

IDENTIFIKASI POTENSI PLTMH DI DESA MONGILO PROVINSI GORONTALO

Komang Arya Utama¹ dan Abdul Kadir Setiawan²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia
Email: arykomang@yahoo.com

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas negeri Gorontalo, Indonesia
Email: abdulk.setiawan@gmail.com

ABSTRACT

Mongiilo is a village that has a very poor service in electricity supply. However, this village has Butaiyo Kiki River that flows throughout the year that can be used to supply additional power to the community. This research aims to determine the potential of PLTMH from Butaiyo Kiki River in order to solve the problems of electric energy in the village Mongiilo. The method used are observation and measurement directly in the field; determine the dependable discharge by using FJ Mock formula; and analysis of intake infrastructure according to the manual book of the Directorate General of Irrigation Department of Public Works. The result of this research shows that the average dependable discharge of Q_{90} obtained at $0.60 \text{ m}^3/\text{sec}$. Based on conditions on the field site, the height of potential head which is 13.23 m which will generate power of 48,798 Watts. The number of homes receiving electrical power supply with a minimum requirement of electricity per home of 450 watts is 108 Houses. As for the design of building power plants is obtained; weir crest height is 2.5 m , intake geometry are 1 m of width and 0.5 m of height. Headrace is a rectangle with a height of 1.3 m , a width of 1 m , stilling basin with a width of 1.5 m , length 16 m and height of 2.1 m , sand trap with 0.691 m high and 0.5 m wide with a slope 3.6%; forebay is 6 m long, 3 m wide, height is 2.5 m .

Key words: dependable discharge, energy potential, Butaiyo Kiki River, PLTMH

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Desa Mongiilo adalah desa yang masih mengalami kekurangan pasokan listrik. Namun Desa ini memiliki Sungai Butaiyo Kiki yang mengalir sepanjang tahun yang dapat dimanfaatkan untuk tambahan pasokan listrik ke masyarakatnya. Oleh karenanya, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) bisa menjadi solusi dalam mengatasi masalah kekurangan listrik tersebut. PLTMH adalah suatu sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan air dan *head* atau tinggi jatuh sebagai sumbernya. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang potensi Sungai Butaiyo Kiki ini sebagai potensi energi untuk pembangkit listrik tenaga air

Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini yaitu;

1. Berapakah debit andalan (Q_{90}) Sungai Butaiyo Kiki di Desa Mongiilo?
2. Berapakah besar potensi listrik yang dapat dihasilkan dari Sungai Butaiyo Kiki di Desa Mongiilo?
3. Bagaimana desain dasar infrastruktur pembangkit listrik tenaga air?

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah;

1. Mengetahui debit andalan (Q_{90}) Sungai Butaiyo Kiki di Desa Mongiilo.
2. Mengetahui besar potensi listrik yang dapat dihasilkan dari Sungai Butaiyo Kiki di Desa Mongiilo.
3. Mengetahui desain dasar infrastruktur pembangkit listrik tenaga air.

LANDASAN TEORI

Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu tentang air. Pemahaman tentang siklus hidrologi dan

proses yang terjadi di dalamnya, sangat berpengaruh dalam mengidentifikasi potensi hidrologi yang dimiliki oleh sebuah daerah. Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu air dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi.

Usaha menganalisis hujan dapat dilakukan dengan tiga macam cara yang umum dipakai, yaitu dengan menghitung curah hujan rata-rata untuk suatu kawasan dengan metode Rata-Rata Aritmatik (Aljabar), metode Poligon Thiessen, dan metode Isohyet (Triatmodjo, B. 2013).

Debit Andalan

Debit andalan adalah debit dengan keadaan tertentu yang diperkirakan akan terus ada pada sebuah ruas sungai. Andalan yang didasarkan atas frekwensi/probabilitas kejadian, dirumuskan sebagai berikut :

$$P(Xm = \frac{m}{N+1}) \times 100\% \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

Menurut pengamatan Soemarto, C.D. (1987) besarnya keandalan yang diambil untuk penyelesaian optimum penggunaan air di beberapa macam proyek adalah seperti yang tersaji pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 Besarnya Keandalan Debit Berbagai Keperluan

Kebutuhan	Debit andalan (%)
1. Air minum	99
2. Air irigasi	95-98
3. Air irigasi	
a. Daerah beriklim setengah lembab	70-85 80-95
b. Daerah beriklim kering	
4. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)	85-90

Sumber : Soemarto, C.D. 1987

Evapotranspirasi Potensial (ET_0)

Dalam perhitungan evapotranspirasi potensial diperlukan data-data klimatologi seperti temperatur, kelembaban relatif, kecepatan angin dan lamanya peninjakan matahari. Analisis evapotranspirasi potensial menggunakan metode Penman Modifikasi

dalam penelitian ini dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$ET_0 = c[W.Rn + (1-W).f(u).(ea-ed)] \dots \dots (2)$$

Sedangkan untuk Evapotranspirasi actual (Ea) diformulasikan sebagai berikut:

$$E_a = E_{to} - [E_{to} \times d/30 \times m] \dots\dots\dots (3)$$

Debit Bulanan Dengan Metode F.J. Mock

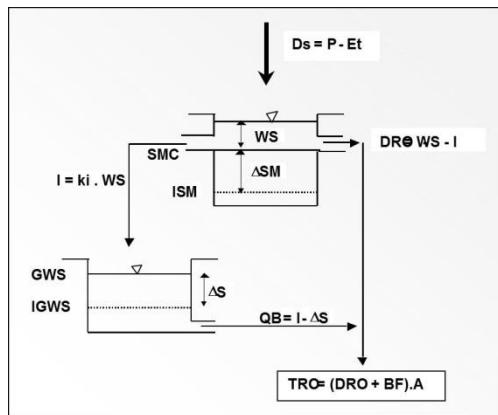
Metode Mock dikembangkan oleh Dr. F.J.Mock dengan dasar asumsi analisis ketersediaan air pada *watershed*, dimana sebagian akan jatuh pada permukaan tanah dan sebagian lagi akan mengalami evapotranspirasi. Surplus hujan terjadi bila kelembaban tanah telah mencapai harga maksimum. Dari air surplus, sebagian akan menjadi *direct run off* dan sebagian lagi akan meresap ke dalam tanah sebagai infiltrasi. Air yang mengalami proses infiltrasi, sebagian akan mengalir sebagai aliran dasar (*base flow*) dan sebagian lagi akan mengubah tumpungan air tanah sehingga menaikkan penampungan air tanah. Selanjutnya air tanah yang mengalir sebagai *base flow* akan bergabung dengan *direct run-off* sebagai *total run off* untuk memperkirakan besarnya debit suatu daerah aliran sungai berdasarkan konsep *water balance*.

Formulasi-formulasi yang digunakan dalam melakukan analisis dengan Metode Mock adalah:

$$GS = \{ 0,5 \times (1 + K) \times i \} + \{ K \times GS_{\text{om}} \}$$

..... (8)

$$TRO = BF + DRO + SRO \dots \dots \dots (12)$$



Gambar 1 Skema Model Mock

Penerapan Model Mock pada sebuah daerah untuk menganalisis debit bulannya seharusnya melalui proses kalibrasi. Namun karena ke-tidak ada-an data pengamatan debit terukur, maka proses kalibrasi akan ditiadakan dan diganti dengan pengujian hasil analisis Model Mock yang ada dengan data pengukuran langsung debit sesaat di Sungai Butaiyo Kiki

Debit Banjir Rancangan

Metode yang digunakan dalam memperkirakan debit puncak banjir kala ulang 50 tahun yang akan terjadi adalah Metode Hasper. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot q \cdot A \dots \dots \dots \quad (13)$$

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) merupakan sebuah solusi dalam rangka usaha penyediaan energi listrik bagi masyarakat. PLTA adalah sebuah sistem yang merubah tenaga air dengan ketinggian tertentu menjadi tenaga listrik dengan menggunakan turbin air dan generator.

Pemanfaatan PLTA dengan kategori mikro merupakan solusi yang tepat. Pembangkit Listrik tenaga Mikro Hidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi potensial air sebagai sumber enrginya yang menghasilkan daya pada skala mikro, yaitu sekitar 5 – 100 kW.

Instrumen infrastruktur bangunan PLTMH yang harus ada dalam perencanaan antara lain:

1. Bendungan / *weir*
 2. Intake
 3. Saluran pembawa
 4. Bak pengendap
 5. Saluran pembilas
 6. Bak penenang
 7. Piapa pesat
 8. Rumah pompa
 9. Turbin
 10. Generator
 11. Saluran pembuangan

Daya Terbangkitkan

Tujuan akhir dalam usaha menganalisis potensi sumberdaya air sebuah ruas sungai untuk pemanfaatan nyasebagai sumber energi listrik adalah mengetahui berapa besar daya yang dapat terbangkitkan pada sungai tersebut.

Daya dapat dihitung dengan persamaan adalah :

$$P_{nett} = g \times H_{eff} \times Q \times \eta_{tot} \dots\dots\dots (14)$$

Kebutuhan Listrik Masyarakat

Kebutuhan listrik masyarakat, khususnya pada program pelistrikan desa sangat dibatasi. Hal ini didasarkan pada ketersediaan potensi sumberdaya air, kemampuan memelihara dan membiayai penggunaan listrik, serta besaran biaya pembangunan.

Tabel 2 Perkiraan Kebutuhan Listrik Minimal Daerah Pedesaan tiap Sambungan Rumah (SR)

Keterangan	Jumlah	Daya (watt)	Jumlah Daya (watt)
Penerangan Lampu	5 titik	25	125
Televisi	1 unit	90	90
Radio	1 unit	45	45
Kebutuhan minimum per rumah			260

Sumber: hasil survei lapangan

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini secara administratif terletak di Desa Mongiilo Kecamatan Bulango Ulu, Kabupaten Bone Bolango. Secara geografis termasuk dalam *cathement area* Sub DAS Mongiilo (DAS Bolango), yang berada pada koordinat $0^{\circ}39'02''$ LU, $123^{\circ}8'58''$ BT. Lokasi penelitian seperti disajikan pada Gambar 3 di bawah ini.

Metode Pengumpulan Data

Sumber Data

1. Data primer
 - a. Debit sesaat sungai
 - b. Topografi lokasi penelitian
 2. Data sekunder
 - a. Peta topografi DAS
 - b. Data curah hujan dan klimatologi
 - c. Data penduduk

Teknik Pengumpulan Data

1. Studi pustaka

Studi pustaka dalam penelitian ini yaitu mencari data dan informasi yang relevan tentang landasan teori yang bersumber pada buku-buku, jurnal, dan lain-lain

2. Observasi

Tujuan dari observasi yaitu untuk mendapatkan data secara langsung dengan mengamati hal-hal yang berhubungan dengan penelitian.

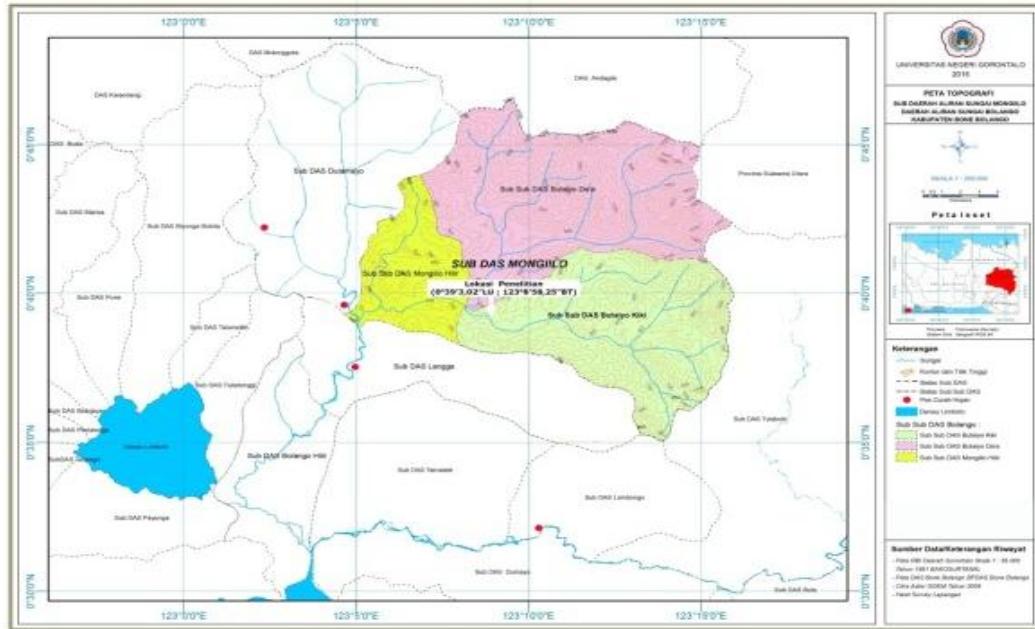
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Potensi Sumberdaya Air

Penentuan Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai dalam penelitian ini apabila dilihat dari topografinya merupakan bagian wilayah DAS yang terkecil dari DAS Bolango atau Sub Sub DAS yang termasuk dalam Sub DAS Mongiilo. Sub Sub DAS ini penamaannya mengikuti nama sungai tersebut yakni Sub Sub DAS Butaiyo Kiki.

Perhitungan luasan DAS ini dihitung dengan bantuan aplikasi *Auto CAD* 2007 dan diperoleh luas $94,31 \text{ km}^2$



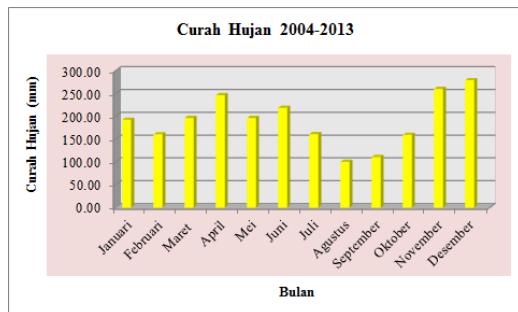
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari stasiun hujan yang ada di wilayah terdekat dari wilayah studi. Data hujan untuk masing-

masing stasiun dalam penelitian ini yakni sebanyak 10 tahun, selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode Rerata Aljabar untuk mendapatkan curah hujan rerata yang akan di input dalam

menganalisis debit bulanan menggunakan metode F.J.Mock.



Gambar 3. Grafik Curah Hujan Bulanan 2004-2013

Berdasarkan Gambar 3 di atas, menunjukkan bahwa curah hujan rata-rata terbesar yaitu pada bulan Desember dengan curah hujan sebesar 278,93 mm/bulan sedangkan curah hujan rata-

rata terkecil yaitu pada bulan Agustus dengan curah hujan sebesar 100,11 mm/bulan.

Analisis Debit Bulanan Dengan Metode F.J. Mock

Evapotranspirasi potensial

Analisis evapotranspirasi dihitung harian dan perbulan tiap tahunnya dengan menggunakan program *Microsoft Excel*. Kemudian di rekapitulasi sebagaimana yang tersaji pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 evapotranspirasi bulanan tahun 2004-2013 maksimum terjadi pada bulan Oktober dengan nilai sebesar dengan nilai 145,40 mm/bulan dan minimum terjadi pada bulan Februari dengan nilai sebesar 111,15 mm/bulan.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai Evapotranspirasi Potensial Bulanan Tahun 2004 – 2013 (mm/bulan)

Tahun	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2004	126.88	109.93	143.27	132.04	124.31	130.38	116.26	163.24	167.82	162.33	126.29	124.62
2005	114.98	109.18	135.65	131.47	125.08	97.87	108.54	125.29	149.44	150.94	136.18	105.95
2006	110.21	105.67	135.09	135.66	127.62	95.79	119.85	144.13	156.30	164.23	140.37	110.10
2007	110.79	106.56	134.86	136.33	132.05	96.82	110.36	118.33	153.23	152.90	142.86	106.57
2008	129.80	114.91	99.05	115.84	119.28	104.95	96.29	112.45	121.79	126.46	143.56	102.20
2009	109.72	110.76	127.71	116.96	129.02	111.12	131.98	163.25	178.97	172.11	115.78	141.99
2010	121.84	133.52	152.24	126.26	125.30	101.51	101.18	110.05	111.01	117.03	120.33	104.39
2011	103.48	97.82	107.04	113.41	118.73	103.72	130.44	154.18	131.98	133.44	114.53	107.12
2012	113.19	111.17	121.58	112.31	118.13	102.76	99.06	144.88	147.93	134.37	112.01	137.02
2013	99.09	111.97	134.82	115.00	108.88	105.33	98.23	122.90	134.61	140.17	120.66	111.73
Rerata	114.00	111.15	129.13	123.53	122.84	105.02	111.22	135.87	145.31	145.40	127.26	115.17

Sumber: hasil analisis.

Debit bulanan dengan metode F.J.Mock

Analisis debit bulanan dilakukan dengan menggunakan metode empiris F.J. Mock. Analisis yang dilakukan dalam model Mock ini bertujuan untuk mengalih-ragamkan hujan menjadi aliran (*rain-run*). Melalui analisis ini, maka kita

dapat mengetahui estimasi besar debit yang mengalir di Sungai Bataiyo Kiki.

Hasil analisis tersebut nantinya akan digunakan sebagai dasar dalam menentukan keandalan debit yang tersedia di Sungai Butaiyo Kiki. Analisis debit bulanan dengan metode F.J. Mock dalam penelitian ini dibantu dengan menggunakan *Microsoft Excel*.

Tabel 4. Debit Bulanan Dengan Metode F.J. Mock Tahun 2004-2013 (m³/det)

Tahun	Bulan												Jumlah	Rerata
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Juni.	Jul.	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.		
2004	1.71	0.77	0.84	0.66	0.51	0.35	0.47	0.14	0.14	0.49	0.61	0.39	7.08	0.59
2005	1.07	1.77	1.49	1.17	0.84	1.37	0.65	0.52	0.43	1.42	2.11	3.08	15.93	1.33
2006	12.72	10.33	8.21	13.75	11.23	16.04	7.05	5.98	7.35	4.69	16.39	12.40	126.14	10.51
2007	5.15	6.02	4.32	4.44	4.29	10.32	6.46	6.53	4.53	3.48	4.05	9.27	68.86	5.74
2008	1.67	1.55	5.69	3.31	2.14	2.65	3.07	1.83	1.71	3.70	2.87	2.81	33.00	2.75
2009	2.44	1.38	2.01	4.37	2.46	1.36	1.38	0.93	0.82	1.15	2.63	1.26	22.19	1.85
2010	3.98	3.10	2.38	4.26	4.47	5.22	5.64	5.13	6.59	5.57	4.87	5.43	56.64	4.72
2011	2.76	3.74	3.47	3.08	1.83	1.96	1.21	1.00	1.04	2.23	1.75	2.42	26.49	2.21
2012	2.70	3.27	3.15	3.25	1.85	1.42	4.04	1.67	1.36	2.14	3.82	4.76	33.44	2.79
2013	1.43	2.69	1.50	2.46	4.16	2.09	2.98	2.71	1.58	1.26	1.89	3.13	27.87	2.32
Rerata	3.56	3.46	3.31	4.07	3.38	4.28	3.29	2.64	2.56	2.61	4.10	4.50	41.76	3.48

Sumber: hasil analisis

Berdasarkan Tabel 4 di atas dapat disimpulkan bahwa debit bulanan tertinggi terjadi pada bulan Desember sebesar 4,50 m³/det dan debit terrendah terjadi pada bulan September sebesar

2,56 m³/det. Data pada Tabel 4 di atas, akan dianalisis lagi untuk mengetahui probabilitas tingkat keandalan debit. Hasil analisis keandalan debit disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5. Analisis Keandalan Debit Bulanan Sungai Butaiyo Kiki

No	M/N+1	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	9.09	5.15	6.02	5.69	4.44	4.47	10.32	6.46	6.53	6.59	5.57	4.87	9.27
3	27.27	12.72	10.33	8.21	13.75	11.23	16.04	7.05	5.98	7.35	4.69	16.39	12.40
4	36.36	2.76	3.27	3.47	4.26	4.16	2.65	4.04	2.71	1.71	3.48	3.82	4.76
5	45.45	2.70	3.10	3.15	3.31	2.46	2.09	3.07	1.83	1.58	2.23	2.87	3.13
6	54.55	2.44	2.69	2.38	3.25	2.14	1.96	2.98	1.67	1.36	2.14	2.63	3.08
7	63.64	1.71	1.77	2.01	3.08	1.85	1.42	1.38	1.00	1.04	1.42	2.11	2.81
8	72.73	1.67	1.55	1.50	2.46	1.83	1.37	1.21	0.93	0.82	1.26	1.89	2.42
9	81.82	1.43	1.38	1.49	1.17	0.84	1.36	0.65	0.52	0.43	1.15	1.75	1.26
10	90.91	1.07	0.77	0.84	0.66	0.51	0.35	0.47	0.14	0.14	0.49	0.61	0.39

Sumber: hasil analisis

Berdasarkan Tabel 5 di atas, maka untuk tingkat keandalan Q₉₀ maka, akan dilakukan interpolasi dari hasil analisis pada Tabel 5. Hasil interpolasi untuk mendapatkan debit dengan keandalan 90% atau Q₉₀ memperoleh debit andalan rata-rata sebesar 0,60 m³/detik. Sehingga pada penelitian kali ini, maka perhitungan daya listrik potensial Sungai

Butaiyo Kiki adalah Q₉₀ sebesar 0,60 m³/detik.

Hasil analisis debit Q₉₀ di atas akan diuji dengan melakukan pengukuran langsung debit di lapangan. Hasil pengukuran langsung debit lapangan yang dilakukan sehari menghasilkan debit Q_{ukur} = 1,89 m³/det. Hasil ini memberikan keyakinan akan ketepatan hasil analisis Q₉₀ yang

telah dilakukan karena hasil ukur lapangan memberikan debit yang lebih besar ($Q_{ukur} > Q_{90}$).

Debit Banjir

Pada perencanaan debit banjir digunakan debit banjir rencana 50 tahun dengan Metode Hasper. Pemilihan metode ini dilakukan karena luas DAS yang diteliti kurang dari 100 km^2 serta data-data parameter DAS yang tersedia sangat terbatas, sehingga dengan mengandalakan pendekatan rumus rasional tersebut, dilakukan analisis perkiraan debit banjir untuk menjadi dasar perencanaan tanggul utama bendung *intake* PLTMH. Hasil perhitungan debit banjir rencana untuk kala ulang 50 tahun diperoleh nilai debit sebesar $43,18 \text{ m}^3/\text{det}$.

Potensi Energi Listrik

Tinggi Jatuh efektif (*Head* efektif)

Berdasarkan hasil observasi lapangan diperoleh rencana lokasi PLTMH, yaitu

Tabel 6. Analisis Daya yang Terbangkit untuk Turbin Crossflow

Keterangan	Simbol	Satuan	Nilai
Debit andalan (m^3/det)	Q	m^3/detik	0,60
gaya grafitasi (m^2/det)	g	m/detik^2	9,81
Head efektif (meter)	Heff	m	13,23
Efisiensi turbin (Crossflow)	Htb	-	0,85
Efisiensi generator	Hgen	-	0,95
Efisiensi transmisi	htrans	-	0,92
Efisiensi saluran air	Hsal	-	0,85
Estimasi daya listrik terbangkit	P	Watt	48.798,00

Sumber: hasil analisis

Daya Terbangkit

Besarnya daya ditentukan oleh besarnya debit air (Q) dan beda tinggi atau *head* (h). Berdasarkan hasil analisis tipe turbin yang menggunakan turbin *Crossflow*; debit $Q_{90} = 0,60 \text{ m}^3/\text{det}$ dan tinggi $head_{efektif} = 13,23 \text{ m}$, serta asumsi nilai efisiensi 0,8 - 0,9; maka daya yang dapat dihasilkan akan tersaji pada Tabel 6.

Hasil analisis pada Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa daya yang dapat

untuk lokasi inlet pipa pesat berada di El. + 120,70 m; sedangkan lokasi turbin berada di El. +106; sehingga diperoleh beda elevasi tinggi jatuh (*head*) atau H_{bruto} sebesar +14,70 meter. Perencanaan memperhitungkan kehilangan asumsi energi sebesar 10%, sehingga tinggi efektif *head* menjadi $H_{efektif} = + 13,23 \text{ m}$

Turbin

Berdasarkan data debit andalan ($Q_{90} = 0,60 \text{ m}^3/\text{det}$ dan tinggi *head* efektif ($H_{efektif} = +13,23 \text{ m}$), maka dengan menggunakan grafik karakteristik pemilihan tipe turbin menurut A. Brown Harvey dkk (1993) diperoleh jenis turbin yang dapat dipakai pada kondisi debit andalan $Q_{90} = 0,6 \text{ m}^3/\text{det}$ dan tinggi $head_{efektif} = 13,23 \text{ m}$ untuk Sungai Butaiyo Kiki adalah turbin jenis *Cross Flow /Banki*.

dihasilkan dari Sungai Butaiyo Kiki adalah sebesar 48,798 kW atau 48.798 watt dengan menggunakan turbin jenis *Crossflow*. Sehingga berdasarkan daya yang dihasilkan dari debit andalan ini, maka pembangkit listrik ini dapat diklasifikasikan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH)

Sambungan Rumah (SR) yang Terlayani

Berdasarkan ketersediaan daya yang dibangkitkan melalui pembangkit listrik ini

maka dapat dihitung berapa rumah yang akan menerima suplai daya listrik, dengan estimasi jumlah kebutuhan minimum listrik per rumah di wilayah pedesaan pada Tabel 2 sebesar 260 watt, maka jumlah satuan sambungan rumah yang akan disuplai oleh pembangkit listrik ini adalah sebanyak 187 satuan sambungan rumah. Jumlah ini dapat menyuplai sekitar 66% dari jumlah seluruh rumah tinggal di Desa Mongiilo. Hal ini menunjukkan bahwa penyediaan listrik melalui PLTMH dapat memberikan konstribusi sebesar 2/3 dari kebutuhan desa tersebut.

Perencanaan Infrastruktur Pembangkit Listrik Tenaga Air

Perencanaan bangunan infrastruktur PLTM di lokasi penelitian ini, merujuk pada aturan-aturan dan kriteria perencanaan bangunan air yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum tahun 1987. Beberapa hasil analisis desain hidraulik bangunan air tersebut adalah sebagai berikut:

Bangunan Bendung

Hasil analisis bangunan bendung adalah tinggi mercu bendung 2,5 meter; lebar efektif bendung (B_e) = 11,8 meter. Tinggi air di atas bendung (h_1) = 0,94 m serta kedalam air di hilir bendung adalah 0,86 m. Peredam energi yang digunakan tipe Vlugter. Direncanakan tipe bendung yang akan digunakan adalah bendung dengan susunan batu teranyam (Bronjong).

Bangunan Pengambilan (Intake)

Bangunan pengambilan atau *intake* direncanakan yaitu *intake* sampin yang terletak pada sisi kanan sungai Butaiyo Kiki, konstruksi bangunan dari pasangan batu dilengkapi dengan 1 (dua) buah pintu baja tipe *sluice gate*, dan saringan atau *transrake*. Hasil analisis desain hidraulik pintu pengambilan adalah debit desain (Q_n) = 0,72 m³/det; lebar pintu B = 1,0 meter; dan tinggi bukaan (h) = 0,5 meter. Posisi dasar *intek* terletak pada El. + 122 m

Saluran Pembawa

Direncanakan dimensi saluran pembawa dengan bentuk segi empat, tinggi 1,3 m, lebar 1 m dan kemiringan dasar 0,0005. Untuk panjang saluran pembawa, berdasarkan kondisi lapangan yakni $\pm 15,5$ meter

Bak Pengendap (Stilling Basin)

Hasil analisis memperoleh dimensi bak pengendap dengan lebar bak (B) = 1,5 m dan panjang bak = 16 m, kemiringan bak pengendap 0,00022123, tinggi total = tinggi bak pengendap + kantong lumpur + jagaan = $1,2 + 0,6912 + 0,2 = 2,1$ m. Sedangkan untuk kantong lumpur dengan lebar = 0,5 m, dan tinggi kantong lumpur = 0,6912 m dengan kemiringan dasar kantong lumpur = 0,036 atau 3,6%.

Pipa Pesat/Penstock

Debit rencana ($Q_{rencana}$) menggunakan debit andalan hasil analisis hidrologi. Melalui analisis hidraulik, maka dengan $Q_{rencana} = 0,6$ m³/detik ini akan peroleh diameter pipa pesat (*penstock*) yaitu $D = 0,56$ m, tebal (t) = 0,00267 m, kecepatan aliran dalam pipa 2,44 m/detik dengan panjang *penstock* rencana yaitu 85,30 meter.

Bak Penenang (Forebay)

Hasil analisis terhadap keberlanjutan suplai debit ke dalam pipa *penstock*, maka direncanakan akan dibangun bak penenang dengan dimensi yaitu untuk panjang bak = 6 meter, lebar bak = 3 meter, dan tinggi bak = 2,5 meter. Diharapkan dengan dimensi bak seperti ini, maka kontinyuitas suplai debit ke dalam pipa *penstock* akan tetap terjaga.

Saluran Pembuang (Tail Race)

Saluran pembuang akhir (*tail race*) ini direncanakan berbentuk segi empat dengan konstruksi pasangan batu. Kapasitas saluran direncanakan $Q_{90} = 0,60$ m³/det. Dimensi yang di rencanakan adalah lebar saluran (B) = 0,6 m; tipe pasangan batu dengan koefisien Manning (n) = 0,017; serta kemiringan saluran (S) = 0,014. Melalui cara

coba-coba (*trial and error*) diperoleh kedalaman air (h) = 0,35. Sehingga untuk saluran pembuang direncanakan dengan dimensi, lebar (B) = 0,6 m, dan tinggi (h) $0,35\text{ m} + 0,2\text{ m}$ (jagaan) = 0,55 m. Panjang saluran pembuang ini ± 7 meter.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, serta pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit andalan dari Sungai Butaiyo Kiki yaitu dengan probabilitas 90% (Q_{90}) = $0,60\text{ m}^3/\text{det}$
2. Potensi Listrik dari Sungai Butaiyo Kiki ini berdasarkan hasil analisis dengan debit andalan $Q_{90} = 0,60\text{ m}^3/\text{det}$ dan tinggi head_{efektif} 13,23 m yaitu sebesar 48,798 KW atau 48.798 watt dengan menggunakan turbin jenis Crossflow. Sehingga potensi energi listrik dengan debit Q_{90} ini akan dapat mengaliri sebanyak 187 SR atau sekitar 66% dari seluruh rumah di Desa Mongiilo..
3. Hasil analisis hidraulik bangunan infrasturktur PLTMH memperoleh tinggi mercu 2,5 m, jari-jari mercu 1,5 m. Kolam olak dengan tipe vluger dengan panjang, jari-jari dan kedalaman kolam olak yaitu 3,5 m. Sedangkan desain bangunan pengambilan (*intake*) diperoleh lebar bukaan 1 m, dan tinggi bukaan 0,5 m.

Saluran pembawa didesain berbentuk segi empat dengan tinggi 1,3 m, lebar 1 m, bak pengendap dengan lebar 1,5 m, panjang 16 m tinggi total 2,1 m, untuk tinggi kantong lumpur = 0,691 dan lebar 0,5 m dengan kemiringan dasar 3,6 %. Bak penenang, dengan panjang bak 6 m, lebar bak 3 m, dan tinggi bak 2,5 m. Untuk pipa pesat menggunakan debit andalan Q_{90} diperoleh dimensi dengan diameter 0,56 m dan tebal pipa 0,00267 m.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, (1986), “*Standart Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan 02*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, (1986), “*Standart Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan 04*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Direktorat Jenderal Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, (1986), “*Standart Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Penunjang*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Soemarto, C.D., (1987), “*Hidrologi Teknik. Edisi 1*”, Usaha Nasional, Surabaya

Triatmodjo, B., (2013), “*Hidrologi Terapan*”, Beta Offse, Yogyakarta