

Tinjauan Ekonomi Potensi Pendapatan Asli Daerah Melalui Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Normansyah

Jurusan Teknik Elektro, Program studi Teknologi Listrik
Jl. Rangga Sentap – Dalong, Sukaharja, Ketapang Kalimantan Barat

ABSTRACT

One of the Renewable Energy potentials that can be developed in Ketapang Regency is Micro Hydro Power Plant (PLTMH) in the form of a Waterfall, which is located in 3 (three) districts, in 5 (five) villages, with an average discharge of 0.1-0, 2m³ / sec. And along the Pawan River Basin, there is enough potential for Micro Hydro Power Plants. From the economic point of view to help overcome the problem of electricity shortages, especially in rural areas. In an effort to help accelerate the electrification process of Ketapang Regency through rural electrification based on renewable energy sources especially water energy. As well as helping the realization of an Energy Independent Village based on Micro Hydro Power Plants (PLTMH) which is able to improve economic, social, educational and technology introduction aspects in rural areas of Ketapang Regency. This research activity consists of several stages, including: (1). Location Survey, (2). Calculation of Turbine Plan, (3) Economic Review, (4) Report Making. The results showed that, Siduk River Flow has an average available flow of 24 m³ / s and the height of water fall that can be optimized is 8 m, with the potential for electric power reaching 1.3 MW. The planned electrical power in the Siduk PLTMH is 500 kW (2 x 250 kW), with a design discharge (Qd) 2 x 4.75 m³ / s, with an effective fall height (Hn) of 7.6 m. Electricity production per year is 3,066,000 (kwh / year), with an investment of Rp. 16,000,000,000, investment period of 20 years. Pay Back Period (PBP) 3.9 Years, Rate of Return (ROR) 25.43%, Internal Rate of Return (IRR) 25.31%.

Keywords: *micro hydro, renewable energy, turbine, electricity, rate of return*

ABSTRAK

Salah satu potensi Energi Terbarukan yang dapat dikembangkan di Kabupaten Ketapang yaitu, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) berupa Air Terjun, yang terdapat di 3 (tiga) kecamatan, di 5 (lima) desa, dengan debit rata-rata 0,1-0,2m³/detik. Serta Sepanjang Daerah Aliran sungai Pawan, cukup berpotensi untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Dari sisi tinjauan ekonomi untuk membantu mengatasi masalah kelangkaan listrik khususnya di kawasan pedesaan. Dalam upaya membantu mempercepat proses elektrifikasi Kabupaten Ketapang melalui elektrifikasi pedesaan berbasis sumber energi terbarukan khususnya energi air. Serta membantu terwujudnya Desa Mandiri Energi berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) yang mampu meningkatkan aspek ekonomi, sosial, pendidikan dan pengenalan teknologi di kawasan pedesaan Kabupaten Ketapang. Kegiatan penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, antara lain : (1). Survey Lokasi, (2). Perhitungan Rencana Turbin, (3) Tinjauan Ekonomi, (4) Pembuatan Laporan. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa, Aliran Sungai Siduk memiliki debit tersedia rata-rata sebesar 24 m³/s dan tinggi jatuh air yang dapat dioptimalkan adalah 8 m, dengan potensi daya listrik mencapai 1,3 MW. Daya listrik yang direncanakan pada PLTMH Siduk adalah 500 kW (2 x 250 kW), dengan debit desain (Qd) 2 x 4,75 m³/s, dengan tinggi jatuh efektif (Hn) 7,6 m. Produksi energi listrik pertahun sebesar 3.066.000 (kwh/tahun), dengan nilai investasi Rp. 16.000.000.000, jangka waktu investasi 20 tahun. Pay Back Periode (PBP) 3,9 Tahun, Rate of Return (ROR) 25,43%, Internal Rate of Return (IRR) 25,31%.

Kata kunci; *mikro hidro, energi terbarukan, turbin, listrik, rate of return*

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Ketapang sebagai salah satu Kabupaten terluas di Kalimantan Barat, dengan luas 31.588 Km² dengan 20 Kecamatan, 253 Desa belum semua masyarakat terutama di

pedesaan yang sudah mendapat aliran listrik dari Negara. Hal ini dikarenakan masih terbatasnya kemampuan pembangkit daya yang tersedia serta infrastruktur jalan yang belum maksimal. Salah satu potensi Energi Terbarukan

yang dapat dikembangkan di Kabupaten Ketapang yaitu, Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) berupa Air Terjun, yang terdapat di 3 (tiga) kecamatan, di 5 (lima) desa, dengan debit rata-rata 0,1-0,2 m³/detik. Serta Sepanjang Daerah Aliran sungai Pawan cukup berpotensi untuk Pembangkit Listrik Tenaga MiniHidro. Beranjak dari permasalahan diatas, peneliti bermaksud untuk dapat melakukan tinjauan ekonomi, dalam upaya pembangunan PLTMH, sebagai pembangkit energi alternatif bagi pemerintah daerah maupun pusat dalam upaya solusi untuk dapat memberikan pelayanan ketersediaan aliran listrik bagi masyarakat desa, yang tentunya sangat bermanfaat untuk peningkatan taraf hidup, baik dari segi sosial, ekonomi, pendidikan masyarakat desa, serta sebagai potensi Pendapatan Asli Daerah.

Mekanisme ini dapat dikembangkan keberlanjutannya sebagai program Desa Mandiri Energi (DME).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berdesain Eksperimen, dimana peneliti membangun hubungan sebab akibat, dan berusaha mencari variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi yang terkontrol secara ketat. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini

adalah kuantitatif sehingga menghasilkan data berupa kumpulan angka. Kegiatan penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, antara lain :

1. Survey Lokasi

Pada tahap ini, survei lokasi dilakukan untuk menentukan besaran debit aliran air, kontur lokasi, perancangan dan desain turbin yang tepat.

2. Perhitungan Rencana Turbin

Pada tahap ini, implementasi perhitungan rencana anggaran biaya, berdasarkan hasil pemilihan lokasi, penentuan jenis Turbin, dan model desain aliran air.

3. Tinjauan Ekonomi

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan, analisis ekonomi, berdasarkan anggaran biaya yang direncanakan, untuk mendapatkan hasil akhir berupa, kelayakan investasi untuk meningkatkan potensi pendapatan asli daerah.

4. Pembuatan Laporan

Pada tahap ini, setelah menyelesaikan tahapan diatas, tahap akhir berupa penulisan laporan termasuk rekomendasi untuk kajian kedepan menjadi lebih baik.

1.1. Kajian Pustaka

Pembangkit Listrik Tenaga Mini/Mikro Hidro memerlukan dua hal yaitu *debit* air dan ketinggian jatuh atau *head* untuk menghasilkan energi. Ini adalah

sebuah sistem konversi tenaga, menyerap tenaga dari bentuk ketinggian dan aliran, dan menyalurkan tenaga dalam bentuk daya listrik. Tidak ada sistem konversi daya yang dapat mengirim sebanyak yang diserap dikurangi sebagian daya hilang oleh sistem itu sendiri dalam bentuk gesekan, panas, suara dan sebagainya. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan dan analisa ekonomi secara nyata, mulai pemilihan lokasi dan perencanaan pembangunan PLTMH. Penelitian inipun di harapkan dapat menjadi acuan awal dalam pemilihan lokasi dan pengembangan pembangunan PLTMH serta rencana anggaran biaya, pemilihan turbin yang tepat berdasarkan debit air, yang merupakan kebaruan dari teknologi yang akan dihasilkan dari penelitian ini.

a. Ketinggian / Head

Pengukuran head dapat dilakukan dengan menggunakan peta topografi, tetapi hasil yang diperoleh sangat kasar. Pengukuran head yang akurat dilakukan dilapangan. Setelah didapatkan perkiraan H gross (head kotor), maka dilakukan penentuan H netto diukur dari perbedaan tinggi titik intake (saluran masuk air) dengan ujung penstock (pipa penyalur).

b. Debit

Pengukuran debit air dilaksanakan pada saat bulan terkering atau paling kemarau yang biasa terjadi dalam setahun pada daerah tersebut. Hal ini untuk menjamin ketersediaan air untuk turbin. Pengukuran debit air dilakukan dengan cara yang paling umum dan mudah dilakukan yaitu metode Current meter atau pelampung berdasarkan pengukuran kecepatan dan luas penampang aliran air.

Pengukuran debit air dengan Current meter atau pelampung disebut juga pengukuran dengan metode kecepatan dan luas penampang aliran, karena yang diukur dalam metode ini adalah kecepatan dan luas penampang aliran air. Debit air dapat ditentukan dengan rumus :

$$Q = A \times V \quad (1)$$

dimana,

Q = debit air (m³/det)

A = luas penampang aliran air rata-rata (m²)

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

Pengukuran debit dapat dilakukan secara langsung (*direct*) atau tidak langsung (*indirect*). Pengukuran debit dikatakan secara langsung apabila kecepatan alirannya diukur secara langsung dengan alat ukur kecepatan aliran, antara lain diukur dengan :

1. Alat ukur arus (*current meter*)

2. Pelampung (*float*)

3. Zat warna (*dilution*)

Pengukuran debit dikatakan secara tidak langsung apabila kecepatan alirannya tidak diukur langsung, akan tetapi dihitung, antara lain dengan menggunakan rumus :

1. Manning

2. Chezy

3. Darcy Weisbach

Debit dapat pula diukur secara kontinyu dengan cara mengukur tinggi muka air pada penampang

kendali buatan, apabila hubungan antara tinggi muka air dan debitnya telah dibuat, dapat pula diukur secara berkala dengan cara mengukur kecepatan aliran menggunakan alat ukur arus.

1. Konversi Daya Listrik

Secara umum persamaan konversi energi air untuk estimasi kasar adalah :

$$P = H \times Q \times g \times \eta$$

(2)

dimana,

- P = Daya listrik (kW)
- H = Ketinggian jatuh air dari titik intake ke turbin (m)
- Q = Debit air (m³/dt)
- G = Percepatan gravitasi
- H = Efisiensi pembangkitan

Daya yang masuk, atau total daya yang diserap oleh skema hidro, adalah daya kotor (P_{gross}). Sedangkan daya yang manfaatnya dikirim adalah daya bersih (P_{net}). Semua efisiensi atau efisiensi total dari skema hidro disebut η_0 .

Kemudian daya bersih adalah head bersih (H_{net}) yang dikalikan dengan debit air (Q) dan dikalikan dengan percepatan gravitasi (g), sehingga persamaan dasar dari pembangkit listrik tenaga air adalah :

$$P_{net} = H_{net} \times Q \times g \times \eta_0 \text{ (kW)}$$

(3)

dimana,

- H_{net} = Ketinggian jatuh air, head bersih (m)
 - η_0 = Efisiensi total skema hidro
- dengan η_0 sebagai berikut :

$$\eta_0 = \eta_{konstruksi\ sipil} \times \eta_{penstock} \times \eta_{turbin} \times \eta_{generator} \times \eta_{sistem\ kontrol} \times \eta_{jaringan} \times \eta_{trafo}$$

Data-data yang berhubungan konstruksi sipil, penstock/pipa pesat, turbin, generator, sistem kontrol, jaringan listrik dan trafo baru dapat ditentukan setelah dilakukan survey dan study kelayakan di lapangan. Kisaran umum efisiensi komponen PLTMH adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Kisaran umum efisiensi komponen PLTMH

Komponen PLTMH	Nilai Efisiensi
$\eta_{konstruksi\ sipil}$: 1.0 - (panjang saluran × 0.002 ~ 0.005) / H _{gross}
$\eta_{penstock}$: 0.90 ~ 0.95 (tergantung pada panjangnya)
η_{turbin}	: 0.70 ~ 0.85 (tergantung pada tipe turbin)
$\eta_{generator}$: 0.80 ~ 0.95 (tergantung pada kapasistas generator)
$\eta_{sistem\ kontrol}$: 0.97
$\eta_{jaringan}$: 0.90 ~ 0.98 (tergantung pada panjang jaringan)
η_{trafo}	: 0.98

a. Pemilihan Lokasi dan Layout Dasar

Lay out sebuah sistem PLTMH merupakan rencana dasar untuk pembangunan PLTMH. Pada lay out dasar digambarkan rencana untuk mengalirkan air dari intake sampai ke saluran pembuangan akhir. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) pada dasarnya memanfaatkan energi potensial jatuhnya air. Semakin tinggi jatuhnya air (*head*) maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi energi listrik.

Pendekatan dalam membuat layout sistem PLTMH adalah sebagai berikut. Air dari intake dialirkan melalui penstock sampai ke turbin. Jalur pemipaan mengikuti aliran air, paralel dengan sungai. Metoda ini dapat dipilih seandainya pada medan yang ada tidak memungkinkan untuk dibuat kanal, seperti sisi sungai berupa tebing batuan. Perlu diperhatikan bahwa penstock harus aman terhadap banjir. Berikut contoh skema lay-out PLTMH.



Gambar 1. Skema PLTMH secara umum

Secara umum lay-out sistem PLTMH merupakan pembangkit jenis run off river, memanfaatkan aliran air permukaan (sungai). Komponen sistem PLTMH tersebut terdiri dari bangunan intake (penyadap) bendungan, saluran pembawa jika diperlukan, bak pengendap dan penenang, saluran pelimpah, pipa pesat, rumah pembangkit dan saluran pembuangan. Basic layout pada perencanaan pengembangan PLTMH dimulai dari penentuan lokasi intake, bagaimana aliran air akan dibawa ke turbin dan penentuan tempat rumah pembangkit untuk mendapatkan tinggi jatuhnya (head) optimum dan aman dari banjir.

b. Gambaran Konstruksi PLTMH

● **Dam Pengalih dan Intake (Diversion Weir dan Intake)**

Pada umumnya insalasi PLTMH merupakan pembangkit listrik tenaga air jenis aliran sungai langsung, jarang yang merupakan jenis waduk atau bendungan besar. Konstruksi bangunan intake untuk mengambil air langsung dari sungai dapat berupa bendungan (intake dam) yang melintang sepanjang lebar sungai atau langsung membagi aliran air sungai tanpa dilengkapi bangunan bendungan. Dam pengalih berfungsi untuk mengalihkan air melalui sebuah pembuka di bagian sisi sungai (Intake) ke dalam sebuah bak pengendap/ Penenang (Headtank). Berikut contoh konstruksi Dam dan Intake.



Gambar 2. - (a) gambar konstruksi Intake; (b) gambar konstruksi Dam

● *Saluran Pembawa (Headrace)*

Saluran pembawa berfungsi untuk mengalirkan air dari intake sampai ke bak pengendap/penenang. Ini hanya diperlukan apabila jarak sumber terlalu jauh dari rencana rumah pembangkit, untuk menghindari penggunaan pipa pesat yang terlalu panjang. Berikut contoh konstruksi saluran pembawa



Gambar 3. - (a); (b) gambar konstruksi saluran pembawa

● *Bak Pengendap /Penenang (Headtank)*

Fungsi dari bak pengendap/penenang adalah untuk menjaga kestabilan tekanan air yang masuk ke penstock/pipa pesat, dan untuk pemisahan akhir kotoran atau sedimen dalam air seperti pasir dan kayu. Berikut contoh konstruksi bak pengendap.



Gambar 4. Contoh konstruksi bak pengendap/penenang

● *Pipa Pesat (Penstock)*

Pipa pesat/penstock dihubungkan pada sebuah elevasi yang lebih rendah ke sebuah roda air di dalam rumah turbin, dikenal sebagai sebuah turbin. Tidak semua skema mikrohidro menggunakan penstock, tergantung jenis dan tipe turbin yang akan digunakan, misalnya pada turbin tipe propeller Open Flame. Sebagai gantinya dalam mempertahankan energi kinetik biasa digunakan draft tube.



Gambar 5. Contoh konstruksi pipa pesat (penstock)

● *Rumah Turbin (Powerhouse)*

Rumah turbin merupakan pusat pembangkitan dengan ukuran (3 m x 4 m) atau (4 m x 4 m) atau sesuai dengan keperluan. Dalam rumah turbin akan ditempatkan peralatan elektro mekanik seperti turbin, transmisi mekanik, generator, panel kontrol, ballast load dan peralatan pendukung (tools). Untuk menjaga keamanan dari bahaya petir dan arus lebih, rumah turbin juga harus dilengkapi dengan lightning arrester dan sistem grounding. Berikut contoh konstruksi rumah turbin PLTMH.



Gambar 6. Contoh konstruksi rumah turbin (power house)

● *Turbin*

Turbin berfungsi sebagai penerima energi dari air yang diubah menjadi energi gerak/putar yang dapat digunakan untuk memutar sebuah generator listrik. Adapun pemilihan jenis turbin dapat diklasifikasikan berdasarkan variasi ketinggian jatuh air, seperti tercantum dalam tabel berikut;

Tabel 2. Klasifikasi jenis Turbin berdasarkan variasi head

Jenis Turbin	Variasi Head, (m)
Turbin Reaksi	
Kaplan dan Propeller	2 < H < 20
Francis	10 < H < 350
Turbin Impuls	
Pelton	50 < H < 1000
Crossfiow	6 < H < 100
Turgo	50 < H < 250

2. Tinjauan Ekonomi

2.2. Analisis Ekonomi PLTMH

Pay Back Period (Periode Pengembalian Modal), PB = Investasi / Laba Tahunan, Rate Of Return (ROR) Standar Bank Dunia investasi layak jika ROR > 8 %. ROR = (Laba Tahunan / Investasi) x 100 %. Net Present Value (NPV) & Internal Rate of Return (IRR) layak jika IRR > r (suku bunga) dan NPV mencapai nilai plus (+). Berikut persamaan yang digunakan;

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{At}{(1+r)^t} - I$$

Dimana;
 I : Investasi
 NPV : Net Present Value (nilai sekarang)
 At : Laba pada tahun ke – t
 n : Umur proyek (dalam tahun)
 r : Suku Bunga

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Informasi Umum

Provinsi: Kalimantan Barat, Kabupaten: Ketapang, Kecamatan: Matan Hilir Utara, Desa: Pangkalan Tapang. Sumber Potensi: Sungai Siduk. Geodetic Head (Hg): 11 m. Debit Tersedia (Q): 9,2 m³/s. Potensi Daya (P): 670 kW. Head Efektif (Hn): 10,5 m. Debit Desain (Qd): 2 x 3,6 m³/s (2 unit turbin). Daya Listrik Desain (Pd): 500 kW (2 x 250 kW).

a. Kondisi Elektrifikasi

Jaringan Tegangan Menengah (JTM - 20 kV) PLN terdekat dari titik potensi PLTMH berada di Desa Pangkalan Tapang dengan panjang sekitar 2 KMs.

3.2. Potensi Daya Listrik

Aliran Sungai Siduk memiliki debit tersedia rata-rata sebesar 24 m³/s dan tinggi jatuh air yang dapat dioptimalkan adalah 8 m, dengan potensi daya listrik mencapai 1,3 MW. Daya listrik yang direncanakan pada PLTMH Siduk adalah 500 kW (2 x 250 kW), dengan debit desain (Qd) 2 x 3,6 m³/s, dengan tinggi jatuh efektif (Hn) 7,6 m. Rumus yang mendasari dalam perhitungan daya listrik yang terbangkit adalah :

$$P_e = Q_d \times H_n \times g \times \eta_t$$

Dengan :

- P_e = Daya Listrik Terbangkit, kW
- Q_d = Debit Desain, m³
- H_n = Net Head, m
- g = Percepatan Gravitasi (9,81 m/dt²)
- H_t = Efisiensi total (0,65 s/d 0,8)

Net Head (H_{net}) ditentukan dari pengurangan rugi-rugi gesekan dan turbulensi dalam penstock (H_{loss}) terhadap gross head (H_g). Estimasi efisiensi total merupakan akumulasi dari efisiensi turbin, efisiensi generator dan estimasi efisiensi transmisi mekanik, dengan asumsi

70%. Sedangkan rugi-rugi pada jaringan transmisi diatur maksimum 10% dari daya listrik yang dibangkitkan pada rumah pembangkit.

3.3. Desain Konsep

PLTMH Siduk direncanakan dengan konsep *run of river*, aliran air Sungai Siduk dibendung dan diarahkan ke intake dan saluran pembawa (*headrace*) pada sisi kanan sungai menuju bak pengendap & bak penenang (*forebay*). Dari bak penenang air akan disalurkan menggunakan pipa pesat (*penstock*) menuju ke turbin yang ditempatkan di rumah pembangkit (*power house*). Air yang keluar dari turbin akan dialirkan kembali ke sungai melalui saluran pembuangan (*tailrace*).

a. Layout PLTMH Siduk



Gambar 7. Lay-out PLTMH Siduk

b. Komponen PLTMH Siduk

I. Konstruksi Sipil

1. Bendung (*weir*) & Intake
2. Saluran Pembawa (*head race*)
3. Bak Pengendap & Bak Penenang (*forebay*)
4. Pipa Pesat (*penstock*) + *support block* & *trash block*
5. Rumah Turbin (*power house*)
6. Saluran Pembuangan (*tail race*)

II. Mekanikal - Elektrikal

1. Turbin - tipe propeller
2. Transmisi Mekanik - gearbox
3. Generator - sinkron, *brushless*
4. Kontroller - ELC

4. KESIMPULAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan data-data survey lapangan dan hasil analisis sementara dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Aliran Sungai Siduk memiliki potensi daya listrik yang dapat dibangkitkan mencapai 670 kW, sehingga sangat memungkinkan untuk direalisasikan menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) sebagai sumber energi listrik untuk menyuplai kebutuhan listrik PDAM Siduk ataupun sebagai Independen Power Producer (IPP) oleh Pemerintah Daerah atau swasta.
2. PLTMH Siduk dirancang dengan debit rencana (Qd) $2 \times 3.6 \text{ m}^3/\text{s}$, dan ketinggian efektif (Hn) 10.5 m, yang akan menghasilkan daya listrik sebesar $2 \times 250 \text{ kW}$.

b. Rekomendasi

Langkah selanjutnya yang dianggap penting jika PLTMH akan direalisasikan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan penyusunan Studi Kelayakan (*feasibility study*) untuk mendapatkan model atau metode yang tepat yang akan diterapkan dalam sistem PLTMH, sehingga diperoleh hasil yang optimal baik dalam hal teknis maupun ekonominya.
2. Dalam pelaksanaannya, sebaiknya ditunjuk kontraktor pelaksana yang telah berpengalaman dalam hal pekerjaan pembangunan PLTMH, sehingga diperoleh hasil yang maksimal dan dapat dipertanggungjawabkan.
3. Dalam pembangunan PLTMH, sebaiknya melibatkan juga unsur masyarakat setempat untuk menghindari hal-hal yang akan berakibat kurang baik kepada kelancaran pekerjaan.

Manual. Intermediate Technology Publication.

- [3] Bernie, T. W. (1992). Electricity Economics and Planning. Peter Peregrinus Ltd. IEEE Power series, 16
- [4] Damastuti, Anya, P. (1997) Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.
[Http://www.elsppat.or.id/download/file/w8_a6.pdf](http://www.elsppat.or.id/download/file/w8_a6.pdf)
- [5] Titis Haryani, Wasis Wardoyo, Abdullah Hidayat SA. (2015). Perencanaan Pembangkit Tenaga Listrik Mikrohidro di Saluran Irigasi Mataram. Jurnal HIDROTEKNIK, No.1, Vol.11, ISSN 2477-3212.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ismail, Supriono. (2013). Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Meragun (Desa Meragun, Kec. Nanga Taman, Kab. Sekadau) article. Jurnal ELKHA, Vol5, No 1, Maret
- [2] Harvey, Adam PhD. (1993). Micro-Hydro Design