

PENGUNAAN *DISCOUNTED CRITERION* UNTUK ANALISIS EKONOMI PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) INGAS COKRO

Herman Susila

Abstrak

Energi listrik sangat diperlukan pada saat ini bagi kehidupan manusia. sumber energi untuk menghasilkan energi listrik dapat dibedakan menjadi dua yaitu sumber energi yang tidak dapat diperbaharui dan sumber energi yang dapat diperbaharui energi. Sumber energi yang tidak dapat diperbaharui adalah sumber energi dari fosil, namun sumber energi fosil cadangan bumi kita semakin menipis dan tidak menutup kemungkinan akan habis.

Untuk mengantisipasi hal tersebut maka perlu adanya pengembangan sumber energi yang dapat diperbaharui salah satunya dengan memanfaatkan air sebagai sumber energi listrik. Pemanfaatan air secara optimal dan efisien akan memberikan dampak yang positif terhadap kehidupan manusia dan lingkungan.

Salah satu contoh pemanfaatan energi air ebagai sumber energi listrik adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) yang berada di sumber aur Ingas Cokro kecamatan Tujung kabupaten Klaten.

PLTMH Ingas Cokro direncanakan memproduksi listrik sebesar 95.000 Watt perhari. Biaya investasi yang dibutuhkan adalah sebesar Rp. 1.625.000.000,00. umur dari PLTMH ini direncanakan 40 tahun. Dengan harga listrik Rp. 450,- per Watt maka proyek ini akan layak jika tingkat suku bunga adalah 5 % atau dibawah 5% dengan BCR 1,004.

Kata kunci : Pembangkit listrik, tenaga mikro hidro, energi listrik

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat semakin meningkat pula sumber energi yang dibutuhkan, terutama energi listrik. Listrik tidak bisa lepas dari kehidupan masyarakat terutama dalam pemenuhan kebutuhan ekonomi, pendidikan dan lain sebagainya.

Semakin meningkatnya harga minyak sekarang ini menuntut dikembangkan energi alternatif dalam pembangkitan energi listrik, dan energi air merupakan sumber energi yang potensial untuk dikembangkan.

Sistem pembangkit hidro merupakan sistem pembangkit yang bersih,

dalam arti bebas dari berbagai macam pencemaran. Pembangkit hidro dapat memberi nilai tambah pada suatu daerah, karena sebagai komponen utama pembangkitan dapat dimanfaatkan sebagai obyek wisata air dan dapat digunakan sebagai sarana pengairan dan perikanan.

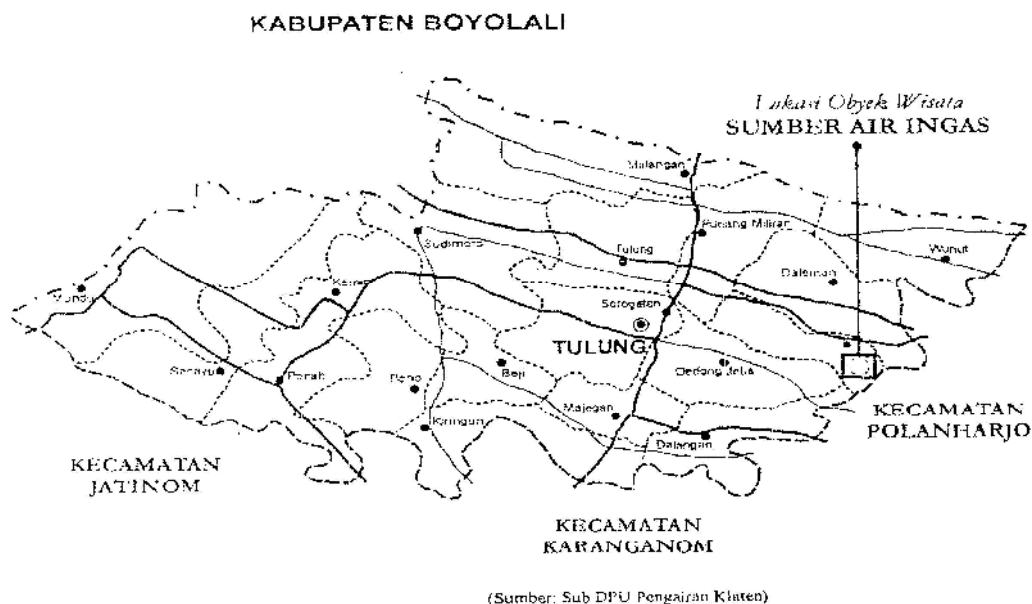
Pada masa sekarang ini masih banyak daerah pedesaan yang belum terjangkau oleh jaringan listrik, karena keterbatasan biaya dan suplai listrik. Untuk mengatasi hal tersebut maka mulai dikembangkan teknologi pemanfaatan tenaga air dengan tinggi jatuh yang rendah untuk membangkitkan energi listrik skala kecil dengan pusat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

Obyek wisata air Ingas Cokro Klaten merupakan salah satu obyek wisata yang sangat potensial untuk dikembangkan, terutama potensi air yang sangat mendukung. Salah satu pengembangan dari daerah wisata air Ingas Cokro adalah pembangunan PLTA dalam skala kecil atau PLTMH.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan analisis ekonomi pembangunan PLTMH Ingas Cokro di Cokro Klaten ini adalah untuk mengetahui kelayakan ekonomi pada tingkat suku bunga 5%, 10% dan 20%.

1.3. Lokasi



Gambar 1. Peta lokasi PLTMH Ingas Cokro

2. KAJIAN TEORI

2.1. Potensi Air Sebagai Sumber Pembangkit Energi

Air merupakan sumber daya yang selalu terbaharui melalui siklus hidrologi dan tak akan habis sepanjang masa. Siklus ini akan tetap berlangsung selama masih ada matahari, sehingga sepanjang tahun akan ada tenaga air. Berbeda dengan energi lain seperti minyak, gas, batu bara, nuklir, suatu ketika akan habis (Patty OF, 1995)

Pembangkitan tenaga air tergantung pada kondisi geografis, keadaan curah hujan dan areal aliran (catchment area). Jadi pembangunan pembangkit tenaga air dapat dilaksanakan di banyak daerah dengan skala dan kapasitas yang bermacam-macam.

1. Energi air

Tenaga air sebagai salah satu sumber energi dapat dimanfaatkan secara langsung atau secara mekanis. Di dalam air terkandung potensi tenaga yaitu energi kinetik dan energi potensial.

- a. energi kinetik terkandung di dalam air yang mengalir seperti aliran sungai, pasang surut air laut, gelombang.
- b. Energi potensial adalah energi yang terkandung di dalam air akibat beda tinggi atau air yang diterjunkan (Kadir A, 1996).

2. Daya listrik

Pada pusat pembangkit hidro, energi listrik diperoleh dengan menggunakan energi air (kinetik dan

potensial) sebagai energi primer. Energi kinetik dan energi potensial yang terkandung di dalam air diubah menjadi energi rotasi oleh turbin yang dihubungkan dengan generator sebagai penghasil listrik.

Penghitungan daya listrik yang dihasilkan generator merupakan fungsi dari debit, fungsi terjunan, efisiensi turbin dan generator, maka daya dapat dibagi menjadi tiga, yaitu :

- daya teoritis
- daya turbin
- daya generator

3. Sistem Pembangkit Tenaga

Pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian (H) dan debit (Q) tertentu menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin air dan generator.

Sistem pembangkitan tenaga air dapat dilakukan dengan beberapa cara (Dandekar MM, Sharma KN, 1991), yaitu :

- a. Aliran air sungai atau saluran langsung (pembangkit listrik tenaga air konvensional). Aliran air sungai atau saluran dapat dimanfaatkan secara alamiah tanpa menggunakan pengumpul atau kolam tandon. Tipe pembangkit ini tidak menyimpan air, sehingga hanya dapat bekerja jika ada air yang mengalir, sedangkan bila tidak ada air yang

- mengalir maka pembangkit ini tidak bekerja atau tidak menghasilkan listrik.
- b. PLTA dengan kolam pengatur. Dalam keadaan biasa pembangkitan menggunakan aliran air secara langsung dari sungai atau saluran. Tetapi dalam keadaan tertentu misalnya untuk memenuhi beban puncak atau pada saat beban naik aliran sungai atau saluran ditambah dari aliran kolam pengatur. Sedang pada saat beban turun, sebagian aliran dimasukkan ke kolam pengatur sehingga besarnya aliran air yang dibutuhkan dapat terpenuhi.
 - c. Waduk. Sistem pembangkit dengan menggunakan waduk adalah yang paling banyak digunakan di Indonesia. Sebuah waduk dibuat dengan cara membuat danau buatan karena sungai dibendung secara melintang sehingga menghasilkan daerah genangan air seperti sebuah danau, dalam hal ini waduk juga digunakan sebagai kolam tandon pada saat musim penghujan dan aliran air dapat digunakan untuk pembangkitan sepanjang tahun, disamping untuk keperluan lain, seperti pengairan, perikanan dan pariwisata.
 - d. Dipompa. Sistem pembangkit ini merupakan pengembangan dari sistem waduk, tetapi air yang telah digunakan dipompa kembali dengan menggunakan tenaga listrik yang dihasilkan pada saat beban berkurang. Sehingga kebutuhan air tetap mencukupi kebutuhan pembangkit listrik.
 - e. Pembangkit listrik tenaga air pasang surut. Sistem pembangkit yang memanfaatkan tenaga pasang surut air laut yang dipengaruhi oleh gravitasi matahari dan bulan.
 - f. Pembangkit listrik tenaga air yang ditekan. Pembangkit tipe ini jarang dijumpai diantara jenis-jenis PLTA. PLTA jenis ini diopeerasikan dengan penurunan topografi an ketinggian tekanan air untuk membangkitkan tenaga listrik.

2.2. Ketersediaan Air.

Untuk mengetahui ketersediaan air perlu mengetahui adanya debit aliran. Data dari debit aliran sungai ini merupakan data dasar yang penting untuk merencanakan pusat Pembangkit Listrik Tenaga Air.

Ketersediaan air atau jumlah air pasti (firm water quantity) adalah jumlah yang pasti dapat dimanfaatkan sepanjang tahun. Jumlah air ini diperoleh dalam musim kemarau. Untuk jenis waduk, jumlah air yang dapat dipakai selama 355 hari dalam satu tahun (Arismunandar A, Kuwahara S, 1991).

2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro adalah PLTA dengan skala atau ukuran yang lebih kecil (mikro). Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro tidak memerlukan air dengan aliran besar, dan yang lebih istimewa dapat

memanfaatkan sungai-sungai kecil atau saluran air dengan ketinggian terjun yang tidak terlalu besar, yaitu dibawah 10 m, sedangkan daya yang dihasilkan dibawah 100 kW (Patty. OF, 1995)

3. ANALISA KEBUTUHAN LISTRIK

3.1. Kebutuhan listrik

Daya listrik yang dibutuhkan daerah sekitar atau daerah pengembangan wisata sumber air Cokro meliputi daerah wisata, penerangan jalan dan rumah tangga di sekitar lokasi wisata.

Desain Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan listrik khususnya daerah wisata air Cokro dan masyarakat sekitar. Kebutuhan listrik meliputi :

1. Daerah wisata air Cokro
= 30.000 Watt
2. Penerangan jalan
= 10.000 Watt
3. Masyarakat sekitar (100 KK)
= 55.000 Watt

Sehingga jumlah daya yang dibutuhkan sebesar 95.000 Watt

Sumber air Ingas Cokro sepanjang tahun menghasilkan debit aliran konstan yaitu 1195 lt/dt, sehingga daya yang dihasilkan sebesar :

$$\begin{aligned} P &= Q \cdot \eta \cdot g \cdot H \\ &= 1,195 \cdot 0,8 \cdot 9,81 \cdot 8 \\ &= 75,02 \text{ kW } (\pm 75.000 \text{ Watt}) \end{aligned}$$

Dengan daya 75.000 Watt untuk saat ini dirasa masih kurang, sebagai optimalisasi maka perlu adanya

penambahan supply debit agar bisa mencukupi kebutuhan daya yang dibutuhkan saat ini yaitu 95.000 Watt. Debit yang digunakan untuk penambahan diambil dari aliran debit bendung Ploso.

Didalam bak tandon nantinya akan terisi debit aliran dari mata air ditambah debit aliran dari bendung Ploso. Debit dari mata air konstan yaitu 1195 lt/dt, debit dari bendung Ploso sebesar debit maksimum 1960 lt/dt dikurangi debit dari mata air 1195 lt/dt sama dengan 765 lt/dt (Q). Sehingga bak tandon akan terisi :

$$\begin{aligned} Q &= 1195 \text{ lt/dt} + 765 \text{ lt/dt} \\ &= 1960 \text{ lt/dt} \end{aligned}$$

Daya yang dihasilkan :

$$\begin{aligned} P &= Q \cdot \eta \cdot g \cdot H \\ &= 1,160 \cdot 0,8 \cdot 9,81 \cdot 8 \\ &= 123,05 \text{ kW } (\pm 123.000 \text{ Watt}) \end{aligned}$$

Sehingga daya yang dihasilkan cukup memenuhi (123 kWh) dari daya yang dibutuhkan sebesar 95 kWh.

4. TINJAUAN ASPEK HIDROLOGI DAN HIDROLIKA

4.1. Curah Hujan Rata-rata Tahunan

Curah hujan merupakan faktor utama yang mempengaruhi aliran (debit) sungai, karena sebagian air hujan mengalir dipermukaan tanah menuju sungai. Besarnya curah hujan adalah jumlah hujan dalam satu tahun.

Curah hujan rata-rata tahunan diambil dari tiga stasiun pencatat hujan yaitu stasiun Keposong Klaten, stasiun Cokro Tulung Klaten dan stasiun Polanharjo Klaten. Data curah hujan dapat dilihat pada tabel curah hujan lampiran

Stasiun Keposong = 1235 mm/ th
(R1)

Stasiun Cokro Tulung = 1497 mm/ th
(R2)

Stasiun Polanharjo = 2141 mm/ th
(R3)

Jadi curah hujan rata-rata untuk daerah aliran sungai Pusur dengan metode rerata aljabar sebagai berikut :

$$R = 1/3 (R1+R2+R3)$$

$$R = 1/3 (1235 + 1497 + 2141)$$

$$= 1624,33 \text{ mm/th}$$

4.2. Ketersediaan Air

Ketersediaan air adalah jumlah air pasti yang dapat digunakan sebagai sumber pembangkit tenaga. Besarnya jumlah air di lokasi PLTMH (Cokro) dicari dengan metode translasi dengan menggunakan data alpran yang sejenis yaitu data aliran di bendung Ploso yang berada di hilir.

Data yang digunakan dalam metode translasi antara lain :

- curah hujan
- koefisien limpasan
- luas catchment area

1. Curah hujan

Besarnya curah hujan DAS Cokro dan DAS Ploso adalah sama yaitu 1624,33 mm/th.

2. Koefisien limpasan /aliran
Koefisien aliran adalah suatu konstantayang digunakan untuk memperkirakan atau meramalkan debit banjir. Daerah aliran sungai Pusur sangat berfariasi yaitu berupa ladang yang ditanami (tanaman tadah hujan) dan persawahan yang diairi.

Harga koefisien limpasan (run off) berbeda-beda yang disebabkan oleh topografi, daerah pengaliran dan perbedaan tanah. Jika akan diadakan pembangunan dikemudian hari di daerah itu maka koefisien pengaliran harus dipertimbangkan, maka pada perhitungan banjir digunakan koefisien limpasan yang besar ($> 0,7$) dan koefisien limpasan yang $< 0,5$ harus ditiadakan (Sosrodarsono S, 1993, hal. 145).

Daerah aliran sungai di wilayah Cokro dan bendung Ploso merupakan daerah persawahan sehingga koefisien aliran diambil 0,75.

3. Luas catchment area
Luas catchment area DAS bendung Ploso Wareng adalah 1423 ha.

Luas catchment area DAS Cokro Tulung adalah 1260 ha.

Sehingga debit aliran di Cokro

$$= 1624,33 \text{ mm/th}$$

Tulung adalah :

$$A_{\text{cokro}} = 12,6 \text{ km}^2$$

F =

$$A_{\text{Ploso Wareng}} = 14,23 \text{ km}^2$$

$$\frac{C_{(\text{Cokro})}}{C_{(\text{PlosoWareng})}} \times$$

$$\frac{MAR_{(\text{Cokro})}}{MAR_{(\text{PlosoWareng})}} \times \frac{A_{(\text{Cokro})}}{A_{(\text{PlosoWareng})}}$$

$$F = \frac{0,75}{0,75} \times \frac{1624,33}{1624,33} \times \frac{12,6}{14,24} = 0,885$$

Diketahui :

$$C_{\text{cokro}} = 0,75$$

$$Q_{\text{Cokro}} = 0,885 Q_{\text{Ploso Wareng}}$$

$$C_{\text{Ploso Wareng}} = 0,75$$

Debit bendung Ploso dapat dilihat pada lampiran 1.

$$MAR_{\text{Cokro}} = MAR_{\text{Ploso Wareng}}$$

= curah hujan rata-rata

tahunan

Perhitungan debit aliran Cokro dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Debit aliran Cokro

Tahun	Bulan	Debit bendung Ploso Wareng (l/dt)	Debit Cokro (l/dt)
A	b	C	d
2004	Jan	1902	1683
	Feb	2088	1848
	Mar	2087	1847
	Apr	1927	1705
	Mei	2031	1797
	Jun	2001	1771
	Jul	1908	1689
	Agt	1875	1659

	Sep	1906	1687
	Okt	1908	1689
	Nop	1906	1687
	Des	1909	1689
2005	Jan	2131	1886
	Feb	2174	1924
	Mar	2132	1887
	Apr	2176	1926
	Mei	2166	1917
	Jun	2166	1917
	Jul	2166	1917
	Agt	2167	1918
	Sep	2133	1888
	Okt	2133	1888
	Nop	2166	1917
	Des	2178	1888
2006	Jan	2184	1928
	Feb	2184	1933
	Mar	2200	1947
	Apr	2135	1889
	Mei	2151	1904
	Jun	2182	1931
	Jul	2151	1904

	Agt	2151	1904
	Sep	2214	1959
	Okt	2124	1880
	Nop	2214	1959
	Des	2215	1959

4.3. Analisa Saluran Pengantar

Saluran pengantar direncanakan berbentuk persegi empat, terdapat dua saluran pengantar yaitu saluran dari mata air dan saluran dari sungai. Saluran dari mata air mengalirkan debit (Q) = 1195 lt/dt dan saluran dari sungai mengalirkan debit (Q) = 765 lt/dt.

4.3.1. Saluran dari mata air ke bak tandon

Panjang saluran 10 m. Debit yang dialirkan 1195 lt/dt atau 1,195 m³/dt. Beda elevasi dari mata air ke bak tandon 1,018 m dan kemiringan saluran 0,102. dari perhitungan diperoleh hasil dimensi saluran B = 0,8 m dan H = 0,4 m.

4.3.2. Saluran dari sungai ke bak tandon

Panjang saluran 5 m. debit yang dialirkan 765 lt/dt atau 0,765 m³/dt. beda elevasi dari sungai ke bak tandon 0,5 m dan kemiringan 0,102. dari perhitungan diperoleh hasil dimensi saluran B = 0,7 m dan H = 0,35 m.

4.4. Analisa dimensi pipa pesat

Pipa pesat adalah saluran yang menghubungkan antara bak tandon ke ruang turbin, maka diameter pipa sama

dengan diameter turbin dan panjang pipa ini ± 8 m.

Terjunan adalah beda tinggi muka air pada bak tandon kecil terhadap saluran pembuang. Elevasi muka air bak tandon adalah +10,00 m sedangkan elevasi pembuang adalah +1,20 m, maka tinggi terjunan adalah 8,80 m.

4.5. Analisa diameter turbin

Diketahui :

$$H = 8,80 \text{ m}$$

$$ns = \frac{20.000}{H + 20} + 50$$

$$ns = \frac{20.000}{8,80 + 20} + 50$$

$$ns = 288,09 \text{ l/mnt}$$

n = 288 l / mnt (ka = 2,3) (dari grafik koefisien turbin Kaplan dan jumlah bilah rotor)

rumus diameter turbin :

$$D_a = \frac{60ka\sqrt{2gH}}{\pi n} = 84,6 \text{ ka } \frac{\sqrt{H}}{n}$$

$$D_a = 84,6 \times 2,3 \frac{\sqrt{8,80}}{750} = 0,769 \text{ m}$$

diambil 0,8 m

Elevasi turbin :

$$H_s = H_a - H_v - \sigma_p \cdot H$$

$$H_s = \text{tinggi isap}$$

$$H_a = \text{tekanan atmosfer} = 9,78$$

$$H_v = \text{tekanan uap} = 0,32$$

$$H = \text{tinggi terjunan} = 8 \text{ m}$$

$$\sigma_p = \text{faktor kavitasasi} = 0,85$$

$$H_s = 9,78 - 0,32 - 0,85 \times 8 = 2,54 \text{ m}$$

$$\text{Sehingga elevasi turbin} = 1,20 + 2,66 = +3,86$$

Sehingga terjunan bersih yang didapat adalah $8,80 \text{ m} - 0,8 \text{ m} = 8 \text{ m}$

Dengan terjunan 8 m debit yang dibutuhkan untuk membangkitkan daya sebesar 95 kW adalah :

$$P = \eta \cdot g \cdot H \cdot Q \text{ (watt)}$$

$$Q = \frac{P}{\eta \cdot g \cdot H} = \frac{95}{0,8 \times 9,81 \times 8} = 1,51 \text{ m}^3/\text{dt.}$$

Dari analisa kebutuhan debit pembangkit dapat disimpulkan bahwa debit tersedia mampu memenuhi debit yang dibutuhkan.

4.6. Model pembangkit yang digunakan

Model pembangkit yang direncanakan adalah dengan memakai turbin Kaplan Poros Vertikal guna mengoptimalkan tinggi terjun yang ada yaitu $\pm 8 \text{ m}$.

5. ANALISA DAYA LISTRIK

Produksi energi adalah daya listrik yang dapat dihasilkan dari sebuah pembangkit listrik. Daya merupakan fungsi dari debit (Q) dan ketinggian (H), untuk mendapatkan energi listrik atau daya listrik harus ada kestabilan dan perbandingan yang sesuai antara debit air yang ada dan tinggi terjunan.

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro yang direncanakan ini (Cokro) menggunakan analisa tinggi terjun yang konstan yaitu diambil pada tinggi energi 8 m, sehingga untuk menghasilkan energi listrik yang dibutuhkan hanya mengatur debit air yang perlu dialirkan. Pegaturan debit air tergantung pada posisi pembukaan dan penutupan pintu air. Sehingga dapat disimpulkan fungsi dari tinggi terjun (H) dan debit (Q) yang tersedia (data debit tahun 2004–2006) adalah sebagai berikut :

Tabel 2.

Tahun	Bulan	Debit (m ³ /dt)	Daya P (kW)
a	b	c	D
2004	Jan	1,68	112,07
	Feb	1,85	123,41
	Mar	1,85	123,41
	Apr	1,71	114,07
	Mei	1,80	120,07
	Juni	1,77	118,07
	Juli	1,69	112,74
	Agst	1,66	110,74
	Sept	1,69	112,74
	Oktr	1,69	112,74
	Nov	1,69	112,74
	D	1,6	112,74

	es	9	
20 05	Jan	1,8 9	126,08
	Feb	1,9 2	128,08
	Mar	1,8 9	126,08
	Apr	1,9 2	128,08
	Mai	1,9 2	128,08
	Jun	1,9 2	128,08
	Juli	1,9 2	128,08
	Agst	1,9 2	128,08
	Sept	1,8 9	126,08
	Oktober	1,8 9	126,08
	Nov	1,9 2	128,08
	Dez	1,8 9	126,08
20 06	Jan	1,9 3	128,75
	Feb	1,9 3	128,75

	M ar	1,9 5	130,08
	A pr	1,8 9	126,08
	M ei	1,9 3	128,75
	Ju n	1,9 3	128,75
	Ju l	1,9 0	126,75
	A gt	1,9 0	126,75
	S ep	1,9 6	130,75
	O kt	1,8 8	125,41
	N op	1,9 6	130,75
	D es	1,9 6	130,75

6. RENCANA PENDAPATAN DAN PENGELUARAN

6.1. RENCANA ANGGARAN BIAYA

Biaya pembangunan untuk PLTMH dengan kapasitas 100 Kw :

Tabel 3.

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
----	--------	--------	--------	--------------	--------

			n	Rp.	Rp.
1.	Peninggian bendung	30	M ³	500.000,00	15.000.000,00
2.	Saluran pengantar	15	M	500.000,00	7.500.000,00
3.	Bak tandon	1 (5m x 5m)	M ³	300.000,00	7.500.000,00
4.	Sal. Turbin	Ls (Ø 0,8 m)	-	4.000.000,00	4.000.000,00
5.	Gedung sentral	25	M ²	1.600.000,00	40.000.000,00
6.	Pintu pembilas	1	Unit	1.500.000,00	1.500.000,00
7.	Pintu pengambilan	1	Unit	1.500.000,00	1.500.000,00
8.	Peralatan mesin (turbin, transmisi, generator)	1	Unit	1.300.000.000,00	1.300.000.000,00
9.	Transformator	1	Unit	48.000.000,00	48.000.000,00
10.	Jaringan transmisi	ls	-	200.000.000,00	200.000.000,00
	Total				1.625.000.000,00

6.2. ASUMSI PENDAPATAN PENJUALAN LISTRIK

a. Perkiraan faktor beban

- a. Daerah wisata 30 kWh operasi 10 jam
- b. Penerangan jalan 10 kWh operasi 12 jam
- c. Masyarakat 55 kWh operasi 16 jam

b. Perkiraan daya terjual 95 kW

Faktor beban =

$$\frac{(30 \times 10) + (10 \times 12) + (55 \times 16)}{(95 \times 24)} = 0,57 \approx$$

0,6

c. Analisa penjualan listrik selama umur rencana bangunan 40 tahun

Harga listrik diambil Rp. 450,00

Asumsi harga penjualan listrik

Daya terjual = 95 kW

Jam operasi = 13 jam

Faktor beban = 0,6

Harga jual listrik = Rp. 450,00

Pendapatan

Rp. 500.000,00 / bulan

Tahun ke-0 = - (masa konstruksi)

Administrasi (3 org) =

Tahun ke-1 = $95 \times 13 \times 0,6 \times 365 \times 450$ = Rp. 121.709.250,00

Rp. 1.500.000,00 / bulan

Tahun ke-2 = pendapatan tahun ke 1 + 1% karena inflasi

Jumlah biaya O/M =

Rp. 3.260.000,00 / bulan

Pengeluaran

Tahun ke-0 = - (masa konstruksi)

a. Biaya konstruksi pada tahun ke-0 = Rp. 1.625.000.000,00

Tahun ke-1 = Rp. 39.000.000,00 / tahun

b. Biaya Operasional dan Pemeliharaan

Tahun ke-2 = biaya O/M tahun ke-2 + 1% karena inflasi

Pemeliharaan =

Rp. 500.000,00 / bulan

Gaji karyawan :

Mekanik =

Rp. 750.000,00 / bulan

Pemb. Mekanik =

Tabel 4.

Tahun	Pendapatan dengan inflasi 1%	Pengeluaran		Net Cash Flow
		Biaya konstruksi	Biaya O/M dengan inflasi 1%	
0	R p -	R p 1,625,000,000.00	R p -	R p (1,625,000,000.00)
1	R p 121,709,250.00	-	R p 39,000,000.00	R p 82,709,250.00
2	R p 122,926,342.50	-	R p 39,390,000.00	R p 83,536,342.50
3	R p 124,155,605.93	-	R p 39,783,900.00	R p 84,371,705.93
4	R p 125,397,161.98	-	R p 40,181,739.00	R p 85,215,422.98
5	R p 126,651,133.60	-	R p 40,583,556.39	R p 86,067,577.21
6	R p 127,917,644.94	-	R p 40,989,391.95	R p 86,928,252.99
7	R p 129,196,821.39	-	R p 41,399,285.87	R p 87,797,535.52
8	R p 130,488,789.60	-	R p 41,813,278.73	R p 88,675,510.87
9	R p 131,793,677.50	-	R p 42,231,411.52	R p 89,562,265.98
10	R p 133,111,614.27	-	R p 42,653,725.63	R p 90,457,888.64
11	R p 134,442,730.42	-	R p 43,080,262.89	R p 91,362,467.53
12	R p 135,787,157.72	-	R p 43,511,065.52	R p 92,276,092.20
13	R p 137,145,029.30	-	R p 43,946,176.18	R p 93,198,853.12
14	R p 138,516,479.59	-	R p 44,385,637.94	R p 94,130,841.65
15	R p 139,901,644.39	-	R p 44,829,494.32	R p 95,072,150.07
16	R p 141,300,660.83	-	R p 45,277,789.26	R p 96,022,871.57
17	R p 142,713,667.44	-	R p 45,730,567.15	R p 96,983,100.29
18	R p 144,140,804.11	-	R p 46,187,872.82	R p 97,952,931.29
19	R p 145,582,212.16	-	R p 46,649,751.55	R p 98,932,460.60
20	R p 147,038,034.28	-	R p 47,116,249.07	R p 99,921,785.21
21	R p 148,508,414.62	-	R p 47,587,411.56	R p 100,921,003.06
22	R p 149,993,498.77	-	R p 48,063,285.67	R p 101,930,213.09
23	R p 151,493,433.75	-	R p 48,543,918.53	R p 102,949,515.22
24	R p 153,008,368.09	-	R p 49,029,357.72	R p 103,979,010.38
25	R p 154,538,451.77	-	R p 49,519,651.29	R p 105,018,800.48
26	R p 156,083,836.29	-	R p 50,014,847.81	R p 106,068,988.48
27	R p 157,644,674.65	-	R p 50,514,996.28	R p 107,129,678.37
28	R p 159,221,121.40	-	R p 51,020,146.25	R p 108,200,975.15
29	R p 160,813,332.61	-	R p 51,530,347.71	R p 109,282,984.90
30	R p 162,421,465.94	-	R p 52,045,651.19	R p 110,375,814.75
31	R p 164,045,680.60	-	R p 52,566,107.70	R p 111,479,572.90
32	R p 165,686,137.40	-	R p 53,091,768.77	R p 112,594,368.63
33	R p 167,342,998.78	-	R p 53,622,686.46	R p 113,720,312.32
34	R p 169,016,428.77	-	R p 54,158,913.33	R p 114,857,515.44
35	R p 170,706,593.05	-	R p 54,700,502.46	R p 116,006,090.59
36	R p 172,413,658.98	-	R p 55,247,507.49	R p 117,166,151.50
37	R p 174,137,795.57	-	R p 55,799,982.56	R p 118,337,813.01
38	R p 175,879,173.53	-	R p 56,357,982.39	R p 119,521,191.14
39	R p 177,637,965.27	-	R p 56,921,562.21	R p 120,716,403.06
40	R p 179,414,344.92	-	R p 57,490,777.83	R p 121,923,567.09

7. ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI

A. Perhitungan Net Present Value

Untuk perhitungan Net Present Value ditabelkan seperti berikut :

tabel

Dari tabel didapat :

NPV untuk tingkat suku bunga 5% = Rp. 5.858.427,30 ⇒ fisibel

NPV untuk tingkat suku bunga 10% = - Rp. 735.954.474,80 ⇒ tidak fisibel

NPV untuk tingkat suku bunga 25% = - Rp. 1.280.474.743,98 ⇒ tidak fisibel

B. Perhitungan IRR

Dari tabel NPV didapat

NPV untuk tingkat suku bunga 5% = Rp. 5.858.427,30

NPV untuk tingkat suku bunga 10% = - Rp. 735.954.474,80

Selisih : Selisih bunga 5% = Rp 741.812.902,10

Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa besarnya PRR berada diantara 5% - 14%

Dengan metode interpolasi didapat :

$$\text{IRR} = 5\% + \frac{5858427,30}{741.812.902,10} \times 5\%$$

$$\text{IRR} = 5,04 \%$$

C. Perhitungan BCR

tabel

8. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

8.1. Kesimpulan

1. Proyek PLTMH tersebut mempunyai nilai NPV :
NPV untuk tingkat suku bunga 5% = Rp. 5.858.427,30

NPV untuk tingkat suku bunga 10% = - Rp. 735.954.474,80

NPV untuk tingkat suku bunga 25% = - Rp. 1.280.474.743,98

Pada tingkat suku bunga 5% proyek tersebut layak untuk dikerjakan. Tetapi pada tingkat suku bunga 10% dan 20% proyek tersebut tidak layak.
2. Proyek PLTMH tersebut mempunyai nilai NPV :
B/C R untuk suku bunga 5% = 1,004

B/C R untuk suku bunga 10% = 0,547

B/C R untuk suku bunga 20% = 0,212

Pada tingkat suku bunga 5% proyek tersebut layak untuk dikerjakan. Tetapi pada tingkat suku bunga 10% dan 20% proyek tersebut tidak layak.
3. Proyek PLTMH tersebut mempunyai nilai IRR : 5,04 %
Proyek PLTMH tersebut akan mengalami pengembalian modal atau impas setelah mencapai umur rencana 40 tahun dengan

8.2. Rekomendasi

1. Proyek PLTMH Ingas Cokro tersebut dari studi kelayakan ekonomi maka layak untuk dikerjakan jika pada tingkat suku bunga 5%. sosialisasi kembali kepada masyarakat sekitar untuk bisa menjadi konsumen dan akan menambah pendapatan untuk PLTMH Ingas Cokro.
2. Jika sumberdana diperoleh dari pinjaman maka di sarankan untuk mencari pinjaman lunak dengan tingkat suku bunga dibawah 5%.
3. Dari debit yang tersedia untuk kebutuhan PLTMH Ingas tingkat suku bunga 5,04%. Cokro masih memenuhi untuk bisa ditingkatkan produksi listriknya, jadi perlu adanya

9. DAFTAR PUSTAKA

- Robert J. Kodoatie, 1995. *Analisis Ekonomi Teknik*. Andi, Yogyakarta.
- Iman Soeharto, 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)* Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Iman Soeharto, 1999. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual*

- Sampai Operasional*) Jilid 2,
Erlangga, Jakarta
- Ferianto Raharjo, 2007. *Ekonomi
Teknik Analisis Pengambilan
Keputusan*, Andi, Yogyakarta.
- Aris Wibowo, 2007. *Optimalisasi
Sumber Air Ingas Cokro
Sebagai Pembangkit Listrik
Tenaga Mikro Hidro
(PLTMH) di Kecamatan
Tulung Kabupaten Klaten*,
Tugas Akhir Fakultas Teknik
UTP, Surakarta.

Biodata Penulis :

Herman Susila, Alumni S1 Teknik
Sipil Universitas Tunas Pembangunan
Surakarta (1998), Dosen program studi
Teknik sipil Fakultas Teknik UTP
Surakarta.

