

# EVALUASI NILAI REGULASI TEGANGAN DISTRIBUSI DAN KELAYAKAN EKONOMI PADA PLTMH DESA KALADI DARUSSALAM, KABUPATEN LUWU

A.M. Shiddiq Yunus<sup>1)</sup>, Sultan<sup>2)</sup>

**Abstrak:** Penelitian ini adalah penelitian deskriptif, bertujuan untuk mengetahui ke efektifan dari PLTMH di Desa Kaladi Darussalam, Kabupaten Luwu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PLTMH Desa Kaladi Darussalam, Kabupaten Luwu didapatkan dalam proses pendistribusian energi listriknya terjadi penurunan tegangan yang cukup besar. Hal ini dapat dilihat dari perhitungan besarnya regulasi tegangan yang terjadi dan yang paling rendah pada rumah pertama yaitu 4,76 %, sedangkan pada rumah terakhir regulasi tegangan paling besar terjadi pada jalur konsumen 1 yaitu sebesar 57,14 %. Hal ini disebabkan jarak rumah terakhir pada jalur konsumen 1 dari rumah pembangkit terlalu jauh yaitu  $\pm 5$  km sehingga sangat mungkin terjadi penurunan tegangan yang signifikan. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa hanya pada rumah pertama di masing-masing jalur yang memenuhi standar jatuh tegangan PLN sebesar 5% yakni pada jalur 1 dan rumah pertama. Dari segi perhitungan kelayakan diperoleh NPV lebih besar dari 0 yaitu Rp. 137.521.723,5,- dan IRR lebih kecil dari bunga bank yang digunakan saat pembangunan yaitu 6,058 % serta payback periode diperoleh 6,2 tahun lebih kecil dari perkiraan umur bangunan yaitu 20 tahun sehingga dapat dikatakan investasi PLTMH Desa Kaladi Darussalam, Kabupaten Luwu adalah layak jika dimaksudkan untuk memperoleh keuntungan finansial ditinjau dari perhitungan NPV dan Payback periodenya.

**Kata kunci:** PLTMH, Pembangunan, Kelayakan Ekonomi, dan Regulasi Tegangan.

## I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi terbarukan merupakan hal yang harus segera di realisasikan, hal ini disebabkan oleh semakin terbatasnya jumlah energi konvensional dari bahan minyak dan gas bumi yang mengakibatkan harganya semakin mahal dari waktu ke waktu. Disamping itu penggunaan sejumlah energi konvensional dalam jumlah yang cukup besar selama ini mengakibatkan kerusakan lingkungan yang fatal, kerusakan ozon dan memicu terjadinya perubahan iklim yang dampaknya terasa langsung berupa pemanasan global, banjir akibat naiknya elevasi level permukaan air laut, hujan asam yang mengakibatkan penyakit pada kulit pada manusia serta kerusakan struktur bangunan. Berdasarkan hal tersebut, maka pemerintah di berbagai

---

<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

<sup>2</sup> Alumni Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

negara di dunia telah mencanangkan target-target dalam memanfaatkan energi terbarukan di Negara mereka masing-masing.

Indonesia termasuk negara yang cukup perhatian terhadap pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan. Hal ini dipertegas dengan komitmen Indonesia untuk mengurangi emisi karbon hingga 26% di tahun 2020 dengan upaya-upaya lokal dan diharapkan akan mencapai pengurangan emisi karbon maksimum hingga 41% jika mendapat dukungan dunia internasional. Berdasarkan data ESDM (2011), diketahui bahwa sumber-sumber energi terbarukan di Sulawesi Selatan cukup potensial yang tersebar di beberapa daerah, misalnya ada 19 titik potensi untuk pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas 2,9 GW, 18 lokasi potensi pembangkit mini hidro dengan kapasitas 70,2 MW dan 181 lokasi yang berpotensi untuk membangun pembangkit listrik tenaga mikro hidro dengan kapasitas seluruhnya sebesar 7,66 MW (ESDM, 2011).

Rasio elektrifikasi di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 73,37% artinya di Indonesia sendiri jumlah rumah tangga yang belum mendapatkan sambungan listrik adalah sekitar 26.63%, adapun di Sulawesi Selatan, rasio elektrifikasi mencapai 72,22% di tahun yang sama sehingga masih ada sekitar 27,78 % rumah tangga yang belum menikmati listrik (Statistik PLN 2012). Hal inilah yang mendorong agar pemanfaatan sumber-sumber energi terutama air yang melimpah di Indonesia secara umum dan di Sulawesi Selatan secara khusus dapat dimaksimalkan.

Salah satu sumber energi terbarukan adalah energi air. Potensi air cukup besar di wilayah Sulawesi Selatan yakni sekitar 2.946,8 MW ([www.esdm.go.id](http://www.esdm.go.id)). Selama ini potensi air banyak dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga *hydro* baik skala besar seperti PLTA maupun untuk skala kecil seperti PLTMH dan PLTMH ini merupakan solusi yang saat ini dirasakan sangat strategis mengingat umumnya DAS (daerah aliran sungai) berada di daerah-daerah pelosok yang umumnya sulit dan secara ekonomi tidak menguntungkan (*economically ineffective*) untuk membangun jaringan distribusi PLN ke daerah-daerah terpencil tersebut. Kemampuan pemerintah yang terhalang oleh biaya yang tinggi dari perluasan jaringan listrik, sering membuat Mikro Hidro memberikan sebuah alternatif ekonomi ke dalam jaringan. Ini karena Skema Mikro Hidro yang mandiri menghemat biaya dari jaringan transmisi, dan karena skema perluasan jaringan sering memerlukan biaya peralatan dan pegawai yang mahal. Dalam kontrak, Skema Mikro Hidro dapat didisain dan dibangun oleh pegawai lokal dan organisasi yang lebih kecil dengan mengikuti peraturan yang lebih longgar dan menggunakan teknologi lokal seperti untuk pekerjaan irigasi tradisional atau mesin-mesin buatan lokal. Pendekatan ini dikenal sebagai Pendekatan Lokal (JICA, 2003).]

#### **A. Prinsip Kerja PLTMH**

Sebuah PLTMH, pada prinsipnya bekerja berdasarkan besarnya volume aliran air (debit) yang dialirkan dengan ketinggian tertentu (head) yang kemudian diarahkan untuk menabrak sudu-sudu turbin yang porosnya telah terkopel dengan generator.

Generator selanjutnya akan membangkitkan daya yang disalurkan melalui saluran distribusi ke rumah-rumah penduduk.

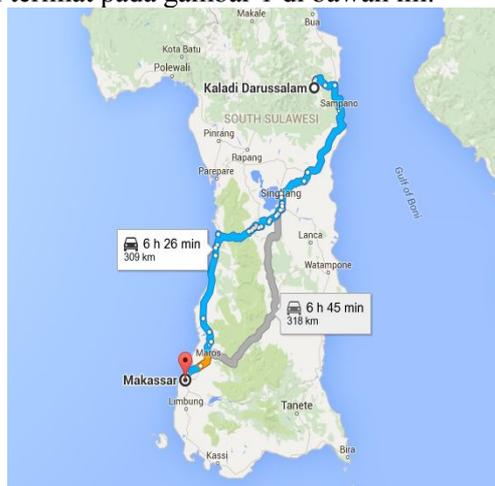
### B. Estimasi Kelayakan dan Keberlanjutan PLTMH

Estimasi kelayakan pembangunan/atau proyek berjalan sebuah PLTMH dilakukan dengan analisis biaya dan manfaat. Analisis biaya dan manfaat yang paling umum dilakukan yaitu dengan perhitungan *Net Present Value* (NPV). NPV merupakan selisih antara pemasukan dan pengeluaran atau dengan kata lain arus kas (*cash flow*) yang diperkirakan pada masa yang akan datang yang diperhitungkan pada masa ini. Manfaat dalam proyek ini berupa manfaat langsung yaitu hasil penjualan listrik kepada masyarakat yang menjadi penerimaan bagi PLTMH. Analisa kelayakan ekonomi yang digunakan untuk proyek yang sedang berjalan meliputi NPV (*Net Present Value*), IRR (*Internal Rate of Return*) dan *Payback Periode*.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi kegiatan studi evaluasi ini adalah pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang ada di Desa Kaladi Darussalam, Kecamatan Suli Barat, Kabupaten Luwu seperti terlihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Lokasi PLTMH di Desa Kaladi Darussalam, Kabupaten Luwu

### B. Teknik Pengumpulan Data

Cara yang digunakan dalam pengambilan data pada penelitian ini adalah:

#### 1. Teknik Observasi (*Field Research*)

Penulis melakukan penelitian secara langsung terhadap obyek penelitian untuk memperoleh/mengambil data-data yang akan diperlukan dalam penulisan hasil evaluasi nantinya.

2. Studi Literatur

Penulis mengumpulkan data-data dengan membaca dan mempelajari berbagai literatur-literatur yang ada sesuai dengan masalah yang diteliti.

3. Wawancara (*Interview*)

Salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti untuk memperoleh informasi tentang Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro dengan bertanya langsung pada pengelola pembangkit listrik tersebut.

**C. Teknik Pengolahan Data**

Adapun teknik analisis data yang digunakan yakni analisis deskriptif. Analisa ini memberikan penjelasan atau gambaran tentang keadaan dari Pembangkit yang diteliti terutama terkait dengan kualitas profil tegangan yang dibangkitkan di rumah-rumah bagian awal, tengah, dan akhir dari setiap cabang fasa-fasa R, S, dan T (Jalur 1, 2 dan 3)

**III. HASIL PENELITIAN**

**A. Menghitung regulasi/rugi tegangan**

**a. Tabel Hasil Pengukuran**

Adapun tegangan keluaran PLTMH Desa Kaladi Darussalam, Kabupaten Luwu:

Tabel 1. Data-data keluaran Generator hari Selasa, 3 November 2015

No.	Waktu	Frekuensi (Hz)	Tegangan (V)
1	07.00	53	215
2	08.00	53	215
3	09.00	52	220
4	10.00	53	220
5	11.00	51	200
6	12.00	51	200
7	13.00	52	215
8	14.00	52	215
9	15.00	53	215
10	16.00	53	215
11	17.00	52	215
12	18.00	51	210
13	19.00	50	200
14	20.00	50	200
No.	Waktu	Frekuensi (Hz)	Tegangan (V)

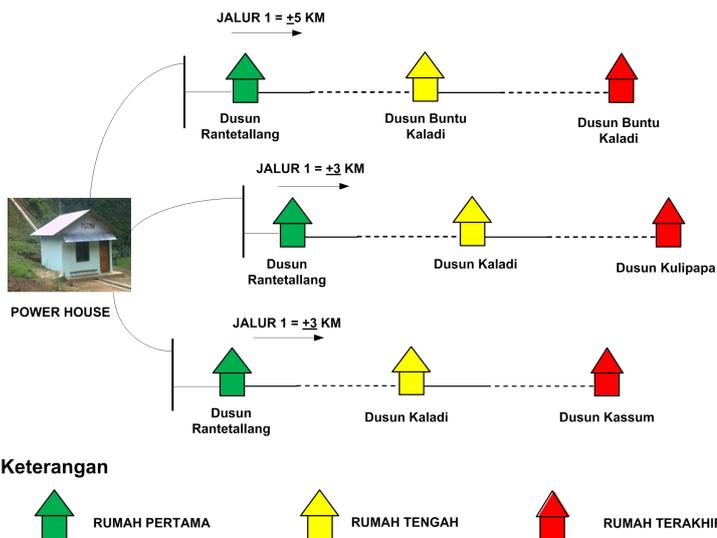
Tabel 2. Data-Generator hari November 2015

data keluaran Kamis, 5

1	07.00	52	220
2	08.00	52	220
3	09.00	51	210
4	10.00	51	210
5	11.00	50	200
6	12.00	50	200
7	13.00	52	220
8	14.00	52	215
9	15.00	51	210
10	16.00	51	215
11	17.00	52	220
12	18.00	52	220
13	19.00	51	215
14	20.00	51	215

Tabel 3. Tegangan di rumah penduduk

Posisi rumah	Jalur 1	Jalur 2	Jalur 3
	$V_R$ (V)	$V_S$ (V)	$V_T$ (V)
Rumah Awal	210	210	210
Rumah Tengah	200	200	200
Rumah Akhir	140	150	150



Gambar 2. Deskripsi jalur sistem distribusi PLTMH Desa Kaladi Darussalam, Kabupaten Luwu

**b. Menghitung regulasi/rugi tegangan**

Berikut hasil penelitian pada saat beban dasar dan beban puncak:  
 Dari data table pada jalur kosuman 1 diperoleh:  
 Tegangan Generator : 220 Volt

Tegangan Rumah Pertama : 210 Volt  
Tegangan Rumah Tengah : 200 Volt  
Tegangan Rumah Terakhir : 140 Volt

Maka, rugi tegangan di jalur 1 yaitu:

- a. Rugi tegangan jalur 1 rumah pertama ( $\Delta V_1$ ) =  $220 \text{ V} - 210 \text{ V}$   
= 10 V
- b. Rugi tegangan jalur 1 rumah tengah ( $\Delta V_1$ ) =  $220 \text{ V} - 200 \text{ V}$   
= 20 V
- c. Rugi tegangan jalur 1 rumah terakhir ( $\Delta V_1$ ) =  $220 \text{ V} - 140 \text{ V}$   
= 80 V

Presentasi rugi tegangan (%  $\Delta V_1$ ):

- a. % rugi-rugi tegangan jalur 1 rumah pertama (%  $\Delta V_1$ ) =  $\frac{10}{210} \times 100 \%$   
= 4,76 %
- b. % rugi-rugi tegangan jalur 1 rumah tengah (%  $\Delta V_1$ ) =  $\frac{20}{200} \times 100 \%$   
= 10 %
- c. % rugi-rugi tegangan jalur 1 rumah terakhir (%  $\Delta V_1$ ) =  $\frac{80}{140} \times 100 \%$   
= 57,14 %

Dari data tabel pada jalur konsumen 2 diperoleh:

Tegangan Generator : 220 Volt  
Tegangan Rumah Pertama : 210 Volt  
Tegangan Rumah Tengah : 200 Volt  
Tegangan Rumah Terakhir : 150 Volt

Maka, rugi tegangan di jalur 2 yaitu:

- a. Rugi tegangan jalur 2 rumah pertama ( $\Delta V_2$ ) =  $220 \text{ V} - 210 \text{ V}$   
= 10 V
- b. Rugi tegangan jalur 2 rumah tengah ( $\Delta V_2$ ) =  $220 \text{ V} - 200 \text{ V}$   
= 20 V
- c. Rugi tegangan jalur 2 rumah terakhir ( $\Delta V_2$ ) =  $220 \text{ V} - 150 \text{ V}$   
= 70 V

Presentasi rugi tegangan (%  $\Delta V_2$ ):

- a. % rugi-rugi tegangan jalur 2 rumah pertama (%  $\Delta V_2$ ) =  $\frac{10}{210} \times 100 \%$   
= 4,76 %
- b. % rugi-rugi tegangan jalur 2 rumah tengah (%  $\Delta V_2$ ) =  $\frac{20}{200} \times 100 \%$   
= 10 %

c.  $\% \text{ rugi-rugi tegangan jalur 2 rumah terakhir } (\% \Delta V_2) = \frac{70}{150} \times 100 \%$   
 $= 46,67 \%$

Dari data tabel pada jalur konsumen 3 diperoleh:

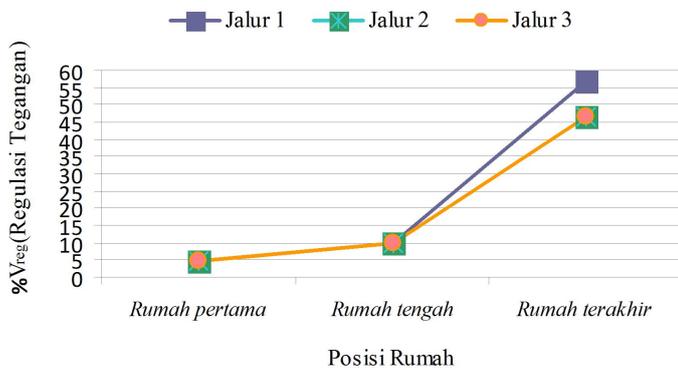
- Tegangan Generator : 220 Volt
- Tegangan Rumah Pertama : 210 Volt
- Tegangan Rumah Tengah : 200 Volt
- Tegangan Rumah Terakhir : 150 Volt

Maka, rugi tegangan di jalur 3 yaitu:

- a. Rugi tegangan jalur 3 rumah pertama ( $\Delta V_2$ ) = 220 V – 210 V  
 $= 10 \text{ V}$
- b. Rugi tegangan jalur 3 rumah tengah ( $\Delta V_2$ ) = 220 V – 200 V  
 $= 20 \text{ V}$
- c. Rugi tegangan jalur 3 rumah terakhir ( $\Delta V_2$ ) = 220 V – 150 V  
 $= 70 \text{ V}$

Presentasi rugi tegangan ( $\% \Delta V_2$ ):

- a.  $\% \text{ rugi-rugi tegangan jalur 3 rumah pertama } (\% \Delta V_2) = \frac{10}{210} \times 100 \%$   
 $= 4,76 \%$
- b.  $\% \text{ rugi-rugi tegangan jalur 3 rumah tengah } (\% \Delta V_2) = \frac{20}{200} \times 100 \%$   
 $= 10 \%$
- c.  $\% \text{ rugi-rugi tegangan jalur 3 rumah terakhir } (\% \Delta V_2) = \frac{70}{150} \times 100 \%$   
 $= 46,67 \%$



Gambar 3. Hubungan antara posisi rumah dan % regulasi tegangan yang terjadi di tiga jalur

## B. Kelayakan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ditinjau dari segi ekonomi

### Perhitungan NPV, IRR dan Payback Periode

- 1) Biaya Pembangunan PLTMH  
Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Desa Kaladi Darussalam, Kabupaten Luwu adalah Rp. 189.684.100,-.
- 2) Anggaran Pemasukan awal PLTMH

Tabel 4. Anggaran biaya pemasukan/bulan

No	Pemasukan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Biaya (Rp)
1	Iuran pembayaran	200	20.000	4.000.000
Total/bulan				4.000.000

Dari pemasukan/bulan dikeluarkan sebagai gaji pengelola PLTMH, jadi gaji pengelola dan kas perbulannya yaitu sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{GajiPengelola/Bulan} &= \text{Rp. 1.000.000,-} \\
 \text{Kas/Bulan} &= \text{Rp. 4.000.000 - Rp. 1.000.000} \\
 &= \text{Rp. 3.000.000,-} \\
 \text{Kas/Tahun} &= 12 \times \text{Rp. 3.000.000,-} \\
 &= \text{Rp. 36.000.000,-}
 \end{aligned}$$

### 3) Perhitungan NPV dan IRR

Dari data di atas maka dapat dihitung nilai NPV (*Net Present Value*) dalam jangka waktu 20 tahun dengan asumsi pengeluaran dan pemasukan selama umur proyek adalah sama. Terlebih dahulu kita akan perlu mengetahui beberapa parameter-parameter di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Investasi Awal} &= \text{Rp. 189.684.100,-} \\
 \text{Pengeluaran selama umur proyek:} \\
 &= \text{Anggaran pembelian generator + Anggaran biaya pembangunan} \\
 &= \text{Rp. 34.000.000,- + Rp. 189.684.100,-} \\
 &= \text{Rp. 223.684.100,-} \\
 \text{Penerimaan selama umur proyek:} \\
 &= (\text{Penerimaan/tahun} \times \text{umur proyek}) \\
 &= (\text{Rp. 36.000.000,-} \times 20 \text{ tahun}) \\
 &= \text{Rp. 720.000.000,-} \\
 \text{Tingkat suku bunga yang dipakai yaitu } &6,62745 \% \text{ sesuai bulan} \\
 &\text{pembangunan PLMH Desa Kaladi Darussalam}
 \end{aligned}$$

Tabel 5 Tingkat suku bunga Bank

Hasil Lelang SBI dan SBIS tanggal 03-Sep-2009

Instrumen	SBI			SBIS
Tenor	28	91	182	27
Target Indikatif Keseluruhan	29.85			-
Jumlah Penawaran Masuk	26.932	3.682	3.682	0.874
Kisaran Bid Rate	6.30% - 6.40%	6.50% - 6.70%	6.70% - 6.74%	-
Jumlah Penawaran Diserap	26.822	3.146	0.05	0.874
Stop Out Rate	6.60% (full amount)	6.64% (full amount)	6.70% (full amount)	-
RRT SBI Hasil Lelang	6.56095	6.62745	6.7	-
Tingkat Imbalan SBIS	-	-	-	6.56095
Tanggal Setelmen	03-Sep-2009	03-Sep-2009	03-Sep-2009	03-Sep-2009
Tanggal Jatuh Waktu	01-Oct-2009	03-Dec-2009	04-Mar-2010	30-Sep-2009
Frekuensi Penawaran Lelang	173	36	3	9

(Sumber: www.bi.go.id)

Maka:

$$NPV = \sum_0^{20} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

$$NPV = \sum_0^{20} \frac{Rp.720.000.000 - Rp.223.684.100}{(1+6,62745\%)^{20}}$$

$$NPV = \sum_0^{20} \frac{Rp.496.315.900}{3.609}$$

$$NPV = Rp. 137.521.723,5,-$$

Untuk menghitung IRR (*Internal Rate of Return*) dengan metode coba-coba ditentukan suku bunga rendah  $I_r = 6\%$  dan suku bunga tinggi  $I_t = 7\%$ , ini dikarenakan nilai suku bunga saat pembangunan PLTMH ini berada pada range 6%-7%.

Sebagai langkah awal terlebih dahulu harus diketahui parameter-parameter berikut:

➤  $NPV_r$  (NPV bunga rendah)

$$NPV_r = \sum_0^{20} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

$$NPV_r = \sum_0^{20} \frac{Rp.720.000.000 - Rp.223.684.100}{(1+6\%)^{20}}$$

$$NPV_r = \sum_0^{20} \frac{Rp.496.315.900}{3.207}$$

$$NPV_r = Rp. 154.760.180,9,-$$

➤  $NPV_t$  (NPV bunga tinggi)

$$NPV_t = \sum_0^{20} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

$$NPV_t = \sum_0^{20} \frac{Rp.720.000.000 - Rp.223.684.100}{(1+7\%)^{20}}$$

$$NPV_t = \sum_0^{20} \frac{Rp.496.315.900}{3.869}$$

$$NPV_t = Rp. 128.280.149,9$$

Maka:

$$➤ IRR = I_r + \frac{NPV_r}{NPV_r - NPV_t} \times (I_t - I_r)$$

$$➤ IRR = 6\% + \frac{Rp.154.760.180,9}{Rp.154.760.180,9 - Rp.128.280.149,9} \times (7\% - 6\%)$$

$$IRR = 6\% + 0,058 \%$$

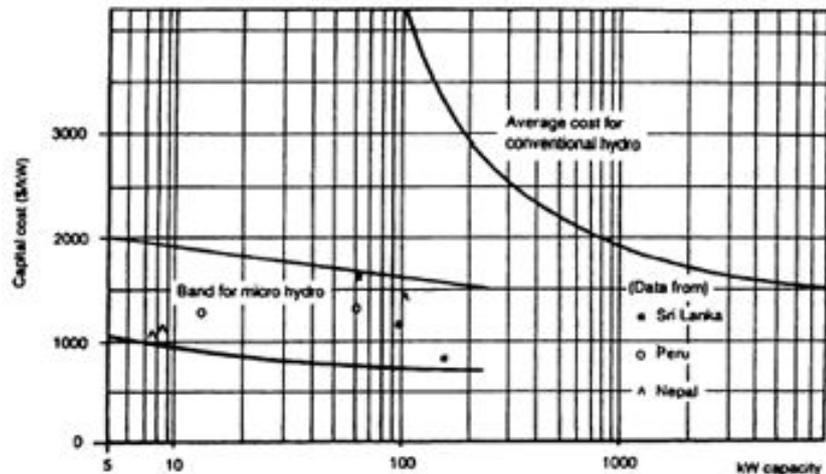
$$IRR = 6,058 \%$$

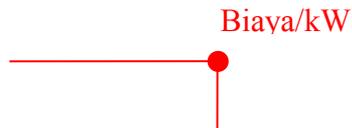
Sedangkan untuk menghitung Payback Periode adalah sebagai berikut:

$$\text{Payback periode} = \frac{\text{initial investment}}{\text{cashflow}} \times 1 \text{ tahun}$$

$$\text{Payback periode} = \frac{Rp.223.684.100}{Rp.36.000.000} \times 1 \text{ tahun}$$

$$\text{Payback periode} = 6,2 \text{ Tahun}$$





Gambar 4. Skala ekonomi mikro hidro

Keterangan :

Average cost for conventional hydro	: Biaya rata-rata untuk hidro konvensional
Band for micro hydro	: Kisaran mikro hidro
Capital cost	: Modal
Capacity	: Kapasitas (kW)

Untuk besarnya biaya investasi/kW pada PLTMH Desa Ulu Wai diperoleh Rp. 223.684.100,- : 40 kW = Rp. 5.592.102,-/kW atau setara \$.613/kW dengan nilai tukar Rp. 9.113,-/Dollar pada Tahun 2011. Angka ini berada diluar/dibawah range skala ekonomi mikro hidro yang berarti investasi awal PLTMH ini terbilang kecil. Dan dari perhitungan NPV diperoleh hasil lebih besar dari 0 yaitu Rp. 137.521.723,5,- dan berdasarkan teori yang dibahas pada bab sebelumnya bahwa apabila  $NPV > 0$  maka investasi memberikan manfaat pada perusahaan atau bisa dikatakan untung. Kemudian diperoleh pula IRR sebesar yaitu 6,058 % lebih kecil dari bunga Bank yang digunakan yaitu 6,75 %, yang berarti secara teori pembangunan PLTMH ini tidak layak secara financial berdasarkan suku bunga Bank (jika dibandingkan dengan investasi langsung di Bank). Berikutnya hasil perhitungan payback periode diperoleh 6,2 tahun, angka ini jauh lebih kecil dari umur bangunan yaitu 20 tahun. Sehingga dapat dikatakan hasil dari perhitungan kelayakan investasi PLTMH Desa Kaladi Darussalam, Kabupaten Luwu adalah layak untuk mendapatkan keuntungan secara financial ditinjau dari perhitungan NPV dan Payback periodenya.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan :

1. Penyebab dari tingginya regulasi tegangan yang terjadi khususnya pada rumah tengah dan ujung akhir di ketiga jalur adalah jarak antara rumah pembangkit dengan rumah warga sebagai konsumen yang terlalu jauh sehingga nilai dari regulasi tegangannya tidak sesuai standar PLN No. 72 tahun 1987, yakni minimal 5% dan menyebabkan peralatan listrik yang digunakan konsumen tidak dapat bekerja secara maksimal.

- 99 A.M. Shiddiq Yunus, Sultan, *Evaluasi Nilai Regulasi Tegangan Distribusi dan Kelayakan Ekonomi pada PLTMH Desa Kaladi Darussalam, Kabupaten Luwu*
2. Jika ditinjau dari segi perhitungan NPV dan Payback periode diperoleh hasil yang menguntungkan dari investasi PLTMH ini. Hal ini tidak lepas dari rendahnya biaya investasi awalnya dan minimnya biaya untuk maintenancenya.

## V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak pengelola PLTMH Desa Kaladi Darussalam, Kabupaten Luwu dan Koordinator PNPM Kabupaten Luwu atas bantuannya selama pelaksanaan kegiatan pengabdian pada masyarakat dan pengambilan data studi evaluasi ini.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- Alifi, Yunar. 2009. *Perencanaan Low Head Mikro Hidro Di Dusun Iv Desa Walatana Kec. Dolo Selatan Kabupaten Sigi*, Media Litbang Sulawesi Tenggara.
- Arismunandar, A. 1991. *Teknik Tenaga Listrik jilid II*. Paradya Paramita, Jakarta.
- Harvey, A. 1993. *Micro – Hydro Design Manual: A Guide to small – scale Waterpower Schemes*. IT Publications, London.
- <http://adesalbg.wordpress.com/tag/pltmh/>, diakses pada tanggal 1 Oktober 2015.
- [http://www.crayonpedia.org/mw/bab\\_21\\_klasifikasi\\_turbine\\_air\\_sunyoto](http://www.crayonpedia.org/mw/bab_21_klasifikasi_turbine_air_sunyoto), diakses pada tanggal 26 Juni 2015.
- <http://www.esdm.go.id>, pada tanggal 15 Oktober 2015
- Panduan untuk pembangunan pembangkit listrik mikro-hidro, 2003. *Japan international cooperation agency*-JICA dan ESDM
- Primacrizti, Rizky. 2012. *Studi Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Di Sungai Sampean Baru Desa Bunutan Kecamatan Tapen Kabupaten Bondowoso Provinsi Jawa Timur*. Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Purwanto. 2011. *Analisis Finansial dan Ekonomi Pembangkit Listrik Mikrohidro di Berapa Lokasi, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia*. Balai Penelitian Kehutanan Solo.
- Subandono, Agus. 2008. *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*. Fakultas Teknik Universitas Pwiyatan Daha Kediri.

- Supriono, Ismail. 2013. *Analisis Ekonomi Energi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Meragun*, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Kalimantan Barat.
- Suwigyo. 2012. *Pembangkit Mikrohidro : Teknologi, Survey & Desain, Implementasi Konstruksi dan Peluang Pengembangan*. Jurusan Teknik Sipil-FT UMM, Malang.
- Uday, Muhammad. 2010. *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)*. Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh.
- Yunus, A.M. Shiddiq dkk. 2015. *Evaluasi Nilai Regulasi Tegangan Distribusi pada PLTMH Desa Ulu Wae, Kabupaten Toraja*. Jurusan Teknik Mesin, Teknik Pembangkit Energi, Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- \_\_\_\_\_, (2006), *DESDM-Blueprint PEN (2006)*
- \_\_\_\_\_, 2012, “*Statistik PLN*”
- Panduan untuk pembangunan pembangkit listrik mikro-hidro, 2003. *Japan international cooperation agency-JICA dan ESDM*