

EVALUASI PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) SUMBER MATA AIR RAMBUT MUKO DI DESA GUNUNGSARI KECAMATAN GLENMORE KABUPATEN BANYUWANGI

Dadang Dwi Pranowo¹, Zulis Erwanto², Leo Arianto³, Kholis⁴

Politeknik Negeri Banyuwangi¹

Politeknik Negeri Banyuwangi²

Politeknik Negeri Banyuwangi³

Politeknik Negeri Banyuwangi⁴

Email: dadangdp@poliwangi.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan masyarakat desa terhadap energi listrik menjadi penting karena menunjang kehidupan sehari-hari. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan listrik skala kecil adalah menggunakan sumber mata air permukaan untuk menggerakkan turbin air dan mesin generator. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan aliran air permukaan sebagai tenaga penggerak. Tinggi terjunan dan debit air harus terpenuhi untuk menggerakkan turbin pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Debit air yang tersedia dialirkan melalui pipa pesat ke turbin air. Dengan demikian generator akan bergerak dan menghasilkan tegangan listrik konstan. Metodologi penelitian yaitu mengukur elevasi bak penampung dan rumah turbin untuk mengetahui tinggi jatuh air, pengukuran debit air, penentuan diameter pipa pesat, dan menghitung beban terpasang. Selain itu juga melakukan pemodelan atau simulasi dengan bantuan software WEAP. Dari hasil penelitian, Daya listrik yang dihasilkan Sumber Mata Air Rambut Muko sebesar ± 3.777 watt atau 4 kW dengan debit air yang dihasilkan bisa digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yaitu sebesar 33,36 m³/ kW atau 0,29% dalam setiap tahunnya.

Kata kunci: PLTMH, debit, WEAP

ABSTRACT

The villagers' need for electricity becomes important because it supports daily life. One way to meet the needs of small-scale electricity is to use surface springs to drive water turbines and generator engines. Micro hydro power plant (PLTMH) is a small scale power plant that uses surface water flow as a driving force. High waterfall and water discharge must be met to drive the micro hydro power turbines. The available water discharge is channeled rapidly through the water turbine. Thus the generator will move and produce a constant electric voltage. The research methodology is to measure the elevation of the reservoir and turbine housing to determine the height of water fall, measurement of water flow, the determination of the diameter of the pipe rapidly, and calculate the installed load. It also performs modeling or simulation with the help of WEAP software. From the results of the study, the electric power generated by the Muko Hair Spring Source is $\pm 3,777$ watts or 4 kW with the resulting water discharge can be used as a Micro Hydro Power Plant (PLTMH) that is equal to 33.36 m³ / kW or 0.29% in every year.

Keywords: PLTMH, debit, WEAP

PENDAHULUAN

Pengembangan wilayah pedesaan diperlukan untuk meningkatkan kesejahteraan. Hal ini menjadi indikasi keberhasilan pembangunan yang merupakan tujuan pengembangan wilayah kabupaten. Sarana dan prasarana yang menunjang kehidupan bermasyarakat seperti fasilitas air bersih, listrik, dan sarana penunjang kebutuhan primer lainnya menjadi penting untuk dikembangkan. Kabupaten Banyuwangi memiliki luas daerah yang besar. Potensi alam berupa sumber mata air yang umumnya terdapat di wilayah pedesaan belum sepenuhnya dimanfaatkan secara maksimal. Tenaga teknis dibidang pemanfaatan sumber daya air tidak cukup untuk memberikan dukungan kepada masyarakat untuk

mengembangkan potensi sumber daya alam. Hal ini menjadi tantangan bagi peneliti untuk mengembangkan potensi sumber daya alam berupa mata air permukaan untuk digunakan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

Dikembangkannya teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di masyarakat pedesaan diharapkan akan meningkatkan kesiapan Indonesia menghadapi persaingan global. Desa Gunungsari Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi banyak dijumpai potensi sumber mata air yang didukung dengan konservasi hutan lindung yang masih alami dan dijaga kelestariannya. Kawasan hutan di Kecamatan Glenmore berada dalam naungan Perusahaan Umum Perhutani Kabupaten Banyuwangi. Salah satu sumber mata air di Desa Gunung Sari Glenmore adalah sumber mata air

Rambut Muko dengan debit sebesar 0,082 m³/detik pada ketinggian 449 m dpl. Sumber Mata air Rambut Muko ini sangat jernih dengan kuantitas yang berlimpah yang ditunjukkan dengan debit yang sangat besar, tapi belum diberdayakan dan dimanfaatkan oleh penduduk sekitar. Oleh karena itu perlu untuk pengembangan dan pemanfaatan potensi sumber mata air Rambut Muko. Salah satunya dengan pembuatan bangunan penangkap air baku.

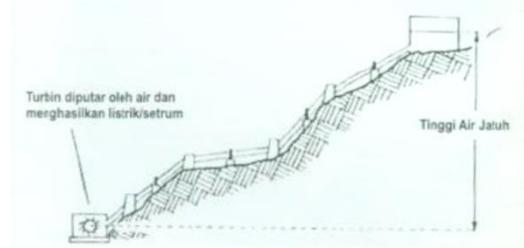
TINJAUAN PUSTAKA

PLTMH merupakan singkatan dari Pembangkit Listrik Tenaga Mini/ Mikro Hidro, yaitu instalasi peralatan yang dapat menghasilkan tenaga listrik dengan menggunakan sumber tenaga air. Yang membedakan antara Mikro Hidro dengan Mini Hidro adalah output daya / kapasitas pembangkit yang dihasilkan. Mikro Hidro menghasilkan daya lebih rendah dari 100 kW (antara 5 kW sampai 100 kW), sedangkan untuk Mini Hidro daya keluarannya berkisar antara 10 kW sampai 1 MW. (JICA, 2003)

Mikrohidro dibangun berdasarkan kenyataan bahwa adanya air yang mengalir di suatu daerah dengan kapasitas dan ketinggian yang memadai. Istilah kapasitas mengacu kepada jumlah volume aliran air persatuan waktu (flow capacity) sedangkan beda ketinggian daerah aliran sampai ke instalasi dikenal dengan istilah Head. Secara teknis, mikrohidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sumber energi), turbin dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dari ketinggian tertentu menuju rumah instalasi (rumah turbin).

Cara Kerja PLTMH

“Secara teknis, Mini/ Mikro Hidro memiliki tiga komponen utama yaitu air (sumber energi), turbin dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu disalurkan dari ketinggian tertentu menuju rumah instalasi (rumah turbin). Di rumah instalasi air tersebut akan menumbuk turbin dimana turbin sendiri, dipastikan akan menerima energi air tersebut dan mengubahnya menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Poros yang berputar tersebut kemudian ditransmisikan ke generator dengan menggunakan kopling. Darl generator akan dihasilkan energi listrik yang akan masuk ke sistem kontrol arus listrik sebelum dialirkan ke rumah-rumah atau keperluan lainnya (beban). Begitulah secara ringkas proses Mini / Mikro Hidro merubah energi aliran dan ketinggian air menjadi energi listrik”(Wibowo, 2005).



Gambar 1. Cara Kerja PLTMH secara Sederhana (Wibowo, 2005)

Prinsip Pembangkit Listrik Tenaga Air

Dalam merencanakan suatu Pembangkit Listrik Tenaga Air harus dilakukan estimasi yang benar dari suatu potensi tenaga air yang tersedia pada lokasi potensial. Apabila diketahui debit yang terpakai (Q) dan Head Efective (H), maka daya yang dihasilkan dari kualitas air yang lewat memiliki energi potensial yang besarnya sebagai berikut : (Wibowo, 2005).

yang besarnya sebagai berikut : (Wibowo, 2005)

$$E = m.g.H \dots\dots\dots(1)$$

- Dimana :
- E = Energi potensial
 - m = Massa
 - g = Percepatan gravitasi (m/det²)
 - H = Tinggi relatif terhadap permukaan bumi (m)

Sehingga daya yang dapat dihasilkan oleh kualitas air yang lewat suatu instalasi pembangkit sebesar :

$$P = g.Q.H \dots\dots\dots(2)$$

- Dengan :
- P = Daya (kW)
 - g = Percepatan gravitasi
 - Q = Debit air (m³/detik)
 - H = Tinggi relatif terhadap permukaan bumi (meter)

METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data- data tersebut didapatkan sebagai berikut:

1. Data sekunder diperoleh dari Dinas terkait seperti Perum Perhutani, Dinas Pengairan, BMKG Kabupaten Banyuwangi, Badan Pusat Statistik, UPT. PSDA WS. Sampean Baru, dan lain-lain.

2. Pengukuran Elevasi

Pengukuran elevasi permukaan tanah bertujuan untuk mengetahui tinggi rendahnya permukaan tanah pada sumber mata air Rambut Muko dan titik lokasi komponen PLTMH agar dapat mempermudah perencanaan pipa. Adapun komponen yang harus disurvei antara lain tandon satu, tandon dua dan rumah turbin. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini adalah GPS. Pengukuran elevasi di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Pengukuran Elevasi Dengan GPS (Dokumentasi, 2019)

Dari pengukuran elevasi diatas, dapat diketahui elevasi dari Sumber Mata Air Rambut Muko yaitu 449 meter, elevasi tandon satu 448 meter, titik acuan elevasi 450 meter, rumah turbin 438 meter dan tandon dua 437 meter.

Hasil Proyeksi Jumlah Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan jumlah penduduk pada tahun yang akan datang berdasarkan data jumlah penduduk dan koefisien korelasi dengan menggunakan metode geometrik. Perhitungan proyeksi jumlah penduduk di Desa Sumbergondo 10 tahun yang akan datang dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2027 sebesar 7.690 jiwa.

Hasil Debit Sumber Mata Air Rambut Muko

Metode apung digunakan untuk mengukur debit air. Metode ini menggunakan alat bantu suatu benda ringan (terapung) untuk mengetahui kecepatan air. Pengukuran dilakukan dengan cara mengahanyutkan benda terapung dari suatu titik tertentu (start) kemudian dibiarkan mengalir mengikuti kecepatan aliran sampai batas titik tertentu (finish), sehingga diketahui waktu tempuh yang diperlukan benda terapung tersebut pada bentang jarak yang ditentukan tersebut.

Tabel 1. Rata - Rata Debit Sumber Mata Air Rambut Muko

| No. | Luas tampang (A) (m ²) | Kecepatan (V) (m) | Koef. pengaliran | Debit (Q) (m ³ /dt) |
|-----|---------------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------------------|
| 1 | 0,551 | 0,402 | 0,694 | 0,154 |

| | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | 0,125 | 0,446 | 0,685 | 0,038 |
| 3 | 0,472 | 0,165 | 0,694 | 0,054 |
| Rata - Rata | | | | 0,082 |

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai debit setelah dirata-rata adalah 0,082 m³/dt.

Hasil Perhitungan Daya Listrik

Perhitungan daya listrik dari perencanaan PLTMH dapat diketahui dengan menentukan ketinggian (head) yaitu selisih elevasi dari Sumber Mata Air Rambut Muko dengan rumah turbin. Telah diketahui jika elevasi Sumber Mata Air Rambut Muko adalah 449 meter dan elevasi rumah turbin adalah 438 meter. Berikut perhitungan daya listrik dari perencanaan PLTMH.

Mencari Ketinggian (head) :

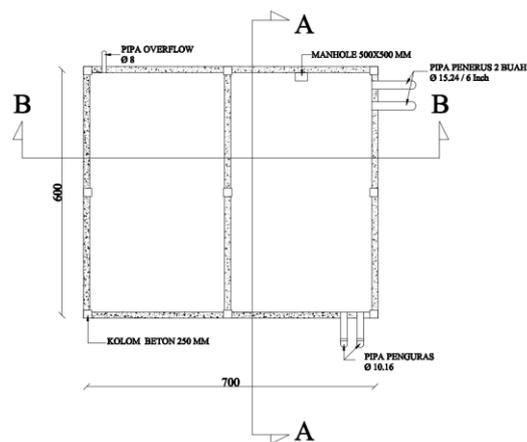
$$\begin{aligned} \text{Head} &= \text{Elevasi sumber} - \text{elevasi rumah turbin} \\ &= 449 \text{ meter} - 438 \text{ meter} \\ &= 11 \text{ meter} \end{aligned}$$

Mencari Daya Listrik (P) dengan menggunakan Persamaan 1 :

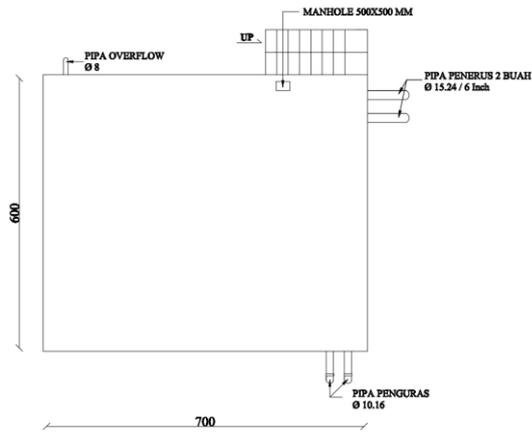
$$\begin{aligned} P &= \rho \times Q \times g \times h \\ &= 1000 \times 0,035 \times 9,81 \times 11 \\ &= 3777 \text{ Watt} \\ &= 3,777 \text{ kW} \approx 4 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas bahwasannya telah diketahui debit aliran (Q) dari Sumber Mata Air Rambut Muko adalah 0,035 m³/s, densitas air (ρ) dengan ketetapan sebesar 1000 kg/m³, gravitasi (g) dengan ketetapan sebesar 9,81 m/s². Maka telah didapatkan daya listrik dari perencanaan PLTMH yaitu sebesar 3777 Watt atau 3,777 kW yang dibulatkan sebesar 4 kW.

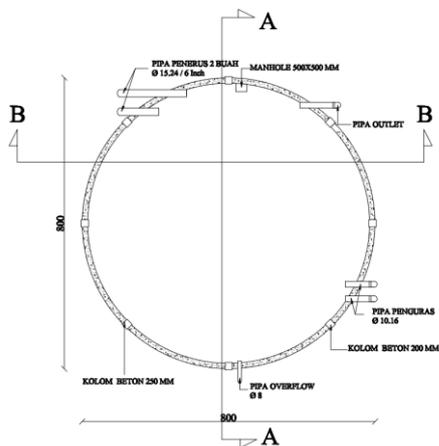
Gambar Teknis PLTMH Sumber Mata Air Rambut Muko



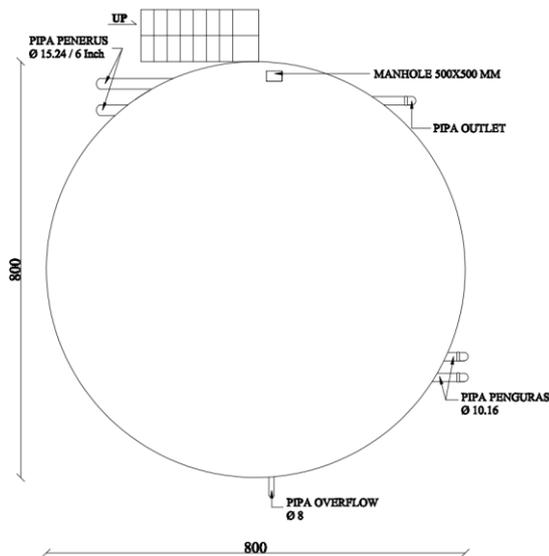
Gambar 5. Denah tandon 1



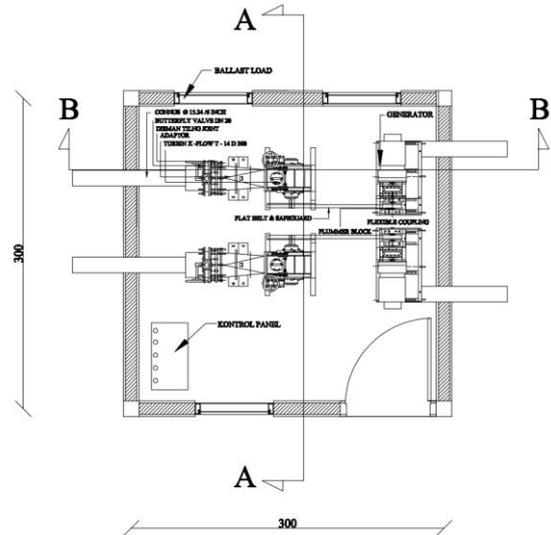
Gambar 6. Tampak atas tandon 1



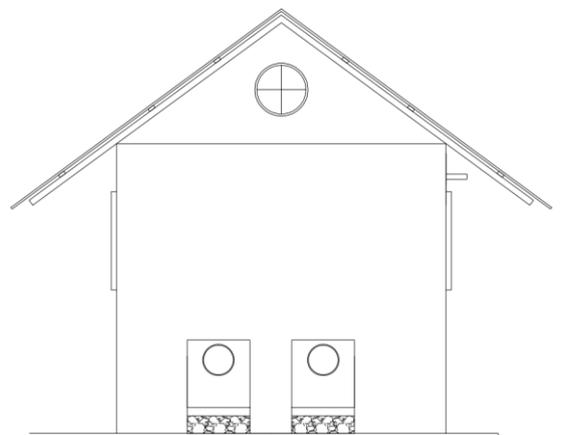
Gambar 7. Denah tandon 2



Gambar 6. Tampak atas tandon 1



Gambar 8. Denah rumah turbin



Gambar 9. Tampak samping rumah turbin

Proses Input Data Pada Program WEAP

Pembuatan Skema Jaringan

Pembuatan skema jaringan pada program WEAP dapat dilakukan dengan menambahkan file peta Kabupaten Banyuwangi yang sudah mempunyai perbatasan wilayah antar kecamatan dan peta jaringan sungai Kabupaten Banyuwangi. File tersebut ditambahkan kedalam program WEAP dalam bentuk Shapefile (SHP).

Sebelum input kedalam program WEAP, titik lokasi dari Sumber Mata Air Rambut Muko ditentukan terlebih dahulu dengan bantuan program AutoCAD. Gabungan antara gambar peta Kabupaten Banyuwangi dan peta jaringan sungai kedalam Autocad, dan masukkan koordinat dari Sumber Mata Air Rambut Muko yaitu $8^{\circ}15'42''S$ $114^{\circ}05'50''E$, maka secara otomatis akan diketahui lokasi titik dari Sumber Mata Air tersebut.

Kesimpulan Hasil Output Program WEAP

Dari hasil output pada program WEAP dapat disimpulkan bahwasannya ada dua kategori yaitu

rata – rata bulanan dan rata – rata tahunan, dengan rincian sebagai berikut:

A. Rata – rata Bulanan :

- a) Rata – rata bulanan *inflow* pada tandon satu:
- Januari, Maret, Mei, Juli, Agustus, Oktober dan Desember : 93.744 m³ atau 26,04 m³/s.
- Februari : 85.497 m³ atau 23,794 m³/s.
- April, Juni, September dan November : 90.720 m³ atau 25,20 m³/s.
- b) Rata – rata bulanan *inflow* aliran Sumber Mata Air Rambut Muko :
- Januari, Maret, Mei, Juli, Agustus, Oktober dan Desember : 206.236 m³ atau 57,288 m³/s.
- Februari : 188.092 m³ atau 52,248 m³/s.
- April, Juni, September dan November : 199.584 m³ atau 55,44 m³/s.

Jadi total keseluruhan *inflow* sebesar 3.534.666 m³ atau 981,851 m³/s

- c) Rata – rata bulanan volume kapasitas penyimpanan tandon satu pada bulan Januari sampai Desember sebesar 126 m³ atau 0,035 m³/s
- d) Rata – rata bulanan pasokan (termasuk kerugian dan penggunaan kembali) pada rumah penduduk pada bulan Januari sampai Desember sebesar 2 m³ atau 0,001 m³/s.
- e) Rata – rata bulanan permintaan yang belum terpenuhi pada rumah penduduk :
- Bulan Januari, Maret, Mei, Juli, Agustus, Oktober dan Desember sebesar 2,5 m³ atau 0,001 m³/s.
 - Februari sebesar 2,3 m³ atau 0,001 m³/s.
 - April, Juni, September dan November sebesar 2,4 m³ atau 0,001 m³/s.

Jadi total rata – rata bulanan permintaan yang belum terpenuhi pada rumah penduduk sebesar 29,4 m³ atau 0,008 m³/s.

B. Rata – rata Tahunan :

- a) Rata – rata tahunan *inflow* pada tandon satu:
- Tahun 2019, 2021, 2022, 2023, 2025, 2026, 2027 dan 2029 sebesar 1.103.760 m³ atau 306,60 m³/s.
- Tahun 2020, 2024 dan 2028 sebesar 1.106.784 m³ atau 307,440 m³/s.
- b) Rata – rata tahunan *inflow* aliran Sumber Mata Air Rambut Muko :
- Tahun 2019, 2021, 2022, 2023, 2025, 2026, 2027 dan 2029 sebesar 2.428.266 m³ atau 674,518 m³/s.
- Tahun 2020, 2024 dan 2028 sebesar 2.434.919 m³ atau 676,366 m³/s.
- c) Rata – rata tahunan volume kapasitas penyimpanan tandon satu pada bulan Januari sampai Desember sebesar 126 m³ atau 0,035 m³/s

- d) Rata – rata tahunan pasokan (termasuk kerugian dan penggunaan kembali) pada rumah penduduk pada bulan Januari sampai Desember sebesar 29.414m³ atau 0,008 m³/s.
- e) Rata – rata tahunan permintaan yang belum terpenuhi pada rumah penduduk pada tahun 2019 sampai 2029 sebesar 29,40 m³ atau 0,008 m³/s.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan evaluasi ketersediaan Sumber Mata Air Rambut Muko dengan WEAP (Water Evaluation And Planning) untuk perencanaan PLTMH di Desa Sumbergondo Glenmore Banyuwangi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya listrik yang dihasilkan pada perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dengan memanfaatkan debit dari Sumber Mata Air Rambut Muko di Desa Sumbergondo sebesar ± 3.777 Watt atau 4 kW.
2. Debit air yang dihasilkan oleh Sumber Mata Air Rambut Muko dapat memenuhi perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Debit air yang digunakan sebesar 33,36 m³/kW atau 0,29% dalam setiap tahunnya.
3. Debit air yang dihasilkan Sumber Mata Air Rambut Muko tidak dapat memenuhi atau melayani seluruh kebutuhan air penduduk Desa Sumbergondo yaitu sebesar 29,40 m³ atau 0,008 m³/s dalam setiap bulan atau tahunnya

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Listrik Dan Pemanfaatan Energi, Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral. (2009). Pedoman Studi Kelayakan PLTMH. Jakarta : Integrated Microhydro Development and Application Program (IMIDAP).
- Gunawan, Randi. (2006). Analisis Sumber Daya Air Daerah Aliran Sungai Bah Bolon Sebagai Sarana Pendukung Pengembangan Wilayah Di Kabupaten Simalungun Dan Asahan. WAHANA HIJAU Jurnal Perencanaan & Pengembangan Wilayah, Vol.2, No.1, Agustus 2006.
- Japan International Cooperation Agency (JICA). (2003). Indonesian Version of Manual : Study on Rural Energi Supply with Utilization of Renewable Energy in Rural Areas in The Republic of Indonesia. Japan : Tokyo Electric Power Services Co., Ltd & Nippon koei Co., Ltd.
- MacDonald, Sir M. (1986). West Nusa Tenggara Irrigation Study, Mamak Project, Mini-hydropower Feasibility Report. Bandung : Government of The Republic Of Indonesia, Ministry of Public Work, Directorate General of Water Resource Development. Nippon Koei Co. Ltd and PT. Indah Karya.

- Sieber, Jack. (2016). Tutorial WEAP (Water Evaluation And Planning System). USA : Stockholm Environment Institute.
- Soemarto, CD. (1986). Hidrologi Teknik. Surabaya : Usaha Nasional.
- Todd, D.K., dan Mays, L.W., (2005). Groundwater Hydrology, 3rd ed. John Wiley and Sons, London.
- Ummah, K.M., (2018). Perencanaan Bangunan Penangkap Mata Air Rambut Muko Di Desa Sumbergondo Kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi. Banyuwangi : Politeknik Negeri Banyuwangi.
- Wibowo, Catoer. (2005). Langkah Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Bandung : MHPP-GTZ.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2017). Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi. Modul Pendayagunaan Sumberdaya Air. Pelatihan Dasar Teknis Bidang SDA.
- Mughnifar Ilham. (2019). Pengertian Siklus Air atau Siklus Hidrologi. <https://materibelajar.co.id/pengertian-siklus-air/> Diakses tanggal 15 Oktober 2019
- Dwi Hadya Jayani. (18 Juli 2019) <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/07/18/berapa-jumlah-penduduk-di-provinsi-jawa-barat-pada-201>. Diakses tanggal 9 Oktober 2019
- https://jabarprov.go.id/index.php/berita_gambar/detail/257/Kawasan_Punclut_Yang_Gundul. Diakses tanggal 9 Oktober 2019
- https://simantu.pu.go.id/epel/edok/ad7ae_Modul_4_Pendayagunaan_Sumber_Daya_Air.pdf. Diakses pada tanggal 18 Maret 2019
- Anonim. (2016) Ekosistem Sungai, Pengertian, Ciri-ciri, Komponen, Manfaatnya. <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/sungai/ekosistem-sungai> Diakses tanggal 21 Oktober 2019
- http://jabarprov.go.id/index.php/berita_gambar/detail/827/Kerusakan_Kawasan_Bandung_Utara

