

**ANALYSIS OF POTENTIAL WATER RESOURCE AND
ECONOMIC VALUATION FOR MICRO-HYDRO POWER PLANT (MHP)
(Case Study at Sendangrejo Village, Minggir, Sleman)**

Afif Ari Wibowo

afif.ari@mail.ugm.ac.id

Sudarmadji

sudarmadji@ugm.ac.id

ABSTRACT

Potential energy of water motion is converted into electrical energy through a micro-hydro power plant (MHP) system. This study aims to determine the potential of water resources, physical environmental parameters, the maximum electrical energy, and economic value (WTP) arising from the use of cut Irrigation Van Der Wijck for MHP. MHP electrical energy sought by considering the variable discharge (Q), and head (H). Discharge used a mainstay discharge 90%. The economic value sought through analysis of willingness to pay (WTP) with a sample of 97 households

The results showed electrical power generated by MHP that able to raise with the mainstay discharge 90% amounting to 8.000 W. These results can turn street lighting 60 units to power 100 W. The value of WTP generated from referrals utilization of electrical energy for street lighting MHP is equal Rp.9.600,00 every household for each month.

Keywords: *Discharge, Micro-hydro, Electrical Energy, Economic Value*

ABSTRAK

Tenaga kinetik air berpotensi diubah menjadi energi listrik melalui sistem pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi sumberdaya air, parameter lingkungan fisik, energi listrik maksimal, dan nilai ekonomi (WTP) yang ditimbulkan dari pemanfaatan penggal Saluran Irigasi Van Der Wijck untuk PLTMH. Energi listrik PLTMH dicari dengan mempertimbangkan variabel debit (Q), dan tinggi jatuh air (H). Debit yang digunakan merupakan debit andalan 90%. Nilai ekonomi dicari melalui analisis kesediaan membayar (WTP) dengan jumlah sampel 97 rumah tangga.

Hasil menunjukkan daya listrik PLTMH yang mampu dibangkitkan dengan debit andalan 90% pada salah satu terjunan yaitu sebesar 8.000 W. Hasil tersebut mampu menghidupkan lampu penerangan jalan jenis LED sebanyak 60 unit dengan daya 100 W. Nilai WTP yang ditimbulkan dari arahan pemanfaatan energi listrik PLTMH untuk lampu penerangan jalan yaitu sebesar Rp.9.600,00 per rumah tangga untuk setiap bulannya.

Kata Kunci: Debit, Mikrohidro, Energi Listrik, Nilai Ekonomi

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi listrik sangat penting dalam menunjang kehidupan manusia. Hampir semua alat penunjang kehidupan membutuhkan energi listrik. Alat yang sudah umum untuk melengkapi kehidupan manusia yaitu lampu dan barang elektronik membutuhkan energi listrik dalam pemanfaatannya. Perkembangan teknologi seperti saat ini juga sangat bergantung pada energi listrik.

Kebutuhan energi listrik yang tinggi membutuhkan sumber pembangkit energi listrik yang besar pula. Sebagian besar pembangkit listrik di Indonesia masih mengandalkan energi fosil (Basuki, 2007). Energi fosil dalam hal ini merupakan energi yang bersumber dari bahan bakar minyak (BBM). Energi fosil ini memiliki kelemahan yaitu dari jumlahnya yang semakin sedikit karena tidak dapat diperbarui serta prosesnya yang tidak ramah lingkungan. Keadaan ini memberikan pemikiran untuk adanya pemanfaatan energi alternatif.

Pemanfaatan energi alternatif tidak harus dilakukan dalam skala besar, namun dapat dilakukan dengan skala kecil. Pemanfaatan energi alternatif dalam skala kecil ini dilakukan dengan melihat potensi energi yang ada di sekitar kehidupan kita. Terdapat beberapa alternatif energi yang ada di sekitar kita dan berpotensi menghasilkan energi listrik, salah satunya yaitu energi air. Sumber energi air dapat menghasilkan energi listrik dengan bantuan alat pembangkit listrik, yaitu menggunakan sistem pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) merupakan pembangkit listrik skala kecil yaitu menghasilkan *output* kurang dari 200 kW (Damastuti, 1997). Pembangkit listrik ini memanfaatkan tenaga air dalam skala kecil sebagai sumber energi. Tenaga air ini dapat diperoleh dari sungai, saluran irigasi, maupun air terjun. PLTMH ini termasuk pembangkit listrik yang bersumber dari energi terbarukan karena ketersediaan air akan tetap ada dengan kondisi ekosistem yang terjaga.

Daerah dengan potensi sumberdaya air yang melimpah terdapat di Kecamatan Minggir, Kabupaten Sleman. Potensi sumberdaya air di daerah ini melimpah karena

berdasarkan pengamatan di lapangan pada saat musim kemarau debit aliran saluran irigasi mencapai sekitar 900 liter/detik. Aliran irigasi yang dimaksud merupakan Saluran Sekunder Sedayu-Rewulu.

Saluran Sekunder Sedayu-Rewulu merupakan percabangan dari Saluran Induk Van Der Wijck yang sebagian besar berada di wilayah administrasi Kecamatan Minggir, Kabupaten Sleman. Saluran Irigasi Van Der Wijck ini merupakan percabangan dari Selokan Mataram yang bersumber dari Sungai Progo. Saluran Van Der Wijck merupakan saluran irigasi untuk pengairan di Wilayah Kecamatan Minggir dan sekitarnya.

Melihat kondisi daerah penelitian yang telah terjangkau oleh jaringan listrik PLN, maka arahan dari hasil penelitian ini yaitu pemanfaatan PLTMH sebagai sumber energi listrik untuk penerangan jalan. Tujuan dari penelitian ini sendiri yaitu meliputi:

1. Mengetahui potensi sumberdaya air Saluran Irigasi Van Der Wijck untuk pemanfaatan PLTMH.
2. Mengidentifikasi parameter lingkungan fisik sebagai faktor pertimbangan pembangunan sistem PLTMH.
3. Memperkirakan besarnya energi listrik maksimal yang mampu dihasilkan oleh sumberdaya air Saluran Irigasi Van Der Wijck melalui sistem PLTMH.
4. Memperkirakan nilai ekonomi yang ditimbulkan dari arahan pemanfaatan PLTMH sebagai sumber energi listrik untuk lampu penerangan jalan.

METODE PENELITIAN

Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan meliputi data fisik dan sosial. Data fisik berupa debit dan kemiringan lereng, sedangkan data sosial berupa tingkah laku dan persepsi sosial masyarakat yang berkaitan dengan *Willingness to Pay (WTP)*. Data debit selain data primer juga diperlukan data debit sekunder. Hal ini karena data debit sekunder memiliki rentang waktu yang cukup lama. Data ini juga dapat memberikan gambaran tentang ketersediaan sumberdaya air sepanjang tahun.

Penelitian dilakukan pada penggal aliran Saluran Irigasi Van Der Wijck yang terdiri dari dua saluran, yaitu Saluran Sekunder Sedayu-Rewulu dan Saluran Sekunder Sedayu. Penelitian ini hanya dilakukan pada dua saluran sekunder tersebut dengan pertimbangan alirannya yang mengarah ke selatan, terdapat banyak terjunan, dan dekat dengan jalan raya.

Pengukuran debit air dilakukan dengan metode *Velocity Area Method* yaitu dengan mempertimbangkan kecepatan aliran dan luas penampang basah. Nilai debit suatu aliran diperoleh dari perkalian antara kecepatan aliran dan luas penampang basah. Pengukuran debit dilakukan dengan bantuan alat *Current Meter* untuk memperoleh data kecepatan aliran. Data penampang basah saluran diketahui dari mengukur lebar dan dalam saluran dengan alat meteran.

Kemiringan lereng diukur dengan menggunakan bantuan alat *Abney Level* pada lokasi di sekitar terjunan. Pengukuran lereng dilakukan untuk mengetahui kemiringan lereng detail di daerah penelitian yang kaitannya dengan potensi lingkungan fisik. Selain itu, pengukuran lereng juga dilakukan untuk mengetahui perbedaan kemiringan lereng antara arah utara-selatan dan barat-timur.

Pengolahan data debit dari hasil pengukuran dengan alat *Current Meter* yaitu dengan metode *Mean Section Method*. Prinsip dari pengolahan data debit ini yaitu dengan persamaan:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana,

V = Kecepatan aliran

A = Luas penampang basah saluran.

Luas penampang basah (A) dihitung berdasarkan bentuk penampangnya. Terdapat dua bentuk penampang pada Saluran Sekunder Sedayu-Rewulu dan Saluran Sekunder Sedayu, yaitu persegi panjang dan trapesium.

Data debit sekunder dianalisis dengan mencari debit andalan. Debit andalan merupakan debit minimum yang sudah ditentukan untuk terpenuhinya berbagai keperluan dan dinyatakan dalam persen. Debit andalan memang dinyatakan dalam persen (%), yaitu debit yang selalu disamai dan dilampaui nilainya dalam persentase waktu.

Analisis debit andalan ini mengunaan data debit rata-rata harian. Data debit rata-rata harian inilah yang selanjutnya digunakan untuk mencari debit andalan. Debit andalan menurut Wilson (1993) dicari dengan membuat peringkat (M), yaitu M=1 untuk nilai tertinggi, M=2 untuk nilai dibawahnya, dan seterusnya sampai nilai terakhir. Data peringkat ini selanjutnya dapat digunakan untuk mencari debit andalan dengan persamaan berikut:

$$P = \frac{M}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

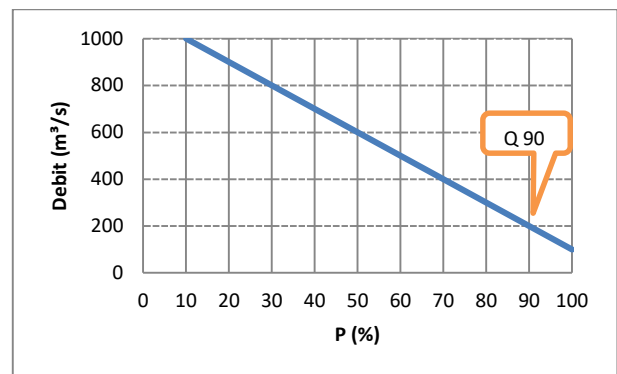
Keterangan:

P = Peluang disamai dan dilampaui

M = Nomor peringkat

n = Jumlah data

Debit andalan yang dipilih dalam penelitian ini yaitu debit andalan 90% (Q_{90}). Debit andalan 90% ini berarti debit yang selalu disamai dan dilampaui sepanjang 90% dari lima tahun. Nilai debit andalan 90% dapat diketahui dengan cara pengeplotan seperti tertera pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Hubungan Persentase Disamai dan Dilampaui (P) dengan Debit

Perhitungan daya dalam penelitian ini dibagi menjadi daya air hidraulis dan daya listrik. Daya air hidraulis dalam hal ini digunakan sebagai daya *input* dalam sistem PLTMH. Daya air hidraulis ini dihitung dengan memperhatikan debit aliran, massa jenis air, percepatan gravitasi, dan tinggi jatuh air. Persamaan yang digunakan yaitu:

$$P = Q \times \rho \times g \times H \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

P = Daya (W) atau ($\text{kg m}^2/\text{detik}^3$)

Q = Debit aliran (m^3/detik)

ρ = Berat jenis air (kg/m^3)

g = Percepatan gravitasi (m/detik^2)

H = Tinggi jatuh air (m)

Perubahan energi kinetik air (daya *input*) menjadi energi listrik (daya *output*) melalui proses konversi energi. Dalam proses konversi energi ini pasti ada sebagian energi yang hilang oleh sistem konversi itu sendiri. Efisiensi konversi dalam hal ini berkaitan dengan kehilangan daya saat proses konversi. Persamaan konversi energi menurut Harvey (1993) dalam Setyowati (2012) yaitu: yaitu : pada saluran air sebesar 5%, *penstock* 10%, generator 15%, *transformer* 4%, dan jaringan 10%, sehingga jika dimasukkan dalam persamaan yaitu sebagai berikut:

$$\text{Daya Output} = 0,5 \times \text{Daya Input} \dots \dots \dots (2.4)$$

Jumlah lampu penerangan jalan diketahui dengan melihat daya listrik PLTMH yang mampu dibangkitkan untuk setiap terjunan. Setiap terjunan memiliki karakteristik sendiri-sendiri dari sisi debit dan *head*, sehingga besarnya daya listrik yang mampu dihasilkan juga berbeda-beda. Maka dari itu dapat dianalisis berapa lampu yang bisa dihidupkan dari daya listrik masing-masing terjunan. Hal ini tentunya memperhatikan bahwa suatu lampu penerangan jalan mempunyai nilai tegangan tertentu. Daya lampu penerangan jalan yang digunakan yaitu 100 W.

Menjawab tujuan ke empat, analisis valuasi ekonomi dilakukan dengan pendekatan *Willingness to Pay (WTP)* karena karakteristik masyarakat di daerah ini yang tidak memiliki hak milik atas objek penelitian. Nilai WTP yang dihitung yaitu nilai dugaan rata-rata WTP. Nilai ini dihitung dengan persamaan menurut Munawar (2010), yaitu sebagai berikut:

a. Menghitung dugaan rata-rata WTP (*Expected WTP*)

$$EWTP = \sum_{i=1}^n w_i P f_i \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

EWTP = Dugaan rata-rata WTP

W = Batas bawah kelas WTP

Pf = Frekuensi relatif kelas yang bersangkutan

n = Jumlah kelas

i = Kelas ke-i

b. Menghitung WTP Total (Total WTP)

Nilai WTP dapat digunakan untuk menduga populasi secara keseluruhan. TWTP responden ditentukan dengan persamaan:

$$TWTP = \sum_{i=1}^n WTP_i [n_i / N] P \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

TWTP = Kesiediaan populasi rumah tangga untuk membayar

WTP = Kesiediaan Individu (sampel) untuk membayar

P = Jumlah populasi rumah tangga

N = Jumlah sampel yang bersedia membayar sebesar WTP

N = Jumlah sampel seluruhnya

I = sampel ke-i

Terdapat beberapa variabel yang menyertai penelitian WTP. Hubungan variabel kesiediaan membayar dengan variabel-variabel lainnya dapat diketahui dengan analisis *crosstab* dan korelasi. Variabel dependen (terikat) dalam penelitian ini yaitu kesiediaan membayar, sedangkan variabel independen (bebas) yaitu pendapatan per bulan. Analisis *crosstab* digunakan untuk mengetahui persebaran hubungan silang antara kedua variabel dan analisis korelasi untuk mengetahui apakah ada hubungan dari kedua variabel tersebut.

Analisis korelasi dilakukan dengan bantuan *software* SPSS 16 dan menggunakan metode *Pearson Product Moment* dengan persamaan berikut:

$$r_n = \frac{\sum(x_1 - \bar{x})(y_1 - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_1 - \bar{x})^2 \sum(y_1 - \bar{y})^2}} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

r_n = besarnya korelasi antara variable x dengan y

x_1 = variable x

\bar{x} = rata-rata x

y_1 = variable y

\bar{y} = rata-rata y

variabel x = pendapatan per bulan

variabel y = kesiediaan membayar

Ukuran solidaritas dari hasil perhitungan korelasi ini yaitu:

0,0 – 0,199 = Korelasi lemah sekali

0,2 – 0,399 = Korelasi lemah

0,4 – 0,599 = Korelasi sedang

0,6 – 0,799 = Korelasi kuat

0,8 – 1 = Korelasi kuat sekali

Nilai korelasi ini dinyatakan dengan tanda positif (+) dan tanda negatif (-). Nilai korelasi dengan tanda positif (+) menandakan

adanya hubungan yang searah dari kedua variabel, sedangkan nilai korelasi yang bertanda negatif (-) berarti terjadi hubungan yang tidak searah atau berkebalikan dari kedua variabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Fisik Daerah Penelitian

Saluran Sekunder Sedayu-Rewulu dan Sedayu merupakan saluran irigasi percabangan dari Saluran Induk Van Der Wijck. Pemilihan kedua saluran ini dengan pertimbangan ketersediaan debit yang masih tinggi. Hal ini karena pada Saluran Sekunder Sedayu-Rewulu baru terjadi satu kali pembagian aliran, yaitu pembagian aliran dengan Saluran Sekunder Sendangpitu yang mengalir ke arah barat. Saluran Sekunder Sedayu-Rewulu dan Saluran Sekunder Sedayu merupakan satu rangkaian saluran. Hanya saja terdapat percabangan pada Saluran Sedayu-Rewulu, yaitu yang mengalir ke arah timur disebut Saluran Sekunder Rewulu 1, sedangkan yang masih mengalir ke arah selatan disebut Saluran Sekunder Sedayu.

Tinggi jatuh air (*head*) merupakan variabel yang penting dalam sistem PLTMH. *Head* diperlukan untuk menghasilkan energi kinetik air pada turbin, sehingga akan memberikan pengaruh putaran pada turbin. Data *head* diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan dengan alat meteran. Terdapat sembilan titik *head* di Desa Sendangrejo ini, yaitu dua titik pada aliran sekunder Sedayu-Rewulu dan 7 titik pada aliran sekunder Sedayu. Setiap titik *head* memiliki ketinggian yang berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi topografi daerah sekitarnya. Besarnya *head* yang ada berkisar antara 1 meter sampai 2 meter.

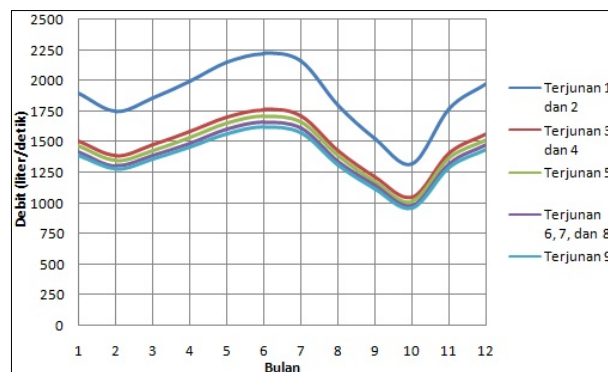
Kemiringan lereng dan terjunan akan mempengaruhi dalam pertimbangan pekerjaan teknis. Suatu sistem PLTMH tentunya membutuhkan perangkat-perangkat yang mendukung dalam upaya perubahan energi kinetik air menjadi energi listrik. Perangkat yang utama dalam sistem PLTMH ini yaitu turbin dan generator. Turbin dan generator ini dalam proses pengoperasiannya membutuhkan suatu ruangan yang disebut *power house*. Adanya terjunan yang menunjukkan terdapatnya beda tinggi ini diperlukan dalam pembangunan *power house*. *Power house*

dibangun di sekitar terjunan untuk meletakkan turbin dan generator agar dapat berkontak dengan air.

Sumberdaya Air

Iklim di Indonesia terdiri dari dua musim dalam satu tahun, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Perbedaan kondisi debit Saluran Induk Van Der Wijck pada musim kemarau dan musim penghujan tidak terlalu besar. Hal ini karena debit yang masuk ke saluran sudah diatur besarnya, sehingga tidak bergantung sepenuhnya oleh hujan.

Gambar 3.1 menunjukkan debit tertinggi terjadi pada Bulan Juni, sedangkan debit terendah terjadi pada Bulan Oktober. Pola debit yang terjadi pada saluran ini yaitu terdapat dua puncak dan dua lembah. Puncak debit terjadi pada Bulan Desember dan Bulan Juni dengan puncak tertinggi pada Bulan Juni. Debit pada Bulan Januari mulai mengalami penurunan hingga Bulan Februari, kemudian pada Bulan Maret mengalami peningkatan. Peningkatan ini terjadi secara linier sampai puncaknya pada Bulan Juni. Penurunan debit yang kedua mulai terjadi pada Bulan Juli dengan penurunan yang hampir linier hingga debit yang paling kecil terjadi pada Bulan Oktober.



Sumber: Olah Data, 2014

Gambar 3.1. Debit Rata-Rata Bulanan Setiap Terjunan

Penurunan debit pada Bulan Oktober ini cukup besar karena sampai berada di bawah debit andalan 90%, sedangkan penurunan debit pada Bulan Februari masih berada di atas debit andalan 90%. Hal ini menunjukkan bahwa pada sekitar Bulan Oktober energi listrik yang dihasilkan oleh PLTMH akan di bawah energi yang diharapkan, atau bahkan PLTMH tidak dapat

menghasilkan energi listrik. Persiapan tentunya perlu dilakukan agar pemanfaatan energi listrik dapat tetap maksimal dengan ketersediaan energi yang minimal. Persiapan dapat dilakukan dengan melakukan pergiliran penyalan lampu penerangan jalan. Hal lain yang dapat dilakukan yaitu dengan hanya menghidupkan lampu pada titik-titik yang paling gelap.

Debit andalan adalah persentase debit yang nilainya disamai atau dilampaui dalam kurun waktu tertentu. Debit andalan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu debit andalan 90%. Angka ini mengacu dari Soemarto (1999) bahwa debit andalan yang digunakan untuk proyek pembangkit listrik tenaga air sebesar 85-90%. Debit andalan 90% ini artinya debit yang digunakan dalam penelitian ini yaitu debit yang 90% selalu ada dalam kurun waktu tertentu. Kurun waktu yang digunakan oleh peneliti yaitu selama lima tahun. Hal ini sesuai dengan ketersediaan data debit sekunder, yaitu lima tahun.

Debit andalan untuk setiap terjunan berbeda-beda, seperti yang terpapar pada Tabel 3.1. Tabel tersebut menunjukkan data debit andalan 90% dari masing-masing terjunan. Debit andalan di terjunan 1 dan 2 sebesar 1.475 liter/detik, sedangkan untuk terjunan 9 sebesar 1.077 liter/detik. Antara terjunan 2 dan terjunan 3 terdapat pintu bagi Sedayu-Rewulu, jadi sebagian debit dari terjunan 2 airnya mengalir ke Saluran Rewulu.

Hal ini menyebabkan aliran setelah terjunan 2 debitnya menurun. Keadaan debit yang semakin ke bawah semakin kecil disebabkan oleh adanya pintu sadap yang mengalirkan air dari saluran sekunder ke area persawahan.

Tabel 3.1. Debit Andalan Setiap Terjunan

Nama Terjunan	Debit Andalan 90% (liter/detik)
Terjunan 1	1475
Terjunan 2	1475
Pintu Bagi Sedayu-Rewulu	
Terjunan 3	1171
Terjunan 4	1171
Terjunan 5	1136
Terjunan 6	1101
Terjunan 7	1101
Terjunan 8	1101
Terjunan 9	1077

Sumber: Olah Data, 2014

Energi Listrik PLTMH.

Besarnya energi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) dianalisis dengan menggunakan debit andalan 90%. Debit andalan 90% ini artinya debit yang nilainya disamai dan dilampaui selama 90% waktu. Jika dimasukkan dalam kurun waktu satu tahun yang terdiri dari 365 hari, maka banyaknya hari yang memiliki debit andalan 90% yaitu ada sekitar 329 hari.

Tabel 3.2. Daya Air Hidraulis dan Daya PLTMH dengan Debit Andalan 90%

Lokasi	Debit Andalan P 90% (Q)		H (tinggi terjun)	Daya Air Hidraulis P 90%	Daya Output P 90%	Ketersediaan Daya Output Generator
	liter/detik	m ³ /detik	m	Watt	Watt	Watt
Terjunan 1	1475	1,475	1,25	18074	9037	8000
Terjunan 2	1475	1,475	0,93	13447	6724	5000
Terjunan 3	1171	1,171	1,90	21804	10902	8000
Terjunan 4	1171	1,171	1,86	21345	10672	8000
Terjunan 5	1136	1,136	1,55	17254	8627	8000
Terjunan 6	1101	1,101	1,37	14779	7389	5000
Terjunan 7	1101	1,101	0,90	9709	4854	3000
Terjunan 8	1101	1,101	1,25	13484	6742	5000
Terjunan 9	1077	1,077	1,20	12669	6335	5000
Total Daya PLTMH					71283	55000

Sumber: Olah Data, 2014

Hal ini menunjukkan ada 36 hari atau sekitar satu bulan energi PLTMH yang dihasilkan kurang dari energi yang diharapkan. Kekurangan ini tentunya diganti dengan lebih besarnya energi PLTMH yang dihasilkan. Besarnya energi PLTMH total yang dihasilkan dengan menggunakan debit andalan 90% yaitu 71.283 Watt atau 71,3 KW. Besarnya debit andalan 90% setiap terjunan beserta daya yang dihasilkan sudah terpapar pada Tabel 3.2.

Nilai daya tersebut masih nilai daya dari hasil perhitungan, belum disinkronisasikan dengan ketersediaan daya dari daya *output* generator. Hal ini perlu dilakukan karena sumber penghasil daya listrik dari sistem PLTMH yaitu generator induksi. Generator induksi ini memiliki daya *output* yang berbeda-beda tergantung dari jenisnya.

Nilai daya *output* PLTMH berdasarkan ketersediaan daya *output* generator sudah terpapar pada Tabel 3.2. Generator yang dipilih yaitu generator dengan daya *output* 3.000 W, 5.000 W, dan 8.000 W. Besarnya energi total PLTMH yang mampu dihasilkan dari sembilan terjunan berdasarkan ketersediaan daya *output* generator yaitu sebesar 55 KW. Hasil ini lebih kecil dari hasil perhitungan karena tidak semua daya PLTMH dari hasil perhitungan dapat dikonversi menjadi daya listrik, melainkan harus menyesuaikan ketersediaan daya *output* generator yang ada.

Lampu Penerangan Jalan

Pemanfaatan energi yang efektif dan efisien merupakan suatu upaya untuk penghematan energi. Pemilihan pemanfaatan energi listrik PLTMH untuk lampu penerangan jalan karena kebutuhan energi listrik rumah tangga sudah terpenuhi oleh listrik PLN, sedangkan kondisi penerangan jalan masih relatif kurang. Pemanfaatan energi listrik PLTMH untuk lampu penerangan jalan harus memperhatikan besarnya daya listrik yang tersedia dan daya yang dibutuhkan oleh lampu penerangan jalan. Pemilihan tipe lampu penerangan jalan jenis LED juga merupakan salah satu upaya penghematan energi. Hal ini

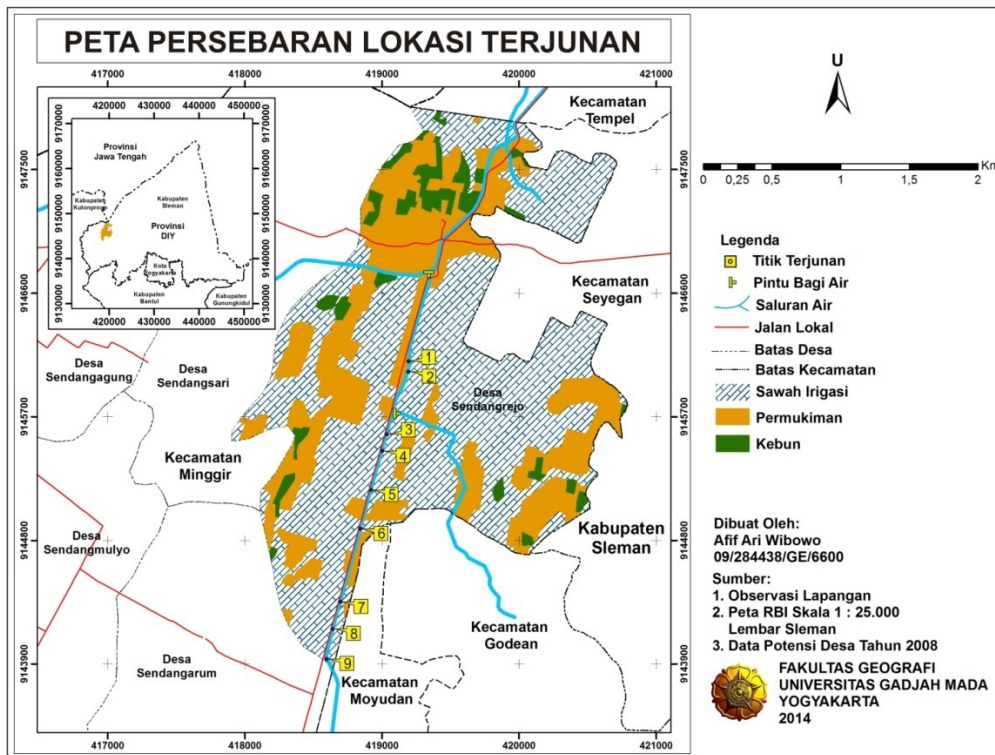
karena lampu LED telah terbukti lebih sedikit menyerap daya namun mampu menghasilkan energi cahaya yang lebih terang.

Besarnya tegangan lampu PJU LED yang ada yaitu 40 W, 60 W, 80 W, 100 W, dan 120 W. Mempertimbangkan lebar jalan yang tidak terlalu lebar, maka peneliti memilih lampu penerangan yang bertegangan 100 W. Lampu dengan tegangan tersebut telah mampu menerangi satu penggal jalan secara merata.

Panjang Jalan Minggir-Moyudan yang berada sejajar dengan Saluran Sekunder Sedayu-Rewulu dan Saluran Sekunder Sedayu dengan kondisi pencahayaan yang masih gelap yaitu sekitar 3 km. Sepanjang jalan tersebut telah terdapat tiang listrik PLN dengan jarak antar tiang sejauh 50 meter. Melihat kondisi ini maka peneliti merekomendasikan untuk memasang lampu penerangan jalan umum (PJU) untuk setiap 50 meter. Jika setiap 50 meter dipasang lampu PJU maka jumlah lampu yang diperlukan yaitu sebanyak 60 unit lampu. Lampu tersebut dapat dipasang pada tiang listrik PLN untuk penghematan biaya.

Sudah diketahuinya besar daya lampu PJU dan jumlah lampu yang dibutuhkan maka selanjutnya dapat dilakukan pemilihan terjunan yang mampu menghasilkan daya *output* sesuai dengan kebutuhan daya 60 lampu PJU. Jika satu lampu PJU memerlukan daya 100 W, maka untuk 60 lampu PJU memerlukan daya 6.000 W.

Melihat kondisi ini maka diperlukan sumber energi yang mampu menghasilkan daya *output* lebih dari 6.000 W. Sesuai dengan Tabel 4.3, maka daya *output* PLTMH yang nilainya lebih dari 6.000 W yaitu PLTMH pada terjunan 1, terjunan 3, terjunan 4, dan terjunan 5. Keempat terjunan tersebut mampu menghasilkan daya *output* sebesar 8000 W. Terjunan 3 ternyata memiliki daya PLTMH dari hasil perhitungan yang paling tinggi, sehingga peneliti memilih PLTMH pada terjunan 3 sebagai sumber energi listrik untuk lampu PJU di sepanjang Jalan Minggir Moyudan. Persebaran lokasi terjunan tersebut telah terpapar pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Peta Persebaran Lokasi Terjunan

Terjunan 3 memiliki daya air hidraulis yang paling tinggi karena nilai tinggi jatuh air di terjunan ini juga lebih tinggi dari terjunan lainnya, yaitu 1,9 meter. Selain itu nilai debit pada terjunan 3 juga masih besar karena belum ada pengurangan debit yang masuk ke pintu sadap. Pengurangan debit yang masuk ke pintu sadap baru terjadi pada terjunan 5. Jarak antara terjunan 3 ke terjunan 4 juga tidak terlalu jauh, yaitu hanya sekitar 100 meter, sehingga pembuatan pipa pesat yang mengarah ke terjunan 4 masih bisa di realisasikan. *Power house* pada keadaan ini dapat diposisikan di terjunan 4. Pemilihan PLTMH pada terjunan 3 selain karena daya air hidraulisnya yang tinggi juga karena posisi terjunan 3 berada di tengah-tengah. Posisi ini akan mempermudah dalam proses pendistribusian energi listrik.

Nilai Ekonomi Pemanfaatan PLTMH

Nilai ekonomi pemanfaatan energi PLTMH untuk lampu penerangan jalan dicari dengan metode wawancara. Kegiatan wawancara untuk mengetahui nilai WTP (*Willingnes to Pay*) menggunakan beberapa variabel. Variabel-variabel tersebut antara lain profesi responden, pendapatan per bulan, keinginan pemanfaatan energi PLTMH, dan nilai kesediaan membayar.

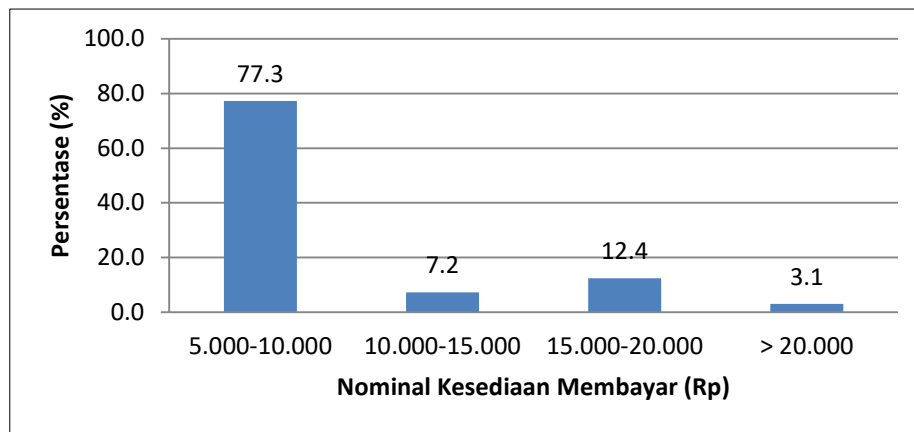
Penghasilan per bulan penduduk berkaitan dengan profesi yang ditekuninya. Profesi yang dominan dari hasil wawancara responden yaitu wiraswasta dan PNS/TNI/POLRI. Penghasilan penduduk yang paling banyak yaitu Rp.500.000,00-Rp.1.000.000,00 dengan persentase 33%. Penduduk dengan penghasilan tersebut sebagian besar bekerja sebagai wiraswasta dan buruh. Tidak jauh di bawahnya, penghasilan penduduk yang kurang dari Rp.500.000,00 memiliki persentase sebesar 30,9%. Profesi penduduk dengan penghasilan tersebut yaitu sebagai petani dan buruh. Penduduk yang berprofesi sebagai PNS/TNI/POLRI terbagi dua, yaitu sebagian besar berpenghasilan diatas Rp.2.000.000,00 dan ada yang berpenghasilan antara Rp.1.000.000,0-Rp.2.000.000,00.

Willingness to Pay (WTP) merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui kesediaan membayar masyarakat terhadap fasilitas atau kemanfaatan yang diterima. Model yang digunakan peneliti dalam penelitian ini masuk dalam model pertanyaan referendum. Model pertanyaan referendum merupakan model pertanyaan tertutup, yaitu responden diberi beberapa pilihan nominal

nilai dan kemudian diberi kesempatan untuk memilih nominal yang dikehendaki.

Gambar 3.3 menunjukkan bahwa persentase menurun seiring meningkatnya nominal WTP yang ditawarkan, namun terjadi ketidaknormalan pada rentang nominal Rp.15.000-20.000 yang malah meningkat. Persentase tertinggi tentunya untuk rentang nominal yang paling rendah, yaitu Rp.5.000-Rp.10.000. Persentase pada rentang nominal

ini sangat dominan, yaitu 77,3 %. Rentang nominal Rp.10.000-Rp.15.000 memiliki persentase sebesar 7,2%. Rentang Rp.15.000-Rp.20.000 naik sedikit menjadi 12,4%, dan yang terendah 3,1% untuk rentang nominal kurang dari Rp.20.000. Angka ini menandakan bahwa sebagian besar masyarakat masih memberikan harga rendah dari manfaat dan kesejahteraan yang mereka dapatkan.



Sumber: Olah Data, 2013

Gambar 3.3. Persebaran Nomial Kesediaan Masyarakat untuk Membayar.

Variabel keinginan masyarakat atas pemanfaatan energi PLTMH digunakan untuk mengetahui kebutuhan masyarakat akan energi listrik yang belum ataupun kurang terpenuhi dan diharapkan dapat terpenuhi dengan adanya PLTMH. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat menginginkan pemanfaatan energi listrik PLTMH digunakan untuk lampu penerangan jalan. Persentase keinginan masyarakat ini cukup mendominasi yaitu sebesar 44,5 %. Hal ini tidak menyimpang dengan tujuan ke empat, yaitu mengenai arahan pemanfaatan energi listrik PLTMH untuk lampu penerangan jalan. Keadaan tersebut memberi informasi bahwa kebutuhan masyarakat akan lampu penerangan jalan masih belum tercukupi.

Nilai ekonomi pemanfaatan energi PLTMH untuk lampu penerangan jalan dalam penelitian ini ditunjukkan oleh nilai WTP, yaitu nilai kesediaan membayar masyarakat untuk biaya perawatan PLTMH. Rentang nilai WTP yang ditawarkan kepada responden yaitu antara Rp.5.000,00-Rp.10.000,00, Rp.10.000,00-Rp.15.000,00, Rp.15.000,00-Rp.20.000,00, dan lebih dari Rp.20.000,00.

Besarnya WTP yang berhasil dihitung dari hasil wawancara dengan rentang nilai tersebut yaitu sebesar Rp.9.600,00. Jika dijumlahkan nilai WTP Total yang dibayarkan oleh masyarakat di Desa Sendangrejo dengan populasi 2.837 rumah tangga yaitu Rp.27.235.200,00 untuk setiap bulannya. Hasil perhitungan nilai rata-rata WTP dalam upaya perawatan lampu penerangan jalan yaitu Rp.7.062,00 per bulan, jika dibulatkan menjadi Rp.7.000,00 per bulan.

Tabel 3.3. Korelasi Kesediaan Membayar dengan Penghasilan Per Bulan

		Kesediaan Membayar Biaya Perawatan PLTMH (Rp/bulan)	Penghasilan Per Bulan (Rp)
Kesediaan Membayar Biaya Perawatan PLTMH (Rp/bulan)	Pearson Correlation	1	.144
	Sig. (2-tailed)		.159
	N	97	97
Penghasilan Per Bulan (Rp)	Pearson Correlation	.144	1
	Sig. (2-tailed)	.159	
	N	97	97

Sumber: Data Primer Tahun 2013

Ada tidaknya hubungan antara variabel kesanggupan membayar dengan variabel pendapatan penduduk setiap bulan diketahui dengan melakukan analisis signifikansi dengan metode Pearson. Hasil analisis pada Tabel 3.3

menunjukkan bahwa nilai signifikansi yaitu 0,159. Hasil ini jauh di atas 0,05, maka dapat diketahui jika tidak ada hubungan antara variabel kesediaan membayar dengan variabel pendapatan penduduk setiap bulan.

Bila dilihat dari nilai korelasi antara variabel kesediaan membayar dengan variabel penghasilan per bulan yaitu sebesar +0,144. Hasil ini masuk pada klasifikasi korelasi lemah sekali. Dengan kata lain bahwa nilai WTP yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak dipengaruhi oleh besarnya pendapatan penduduk setiap bulan. Nilai korelasi dan derajat signifikansi tersebut diperoleh dari hasil analisis menggunakan *software* SPSS.

KESIMPULAN

1. Ketersediaan air di Saluran Sekunder Sedayu-Rewulu dan Saluran Sekunder Sedayu ada sepanjang tahun dengan debit andalan 90% untuk terjunan 3 sebesar 1.171 liter/detik. Ketersediaan air saat musim kemarau dan musim penghujan tidak mengalami perbedaan yang begitu besar. Analisis debit bulanan menunjukkan debit tertinggi terjadi pada Bulan Juli, sedangkan debit terendah terjadi pada Bulan Oktober.
2. Terdapat sembilan terjunan yang dipilih untuk analisis pemanfaatan PLTMH di Desa Sendangrejo, yaitu terjunan dengan tinggi jatuh air sekitar 1 – 2 meter. Saluran Sekunder Sedayu-Rewulu dan Saluran Sekunder Sedayu ini berada sejajar dengan jalan Minggir-Moyudan. Kondisi pencahayaan jalan ini masih relatif gelap karena belum meratanya persebaran lampu penerangan jalan. Selain itu juga karena penggunaan lahan di sekitar jalan ini sebagian besar masih lahan persawahan.
3. Setiap terjunan memiliki karakteristik masing-masing baik dari segi nilai debitnya maupun tinggi jatuh air, sehingga daya listrik yang dihasilkan juga berbeda-beda. Lampu penerangan jalan umum (PJU) yang digunakan merupakan lampu LED dengan daya 100 W. Jumlah lampu yang diperlukan untuk penerangan Jalan Minggir-Moyudan sepanjang 3 km yaitu sebanyak 60 unit, sehingga daya listrik yang dibutuhkan sebesar 6.000 W. Nilai

daya listrik yang dihasilkan dari ketersediaan daya *output* generator pada terjunan 3 yaitu sebesar 8.000 W.

4. Nilai WTP yang dibayarkan oleh masyarakat untuk kelestarian sumberdaya yaitu sebesar Rp.9.600,00 per bulan. Jika dijumlahkan nilai WTP yang dibayarkan oleh masyarakat di Desa Sendangrejo dengan populasi 2.837 rumah tangga yaitu Rp.27.235.200,00 untuk setiap bulannya. Nilai WTP yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak dipengaruhi oleh pendapatan per bulan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Basuki, K. 2007. Mengapa Mikrohidro. *Makalah Seminar Nasional Teknologi*: hal. B-1 – B-4
- Damastuti, A. P. 1997. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. *Artikel Wacana Teknologi*: hal. 11-12.
- Kadir, Abdul. 1982. *Energi (Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi)*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Marsudi, D. 2005. *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Reksohadiprojo, Sukanto dan Pradono. 1988. *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Energi*. Yogyakarta: BPFE
- Setyowati, N.D. 2012. Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kabupaten Purbalingga Propinsi Jawa Barat. *Tesis*. Yogyakarta: Fakultas Teknik UGM.
- Soemarto. 1999. *Hidrologi Teknik Edisi Ke-2*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Wilson, E.M. 1993. *Hidrologi Teknik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.