



STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINI HIDRO DI SUNGAI MANULA KECATAMAN PUGUNG KABUPATEN PESISIR BARAT LAMPUNG

FEASIBILITY STUDY OF MINI HIDRO POWER PLANT IN THE RIVER MANULA PUGUNG COUNTRY DISTRICT OF WEST COASTAL LAMPUNG

Rosnita Rauf¹, Helny Lalan², Budiman³

Fakultas Teknik, Universitas Ekasakti. E-mail: ekasakti5974@gmail.com

Fakultas Teknik, Universitas Ekasakti. E-mail: helnylalan@gmail.com

Fakultas Teknik, Universitas Ekasakti.

INFO ARTIKEL

Koresponden

Rosnita Rauf

ekasakti5974@gmail.com

Kata kunci:

studi kelayakan, energi terbarukan, pembangkit listrik tenaga mini hidro (PLTM)

hal: 188 - 196

ABSTRAK

Pertambahan permintaan kecukupan penyediaan pembangkit listrik semakin meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk. Sumber energi yang digunakan saat ini adalah berasal dari PT. PLN Persero. Untuk membangkitkan listrik hingga saat ini masih didominasi oleh bahan bakar fosil, yang merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui dan tidak ramah lingkungan. Pembangkit Listrik Mini Hidro merupakan sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan yang memiliki potensi untuk menggantikan bahan bakar fosil. Pada penelitian ini dibuat studi kelayakan pembangkit listrik tenaga mini hidro yang berlokasi di Kabupaten Pesisir Barat Lampung. Studi kelayakan ini, yang perlu kita ukur adalah banyaknya debit air andalan yang terdapat di salah satu sungai Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit air sungai Manula adalah $Q = 20,32 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan Beda tinggi atau Head = 98 meter mampu membangkitkan daya minimal sebesar 17,97 MW. Dari hasil daya yang dapat dibangkitkan, berarti pembangkit listrik tenaga mini hidro layak untuk direalisasikan, tetapi perlu adanya kajian secara finansial lebih lanjut.

Copyright © 2017 JSR All rights reserved.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Correspondent: Rosnita Rauf ekasakti5974@gmail.com</p> <p>Keywords: <i>feasibility study, renewable energy, mini hydro power plant (PLTM)</i></p> <p>page: 188- 196</p>	<p><i>The increase in demand for adequate supply of electricity increases with the increase in population. The energy source used today is from PT. PLN Persero. To generate electricity to this day is still dominated by fossil fuels, which is a source of energy that can not be renewed and not environmentally friendly. The Mini Hydro Power Plant is a renewable and environmentally friendly energy source that has the potential to replace fossil fuels. In this research, a feasibility study of mini hydro power plant which is located in West Coast Pesisir Regency of Lampung. This feasibility study, which we need to measure is the number of reliable water debit contained in one of the rivers of Bukit Barisan Selatan National Park (TNBBS). The results showed that Manula river water discharge was $Q = 20,32 \text{ m}^3/\text{s}$ and Beda height or Head = 98 meter able to generate minimum power equal to 17,97 MW. From the results of power that can be generated, mini hydro power plant is feasible to be realized, but the need for further financial review.</i></p> <p style="text-align: right;"><i>Copyright © 2017 JSR. All rights reserved.</i></p>

PENDAHULUAN

Menipisnya bahan bakar fosil dan peningkatan efek rumah kaca telah menjadi isu krusial yang harus ditangani secara global. Hal ini memicu banyak hal seperti penelitian dan pengembangan besar-besaran terhadap sumber energi alternatif ramah lingkungan beserta pilot plan penyaluran energi yang efisien.

Saat ini negara kita berada dalam kondisi krisis energi karena adanya kenaikan harga BBM dipasaran dunia sehingga menyebabkan kenaikan harga BBM di dalam negeri, akibatnya Pemerintah dalam mengatasi krisis tersebut dengan melakukan pengurangan bahkan penghilangan subsidi BBM padahal PLN saat ini dalam memenuhi kebutuhan listrik masih menggunakan pembangkit listrik tenaga diesel, khususnya di daerah terpencil.

Dalam mengantisipasi hal tersebut Pemerintah sudah menerbitkan peraturan/kebijakan yang berkaitan dengan pemanfaatan sumber energi terbarukan melalui:

1. Perpres 4/2010 tentang Penugasan kepada PLN untuk melakukan Percepatan Pembangunan Pembangkit Listrik yang menggunakan Energi Terbarukan, Gas dan Batubara;
2. Undang-undang nomor 30 tahun 2009 tentang ketenagalistrikan;
3. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 14/2012 tentang Manajemen Energi Tenaga Listrik Oleh PT PLN dari Pembangkit Tenaga Listrik yang Menggunakan Energi Terbarukan Skala Kecil dan Menengah.
4. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 12/2014 tentang Harga Pembelian Tenaga Listrik Oleh PTPLN dari Pembangkit Tenaga Listrik yang menggunakan Energi Terbarukan Skala Kecil dan Menengah.

Peraturan Menteri ini memberikan dorongan kepada pengembang swasta untuk membangun pembangkit listrik dari energi terbarukan. Dengan adanya ketentuan pemerintah yang membuka peluang usaha di bidang energi kelistrikan yang hasilnya harus diserap oleh PLN untuk disalurkan ke konsumen, maka peluang ini membuka para investor swasta untuk mulai mempelajari potensi energi tenaga air. Salah satunya ada di daerah Kabupaten Pesisir Barat Lampung yang dibuat dalam Studi Kelayakan PLTM di Pugung Kabupaten Pesisir Barat.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam studi kelayakan ini ada 3 tahap keseluruhan studi kelayakan dan desain rinci. Beberapa kegiatan tahapan tersebut berupa lapangan dan analisa, yaitu:

Pekerjaan Pengukuran Debit Sesaat

Pekerjaan debit sesaat adalah pekerjaan pengukuran debit pada saat ke lokasi potensi sungai pada daerah bangunan-bangunan utama PLTM, meliputi ukuran/skala yang diminta adalah sebagai berikut:

- a. Pengukuran secara langsung
- b. Pengukuran secara tidak langsung

Pada pengukuran secara tidak langsung, ada beberapa metode, di antaranya:

1. Pelampung

Terdapat dua tipe pelampung yang digunakan yaitu: (i) pelampung permukaan, dan (ii) pelampung tangkai. Tipe pelampung tangkai lebih teliti dibandingkan tipe pelampung permukaan. Pada permukaan debit dengan pelampung dipilih bagian sungai yang lurus dan seragam, kondisi aliran seragam dengan pergolakannya seminim mungkin. Pengukuran dilakukan pada saat tidak ada angin. Pada bentang terpilih (jarak tergantung pada kecepatan aliran, waktu yang ditempuh pelampung untuk jarak tersebut tidak boleh lebih dari 20 detik) paling sedikit lebih panjang dibanding lebar aliran. Kecepatan aliran permukaan ditentukan berdasarkan rata-rata yang diperlukan pelampung menempuh jarak tersebut. Sedangkan kecepatan rata-rata didekati dengan pengukuran kecepatan permukaan dengan suatu koefisien yang besarnya tergantung dari perbandingan antara lebar dan kedalaman air.

Tabel 1. Koefisien kecepatan pengaliran dari permukaan pelampung

B/H	5'	10'	15'	20'	30'	40'
V_m/V_s	0,98	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85

Keterangan:

B = lebar permukaan aliran

H = kedalaman air

V_m = kecepatan rata-rata

V_s = kecepatan pada permukaan

Dalam pelepasan pelampung harus diingat bahwa pada waktu pelepasannya, pelampung tidak stabil oleh karena itu perhitungan kecepatan tidak dapat dilakukan pada saat pelampung baru dilepaskan, keadaan stabil akan dicapai 5 detik sesudah pelepasannya. Pada keadaan pelampung stabil baru dapat dimulai pengukuran kecepatannya.

Debit aliran diperhitungkan berdasarkan kecepatan rata-rata kali luas penampang. Pada pengukuran dengan pelampung, dibutuhkan paling sedikit 2 penampang melintang. Dari 2 pengukuran penampang melintang ini dicari

penampang melintang rata-ratanya, dengan jangka garis tengah lebar permukaan air kedua penampang melintang yang diukur pada waktu bersama-sama disusun berimpitan, penampang lintang rata-rata didapat dengan menentukan titik-titik pertengahan garis-garis horizontal dan vertikal dari penampang itu, jika terdapat tiga penampang melintang, maka mula-mula dibuat penampang melintang rata-rata antara penampang melintang rata-rata yang diperoleh dari penampang lintang teratas dan terbawah.

Debit aliran kecepatan rata-rata:

$$Q = C \cdot V_p \cdot A_p \dots\dots\dots 1$$

Keterangan:

- Q = debit aliran
- C = koefisien yang digunakan
- V_p = kecepatan rata-rata pelampung
- A_p = luas aliran rata-rata

2. Pengukuran dengan Current Meter

Alat ini terdiri dari *flow detecting unit* dan *counter unit*. Aliran yang diterima detecting unit akan terbaca pada counter unit, yang terbaca pada counter unit dapat merupakan putaran dari propeller maupun langsung menunjukkan kecepatan aliran, aliran dihitung terlebih dahulu dengan memasukkan dalam rumus yang sudah dibuat oleh pembuat alat untuk tiap-tiap propeller. Pada jenis yang menunjukkan langsung, kecepatan aliran yang sebenarnya diperoleh dengan mengalihkan faktor koreksi yang dilengkapi pada masing-masing alat bersangkutan. Propeler pada detecting unit dapat berupa: mangkok, bilah dan sekrup. Bentuk dan ukuran propeler ini berkaitan dengan besar kecilnya aliran yang diukur. Debit aliran dihitung dari rumus:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots 2$$

dimana:

- V = Kecepatang aliran
- A = Luas penampang

Dengan demikian dalam pengukuran tersebut disamping harus mengukur kecepatan aliran, diukur pula luas penampangnya. Distribusi kecepatan untuk tiap bagian pada saluran tidak sama, distribusi kecepatan tergantung pada:

- Bentuk saluran
- Kekasaran saluran dan
- Kondisi kelurusan saluran

Dalam penggunaan current meter pengetahuan mengenai distribusi kecepatan ini amat penting. Hal ini bertalian dengan penentuan kecepatan aliran yang dapat dianggap mewakili rata-rata kecepatan pada bidang tersebut. Dari hasil penelitian "United Stated Geological Survey" aliran air di saluran (*stream*) dan sungai mempunyai karakteristik distribusi kecepatan sebagai berikut:

- a. Kurva distribusi kecepatan pada penampang melintang berbentuk parabolic.
- b. Lokasi kecepatan maksimum berada antara 0,05 s/d 0,25 h kedalam air dihitung dari permukaan aliran.
- c. Kecepatan rata-rata berada ± 0,6 kedalaman di bawah permukaan air.
- d. Kecepatan rata-rata ± 85 % kecepatan permukaan.
- e. Untuk memperoleh ketelitian yang lebih besar dilakukan pengukuran secara mendetail kearah vertical dengan menggunakan integrasi dari pengukuran

tersebut dapat dihitung kecepatan rata-ratanya. Dalam pelaksanaan kecepatan rata-rata nya.

Pengukuran luas penampang aliran dilakukan dengan membuat profil penampang melintangnya dengan cara mengadakan pengukuran ke arah horizontal (lebar aliran) dan ke arah vertical (kedalamam aliran). Luas aliran merupakan jumlah luas tiap bagian (segmen) dari profil yang terbuat pada tiap bagian tersebut di ukur kecepatan alirannya. Debit aliran di segmen

$$(Q_i) = A_i \times V_i \dots\dots\dots 3$$

Keterangan :

Q_i : Debit aliran segmen i

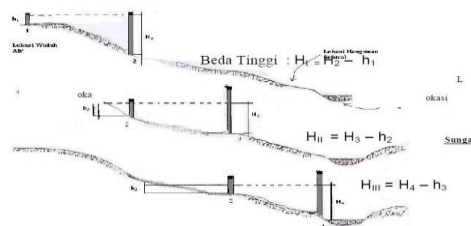
A_i : Luas aliran pada segmen i

V_i : Kecepatan aliran pada segmen i

Pekerjaan Pengukuran dan analisa Head

Pengukuran Tinggi terjun dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain:

1. Menggunakan theodolite atau waterpass untuk dapat mengetahui beda tinggi.
2. Menggunakan peralatan sederhana, yaitu selang berisi air diameter ½ cm, tongkat pengukur dan rol meter, pengukuran dilakukan secara bertahap, hal ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Mengukur Tinggi Terjun

Selanjutnya rata-rata tinggi total, dihitung dengan rumus:

$$H \text{ Total} = H1 + H2 + H3 \text{ (m)} \dots\dots\dots 4$$

Teori di atas merupakan data hasil survei Teknis yang dikelompokan dan dimasukkan dalam data isian, meliputi:

Kelompok data Isian Teknis meliputi:

- a. Data ini mengutarakan tentang kondisi dan situasi jalan menuju desa sasaran, bentuk pemukiman, sistim pengairan desa.
- b. Data tentang potensi air dan kondisi sungai. Data isian ini merupakan hasil survei potensi air, yang berisikan data lebar sungai, tinggi dasar, tinggi air, kecepatan air, luas penampang basah, debit rata-rata dan daya yang dapat dihasilkan.
- c. Jarak jaringan listrik PLN dengan lokasi sasaran. Data ini tentang jarak jaringan listrik, dan nama desa terdekat dengan lokasi yang telah mendapat sambungan listrik PLN.

Pada prinsipnya, ketinggian antara titik intake dan bak penenang dan ketinggian antara bak penenang dan titik keluar air harus diukur. Pada awal tahap perencanaan, bagaimanapun, adalah mungkin cukup untuk mengukur ketinggian antara lokasi bak penenang yang direncanakan dan level keluaran/buangan air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kawasan Konservasi

Propinsi Lampung memiliki 3,5 juta ha daratan, 1,237 juta kawasan hutan dan sebagai kawasan konservasi seluas 422.500 ha (12,8%). Selain kawasan konservasi

hutan, Lampung memiliki kawasan konservasi laut, kepulauan, dan beberapa lokasi yang diusulkan sebagai taman buru, suaka marga satwa, dan cagar alam rawa air tawar sebagai habitat berbagai jenis burung air.

Berdasarkan letaknya, kawasan-kawasan konservasi tersebut, sebagian arealnya meliputi wilayah pesisir dan berbatasan langsung dengan laut seperti Taman Nasional dan Cagar Alam Laut Bukit Barisan Selatan di Pantai Barat dan TN. Way Kambas di Pantai Timur. Di Selat Sunda terdapat Cagar Alam Laut Gugus Kepulauan Krakatau.

Pulau Sumatera lebih kaya akan keanekaragaman jenis tumbuhannya dengan pulau lainnya di Indonesia. Di Sumatera terdapat 17 marga endemik dan didukung oleh berbagai macam tipe vegetasi seperti hutan mangrove, hutan rawa dan pantai, hutan dataran rendah, dan hutan pegunungan.

Ditinjau dari keanekaragaman fauna, di Sumatera terdapat 196 jenis mamalia, 20 endemik, 15 jenis yang hanya dijumpai di Indonesia dan 22 jenis hewan mamalia Asia yang tidak terdapat di daerah lainnya di Indonesia. Dari 580 jenis burung, terdapat 14 jenis yang endemik dan sekitar 120 jenis burung yang bermigrasi.

Hidrologi

Wilayah Lampung Barat di bagian barat mempunyai sungai-sungai yang mengalir pendek dengan pola aliran dendritik yang menyebabkan daerah ini ditandai dengan jaranginya banjir sebab pada saat musim hujan datang bersamaan air tidak terkonsentrasi dan timing lagnya menjadi lambat. Delta marine ditandai dengan agregat kasar hasil endapan aluvial vulkanik, hal ini menyebabkan bila air besar muara sungai sering berpindah (meander). Sungai-sungai yang berukuran pendek dan mengalir di lereng terjal seperti ini sukar dikembangkan untuk irigasi, kecuali yang sudah mengalir di daerah delta pantai, umumnya mudah dikembangkan walaupun masih terkena pengaruh pasang surut laut. Pada bagian timur wilayah Lampung Barat merupakan daerah tangkapan air (catchment area) sungai-sungai besar yang mengalir ke arah timur antara lain: Way Besai, Way Seputih dan sebagainya.

Dengan berkurangnya flora penutup tanah dan sifat drainase tanah yang baik (terdiri dari lempung pesiran bergeluh) praktis daya simpan air daerah ini sangat kecil. Ini menyebabkan fluktuasi aliran permukaan (*run off*) makin besar, sungai-sungai yang mengalir ke sebelah timur menjadi terganggu kestabilannya. Umumnya sungai-sungai yang mengalir ke sebelah barat masih stabil karena didukung oleh banyaknya flora penutup tanah dan belum terganggunya air tanah dangkal sebagai sumber mata air.

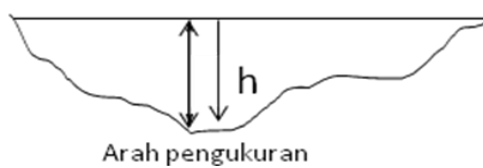


Gambar 2. Peta Daerah Aliran Sungai di Wilayah Kabupaten Pesisir Barat

Pekerjaan studi hidrologi pada tahap awal hanya dilakukan pengukuran debit sesaat, dimana kita melakukan pengukuran dengan *current meter*. Pekerjaan ini akan mencakup:

- Pengukuran penampang sungai
- Pemasangan staff gauge
- Pengukuran debit sesaat dengan peralatan *current meter*/pelampung

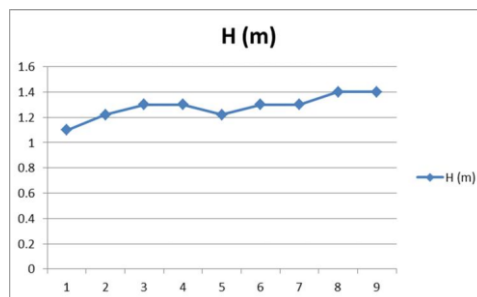
Penampang sungai diukur dengan meteran panjang 50 m. Ujung meteran diletakkan di salah satu tepi sungai dan meteran ditarik ke ujung lain. Setiap jarak 1 meter diukur kedalaman air dari permukaan. Pada pengukuran ini diperoleh lebar penampang sungai 15 sampai 40 m² dan lebar basah 12,6 meter, dengan kedalaman maksimum 1.4 m. Kecepatan maksimum dari *current meter* adalah 1,4 m/detik. Hasil pengukuran penampang sungai digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Ilustrasi Pengukuran Penampang Sungai

Tabel 2. Hasil Pengukuran Potensi Sungai

Titik	H (m)	Vol (m ³ /dt)
1	1.1	1
2	1.22	1.2
3	1.3	1.2
4	1.3	1.3
5	1.22	1.1
6	1.3	1.4
7	1.3	1.3
8	1.4	1.4
9	1.4	1.4
Jumlah	11.54	11.3
Mean	1.28	1.26



Gambar 3. Pengukuran Profil Melintang Sungai

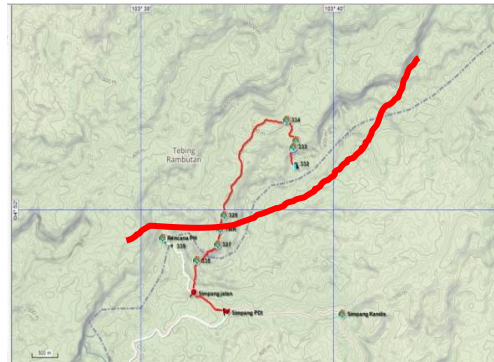
Dari data diatas, dimana lebar sungai $l = 12,6$ meter dan kedalaman rata-rata sungai didapat $d = 1,28$ meter, maka didapat lebar penampang sungai (A), dimana:

$$A = l \times d, \dots\dots\dots 5$$

maka lebar penampang sungai $A = 16,128$ m², dengan penampang tersebut didapat debit air (Q) dimana $Q = V \times A$ (m³/dtk), dan didapatkan debit dengan kecepatan rata-rata 1,26 m/dt adalah 20,32 m³/dtk.

Akses dan Tracking Lokasi

Survey yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.



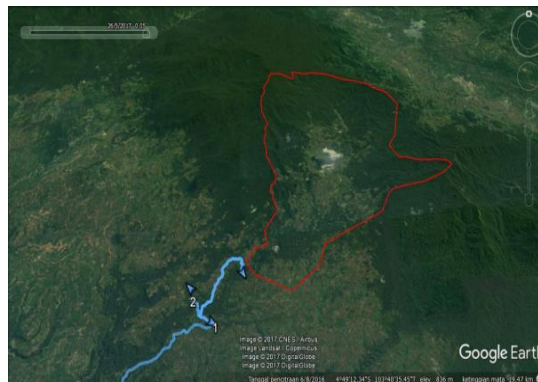
Gambar 4. Tracking Perencanaan Mini Hidro Pugung

Tracking yang ditandai dengan garis merah merupakan jalan setapak di menuju sungai, dimana jarak dari bendung ke power house $\pm 5,2$ km. Sedangkan jarak perjalanan dari simpang jalan raya yaitu simpang PDI, hanya 1 km. Untuk water way berjarak $\pm 2,5$ km. Untuk titik koordinat masing-masingnya :

1. Bendung S4 51 29.1 E103 39 35.7
2. Forebay S4 52 11.8 E103 38 18.5
3. Power House S4 52 07.7 E103 38 13.

Catchman Area

Catchment area merupakan daerah tangkapan air yang bisa melakukan penangkapan dan penyerapan air hujan yang kemudian secara siklus akan dialirkan kembali ke sungai. Catchment area penting untuk diperhatikan karena kondisi hutan, lingkungan dan serapan air di area ini bisa mempengaruhi kontinuitas produksi energi listrik. Jika catchment area tidak terjaga dengan baik maka besar kemungkinan suatu saat terjadi kerusakan lingkungan yang menyebabkan tidak stabilnya aliran air sungai sepanjang tahun yang mengakibatkan terganggunya proses produksi energi.



Gambar 5. Catchment Area Mini Hidro Pugung

Bila dilihat dari google earth maka 100% wilayah catchment area merupakan hutan lindung TNBBS (Taman Nasional Bukit Barisan Selatan), hal ini menguntungkan karena mengurangi biaya konservasi hutan dan penjagaan lingkungan karena sudah di handle oleh pemerintah dan dinas kehutanan sepenuhnya. Sungai yang dimanfaatkan dan catchment area-nya dapat diperlihatkan pada Gambar 5. Diperhitungkan luas catchment area kurang lebih 160,97 km². Bila rata-rata curah hujan Kabupaten Lampung Barat 2.500-3000 mm/tahun, maka diperkirakan debit rata-rata sangat besar dan kontinuitas air dapat terpenuhi.

Kelayakan Potensi

Berdasarkan pada hasil analisa hidrologi dan pengukuran head, daya yang dapat dibangkitkan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$P = \eta \times Q \times H \times g \dots\dots\dots 6$$

Dimana:

- P = daya yang dihasilkan, kW
- η = efisiensi dari turbin dan generator, diasumsikan 0,92
- Q = debit air, dalam m³/detik
- H = Head, (dalam m)
- g = percepatan gravitasi, (9,81 m/s²)

Selanjutnya untuk perkiraan daya yang dapat dihasilkan disajikan pada perhitungan berikut, $P = 9,81 \times 20,32 \times 9,8 \times 0,92$ dan didapatkan daya sebesar 17,97 MW.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil survei lokasi dan perhitungan, maka didapatkan:

1. Lokasi potensi berada pada desa Pugung, Kabupaten Lampung Barat
2. Lokasi desa Pugung ini, dinyatakan layak dibangunnya Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro dengan debit air sesaat 20,32 m³/dtk dan Head 98 m.
3. *Catchment area* sangat luas, hal ini sangat mendukung akan ketersediannya air.
4. Dilihat dari peta kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS), lokasi rencana PLTM merupakan kawasan zona rimba.
5. Dari simpang jalan raya kawasan TNBBS hingga Power House, berjarak 6,2 km dengan water way didalamnya \pm 2,5 km.
6. Untuk daerah kawasan TNBBS saat ini belum ada tiang TM, sampai tiang terakhir Trafo yang ada berjarak \pm 2,3 km dan GH berada di Krui berjarak 44,6 km dari batas kawasan TNBBS.

Saran

Untuk keberlanjutan, studi kelayakan ini perlu dilanjutkan yaitu:

1. Zona rimba pada kawasan TNBBS harus di proses dalam perubahan zona pemanfaatan.
2. Studi kelayakan ini dilanjutkan dengan perencanaan dan detail *engineering design* dari banyak bidang ilmu yang mendukung pembangunan PLTM.

DAFTAR PUSTAKA

European Amall Hydropower Association (ESHA). 2004 *Guide on How to Development a small Hydropower Plant*.

GIZ. (t.thn.). *Legal Frameworks for Renewable Energy*. GIZ.

Handini, W. (2010). *Studi Implementasi PLTH di Bengkunt, Lampung Utara*. FT.UI.

S.Chowdhury, & P.Croesley, S. a. 2009. *Microgrids and Active Distribution Networks*. London: *The Institution of Engineering and Technology*.

Kadir, A. 1995. *Energi: Sumberdaya, Inovasi, Tenaga Listrik, Potensi Ekonomi*. Jakarta: Universitas Indonesia.

Makmun dan Sri Lestari Rahayu. 1995. *Permasalahan Bidang Ketenagalistrikan Di Indonesia Sekarang Dan Masa Depan*. Jakarta: Fokus Media

=====