

SURVEY POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI DESA BURNO, KECAMATAN SENDURO, KABUPATEN LUMAJANG

Oleh:

Achmad Syahid¹, Edy Prasetyo Hidayat²

Dosen Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, PPNS - ITS

E-mail: achmadsyahid56@yahoo.co.id dan edi.ph2012@gmail.com

Abstract: Electricity is the most convenient form of energy is converted into heat, power motion, magnets, etc.. Thus much electricity generated for consumption and industrial lighting. Electrification in East Java has only reached 64.9% Households affordable by PLN and most are in urban areas and most of the hamlet not electrified. Electricity is also one of the primary needs of human life so we need a Power Plants efficient. Therefore, it is necessary to have an alternative energy source to solve the energy shortage. One of the alternative power source that can be developed by utilizing the potential of water is micro hydro power plant. Efforts to build a micro hydro power plant is a constructive effort to urge people to care about the environment in real terms. Using water to turn a turbine power plant, the water flow must be maintained. Maintain the quality of the forest is the absolute choice for people around who use the forests to live and expect electricity from micro-hydro. Keeping forests also means maintaining water flow from the spring as a generator. Availability of water in the village Burno - District Senduro - Lumajang possible to develop micro hydro power plant (micro power). The plan of the area will take advantage of hydropower as a source of electrical energy supply. From the above background, the water potential survey was conducted to obtain data and information beginning hydropower potential as a basis for planning and development of micro power. This survey involves determining potential locations and measurements using the global positioning system head brand Garmin GPSMAP 76CSx type. In addition to using the altimeter, altitude difference measurement is also performed manually using a tape measure with spirit level and string method. River water discharge measurements carried out by measuring the speed of the river current using devices or current propeller meters Flowatch brand. Micro power potential of survey data in areas Burno - District Senduro - Lumajang can be known to have the potential to be developed as an effective location of micro power plants with a head that can be used is 8.3 meters with a measurable discharge 0.383 m³/s so that the potential for hydraulic power possessed is 31.153 kW.

Keywords: Water Energy, Micro-hydro, Power Plants, Potential Survey, Water Turbine

Energi adalah suatu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Pada saat ini, dunia sedang mengalami krisis energi dan khususnya Indonesia mengalami krisis energi listrik secara nasional sehingga PLN menyiasatinya melalui pemadaman secara bergilir. (Sutisno, Nanang, 2004).

Listrik merupakan bentuk energi yang paling mudah dikonversi menjadi panas, tenaga gerak, magnet, dll. Dengan demikian listrik banyak dibangun untuk konsumsi penerangan maupun industri. Di Jawa Timur elektrifikasi baru mencapai 64,9 % Kepala Keluarga yang terjangkau oleh PLN dan

sebagian besar adalah di perkotaan dan sebagian besar dukuh belum berlistrik. (PP, no.3., Dinas ESDM Jatim, 2008).

Listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup manusia yang primer sehingga diperlukan suatu Instalasi Pembangkit Tenaga Listrik yang efisien. Oleh karena itu, diperlukan adanya sumber energi alternatif untuk mengatasi kelangkaan energi tersebut. Salah satu sumber daya listrik alternatif lain yang dapat dikembangkan dengan memanfaatkan potensi air adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM). (Satriyo, Puguh Adi, 2004).

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM) ditujukan untuk daerah-daerah pedesaan. Selain itu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM) memiliki jaringan transmisi dan distribusi sendiri yang pengelolaannya dapat diserahkan langsung kepada pengurus Desa setempat dalam hal ini adalah pengurus Desa Burno. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) tidak banyak mempengaruhi lingkungan atau mengurangi air untuk keperluan pertanian. Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) hanya dimanfaatkan energinya atau diambil energy potensialnya saja.

Upaya membangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro adalah upaya konstruktif untuk mengajak masyarakat peduli dengan lingkungan hidup secara riil. Memanfaatkan air untuk memutar turbin pembangkit listrik, maka debit air harus tetap terjaga. Menjaga kualitas hutan adalah pilihan mutlak bagi masyarakat di sekitar yang memanfaatkan hutan untuk hidup dan mengharapakan listrik dari mikrohidro. Menjaga hutan berarti juga mempertahankan debit air dari mata air sebagai

pembangkitnya. Ketersediaan air di Desa Burno - Kecamatan Senduro – Kabupaten Lumajang memungkinkan untuk dikembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM).

Dari peta Kebijakan Energi Nasional 2004 tertera bahwa Tahun 2008 Indonesia sudah import total bahan bakar minyak sehingga saat ini mulai diusahakan penghematan minyak dan ekstensifikasi energi berupa pembangkitan energi listrik bersumber dari energi alternatif sehingga pada tahun 2010 dicapai 5 % energi listrik dicatu dari energi alternatif.

Khusus bagi desa terpencil pemerintah mempunyai kewajiban untuk menyediakan energi listrik bila di desa tersebut terdapat sumber energi alternatif terbarukan. (PP, no.3., Dinas ESDM Jatim, 2008)

Pada tahun anggaran 2009 Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Timur bekerjasama dengan Puslit Sumberdaya Alam dan Energi bersama CV. Azita Abadi melakukan survey potensi PLTM pada sungai Ireng-ireng desa Burno Kecamatan Senduro Kabupaten Lumajang karena dikelilingi oleh hutan tropis yang tebal dan lebat.

Maksud dan Tujuan

Maksud kegiatan adalah untuk mengoptimalkan pemakaian potensi air deras sungai Ireng-ireng di wilayah kabupaten Lumajang untuk kebutuhan penerangan listrik. Sedangkan kegiatan ini secara umum bertujuan memberikan gambaran dan informasi awal mengenai potensi tenaga air sebagai dasar dalam perencanaan dan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTM). Dalam kegiatan ini akan dijabarkan mengenai

lokasi yang potensial untuk dikembangkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, potensi daya, spesifikasi turbin, generator, sistem kontrol dan beban serta dimensi pipa penstock dan bangunan sipilnya. Adapun secara khusus kegiatan ini bertujuan sebagai berikut:

1. Memperoleh dokumen perencanaan yang akan digunakan untuk pengadaan bantuan PLTM guna memenuhi kebutuhan listrik penduduk/masyarakat di pedesaan.
2. Meningkatkan informasi tentang energy ketenagalistrikan bagi penduduk desa/dusun terpencil di Jawa Timur guna mengembangkan potensi kesejahteraan masyarakat dan peningkatan perekonomian masyarakat.
3. Memanfaatkan potensi sumber daya alam yang dimiliki oleh masyarakat guna menciptakan kesejahteraan rasa keadilan dan memberikan kemudahan untuk ikut tumbuh dan berkembangnya masyarakat pedesaan.
4. Menumbuhkan kemandirian dalam pengelolaan pasokan energi listrik, guna menciptakan lapangan usaha/kerja baru.

Sasaran

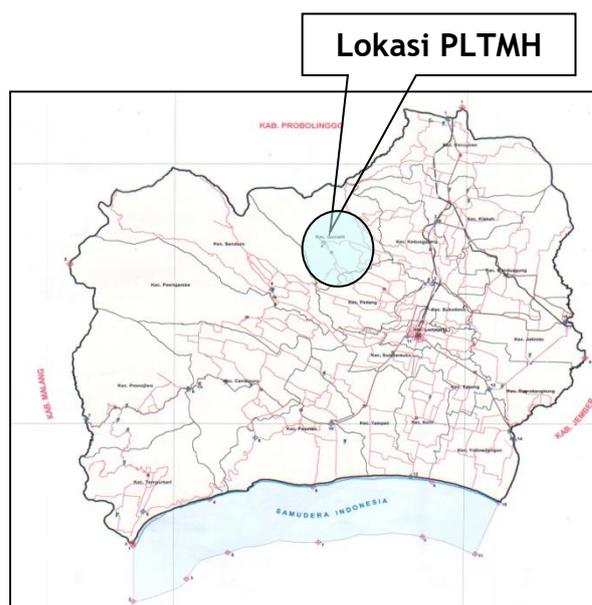
Sasaran yang ingin dicapai dalam melaksanakan kegiatan survei potensi pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM) adalah sebagai berikut :

1. Bantuan PLTM ini untuk desa/dusun yang belum terjangkau jaringan listrik PLN.
2. Pengembangan potensi yang ada di masyarakat yang relatif terkonsentrasi pada masing-masing kelompok/tidak berkumpul atau jarak yang berpencair di pedesaan.

3. Pengembangan bidang ketenagalistrikan guna meningkatkan potensi masyarakat pedesaan serta kepercayaan masyarakat pedesaan sesuai dengan peraturan/perundangan yang berlaku dan berwawasa lingkungan.

Metode Survei

Survey potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro ini dilaksanakan di Desa Burno-Kecamatan Senduro-Kabupaten Lumajang Propinsi Jawa Timur dengan koordinat $112,5^{\circ}$ - $113,22^{\circ}$ BT dan $77,52^{\circ}$ - $89,23^{\circ}$ LS. Lokasi tersebut seperti yang terlihat pada Gambar 1 di bawah ini yang berasal dari peta program *Garmin Map Source*.



Gambar 1. Peta lokasi survey potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Ruang lingkup pekerjaan

Ruang lingkup pekerjaan dalam melaksanakan kegiatan survei potensi pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM) di Desa Buro-Kecamatan Senduro-Kabupaten Lumajang

Kondisi Fisik

Iklm Dan Hidrologi

Rata-rata curah hujan di Kabupaten Lumajang tahun 2002 sebesar 1.685 mm. Pada periode yang sama rata-rata jumlah hari hujan pada tahun 2002 adalah 113 hari. Di wilayah Kabupaten Lumajang terdapat ± 31 sungai dengan panjang 3 – 43 Km yang mengalir ke selatan dan bermuara di Samudra Indonesia.

Topografi

Wilayah Kabupaten Lumajang terletak pada ketinggian antara 0 – 3.676 m dari permukaan laut yang dibedakan atas : Bagian Tengah berupa dataran rendah sampai tinggi yang merupakan daerah subur; Bagian Utara berupa daerah perbukitan dan pegunungan yang kering dan tandus; Bagian Selatan berupa daerah rendah sampai tinggi yang kurang subur.

Geologi

Terdapat 4 pembentuk jenis batuan geologi, yaitu vulkanik tua, vulkanik muda, alluvium dan fasies sedimen

Penduduk

Berdasarkan sensus penduduk pada akhir tahun 2005, jumlah penduduk Kabupaten Lumajang tahun 2005 sebanyak 1.017.840 jiwa. Pertumbuhan penduduk Kabupaten Lumajang mengalami peningkatan pada tahun 2000 hingga tahun 2005, dimana tingkat pertumbuhan penduduk rata-rata selama 5 (lima) tahun terakhir adalah sebesar 2,38 %.

Ekonomi

Pertumbuhan ekonomi Kabupaten Lumajang bila dilihat berdasarkan besarnya Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Atas Dasar Harga Berlaku pada tahun 2005 adalah sebesar Rp. 6.568.919.190.000 dan pendapatan perkapita tahun 2005 Rp. 6.110.516.

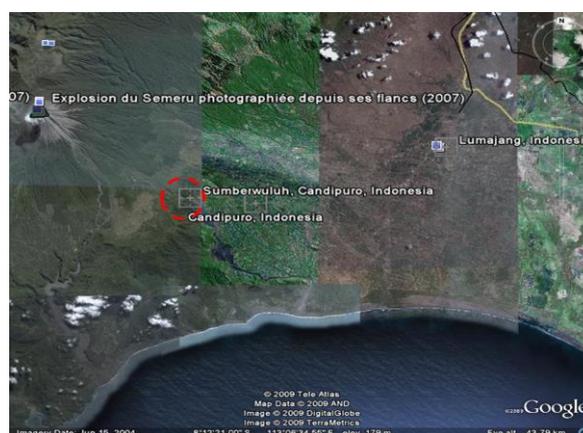
Kondisi Umum

Jaringan jalan menuju lokasi penelitian umumnya sudah ada. Sampai ke Ibukota kecamatan jalannya berupa jalan aspal dengan kondisi baik. Namun untuk menuju titik lokasi penelitian pada beberapa tempat harus dilanjutkan melalui jalan aspal yang kondisinya jelek (berlubang) dan jalan batu atau tanah, serta menuruni lereng yang cukup curam.

Kabupaten Lumajang memiliki potensi air permukaan (sungai) yang baik karena dilalui banyak aliran sungai yang bersumber dari pegunungan (lihat Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6).

Survey potensi air sebagai dasar dalam perencanaan dan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTM) ini dilakukan dalam empat tahapan metode seperti dibawah ini :

1. Penentuan Lokasi
2. Pengukuran tinggi jatuh air
3. Pengukuran debit air
4. Perhitungan potensi daya terbangkitkan.



Gambar 3. Titik Lokasi PLTM di Sumber Wuluh, Kecamatan Candipuro, Kabupaten Lumajang



Gambar 4 . Kondisi Sumber Daya Hutan di sekitar Lokasi PLTM



Gambar 5. Kondisi Sumber Daya Air di Lokasi PLTM

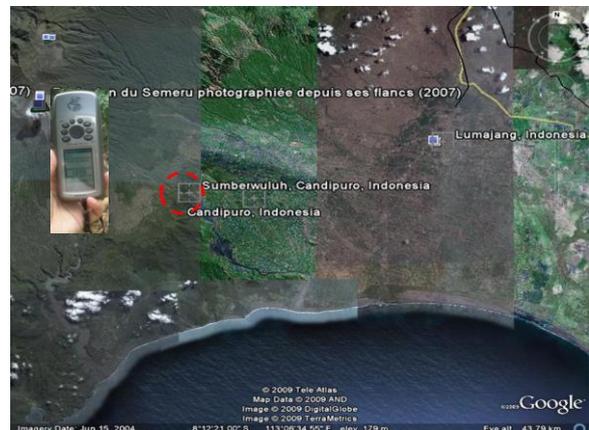


Gambar 6. Kondisi Sumber Daya Air di sekitar Lokasi PLTM

Selanjutnya metode survey tersebut akan dijabarkan lebih detail seperti yang terdapat dibawah ini.

1. Penentuan Lokasi

Penentuan lokasi dilakukan dengan menyusuri sungai yang berada di wilayah Kabupaten Lumajang, yaitu di Desa Burno, Kecamatan Senduro, Propinsi Jawa Timur. Survey lapangan dilakukan guna mengetahui lokasi-lokasi mana yang berpotensi untuk dilaksanakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTM). Setelah didapat lokasi yang memiliki potensi, dilakukan penandaan lokasi menggunakan GPS seperti Gambar 7.



Gambar 7. Penandaan lokasi menggunakan GPS

Tipe GPS yang dipergunakan dalam menentukan lokasi adalah GPSMAP76CSx merek Garmin. Ketika pertama kali kita menghidupkan GPS, *receiver* GPS secara otomatis akan mengumpulkan data satelit dan arah lokasinya. Untuk memastikan pengenalan yang tepat, GPSMAP76CSx telah dilengkapi dengan mode pencari jejak otomatis. Mode tersebut menunjukkan lokasi GPS di mana saja di seluruh dunia. Untuk menerima sinyal satelit kita harus berada di luar ruangan dan pemandangan langit yang jelas. *Waypoint* (titik tujuan) adalah lokasi yang kita rekam dan simpan di dalam GPS.

Untuk merekam jalur saluran pembawa dari bendungan ke bak penampungan dan jalur pipa *penstock* dari

bak penampungan ke rumah turbin, kita dapat memanfaatkan fitur *tracks* yang terdapat pada GPS. Fitur *tracks* menciptakan jejak remah-remah elektronik atau “catatan jejak” pada *map page* selama bepergian. Catatan jejak tersebut berisi informasi tentang poin-poin sepanjang jalurnya, termasuk waktu, lokasi, ketinggian, dan kedalaman. Catatan jejak segera mulai merekam semua informasi yang diperlukan sesaat setelah alat ini menentukan posisi lokasi yang dikirimkan oleh minimal dua sinyal satelit. (“Manual Book GPSMAP 76CSx”, 2006).

2. Pengukuran Tinggi Jatuh Air

Pengukuran tinggi jatuh air antara sumber air dengan lokasi turbin dilakukan menggunakan altimeter yang terdapat pada GPS. Prinsip kerja altimeter adalah mengukur tekanan udara. Tekanan udara akan berubah 9 mm *head* air raksa untuk setiap 100 meter perubahan elevasi. Altimeter sangat mudah terpengaruh oleh perubahan suhu, tekanan atmosfer dan kelembaban. Penggunaan altimeter yang terbaik adalah dengan melakukan pengukuran beda ketinggian dalam jangka waktu yang secepatnya. Secara umum pengukuran menggunakan altimeter adalah pengukuran yang paling baik terutama untuk pengukuran kondisi-kondisi tertentu misalnya untuk pengukuran *head* yang tinggi.

Altimeter Page pada GPS menunjukkan peningkatan yang sedang berlaku, rata-rata penurunan/pendakian, profil perubahan peningkatan ketinggian sepanjang jarak dan waktu, atau profil perubahan tekanan sepanjang waktu. GPSMAP76CSx ini juga bergantung pada

tekanan barometric pada saat menentukan ketinggian dan tekanan pada setiap ketinggian dapat berubah-ubah.

Pengukuran ketinggian juga dilakukan dengan metode pengukuran lainnya sebagai pembanding. Untuk itu, selain menggunakan altimeter, pengukuran beda ketinggian juga dilakukan secara manual menggunakan meteran dengan menggunakan metode *spirit level and string* (papan *water pass*). Metode ini hampir sama dengan pengukuran beda ketinggian menggunakan selang *water pass* namun perbedaannya adalah pada metode *spirit level and string* menggunakan batang *water pass*. Metode *spirit level and string* melakukan pengukuran beda ketinggian antara dua titik dengan menggunakan bantuan tiang, tali, dan batang *water pass* untuk melihat kelurusannya secara horizontal (Harvey, Adam., 1993). Pengukuran *head* secara manual menggunakan meteran ditunjukkan pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Pengukuran Head menggunakan Meteran

3. Pengukuran Debit Air

Pengukuran debit air sesaat di lokasi memiliki tiga tujuan yaitu :

- a. Untuk mengetahui debit air sepanjang musim kemarau dimana studi hidrologi dilakukan guna mengetahui debit air terkecil.

- b. Untuk memverifikasi data yang diperoleh dari dokumen pengairan apakah sesuai dengan data yang diperoleh dari pengukuran.
- c. Diperlukan dalam aplikasi dari metode korelasi aliran.

Pengukuran debit air dilakukan menggunakan alat *propeller devices* atau sering juga disebut *current meters* seperti yang terlihat pada Gambar 9.



(2)

Gambar 9. Pengukuran Kecepatan Aliran Air.

Propeller devices atau *current meters* adalah sebuah batang dengan *propeller* atau baling-baling yang dapat bergerak bebas berputar dan dihubungkan dengan layar monitor menggunakan kabel untuk membaca kecepatan aliran air. Biasanya alat ini mengukur kecepatan air mulai dari 0,2 sampai 5 m/s dengan tingkat kepresisian 2 %. Setelah kecepatan arus air diketahui selanjutnya dilakukan pengukuran luas penampang melintang sungai. Dari dua parameter tersebut, debit air dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q = v.A \quad (1)$$

Dimana:

Q = debit air [m^3/s]

v = kecepatan air [m/s]

A = luas penampang melintang sungai [m^2]^[6]

Pengukuran kecepatan aliran air yang mengalir di sungai dilakukan menggunakan alat *current meters* merek Flowatch. *Propeller* yang digunakan berdiameter 60 mm yang dapat mengukur kecepatan air dari 0,2 m/s sampai dengan 14 m/s dengan tingkat kepresisian $\pm 2 \%$ dan *off-axis error* = $\pm 20 \%$ sampai $\pm 3 \%$ (“Instruction Manual of Flowatch”, 2006).

4. Perhitungan Potensi Daya terbangkitkan

Data hasil survey potensi air diolah untuk mengetahui besarnya daya yang dapat dibangkitkan dengan menggunakan persamaan (2) berikut.

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H,$$

Dimana:

P = daya terbangkitkan (Watt)

ρ = massa jenis air = 1000 kg/m^3

g = gravitasi = 9,81 m^2/s

Q = debit (m^3/s)

H_{eff} = tinggi efektif (m) [8]

Hasil Survey

Pada kegiatan survey potensi air ini, penentuan lokasi dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti letak lokasi yang dekat dengan jalan dan jarak antara lokasi dengan beban (konsumen) sehingga tidak dilakukan penyusuran seluruh aliran sungai. Selain itu juga didapat masukan dari masyarakat sekitar mengenai adanya potensi tenaga air berupa terjunan pada aliran sungai tersebut.

Dari hasil survey potensi air dapat diketahui bahwa lokasi yang potensial untuk dibangun PLTM memiliki *head* efektif 5 dan 16 meter. Namun demikian sebenarnya terdapat beberapa lokasi lainnya yang dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik

yaitu dengan menggunakan turbin *head* sangat rendah dimana *head* yang ada sekitar ± 1 meter.

Pada survey potensi energi air ini dapat ditentukan suatu lokasi yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro seperti disebut dibawah ini. Hasil survey potensi air ini dapat diketahui juga bahwa:

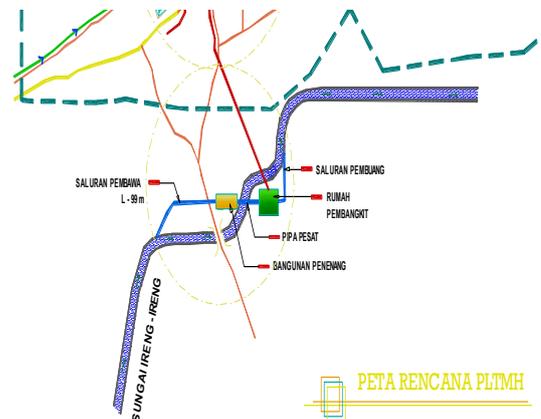
- Wilayah Kabupaten Lumajang terletak pada posisi 11205' - 113022' Bujur Timur dan 70 52' - 80 23' Lintang Selatan dan terletak ± 153 Km sebelah Tenggara kota Surabaya dengan luas wilayah ± 1.791 Km² atau 3,74 % dari luas Propinsi Jawa Timur, dengan batas-batas :
- Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Probolinggo
- Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Jember
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Malang

Sebelum suatu PLTMH dipertimbangkan untuk dibangun, sangat penting untuk memprediksi ketersediaan tenaga dari debit sungai dan tinggi energi yang tersedia di lokasi.

- Hasil pengukuran lapangan diperoleh data sebagai berikut :
- Tinggi Terjunan (H) = 8.3 m
- Debit pembangkitan (Q)=0.383 m³/dt
- Panjang pipa (L) = 18 m
- Diameter Pipa (D) =18 inc (0.4572 m)
- Pipa (baja Cor) = 0.050 m
- Panjang saluran Pembawa= 99 m
- Panjang pipan tekan = 15 m
- Saluran buang = 1.5 m
- TotalHead = 9.28 m
- Q 80 = 0.533 m³/dt.

Dilokasi Burno-Senduro-Lumajang ini, *head* efektif yang dapat dimanfaatkan

adalah 8,3 meter dengan debit terukur 0,383 m³/s sehingga potensi daya hidrolis yang dimiliki adalah 31,153 kW. Lokasi rumah pembangkit, bangunan penenang dan bendungan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Lokasi Rumah Pembangkit, Bangunan Penenang dan Bendungan

PENUTUP Kesimpulan

Dari hasil survey awal yang telah dilakukan di Desa Burno, Kecamatan Senduro, Kabupaten Lumajang, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Aliran sungai di lokasi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, baik itu untuk *head* yang tinggi maupun untuk *head* yang rendah.
2. Dilokasi tersebut diatas, *head* efektif yang dapat dimanfaatkan adalah 8,3 meter dengan debit terukur 0,383 m³/s sehingga potensi daya hidrolis yang dimiliki adalah 31,153 kW.

Saran

1. Potensi mikro hidro masih dapat dieksplorasi lebih banyak lagi melalui

survey lanjutan terutama memanfaatkan potensi *head* rendah.

Perlunya survey lanjutan sebagai dasar informasi yang lebih akurat guna

menyusun studi kelayakan sebelum dilakukannya pembangunan PLTM.

DAFTAR PUSTAKA

Sutisno, Nanang, 2004, *Departemen Energi kembangkan sistem Mikrohidro*, Dept. ESDM, Jakarta. www.lin.go.id/
Peraturan Pemerintah No. 3, Dinas ESDM Jatim, 2005, *Bantuan PLTM bagi penduduk Desa /Dusun terpencil yang belum terjangkau pelayanan listrik PLN*, Jakarta.
Satriyo, Puguh Adi, 2004, *Pemanfaatan Pembangkit Tenaga Listrik Mikrohidro untuk daerah terpencil*, Puslitbang Iptekhan Balitbang Dephan., Jakarta.
Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Timur, Puslit Sumberdaya Alam dan Energi, 2009, *"Laporan Akhir Survey*

Potensi PLTM Desa Burno, Kecamatan Senduro, Kabupaten Lumajang, CV. Azita Abadi, Surabaya.

_____, *"Manual Book GPSMAP 76CSx"*, 2006, Garmin International Ltd, Kansas, USA.

Harvey, Adam., 1993 *"Micro Hydro Design Manual – A Guide to small scale water power schemes"*, ITDG Publishing, London, UK.

_____, *"Instruction Manual of Flowatch"*, 2006, JDC Electronics SA, Switzerland