OPTIMALISASI PENGOPERASIAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH) BERBASIS MASYARAKAT Di BANGKA BELITUNG (Pilot Project KemenESDM 2014)

Mursid Sabdullah[1]
[1]Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Respati Yogyakarta
Jl. Laksda Adisucipto Km. 6,3 Depok, Sleman, Yogyakarta Telp 0274 489780
Email: mursid.sabdullah@yahoo.co.id

Abstrak

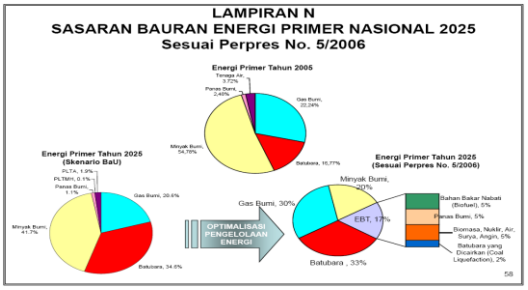
Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) merupakan salah satu pemanfaatan sumber energi alternative baru dan terbarukan. Hal ini sejalan dengan UU No. 30 Tahun 2007 tentang Energi dan Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang tertuang dalam Perpres No 5 Tahun 2006 dan Inpres No 1 tahun 2006, yang salah satu tujuannya adalah untuk mencapai pembangunan PLTMH 0,1% dari Bauran Energi Nasional pada tahun 2025. Namun, saat ini di Bangkabelitung masih ada PLTMH yang tidak berfungsi secara optimal karena kurangnya pengetahuan masyarakat tentang teknologi, pemeliharaan dan pengelolaan PLTMH sehingga tidak tercapainya rasio pembangkit terhadap beban yang ideal. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu upaya pemberdayaan masyarakat dalam bidang teknologi, pemeliharaan dan pengelolaan PLTMH sehingga dapat dicapai Optimalisasi Pengoperasian PLTMH berbasis masyarakat di Bangkabelitung.

Kata kunci: renewable energy; microhydro; optimalisation

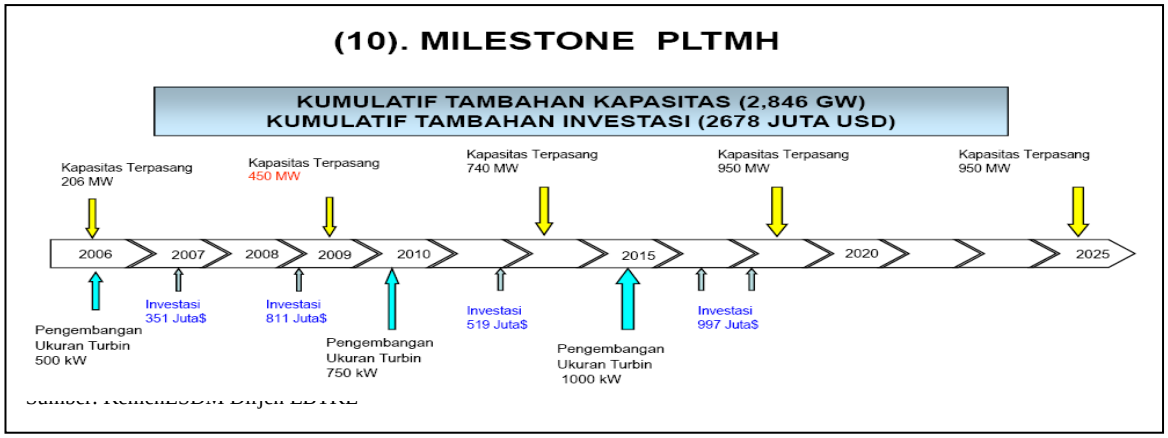
PENDAHULUAN

Listrik merupakan suatu kebutuhan yang sangat fital dalam kehidupan modern saat ini. Hampir setiap saat di manapun kita berada selalu memerlukan listrik sebagai sumber energi untuk berbagai macam aktifitas. Secara umum rasio elektrifikasi Nasional hingga tahun 2012 kurang dari 75%, lihat gambar 1. Itupun lebih dari 90 % dicukupi oleh sumber energi fosil yang terdiri dari minyak bumi 8%, batu bara 57%, serta gas alam 26% dan sisanya merupakan energi baru terbarukan sebesar 9% (ESDM and Fahmi Mochtar, 2009). Hal ini menunjukkan tingkat bauran energi primer Nasional kurang ideal, padahal di Indonesia terdapat potensi sumber daya energi yang sangat beragam. Untuk mengatasi persoalan tersebut pemerintah telah mencanangkan Kebijakan Energi Nasional (KEN) sehingga pada tahun 2025 ditentukan tingkat bauran energi primer Nasional sebagai berikut: sumber energi fosil terdiri dari minyak bumi 20%, batu bara 33% serta gas alam 30% dan energi baru terbarukan sebesar 17% terdiri dari Biofuel 5%, panas bumi 5%, Biomassa+Air+Angin+Surya+Nuklir 5% serta batu bara cair 2%, seperti pada gambar 2.

Gambar 1. Rasio elektrifikasi Nasional



Gambar 2. Sasaran bauran energi primer Nasional 2025



Gambar 3. Peta Jalan Pertumbuhan PLTMH Di Indonesia Sampai Tahun 2025

Pembangunan PLTMH merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan rasio elektrifikasi Nasional, serta untuk mencapai target bauran energi primer. Sampai tahun 2012 pemerintah dan swasta telah menginvestasikan dana sekitar US$ 519 Juta (Rp. 5,19 Triliun) untuk mendapatkan kapasitas terpasang PLTMH sebesar 740 MW. Dari kapasitas terpasang tersebut tidak bisa diperoleh energi listrik yang optimal, karena berbagai kendala di lapangan baik kendala teknik maupun kendala nonteknik. Oleh karena itu dilakukan suatu upaya "Optimalisasi Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis Masyarakat" sebagai Pilot Project diselenggarakan di Bangkabelitung.

PENGERTIAN PLTMH

PLTMH yang merupakan singkatan dari **P**embangkit **L**istrik **T**enaga **M**icro **H**ydro adalah alat yang menghasilkan listrik dengan menggunakan sumber tenaganya air. Cara kerja PLTMH secara sederhana adalah: Air dalam jumlah tertentu yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu menggerakkan kincir yang ada pada mesin PLTMH, kemudian putaran turbin tersebut digunakan untuk menggerakkan generator (dynamo penghasil listrik) untuk menghasilkan listrik. Listrik yang dihasilkan dialirkan melalui jaringan distribusi ke beban-beban rumah tangga.

Komponen Utama PLTMH

Instalasi PLTM terdiri dari beberapa unit utama antara lain :

a. Dam Pengambil (Intake)

Berfungsi sebagai pengumpul air (dari suatu Catchment area) agar sebagian besar air dapat berkumpul didaerah ini, fungsi lain dari bendungan ini adalah untuk menambah potensi ketinggian air (Head).

b. Saluran

Berfungsi sebagai penghantar air untuk kebutuhan debit air ke turbin. Saluran tersebut menghantarkan debit air dari dam intake ke bak penenang.

c. Bak Penenang

Tidak langsungnya debit air dari saluran ke pipa merupakan upaya untuk menghindari golakan air bercampur udara masuk pipa sehingga dengan adanya bak penenang ini diharapkan air masuk ke pipa pesat benar-benar tenang tanpa ada golakan.

d. Pipa Pesat

Merupakan pengubah potensi air menjadi suatu kecepatan dan tekanan hingga langsung dapat dimanfaatkan oleh turbin dalam suatu beda titik muka air atas dengan bawah.

e. Turbin set

Unit turbin dengan seluruh perlengkapannya terdiri dari unit Mekanik dan Elektrik.

Unit Mekanik :

- Turbin
- Generator
- Transmisi Daya, V belt
- Landasan (Base plate)
- Reducer, penstock ke turbin
- Sistem bantalan gelinding dengan self alignment
- Pengaman / Penutup

Unit Elektrik

- Panel pengatur beban (loading control panel)
- Pengatur beban (Electronic Load Controller and dummy load)
- Panel pembagi (distribusi) beban
- Pengkabelan dan pengaman (Wiring and fuses)

- Lampu penerangan & rambu

Unit Mekanik dan Elektrik merupakan satu kesatuan yang saling berhubungan secara terpadu.

f. Rumah Daya.

Merupakan ruangan untuk penempatan turbin set dan perlengkapn lainnya seperti panel – panel, instalasi pengontrol beban maupun sebagai pelindung terhadap keamanan dan kerusakan biasanya dilengkapi dengan ruang operator dan gudang.

g. Jaringan Distribusi

Terdiri dari Kabel, Tiang dan perlengkapannya. Berfungsi untuk meneruskan daya yang dihasilkan PLTMH ke lingkungan konsumen yang akan memanfaatkan daya listrik tersebut.

DATA TEKNIS PLTMH BANGKABELITUNG

Pada paper ini penulis menggunakan data-data teknis dari PLTMH Sadap I dan Sadap II, desa Perlang, kecamatan Lubuk Besar, kabupaten Bangka Tengah, provinsi Bangka Belitung. Adapaun data teknis yang dimaksud adalah sebagai berikut:

Gambar 4. PLTMH Sadap, Desa Perlang, Kec. Lubuk Besar, Kab. Bangka Tengah, Bangka Belitung

A. PLTMH Sadap

Umum

1. Nama PLTMH : Sadap I dan Sadap II, Desa Perlang Kec. Lubuk Besar
2. Dibangun Tahun : 2011
3. Total biaya pembangunan :
   ± Rp. 1.135.000.000 APBN KemenESDM (2 PLTMH)
4. Lokasi (Kab/Prov) : Dusun Sadap, Ds. Perlang Kec. Lubuk Besar Kab. Bangka Tengah
5. Demografi Dusun Sadap, Desa Perlang, Kec. Lubuk Besar, Kab. Bangka Tengah, Prov. BangkaBelitung;
   a. Jumlah Penduduk : 907 Jiwa (288 KK)
   b. Pendidikan SD : 503 (55,44%)
   c. Pendidikan SLTP : 122 (13,47%)
   d. Pendidikan SLTA : 448 (49,40%)
   e. Perguruan Tinggi : 5 (0,52%)
6. Jumlah Rumah : 215 rumah (170 teraliri listrik PLTMH; 40 belum teraliri listrik PLTMH)
7. Aksesibilitas ke desa PLTMH : Jarak lokasi ke Ibukota Kabupaten 7 km
8. Jarak PLTMH ke jaringan PLN terdekat: 4 km
9. Potensi Sumber Ekonomi di Desa yang dapat dikembangkan :
   pariwisata air terjun, pertanian, peternakan sapi, perikanan air tawar dan laut, perkebunan, pertambangan
10. Potensi Usaha Kecil & Menengah;
    a. Jumlah UKM : 4
    b. Jenis UKM : koperasi perkebunan, peternakan, air minum isi ulang, pertukangan

Teknis

1. Fisik dan Bangunan
   a. Sumber air dari (nama) : saluran/sungai Bukit Pading
   b. Lebar sungai : 8 meter
   c. Debit air : ± 300.m3/det
   d. Tinggi jatuh air *(head)* : ± 4 meter
2. Tipe Turbin : **Aliran Silang** (*Cros Flow*) 200-STD-12"-1455-0.2.
3. Spesifikasi Turbin
   a. Pabrikan : PRO REKAYASA 07-040.T-14D150 HEKSAHYDRO
   b. Tahun Produksi : 2006
   c. Spare Part (Local/Non Local) : lokal
4. Generator : I dan II adalah; @ 3 fasa/220 volt/20 kVA/cosfi 0,8/50 Hz
5. Sistem Kontrol : ELC
6. Saluran Distribusi : 4 x Kabel NAYFGbY 12mm, panjang 4,6 km
7. Instalasi Rumah : 170 rumah/per rumah @ 150 watt
8. Penerangan Jalan & Fasititas Umum : 6400 watt

Lain –lain

Pemanfaatan daya listrik yang dihasilkan antara lain untuk : penerangan

Jumlah jam operasi PLTMH per-hari : 24 Jam

Pemeliharaan bak pengendap : 1 kali/bulan

Pemeriksaan pipa pesat : 1 kali/bulan

Pemeliharaan bangunan sipil : 1 kali/tahun

Pemeliharaan rumah pembangkit : 1 kali/tahun

Pemeliharaan turbin : 1 kali/bulan

Pemeliharaan alat-alat elektrik : 1 kali/bulan

Pengecekan kabel pembumian *(grounding)* : 1 kali/bulan

Pemeliharaan jaring distribusi / listrik : 1 kali/bulan

Adakah petugas pencatatan : tidak

Nama lembaga pengelola : -

No. Tlp Pengelola PLTMH : -

Biaya operasional/bulan rata-rata : Rp. 1.200.000

Kondisi PLTMH saat ini : Saat Team datang, PLTMH II sedang Rusak.

Fungsi PLTMH saat ini : Untuk keperluan masyarakat/rumah tangga.

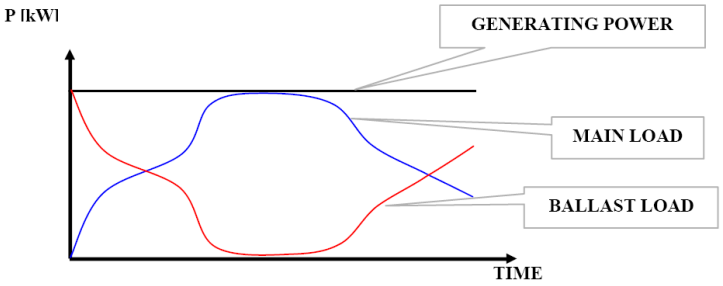
ELECTRONIC LOAD CONTROL (ELC)

Electronics Load Control merupakan governor elektronik yang berfungsi sebagai pengendali putaran dan tegangan pada generator. Load control sangat cocok untuk pembangkit mikro *run of river* (tanpa ada penampungan/tendon yang besar). Beberapa keuntungan electronic load control antara lain; 1) dapat menghindari peralatan mekanik/electrik yang rumit dan mahal; 2) dapat menerima perubahan beban yang besar; dan 3) sangat mudah perawatannya.

Prinsip Kerja ELC

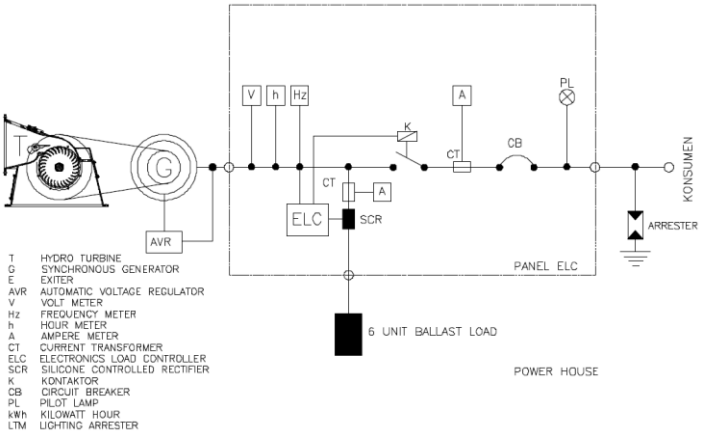
Prinsip kerja ELC yaitu menyeimbangkan beban generator terhadap perubahan beban utama (*main load*). Dengan demikian output generator akan tetap stabil meskipun terjadi perubahan pada *main load*. Sehingga tegangan maupun frekwensi generator akan selalu stabil.

Generating Power = Ballast Load + Main Load



Gambar 5. Grafik Prinsip Kerja *Electronic Load Control* (ELC)

Dari gambar grafik di atas terlihat, *generating power* (daya yang dibangkitkan) tetap, perubahan beban selalu diimbangi oleh *ballast load*. Dengan demikian jumlah daya *ballast load* dan *main load* akan selalu sama dengan *generating power*. Secara lengkap prinsip kerja ELC dapat diperhatikan gambar berikut,



Gambar 6. Prinsip kerja ELC pada system PLTMH

PEMAKAIAN BEBAN PLTMH BANGKABELITUNG

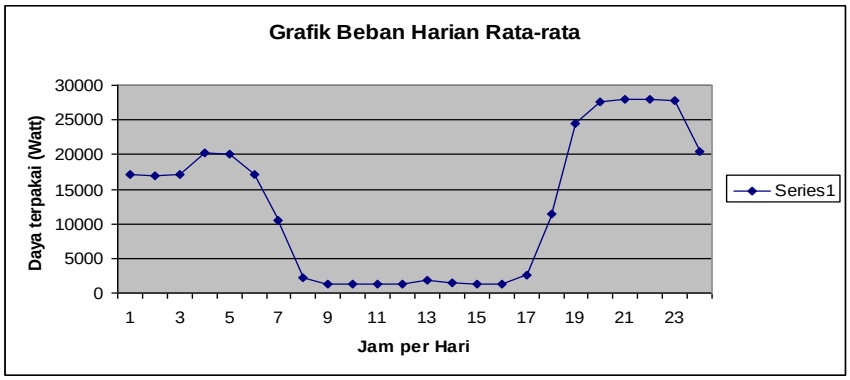
PLTMH Bangkabelitung sebagian besar energinya dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga, sedangkan pada rumah tangga kebutuhan yang paling besar digunakan untuk lampu penerangan. Sehingga dari karekteristik konsumen rumah tangga tersebut diperoleh pola beban rata-rata harian seperti pada table dan grafik berikut ini. Grafik itu menunjukkan bahwa penggunaan daya listrik pada siang hari dan malam hari sangat besar perbedaannya. Pada siang hari penggunaan listrik sangat kecil yaitu kurang dari 2500 watt, sedangkan pada malam hari penggunaanya sangat besar hingga mencapai 28000 watt.

Tabel 1. Pemakaian Energi Listrik PLTMH Rata-rata per Hari

Pemakaian Energi Listrik PLTMH Rata-rata per Hari												
Jam	**01.00**	**02.00**	**03.00**	**04.00**	**05.00**	**06.00**	**07.00**	**08.00**	**09.00**	**10.00**	**11.00**	**12.00**
Konsumsi Daya (watt)	**17025**	**17024**	**17026**	**20230**	**20020**	**17050**	**10535**	**2123**	**1275**	**1280**	**1276**	**1305**
Jam	**13.00**	**14.00**	**15.00**	**16.00**	**17.00**	**18.00**	**19.00**	**20.00**	**21.00**	**22.00**	**23.00**	**24.00**
Konsumsi Daya (watt)	**1750**	**1545**	**1275**	**1250**	**2535**	**11350**	**24570**	**27650**	**28050**	**28025**	**27750**	**20350**

Beban rata-rata harian adalah: Jumlah pemakaian sehari dibagi 24 jam = 302269/24 jam= ***12594,5417 watt/jam.***

Rasio daya beban terhadap daya pembangkit adalah ***12594,5417/32000 = 0,3936.***



Gambar 7. Grafik Beban PLTMH Rata-rata Harian

Kondisi pembebanan yang demikian itu menunjukkan bahwa pengoperasian PLTMH tersebut kurang optimal, karena pada siang hari daya yang dihasilkan PLTMH sebagian besar dibuang melalui ballast, sedangkan pada malam hari sebagian besar beban digunakan oleh pelanggan rumah tangga. Untuk itu perlu dilakukan suatu upaya optimalisasi pengoperasian PLTMH tersebut sehingga diperoleh rasio pembebanan pada siang dan malam hari yang seimbang.

Optimalisasi Pengoperasian PLTMH

Upaya optimalisasi yang dilakukan oleh masyarakat Sadap yaitu dengan cara memanfaatkan energi listrik PLTMH pada siang hari digunakan untuk keperluan kegiatan ekonomi yang berbasis masyarakat. Kegiatan-kegiatan tersebut antara lain:

1. Untuk kegiatan bengkel dan pertukangan
2. Pengisian air minum gallon isi ulang
3. Mesin Pengering Lada.

Ketiga kegiatan tersebut berbasis pada potensi yang ada pada masyarakat Dusun Sadap, Desa Perlang, Kecamatan Lubuk Besar, Kabupaten Bangka Tengah, Bangka Belitung. Dengan kegiatan itu selain untuk keperluan optimalisasi PLTMH, dampak positipnya untuk mengembangkan sektor perekonomian masyarakat setempat. Berikut gambar kegiatan optimalisasi PLTMH yang dilakukan oleh masyarakat setempat.

Gambar 8. Optimalisasi Pengoperasian PLTMH dengan Memanfaatkan Energi Untuk Kegiatan Masyarakat

Konsumsi daya untuk ketiga kegiatan tersebut dapat diperhatikan pada tabel di bawah ini,

Tabel 2. Konsumsi Daya Untuk Kegiatan Optimalisasi PLTMH Berbasis Masyarakat

No.	Jenis Kegiatan	Jam Operasi	Faktor Daya (cos p)	Konsumsi Daya (watt)
1	Bengkel & Pertukangan	08.00 sampai 17.00	0,8	4500
2	Pengisian Air Minum Gallon isi ulang	07.00 sampai 19.00	0,8	2250
3	Mesin Pengering Lada	08.00 sampai 17.00	0,8	14500
TOTAL KONSUMSI DAYA				21250 WATT

ANALISIS DATA OPTIMALISASI

Setelah adanya konsumsi daya untuk kegiatan Optimalisasi PLTMH maka dapat diperoleh rasio pembebanan PLTMH pada siang hari dan malam hari sebagai berikut:

Untuk konsumsi energi listrik jam 07.00 setiap jamnya bertambah beban sebesar ***2250 watt***.

Untuk konsumsi energi listrik dari jam 08.00 sampai 17.00 setiap jamnya bertambah beban sebesar ***21250 watt***.

Sedangkan untuk konsumsi energi dari jam 17.00 sampai 19.00 setiap jamnya bertambah beban sebesar ***4500 watt***.

Jadi secara keseluruhan pemakaian energi listrik PLTMH rata-rata per hari menjadi sebagai berikut:

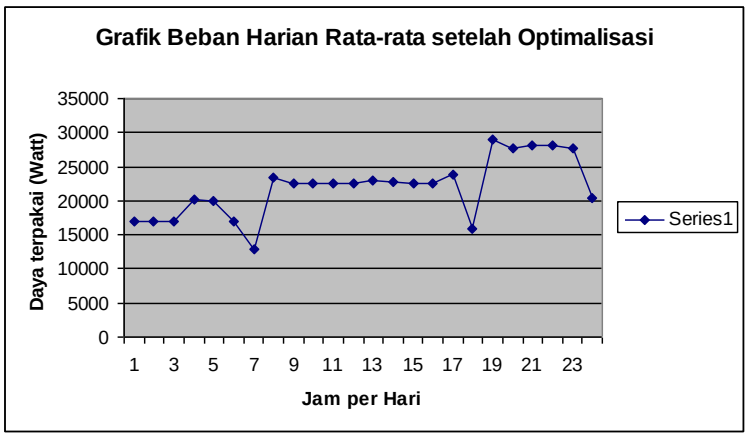
Tabel 3. Pemakaian Energi Listrik PLTMH Rata-rata per Hari Setelah Kegiatan Optimalisasi

Pemakaian Energi Listrik PLTMH Rata-rata per Hari												
Jam	**01.00**	**02.00**	**03.00**	**04.00**	**05.00**	**06.00**	**07.00**	**08.00**	**09.00**	**10.00**	**11.00**	**12.00**
Konsumsi Daya (watt)	**17025**	**17024**	**17026**	**20230**	**20020**	**17050**	**12785**	**23373**	**22525**	**22530**	**22526**	**22555**
Jam	**13.00**	**14.00**	**15.00**	**16.00**	**17.00**	**18.00**	**19.00**	**20.00**	**21.00**	**22.00**	**23.00**	**24.00**
Konsumsi Daya (watt)	**23000**	**22795**	**22525**	**22500**	**23785**	**15850**	**29070**	**27650**	**28050**	**28025**	**27750**	**20350**

Beban rata-rata harian adalah: Jumlah pemakaian sehari dibagi 24 jam = 526019/24 jam= ***21917,4583 watt/jam.***

Rasio daya beban terhadap daya pembangkit adalah ***21917,4583/32000 = 0,6849.***

Dalam bentuk grafik beban rata-rata harian adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik Beban Harian Rata-rata setelah Optimalisasi

KESIMPULAN

Dari teori dan analisis data di atas dapat disimpulkan bahwa Optimalisasi Pengoperasian PLTMH Berbasis Masyarakat di Bangkabelitung tersebut dapat bermanfaat baik dari sisi teknis maupun ekonomis. Dari sisi teknis upaya tersebut dapat meningkatkan rasio daya beban terhadap pembangkit dari ***0,3936*** menjadi ***0,6849***; dapat meningkatkan beban

harian rata-rata dari ***12594,5417 watt/jam*** menjadi ***21917,4583 watt/jam.*** Sedangkan dari sisi ekonomis program tersebut dapat membangkitkan beberapa sektor ekonomi produktif berupa: a. Kegiatan bengkel dan pertukangan; b. Pengisian air minum gallon isi ulang dan; c. Mesin Pengering Lada. Sehingga dengan dua manfaat itu dapat meningkatkan Optimalisasi Pengoperasian PLTMH.

DAFTAR PUSTAKA

Muchlison, 1993, *"Pengembangan Sumber Energi Mikrohidro di Indonesia"*, Lokakarya ASEAN Energi Non Konvensional dan Terbarukan, Bandung.

Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional

PT. Mitraplan Kons., (2012), "*Laporan Akhir: Pemberdayaan Masyarakat Dalam Rangka Pengelolaan Pemerintah Di Bidang Energi Baru Dan Terbarukan*", Kemenenterian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia

Saleh, D. Z., (2009), "*Bluprint Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025*", Kemenenterian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia

Saleh, D. Z., (2009), "*Master Plan Pembangunan Ketenagalistrikan 2010 s.d. 2014* ", Kemenenterian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia

Sabdullah, M. dan Team, (2012)," *Buku Panduan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*", PT. Mitraplans Kons

Sabdullah, M., (2010)," *Dasar Konversi Energi Elektrik*", Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Sulasno, (2009)," Teknik Konversi Energi Listrik dan Sistem Pengaturan", Graha Ilmu, Yogyakarta

UU No. 30 Tahun 2007 tentang Energi

Warsito, S 2005, " *Studi Awal Perencanaan Sistem Mekanikal dan Kelistrikan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro* ", Seminar Nasional Teknik Ketenagalistrikan Universitas Diponegoro

Zuhal, 1993, *DasarTeknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Gramedia, Jakarta