

**STUDI KELAYAKAN DAN PRANCANGAN
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO
DIDUKUH PEKULURAN KEC. DORO KAB. PEKALONGAN**

Sudargana¹⁾, Karnoto²⁾, Hari Nugroho³⁾

Abstrak

Energi listrik merupakan energi yang sangat dibutuhkan oleh segenap warga masyarakat sebagai sumber semua kegiatan seperti penerangan, informasi, industri, dll. Namun sebagian besar baru dinikmati oleh masyarakat kota. Di Jawa Tengah masih banyak dukuh terpencil yang dalam waktu beberapa tahun kedepan belum dapat dilayani oleh PLN. Untuk masyarakat ini pemerintah perlu menyediakan listrik yang bersumber dari energi alternatif terutama pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH).

Kegiatan ini merupakan pelaksanaan kerjasama antara Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi Jawa Tengah dengan Pusat Penelitian Sumberdaya Alam dan Energi Lemlit UNDIP tahun anggaran 2003. Kegiatan berupa survey dan studi kelayakan bagi pembangunan PLTMH di sungai Sorosido Dukuh Pekuluran Desa Sidoharjo Kecamatan Doro Kabupaten Pekalongan yang merupakan dukuh terpencil.

Dari data hidrografi dan topografi sungai ini dapat dirancang mampu menghasilkan listrik sekitar 30 KVA dengan tinggi terjun 10 m dan mampu menerangi seluruh dukuh Pekuluran dengan 62 kepala keluarga bahkan untuk pengembangan perekonomian penduduk.

Kata Kunci : Studi Kelayakan, Perancangan, PLTMH.

Abstract

Electric was the vital energy and needed by community for all activity as lighting, radio, television (information), industry, etc. Although especially the urban community was needed this energy and a little rural community was needed. There were several isolated villages in Central Java, no electricity by PLN. For these villages government would supply the electric energy and build microhydro electric plant.

This activity was an implementation of Central Java Mineral and Energy Agency and Central Research of Energy and Natural Resources, Research Department Diponegoro University cooperation on 2003 budget. Activity form was survey and feasibility study on Micro Hydro Electric Plant (MHEP) at Sorosido river, Pekuluran village, Sidoharjo, Doro Sub-District, Pekalongan Regency. This village was an isolated village.

From hydrography and topography data there could be designed 30 KVA electric and be able to light for 62 houses and even for economical development.

Keyword : feasibility study, design, MHEP.

A. PENDAHULUAN

Listrik merupakan bentuk energi yang paling mudah dikonversi menjadi panas, tenaga gerak, magnet, dll. Dengan demikian listrik banyak dibangkitkan untuk konsumsi penerangan maupun industri. Di Jawa Tengah elektrifikasi baru mencapai 58,4 % kepala keluarga yang terjangkau oleh PLN dan sebagian besar adalah di perkotaan dan sebagian besar dukuh belum berlistrik. 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.

Pada tahun anggaran 2003 Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Tengah bekerjasama dengan Pusat Sumberdaya Alam dan Energi melakukan studi kelayakan pada sungai Sorosido dukuh Pekuluran Desa Sidoharjo Kecamatan Doro Kabupaten Pekalongan yang merupakan dukuh terpencil karena dikelilingi oleh hutan tropis yang tebal dan lebat.

B. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud kegiatan adalah untuk mengoptimalkan pemakaian potensi air deras sungai Sorosido untuk kebutuhan penerangan listrik. Sedangkan tujuannya adalah untuk membantu kemajuan masyarakat dukuh Pekuluran yang merupakan dukuh terpencil.

C. DASAR TEORI

1. Perancangan Turbin

Dengan data debit dan tinggi terjun air sungai yang kecil maka turbin yang paling efektif untuk pembangkit listrik adalah turbin banki-Michel (cross flow) yaitu aliran air mengenai bagian luar satu sisi sudu dan masuk serta mengenai sisi sudu seberangnya

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT-UNDIP

²⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro FT-UNDIP

³⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil FT-UNDIP

lagi sehingga energi lebih efektif karena air mengenai sudu dua kali.
Bila debit air Q dan tinggi terjun H maka :

Kecepatan air di sudu terluar

$$V = C\sqrt{2gH} \tag{1}$$

C : konstante

Kecepatan tangensial sudu

$$U = V \cos \alpha \tag{2}$$

α : sudut masuk air terhadap sudu.

Efisiensi

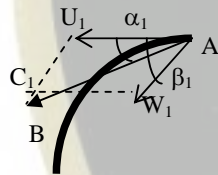
$$\eta = \frac{2C^2U_1}{V_1} (1 + \psi) \left(\cos \alpha_1 - \frac{U_1}{V_1} \right) \tag{3}$$

ψ : perbandingan kecepatan tangensial masuk dan keluar sudu

Efisiensi maksimum diperoleh

$$U_1 = \frac{V_1 \cos \alpha_1}{2} \tag{4}$$

Setelah dihitung secara teoritis diperoleh C = 0,98; $\alpha_1 = 10^\circ$; $\psi = 0,98$, $\eta_{\text{mak}} = 0,878$.



Gb.1. Segitiga kecepatan pada sudu

Pada segitiga kecepatan (Gb.1) titik A adalah ujung luar sudu dan B ujung dalam sudu. Air masuk dari A ke B dan mengalir ke sisi lain masuk sudu lewat B' dan keluar di A' (diseberang poros). Dari analisis diperoleh $\beta_1 = 29,5^\circ$ dan $\beta_2 = 90^\circ$.

Bila D_1 diameter, s_1 tebal aliran air masuk sudu luar dan D_2 diameter, s_2 tebal aliran air sudu dalam (= jarak antar sudu dalam) dan t = jarak antar ujung luar sudu maka

$$s_1 = t \sin \beta_1 = kD_1 \tag{5}$$

k : konstante

$$s_2 = t D_2/D_1 \tag{6}$$

Dari ketentuan efisiensi maksimum maka diperoleh

$$D_2/D_1 = 0,66$$

$$\text{Tinggi sudu } a = 0,17 D_1$$

$$\text{Dan } k = 0,075 - 1. \tag{7}$$

Kelengkungan sudu

Dengan hasil diatas maka busur sudu $73,5^\circ$ dan radius sudu $\rho = 0,326D_1$

Kecepatan putar turbin

$$n = \frac{60\omega}{2\pi} = \frac{60U_1}{\pi D_1}; \text{ (rpm)} \tag{8}$$

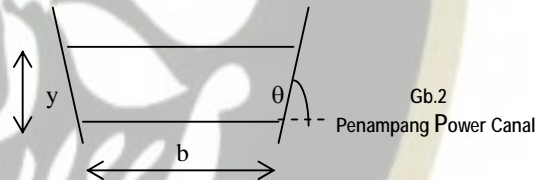
Jumlah sudu

$$N = \frac{\pi D_1}{t} \tag{9}$$

2. Perancangan Bangunan Sipil

Bangunan sipil berupa power canal, forebay, bendung dan rumah turbin. Sebelum perancangan sipil tersebut dilakukan pengukuran dan pembuatan peta topografi yaitu keadaan geografis sehingga dapat ditentukan tinggi terjun, panjang power canal serta peletakan bendung dan rumah turbin.

a. Power canal



Gb.2 Penampang Power Canal

Bila penampang power canal berupa trapesium maka

Luas penampang

$$A = y (b + y \cot \theta) \tag{10}$$

Diameter hydraulic

$$D_H = \frac{2A}{b + \frac{2y}{\sin \theta}} = 2 R_h \tag{11}$$

Debit aliran

Bila saluran dengan panjang L dan sudut kemiringan ϕ maka

$$S_b = \tan \phi = h_f/L \tag{12}$$

Laju aliran air (debit)

$$Q = AV = \frac{R^{2/3} S_b^{1,2}}{n} A \quad (13)$$

D. HASIL RANCANGAN

Dari data-data yang ada

1. Debit kemarau = ± 1,1 m³/dt
2. Kemiringan 23,5°.

Setelah diukur dan digambar dalam peta topografi maka dapat ditentukan :

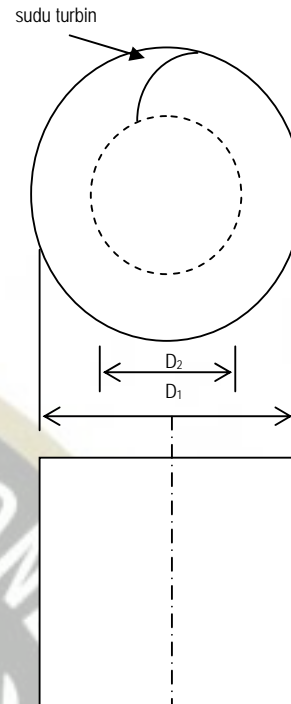
1. Panjang power canal = ± 175 m
2. Tinggi terjun 10 m

Dari data tersebut dapat dipilih alternatif perancangan dengan ketentuan power sesuai dengan kebutuhan penerangan & peningkatan perekonomian seluruh penduduk. Disepakati kebutuhan listrik adalah perancangan adalah 30 KVA dengan perkiraan power terpakai sekitar 24 KW.

Dari hasil perancangan tersebut dapat dihitung dimensi PLTMH seperti pada Tabel.1 berikut :

Tabel.1. Hasil perancangan PLTMH
Dukuh Pekuluran Kecamatan Doro Kabupaten Pekalongan

ITEM	JUMLAH
Power (KVA)	30
Tinggi terjun (m)	10
Debit (m ³ /dt)	0,3822
Diameter penstok (inci)	8
Diam. Luar turbin D ₁ (mm)	576
Diam.dalam turbin D ₂ (mm)	381
Lebar turbin L (mm)	555
Radius lengkung sudu (inci)	3
Jumlah sudu	18
Kecepatan putar turbin (rpm)	218,76
Angka transmisi n _g /n _r	6,8
Panjang canal trapesium (m)	175
Lebar atas/bawah/tinggi (cm)	120/80/60
Dimensi adaptor aliran (cm)	10 x 72



Gb.3. Dimensi Turbin Banki

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimous, 1986, Standart Perencanaan Irigasi, Dirjen Pengairan, Jakarta.
2. Creager, William,P & Justi, Joel, D, 1963, Hydroelectric Handbook, John Willey & Sons Inc., New York.
3. Dietzel, Fritz, 1996, Turbin, Pompa dan Kompresor, Edisi terjemahan, Penerbit Erlangga, Jakarta.
4. Fox, Robert. W. & McDonald, Allan T, Introduction to Fluid Mechanic, John Willey & Sons, Singapore
5. Hadi, Saadat, 1999, Power System Analysis, McGraw Hill Book Company, New York.
6. Mockmore, C. & Merryfield, Fred, The Banki Water Turbine, Journal www.Banki Water Turbin.com
7. Patty, O.P., 1995, Mesin Tenaga Air, Penerbit Erlangga, Jakarta.
8. Popov, E.P., 1996 Mekanika teknik, Ed. Terjemahan, Penerbit Erlangga Jakarta.

LAMPIRAN



