol), BCR $>1$ , dan BEP di bawah umur ekonomis proyek sehingga PLTMH layak dibangun dari segi kelayakan ekonomi.

#### **Saran**

- a. Perhitungan debit andalan disarankan menggunakan data debit sungai terkait agar lebih presisi. Karena lokasi pencatatan curah hujan cukup jauh dengan lokasi perencanaan PLTMH.
- b. Perlu dilakukan rancangan rencana anggaran biaya agar nilai investasi lebih nyata dan sesuai dengan yang dibutuhkan.

#### **5. DAFTAR PUSTAKA**

- Aria, D., 2015. *Pemetaan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Pulau Jawa menggunakan Sistem Informasi Geografis*. Bogor: IPB
- BPPT. 2019. *Outlook Energi Indonesia 2019*. Jakarta: Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi BPPT.
- BPS. 2018. *Kecamatan Ampelgading dalam Angka 2018*. Malang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang
- Hanggara, I. dkk., 2017. *Potensi PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur*. Malang: Jurusan Teknik Sipil Universitas Tribhuwana Tungadewi. Jurnal Reka Buana Volume 2 No 2.
- Hunggul & M. Kudeng., 2015. *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Panduan Lengkap Membuat Sumber Energi Terbarukan Secara Swadaya*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Jasa, L. dkk., 2017. *Mikrohidro Strategi Memanfaatkan Energi Murah dan Ramah Lingkungan*. Yogyakarta: Teknosain.
- KEMEN PUPR. 2017. *Modul Hidrologi, Kebutuhan, dan Ketersediaan Air*. Jakarta: DITJEN PUPR.
- KESDM. 2019. *Statistik Ketenagalistrikan 2019*. Jakarta: Direktorat Jendral Ketenagalistrikan Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. Edisi No. 30 Tahun Anggaran 2019.