

**ANALISIS KELAYAKAN POTENSI MIKRO HIDRO DALAM PENYEDIAAN  
ENERGI LISTRIK DENGAN MEMANFAATKAN SALURAN IRIGASI**

**Ahmad Nurhuda (20120120090)**

**Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

**Abstrak**

Pembangkitan listrik mikrohidro adalah pembangkitan listrik yang dihasilkan oleh generator listrik DC atau AC. Mikrohidro berasal dari kata micro yang berarti kecil dan hydro artinya air, arti keseluruhan adalah pembangkitan listrik daya kecil yang digerakkan oleh tenaga air. Tenaga air berasal dari aliran sungai kecil atau danau yang dibendung dan kemudian dari ketinggian tertentu dan memiliki debit yang sesuai akan menggerakkan turbin tersebut. Jenis pembangkit seperti ini tidak banyak membutuhkan lahan untuk membangunnya. Lahan yang kecil saja sudah bisa untuk membangunnya dan peralatan yang disediakan juga tidak terlalu banyak.

Kata kunci : PLTMH, Homer, Biaya Invertasi

*Abstrack*

*Microhydro power generation is the generation of electricity generated by DC or AC power generators. Microhydro is derived from the word micro which means small and hydro means water, the whole meaning is a small electric power generation driven by hydro power. Huge water power from small streams or lakes that are dammed and then from a certain height and have the appropriate discharge will drive the turbine. This type of plant does not require much land to build it. Small land alone is able to build it and the equipment provided is also not too much.*

*Keywords: PLTMH, Homer, Investment Cost*

## **1.1 Latar Belakang**

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

Kebutuhan akan energi listrik yang tinggi tentunya membutuhkan sumber pembangkit 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 diperbaharui serta prosesnya yang tidak ramah lingkungan. Keadaan ini memberikan pemikiran untuk adanya pemanfaatan energi alternatif.

Pemanfaatan energi alternatif tidak harus dalam skala besar, namun dapat dilakukan dengan melihat potensi energi yang ada di sekitar kita dan berpotensi menghasilkan energi listrik, yaitu energi angin, energi matahari (surya), dan energi air. Ketiga sumber energi ini dapat

menghasilkan energi listrik dengan bantuan alat pembangkit listrik, yaitu untuk energi angin menggunakan kincir angin, energi surya menggunakan sel surya, dan energi air menggunakan sistem mikrohidro.

Salah satu sumber energi terbarukan yang sangat berpotensi di Indonesia dengan wilayah beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi adalah pemanfaatan energi air untuk skala kecil. Pemanfaatan energi air aliran sungai atau aliran saluran irigasi dapat dijadikan pilihan alternatif dengan membangun instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Disamping itu PLTMH merupakan teknologi yang handal dan ramah lingkungan. Peralatan yang digunakan relative sederhana dan mudah dicari. Lahan yang tidak luas dalam pembuatannya sehingga tidak perlu membuka hutan untuk membangun instalasinya. Pemasangan peralatan dapat disesuaikan dengan kondisi alam yang ada dan desainya dapat disesuaikan dengan ketersediaan debit air.

Melihat potensi energi terbarukan di atas, maka akan sangat bermanfaat jika dilakukan suatu penelitian yang dapat memberikan informasi tentang analisa mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro yang dapat dijadikan sebagai energi terbarukan.

## Prinsip Kerja PLTMH

PLTMH pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah air yang jatuh ( debit ) perdetik yang ada pada saluran air terjun. Energi ini selanjutnya menggerakkan turbin, kemudian turbin kita hubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik. Selanjutnya listrik yang dihasilkan oleh generator ini dialirkan ke rumah - rumah dengan memasang pengaman (sekring). Yang perlu diperhatikan dalam merancang sebuah PLTMH adalah menyesuaikan antara debit air yang tersedia dengan besarnya generator yang digunakan. Jangan sampai generator yang dipakai terlalu besar atau terlalu kecil dari debit air yang ada. (Muhammad.2010).

Untuk mengetahui debit air, pertama kita harus mengetahui luas penampang saluran (A) yang diperoleh dengan mengalihkan lebar sungai/saluran dengan kedalaman rata-rata air sehingga dapat dituliskan dalam persamaan (Murhasim. 2006):

$$A = W \times dn / n \dots \dots \dots ( \text{persamaan 1} )$$

Keterangan:

A = Luas Penampang basah (m<sup>2</sup>)

W = Lebar sungai / saluran (m)

Dn= Jumlah tinggi/dalamnya air pada saluran pengukuran (m)

N= banyak pengukuran

Kemudian kita harus mencari kecepatan aliran sebenarnya (Vs) yang diperoleh dengan mengalihkan kecepatan hasil pengukuran (V) dengan koefisien (Cs) yang sebenarnya. Adapun konstanta tersebut dapat dikelompokkan dalam tiga kelompok:

1. Untuk dasar sungai yang berbatu-batu Cs = 60 %
2. Untuk dasar sungai yang berpasir Cs = 80 %
3. Untuk dasar sungai yang bercadas Cs = 90 %.

Untuk mendapatkan kecepatan aliran sebenarnya digunakan persamaan (Murhasim.2006) :

$$Vs = V \text{ ukur} \times Cs \dots \dots \dots ( \text{persamaan 2} )$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran sebenarnya ( m/detik )

V = Kecepatan aliran hasil pengukuran (m/detik)

Cs = Koefisien yang tergantung dari keadaan dasar sungai (%)

Setelah parameter di atas diketahui, dapat ditentukan debit sungai/saluran dengan menggunakan persamaan:

$$Q = A \times V_s \dots\dots\dots ( \text{persamaan 3} )$$

Keterangan:

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

A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

Vs = Kecepatan Air sebenarnya (m/detik)

### **METODE PENELITIAN**

#### **Alat Penelitian**

Untuk menganalisis data dari hasil penelitian ini dengan menggunakan *software* HOMER.

Bahan yang menjadi objek penelitian adalah:

1. Data mengenai debit air per tahun.
2. Data beban listrik dengan metode sampling.

#### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan mulai dari Oktober sampai dengan Desember yang berlokasi di daerah irigasi Pasekan Desa Gondowangi Kecamatan Sawangan kabupaten magelang.



Sumber Foto Lokasi

Gambar 3.2 Daerah Irigasi Pasekan

## Teknik Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder yang berhubungan dengan objek penelitian. Data primer diperoleh secara langsung dari pengamatan tentang keadaan yang terdapat pada aliran irigasi yang dilakukan di lapangan. Data sekunder diperoleh dari data yang telah ada pada intisari – intisari yang terkait, penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya maupun peta yang ada hubungannya dengan objek penelitian.

- Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung mengamati atau mencari subjek yang akan diteliti, guna memperoleh data – data yang dibutuhkan untuk mengetahui situasi dan kondisi objek yang akan diteliti. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dengan cara observasi. Observasi ini dapat dijadikan suatu pengamatan mendalam guna meneliti mengenai fenomena yang ada disekitar dan kemudian didokumentasikan dalam rangka untuk mengungkapkan keterkaitan antara fenomena. Suatu observasi harus didokumentasikan mengenai apa yang akan diteliti secara mendalam.

Pada penelitian ini, peneliti telah melakukan observasi langsung ke tempat lokasi guna memperoleh dokumentasi berupa gambar hasil pemotretan dan data di daerah irigasi Pasekan Desa Gondowangi Kecamatan Sawangan.

- Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari subjek atau objek yang akan diteliti serta data sekunder dapat diperoleh juga dari sumber bukan pelaku utama seperti instansi-instansi terkait penelitian, buku, jurnal dan lain sebagainya.

Data sekunder yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Peta desa gondowangi, kecamatan sawangan, kabupaten magelang, sumber dari Google Map.
2. Pemakaian energi listrik masyarakat sekitar sungai pabelan setiap hari, sumber dari wawancara dengan warga sekitar di pasekan.
3. Data debir air daerah irigasi pasekan tahun 2009, sumber dari dinas

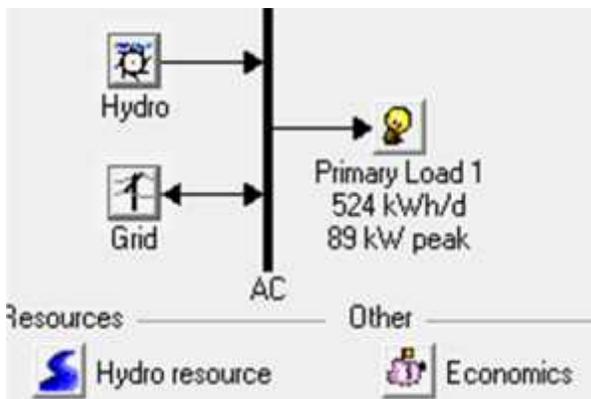
4. Pekerjaan Umum, Energi dan Sumber Daya Mineral Kabupaten Magelang.

Metodologi Pengolahan Data

Metodologi pengolahan data dalam penelitian ini adalah dimana data yang diperoleh akan dimasukkan kedalam aplikasi HOMER untuk diolah dan disajikan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil konfigurasi HOMER



Gambar 4.11 perancangan konfigurasi Homer Energy

Calculate      Simulations: 0 of 2      Progress:      Status: Completed in 2 seconds.  
 Sensitivities: 1 of 1

Sensitivity Results    Optimization Results

Double click on a system below for simulation results.

	Hydro (kW)	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.
	90	90	\$ 0	20,446	\$ 261,364	0.107	0.00
	23.5	90	\$ 503,000	35,758	\$ 960,110	0.393	0.30

Gambar 4.12 hasil kalkulasi Homer Energy

HOMER telah melakukan simulasi pada 2 konfigurasi sistem. Konfigurasi yang terhitung pada Net Present Cost (NPC) adalah \$ 906,110. NPC merupakan nilai saat ini yang muncul dari semua biaya selama masa pemakaian dikurangi semua pendapatan yang diperoleh selama masa operasi tersebut. Sedangkan pada (COE) *Cost Of Energy* adalah rata-rata per kWh yang dihasilkan dari energi listrik.

Analisa Kofigurasi Teroptimal

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan kemudian memberikan input pada data komponen yang digunakan, maka akan dihasilkan satu konfigurasi yang teroptimal. Ini terjadi karena hanya menggunakan satu sumber energi. Jadi hasil yang didapatkan hanya satu konfigurasi.

Hasil sistem pembangkitan

System Architecture: 90 kW Grid, 23.5 kW Hydro      Total NPC: \$960,110  
 Levelized COE: \$0.393/kWh  
 Operating Cost: \$35,758/yr

Cost Summary    Cash Flow    Electrical    Hydro    Grid    Emissions    Hourly Data

Production	kWh/yr	%	Consumption	kWh/yr	%	Quantity	kWh/yr	%
Hydro turbine	61,761	30	AC primary load	191,260	62	Excess electricity	0.000000	0.00
Grid purchase	145,689	70	Grid sales	15,510	5	Unmet electric load	0.00	0.00
Total	207,450	100	Total	206,770	100	Capacity shortage	0.00	0.00

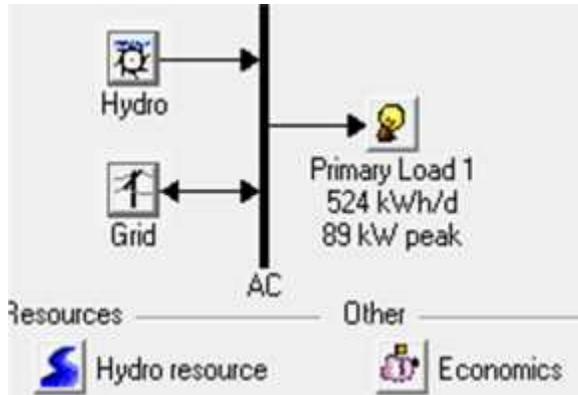
  

Quantity	Value
Renewable fraction	0.29

Gambar 4.13 daya yang dibangkitkan konfigurasi teroptimal

Hasil HOMER

Hasil konfigurasi HOMER



Gambar 4.11 perancangan konfigurasi Homer Energy

	Hydro (kW)	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.
1		90	\$ 0	20,446	\$ 261,364	0.107	0.00
2	23.5	90	\$ 503,000	35,758	\$ 960,110	0.393	0.30

Gambar 4.12 hasil kalkulasi Homer Energy

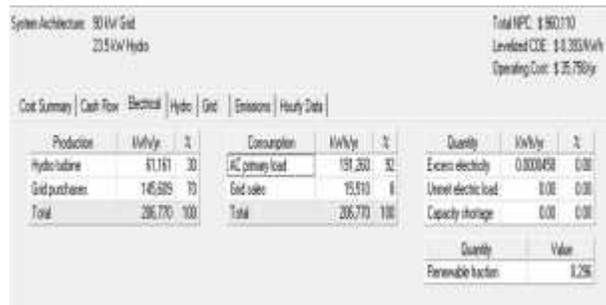
HOMER telah melakukan simulasi pada 2 konfigurasi sistem. Konfigurasi yang terhitung pada Net Present Cost (NPC) adalah \$ 906,110. NPC merupakan nilai saat ini yang muncul dari semua biaya selama masa pemakaian dikurangi semua pendapatan yang diperoleh selama masa operasi tersebut. Sedangkan pada (COE)

*Cost Of Energy* adalah rata-rata per kWh yang dihasilkan dari energi listrik.

Analisa Kofigurasi Teroptimal

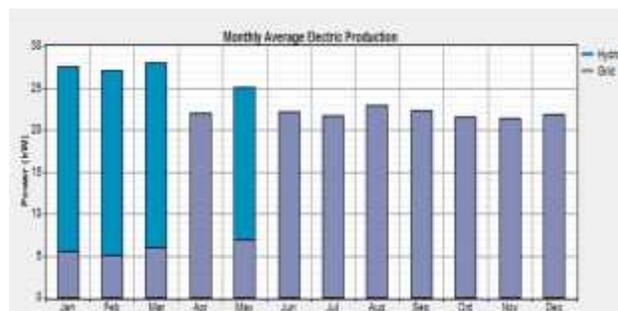
Dari hasil simulasi yang telah dilakukan kemudian memberikan input pada data komponen yang digunakan, maka akan dihasilkan satu konfigurasi yang teroptimal. Ini terjadi karena hanya menggunakan satu sumber energi. Jadi hasil yang didapatkan hanya satu konfigurasi.

### Hasil sistem pembangkitan



Gambar 4.13 daya yang dibangkitkan konfigurasi teroptimal

Pada gambar diatas bahwa daya yang dihasilkan pembangkit sebesar 206,770 kWh/tahun, kemudian yang tersuplai dari Hydro Turbine menghasilkan listrik sebesar 61,161 kWh/tahun dan grid PLN sebesar 145,609 kWh/tahun (70%). Dengan konsumsi listrik sebesar 191,260 kWh/tahun. Dan sisanya dapat dijual kepada PLN Sebesar 15,510 kWh/tahun (8%).



Gambar 4.14 grafik produksi listrik tiap bulan

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa produksi setiap bulannya berbeda-beda, hal itu dikarenakan dari jumlah debit airnya berbeda setiap tahun. Untuk bulan juni sampai bulan desember tidak beroperasi karena kondisi debit air kurang dari 50% jadi hasilnya tidak maksimal. Kondisi seperti itu dikarenakan terjadi pada musim kemarau. Agar bisa berproduksi setidaknya debit air harus melebihi 50% dari rata-rata keseluruhan dalam satu tahun. Jika produksinya kurang dari 50% maka hasilnya tidak memenuhi standar. Hal ini bisa mengakibatkan kerusakan pada komponen-komponen elektronik yang dipakai. Untuk suplay dari grid PLN yaitu berwarna biru tua.

Kemudian dari gambar diatas bisa disimpulkan bahwa pada musim hujan hasil dari produksi yang dibangkitkan akan lebih banyak dibandingkan pada musim kemarau. Hal ini bisa dilihat pada bulan januari-mei. Sedangkan suplay dari grid PLN dapat dilihat pada bulan juni-desember, itu diartikan pada musim kemarau akan berlangganan listrik PLN lebih besar dibandingkan pada musim hujan karena

penggunaan energi lebih besar daripada produksi energi yang dibangkitkan dengan tujuan untuk meng-cover konsumsi listrik.

### Analisa sistem optimal

Jumlah produksi energi listrik yang dihasilkan lebih dari penggunaan energi listrik masyarakat sekitar daerah irigasi pasekan menjadikan keuntungan untuk masyarakat tersebut. Dimana kelebihan bisa dijual ke PLN.

Maka dari itu masyarakat bisa menjual sebesar 15.510 kWh/tahun. Dan membeli listrik PLN sebesar 145.609 kWh/tahun. Dengan jual listrik PLN sebesar  $\text{US\$ } 0.05/\text{kWh}$  dan harga belinya  $\text{US\$ } 0.1/\text{kWh}$ . Maka dari pembangkitan itu mendapatkan persamaan keuntungan sebagai berikut:

$$\text{Jual ke PLN} = \frac{\text{K}}{\text{E}} \frac{\text{Pi}}{\text{Puu}} \text{ yang dibangkitkan} \times \text{harga jual/kWh}$$

$$\text{Jual ke PLN} = 15.150 \frac{\text{K}}{\text{E}} \frac{\text{Pi}}{\text{Puu}} \times \text{US\$ } 0.05/\text{kWh}$$

$$= \text{US\$ } 0,7755/\text{tahun} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 1})$$

$$\text{Beli dari PLN} = \frac{\text{K}}{\text{E}} \frac{\text{Pi}}{\text{Puu}} \text{ yang dibeli} \times \text{harga beli/kWh}$$

$$\text{Beli dari PLN} = 145,609 \frac{\text{K}}{\text{E}} \frac{\text{Pi}}{\text{Puu}} \times \text{US\$ } 0.1/\text{kWh}$$

$$= \text{US\$ } 14,5609/\text{tahun} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 2})$$

$$\text{Surplus} = \text{Jual} - \text{Beli}$$

$$\text{Surplus} = \text{US\$ } 0,7755 - \text{US\$ } 14,5609$$

$$= \text{US\$ } 13,7854/\text{tahun} \dots \dots \dots (\text{Persamaan 3})$$

Dari perhitungan diatas maka energi dari aliran irigasi pasekan surplusnya sebesar  $\text{US\$ } 13,7854$ . Artinya surplus yaitu untung dikurangi biaya langganan dari PLN. Maka dari itu bisa dikatakan bahwa rincian keuangan pembelian dan penjualan setiap tahunnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.6 data penjualan dan pembelian listrik

Month	Energy	Energy	Net	Peak	Energy	Demand
	Purchased	Sold	Purchases	Demand	Charge	Charge
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kW)	(\$)	(\$)
Jan	4,120	4,399	-279	55	192	83
Feb	3,415	4,102	-686	50	136	76
Mar	4,478	4,091	387	67	243	100
Apr	15,788	0	15,788	70	1,579	106
May	5,100	2,918	2,182	52	364	79
Jun	15,907	0	15,907	74	1,591	111
Jul	16,119	0	16,119	70	1,612	105
Aug	17,040	0	17,040	68	1,704	102
Sep	16,007	0	16,007	67	1,601	100
Oct	16,031	0	16,031	71	1,603	106
Nov	15,377	0	15,377	73	1,538	110
Dec	16,227	0	16,227	78	1,623	117
Annual	145,609	15,510	130,098	78	13,785	1,193

Tabel 4.7 Nominal cash flow konfigurasi

Year	Current system	
	Annual(\$)	Cumulative (\$)
1	-503,000	-503,000
2	-14,999	-517,999
3	-14,999	-532,997
4	-14,999	-562,994
5	-14,999	-577,993
6	-14,999	-592,992
7	-14,999	-607,990
8	-14,999	-622,989
9	-14,999	-637,988
10	-367,099	-1,005,086
11	-14,999	-1,020,085
12	-14,999	-1,035,083
13	-14,999	-1,050,082
14	-14,999	-1,065,081
15	-14,999	-1,080,079
16	-14,999	-1,095,078
17	-14,999	-1,110,077
18	-14,999	-1,125,075
19	-14,999	-1,140,074

20	-367,099	-1,507,172
21	-14,999	-1,522,168
22	-14,999	-1,537,170
23	-14,999	-1,552,168
24	-14,999	-1,1567,167
25	161,051	-1,406,116

Hasil dari tabel nominal cash flow konfigurasi tersebut menunjukkan bahwa untuk pembangkit selama 25 tahun dalam setiap 10 tahunnya itu ada biaya tambahan replacement. Biaya tersebut terjadi karena adanya pengantian alat yang sudah tidak dapat digunakan lagi.

#### Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian hasil dan pembahasan yang telah diuraikan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan optimasi yang telah dilakukan oleh software homer energy, potensi energi terbarukan yang dihasilkan oleh saluran irigasi pasekan belum mampu untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di daerah pasekan, karena daya yang dihasilkan dari Hydro Turbine sangat sedikit dibandingkan dengan konsumsi listrik dilihat dari hasil konfigurasi Homer.

2. Berdasarkan dari jumlah debit air, tinggi terjun air, dan efisiensi turbin dan generator, didapatkan bahwa total Pembangkit Listrik Tenaga *Mikro Hidro* Desa pasekan sebesar 206,770 KWh/tahun.
3. Dari hasil pembangkit energi listrik daya yang dihasilkan pembangkit sebesar 206,770 kWh/tahun, kemudian yang tersuplai dari Hydro Turbine menghasilkan listrik sebesar 61,161 kWh/tahun dan grid PLN sebesar 145,609 kWh/tahun.

Berdasarkan pembahasan dan analisa yang dibahas di atas, maka penulis dapat memberikan saran yang dapat bermanfaat bagi semua pihak.

1. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai potensi sumber daya air yang terdapat di irigasi pasekan untuk mendapatkan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan.
2. Perlu adanya dukungan Dari pihak-pihak terkait terutama pemerintah daerah untuk mendukung adanya sumber energy terbarukan yang ramah lingkungan.
3. Dibutuhkan pembelajaran yang lebih mengenai *software homer energy* agar hasil yang didapatkan lebih bagus.

## DAFTAR PUSTAKA

- (1) Aris Munandar Kuwahara 1991. Teknik Tenaga listrik PT. Pradya Pramita Jakarta
- (2) Panca Raharja 2006 Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Skripsi “potensi energi listrik aliran irigasi teknis di kebun pala kabupaten magelang”
- (3) Layman’s Guidebook, Hydropower how to build a hydropower plan BUKAKA Engineering Team
- (4) Novangga Wicaksana, 2016 Skripsi “Analisis Potensi Debit di Bendungan Juwero untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro” Teknik Elektro, UMY
- (5) Andi Supriadi 2011. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Skripsi “Potensi Energi Listrik Aliran Irigasi Teknis Di Rindam IV Diponegoro Patrabangsa Magelang”
- (6) Arismunandar, dkk. 1991. *Teknik Tenaga Listrik*. Pradnya Paramita: Jakarta
- (7) Makmun, dkk .2007. *Ketenagalistrikan Di Indonesia*. Fokusmedia: Bandung
- (8) Sumber id. Wikipedia. Org / wiki / Gondowangi, \_Sawangan, \_Magelang