

Perancangan Energi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kawasan Perkebunan Teh PT. Pagilaran Batang, Jawa Tengah

¹Feri Aspriadi, S.T., ²Muhammad Sulaiman, S.T., M.Eng., D.Eng. & ³Dr.Eng. Wahyu Wilopo, S.T., M.Eng.

feriaspriadi@gmail.com,

muhammad.sulaiman@ugm.ac.id,

wilopo_w@ugm.ac.id

Abstrak

Listrik merupakan suatu yang sangat sulit dipisahkan dari kehidupan masyarakat moderen di era saat ini, hampir semua aktifitas manusia memanfaatkan energi listrik. Berdasarkan data yang dimiliki kementerian ESDM, dari potensi nasional. total keseluruhan potensi tenaga air yang dimiliki bangsa Indonesia sebesar 75.000 MW dan yang termanfaatkan saat ini hanya 10.1% atau sebesar 7,572 MW. Di kawasan perkebunan teh PT. Pagilaran kondisi *existing* transportasi pengangkut daun teh menggunakan mobil truk, di proses pelayuan, dan proses pengeringan terdapat mesin-mesin yang mengkonsumsi bahan bakar fosil. Dimana hal tersebut tidak ramah lingkungan atau tidak *green energy*.

Oleh sebab itu, diperlukan adanya kajian tentang energi alternatif untuk mensubstitusikan energi bahan fosil ke *renewable energy* dan untuk memenuhi pemenuhan kebutuhan konsumsi energi listrik. Dari permasalahan tersebut, melakukan kajian mengenai analisis konsumsi energi listrik *existing*, proyeksi *demand* energi listrik dan potensi pemanfaatan PLTMh.

Hasil analisis didapat konsumsi energi *existing* di kawasan perkebunan teh pagilaran sebesar 3,4 GWh, konsumsi energi yang akan datang di kawasan perkebunan teh PT. Pagilaran sebesar 4,7 GWh dan potensi yang akan dimanfaatkan sebesar 4,25GW. Potensi energi listrik PLTMh dimanfaatkan diantaranya 15% proses pelayuan, 54% menyuplai kawasan *afdeling* pagilaran, 9% kawasan *afdeling* andongsili, 4% kawasan *afdeling* landak dan 18% kereta gantung pengangkut daun teh.

1 Pendahuluan

Listrik merupakan suatu hal yang sangat sulit dipisahkan dari kehidupan masyarakat moderen di era saat ini, hampir semua aktifitas manusia memanfaatkan energi listrik. Berdasarkan data kementerian ESDM, Total keseluruhan potensi tenaga air yang dimiliki bangsa Indonesia sebesar 75.000 MW dan yang termanfaatkan saat ini hanya 10.1% atau sebesar 7,572 MW.

Kawasan perkebunan teh PT. Pagilaran Kecamatan Blado, Kabupaten Batang, Jawa Tengah mempunyai sumber daya air yang cukup melimpah. Dahulunya terdapat PLTMh dimana yang dimanfaatkan untuk alat transportasi pengangkut daun teh. Untuk kondisi *existing* transportasi pengangkut daun teh menggunakan mobil truk. Dimana mobil truk tersebut tidak ramah lingkungan atau tidak *green energy*. Selain mobil truk, di proses pelayuan, dan proses pengeringan terdapat mesin-mesin yang mengkonsumsi

bahan bakar fosil. Oleh sebab itu, diperlukan adanya kajian tentang energi alternatif untuk mensubstitusikan energi bahan fosil ke renewable energy dan untuk memenuhi pemenuhan kebutuhan konsumsi energi listrik. Dengan tujuan dapat meminimalisir dampak lingkungan dan ketersediaan energi yang dibutuhkan dalam proses produksi teh. Oleh sebab itu, diperlukan adanya kajian tentang energi alternatif untuk mensubstitusikan energi bahan fosil ke renewable energy dan untuk memenuhi pemenuhan kebutuhan konsumsi energi listrik. Dengan tujuan dapat meminimalisir dampak lingkungan dan ketersediaan energi yang dibutuhkan dalam proses produksi teh.

2 Landasan Teori

2.1 Pengukuran Daya Dan Energi Listrik

P adalah daya yang terukur dari suatu peralatan listrik sedangkan t adalah jumlah waktu penggunaan peralatan listrik. Nilai P dapat dihitung dari pengukuran sumber arus dan tegangan listrik. Sumber listrik satu fase dapat dihitung nilai P-nya dengan menggunakan persamaan 2.1 dan 2.2.

$$P = V \times I \times PF \quad (2.1)$$

Daya listrik 3 fase dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P = (V \times I \times PF \times \sqrt{3})/1000 \quad (2.2)$$

Keterangan

P = Daya alat (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

PF = Faktor Daya

Energi listrik adalah suatu bentuk energi yang berasal dari interaksi muatan listrik yang mana menimbulkan adanya medan listrik. Energi listrik juga dapat digambarkan sebagai Bergeraknya elektron pada suatu konduktor atau ion (positif atau negatif) pada suatu medium. Listrik mempunyai satuan Ampere yang disimbolkan dengan A dan tegangan listrik yang disimbolkan dengan V dengan satuan volt dengan ketentuan kebutuhan pemakaian daya listrik Watt yang disimbolkan dengan W. Energi listrik bisa diciptakan oleh sebuah energi lain dan bahkan sanggup memberikan suatu energi yang nantinya bisa dikonversikan pada energi yang lain. Untuk mencari nilai konsumsi energi suatu alat dapat menggunakan persamaan 2.3.

$$E = P \cdot t \quad (2.3)$$

Keterangan

E = Konsumsi energi listrik (kWh)

P = Daya alat (Watt)

t = Selang waktu (hours)

Pengukuran daya adalah suatu metode untuk mengetahui besarnya daya atau energi listrik yang digunakan pada rangkaian rangkaian listrik suatu alat elektronik, pengukuran daya dibagi menjadi 2, yaitu:

1. Pengukuran Daya pada rangkaian DC (Direct Current)
2. Pengukuran Daya pada rangkaian AC (Alternating Current)

Dalam sebuah rangkaian listrik, daya didefinisikan sebagai laju energi yang dihantarkan atau kerja yang dilakukan persatuan waktu. Dalam pengukuran daya (Husnawati, Passarella Rossi, 2015), ada 2 metode yaitu:

1. Metode Pengukuran Daya Secara Tidak Langsung. Ada dua jenis pengukuran daya menggunakan metode pengukuran tak langsung, ditinjau dari letak kedua alat ukur, yaitu ampermeter dan voltmeter. Voltmeter dipasang sebelum ampermeter. Voltmeter dipasang setelah Ampermeter.
2. Metode Pengukuran Daya Secara Langsung

Pengukuran daya listrik secara langsung adalah dimana melakukan pengukuran langsung di jaringan listrik dengan alat ukur wattmeter. Wattmeter merupakan alat instrumen listrik yang pembacaannya dalam satuan watt dimana merupakan kombinasi voltmeter dan amperemeter.

2.2 2.2 Energi Terbarukan

Energi terbarukan didefinisikan sebagai energi yang diproduksi dari sumber daya alami yang dapat terbaharui dalam rentang waktu yang singkat. Sumber daya alami ini dapat berasal dari sinar matahari, angin, gelombang, ombak laut, biomasa, dan panas bumi. Sumber energi terbarukan ini dapat dikonversi menjadi listrik maupun bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan energi (Formighieri & Bass, 2013). Setiap sumber energi terbarukan memiliki kekhasannya masing-masing. Sumber-sumber energi terbarukan ini bersifat kearifan lokal, dimana suatu daerah dengan daerah lain terdapat perbedaan potensi sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan.

2.3 2.3 Jaringan Listrik

Energi listrik yang dihasilkan oleh PLTMh harus segera dimanfaatkan dikarenakan kontinuitas dan energi listrik tidak dapat disimpan. Agar energi listrik yang dihasilkan pembangkit dapat dimanfaatkan ke pusat beban, maka diperlukan pembangunan sarana penyalur energi listrik yang berupa jaringan listrik meliputi: jaringan transmisi dan jaringan distribusi. Fungsi dari sistem jaringan adalah untuk menyalurkan atau mendistribusikan energi listrik dari pusat energi (pembangkit) ke suplai (gardu induk) setelah itu ke pusat – pusat beban (gardu trafo/distribusi).

Jaringan distribusi berdasarkan letak jaringan terhadap posisi gardu distribusi, dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu:

1. Jaringan distribusi primer

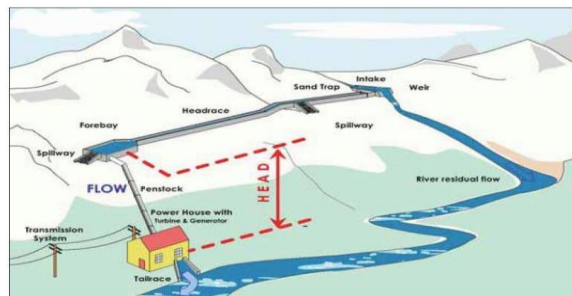
Jaringan distribusi primer (JTM) merupakan suatu jaringan yang letaknya sebelum gardu distribusi berfungsi menyalurkan tenaga listrik bertegangan menengah (20 kV). Hantaran dapat berupa kabel dalam tanah atau saluran udara yang menghubungkan dari gardu induk (sekunder trafo) dengan gardu distribusi (sisi primer trafo didistribusi).

2. Jaringan distribusi sekunder

Jaringan distribusi sekunder (JTR) merupakan suatu jaringan yang letaknya setelah gardu distribusi berfungsi menyalurkan tenaga listrik bertegangan rendah (misalnya 220 V/380 V). Hantaran berupa kabel tanah atau kawat udara yang menghubungkan dari gardu distribusi (sisi sekunder trafo distribusi) ke tempat konsumen atau pemakai.

2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Mirohidro (PLTMh)

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMh) memanfaatkan sementara aliran sungai untuk memutar turbin yang telah dikopel generator, setelah turbin berputar generator akan mengubah dari energi gerak menjadi energi listrik. Dimana energi listrik yang dihasilkan akan didistribusi ke pusat pembeana. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 1. Skema PLTMh

Aliran sungai dibendung untuk menaikkan permukaan air, kemudian air dialirkan melalui saluran pembawa menuju ke bak penenang. Bak penenang dihubungkan dengan pipa pesat, dengan tujuan agar mendapatkan debit air yang besar dengan memanfaatkan tinggi jatuh, dan pipa pesat tersebut dihubungkan ke turbin air, sehingga air menekan turbin dan turbin dapat berputar. Perputaran turbin tersebut dimanfaatkan untuk memutar generator, setelah mendapat putaran yang konstan maka generator akan menghasilkan tegangan listrik, yang akan di distribusikan ke beban melalui saluran kabel distribusi (JTM atau JTR).

2.5 Pengolahan Teh Hitam

Pengolahan sistem produksi teh hitam di Indonesia dibagi menjadi dua jenis, yaitu pengolahan sistem secara *orthodox*, dan pengolahan sistem secara CTC (*Chushing Tearing Curling*). Untuk pengolahan sistem secara *orthodox* dibagi 2 yaitu pengolahan sistem secara *Orthodox Murni*, dan pengolahan sistem secara *Orthodox Rotorvane*. Untuk pengolahan sistem *orthodox* murni untuk saat ini sudah jarang digunakan,

dikarenakan perusahaan-perusahaan sudah beralih ke pengolahan sistem *orthodox rotorvane*.

Tabel 1 Perbandingan pengolahan sistem orthodox dengan sistem CTC

Pengolahan Sistem <i>Orthodox</i>	Pengolahan Sistem <i>CTC</i>
Derajat layu pucuk 44 - 46 %	Derajat layu pucuk 32 - 35%
Ada sortasi bubuk basah	Tidak ada sortasi bubuk basah
Tangkai/tulang terpisah (badag)	Bubuk basah ukuran hampir sama
Memerlukan pengeringan ECP	Metode pengeringan FBD
Tenaga kerja banyak	Memakai lebih sedikit tenaga kerja
Tenaga listrik besar	Memakai lebih sedikit tenaga listrik
Sortasi kering kurang sederhana	Proses sortasi kering lebih sederhana
Fermentasi bubuk basah 105-120 menit	Waktu fermentasi bubuk basah 80 - 85 menit
Waktu proses pengolahan berlangsung lebih dari 20 jam	Waktu proses pengolahan kurang dari 20 jam
Waktu proses pengolahan berlangsung lebih dari 20 jam	Waktu proses pengolahan kurang dari 20 jam

PT. Pagilaran sendiri pengolahan teh hitam menggunakan pengolahan sistem orthodox rotorvane. Proses secara umum pengolahan sistem orthodox rotorvane yaitu mengubah daun teh menjadi bubuk teh yang berukuran kecil dengan melewati beberapa tahapan proses seperti penerimaan dan analisis pucuk, pelayuan, penggulungan, penggilingan, sortasi basah, fermentasi, pengeringan, sortasi kering, penyimpanan, dan pengemasan.

3 Diskusi

3.1 Kondisi Umum PT. Pagilaran

Pada Tahun 1985 PT Pagilaran mendapatkan surat penugasan dari menteri Pertanian Prof. Sumantri Sastrosudiarjo No. KB.340/97/mentan/II/1985 untuk menjadi Perusahaan Inti Rakyat (PIR) Jawa Tengah seluas 4700 ha yang tersebar di Kabupaten Batang, Banjarnegara, dan Pakalongan dan di dukung oleh SK dari Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Tengah Nomor: 525/05/740 yang prinsipnya mendukung keberhasilan pembangunan pertanian di Jawa Tengah. Bertepatan tanggal 29 September 2016, Yayasan Fakultas Pertanian UGM (Fapertagama) menghibahkan saham PT Pagilaran kepada UGM untuk dikelola sebagai teaching industry bagi civitas akademika UGM. Hibah aset ini ditujukan untuk mendukung Tridharma Perguruan Tinggi yang meliputi kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat.

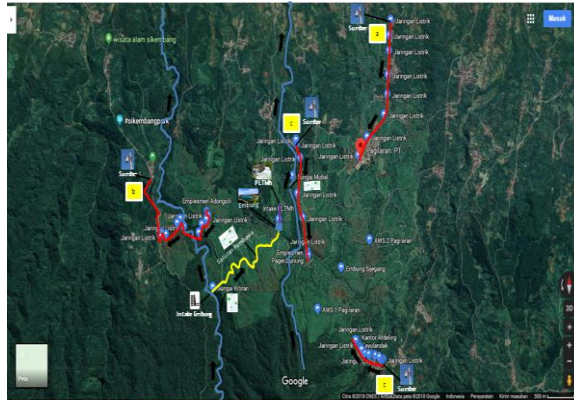


Gambar 2. Lokasi Penelitian

Lokasi Unit Produksi Pagilaran yaitu terletak di sebelah selatan kota Batang dan sebelah tenggara Kota Pekalongan atau sekitar 50 km dari kota Pekalongan, 20 km dari kota Batang, dan 113 km dari kota Semarang.

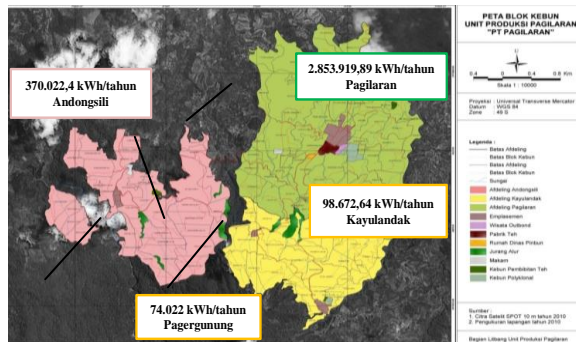
3.2 3.2 Kondisi Kelistrikan

Jaringan listrik merupakan suatu alat penghantar energi listrik dari sumber energi ke pusat pembebanan. Energi listrik yang distribusi melalui jaringan listrik di kawasan perkebunan teh PT. Pagilaran di suplai dari beberapa sumber. Sistem jaringan kelistrikan ini sering disebut dengan sistem jaringan kelistrikan radial. Jaringan radial yaitu jaringan dimana membentuk garis lurus dan sumbernya hanya satu. Jaringan kelistrikan di kawasan tersebut menggunakan kontruksi tiang listrik jenis beton dan besi dikarenakan struktur medan yang dilalui jaringan kelistrik tersebut berbukit yang rentan longsor dan banyak pepohonan yang dapat seketika tumbang. Jaringan listrik existing di kawasan perkebunan PT. Pagilaran disuplai dari 4 sumber listrik yang berbeda. Untuk masing-masing kawasan menggunakan sistem jaringan listrik radial dimana jaringan kelistrikanya hanya memanjang dan tidak lingkaran tertutup. Untuk lebih detail dapat dilihat pada gambar 3.



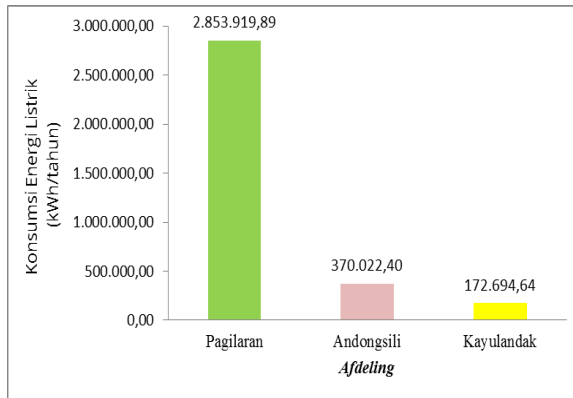
Gambar 3. Jaringan listrik existing

Hasil dari perhitungan dan analisis listrik existing dapat digunakan untuk membuat suatu pemetaan konsumsi energi listrik existing. Pemetaan konsumsi energi existing dapat dilihat pada Gambar 4.



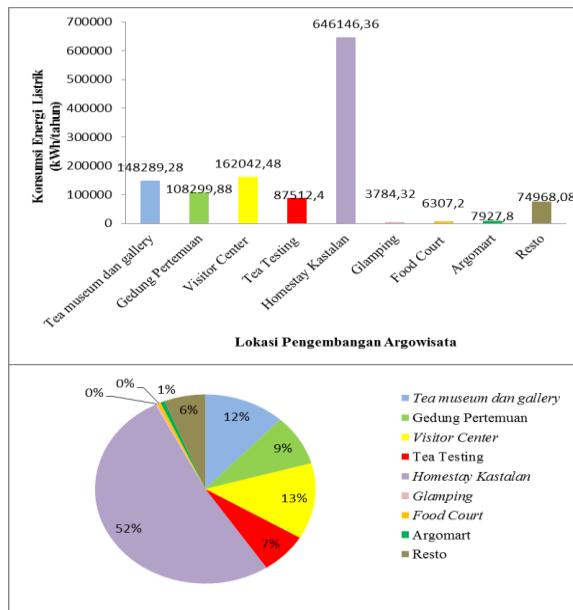
Gambar 4. Konsumsi existing energi listrik PT. Pagilaran Batang

Gambar 5. Perbandingan grafik antara total konsumsi energi listrik existing di kawasan afdeling pagilaran sebesar 2.853.919,89 kWh/tahun \approx 2,85 GWh/ tahun. Dimana konsumsi energi listrik meliputi: pabrik, kantor, fasilitas pendukung, agrowisata, penerangan jalan dan *emplacement* yang diberi warna hijau. Total konsumsi energi listrik di kawasan afdeling andong sili sebesar 370.022,40 kWh/tahun diberi warna merah muda dan total konsumsi energi listrik di kawasan afdeling kayulandak sebesar 172.694,64 kWh/tahun yang diberi warna kuning.



Gambar 5. Konsumsi energi existing

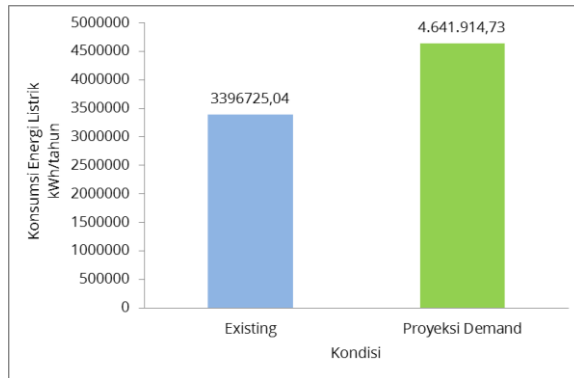
Hasil dari perhitungan proyeksi demand energi listrik pada pengembangan agrowisata di PT. Pagilaran Batang dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Proyeksi demand energi listrik

Konsumsi energi listrik dalam 1 tahun yang tertinggi dapat dilihat pada gambar di atas yaitu 52% atau sebesar 646.146,36 kWh/tahun di homestay dikarenakan banyak penambahan kamar dan hampir setiap kamar menggunakan ac dan pemanas air. Sedangkan untuk konsumsi energi listrik terendah dalam 1 tahun untuk pengembangan

agrowisata PT. Pagilaran sebesar 3.784,32 kWh/tahun untuk glamping hal tersebut dikarenakan hanya ada 4 bangunan glamping dimana masing-masing glamping mengkonsumsi energi listrik untuk 2 titik lampu sebagai penerangan dan 1 kipas angin. Jadi total konsumsi energi listrik dalam 1 tahun untuk pengembangan agrowisata sebesar 1.245.277,8 kWh/tahun \approx 1,2 GWh/tahun.

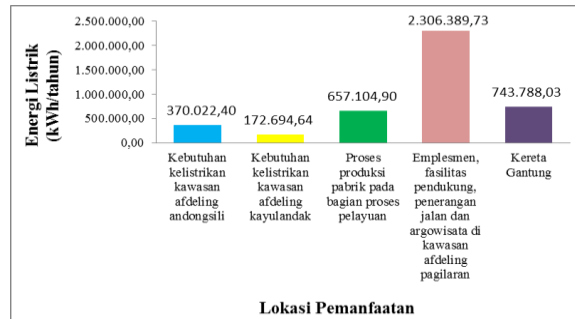


Gambar 7. Total konsumsi energi listrik *existing* dan proyeksi *demand* energi listrik

total konsumsi energi listrik *existing* dalam 1 tahun dikawasan perkebunan teh PT. Pagilaran sebesar 3.396.725,04 kWh/tahun \approx 3,4 GWh/tahun sedangkan untuk proyeksi demand energi listrik dalam 1 tahun sebesar 4.641.914,73 kWh/tahun \approx 4,6 GWh/ tahun. Jadi peningkatan konsumsi energi listrik dalam 1 tahun yang akan datang sebesar 1.245.189,69 kWh \approx 1,24 GWh/ tahun atau 15%.

Tabel 2. Pemanfaatan energi listrik PLTMh

Energi (kWh)	Pemanfaatan
370.022,4	Kebutuhan kelistrikan untuk kawasan <i>afdeling</i> andongsili
172.694,64	Kebutuhan kelistrikan untuk kawasan <i>afdeling</i> kayulandak
657.104,90	Proses produksi pabrik pada bagian proses pelayuan
2.306.389.73	<i>emplacement</i> , fasilitas pendukung, penerangan jalan dan agrowisata di kawasan <i>afdeling</i> pagilaram
743.788,03	Kereta Gantung Pengangkut Daun Teh



Gambar 8 Rancangan pemanfaatan energi listrik PLTMh

Potensi energi listrik PLTMh dimanfaatkan 15% dari potensi energi untuk mensuplai proses pelayuan di pabrik, 54% dari potensi untuk mensuplai kebutuhan kelistrikan afdeling pagilaran yang meliputi: agrowisata, emplacement, masjid, balai pengobatan, kantor unit pabrik, 9% dari potensi energi untuk mensuplai kebutuhan kelistrikan kawasan afdeling andongsili, 4% dari potensi energi untuk mensuplai kebutuhan kelistrikan kawasan afdeling kayulandak dan 18% dari potensi energi untuk mensuplai kereta gantung pengangkut daun teh dari kebun ke pabrik.

4 Kesimpulan

Hasil dari kajian tentang perancangan pemanfaatan energi listrik pembangkit listrik mikrohidro (PLTMh) di kawasan perkebunan teh PT. Pagilaran di dapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Total konsumsi energi listrik existing di kawasan perkebunan teh PT. Pagilaran sebesar 3.396.725,04 kWh/tahun \approx 3,4 GWh/tahun.
2. Total konsumsi proyeksi demand energi listrik di kawasan perkebunan teh PT. Pagilaran sebesar 4.671.085,84 kWh/tahun \approx 4,7 GWh/tahun.
3. Potensi energi listrik yang akan di manfaatkan sebesar 4.254.879,17 kWh/tahun \approx 4,25 GWh/tahun yang mana akan disuplai untuk kebutuhan kelistrikan di kawasan afdeling andongsili 9% dari total potensi energi atau sebesar 370.022,40 kWh/tahun, untuk kebutuhan kelistrikan di kawasan afdeling kayulandak 4 % dari total potensi energi atau sebesar 172.694,64 kWh/tahun, untuk produksi teh di tahapan proses pelayuan 15% dari potensi energi atau sebesar 657.104,90 kWh/tahun, untuk emplacement, rumah ibadah, penerangan jalan, agrowisata, dan balai pengobatan di kawasan afdeling pagilaran 54% dari potensi energi atau sebesar 2,3 GWh/tahun, dan untuk kereta gantung pengangkut daun teh 15% dari potensi energi atau sebesar 743.788,03 kWh/tahun.

5 Daftar Pustaka

- [1] Alisa, N., *Analisis Konsumsi Dan Potensi Penghematan Energi Pada Proses Produksi Teh Hitam Dari Proses Fermentasi Hingga Sortasi Kering Di Unit Produksi Pagilaran*. Universitas Gadjah Mada. 2018.

- [2] Ari Wisibono, Pitojo Tri Juwono, P.H.W., *Mikrohidro (PLTMh) Di Sungai Soko Desa Olung*, Siron 1-7, 2016.
- [3] Arif, M., *Studi Perencanaan Instalasi Penerangan Pada Lantai Satu Kantor Dinas PU Kota Bukit Tinggi Dengan Menggunakan Metode Lumen*, Politeknik Negeri Padang, 2016.
- [4] Awal, C.F., *Perancangan PLTMh Kapasitas 30kW di Desa Giritirta 1-83*, 2014.
- [5] D P D Suparyawan, I N S Kumara, W.A., *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Mikrohidro Di Desa Sambangan Kabupaten Buleleng Bali 8*, 2017.
- [6] Handy Wibowo, Arifin Daud, dan M.B.A.A., *Kajian Teknis Dan Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Di Sungai Lematang Kota Pagar Alam*, Cantilever 4, 34-41, 2015.
- [7] Hernawan Aji Nugroho, S., *Perancangan Dan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro 3*, 2017.
- [8] Husnawati, Passarella Rossi, S., *Pengukuran Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem KWH Meter Digital Satu Fasa Dengan Metode Pengukuran Arus 85-86*, 2015.
- [9] Islami, S.M.N.F., *Analisis Konsumsi Energi Pada Proses Produksi Teh Hitam Di PT. Pagilaran Dari Tahap Penerimaan Hingga Tahapan Sortasi Basah*. Universitas Gadjah Mada, 2018.
- [10] Kementrian ESDM, *Ketenaga Listrik*, 2017.
- [11] Mulyono, S., *Karakteristik Turbin Kaplan Pada Sub Unit Pembangkit Listrik Tenaga Air Kedungombo 11*, 69-74, 2015.
- [12] Nurkhaerani, F., *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Di Sungai Cikaniki, Desa Malasari, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor*, 2016.
- [13] Ody Septian Pratama, Agus Sukandi, P.M.S., *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Di Desa Makati Gunung Salak Kabupaten Bogor Jawa Barat*, 2017.
- [14] Rizal Firmansyah, Ir. Teguh Utomo, MT, Ir. Hery Purnomo, M., *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Gunung Sawur unit 3 Lumajang 1-9*, 2014.
- [15] Rizqi, F., *Analisa efisiensi belajar menggunakan beberapa jenis lampu 13*, 2017.
- [16] Rompas, P.T.D., *Analisis Pembangkit Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Pada Daerah Aliran Sungai Ongkak Mongondow Di Desa Muntoi Kabupaten Bolaang Mongondow 16*, 2011.
- [17] Singh, A., Olsen, S.I., Pant, D., *Importance of Life Cycle Assessment of Renewable Energy Sources 1-11*, 2013.
- [18] Sri Sukamta, A.K., *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur 5*, 58-63, 2013.
- [19] Sudiantoro, S., Trawas, n.d. *Perancangan Pembangkit Listrik Mikrohidro Kapasitas 25 kW Dengan Menggunakan Turbin Ossberger Pada Jaringan Irigasi Di Dusun Janjing Dan Dusun Sempur, Kecamatan Trawas, Mojokerto 1-12*.
- [20] Sulistiyono, Agus Sugiri, A.Y.E., *Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Di Sungai Cikawat Desa Talang Mulia Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Propinsi Lampung 1*, 48-54, 2013.
- [21] Sunarno, 2016. *Mecanical electrical*.
- [22] Tim Pagilaran, *Perencanaan masterplan agrowisata PT. Pagilaran*, 2018.
- [23] Winarto, F.E.W., *Pembangunan PLTMh Di Desa Girikerto Kecamatan Turi Kabupaten Sleman 175-184*, 2001.

- [24]Yogi Suryo Setyo Putro, Pitojo Tri Juwono, P.H.W., *Studi Perencanaan [embangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) Di Sungai Atei Desa Tumbang Atei Kecamatan Sanamang Mantikai Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah 11, 2015.*
- [25]Zulkamil, *Perancangan Jaringan Listrik Mikrohidro Di Lubuk Hitam Kecamatan Bungus Kota Padang Provinsi Sumatera Barat.* Universitas Gadjah Mada, 2006.