

# ANALISIS POTENSI SUMBER DAYA AIR SUNGAI KAYUWATU WANGKO UNTUK PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK DI DESA KAROR KEC. LEMBEAN TIMUR KAB. MINAHASA

Willy Candra Rompies

Lingkan Kawet, Fuad Halim, J. D. Mamoto

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi

email: [willyrompies@gmail.com](mailto:willyrompies@gmail.com)

## ABSTRAK

*Dusun Rarumis merupakan dusun yang paling terpencil diantara beberapa dusun yang terletak di Desa Karor Kabupaten Minahasa. Dusun ini belum memiliki jaringan listrik yang memadai. Adanya sungai Kayuwatu Wangko yang terletak di dekat Dusun Rarumis, memungkinkan dimanfaatkannya sungai sebagai potensi sumber daya air untuk menghasilkan energi listrik. Oleh sebab itu diperlukan studi untuk mengetahui keandalan debit sungai sehingga ketersediaan kapasitas daya dan jenis pembangkit listrik dapat diketahui.*

*Metode yang digunakan untuk menghitung debit adalah metode Mock dan NRECA. Data-data yang digunakan adalah data curah hujan daerah tahun 2002-2011, data evapotranspirasi tahun 2002-2011, dan peta DAS Sungai Kayuwatu Wangko. Dari data hasil perhitungan debit diambil debit andalan (Q80%) yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik flow duration curve. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan daya terbangkit serta kebutuhan listrik dari penduduk untuk beberapa tahun kedepan.*

*Hasil penelitian menunjukkan adanya potensi debit andalan dari sungai Kayuwatu Wangko yang mampu menghasilkan daya terbangkit sebesar 28,224 kW. Daya ini cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik penduduk Dusun Rarumis sampai tahun 2024 yaitu sebesar 26,1 kW. Berdasarkan hasil perhitungan daya tersebut maka dapat direncanakan pembangkit listrik dengan klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.*

*Kata kunci: Debit andalan, metode Mock dan NRECA, PLTMH*

## PENDAHULUAN

Kebutuhan energi semakin meningkat sejalan meningkatnya perkembangan kebutuhan manusia. Dengan makin menipisnya sumber energi yang memanfaatkan bahan bakar minyak (BBM), maka dilakukanlah berbagai macam pemanfaatan sumber energi. Energi baru dan terbarukan merupakan salah satu solusinya.

Pemanfaatan potensi energi air di Indonesia berdasarkan data Departemen ESDM Indonesia masih sekitar 6 persen dari potensi yang ada. Oleh sebab itu sudah seyakinya dikembangkan potensi sumber daya air untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di daerah terpencil. Salah satu pemanfaatan potensi sumber daya air yaitu melalui Pembangkit Listrik Tenaga Air. Pembangkit listrik ini menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak seperti, sungai atau air terjun alam dengan cara

memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan jumlah debit.

Desa Karor terletak di Kecamatan Lembean Timur. Desa Karor memiliki 5 Dusun, Dusun Rarumis merupakan Dusun yang terpencil dan berada di pesisir pantai, berjarak  $\pm 7$  km dengan lahan berbukit dari pusat Desa. Dusun tersebut belum tersedia jaringan listrik yang memadai. Dengan adanya potensi air Sungai Kayuwatu Wangko yang terletak di dekat pemukiman warga, memungkinkan pemanfaatan potensi debit air sungai untuk menghasilkan energi listrik, yang bisa digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik dari masyarakat setempat.

## Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui ketersediaan debit (debit andalan) Sungai Kayuwatu Wangko.

2. Mengetahui ketersediaan daya yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan listrik dari warga Dusun Rarumis.
3. Mengetahui jenis Pembangkit Listrik yang akan direncanakan berdasarkan daya teoritis yang didapat.

#### Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk perencanaan Pembangkit Listrik di lokasi penelitian.

### LANDASAN TEORI

#### Analisis hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk dapat menterjemahkan perilaku alam yang dapat digunakan untuk mengartikan, menetapkan, dan memperkirakan besaran-besaran alam tersebut dalam berbagai keadaan dan rentang waktu tertentu. Dalam hal ini berarti bahwa analisis hidrologi akan didasarkan pada data yang tersedia, yang memberikan gambaran perilaku sistem, dan akan menggunakan hasil analisis untuk mengekstrapolasikan informasi hidrologi tersebut untuk masa-masa berikutnya (Sri Harto Br, 2000).

#### Analisis curah hujan dan meteorologi

Umumnya untuk menghitung curah hujan daerah dapat digunakan standar luas daerah sebagai berikut (Sostrodarsono dan Takeda, 1976) :

1. Daerah dengan luas 250 ha yang mempunyai variasi topografi yang kecil, dapat diwakili oleh sebuah alat ukur curah hujan.
2. Untuk daerah antara 250–50.000 ha dengan 2 atau 3 titik pengamatan, dapat digunakan cara rata-rata.
3. Untuk daerah antara 120.000–500.000 ha yang mempunyai titik-titik pengamatan yang tersebar cukup merata dan di mana curah hujannya tidak terlalu di pengaruhi oleh kondisi topografi, dapat digunakan cara aljabar rata-rata. Jika itu tidak tersebar merata maka digunakan cara Thiessen.
4. Untuk daerah yang lebih besar dari 500.000 ha, dapat digunakan cara Isohiet atau cara potongan antara (intersection method).

Analisis evapotranspirasi di Indonesia umumnya menggunakan metode Penman yang sudah direkomendasikan FAO (*Food and Agriculture Organization*, 1970) karena menghasilkan perhitungan yang lebih akurat dimana cakupan data meteorologi yang digunakan paling lengkap di antara metode-metode yang lain (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009).

Persamaan yang dikemukakan oleh Penman adalah sebagai berikut (Penman, 1947):

$$E = (H\Delta + E_a \cdot \gamma) / (\Delta + \gamma) \quad (1)$$

dimana:

E = evapotranspirasi acuan (mm/hari)

H = radiasi bersih yang dapat diterima di permukaan bumi (mm/hari)

E<sub>a</sub> = sinaran dari permukaan bumi

γ = koefisien psikometrik 0.49 (mmHg/°C)

Δ = kemiringan kuva tekanan uap jenuh terhadap temperatur udara (mmHg/°C)

#### Analisis ketersediaan aliran sungai

Untuk desain bangunan air di Indonesia umumnya menggunakan beberapa metode, yaitu metode Mock, metode Nreca, dan metode Tank Model. Analisis debit dari ketiga metode tersebut direkomendasikan berdasarkan tingkat empiris, ketepatan hasil dan kemudahan perhitungan. Berdasarkan pengalaman lapangan, metode Mock merupakan metode yang direkomendasikan untuk mendukung desain (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009)

#### Metode Mock

Secara umum analisis debit berdasarkan data curah hujan yang sering dilakukan di Indonesia adalah menggunakan metode empiris dari Dr. F. J. Mock (1973) yaitu analisis keseimbangan air untuk menghitung harga debit bulanan berdasarkan transformasi data curah hujan bulanan, evapotranspirasi, kelembaban tanah dan tampungan air tanah. (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009).

Langkah-langkah perhitungan debit Metode F. J. Mock adalah sebagai berikut (Limantara, 2010):

1. Mempersiapkan data-data yang dibutuhkan, yaitu Rerata hujan daerah, Evapotranspirasi potensial, Jumlah hari

- hujan bulanan, Faktor resesi aliran tanah, Angka koefisien infiltrasi.
2. Menentukan evapotranspirasi terbatas
  3. Menentukan besar hujan di permukaan tanah
  4. Menentukan harga kelembapan tanah
  5. Menentukan infiltrasi (i), dengan koefisien 0,0–1,0
  6. Asumsi nilai penyimpanan awal
  7. Menentukan faktor resesi aliran air tanah
  8. Menentukan air lebih tanah
  9. Menentukan perubahan kandungan air bawah tanah
  10. Menentukan aliran dasar dan aliran langsung
  11. Menentukan debit yang tersedia di sungai

**Metode NRECA**

Metode ini dikembangkan untuk menganalisis debit air berdasarkan curah hujan yang bertujuan untuk pembangkit listrik. Metode ini diperkenalkan oleh *National Rural Electric Cooperative Association (NRECA)*. Debit aliran yang masuk ke dan dari daerah tangkapan air berasal dari curah hujan. Sebagian dari curah hujan menguap dan sebagian lainnya turun mencapai permukaan tanah. Cara ini sesuai untuk daerah tangkapan air yang cekung dimana mempunyai karakteristik setelah hujan usai, masih terdapat aliran hingga beberapa waktu (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009).

Langkah-langkah perhitungan metode NRECA (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, 1986):

1. Mempersiapkan data hujan (Rb) dan evapotranspirasi potensial (PET)
2. Menentukan nilai tampungan kelengasan awal
3. Menentukan nilai rasio tampungan kelengasan tanah
4. Menentukan nilai evapotranspirasi aktual
5. Menentukan nilai neraca air
6. Menentukan nilai kelebihan kelengasan
7. Menentukan nilai perubahan tampungan
8. Menentukan nilai tampungan air tanah
9. Menentukan nilai aliran air tanah
10. Menentukan nilai aliran langsung
11. Menentukan nilai aliran total

**Debit andalan**

Debit andalan adalah debit minimum sungai dengan kemungkinan debit terpenuhi

dalam prosentase tertentu, misalnya 90%, 80% atau nilai lainnya, sehingga dapat dipakai untuk kebutuhan pembangkitan. Tingkat keandalan debit tersebut dapat terjadi, berdasarkan probabilitas kejadian mengikuti rumus *Weibull* (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009):

$$P = i/n \times 100\% \tag{2}$$

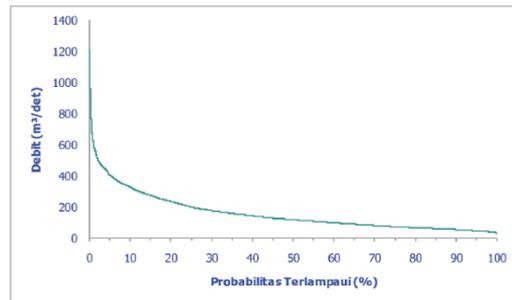
dimana :

i = Nomor urut debit

n = jumlah data

P = Probabilitas terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan (%).

Lengkung debit digunakan untuk menghitung tingkat keandalan debit. Data aliran sungai sungai umumnya tersedia dalam bentuk tabel atau dalam bentuk rekaman bersandi. Pada saat dilakukan analisis, hal ini pertama-tama disajikan secara grafis, dan untuk dipakai berbagai jenis penggambaran (Dandekar dan Sharma, 1991).



Gambar 1. *Flow Duration Curve*

Sumber: *Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009*

**Prinsip PLTA**

Daya generator umumnya disebut output dari PLTA. Daya tersebut diperoleh dari efisiensi turbin dan generator, sehingga diperoleh rumus (Arismunandar dan Kuwahara, 1991):

$$P = 9,8 \cdot \eta_T \cdot \eta_G \cdot Q \cdot H \tag{3}$$

dimana :

$\eta_T$  = Efisiensi Turbin

$\eta_G$  = Efisiensi Generator

P = Tenaga yang dikeluarkan secara teoritis (Kw)

Q = Debit pembangkit (m<sup>3</sup>/det)

H = Tinggi air jatuh efektif (m)

**Dasar dasar pengembangan PLTA**

Disamping pengembangan PLTA secara umum yang dayanya > 5 megawatt, maka perlu usaha pengembangan PLTM (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro/Mini) untuk yang ≤ 5 megawatt, yaitu PLT Mikro < 50 kilowatt dan PLT Mini 50 kilowatt s/d 5 megawatt (Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Listrik Negara, 1986).

Dalam suatu lokasi potensi pembangkit energi mikrohidro dapat dipetakan sebagai suatu skema sistem (gambar) yang terdiri dari beberapa komponen bangunan sipil seperti bendungan (*weir*), saluran pengambil (*intake*), saluran pembawa, bak pengendap, saluran pembawa, bak penenang, pipa pesat (*penstock*), rumah pembangkit dan saluran pembuang (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2009)

**Analisis kebutuhan listrik penduduk**

Persyaratan kegiatan diperlukan untuk mengetahui kesiapan/kemampuan jaringan distribusi listrik dalam memenuhi kebutuhan pelayanan listrik rumah tangga bagi Masyarakat Berpenghasilan Menengah dan Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBM/MBR). Persyaratan umum diantaranya adalah daya listrik terpasang setiap rumah 450–900 Watt (Menteri Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 2011).

**Proyeksi penduduk**

Proyeksi penduduk adalah suatu proses penghitungan jumlah penduduk di masa mendatang. Ada beberapa metode proyeksi penduduk yaitu metode komponen, metode matematik dan metode estimasi penduduk dengan menggunakan *balancing equation*.



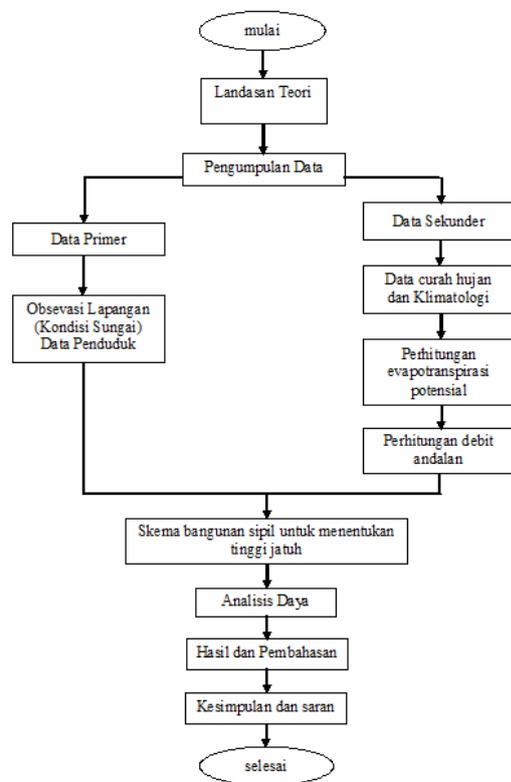
Gambar 2. Peta lokasi Penelitian  
Sumber : [www.minahasa.net](http://www.minahasa.net)

Proyeksi dengan metode matematik lebih mudah penghitungannya. Terdapat beberapa metode proyeksi secara matematik yaitu metode aritmatik, metode eksponensial, dan metode geometrik.

**METODE PENELITIAN**

Lokasi Penelitian ini terletak di Dusun Rarumis, Desa Karor, Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa (Gambar 2).

**Bagan alir penelitian**



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pengambilan data hujan menggunakan metode rata-rata. Karena luas DAS lokasi penelitian adalah 13,329 km<sup>2</sup> atau 1332,9 ha, maka data curah hujan yang digunakan adalah nilai rata-rata dari 2 stasiun pengamatan hujan yang terdekat yaitu stasiun Noongan-Winebetan dan stasiun balai wilayah IV di Tondano. Hasil rata-rata data intensitas hujan harian tahun 2002 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah hujan daerah rata-rata

Hari	data curah hujan harian (mm/hari)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des
1	0,0	2,5	0,0	9,5	33,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5
2	10,0	0,0	0,0	40,5	52,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	
3	10,5	6,0	0,0	2,5	21,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	2,3	
4	14,0	0,0	0,5	3,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,5	
5	18,0	0,0	0,0	11,5	0,0	10,0	0,0	1,0	0,0	20,3	60,5	3,0
6	75,0	0,0	1,8	15,0	6,5	15,0	0,0	0,0	0,0	3,0	1,0	12,5
7	8,0	0,0	0,0	19,5	10,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	12,0
8	25,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	1,5
9	19,8	0,0	0,0	0,0	13,5	28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0
10	0,5	0,0	2,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	20,0	0,0	0,0	0,0	20,5	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	11,5	0,0	17,0	0,5	2,5	35,5	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0
13	1,0	0,0	2,5	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	15,5	0,0	3,5	0,0
14	9,0	1,0	5,0	0,0	9,5	0,5	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
15	1,5	0,0	12,0	0,0	2,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	15,0
16	1,0	0,0	3,5	3,5	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	16,0
17	0,0	2,3	16,0	1,5	0,0	27,5	0,0	0,0	0,0	11,0	1,0	0,5
18	0,0	1,0	15,5	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	12,5	31,5	0,0
19	1,5	1,0	25,0	11,5	0,5	7,5	0,0	0,0	0,0	7,5	7,0	0,0
20	0,0	3,0	16,5	8,5	0,0	14,5	0,0	0,0	0,0	11,0	11,0	0,0
21	2,3	3,5	52,0	8,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0
22	3,3	6,0	17,5	0,5	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
23	16,8	0,0	16,5	16,0	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
24	27,0	0,0	3,0	14,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,5	3,5	2,5
25	4,5	0,0	5,5	62,5	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0
26	0,5	1,0	3,5	32,0	0,0	14,5	0,0	0,0	0,0	4,5	5,5	0,0
27	0,0	18,0	1,5	27,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	4,8	3,5
28	1,5	17,3	1,5	14,0	0,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,5	2,0	15,0
29	0,5		4,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,5
30	6,0		3,5	9,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	22,5
31	0,0		15,0		0,0		0,0		2,0		0,0	

Sumber : hasil analisis

Evapotranspirasi potensial (ET<sub>p</sub>) diperoleh dengan menggunakan metode Penman. Data yang digunakan adalah data dari stasiun geofisika klas I Manado di Tondano selama 10 tahun antara tahun 2002 sampai dengan tahun 2011. Perhitungan ET<sub>p</sub> pada tahun 2002 ditampilkan pada Tabel 2. berikut :

Tabel 2. Evapotranspirasi harian rata-rata metode Penman

Tahun	E <sub>p</sub> (mm/BLN)											
	januari	februari	maret	april	mei	juni	juli	agustus	september	oktober	november	desember
2001	90,83	87,64	85,56	90,9	107,57	109,5	138,26	157,17	147,9	126,79	121,2	112,22
2002	111,91	131,32	122,14	117,3	137,95	98,1	199,33	194,37	174,6	162,75	116,4	106,02
2003	131,13	100,8	108,81	109,2	132,06	147,9	87,42	113,77	140,4	146,01	106,8	89,59
2004	97,34	101,5	141,05	124,5	100,44	129,9	95,48	155,62	158,1	147,25	104,7	102,61
2005	106,02	105	118,11	110,1	112,53	106,8	107,57	120,59	110,1	97,65	79,2	86,18
2006	102,3	95,2	107,57	109,8	94,55	83,4	166,16	163,37	143,4	122,14	91,5	81,22
2007	93,31	109,2	108,81	116,7	125,24	87	102,61	124	120,6	130,82	89,7	106,95
2008	113,46	89,32	88,35	87,9	117,8	102,9	91,45	125,24	112,2	113,77	104,7	101,99
2009	113,46	92,12	115,94	130,5	129,27	115,5	137,64	174,22	127,2	147,56	128,7	126,79
2010	113,46	92,12	115,94	130,5	129,27	115,5	137,64	174,22	134,4	134,4	103,8	96,72
2011	86,18	91,84	86,18	99	104,47	74,4	119,04	125,69	117	97,65	122,4	88,35

Sumber : hasil analisis

Dalam menentukan ketersediaan air atau debit andalan pada DAS Sungai Kayuwatu Wangko, digunakan metode Mock untuk tiap tahunnya selama 10 tahun. Data yang menjadi parameter dalam menentukan debit andalan antara lain :

1. Data curah hujan harian
2. Data perhitungan evapotranspirasi potensial yang dihitung dengan metode Penman
3. Data jumlah harian hujan

Langkah-langkah perhitungan debit harian dengan metode NRECA menggunakan

parameter yang sama dengan metode Mock yaitu data curah hujan dan data evapotranspirasi potensial.

Debit andalan 80% ditetapkan dengan menggunakan rumus Weibull. Data debit di uraikan dari nilai terkecil sampai nilai terbesar dengan interval debit 0,1, kemudian dihubungkan dengan banyaknya kejadian akumulatif dari data debit tersebut. Hasil ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Data debit (Q) dihubungkan dengan peluang terjadinya (P) dalam suatu grafik yaitu *flow duration curve*. Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan peta Topografi diperoleh elevasi untuk saluran pengambil adalah 34 meter diatas permukaan laut (mdpl). Kemudian dibuat skema bangunan sipil dengan prinsip gravitasi dari saluran pengambil sampai ke saluran pembuang. Setelah membuat skema bangunan sipil diperoleh elevasi dari rumah pembangkit adalah 16 mdpl. Maka tinggi jatuh / *head* didapat dari selisih antara saluran pengambil sampai ke rumah pembangkit yaitu 18 meter.

Tabel 3. Hubungan probabilitas dengan debit harian metode *mock*

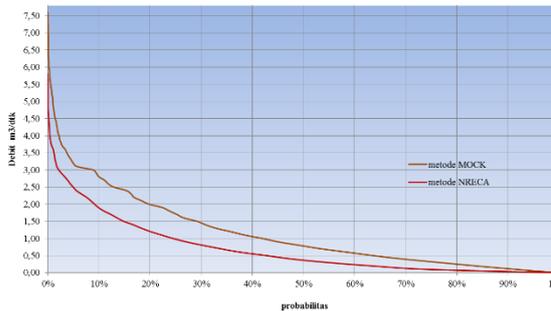
no	debit	banyaknya kejadian akumulatif	prosentase banyaknya kejadian akumulatif	no	debit	banyaknya kejadian akumulatif	prosentase banyaknya kejadian akumulatif
1	> 0	3652	100,00%	31	> 3	78	2,14%
2	> 0,1	2704	74,04%	32	> 3,1	64	1,75%
3	> 0,2	2315	63,39%	33	> 3,2	58	1,59%
4	> 0,3	1996	54,65%	34	> 3,3	51	1,40%
5	> 0,4	1747	47,84%	35	> 3,4	48	1,31%
6	> 0,5	1562	42,77%	36	> 3,5	43	1,18%
7	> 0,6	1376	37,68%	37	> 3,6	39	1,07%
8	> 0,7	1235	33,82%	38	> 3,7	28	0,77%
9	> 0,8	1109	30,37%	39	> 3,8	21	0,58%
10	> 0,9	990	27,11%	40	> 3,9	17	0,47%
11	> 1	895	24,51%	41	> 4	14	0,38%
12	> 1,1	813	22,26%	42	> 4,1	12	0,3286%
13	> 1,2	734	20,10%	43	> 4,2	11	0,3012%
14	> 1,3	668	18,29%	44	> 4,3	10	0,2738%
15	> 1,4	610	16,70%	45	> 4,4	8	0,2191%
16	> 1,5	542	14,84%	46	> 4,5	6	0,1643%
17	> 1,6	495	13,55%	47	> 4,6	4	0,1095%
18	> 1,7	451	12,35%	48	> 4,7	2	0,0548%
19	> 1,8	401	10,98%	49	> 4,8	1	0,0274%
20	> 1,9	362	9,91%	50	> 4,9	1	0,0274%
21	> 2	334	9,15%	51	> 5	1	0,0274%
22	> 2,1	307	8,41%	52	> 5,1	1	0,0274%
23	> 2,2	277	7,58%	53	> 5,2	1	0,0274%
24	> 2,3	239	6,54%	54	> 5,3	1	0,0274%
25	> 2,4	203	5,56%	55	> 5,4	1	0,0274%
26	> 2,5	181	4,96%	56	> 5,5	1	0,0274%
27	> 2,6	159	4,35%	57	> 5,6	1	0,0274%
28	> 2,7	142	3,89%	58	> 5,7	0	0,0000%
29	> 2,8	120	3,29%	59	> 5,8	0	0,0000%
30	> 2,9	98	2,68%				

Sumber : hasil analisis

Tabel 4. Hubungan probabilitas dengan debit harian metode NRECA

no	debit	banyaknya kejadian akumulatif	prosentase banyaknya kejadian akumulatif	no	debit	banyaknya kejadian akumulatif	prosentase banyaknya kejadian akumulatif
1	> 0	3652	100,00%	31	> 3	78	2,14%
2	> 0,1	2704	74,04%	32	> 3,1	64	1,75%
3	> 0,2	2315	63,39%	33	> 3,2	58	1,59%
4	> 0,3	1996	54,65%	34	> 3,3	51	1,40%
5	> 0,4	1747	47,84%	35	> 3,4	48	1,31%
6	> 0,5	1562	42,77%	36	> 3,5	43	1,18%
7	> 0,6	1376	37,68%	37	> 3,6	39	1,07%
8	> 0,7	1235	33,82%	38	> 3,7	28	0,77%
9	> 0,8	1109	30,37%	39	> 3,8	21	0,58%
10	> 0,9	990	27,11%	40	> 3,9	17	0,47%
11	> 1	895	24,51%	41	> 4	14	0,38%
12	> 1,1	813	22,26%	42	> 4,1	12	0,3286%
13	> 1,2	734	20,10%	43	> 4,2	11	0,3012%
14	> 1,3	668	18,29%	44	> 4,3	10	0,2738%
15	> 1,4	610	16,70%	45	> 4,4	8	0,2191%
16	> 1,5	542	14,84%	46	> 4,5	6	0,1643%
17	> 1,6	495	13,55%	47	> 4,6	4	0,1095%
18	> 1,7	451	12,35%	48	> 4,7	2	0,0548%
19	> 1,8	401	10,98%	49	> 4,8	1	0,0274%
20	> 1,9	362	9,91%	50	> 4,9	1	0,0274%
21	> 2	334	9,15%	51	> 5	1	0,0274%
22	> 2,1	307	8,41%	52	> 5,1	1	0,0274%
23	> 2,2	277	7,58%	53	> 5,2	1	0,0274%
24	> 2,3	239	6,54%	54	> 5,3	1	0,0274%
25	> 2,4	203	5,56%	55	> 5,4	1	0,0274%
26	> 2,5	181	4,96%	56	> 5,5	1	0,0274%
27	> 2,6	159	4,35%	57	> 5,6	1	0,0274%
28	> 2,7	142	3,89%	58	> 5,7	0	0,0000%
29	> 2,8	120	3,29%	59	> 5,8	0	0,0000%
30	> 2,9	98	2,68%				

Sumber : hasil analisis



Gambar 4. Hubungan Flow duration curve antara debit dan probabilitas metode mock dan NRECA

Sumber : hasil analisis

Untuk perhitungan daya terbangkit atau daya output dari PLTA maka harus diperhitungkan efisiensi turbin dan generator. Hasil perhitungan ditampilkan dalam tabel berikut :

Tabel 5. Daya terbangkit

	Parameter perhitungan daya terbangkit					Daya terbangkit (kW)
	Efisiensi turbin (%)	Efisiensi generator (%)	Head (m)	Debit (m <sup>3</sup> /dtk)	gravitasi (m/s <sup>2</sup> )	
Pelton	85	80	18	0,25	9,8	29,988
Cross flow	80	80	18	0,25	9,8	28,224
Propeller	90	80	18	0,25	9,8	31,752
Francis	90	80	18	0,25	9,8	31,752

Ket :

- Nilai efisien turbin diambil karena hasil kapasitas daya > 30 kW
- Nilai efisien generator diambil karena hasil kapasitas daya 10 – 120 kW

- Debit yang dipakai berdasarkan perhitungan metode Mock sesuai rekomendasi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral untuk desain bangunan air

Untuk mengetahui kapasitas PLTA dalam memenuhi kebutuhan listrik dari warga setempat, maka dilakukan perhitungan proyeksi penduduk. Proyeksi penduduk dihitung menggunakan metode eksponensial dengan menggunakan parameter jumlah KK Desa Karor tahun 2007-2011. Setelah itu dihitung persentase terhadap jumlah KK Dusun Rarumis.

Sesuai Petunjuk Teknis Menteri Perumahan Rakyat Republik Indonesia Tahun 2001 untuk kebutuhan listrik adalah 450 per KK. Dengan demikian dapat dihitung daya terpasang dengan data penduduk (jumlah KK) yang sudah diproyeksi dalam tabel berikut ini :

Tabel 6. Hasil proyeksi penduduk dan daya terpasang

Tahun	Jumlah KK	Jumlah KK	Daya (kW)
	Desa Karor	Dusun Rarumis	
2012	469	22	9,9
2013	508	24	10,8
2014	551	26	11,7
2015	597	28	12,6
2016	648	30	13,5
2017	702	33	14,85
2018	761	36	16,2
2019	825	39	17,55
2020	895	42	18,9
2021	970	45	20,25
2022	1051	49	22,05
2023	1140	53	23,85
2024	1236	58	26,1

Sumber : hasil analisis

Hasil ini menunjukkan bahwa daya terbangkit yaitu 28,224 kW lebih besar terhadap daya terpasang yaitu 26,1 kW. Artinya hasil daya terbangkit dapat memenuhi kebutuhan listrik per KK Dusun Rarumis sampai tahun 2024.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis data curah hujan, evapotranspirasi serta DAS dari Sungai Kayuwatu Wangko, maka terindikasi

- adanya ketersediaan debit aliran sungai yang mencapai  $0,25 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .
2. Hasil perhitungan daya terbangkit memenuhi akan kebutuhan listrik dari masyarakat Dusun Rarumis sampai tahun 2024.
  3. Berdasarkan hasil perhitungan daya, maka jenis pembangkit listrik yang akan direncanakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).
- Saran**
- Hasil penelitian ini dapat dilanjutkan untuk perencanaan DED (Detail Engineering Design) bangunan sipil Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro di lokasi penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, A. dan Kuwahara, S., 2000. *Teknik Tenaga Listrik Jilid I Pembangkitan dengan Tenaga Air.*, Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Dandekar, M.M. dan Sharma, K.N. 1991. *Pembangkit Listrik Tenaga Air*, UI – Press, Jakarta.
- Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara., 1986. *Kondisi Spesifik Indonesia, Bagian 2: A. Pembangkit Listrik Tenaga Air.*, Jakarta.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral., 2009. *Pedoman Studi Kelayakan Hidrologi Buku 2A.*, Jakarta.
- Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. 2009. *Pedoman Teknis Standardisasi Peralatan dan Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.*, Jakarta.
- Limantara, L. M., 2010. *Hidrologi Praktis.*, Lubuk Agung, Bandung
- Menteri Perumahan Rakyat Republik Indonesia., 2012. *Petunjuk Teknis Penggunaan dan Alokasi Khusus Bidang Perumahan dan Kawasan Permukiman Tahun Anggaran 2012.*, Peraturan Menteri Perumahan Rakyat
- Penman, H.L., 1948, *Natural evaporation from open water, bare soil and grass.* B.A, Keen, Rothemsted Experimental Station, London
- Sosrodarsono, S., 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradnya Paramitha, Jakarta
- Sri Harto Br., 2000. *Hidrologi Teori Masalah Penyelesaian.* Nafiri, Yogyakarta