



ANALISIS KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PLTMH OFF GRID PADA DAS BATANG BAYANG KABUPATEN PESISIR SELATAN

Didik Hadiyanto

PPSDM KEBTKE, Jl Poncol Raya 39, Ciracas, Jakarta Timur
email: masdidikhadiyanto@gmail.com

Naskah diterima; Oktober 2023; direvisi Oktober, disetujui November 2023; publikasi online November 2023

Abstrak

Ketersediaan energi listrik merupakan hal yang paling penting sebuah sistem penyediaan energi listrik. Ketersediaan energi listrik pada sistem off grid pada umumnya tidak sebaik pada sistem on grid yang dipasok oleh PLN. Salah satu metode penyediaan energi listrik Masyarakat perdesaan yang jauh dari jaringan listrik PLN dengan menggunakan PLTMH yang beroperasi secara off grid terpisah dari jaringan listrik PLN. Penelitian ini bertujuan menganalisis berbagai indikator ketersediaan energi listrik pada sebuah penyediaan energi listrik PLTMH off grid. Penelitian dilakukan dengan melakukan survei langsung pada 6 unit PLTMH off grid pada DAS Batang Bayang, Kabupaten Pesisir Selatan. Proses pengambilan data dilakukan melalui pengukuran, observasi, dan wawancara. Hasil penelitian diperoleh bahwa ketersediaan-kebutuhan energi listrik PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang cukup bervariasi antara satu pembangkit dengan pembangkit lain. Waktu ketersediaan energi listrik per tahun pada kondisi yang kurang baik, hanya terdapat 1 pembangkit dengan waktu ketersediaan energi listrik diatas 95%. Jumlah ketersediaan energi listrik atau daya cadangan sebagian besar pada kondisi defisit dan mendekati defisit/kritis, hanya 2 pembangkit yang memiliki daya cadangan relatif baik (>20%).

Kata kunci: PLTMH, ketersediaan, kebutuhan, energi listrik

Abstract

The availability of electrical energy is the most important thing in an electrical energy supply system. The availability of electrical energy in off grid systems is generally not as good as in on grid systems supplied by PLN. One method of providing electrical energy for rural communities far from the PLN electricity network is by using PLTMH which operates off the grid separately from the PLN electricity network. This research aims to analyze various indicators of electrical energy availability in an off-grid PLTMH electrical energy supply. The research was carried out by conducting a direct survey on 6 off grid PLTMH units in the Batang Bayang watershed, Pesisir Selatan Regency. The data collection process was carried out through measurement, observation and interviews. The research results showed that the availability of off-grid PLTMH electrical energy in the Batang Bayang watershed varies quite widely from one generator to another. The time of electrical energy availability per year in unfavorable conditions, there is only 1 generator with the time of electrical energy availability above 95%. The amount of available electrical energy or reserve power is mostly in deficit and approaching deficit/critical conditions, only 2 generators have relatively good reserve power (>20%).

Key words: PLTMH, availability, need, electrical energy

A. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan suatu bentuk energi sekunder yang dibangkitkan, disalurkan dan dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai

kebutuhan manusia. Penyediaan energi listrik adalah pengadaan energi listrik yang meliputi pembangkitan dan penyaluran energi listrik kepada konsumen. Pembangkitan energi listrik

merupakan kegiatan memproduksi energi listrik (UU 30/2009). Energi listrik dapat dihasilkan dengan mengubah suatu sumber energi atau energi primer tertentu seperti minyak bumi, gas bumi, panas bumi, batubara, energi air, energi angin, energi matahari menjadi energi listrik.

Energi listrik memiliki kelebihan, yaitu sifat yang mudah untuk ditransformasikan menjadi bentuk energi lain dan mudah untuk ditransportasikan dari suatu tempat ke tempat yang lain. Listrik memudahkan manusia dalam memenuhi segala kebutuhannya, seperti: memasak, bekerja, belajar, berkomunikasi, informasi, hiburan transportasi dan lain sebagainya. Kondisi saat ini masih banyak masyarakat yang belum menikmati energi listrik dalam waktu dan jumlah yang cukup, khusus masyarakat yang tinggal di kawasan perdesaan.

Desa adalah kesatuan masyarakat hukum yang memiliki kewenangan untuk mengatur dan mengurus kepentingan masyarakat setempat berdasarkan asal-usul dan adat istiadat setempat yang diakui dalam sistem pemerintahan nasional dan berada di daerah kabupaten. Kawasan perdesaan merupakan kawasan yang memiliki kegiatan utama pertanian, pengelolaan sumber daya alam, kawasan sebagai tempat permukiman perdesaan, pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi (UU 6/2014). Sebagian besar lahan di kawasan perdesaan digunakan untuk pertanian (Javadi et al. 2013).

Kawasan perdesaan memiliki kondisi kepadatan penduduk yang rendah, dan terkadang kawasan perdesaan masih belum dapat menikmati akses energi listrik. Penduduk di kawasan perdesaan pada umumnya memiliki tingkat pendidikan, kesehatan, dan kesejahteraan yang rendah. Penyediaan energi listrik bagi masyarakat perdesaan merupakan suatu kegiatan penyediaan infrastruktur yang berpengaruh besar terhadap peningkatan kualitas hidup masyarakat perdesaan (Cherni and Preston 2007).

Penyediaan energi listrik bagi masyarakat perdesaan merupakan tugas dan kewenangan dari pemerintah baik pusat maupun daerah

sebagaimana diamanatkan dalam UU nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan. Pemerintah pusat dan daerah menyediakan dana untuk: penyediaan tenaga listrik bagi kelompok masyarakat tidak mampu, pembangunan sarana penyediaan tenaga listrik di daerah yang belum berkembang, pembangunan tenaga listrik di daerah terpencil dan perbatasan, dan pembangunan listrik perdesaan. Penyediaan energi listrik bagi masyarakat perdesaan merupakan kunci utama dalam mencapai Millennium Development Goals (MDGs) yang dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat perdesaan, baik secara ekonomi maupun secara sosial budaya (Kumar et al. 2009).

Pemanfaatan potensi energi terbarukan setempat merupakan alternatif terbaik bagi desa yang berlokasi jauh dari jaringan distribusi tenaga listrik. Potensi energi terbarukan setempat, dapat berupa: pemanfaatan energi air, energi matahari, energi angin, dan bioenergi. Beberapa jenis energi tersebut dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Pemanfaatan energi air untuk pembangkit tenaga listrik, disebut sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) untuk skala besar, Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) untuk skala menengah, dan untuk skala kecil disebut sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH).

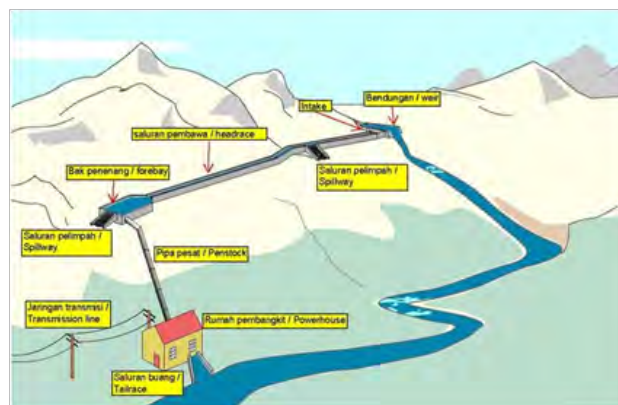
PLTMH atau biasa disebut mikrohidro, adalah suatu pembangkit listrik tenaga air skala kecil atau mikro dengan kapasitas dibawah 1 MW yang dapat berasal dari saluran irigasi, sungai atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjun (head) dan debit air (PERMEN ESDM 3/2016). United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) mendefinisikan PLTMH sebagai suatu sistem pembangkit listrik dengan menggunakan sumber energi dari tenaga air dengan kapasitas 500 W – 100 kW (IMIDAP 2009a). PLTMH merupakan pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas sampai 200 kW (JICA 2003).

PLTMH merupakan pembangkit listrik tenaga air jenis run-off river yaitu tidak memiliki bendungan atau waduk yang dapat digunakan untuk menyimpan air dalam periode waktu

tertentu (harian, mingguan, atau bulanan). Air yang tersedia di sungai pada saat itu juga dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Head pada PLTMH, diperoleh tidak dengan cara membangun bendungan, tetapi dengan mengalihkan sebagian aliran air sungai ke salah satu sisi sungai dan mengalirkannya lagi ke sungai yang sama pada suatu tempat dimana head yang diperlukan telah diperoleh secara alami.

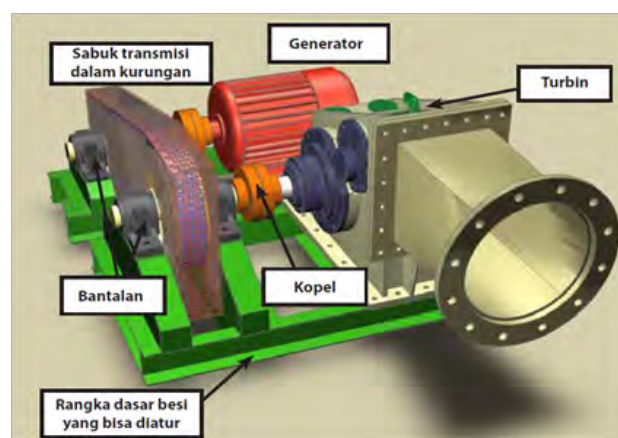
Konstruksi PLTMH mencakup 3 bagian utama yang terdiri dari: bangunan sipil, komponen mekanik, dan komponen elektrik. Bangunan sipil PLTMH seperti yang terlihat pada Gambar 1 terdiri dari beberapa komponen, sebagai berikut: bendung (weir), saluran masuk (intake), saluran pembawa air (headrace), bak penenang (forebay), rumah pembangkit (power house) dan saluran pembuang (tailrace). Komponen mekanik PLTMH seperti yang terlihat pada Gambar 2, terdiri dari beberapa komponen, sebagai berikut: pipa pesat (penstock), turbin, transmisi mekanik (pulley dan belt), bantalan (bearing), dan kopel (coupling). Komponen elektrik PLTMH terdiri dari beberapa komponen, sebagai berikut: generator, panel kontrol proteksi dan pengukuran, beban semu (ballast load), jaringan distribusi tenaga listrik, dan instalasi rumah.

Prinsip kerja pembangkit listrik tenaga air mini/mikro seperti diilustrasikan pada Gambar 1. Air sungai pada bendung (weir) dialihkan melalui saluran masuk (intake). Selanjutnya air sungai dialirkan ke bak penenang (forebay) melalui saluran pembawa (headrace channel) untuk diendapkan dan dipisahkan dari semua kotoran. Air sungai yang sudah bersih dialirkan melalui pipa pesat (penstock) dan diarahkan ke turbin. Putaran turbin merubah energi kinetik air menjadi energi mekanik putar. Turbin dikopel dengan generator melalui sebuah transmisi mekanik (pulley dan belt), seperti diilustrasikan pada Gambar 2. Energi mekanik putar dalam generator dirubah menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan oleh generator disalurkan ke konsumen untuk memenuhi berbagai macam kebutuhan.



Sumber: IMIDAP, 2010b

Gambar 1 Bangunan sipil PLTMH



Gambar 2. Komponen Mekanikal dan Elektrikal PLTMH

Penyediaan energi listrik menggunakan PLTMH dilakukan secara off-grid. Penyediaan energi listrik secara off-grid pada umumnya tidak terlalu baik, secara kuantitas maupun kualitas. Terdapat beberapa indikator mutu penyediaan energi listrik pada sistem off-grid, seperti: waktu ketersediaan energi listrik, jumlah ketersediaan energi listrik, kuantitas daya konsumen, dan kualitas daya konsumen.

Penyediaan energi listrik merupakan interaksi dari dua sisi besar, yaitu ketersediaan (supply) dan kebutuhan (demand). Kebutuhan energi listrik dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu: jumlah konsumen, langganan daya konsumen, beban terpasang dan faktor kebersamaan penggunaan peralatan. Kebutuhan energi listrik selalu berubah terhadap waktu. Kebutuhan energi listrik pada siang hari berbeda dengan kebutuhan pada malam hari. Kebutuhan energi listrik PLTMH off-grid pada umumnya mencapai

puncaknya pada malam hari jam 18.00-22.00 dan pagi hari jam 04.00-06.00.

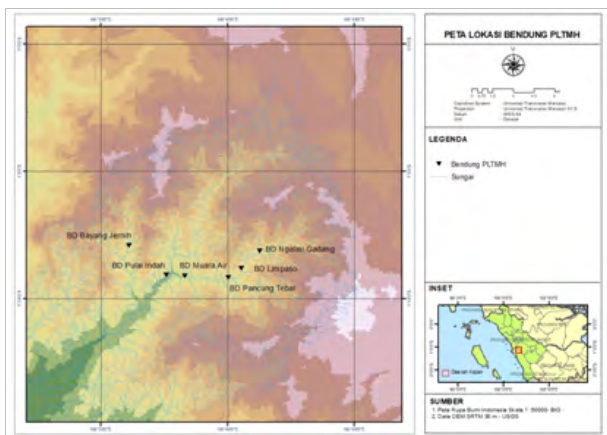
Ketersediaan-kebutuhan energi listrik merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan dari penyediaan energi listrik. Penelitian ini membahas tentang ketersediaan-kebutuhan energi listrik pada suatu instalasi PLTMH off-grid. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi ketersediaan-kebutuhan energi listrik PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang.

B. METODE

1. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 6 bulan dari Januari 2020 sampai dengan Juni 2020. DAS Batang Bayang secara administrasi terletak pada kecamatan Bayang dan kecamatan Bayang Utara yang terletak di Kabupaten Pesisir Selatan, provinsi Sumatera Barat. Terdapat 6 unit PLTMH yang beroperasi secara off-grid pada DAS Batang Bayang. Enam unit PLTMH tersebut, secara administrasi terletak di kecamatan Bayang Utara. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

Kecamatan Bayang Utara terletak dibagian utara kabupaten Pesisir Selatan. Kabupaten Pesisir Selatan secara geografis terletak di antara 01°03,5' sampai 01° 13,5' Lintang Selatan dan 100°30' sampai 100°45' Bujur Timur, dengan luas area 250,74 km² (BPS, 2017). Topologi wilayah Bayang Utara dilewati banyak aliran anak sungai yang bermuara di sungai Batang Bayang.



Gambar 3. Lokasi Penelitian



Gambar 4. Enam Unit PLTMH Pada DAS Batang Bayang

Kecamatan Bayang utara terdiri dari 6 nagari, yaitu: Puluik-Puluik, Puluik-Puluik Selatan, Koto Ranah, Muara Air, Pancung Tebal, dan Limau Gadang (BPS 2017). Enam unit PLTMH yang diteliti terletak di 4 nagari, 2 unit di nagari Koto Ranah, 1 unit di nagari Muara Air, 1 unit di nagari Pancung Tebal, dan 2 unit di Limau Gadang. Instalasi enam unit PLTMH pada DAS Batang Bayang dapat dilihat pada Gambar 4. Profil PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil PLTMH off-grid

| No | Nama PLTMH | Daya Desain Awal (kW)* | Konsumen (KK) |
|----|-------------------------------|------------------------|---------------|
| 1 | Ngalau Gadang (Ngalo Gadang) | 40 | 110 |
| 2 | Limaso (Limau Limau) | 50 | 122 |
| 3 | Pancung Tebal (Pancuang Taba) | 40 | 235 |
| 4 | Muara Air (Muara Aie) | 30 | 78 |
| 5 | Pulai Indah (Limau Puruik) | 40 | 35 |
| 6 | Bayang Jernih (Bayang Janiah) | 20 | 36 |

2. Jenis dan Sumber Data

Data penelitian ketersediaan-kebutuhan energi listrik PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang dapat diklasifikasi menjadi beberapa jenis data, yaitu: jam operasi harian, frekuensi dan durasi pemadaman, daya pembangkit (daya desain dan daya mampu), kebutuhan beban konsumen, daya terpasang tiap konsumen; tegangan dan frekuensi listrik konsumen. Sumber data penelitian berasal dari: instalasi pembangkit, operator, pengelola, konsumen, pakar PLTMH,

dan dinas ESDM.

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan teknik observasi, pengukuran langsung, dan wawancara terstruktur terhadap sumber data. Teknik observasi dan pengukuran langsung dipakai untuk menggali data pada instalasi pembangkit. Teknik wawancara terstruktur digunakan untuk memperoleh data dari operator, pengelola, dan konsumen. Data yang berasal dari pakar PLTMH, dan dinas ESDM diperoleh melalui wawancara secara langsung. Data sekunder diperoleh melalui studi dokumen seperti: catatan operasi dan pemeliharaan, digunakan untuk melengkapi data penelitian ini.

Sinkronisasi data hasil observasi, pengukuran langsung dan wawancara terstruktur dilakukan pada akhir pengumpulan data. Sinkronisasi bertujuan untuk memperoleh data yang valid, akurat dan dapat diandalkan. Antar sumber data dilakukan cross check sehingga diperoleh data penelitian yang baik.

3. *Peralatan Penelitian*

Peralatan penelitian yang digunakan pada penelitian ketersediaan-kebutuhan energi listrik PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang terdiri dari:

1. Peralatan ukur head (meteran dan pressure gauge) dan debit air (pelampung, benang, meteran, dan stop watch/HP)
2. Peralatan ukur besaran listrik seperti: tegangan, arus, frekuensi, listrik yang dihasilkan oleh PLTMH (volt meter, ampere meter, frekuensi meter, dan tang ampere).
3. Alat dokumentasi (kamera/HP).
4. Lembar observasi dan wawancara terstruktur.
5. Microsoft office excel 2016 untuk analisis data.

4. *Peralatan Penelitian*

Penelitian ketersediaan-kebutuhan energi listrik dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Studi pustaka terkait ketersediaan-kebutuhan listrik PLTMH off-grid.
2. Penelitian lapangan dan pengumpulan data, berdasarkan studi pustaka dan hasil rumusan indikator keberlanjutan dimensi teknik, yang meliputi: jam operasi harian, frekuensi dan durasi pemadaman, daya pembangkit (daya desain dan daya mampu), kebutuhan beban konsumen.
3. Analisis data lapangan terkait ketersediaan dan kebutuhan energi listrik konsumen, yang terdiri dari: pola operasi, tingkat pemadaman, jam ketersediaan, ketersediaan daya.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan energi listrik bagi masyarakat pedesaan merupakan tujuan utama dibangun sebuah pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Dengan adanya PLTMH off-grid diharapkan masyarakat dapat menikmati energi listrik untuk memenuhi berbagai macam keperluan seperti: penerangan, informasi, komunikasi, hiburan dan lain sebagainya. Ketersediaan energi listrik pada suatu kawasan merupakan awal kemajuan zaman.

Kecamatan Bayang Utara, kabupaten Pesisir Selatan memiliki potensi energi air yang bersumber dari sungai Batang Bayang beserta anak sungainya. Potensi ini telah dikembangkan menjadi energi listrik melalui PLTMH off-grid. Terdapat setidaknya 4 nagari atau desa telah memanfaatkan PLTMH off-grid untuk memenuhi kebutuhan energinya. Empat nagari tersebut meliputi: Koto Ranah, Muara Aie, Pancuang Taba, dan Limau Gadang.

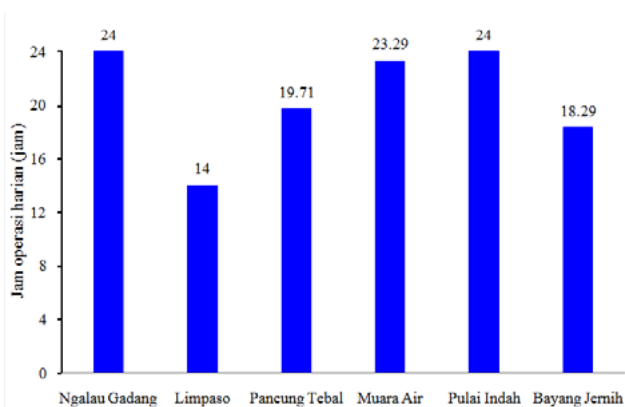
Nagari koto ranah memiliki 2 unit pembangkit, yaitu: PLTM Pulai Indah dan PLTMH Bayang Jernih. Nagari Muara Aie memiliki 1 unit pembangkit, yaitu PLTMH Muara Air. Nagari Pancuang Taba memiliki 1 unit pembangkit, yaitu PLTMH Pancung Tebal. Nagari Limau Gadang memiliki 2 unit pembangkit, yaitu PLTMH Limpaso dan PLTMH Ngalau Gadang

Tiap lokasi pembangkit memiliki karakteristik ketersediaan-kebutuhan energi listrik yang berbeda. Ketersediaan-kebutuhan energi listrik dalam penelitian ini dibahas secara menyeluruh meliputi: pola operasi harian, tingkat pemadaman, ketersediaan layanan, ketersediaan-kebutuhan listrik.

1. Pola Operasi Harian Pembangkit

Pola operasi harian merupakan waktu operasi PLTMH off-grid memberikan pelayan energi listrik bagi konsumen setiap harinya. Gambar 5 menunjukkan, tidak semua pembangkit beroperasi selama 24 jam/hari. Hanya terdapat 2 unit pembangkit yang beroperasi selama 24 jam/hari: Ngalau Gadang, dan Pulau Indah. Pembangkit yang lain, Muara Air rata-rata beroperasi selama 23,36 jam/hari, Pancung Tebal 19,7 jam/hari dan Bayang Jernih 18,29 jam/hari, bahkan Limpaso rata-rata hanya beroperasi 14 jam/hari.

Satu tahun terdiri dari 8760 jam, jika dikonversi dalam persentase jam operasi per tahun maka hanya terdapat 2 unit PLTMH yang memiliki jam operasi 100% yaitu: Ngalau Gadang, dan Pulau Indah. Muara Air memiliki jam operasi 97,02%, Pancung Tebal 82,14%, Bayang Jernih 76,19%, dan yang paling rendah Limpaso memiliki persentase waktu operasi per tahun 58,33%.



Gambar 5. Pola operasi harian PLTMH off-grid

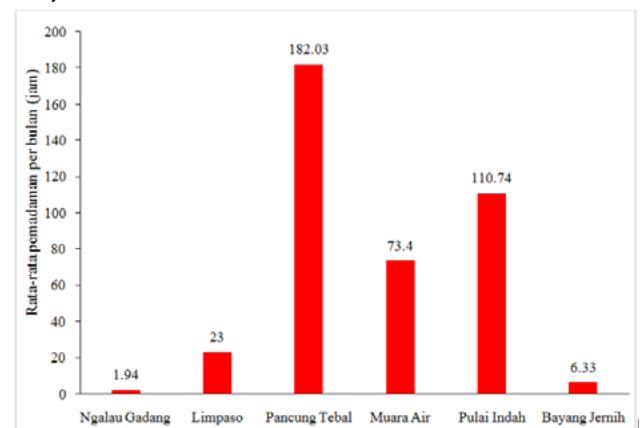
Penyediaan energi listrik on grid yang dilaksanakan oleh PT. PLN (persero) pada umumnya menyediakan layanan listrik 24 jam/hari dan 8760 jam/tahun. Hanya 2 unit PLTMH off-grid yang layanan operasi harian sama dengan

layanan operasi yang diberikan oleh PT. PLN (persero) yaitu: Ngalau Gadang dan Pulau Indah. Terdapat beberapa pertimbangan mengapa PLTMH tersebut tidak beroperasi 24 jam per hari, seperti: ketersediaan debit air karena digunakan untuk pertanian, dan pertimbangan teknis terkait perlunya mesin pembangkit untuk “beristirahat”.

2. Tingkat Pemadaman Energi Listrik

Salah satu indikator kehandalan penyediaan energi listrik adalah tingkat pemadaman yang terjadi. Pemadaman dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis: pemadaman terjadwal dan pemadaman tidak terjadwal. Pemadaman terjadwal disebabkan karena adanya pemeliharaan rutin seperti penggantian bearing, belt, kopling, dan lain sebagainya. Pemadaman tidak terjadwal karena adanya gangguan yang terjadi secara tiba-tiba, dan menyebabkan pembangkit tidak beroperasi.

Gambar 6 menunjukkan data pemadaman yang terjadi pada 6 unit PLTMH pada DAS Batang Bayang. Rata-rata tingkat pemadaman yang terjadi sangat bervariasi, dari 1,94 Jam/Bulan sampai dengan 182,03 Jam/Bulan. Nilai pemadaman diharapkan mendekati dengan tingkat pemadaman pelanggan PT. PLN (persero). Keputusan Dirjen Ketenagalistrikan 50k/2017 tentang Besaran Tingkat Mutu Pelayanan Perusahaan Perseroan (Persero) PT. Perusahaan Listrik Negara Tahun 2017 menetapkan tingkat pemadaman listrik PLN untuk wilayah kabupaten Pesisir Selatan sebesar 15 jam/Bulan (KEPDIRJEND KTL 50/2017).



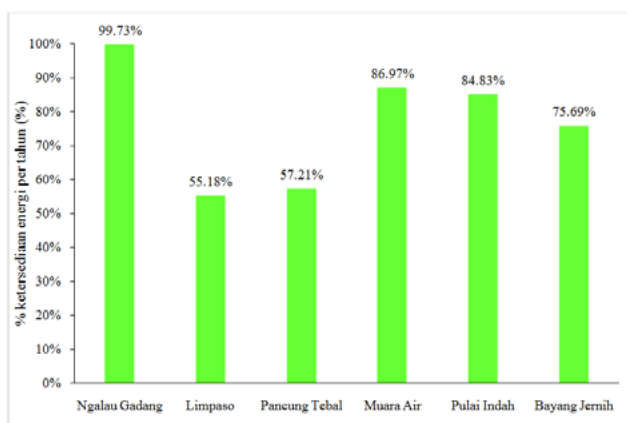
Gambar 6. Tingkat pemadaman PLTMH off-grid

Terdapat 2 unit pembangkit dengan tingkat pemadaman dibawah tingkat pemadaman yang ditetapkan oleh KEPDIRJEND KTL 50/2017, yaitu: Ngalau Gadang 1,94 jam/bulan dan Bayang Jernih 6,33 jam/bulan. Terdapat 2 unit pembangkit yang memiliki tingkat pemadaman diatas 100 jam/bulan, yaitu: Pulai Indah 110 jam/bulan dan Pancung Tebal 182 jam/bulan. Tingkat pemadaman yang tinggi disebabkan karena kerusakan yang parah pada pembangkit dan tidak tersedia dana yang cukup untuk perbaikan.

3. Ketersediaan Layanan Energi Listrik

Ketersediaan layanan merupakan waktu tersedianya energi listrik bagi masyarakat. Ketersediaan energi listrik berkaitan dengan waktu operasi dan pemadaman yang terjadi. Secara matematis ketersediaan layanan merupakan hasil pengurangan waktu pengoperasian PLTMH selama 1 tahun dengan pemadaman yang terjadi dalam kurun waktu yang sama.

Gambar 7 menunjukkan ketersediaan layanan energi listrik konsumen PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang per tahun yang bervariasi dari 55,18% sampai dengan 99,73%. Ketersediaan layanan PLTMH Limpaso cukup rendah sebesar 55,18%. Ketersediaan layanan tersebut mengandung pengertian, dalam 1 tahun terdapat 8760 jam, maka PLTMH Limpaso hanya beroperasi melayani konsumen selama 4834 jam per tahun.



Gambar 7. Ketersediaan layanan energi listrik

Waktu ketersediaan energi listrik PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang pada umum kurang baik. Gambar 7 menunjukkan hanya 1 unit

pembangkit berada pada kondisi baik dengan waktu ketersediaan diatas 95%, yaitu: PLTMH Ngalau Gadang dengan ketersediaan layanan 99,73%. Pemerintah melalui Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan menetapkan batas pemadaman listrik PLN sebesar 15 jam/bulan untuk daerah pesisir selatan. Pemadaman 15 jam/bulan setara dengan pemadaman 180 jam/tahun atau 2,05%. Pemadaman sebesar 2,05% dari total jam per tahun sama dengan 97,95% ketersediaan layanan. Lima pembangkit lain (Limpaso, Pancung Tebal, Muara Air, Pulai Indah dan Bayang Jernih) memiliki waktu ketersediaan layanan energi listrik yang kurang baik.

4. Ketersediaan Daya Pembangkit dan Kebutuhan Beban Konsumen

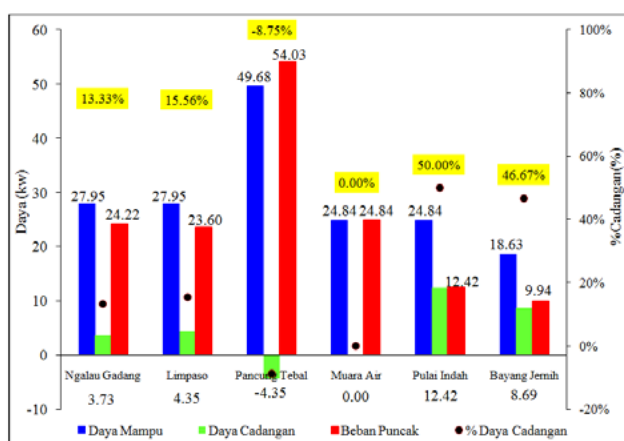
Ketersediaan-kebutuhan energi listrik merupakan dua sisi mata uang yang tidak dapat dipisahkan. Pembahasan tentang ketersediaan energi listrik tidak bisa lepas dengan kebutuhan energi listrik yang ada. Setiap penyediaan infrastruktur ketenagalistrikan selalu berdasarkan kebutuhan yang ada. Kebutuhan tenaga listrik atau kebutuhan beban merupakan jumlah daya/energi listrik yang diperlukan oleh konsumen dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya. Kebutuhan energi listrik dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu: jumlah konsumen, daya terpasang, faktor pemakaian, faktor kebersamaan, dan faktor daya.

Ketersediaan daya pembangkit dan kebutuhan beban konsumen merupakan bagian terpenting dalam penyediaan energi listrik. Kapasitas daya pembangkit harus lebih besar dari kebutuhan beban konsumen tertinggi, agar pembangkit dapat beroperasi secara berkelanjutan. Kebutuhan beban konsumen yang lebih besar dari kapasitas pembangkit dapat berakibat kerusakan fatal pada pembangkit karena kelebihan beban (overload).

Kapasitas pembangkit yang lebih besar dari kebutuhan beban konsumen ditandai dengan tersedianya daya cadangan. Ketersediaan daya cadangan yang cukup dapat menjamin ketersediaan energi listrik masa depan. Kebutuhan beban konsumen cenderung

mangalami peningkatan dari tahun ke tahun seiring dengan penambahan penduduk dan pertumbuhan ekonomi.

Ketersediaan daya masa depan merupakan daya cadangan yang tersedia dari hasil pengurangan kapasitas atau daya mampu pembangkit dengan kebutuhan beban puncak konsumen. Daya mampu pembangkit diperoleh dengan mengalikan tegangan terhadap arus generator maksimum serta faktor daya. Gambar 8 menunjukkan hasil pengukuran dan perhitungan daya mampu PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang. Nilai daya mampu pembangkit bervariasi dari 15,53 kW sampai 49,68 kW.



Gambar 8. Daya Mampu, Beban Puncak dan Daya Cadangan

Kebutuhan energi listrik selalu mengalami perubahan setiap saat. Kebutuhan energi listrik mencapai puncak terjadi pada malam hari dan pagi hari, ketika konsumen PLTMH secara bersamaan menghidupkan peralatan listrik seperti: lampu, televisi, radio, tape, dan lain sebagainya. Kondisi seperti ini biasa disebut sebagai beban puncak. Beban puncak merupakan pokok bahasan kebutuhan energi listrik konsumen. Beban puncak sebagai salah satu indikator sistem tenaga listrik masih dalam keadaan baik atau tidak. Beban puncak konsumen yang lebih besar dari daya mampu pembangkit, mengindikasikan ketidakseimbangan supply-demand pada suatu sistem tenaga listrik.

Beban puncak konsumen PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang bervariasi dari 8,07 kW sampai dengan 54,03 kW seperti yang terlihat

pada Gambar 8. Beban puncak dipengaruhi oleh jumlah konsumen dan daya terpasang pada setiap konsumen. PLTMH Pancung tebal memiliki beban puncak 54,03 kW paling besar diantara pembangkit lain karena memiliki jumlah konsumen paling besar.

Beban konsumen pada siang hari lebih rendah dari beban puncak pembangkit. Rata-rata beban konsumen pada siang tidak lebih dari 0,5 kali beban puncak konsumen pada malam dan pagi hari. Ketersediaan daya pada siang hari dapat dimanfaatkan untuk kegiatan usaha produktif yang dapat meningkatkan pendapatan pembangkit dan masyarakat.

Kebutuhan beban puncak konsumen PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang sudah mendekati daya mampu pembangkit. Terdapat 4 unit pembangkit dengan beban puncaknya sudah diatas 80% dari daya mampu dengan kata lain daya cadangan kurang dari 20%, seperti yang terlihat pada Gambar 8. Terdapat 1 unit pembangkit dengan kebutuhan beban puncak konsumen melebihi kapasitas mampu (overload), yaitu Pancung Tebal. Satu unit pembangkit pada titik kritis overload beban puncak sama dengan daya mampu, yaitu Muara Air. Kondisi kelebihan beban pada pembangkit dapat mengakibatkan kerusakan fatal pada komponen elektromekanikal, yang dapat menyebabkan pembangkit berhenti beroperasi dalam jangka waktu yang lama.

Kondisi jumlah ketersediaan energi listrik PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang cukup bervariasi, namun sebagian besar pada kondisi yang kurang baik. Hanya terdapat 2 unit pembangkit dengan daya cadangan diatas 20%, yaitu Pulau Indah dan Bayang Jernih. PLTMH Pulau Indah dan Bayang Jernih diprediksi dapat melayani kebutuhan beban sampai 15 tahun mendatang tanpa harus menambah kapasitas pembangkit, dengan pertumbuhan beban yang normal. Dua unit pembangkit dalam kondisi defisit dimana kapasitas pembangkit lebih rendah atau sama dengan kebutuhan beban puncak konsumen, yaitu: Pancung Tebal dan Muara Air. Dua unit pembangkit lain (Ngalau Gadang

dan Limpaso) pada kondisi kritis dengan daya cadangan dibawah 20%.

D. KESIMPULAN

Waktu ketersediaan energi listrik PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang memiliki karakteristik yang cukup beragam, namun sebagian besar pada kondisi yang kurang baik. Waktu ketersediaan energi listrik PLTMH Ngalau Gadang, Limpaso, Pancung Tebal, Muara Air, Pulai Indah, dan Bayang Jernih, sebagai berikut: 99,73%, 55,18%, 57,21%, 86,97%, 84,83%, dan 75,69% dari total jam per tahun. Hanya terdapat 1 unit pembangkit dengan waktu ketersediaan energi listriknya pada kondisi baik dengan waktu ketersediaan energi listrik diatas 95% sesuai dengan standar pelayanan pelanggan PT. PLN (persero). Tiga unit pembangkit memiliki waktu ketersediaan energi listrik berkisar 80%. Dua unit pembangkit memiliki waktu ketersediaan energi yang sangat rendah berkisar 50%.

Jumlah ketersediaan energi listrik PLTMH off-grid pada DAS Batang Bayang memiliki karakteristik yang cukup bervariasi. Kapasitas mampu PLTMH Ngalau Gadang, Limpaso, Pancung Tebal, Muara Air, Pulai Indah, dan Bayang Jernih, sebagai berikut: 27,95 kW, 27,95 kW, 49,68 kW, 24,84 kW, 24,84 kW, dan 18,63 kW; sementara kebutuhan beban puncak konsumen sebesar: 24,22 kW, 23,60 kW, 54,03 kW, 24,84 kW, 12,42 kW, 9,94 kW. Dua unit pembangkit mengalami kelebihan beban atau defisit (ketersediaan < kebutuhan), yaitu: Pancung Tebal dan Muara Air; 2 unit pembangkit memiliki daya cadangan yang kritis (<20%), yaitu: Ngalau Gadang dan Limpaso; dan 2 unit pembangkit memiliki jumlah ketersediaan energi listrik atau daya cadangan yang cukup baik (>20%), yaitu: Pulai Indah dan Bayang Jernih. Jumlah ketersediaan ditentukan oleh ketersediaan energi (kapasitas pembangkitan) dan kebutuhan energi (beban konsumen). Kapasitas pembangkit cenderung berkurang karena penurunan performa peralatan dan tingkat pemeliharaan yang rendah. Satu unit pembangkit memiliki

efisiensi berkisar pada nilai 60%, yaitu: Pancung Tebal; 2 unit pembangkit memiliki nilai efisiensi berkisar antara 40-50% yaitu: Muara Air dan Bayang Jernih; dan 3 unit pembangkit memiliki efisiensi berkisar pada nilai 30%, yaitu: Ngalau Gadang, Limpaso, dan Pulai Indah. Pada sisi lain kebutuhan jumlah energi konsumen cenderung mengalami peningkatan karena pertumbuhan penduduk dan ekonomi masyarakat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada berbagai pihak baik perorangan maupun institusi (Dinas ESDM Prov Sumatera Barat dan 6 Unit PLTMH yang terdapat pada DAS Batang Bayang) yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tulisan ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Kecamatan IV Nagari Bayang Utara Dalam Angka 2017. Pesisir Selatan (ID): BPS Kabupaten Pesisir Selatan.
- Cherni JA, Preston F. 2007. Rural electrification under liberal reforms: the case of Peru. *Journal of Cleaner Production*. 15: 143-152. doi:10.1016/j.jclepro.2006.01.029
- [EIA] Energy Information Administration. 2012. Reserve Electric Generating Capacity Helps Keep The Lights On [Internet]. [diunduh 2019 Desember 6]. Tersedia pada: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=6510>.
- [ESDM SUMBAR] Energi dan Sumber Daya Mineral Sumatera Barat. 2015. Data Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro. Padang (ID): Dinas ESDM Sumatera Barat.
- [ESDM] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2006. Manual Pengelolaan Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) untuk Program Listrik Perdesaan. Jakarta (ID): Kementerian ESDM.

- [IMIDAP] Integrated Microhydro Development and Application Program. 2009a. Modul Pelatihan Operator Mikrohidro. Jakarta (ID): IMIDAP.
- [IMIDAP] Integrated Microhydro Development and Application Program. 2010b. Good and Bad of Mini Hydro Power. Jakarta (ID): IMIDAP.
- Javadi FS, Rismanchi B, Sarraf M, Afshar O, Saidur R, Ping HW, Rahim NA. 2013. Global policy of rural electrification. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 19: 402-416. doi:10.1016/j.rser.2012.11.053.
- [JICA] Japan International Cooperation Agency. 2003. Study on Rural Energy Supply with Utilization of Renewable Energy in Rural Areas in The Republic of Indonesia. Tokyo (JP): Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.
- [KEPDIRJEND KTL] Keputusan Direktur Jendral Ketenagalistrikan. 2017. Keputusan Direktur Jendral Ketenagalistrikan 50k/2017 tentang Besaran Tingkat Mutu Pelayanan Perusahaan Perseroan (Persero) PT. Perusahaan Listrik Negara Tahun 2017. Jakarta (ID): Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral.
- Kersting WH. 2018. *Distribution System Modeling and Analysis: Fourth Edition*. Boca Raton, Florida (US): CRC Press.
- Kumar A, Mohanty P, Palit D, Chaurey A. 2009. Approach for Standardization of Off-Grid Electrification Projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 13: 1946-1956. doi:10.1016/j.rser.2009.03.008
- Notosudjono D, Wismiana E, Alamsyah F, Ramadhon BD. 2018. Analyzing the potential and the load evaluation on Ubrug hydro power plant of Sukabumi, West Java. The 2nd International Conference on Engineering and Technology for Sustainable Development (ICET4SD 2017). MATEC Web of Conferences 154 (2018). doi:https://doi.org/10.1051/matecconf/201815401043
- [PERMEN ESDM] Peraturan Menteri Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. 2016. Peraturan Menteri Energi Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 03 Tahun 2016 tentang Petunjuk Teknik Penggunaan Dana Alokasi Khusus Bidang Energi Skala Kecil Tahun Anggaran 2016. Jakarta (ID): Kementerian ESDM.
- [RUPTL] Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik. 2018. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor: 1567 K/21/Mem/2018 tentang Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2018 s.d. 2027. Jakarta (ID): Kementerian ESDM.
- Sukamta S, Kusmantoro A. 2013. Perencanaan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Elektro*. Vol 5 No 2: 58-63.
- [UU] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan. Jakarta (ID): Presiden Republik Indonesia.
- [UU] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 Tahun 2014 tentang Desa. Jakarta (ID): Presiden Republik Indonesia.
- Willis HL. 2004. *Power Distribution Planning Reference Book: Second Edition, Revised and Expanded*. Madison Avenue, New York (US): Marcel Dekker.