



## Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Microhydro Di Desa Sumber Poh Kecamatan Maron Kabupaten Probolinggo

*Analysis of Microhydro Power Plants in Sumber Poh Village, Maron District, Probolinggo Regency*

Moch Fahrurrozi<sup>1</sup>, Indro Wicaksono<sup>2</sup>, Andrik Sunyoto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga

<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga

<sup>1</sup>email [Mochfahrurrozi46@gmail.com](mailto:Mochfahrurrozi46@gmail.com)

### Abstract

Electrical energy is a source of energy that is very important in human life. Electrical energy is very influential on the energy generation process. Renewable energy sources are needed to increase energy supply in the community. The Microhydro Power Plant (MHP) is a small-scale generator (<100 Kw) that uses water as its driving force. Analyzes were carried out on the discharge capacity, effective fall height, and efficiency of the electric power used. The method applied in the river discharge analysis is carried out through rapid pipe cross-section measurements and water flow velocity. While the analysis of power and rpm is based on measurement results. PLTMH located in the village of Poh, Maron sub-district is used for street lighting with a power of 2800. The maximum output power generated by the PLTMH is 22 Kw with a discharge of 1.03 m<sup>3</sup> / s. The efficiency of the power used by MHP is 13%.

**Keywords:** Energy, PLTMH, Debit, Power

### Abstrak

Energi listrik merupakan suatu sumber energi yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Energi listrik sangat berpengaruh terhadap proses pembangkitan energi. Sumber energi yang terbarukan sangat dibutuhkan untuk menambah pasokan energi dalam masyarakat. Pembangkit Listrik Tenaga *Microhydro* (PLTMH) merupakan suatu pembangkit yang berskala kecil (<100 Kw) yang menggunakan air sebagai tenaga penggerakannya. Analisis dilakukan terhadap kapasitas debit, tinggi jatuh efektif aliran, dan efisiensi daya listrik yang digunakan. Metode yang diterapkan dalam analisis debit sungai dilakukan melalui pengukuran penampang pipa pesat dan kecepatan aliran air. Sedangkan analisis daya dan rpm berdasarkan hasil pengukuran. PLTMH yang terdapat di desa sumber poh kecamatan maron digunakan untuk penerangan jalan dengan daya sebesar 2800. Daya output maksimal yang dihasilkan PLTMH tersebut sebesar 22 Kw dengan debit 1,03 m<sup>3</sup>/s. Efisiensi daya yang digunakan PLTMH sebesar 13 %.

**Kata Kunci :** Energi, PLTMH, Debit, Daya

## 1. Pendahuluan

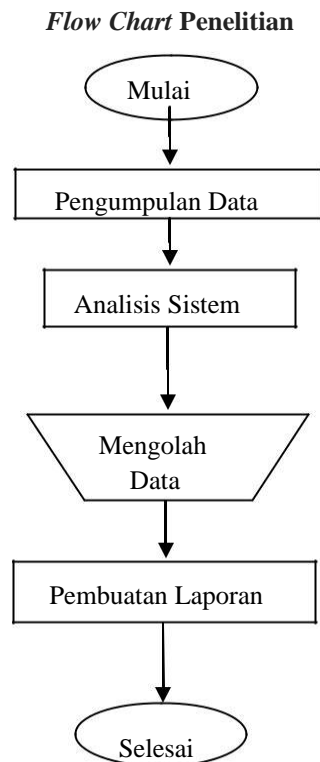
Pembangkit Listrik Tenaga *Mikrohydro* (PLTMH), adalah pembangkit listrik berskala kecil (kurang dari 200 kW), yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerakannya seperti saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit air sebagai penghasil energi (Ismono, 1999). *Mikrohydro* memiliki tiga komponen utama yaitu air (sebagai sumber energi), turbin dan generator. Sebuah skema *mikrohydro* memerlukan dua hal yaitu debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk dapat menghasilkan tenaga listrik yang dapat dimanfaatkan. Energi tersebut salah satu sumber energi yang ramah lingkungan yang sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama konversi energi dan juga sumber energinya banyak tersedia dari alam (Ari Rahayuningtyas, 2014).

Salah satu PLTMH yang masih proses menjalankan atau pengoperasiannya untuk masyarakat adalah *mikrohydro* Sumber Poh. *Mikrohydro* ini merupakan suatu pembangkit listrik sederhana yang berada di desa Sumber Poh Kecamatan Maron Kabupaten Probolinggo. Mikrohidro Sumber Poh dibangun oleh sebuah wawasan beserta warga desa dan bekerja sama dengan Badan Usaha Milik Desa (BUMDES).

Debit air di desa Sumber poh selalu stabil meskipun pada musim kemarau. Pemanfaatan mikrohidro Sumber Poh dengan debit air 1,03 m<sup>3</sup>/s dan meghasilkan daya sebesar 22 Kilowatt. Efisiensi daya yang digunakan, sementara daya digunakan sebagi penerangan jalan. Untuk mengetahui efisiensi daya yang digunakan perlu menganalisis tentang daya tersebut

Moch Fahrurrozi

## 2. Metodologi



Gambar 3.1 Flow chart penelitian

Pengumpulan data awal yang dilakukan di lokasi (obyek penelitian) secara langsung yaitu:

1. Wawancara, yaitu peneliti melakukan tanya jawab dengan pihak-pihak terkait dengan tujuan mendapatkan data dan keterangan yang menunjang analisis dalam penelitian PLTMH.
2. Observasi yaitu metode pengumpulan data yang tepat, karena melibatkan beberapa faktor dalam melaksanakannya. Metode observasi ini digunakan untuk penelitian yang bertujuan untuk mempelajari proses kerja secara langsung pada PLTMH.
3. Dokumentasi dilakukan untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan penelitian, dalam penelitian ini dokumentasi digunakan untuk mendapatkan data tentang hasil pengujian pengukuran debit air, pengukuran RPM turbin, pengukuran RPM generator dan beban yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini, analisa kapasitas daya diperlukan untuk mengetahui untuk mengetahui besarnya daya yang direncanakan. Setelah peneliti mengetahui besarnya debit, ketinggian air yang mengalir dan daya yang dihasilkan maka peneliti langsung membuat perkiraan daya yang dihasilkan dengan

$$\text{persamaan } P = P Q g h$$

Dimana :

P = Potensi Daya Air (Watt)

P = Massa Jenis Air (kg/m<sup>3</sup>)

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

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

h = ketinggian (m)

Dalam menentukan potensi perencanaan pembangunan PLTMH di desa Sumber Poh Kecamatan Maron Kabupaten Probolinggo, peneliti melakukan pengamatan langsung dilapangan mengenai lokasi PLTMH. Peneliti melakukan studi mengenai perhitungan potensi daya yang dihasilkan jika dibangun PLTMH dengan memanfaatkan air yang mengalir. Peneliti juga melakukan pengamatan terhadap jarak antara sungai dengan lokasi yang akan dialiri listrik di Desa Sumber Poh. Selain itu, peneliti mempertimbangkan akses jalan ketempat tersebut agar jika dibangun PLTMH tidak mengalami kendala yang mengganggu kelancaran pembangunan PLTMH.

Dalam penelitian ini, peneliti menganalisa kebutuhan daya yang dibutuhkan di tempat rencana penelitian yaitu di Desa Sumber Poh Kecamatan Maron Probolinggo. Hal ini dilakukan supaya peneliti mengetahui besar daya yang dibutuhkan untuk lampu penerangan pada desa tersebut. Karena saran publik merupakan hal yang sangat penting sehingga dibutuhkan aliran listrik yang konstan.

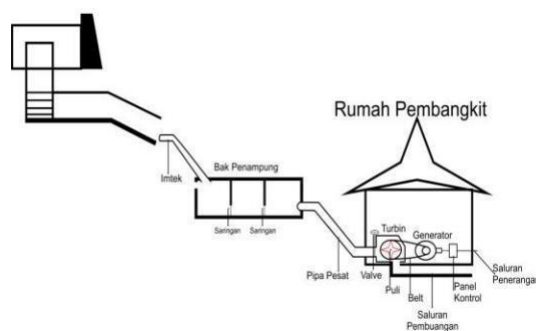
Pengolahan data merupakan hasil dari manipulasi pengumpulan data dan hasil analisis yang dilakukan oleh peneliti PLTMH di desa Sumber Poh Kecamatan Maron Probolinggo.

Data-data yang sesuai Analisis PLTMH tersebut akan di kelolah menjadi sebuah laporan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Komponen Pembangkit Listrik Tenaga

*Mikrohydro* (PLTMH) memiliki beberapa bagian – bagian penting yaitu Komponen sipil, Turbin dan Generator. Ketersediaan aliran air yang stabil atau tetap dalam ukuran debit tertentu. Ukuran debit air akan menentukan besarnya energi yang mampu dihasilkan. Setiap ukuran turbin membutuhkan debit air tertentu. Debit Air dalam jumlah tertentu yang dijatuhkan dari ketinggian dan disalurkan melalui pipa menggerakkan turbin PLTMH, kemudian putaran turbin tersebut digunakan untuk menggerakkan Generator (dinamo penghasil listrik).



Gambar 3.1 Gambar Sketsa PLTMH  
(Sumber : Penulis)

Berdasarkan rancangan sistem diatas, sistem ini menggunakan konversi energi potensial air yang jatuh dari ketinggian 6 m menjadi energi mekanik oleh turbin dan menjadi energi listrik oleh generator dengan memanfaatkan ketinggian dan kecepatan aliran air.

#### Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan tahapan akhir dalam membangun suatu sistem. Pengujian sistem bertujuan untuk menguji kelayakan dan kinerja dari sistem yang telah dibangun. Pengujian sistem memiliki beberapa tahap yaitu pengukuran ketinggian, pengujian debit air, pengujian turbin, pengujian *output* PLTMH. Berikut pengujian sistem PLTMH *portable* adalah sebagai berikut :

- Pengukuran beda ketinggian Pengukuran beda ketinggian dilakukan dengan menggunakan Altimeter. Pengukuran dilakukan dari tandon air sampai rumah pembangkit atau perbedaan tinggi permukaan air teratas dengan rencana tempat turbin adalah 6 meter.
- Perhitungan debit air

Debit air adalah banyaknya volume air mengalir yang melewati suatu tempat dan jarak tertentu dalam satuan waktu. Debit air sungai juga disebut dengan istilah laju aliran air yang melewati sebuah penampang yang melintang di sungai dengan satuan waktu. Debit air mempunyai satuan khusus yaitu volume per satuan waktu yaitu  $m^3/s$  (dibaca meter kubik per detik) dalam satuan internasional. Debit merupakan bagian penting untuk menentukan *output* daya dari sebuah skema MHP. Besarnya debit dalam sebuah skema tidak sama dengan debit total atau debit maksimum yang tersedia di sungai. Hal ini dipertimbangkan untuk menghindari struktur bangunan sipil yang besar, pipa pesat, *runner* turbin dan fasilitas pembuangan air untuk mengakomodasi aliran yang besar. Variasi dari besarnya debit sepanjang tahun dan perubahannya selama musim hujan dan musim kering perlu diketahui dan dianalisa dengan cermat untuk menentukan debit desain yang akan diaplikasikan dalam sistem. Debit desain biasanya ditentukan sedikit diatas batas minimum untuk menjaga fermormansi dan efisiensi peralatan pembangkit. Dalam pengukuran debit air metode yang digunakan adalah metode *float* Untuk panjang sungai yang diketahui, penampang rata-rata harus tersedia, di mana botol plastik diisi setengah air dan dilepaskan ke sungai yang diukur. dengan diberi batas waktu lebih panjang. Dengan mengalikan luas penampang dengan kecepatan

aliran rata-rata (atau kecepatan), perkiraan laju air dapat dibuat Ukur waktu yang dibutuhkan dari pelampung untuk menempuh jarak L, minimal sebanyak 5 kali.



Pada perhitungan debit air ini menggunakan cara menghitung volume air dan waktu yang dibutuhkan terlebih dahulu sesuai dengan sungai yang akan dijadikan tempat percobaan. Pada perhitungan debit air menggunakan rumus :

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana :

Q : Debit air ( $m^3/s$ )

V : Volume air

( $m^3$ ) t : Waktu (s)

Untuk mencari debit air harus mencari volume air sungai misalnya sungai berbentuk memanjang maka kita harus mengetahui rumus volume yaitu *panjang x lebar x tinggi*. Setelah kita sudah mencari luas penampang maka langkah selanjutnya adalah mencari kecepatan menggunakan rumus  $v = \frac{s}{t}$ .

Dimana :

v : kecepatan

s : jarak (m)

t : waktu (sekon).

Tabel 4.1 Perhitungan debit air dengan jarak 7meter

No	Waktu (s)	Volume ( $m^3$ )	Debit ( $m^3/s$ )
1	11,26	10,017	0,88
2	11,48	10,017	0,87
3	12,97	10,017	0,77

Tabel diatas adalah telah diketahui luas penampang masing-masing sungai. Berikut adalah hasil perhitungan luas penampang :

**Percobaan 1.**  $Q = \frac{V}{t}$

$$Q = \frac{10,017}{11,26} = 0,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Percobaan 2.**  $Q = \frac{V}{t}$

$$Q = \frac{10,017}{11,48} = 0,87 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Percobaan 3.**  $Q = \frac{V}{t}$

$$Q = \frac{10,017}{12,97} = 0,77 \text{ m}^3/\text{s}$$

Setelah diperoleh nilai debit air dari masing-masing percobaan makadilakukan perhitungan untuk mencari nilai rata-rata (*mean*) kecepatan dari tigakali percobaan menggunakan persamaan berikut :

$$Q_{rata-rata} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3}$$

$$Q_{rata-rata} = \frac{0,88 + 0,87 + 0,77}{3}$$

$$Q_{rata-rata} = 0,84 \text{ m}^3/\text{s}$$

Debit aliran merupakan perkalian kecepatan aliran air dengan luas penampang basah. Kecepatan aliran diukur dengan *stopwatch* dengan cara menggunakan bola pancing yang mengapung di area sungai yang memiliki panjang 7 m dan lebar 1,45 m.

Perhitungan debit air yang melalui pipa pesat dimana :

Lebar 35 cm = 0.35 meter

Tinggi = 6 meter

Waktu = 2 s

$$A = l \times h$$

$$Q = A \times V$$

$$V = S/t$$

Untuk menentukan debit air yang melalui pipa pesat yaitu dengan cara menentukan luas penampang dan kecepatan yang akan dijadikan percobaan maka dilakukan dengan menggunakan persamaan Bernoulli.

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + P_2$$

(Persamaan Bernoulli)

dimana:

P = Potensi daya air (Watt)

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

ρ = Massa jenis Air (kg/m<sup>3</sup>)

v = Kecepatan air m/s

h = Tinggi jatuh air (m)

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + P_2$$

Karena titik 1 tidak memiliki kecepatan ( $v_1 = 0$ ), tekanan  $P_1$ ,  $P_2$  yang sama yaitu = 0 dan ketinggian  $h_2 = 0$  maka :

$$\rho \cdot g \cdot h_1 = \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2$$

Dalam rumus diatas ρ ( Massa jenis air ) = 1000 kg/m<sup>3</sup>. Dari hal tersebut maka ρ sama sama menggunakan masa jenis air maka:

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 6}$$

$$v = 10,8 \text{ m/s}$$

dari perhitungan diatas didapat hasil v ( kecepatan air ) yaitu sebesar 10,8 m/s

$$\text{jadi } Q = A \times v$$

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot v}{4}$$

$$Q = \frac{3,14 \times 0,35^2 \times 10,8}{4}$$

$$Q = 1,03 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jadi debit yang maksimal yang dihasilkan oleh pipa pesat yaitu 1,03 m<sup>3</sup>/s

### c. Pengujian Turbin

Pengujian turbin dilakukan pada saat air yang ada di bak penampung akan disalurkan menuju pipa pesat dengan ketinggian 6 meter dan jarak 120 meter menuju turbin sehingga energi potensial tersebut dirubah menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Kemudian poros turbin yang berputar akan dikopel dengan

generator dengan menggunakan sabuk (*belt*). Dari generator akan menghasilkan energi listrik yang masuk ke sistem kontrol arus listrik sebelum dialirkan ke konsumen. Pada saat uji coba banyak kotoran/sampah yang masuk pada turbin hal ini dikarenakan saringan yang digunakan terlalu renggang.

d. Pengujian Daya dan energi

Potensi daya terbangkitkan dari pembangkit listrik tenaga *mikrohidro* ini merupakan besar daya yang terbangkit yang memperhitungkan semua efisiensi komponen pembangkit dari debit, turbin dan generator. Untuk perhitungan besar potensi daya yang terbangkit itu sendiri dengan melihat tinggi *head*, debit dan efisiensi dari komponen mekanik dan elektrik yang diperkirakan cocok untuk kondisi sungai yang digunakan untuk pembangunan PLTMH. Daya keseluruhan yang dapat dibangkitkan dihitung dengan mengalikan semua efisiensi turbin dan generator.

Daya beban yang dibutuhkan adalah untuk menghidupkan 35 titik lampu jalan dengan masing – masing 80 watt tiap titik. Jadi daya yang di butuhkan adalah

$$P_{total} = \sum \text{lampu} \times P \text{ lampu}$$

$$P_{total} = 35 \times 80$$

$$P_{total} = 2800 \text{ Watt}$$

Tabel Hasil Pengukuran

No	Debit	RPM	Daya Output	Tegangan
1	0,05 m <sup>3</sup> /s	450	1.250 watt	220V
2	0,09 m <sup>3</sup> /s	822	1.993 watt	220V
3	30.13 m <sup>3</sup> /s	1008	2.922 watt	220 V

Tabel 4.2 menerangkan bahwa Daya *output* juga tergantung dari debit air, apabila debit air lebih besarmaka daya yang dihasilkan juga semakin besar. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa debit air yang melewati pipa pesat yang masuk ke turbin mempengaruhi dari daya *output* PLTMH. Efisiensi daya yang digunakan sebesar 13 % dengan perhitungan berikut :

$$\mu = \frac{\text{Daya beban yang digunakan}}{\text{Daya yang dihasilkan}} \times 100$$

$$\mu = \frac{2800}{22.000} \times 100$$

$$\mu = 12,7 \Rightarrow 13 \%$$

e. Pembahasan

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa PLTMH yang terdapat di Sumber Poh kecamatan Maron menghasilkan daya *output* maksimal sebesar 22 Kw, debit 1,03 m<sup>3</sup>/s dengan ketinggian 6 meter. Debit yang masuk melalui pintu *valve* dapat diatur sesuai dengan debit yang diinginkan. Pengukuran debit air yang masuk ke turbin *valve* kurang maksimal karena tidak ada ukuran tertentu yang digunakan untuk mengetahui debit air yang masuk. Debit air dari pipa pesat yang masuk pada pintu *valve* menuju turbin dan menggerakkan poros turbin. Turbin *crossflow* yang digunakan, mempunyai RPM maksimal sebesar 1500. Poros turbin yang bergerak di *couple* dengan poros generator dengan menggunakan *belt*/sabuk. Turbin dan generator mempunyai *pully* untuk tempat *belt*/sabuk. Generator dan turbin mempunyai *pully* yang berbeda yaitu turbin mempunyai *pully* 47 dan generator mempunyai *pully* 14 atau 1:3. Generator mempunyai rpm maksimal 1500 dengan daya nyata 22 Kw, daya semu 27,5 Kva dan tegangan 220/380 Volt. Dari hasil penelitian daya *output* digunakan sebagai lampu penerangan jalan di 35 titik dengan masing – masing lampu mempunyai daya sebesar 80 watt. Jadi daya total yang di butuhkan sebesar 2800 Watt dan efisiensi daya yang digunakan adalah 13 %

#### 4. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengukuran debit air yang melalui pipa secara langsung dapat diperoleh debit rata – rata 1,03 m<sup>3</sup>/s, dan head efektif adalah 6 m, maka daya generator yang dapat dibangkitkan oleh PLTMH adalah 22 kW.
2. Dalam menentukan bangunan sipil PLTMH yang terdiri dari Bendungan, Intake, Bak penampung, Saringan, Pipa pesat dan rumah pembangkit masih mempunyai kekurangan yang ditemukan. Kekurangan tersebut

merupakan saringan yang kurang baik, penempatan intake yang kurang pas, dan penyimpanan didalam rumah pembangkit yang belum ada.

3. Daya *output* yang dihasilkan generator seharusnya mempunyai penyimpanan sebagai sumber energi kedua untuk disalurkan ke beban. apabila generator berhenti beroperasi beban tetap teraliri listrik.

### Referensi

- [1] Harsarapama, Anindio Prabu. 2012. *Turbin Microhidro Open Flume Dengan HUB To TIP Ratio 0,4 Untuk Daerah Terpencil*. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- [2] Rahayuningtyas, Ari., Seri Intan Kuala., & Ign Fajar Apriyanto . 2014. *Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Skala Rumah Sederhana Di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan*. Universitas Islam Bandung.
- [3] Ismono & Hammam Nur Bagaskara 2017. *Analisa Potensi Daya Listrik Pada Bendungan Colo, Kec Nguter, Sukoharjo Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Microhidro (PLTMH)*. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [4] Indonesia bertanam.com . 2015. *Merancang Pembangunan pembangkit listrik tenaga Microhidro (PLTMH)*. Diakses pada tanggal 01 November 2015, dari <https://indonesiabertanam.com/2015/11/01/energi-terbarukan-merancang-pembangunan-pembangkit-listrik-tenaga-micro-hidro-pltmh/>.
- [5] Hanggara, Ikrar & Harvi Irvani. 2017. *Potensi Pltmh (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro) Di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang Jawa Timur*. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang.
- [6] Gunawan, Arif., Arisco, Oktafeni., & Wahyuni Khabzli . 2013. *Pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*. Pekanbaru: Politeknik Caltex Riau.
- [7] Dasatrio, Yogi . 2017. *Teknik dasar kelistrikan*. Yogyakarta. Zahara Pustaka.
- [8] Dwiyanto, V., Kusumastuti, D. I., & Tugiono, S. 2016. *Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai)*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung
- [9] Apriasyah, F., Rusdinar, A., & Darlis, D. 2016. *Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Mikrohidro (PLTMH) Pada Saluran Pembuangan Air Hujan Vertikal*. *Proceeding of Engineering : Vol.3, No.1 April Page 57, ISSN : 2355-9365*.