

STUDI TEKNOLOGI TEPAT GUNA PEMBANGKIT LISTRIK BERSKALA PIKO DI KABUPATEN LANY JAYA KAMPUNG MALAGAI

Oleh:

Achmad Syahid¹, Edy Setiawan²

Dosen Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal, PPNS - ITS

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

Abstract. Appropriate Technology abbreviated TTG technology is suitable or appropriate or feasible in a condition or an area that is considered still lagging behind or are not familiar with a variety of technologies, while the term pico-scale power plants stems from the power scaling on hydropower for the purpose simplify the analysis generated power. Pico Hydro is hydro power plants only hundreds of watts to 5 kW (Djoko Santoso, 2003). In an effort to support the program "Energy Independent area" and fulfillment services electrification infrastructure facilities in the district Lany Jaya which have the characteristics of a community settlement spreads with settlement consisting of a few households, the electricity demand is not great, the Piko-scale power plant development could be a solution to increase service infrastruktur electric utilities in the region. Studies intent Appropriate Technology in Power Plant Scale Piko Lanny Jaya Regency is the identification of potential sources of energy for power generation pico scale (5 kW) in the study area and draft power generation technologies appropriate scale piko (5 kW) in accordance with the potential energy sources available and the condition of the area of study. Until the availability of appropriate technology design power pico scale (5 kW) corresponding to the potential sources of electrical energy in the study area (Lanny Jaya Regency).

Keyword: appropriate technology, pico hydro, generated power

Abstrak. Teknologi Tepat Guna (appropriate technology) disingkat TTG adalah teknologi yang sesuai atau cocok atau layak pada suatu kondisi atau daerah yang dianggap masih tertinggal atau belum mengenal berbagai macam teknologi, sedangkan istilah pembangkit listrik berskala piko bermula dari penyekalaan daya pada pembangkit listrik tenaga air dengan tujuan mempermudah dalam analisis daya pembangkitannya. Pico Hydro adalah pembangkit hydro yang kekuatannya hanya ratusan watt sampai 5 kW (Djoko Santoso, 2003). Dalam upaya menunjang program "Kampung Mandiri Energi" dan pemenuhan pelayanan infrastruktur sarana pelistrikan di wilayah Kabupaten Lany Jaya yang memiliki karakteristik permukiman masyarakat yang menyebar dengan permukiman yang terdiri dari rumah tangga yang sedikit, dengan kebutuhan listrik yang tidak besar, maka pengembangan pembangkit listrik skala Piko bisa sebagai solusi untuk peningkatan pelayanan infrastruktur sarana listrik pada wilayah tersebut. Maksud Studi Teknologi Tepat Guna Pembangkit Listrik Berskala Piko di Kabupaten Lanny Jaya yaitu melakukan identifikasi potensi sumber energi untuk pembangkit listrik skala piko (5 kW) yang ada di wilayah studi dan menyusun rancangan teknologi pembangkit listrik tepat guna berskala piko (5 kW) yang sesuai dengan potensi sumber energi yang tersedia dan kondisi wilayah studi. Sampai dengan tersedianya rancangan teknologi tepat guna pembangkit listrik skala piko (5 kW) yang sesuai dengan potensi sumber energi listrik di wilayah studi (Kabupaten Lanny Jaya).

Kata Kunci: teknologi tepat guna, pico hidro, pembangkit listrik

Guna memenuhi pelayanan infrastruktur terutama sarana pelistrikan di wilayah Kabupaten Pemekaran, seperti Kabupaten Lanny Jaya perlu dilakukan langkah awal

peningkatan pelayanan sarana pelistrikan dengan mengandalkan sumber energi listrik yang tersedia melimpah di wilayah tersebut dengan teknologi tepat guna, sehingga tidak dibutuhkan dana investasi yang besar. Potensi sumber energi listrik yang mungkin dikembangkan di wilayah studi yaitu air (energi air), surya (energi surya), angin (energi angin), biomassa (energi biomassa) dan pasang surut (energi pasang surut) yang setara dengan pembangkit listrik pikohidro.

Dalam upaya menunjang program “Kampung Mandiri Energi” dan pemenuhan pelayanan infrastruktur sarana pelistrikan di wilayah Kabupaten Lanny Jaya yang memiliki karakteristik permukiman masyarakat yang menyebar dengan permukiman yang terdiri dari rumah tangga yang sedikit, dengan kebutuhan listrik yang tidak besar, maka pengembangan pembangkit listrik skala Piko bisa sebagai solusi untuk peningkatan pelayanan infrastruktur sarana listrik pada wilayah tersebut.

Maksud dari Pekerjaan Studi Teknologi Tepat Guna Pembangkit Listrik Berskala Piko di Kabupaten Lanny Jaya yaitu melakukan identifikasi potensi sumber energi untuk pembangkit listrik skala piko (5 kW) yang ada di wilayah studi dan menyusun rancangan teknologi pembangkit listrik tepat guna berskala piko (5 kW) yang sesuai dengan potensi sumber energi yang tersedia dan kondisi wilayah studi. Sampai dengan tersedianya rancangan teknologi tepat guna pembangkit listrik skala piko (5 kW) yang sesuai dengan potensi sumber energi listrik di wilayah studi (Kabupaten Lanny Jaya).

Ruang lingkup kegiatan studi Teknologi Tepat Guna Pembangkit Listrik Skala Piko di Kabupaten Lanny Jaya, yaitu:

1. Mengumpulan data sekunder yang terkait dengan potensi sumber energi listrik, seperti data meteorologi (arah angin, kecepatan angin, radiasi matahari), data hidrologi (peta hidrologi, curah hujan, hari hujan, data debit), data oseanografi (pasang surut, tinggi gelombang), data sosial ekonomi (jumlah penduduk, kepadatan), data potensi biomassa (jumlah ternak, tanaman)
2. Melakukan kajian dalam bentuk desk studi mengenai potensi sumber energi listrik yang bisa digunakan untuk pembangkit listrik skala piko.
3. Melakukan survey lapangan perencanaan pembangkit listrik skala piko di wilayah studi berdasarkan potensi, seperti : energi air, energi angin, energi surya.
4. Melakukan penyusunan beberapa alternatif rancangan pembangkit listrik skala piko tepat guna disesuaikan dengan potensi sumber energi listrik yang tersedia dan kondisi wilayah studi.
5. Melakukan perencanaan teknik terinci (DED) pembangkit listrik skala piko tepat guna di lokasi pilot cell yaitu lokasi di Kabupaten Lanny Jaya.

Sementara tujuan dari Studi Teknologi Tepat Guna Pembangkit Listrik Berskala Piko di Kabupaten Lanny Jaya yaitu tersedianya rancangan teknologi tepat guna pembangkit listrik skala piko yang sesuai dengan potensi sumber energi listrik di Kampung Malagai untuk Kabupaten Lanny Jaya.

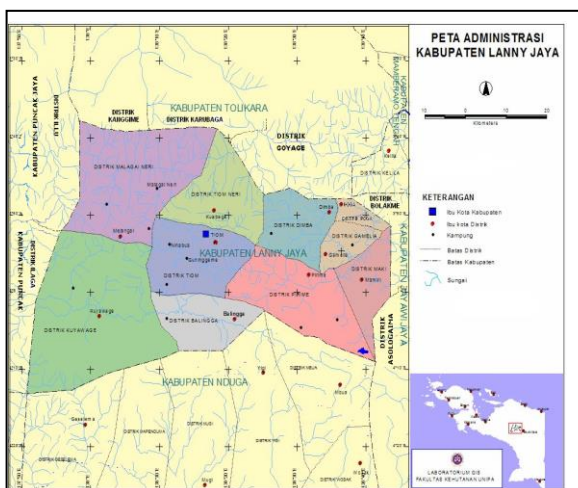
Kabupaten Lanny Jaya adalah sebuah Kabupaten di Provinsi Papua, Indonesia dengan luas wilayah 2.248 km². Kabupaten ini dibentuk pada tanggal 4 Januari 2008 berdasarkan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 2008, bersama-sama

dengan pembentukan 5 kabupaten lainnya di Papua dengan batas wilayahnya:

1. Sebelah Barat berbatasan dengan Ilaga, Illu.
2. Sebelah Timur berbatasan dengan Asologaima
3. Sebelah Utara berbatasan dengan Kanggime, Karubaga dan Goyage serta Kelila
4. Sebelah Selatan berbatasan dengan Mbuwa, Yigi, Mugi, Mapenduma dan Geselma.

Kabupaten Lanny Jaya yang beribukota di Tiom. Wilayah administrasi Kabupaten Lanny Jaya terdiri dari 143 Desa 10 Distrik. Nama distrik di Kabupaten Lanny Jaya yaitu: Distrik Makki, Distrik Pirime, Distrik Tiom, Distrik Balingga, Distrik Kuyawage, Distrik Malagaineri, Distrik Tiomneri, Distrik Dimba, Distrik Gamelia, dan Distrik Poga.

Lokasi studi di Kabupaten Lanny Jaya difokuskan pada kampung Malagai di Distrik Malagaineri. Wilayah administrasi Kabupaten Lanny Jaya ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Wilayah Administrasi Kabupaten Lanny Jaya

Jumlah penduduk dari hasil survey yang dilakukan pada Bulan September Tahun 2012 adalah Distrik Malagaineri di Kampung Malagai 450 kk, 1700 jiwa, 85 rumah. Sedangkan hidrologi kabupaten Lanny Jaya berupa perbukitan banyak dijumpai sungai-sungai kecil.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan untuk melihat potensi energi di Kabupaten Lanny Jaya adalah kualitatif dengan:

1. Mengumpulkan data sekunder yang terkait dengan potensi sumber energi listrik, seperti data meteorologi (arah angin, kecepatan angin, radiasi matahari), data hidrologi (peta hidrologi, curah hujan, hari hujan, data debit), data oseanografi (pasang surut, tinggi gelombang), data sosial ekonomi (jumlah penduduk, kepadatan), data potensi biomassa (jumlah ternak, tanaman);
2. Melakukan kajian dalam bentuk desk studi mengenai potensi sumber energi listrik yang bisa digunakan untuk pembangkit listrik skala piko;
3. Melakukan survey lapangan perencanaan pembangkit listrik skala piko di wilayah studi berdasarkan potensi, seperti : energi air, energi angin, energi surya;
4. Melakukan penyusunan beberapa alternatif rancangan pembangkit listrik skala piko tepat guna disesuaikan dengan potensi sumber energi listrik yang tersedia dan kondisi wilayah studi;
5. Melakukan perencanaan teknik terinci (DED) pembangkit listrik skala piko tepat guna di lokasi pilot cell yaitu lokasi di Kabupaten Lanny Jaya.

Inventarisasi Data Sekunder

Inventarisasi data sekunder berupa kegiatan pengumpulan data pokok dan data penunjang.

Data utama (pokok), yaitu:

1. Data meteorologi (arah angin, kecepatan angin, radiasi matahari)
2. Data hidrologi (peta hidrologi, curah hujan, hari hujan, debit)
3. Data oseanografi (pasang surut, tinggi gelombang)
4. Data sosial ekonomi (jumlah penduduk, kepadatan, sebaran)
5. Data potensi biomassa (jumlah ternak, tanaman)

Data penunjang, yaitu:

1. RTRW Kabupaten Lanny Jaya
2. Studi Terdahulu
3. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Dari BAKOSURTANAL
4. Peta Geologi Dari KEMENTAMBEN
5. Data Meteorologi (Kecepatan Angin, Penyinaran Matahari, Temperatur, curah hujan) dan Geofisika dari BMG
6. Data Produksi Biomassa dan Dinas Pertanian, Kehutanan dan Peternakan
7. Peta Sebaran Karbon Dari BP Migas atau KEMENTAMBEN
8. Standart atau manual peralatan Survey
9. Standart untuk Peralatan Pembangkit Listrik
10. Standart Listrik di Indonesia/PUIL (PERATURAN INTALASI LISTRIK INDONESIA)
11. Harga Satuan Setempat

Desk Studi/Kajian Potensi Sumber Energi Untuk Pembangkit Listrik Skala Piko

Desk studi atau kajian adalah kegiatan analisis awal dari data sekunder

untuk mendapatkan sumber energi yang potensial digunakan untuk pembangkit listrik skala piko. Perhitungan yang dilakukan meliputi potensi listrik yang dihasilkan dari beberapa sumber energi yang ada, meliputi :

- Energi air
- Energi Angin
- Energi Surya
- Energi Pasang Surut

Formula yang digunakan untuk menghitung potensi energi untuk berbagai sumber energi antara lain:

Energi Air, potensi energi :

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_{eff}$$

Dimana:

P = daya terbangkitkan (Watt)

ρ = massa jenis air = 1000 kg/m³

g = gravitasi = 9,81 m²/s

Q = debit (m³/s)

H_{eff} = tinggi efektif (m)

Energi Angin, potensi energi :

$$P = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \rho \cdot A \cdot v_i^3$$

Dimana:

P = potensi energy angin

C = konstanta betz

Konstanta Betz adalah konstanta harganya 1/27 (=59.3%) – batas Betz (Betz limit, diambil dari ilmuwan Jerman Albert Betz). Angka ini menunjukkan efisiensi maksimum yang dapat dicapai oleh rotor turbin angin.

A = luas sapuan rotor (dianggap lm²)

v_i = kecepatan angin rata-rata harian (meter/detik)

ρ = kerapatan udara rata-rata (kilogram/meter²)

Energi Surya, potensi energi surya dimuka bumi Indonesia mempunyai intensitas antara 0,6 – 0,7 kW/m²

Energi Pasang Surut, potensi energi:

$$Emaks = b g H^2 S$$

dan

$$P = \zeta QH$$

Dimana :

Emaks = Jumlah energy yang maksimal dapat diperoleh per siklus

B = Berat jenis air laut

G = gravitasi

H= Tinggi pasang surut terbesar

S = Luas waduk rata-rata antara pasang dan surut

Q = Debit air

ζ = faktor efisiensi

P = Daya

Survey Lapangan Lokasi Pembangkit Listrik Skala Piko

Survey lapangan lokasi pembangkit listrik skala piko adalah kegiatan survey data primer untuk mendapatkan data potensi sumber energi untuk pembangkit listrik skala piko.

Secara garis besar survey lapangan tergantung dari sumber energi, yaitu : Posisi, kecepatan air, *head* (beda tinggi), luas penampang sungai dan debit

Dalam makalah ini akan menjabarkan potensi air sebagai dasar dalam perencanaan dan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) 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.

Selanjutnya metode tersebut akan dijabarkan lebih detail di bawah ini.

Penentuan Lokasi

Penentuan lokasi dilakukan dengan menyusuri sungai yang berada di wilayah studi. Studi lapangan dilakukan guna mengetahui lokasi-lokasi mana yang berpotensi untuk dilaksanakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro. Setelah didapat lokasi yang memiliki potensi, dilakukan penandaan lokasi menggunakan GPS. Tipe GPS yang digunakan adalah GPSMAP76CSx merek Garmin.



Gambar 2 Penandaan Lokasi Menggunakan GPS

Pengukuran Tinggi Jatuh Air

Pengukuran tinggi jatuh air antara sumber air dengan lokasi turbin dilakukan menggunakan alat Waterpass merk Top Con (papan *water pass*). Pengukuran *head* secara

manual menggunakan meteran ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Pengukuran Head Menggunakan Meteran.

Pengukuran Debit Air

Pengukuran debit air sesaat di lokasi memiliki tiga tujuan yaitu :

1. Untuk mengetahui debit air sepanjang musim kemarau dimana studi hidrologi dilakukan guna mengetahui debit air terkecil
2. Untuk memverifikasi data yang diperoleh dari dokumen pengairan apakah sesuai dengan data yang diperoleh dari pengukuran
3. Diperlukan dalam aplikasi dari metode korelasi aliran. Pengukuran debit air dilakukan menggunakan alat propeller devices atau sering juga disebut current meters. 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.

$$Q = V \cdot A$$

Dimana:

$$Q = \text{debit air [m}^3/\text{s]}$$

$$V = \text{kecepatan air [m/s]}$$

A = luas penampang melintang sungai [m²]

Perkiraan besaran debit dari data hujan

Persamaan umum hidrograf satuan sintetik Nakayatsu adalah sebagai berikut (Soemarto, 1987), dan dikoreksi untuk nilai waktu puncak banjir dikalikan 0,75 dan debit puncak banjir dikalikan 1,2 untuk menyesuaikan dengan kondisi di Indonesia.

$$Q_p = \frac{12 \cdot A \cdot R_0}{3.68 \cdot (0.3 \cdot T_p + T_{0.3})}$$

Dimana:

Q_p = debit puncak banjir (m³/dt)

R_0 = hujan satuan (mm)

T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0.3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30 % dari debit puncak

$$T_p = T_g + 0.8 T_r$$

$$T_g = 0.21 \times L^{0.7} \quad \longrightarrow \quad L < 15 \text{ km}$$

$$T_g = 0.4 + 0.058 \times L \quad \longrightarrow \quad L > 15 \text{ km}$$

$$T_{0.3} = \alpha \times T_g$$

Dimana:

L = panjang alur sungai (km)

T_g = waktu konsentrasi (jam)

T_r = satuan waktu hujan diambil 0.25 jam

α = untuk daerah pengaliran biasa diambil nilai 2

Persamaan hidrograf satuannya adalah:

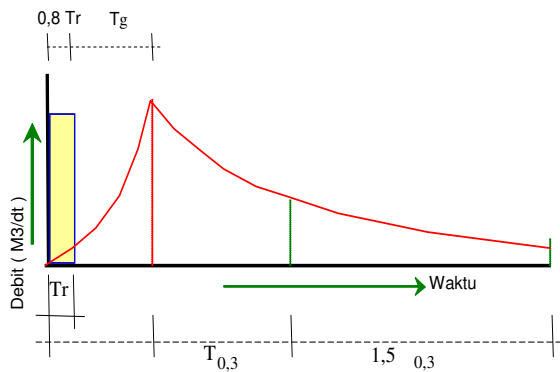
1. Pada kurva naik

$$0 \leq t \leq T \quad Q_t = (t/T_p)^{2.4} \times Q_p$$

2. Pada kurva turun

$$- T_p < t \leq T_p + T_{0.3} \quad Q_t = Q_p \times 0.3^{\left(\frac{t-T_p}{T_{0.3}}\right)}$$

$$- T_p + T < t \leq T + 2.5T \quad Q_t = Q_p \times 0.3^{\left(\frac{t-T_p+0.5T}{1.5T_{0.3}}\right)}$$



Gambar 4 Hidrograf Satuan Nakayatsu

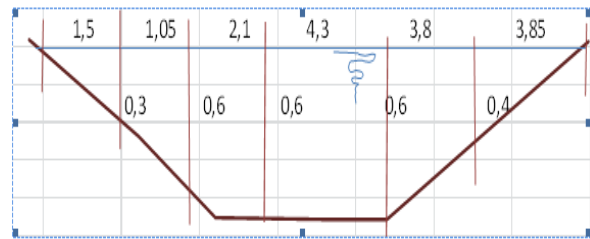
**Perhitungan Potensi Daya
Besaran debit terukur**

Besaran debit terukur yang terukur pada tanggal 13 September 2012 dengan data pengukuran sebagai yang ditunjukkan pada Gambar 5, dan Gambar 6. serta rincian pengukuran seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Debit pada saat pengukuran adalah 4,94 m³/detik, sedangkan perkiraan base flow adalah 0,87 m³/detik.



Gambar 5 Pengukuran Debit Sungai Malagaineri di Malagai



Gambar 6 Penampang Melintang Pengukuran Sungai Malagaineri di Malagai

Tabel 1 Hasil Pengukuran Debit Sungai Tiom di Gubo

No Baling - baling 51080						
No.	A	N	t (dt)	n	V (m/dt)	Q (m ³ /dt)
1	0,23	183	31	5,90	0,36	0,08
2	0,47	173	16	10,81	0,63	0,30
3	2,30	131	39	3,36	0,23	0,53
4	1,26	285	29	9,83	0,57	0,72
5	2,58	358	25	14,32	0,81	2,10
6	2,30	322	36	8,94	0,53	1,21
Total						4,94

Besaran Debit Prediksi

Besaran debit prediksi berdasarkan debit pengukuran dan data hujan yang tercatat di Stasiun Meteorologi Kelas III Wamena dan perkiraan base flow sebesar 0,87 m³/detik didapatkan kondisi debit sebagai Tabel 2.

Tabel 2 Besaran Debit Sungai Malagaineri di Malagai (m³/detik)

Maks	175,04	223,82	226,18	363,81	248,42	188,83	144,08	170,71	154,85	206,31	188,80	250,04
Mn	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Perata	24,18	26,02	26,80	28,31	16,34	16,30	13,73	15,47	15,38	18,77	18,75	21,18
Modus	17,21	17,40	21,81	57,10	23,44	24,98	11,25	13,08	5,45	15,82	24,32	10,58

Head Terukur

Head terukur pada terjunan-terjunan di sungai didapat 36 cm. Pengukuran sipat datar hulu ke hilir sejauh 25 meter terdapat head setinggi 124 cm.

Perkiraan Daya

Jika pembangkitan didasarkan pada head terjunan di sungai maka daya yang bisa dibangkitkan adalah:

$$WHP = \rho gQH \text{ Wat}$$

Dimana:

WHP (P): daya listrik yang dibangkitkan (kW)

ρ : efisiensi sistem (%)

g : percepatan gravitasi (m/detik²)

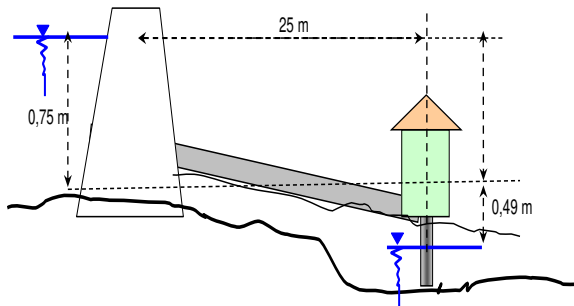
H: head (m)

Dengan demikian daya yang bisa dibangkitkan adalah:

$$\begin{aligned} WHP &= \rho gQH \\ &= 999 \cdot 9,8 \cdot 0,94 \cdot (0,36) \\ &= 3.313,00 \text{ Watt} \\ &= 3,3 \text{ kWatt} \end{aligned}$$

Jika pembangkitan didasarkan pada head pengukuran beda tinggi hulu-hilir dengan bantuan pemasangan penstock seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, maka perkiraan daya yang bisa dibangkitkan adalah :

$$\begin{aligned} WHP &= \rho gQH \\ &= 999 \cdot 9,8 \cdot 0,94 \cdot (1,24) \\ &= 11.411,46 \text{ Watt} \\ &= 11,41 \text{ kWatt} \end{aligned}$$



Gambar 6 Pengukuran Head Sungai Malagairi di Malagai

Penyusunan Alternatif Rancangan Pembangkit Listrik Skala Piko

Data hasil survey lapangan akan digunakan untuk penyusunan alternatif

rancangan pembangkit listrik skala piko. Untuk kabupaten Lanny Jaya akan dirancang pembangkit listrik skala piko yang memanfaatkan sumber energi air.

Perencanaan Teknis Terinci di Lokasi Pilot Cell

Adapun kegiatan perencanaan teknis terinci yang akan dilakukan yaitu:

1. Perhitungan Kapasitas Energi
2. Perhitungan Efisiensi
3. Perencanaan pekerjaan sipil
4. Perencanaan pekerjaan Mekanikal
5. Perencanaan pekerjaan Elektrikal
6. Spesifikasi Teknis
7. RAB (Rencana Anggaran Biaya)
8. Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan atau Standard Operating Prosedure (SOP)

PEMBAHASAN

Konsep Rancangan Pembangkit Piko hidro

Pemilihan lokasi pembangunan PLTPH didasarkan pada potensi energi di suatu daerah. Kriteria selanjutnya didasarkan kepentingan penduduk yang membutuhkan penerangan listrik. Hal ini didasarkan pada jumlah penduduk terbanyak yang dinyatakan dalam Tabel 4. dengan asumsi daya pembangkitan dari TTG adalah 5000 Watt.

Tabel 3 Potensi Energi

NO	KAMPUNG- DISTRIK	POTENSI ENERGI		
		ENERGI SURYA	ENERGI BAYU	ENERGI AIR
A	KABUPATEN LANNY JAYA			
A.1	Gubo- Tiomeri	Dengan Sel Surya 100 WP dihaalkan 100 Watt	Dengan Turbin angin Bergay 1500 Watt dihaalkan 0,012 Watt	10,72 KW
A.2	Gurika- Tiom	Dengan Sel Surya 100 WP dihaalkan 100 Watt	Dengan Turbin angin Bergay 1500 Watt dihaalkan 0,012 Watt	10,72 KW
A.3	Malagai- Malagaireri	Dengan Sel Surya 100 WP dihaalkan 100 Watt	Dengan Turbin angin Bergay 1500 Watt dihaalkan 0,012 Watt	11,41 KW
B	KABUPATEN JAYAPURA			
B.1	Bukisi- Yokari	Dengan Sel Surya 100 WP dihaalkan 100 Watt	Dengan Turbin angin Bergay 1500 Watt dihaalkan 0,012 Watt	0,31 KW
B.2	Neukisi- Yokari	Dengan Sel Surya 100 WP dihaalkan 100 Watt	Dengan Turbin angin Bergay 1500 Watt dihaalkan 0,012 Watt	

Tabel 4 Perhitungan Losses dan Jumlah Rumah Konsumen

Perhitungan Losses Dengan Kabel 220 Volt 6 mm ² , R = 0,1 Ω dan X = 0,1 Ω (Tiap 500 m)					
No	Kampung	Jarak Dari Pembangkit Piko Hidro 5 kW 220 Volt	Jumlah Rumah	Tegangan (Volt)	Daya (watt)
1	Gubo (Yoman)	1,5 km	9	216,22	4966,31
2	Gubo (Tilome)	3 km	8	212,44	4932,62
3	Gubo (Kiwaron I & II)	4,5 km	12	208,66	4898,93
4	Gubo (Jalagi)	6 km	6	204,88	4865,24
5	Gurika (Unom)	1,5 km	5	216,22	4966,31
6	Gurika (Tombea)	3 km	4	212,44	4932,62
7	Gurika (Ambena)	4,5 km	2	208,66	4898,93
8	Gurika (Melbarah)	6 km	3	204,88	4865,24
9	Malagaineri (Ganume)	3 km	35	212,44	4932,62
10	Malagaineri (Pineme)	4,5 km	35	208,66	4898,93
11	Malagaineri (Moko)	6 km	14	204,88	4865,24

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat bahwa pembangunan pikohidro yang terpilih adalah Kampung Malagai Distrik Malagaineri Kabupaten Lanny Jaya karena dengan jumlah rumah paling banyak.

Untuk memberikan gambaran tentang sistem pembangkitan pikohidro dengan ini ditunjukkan sistem pembangkitan sederhana yang ditunjukkan pada Gambar 7. Berdasarkan data hasil pengukuran sungai Tiom di Kampung Malagai didapat hasil sebagai berikut: dengan potensi head alternatif 1 dengan mengambil panjang sungai hulu hilir sejauh 5 meter didapat head = 0,45 meter pada potensi debit = 1,24 m³/detik. Untuk alternatif 2 dengan mengambil panjang sungai hulu-hilir 25 meter didapat potensi head = 0,94 meter dan potensi debit = 1,24 m³/detik.

Hasil pengukuran lapangan diperoleh data sebagai berikut:

Tinggi Head Alt. 1 (H) = 0,45 m

Tinggi Head Alt. 2 (H) = 0,94 m

Debit pembangkitan (Q) = 1,24 m³/detik

Sebelum suatu PLTPH dipertimbangkan untuk dibangun, sangat penting untuk memprediksi ketersediaan dari debit sungai dan tinggi energi yang tersedia di lokasi. Dalam hal pembangkit listrik berdasarkan teknologi tepat guna (TTG), maka dipakai sistem kincir. Hal ini

menyesuaikan dengan kondisi topografi sungai dan lokasi sekitar konsumen yang tidak memungkinkan sistem pembangkit dengan turbin.

**Gambar 7 Desain PLTPH yang Sederhana**

Besarnya potensi tenaga air teoritis dapat dihitung dengan rumus :

$$P_A = \rho \times g \times H \times Q$$

Dimana :

P_A = tenaga air (watt)

ρ = massa jenis air (kg/m³)

Q = tinggi air (m).

g = gravitasi bumi.

$$\begin{aligned} P_A (\text{alt.2}). &= 999 \times 9,8 \times 0,94 \times (1,24) \\ &= 11.411,46 \text{ Watt} \\ &= 11,41 \text{ Kwatt} \end{aligned}$$

Daya turbin dapat dihitung dengan rumus :

$$P_T = \xi_T \times P_A$$

Dimana:

P_T = tenaga turbin air (Hp).

P_A = tenaga air (watt).

ξ_T = efisiensi turbin.

Dengan nilai η_T (efisiensi turbin kincir air) diambil 0,61, hasil perhitungan diperoleh daya turbin kincir air:

$$P_T = 0,51 \times 11,41 \text{ kW} = 5,82 \text{ kW}$$

Daya generator dapat dihitung dengan rumus:

$$P_G = \eta_T \times P_T$$

$$= 0,85 \times 5,82 \text{ kW}$$

$$= 4,95 \text{ kW}$$

Beban maksimum generator:

$$P_B = 0,8 \times P_G = 0,85 \times 4,95 \text{ kW}$$

$$= 4,21 \text{ kW.}$$

Dengan mempertimbangkan losses tegangan dan daya maksimum yang bisa dibebankan ke generator maka daya dan tegangan yang bisa diterima di konsumen adalah sebagai yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Perhitungan Losses dan Daya Layanan TTTG

Perhitungan Losses Dengan Kabel 220 Volt 6 mm (kuadrat), R=0,1 Ω dan X=0,1 Ω (Tiap 500 m)					
No	Kampung	Jarak Dari Pembangkit Piko Hidro 5 kW 220 Volt	Jumlah Rumah	Tegangan (Volt)	Daya (watt)
1	Gubo (Yoman)	1,5 km	9	216,22	4176,31
2	Gubo (Tilome)	3 km	8	212,44	4142,62
3	Gubo (Kiwaron I & II)	4,5 km	12	208,66	4108,93
4	Gubo (Jalagi)	6 km	6	204,88	4075,24
5	Gurika (Unom)	1,5 km	5	216,22	4176,31
6	Gurika (Tombea)	3 km	4	212,44	4142,62
7	Gurika (Ambena)	4,5 km	2	208,66	4108,93
8	Gurika (Melbarah)	6 km	3	204,88	4075,24
9	Malagaineri (Ganume)	3 km	35	212,44	4142,62
10	Malagaineri (Pineme)	4,5 km	35	208,66	4108,93
11	Malagaineri (Moko)	6 km	14	204,88	4075,24

Perencanaan Turbin

Direncanakan:

- Turbin berbentuk melingkar dengan diameter = 3m
Bahan = Kayu Besi: sangat kuat atau tahan air
- Diameter poros penggerak (dudukan Turbin) = 60 mm Bahan: Poros Baja St 70 Ø 60 mm, panjang = 1,5m

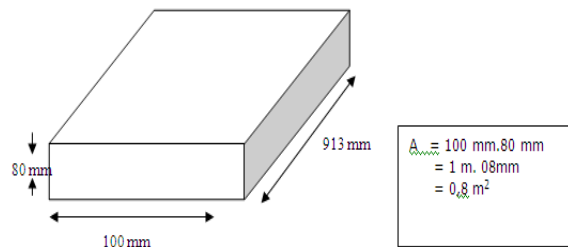
- Bearing penopang poros: NGK–Roller Ball Ø 60 mm berjumlah: 2 unit

- Kecepatan air $= \sqrt{2gh}$
 $= \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,5}$
 $= 5,5 \text{ m/dt}$

- Debit air $\emptyset = A \cdot V$
 $\text{m}^3/\text{dt } 0,75 = A \cdot 5,5 \text{ m/dt}$

$$A = \frac{0,75 \text{ m}^3/\text{dt}}{5,5 \text{ m/dt}} = 7,3$$

- Unit rancangan penyearah air sungai ke turbin maksimal = 7,3m²



Perhitungan diameter pulley

Unit pasangan (1) antara Turbin dan Gear

Box

$$\frac{N1}{N2} = \frac{300 \text{ cm}}{50 \text{ cm}}$$

$$\frac{25}{N2} = \frac{300 \text{ cm}}{50 \text{ cm}}$$

$$\frac{25 \cdot 50}{300} = \frac{1250 \text{ cm}}{300 \text{ cm}} = 4.17 \text{ rpm}$$

Diameter pulley 1 = 50 cm

(2) Out Gear box 1 : 30

$$N3 = 4.17 \times 30$$

$$= 125,10 \text{ rpm}$$

(3) dari Gear box ke generator AC 5000 watt , 1500 rpm

$$\frac{N3}{N4} = \frac{d3 \text{ cm}}{d4 \text{ cm}}$$

$$\frac{125,10}{N4} = \frac{2 \text{ cm}}{24 \text{ cm}}$$

$$2 \cdot n4 = 24 \cdot 125,10$$

Diameter pulley 2 = 2 cm

Diameter pulley 3 = 24 cm

$$.2. n_4 = 3002,40 = 1501,40 \text{ rpm}$$

$$.2. n_4 = \frac{3002,40}{2} = 1501,40 \text{ rpm}$$

Turbin dapat menggerakkan generator AC tiga phase 5000 watt, yang digunakan direncanakan 3000 watt rpm rendah (1500 rpm) agar generator aman.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil studi yang telah dilakukan di daerah Kabupaten Lany Jaya Kampung Malagai, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Aliran sungai di kawasan Kabupaten Lany Jaya Kampung Malagai dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.
2. Dari hasil perhitungan diperoleh besarnya daya yang mampu dibangkitkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga

Mikro Hidro adalah tergantung *head*, debit air dan jenis turbin

Saran

Dari hasil studi yang telah dilakukan di daerah Kabupaten Lany Jaya Kampung Malagai, dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Sebagai pilot cell implementasi Teknologi Tepat Guna Pembangkit Listrik Piko Hidro, untuk Kabupaten Lanny Jaya bisa berlokasi di Kampung Malagai.
2. Sebelum implementasi, perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat perihal Teknologi Tepat Guna Pembangkit Listrik Skala Piko di Kampung Malagai Distrik Malagaineri Kabupaten Lanny Jaya.
3. Perlu dilakukan training atau pelatihan pengoperasian dan pemeliharaan Teknologi Tepat Guna Pembangkit Listrik Skala Piko untuk pengelola sistem di lokasi Kampung Malagai Distrik Malagaineri Kabupaten Lanny Jaya.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, "Laporan Studi Teknologi Tepat Guna Pembangkit Listrik berskala Piko di Kawasan Kabupaten Lany Jaya", (2012), PT. Hasta Teknik Konsultan.
- _____, "Manual Book GPSMAP 76CSx", (2006), Garmin International Ltd, Kansas, USA.
- Arismunandar, A. dan Kuwahara, S., "Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik – Jilid I Pembangkitan dengan Tenaga Air", (1974), Pradnya Paramita, Jakarta.

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

Kusdiana, D., Sitompul, A. dkk., "Pedoman Teknis Standardisasi Peralatan dan Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikro hidro (PLTMH)-Imidap (Integrated Microhydro Development and Application Program)", (2008), Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.