

# Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hydro (PLTM) Krueng Jambopapeun Kabupaten Aceh Selatan

Lely Mastura<sup>1</sup>, Abubakar<sup>2</sup> dan Hamdani<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh-Langsa, Aceh

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh-Langsa, Aceh

## INFORMASI ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Dikirim 10 Oktober 2014

Direvisi dari 20 Oktober 2014

Diterima 30 Oktober 2014

### Kata Kunci:

Kelayakan,  
Krueng Jambopapeun,  
Pembangkit Listrik,  
Minihidro

## ABSTRAK

Pertumbuhan pendapatan perkapita rata-rata di Kabupaten Tapak Tuan sampai tahun 2019 diperkirakan sebesar 6%, maka PLN Ranting Tapak Tuan dan Blang Pidie akan mengalami pertumbuhan penjualan listrik rata-rata sebesar 6,5% dengan pertumbuhan beban sekitar 6,4% per tahun. Beban puncak pada tahun 2019 diperkirakan menjadi 17,7 MW. Dengan asumsi cadangan N-1 (masing-masing PLTD unit terbesar) maka daya mampu Pembangkit yang ada di subsistem Tapak Tuan sebesar 13,3 MW maka pada tahun 2013 akan mengalami deficit sebesar 0,35 MW dan akan terus meningkat bila tidak ada penambahan pembangkit baru atau pembangunan T/L 150 KV dan GI baru. Dengan memperhatikan data beban pada malam hari yang mencapai 13,378 MW dan dengan daya mampu pembangkit 15,090 MW, maka sistem ABDASEL hanya mempunyai cadangan daya yang kecil, yaitu 17,12 MW, ini berarti kurang dari 12%, sehingga perlu adanya tambahan daya pembangkit. Rencana PLTM Kr. Jambopapeun terletak di Desa Lhok Pawoh, Kecamatan Sawang, Kabupaten Aceh Selatan, Provinsi Aceh dengan memanfaatkan aliran dan tinggi jatuh yang terdapat pada DAS Krueng Jambopapeun. Pada tahap studi awal, PLTM Kr Jambopapeun memiliki debit rancangan 11,87 m<sup>3</sup>/s, tinggi jatuh efektif 107 m, kapasitas terpasang 10,8 MW dan kapasitas listrik dapat terjual 71,195 MWh/thn Dengan masuknya PLTM Jambopapeun (10MW) dan PLTM Jambopapeun (10MW), diharapkan dapat menambah cadangan daya hingga 54%, yang cukup untuk mengantisipasi pertumbuhan kelistrikan yang diperkirakan 6% per tahun hingga 7 tahun kedepan, dengan asumsi bahwa kondisi pembangkit yang ada tetap beroperasi, serta cadangan dapat dipertahankan 30%.

© 2014 Jurnal Ilmiah JURUTERA. Di kelola oleh Fakultas Teknik. Hak Cipta Dilindungi.

## 1. Pendahuluan

Pertumbuhan beban pada Sistem Kelistrikan Sumatera khususnya Sistem Kelistrikan di Kabupaten Aceh Selatan dan Sistem Aceh Barat daya Selatan (Abdaya) mengalami peningkatan dan telah melampaui daya mampu pembangkitan yang ada, sehingga menyebabkan kekurangan energi listrik. Disamping itu kondisi pembangkit yang ada yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) yang dimiliki oleh PT. PLN (Persero) untuk mensuplai sistem tersebut di suplai dari 3 Pusat Listrik Tenaga Diesel yaitu, PLTD Setia, PLTD Tapak Tuan dan PLTD Kota Fajar, dengan masa operasi mencapai diatas 20

tahun sehingga diperkirakan akan terjadi krisis energi listrik. Kelistrikan Ranting Tapak Tuan saat ini di suplai dari PLTD Tapak Tuan yang mempunyai daya terpasang sebesar 7.350 KW dengan daya mampu pada kondisi normal adalah 4,43 MW, saat ini beban puncak di Tapak Tuan telah mencapai 5,02 MW, sehingga apabila terjadi gangguan salah satu mesin saja akan terjadi defisit daya [1].

Sistem Aceh Barat Daya dan Selatan mempunyai daya terpasang pembangkit sebesar 20,7 MW dan mempunyai daya mampu 13,17 MW. PLTD Tapak Tuan yang ada saat ini mempunyai daya terpasang sebesar 7,35 MW dengan daya mampu pada kondisi normal adalah 4,43

MW. Saat ini beban puncak di Tapak Tuan telah mencapai 4,024 MW, sehingga apabila terjadi gangguan salah satu mesin saja akan terjadi defisit daya, yang dapat menyebabkan terjadinya pemadaman sebagian bahkan pemadaman total (blackout) [1].

Sistim pembangkit di sistem Aceh Barat Daya dan Selatan (Abdasel) saat ini di tersambung (interkoneksi) dengan PLTD Tapak Tuan, PLTD Blang Pidie dan PLTD Kota Fajar. PLTD Tapak Tuan terdiri dari 7 Unit mesin PLTD dengan kapasitas terpasang sebesar 7,35 MW dan mempunyai daya mampu sebesar 5,37 MW, Sedangkan PLTD di Blang Pidie (PLTD Setia) terdiri dari 12 Mesin PLTD mempunyai kapasitas terpasang sebesar 14,5 MW dan mempunyai daya mampu sebesar 8,85 MW dan PLTD Kota Fajar terdiri dari 3 unit mesin PLTD mempunyai kapasitas terpasang sebesar 2,715 MW dan mempunyai daya mampu sebesar 0,87 MW. Sehingga bila dijumlahkan, maka sistim Abdasel mempunyai kapasitas 23,187kW dengan daya mampu 15,09 MW.

Pertumbuhan pendapatan perkapita rata-rata di Kabupaten Tapak Tuan sampai tahun 2019 diperkirakan sebesar 6%, maka PLN Ranting Tapak Tuan dan Blang Pidie akan mengalami pertumbuhan penjualan listrik rata-rata sebesar 6,5% dengan pertumbuhan beban sekitar 6,4% per tahun. Beban puncak pada tahun 2019 diperkirakan menjadi 17,7 MW. Dengan asumsi cadangan N-1 (masing-masing PLTD unit terbesar) maka daya mampu Pembangkit yang ada di subsistem Tapak Tuan sebesar 13,3 MW maka pada tahun 2013 akan mengalami deficit sebesar 0,35 MW dan akan terus meningkat bila tidak ada penambahan pembangkit baru atau pembangunan T/L 150 KV dan GI baru. Dengan memperhatikan data beban pada malam hari yang mencapai 13,378 MW dan dengan daya mampu pembangkit 15,090 MW, maka sistim Abdasel hanya mempunyai cadangan daya yang kecil, yaitu 1,712 MW, ini berarti kurang dari 12%, sehingga perlu adanya tambahan daya pembangkit.

Upaya untuk mengatasi krisis energi listrik tersebut adalah dengan menambah kemampuan pembangkitan melalui pembangunan pembangkit listrik baru secara bertahap. Kebijakan Pemerintah dalam pembangunan kelistrikan berupaya meningkatkan pemanfaatan sumber energi non minyak, terutama energi terbarukan. Pembangkit listrik tenaga minihidro (PLTM) dapat dibangun apabila terdapat aliran air dan tinggi jatuh yang cukup sehingga kelayakannya dapat tercapai. Kabupaten Aceh Selatan merupakan daerah yang sebagian daerahnya berbukit-bukit sehingga banyak terdapat sungai-sungai

yang alirannya deras. Daerah ini pada umumnya juga memiliki curah hujan yang cukup, yaitu sekitar 3000-3500 mm per tahun.

## 2. Kondisi Umum Kabupaten Aceh Selatan

### 2.1. Letak Geografi

Secara geografis Kabupaten Aceh Selatan merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Aceh yang terletak di wilayah pantai Barat – Selatan dengan Ibukota Kabupaten adalah Tapaktuan. Luas wilayah daratan Kabupaten Aceh Selatan adalah 4.185,56 Km<sup>2</sup> atau 418.556 Ha, yang meliputi daratan utama di pesisir Barat – Selatan Provinsi Aceh.

Berdasarkan Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:50.000, wilayah daratan Kabupaten Aceh Selatan secara geografis terletak pada 020 23' 24" – 030 44' 24" LU dan 960 57' 36" – 970 56' 24" BT. Batas-batas wilayah adalah : Sebelah Utara : Kabupaten Aceh Tenggara; Sebelah Timur : Kota Subulussalam dan Kabupaten Aceh Singkil; Sebelah Selatan : Samudera Hindia; Sebelah Barat : Kabupaten Aceh Barat Daya. Kabupaten Aceh Selatan secara administrasi Pemerintahan terbagi atas 18 (Delapan Belas) wilayah Kecamatan, 43 Mukim dan 248 Gampong. Pembagian wilayah ini sesuai dengan penetapan dalam Undang- Undang Nomor 11 Tahun 2006 tentang Pemerintahan Aceh, yang membagi wilayah administrasi pemerintahan Kabupaten/Kota di Aceh berturut-turut atas: Kecamatan, Mukim dan Gampong.

### 2.2. Topografi

Kondisi topografi Kabupaten Aceh Selatan sangat bervariasi, terdiri dari dataran rendah, bergelombang, berbukit, hingga pegunungan dengan tingkat kemiringan sangat curam/terjal. Dari data yang diperoleh, kondisi topografi dengan tingkat kemiringan sangat curam/terjal mencapai 63,45 %, sedangkan berupa dataran hanya sekitar 34,66% dan 1,84% berupa kondisi lainnya. Wilayah Kabupaten Aceh Selatan terletak pada lahan dengan keadaan morfologi datar–bergelombang sampai berbukit-bukit dan pegunungan yang mempunyai tingkat kemiringan berkisar 45%–75%. Sebaran kemiringan lahan menurut Kecamatan di Kabupaten Aceh Selatan dengan kelas kemiringan lahan terdiri dari :

1. Dataran dengan kondisi kemiringan lahan 0–3% pada umumnya memiliki relief permukaan landai dengan luas 162 415.17 Ha (38.80%). Kawasan ini sangat

ideal untuk dipergunakan sebagai lahan pengembangan pertanian. Namun, sebagian besar dataran di Kecamatan Trumon dan Trumon Timur yang memiliki kemiringan rendah telah ditetapkan sebagai Kawasan Lindung Suaka Margasatwa Rawa Singkil/Trumon.

2. Wilayah berombak dengan kondisi kemiringan 3–8% seluas 15 678.70 Ha (3.75%), ini sangat ideal untuk lokasi pengembangan perkotaan dan kegiatan budidaya jangka pendek. Wilayah berombak dominan terdapat di Kecamatan Bakongan, Bakongan Timur, Kluet Timur, Samadua dan Sawang.
3. Wilayah bergelombang dengan kondisi kemiringan 8–15% seluas 27.842.97 Ha (6.65%), cocok sebagai lokasi pengembangan budidaya perkebunan atau tanaman tahunan. Bentuk permukaan bergelombang ini tersebar di setiap Kecamatan, yang dominan terletak di Kecamatan Trumon Timur, Bakongan Timur dan Sawang.
4. Wilayah perbukitan dan curam dengan kondisi kemiringan 15–40% tersebar di setiap Kecamatan dengan luas 81.131.89 Ha (19.38%). Wilayah perbukitan tersebar hampir di semua kecamatan yang dominan terletak di Kecamatan Kluet Timur, Kluet Tengah, dan Meukek.
5. Wilayah pegunungan dengan kondisi kemiringan >40%, bentuk permukaannya yang curam bervariasi terjal, umumnya dijumpai sebagai kerucut dan puncak vulkan, lahan mudah longsor dan jika kawasan ini tidak punya potensi dapat digunakan sebagai kawasan lindung. Wilayah pegunungan ini memiliki luas 131 487.27 (31.41%) dengan penyebaran paling dominan terdapat di Kecamatan Kluet Tengah, Kluet Timur dan Meukek.

Berdasarkan klasifikasi tersebut, maka terdapat lahan datar sekitar  $\pm$  49.20% di wilayah Kabupaten Aceh Selatan yang merupakan lahan dengan tingkat kemiringan 0–15%, sisanya 50.80% lagi merupakan kawasan perbukitan dan pegunungan yang jika tidak punya potensi lebih cocok ditetapkan sebagai kawasan lindung. Penyebaran ketinggian tempat (di atas permukaan laut) pada kawasan budidaya di Kabupaten Aceh Selatan adalah sebagai berikut : (1) ketinggian 0-25 meter seluas 152.648 Ha (38,11%); (2) ketinggian 25-00 meter seluas 39.720 Ha (9,92%); (3) ketinggian 100-500 meter seluas 73.291 Ha (18,30%); (4) ketinggian 500-1.000 meter seluas 86.124 Ha

(21,51%), dan (5) ketinggian di atas 1.000 meter seluas 48.689 Ha (12,16%) [2].



Gambar 2. Peta Aceh Selatan

### 2.3. Geologi

Jenis tanah di Kabupaten Aceh Selatan sebagian besar merupakan Podzolik Merah Kuning (seluas 161,022 Ha) dan yang paling sedikit jenis tanah Regosol (hanya 5,213 Ha). Sebagian besar wilayah penyebaran Komplek Podzolik Merah Kuning, Latosol dan Litosol merupakan morfologi lahan yang berbukit dan bergunung-gunung. Sedangkan jenis tanah Organosol dan Gle Humus menyebar di bagian selatan Kecamatan Kluet Utara, Kluet Selatan, Bakongan, dan Bakongan Timur serta sebagian besar wilayah Kecamatan Trumon dan Trumon Timur yang berada dalam Kawasan Suaka Margasatwa Rawa Trumon. Jenis tanah Podzolik Merah Kuning (PMK) menyebar dari utara sampai ke selatan dari Kabupaten Aceh Selatan.

Penyebaran jenis tanah PMK terdapat pada bagian selatan Kecamatan Labuhanhaji, Labuhanhaji Barat, Labuhanhaji Timur, Kluet Tengah dan Meukek. Jenis tanah PMK juga menyebar seluruh lahan pada Kecamatan Sawang, Samadua, Tapaktuan dan Pasie Raja. Jenis tanah PMK juga terdapat pada bagian tengah Kecamatan Bakongan dan Bakongan Timur serta pada bagian utara Kecamatan Trumon dan Trumon Timur.

### 2.4. Klimatologi

Sebaran curah hujan di Kabupaten Aceh Selatan berkisar dari 2500-3750 mm/tahun. Curah hujan tertinggi 3500–3750 mm/tahun terjadi di Sebelah Selatan Kecamatan Kluet Selatan, Sebelah Selatan Kecamatan Trumon dan Trumon Timur, sedangkan yang terendah 2500–2750 mm/tahun terjadi di Sebelah Timur Laut Kecamatan Trumon Timur. Sebagian Besar curah hujan Kabupaten Aceh Selatan berkisar antara 3250–3500 mm/tahun atau sebesar 54.32% luas wilayah Kabupaten Aceh

Selatan dan hampir jatuh di setiap Kecamatan. Curah hujan di wilayah lumbung beras, yaitu : Kecamatan Kluet Utara, Kecamatan Pasie Raja, dan Kecamatan Kluet Selatan berkisar antara 3250-3750 mm/tahun.

Curah hujan yang tinggi tersebut menyebabkan Kabupaten Aceh Selatan rentan terhadap bahaya banjir dan tanah longsor. Disisi lain, ketersediaan air yang berlimpah ini harus dapat dikelola untuk memenuhi kebutuhan produksi pangan, terutama untuk sumber air irigasi serta dapat pula dipergunakan untuk keperluan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Hal ini didukung pula dengan keberadaan beberapa sungai besar dan kecil yang membentuk Daerah Aliran Sungai (DAS).

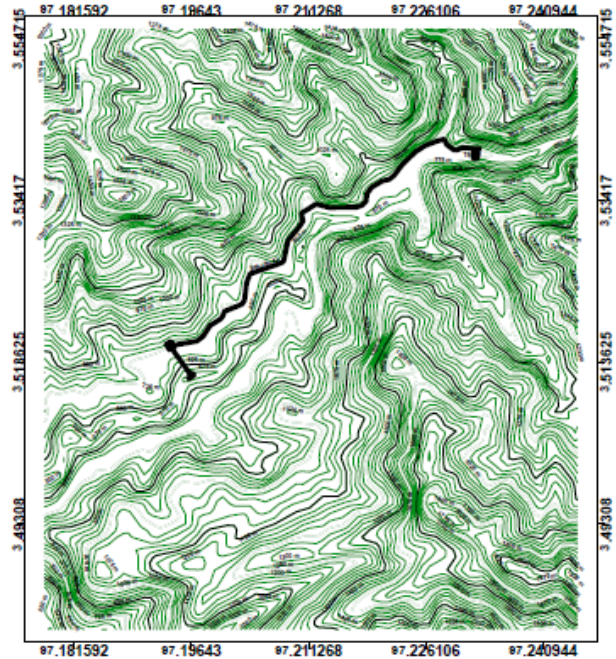
Untuk itu, harus tetap dijaga kelestarian alam, khususnya hutan tropis di Kabupaten Aceh Selatan, sehingga tidak mengganggu ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS) yang ada. Aktivitas ekonomi masyarakat bagian hulu DAS dengan pola pertanian yang tanpa disertai kaedah-kaedah konservasi tanah dan air, akan berpengaruh nyata terhadap kehidupan masyarakat di bagian hilir DAS. Kejadian banjir dan kekeringan di daerah hilir tidak terlepas dari kegiatan-kegiatan perubahan penggunaan lahan di daerah hulu.

### 3. PLTM Krueng Jambopapeun

#### 3.1. Lokasi

Salah satu tempat di Kabupaten Aceh Selatan yang dipandang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi suatu PLTM adalah di Daerah Aliran Sungai Krueng Jambopapeun, yang berada di Desa Lhok Pawoh, Kecamatan Sawang. Lokasi rencana PLTM dapat dicapai dengan kendaraan roda dua, melalui jalan desa.

Tataletak pengembangan PLTM Kr. Jambopapeun terdiri dari bendung, kolam penenang, gedung sentral dan jalur saluran pembawa, seperti ditunjukkan pada gambar layout. Koordinat geografis bangunan-bangunan utama PLTM. Bendung 3° 25' 59.0537"U 97° 13' 27.8881"T, Bak Penenang 3° 24' 22.8782"U 97° 13' 28.3896"T, Rumah Turbin 3° 24' 14.7209"U 97° 15' 20.1430"T



Gambar 3. Peta Kontur Lokasi

Berdasarkan Atlas Curah Hujan Indonesia yang diterbitkan oleh Badan Koordinasi dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) bekerjasama dengan Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), tinggi curah hujan rata-rata Krueng Jambopapeun adalah 3750 mm/tahun dan evapotranspirasi aktual sebesar 1090 mm/tahun maka curah hujan efektif rata-rata DAS adalah 2760 mm/tahun. Dengan luas DAS sebesar 342 km<sup>2</sup>, hujan efektif tersebut akan menghasilkan aliran sungai rata-rata sebesar 12,19 m<sup>3</sup>/s. Dari hasil pengukuran beda ketinggian permukaan air pada lokasi peletakan bendung dengan lokasi keluar turbin, maka diperoleh head kotor sebesar 108 m. Kapasitas terpasang diperkirakan dengan persamaan berikut.

$$P_i = \eta \cdot g \cdot Q \cdot H_{net} \tag{1}$$

Tinggi jatuh efektif ( $H_{net}$ ) diperkirakan dengan persamaan berikut:

$$H_{net} = H_{gross} - HL \tag{2}$$

Tinggi jatuh kotor ( $H_{gross}$ ), yaitu elevasi muka air normal pada bendung dikurangi dengan elevasi muka air belakang = 108 m, Kehilangan tinggi jatuh ( $HL$ ) = 3,3 m. Kapasitas terpasang PLTM adalah,

$$P_i = 80\% \times 9.81 \times 12,19 \times 104,7$$

$$= 1002 \text{ KW} = 10 \text{ MW}$$



### 3.2. Energi dan Faktor Kapasitas

Energi yang potensial dibangkitkan dengan tataletak, ukuran elemen proyek dan ketersediaan airnya diperkirakan dengan persamaan berikut.

$$E_{pot} = \int_{t=0}^{t=t_{max}} P_t dt \quad (3)$$

$E_{pot}$  = energi yang potensial dibangkitkan (kWh)

$t$  = waktu (jam)

$P_t$  = daya pembangkit pada waktu  $t$  (kW)

Perkiraan energi yang potensial dibangkitkan dihitung menggunakan kurva durasi aliran dengan menganggap  $t_{max} = 1$  tahun. Energi yang dapat terjual diperkirakan dengan persamaan berikut.

$$E_{sale} = E_{pot} \times kp \times kt \quad (4)$$

dengan

$E_{sale}$  = energi yang dapat terjual (kWh)

$kp$  = persentase penggunaan sendiri dan kehilangan pada pembangkit

$kt$  = persentase kehilangan pada jalur transmisi

Kehilangan energi listrik pada pembangkit terdiri dari kehilangan akibat pemadaman untuk pemeliharaan, pemadaman karena gangguan dan kehilangan debit. Kehilangan pada transmisi terdiri dari kehilangan pada konduktor, akibat pemadaman untuk pemeliharaan dan akibat pemadaman karena gangguan. Faktor kapasitas, didefinisikan sebagai rasio antara energi pada periode tertentu terhadap energi yang potensial dibangkitkan bila beroperasi penuh pada kapasitas pelat nama (*name plate*) selama periode tersebut, terdiri dari sebagai berikut.

1. Faktor kapasitas potensial, yaitu faktor kapasitas pada pembangkit dengan ketersediaan air yang ada tanpa adanya kehilangan
2. Faktor kapasitas dapat terjual, yaitu faktor kapasitas pada pembangkit yang telah dikurangi dengan pemakaian sendiri dan kehilangan-kehilangan pada pembangkit dan jalur transmisi

Perkiraan produksi energi dilakukan dengan integrasi debit sepanjang tahun dan perkiraan energi tidak dapat terjual sebesar 6,0%, diperoleh:

3. Kapasitas dapat terjual (MW) : 9,4
4. Energi dapat terjual (MWh/tahun) : 57.640
5. Faktor kapasitas dapat terjual : 77,4%

Jumlah unit pembangkit PLTM Kr. Jambopapeun adalah 2 unit dengan debit rancangan turbin sebesar 5 m<sup>3</sup>/s. Dengan tinggi jatuh efektif sebesar 104,7 m, dan tipe turbin yang dapat digunakan adalah Francis.

### 3.3. Perkiraan Biaya Proyek

Perkiraan biaya proyek pada tahap pra kelayakan ini diperoleh dari data yang tersedia, tata letak awal dan statistik biaya proyek pembangunan PLTM di Indonesia. Perkiraan biaya mencerminkan tingkat risiko biaya tergantung kepada kondisi lapangan, metode pelaksanaan pekerjaan, kualitas peralatan, tingkat manajemen proyek dan hal-hal yang tidak terduga. Perkiraan biaya yang lebih rinci akan dilakukan pada tahap studi kelayakan setelah dilakukan studi dan penyelidikan yang lebih rinci.

**Tabel 1. Perkiraan Biaya Awal PLTM**

Deskripsi	Jumlah
<b>Biaya Awal (Lredit)</b>	<b>\$</b>
Feasibility study	1,050,000
Pembangunan	1,262,000
Engineering	777,000
<b>Power system</b>	
Hydro turbine	13,175,000
Pembangunan Jalan	226,000
Jalur Transmisi	706,000
Substation	512,000
<b>Kesimbangan System dan lain-lain</b>	
Penstock	2,806,000
Tunnel	7,246,000
Lain-lain	6,097,000
Subtotal:	16,149,000
<b>Total Biaya Awal</b>	<b>33,857,000</b>

### 3.4. Analisis Pra Kelayakan Finansial

Hasil analisis pra kelayakan finansial dinyatakan dalam IRR dan NPV. Pada analisa investasi ini dilakukan dalam kondisi normal (base case) dimana parameter-parameter input diambil dari asumsi dasar dan biaya proyek. Pada kondisi base case diperoleh biaya produksi energi listrik sebesar 58.21 \$/MWh atau setara dengan Rp. 558.814 /MWh atau Rp. 559/KWh, dengan indikator kelayakan sebagaimana ditunjukkan pada tabel dibawah,

**Tabel Hasil Perhitungan Indikator Investasi**

Indikator Investasi	Unit	Nilai
Pre-tax IRR - equity	%	21.3%
After-tax IRR - equity	%	18.9%
Net Present Value (NPV)	\$	1.729.050
Benefit-Cost (B-C) ratio		2.57
Debt service coverage		1.53
Annual life cycle savings	\$/yr	139.338
Energy production cost	\$/MWh	58.21
Equity payback	yr	5.6

Dapat disimpulkan bahwa untuk Biaya Pokok Pembangunan PLTM Krueng Jambopapeun Kabupaten Aceh Selatan adalah sebesar Rp 559/KWh yang berada dibawah harga beli oleh PLN sebesar Rp.787,2/KWh [3] maka diperoleh indikator investasi PLTM PLTM Krueng Jambopapeun Sangat Layak Hal ini ditunjukkan dari nilai indikator investasi yang layak yaitu IRR sebesar 18,9 %, dan juga ditunjukkan dari nilai NPV yang positif mencapai US\$ 1.729.050 dan waktu pengembalian selama 5 tahun 6 bulan merupakan waktu yang reasonable.

#### DAFTAR ISTILAH

Pi = kapasitas terpasang (kW)

g = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

Q = debit rancangan (m<sup>3</sup>/s)

Hnet = tinggi jatuh efektif (m)

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aceh Selatan Dalam Angka, (2010), Bappeda Aceh Selatan
- Korkmaz, O. (2007). *A Case Study on Feasibility Assesment of Small Hydropower Scheme*. Ankara: Middle East Technical University.
- Küçükbeycan, M. (2008). *RETSscreen Decision Support System for Prefeasibility Analysis of Small Hydropower Projects*. Ankara.
- Lins, C., & Laguna, M. (2004, December). Development of Small Hydro Power. *UNESCO Renewable Energy Magazine*, pp. 46-49.
- National Renewable Energy Laboratory. (2001, July). Small Hydropower Systems. United States of America.
- Paish, O. (2002). Small hydropower: Technology and current status. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 537-556. 110.
- Penche, C. (1998). *Layman's Guidebook on How to Develop a small hydro site*. Brussels: European Small Hydropower Association.
- RETSscreen. (2005). *Clean Energy Project Analysis: RETSscreen Engineering & Cases Textbook*. Minister of Natural Resources Canada.

□TAR