



Available at www.mst.ft.ugm.ac.id
Jurnal Sistem Teknik



STUDI KELAYAKAN DAN PERENCANAAN JARINGAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO DI DESA OESUSU KECAMATAN TAKARI KABUPATEN KUPANG PROPINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Silas Kase¹, Bambang Sugiyantoro², Suryo Darmo³

¹Konsentrasi Mikrohidro, Minat Studi Magister Sistem Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

³Program Diploma Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

*Korespondensi : silas-kase@yahoo.com

Abstract

In the plan electric power system, system of generating and transmission systems system interact economically in selecting location, design and economic scale relation. Transmission of power in the distribution system was likely through air or underground pipes. The selection on the pipes depended on several different factors; those were factors of continuity on service, region development direction, maintenance costs, capital cost and age of system usage. Result of feasibility study and scheme of network PLTMH in Oesusu Village, Takari Subdistrict, Kupang Regency, East Nusa Tenggara Province for the requirement of 90 consumers require the energy 11.25 kVA. While result of energy planning awakened from existed power of PLTMH equal to 30 kVA. Based on geographic location and situation that not wide enough, subsequently it was selected a system; a radial secondary distribution network system (air pipes). Results of the research were expected to be provided any solutions generally for the Local Government spescally in rural or purilieus in overcoming electricity deficit that happenend, especially in its distribution network system.

Sejarah:

Diterima 10 Mei 2010

Diterima revisi 1 Juni 2010

Disetujui 2 Juli 2010

Tersedia online 1 Agustus 2010

Keywords:

Distribution
Network
Competent
Reliable

1. Pendahuluan

Sudah menjadi kenyataan bahwa tenaga listrik di Indonesia merupakan kebutuhan mutlak bagi perkembangan ekonomi dewasa ini. Tenaga listrik yang ada pada saat ini, dengan pembangkit dan transmisi serta distribusinya pada kenyataannya sudah semakin dinikmati masyarakat desa.

Namun sebagian masyarakat di Nusa Tenggara Timur (NTT) sampai dengan saat ini belum terjangkau pelayanan PT.PLN karena lokasinya yang terpencil dan menyebar.

Pemerintah Daerah maupun PT.PLN sangat kesulitan memenuhi permintaan dimana masih sekitar 58,74 % pedesaan di NTT belum dapat dilayani listrik. Hambatan tersebutnya lokasi pedesaan dan kesulitan pendanaan PT. PLN merupakan kendala untuk memenuhi permintaan masyarakat Desa.

Berdasarkan data yang diberikan oleh PLN Wilayah NTT khususnya Kupang mempunyai pembangkit dengan Daya terpasang 46.926 kW, dan daya mampu PLN sebesar 24.900 kW sedangkan beban puncak mencapai 22.040 kW. Sehingga PLN Wilayah NTT cabang Kupang tidak memiliki cadangan yang cukup. Hal ini tentunya akan mempersulit PLN dalam memperluas jaringannya, terutama untuk program listrik desa. Jumlah desa/kelurahan di Kabupaten Kupang sebanyak

186 desa, dan yang berlistrik baru sebanyak 77 desa (41,39 %) sisanya 109 desa (58,61 %) belum tersentuh oleh listrik. Kalaupun ada listrik di pedesaan yang belum tersentuh PLN tersebut, itu adalah perorangan yang membeli sendiri perangkat genset. Disinilah timbul permasalahan, kualitas pasokan energi listrik kurang baik. Hal ini disebabkan oleh kecenderungan masyarakat dalam pemasangan jaringan yang tidak memenuhi standar PUIL.

Perancangan jaringan PLTMH di Desa Oesusu pada Prinsipnya bertujuan untuk meminimalisasi rugi-rugi daya yang terjadi, sehingga dapat mengoptimalkan nilai daya yang terbangkit sampai ke konsumen.

Potensi alam yang cukup prospektif menjawab permintaan rakyat di pedesaan adalah potensi air yang mengalir sepanjang tahun dengan debit yang relatif kecil namun dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH).

Survei kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) dibagi dua bagian, yaitu : (a) survei kelayakan teknis dan (b) survei kelayakan sosial ekonomi. Survei kelayakan teknis dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter potensi alam yang sangat menentukan untuk mengambil

keputusan pembangunan PLTMH di suatu lokasi. Survei ini juga memberikan data informasi yang diperlukan oleh perencana sistem PLTMH dan pelaksana pembangunannya. Survei kelayakan sosial ekonomi dilakukan agar pembangunan PLTMH dapat memberikan manfaat seoptimal mungkin dan mengurangi in-efisiensi dalam proses pembangunan, penelitian ini hanya bersifat studi potensi yang dianalisis kelayakannya dari aspek teknis ekonomis, tetapi tidak memberikan alternatif jenis turbin yang digunakan pada pembangkit yang direkomendasikan (Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi NTT, 1999).

Tujuan dari identifikasi lokasi mikrohidro adalah menyelidiki lokasi-lokasi pembangkit dan wilayah suplai dalam rangka mengevaluasi kelayakan dari proyek-proyek dan mendapatkan informasi rencana kelistrikan. Satu kegiatan terpenting dalam identifikasi lokasi adalah mengukur debit air dan *head* yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik mikrohidro. Penelitian tentang lokasi *intake*, rute saluran air, lokasi rumah pembangkit, jalur distribusi tenaga listrik, survei permintaan daya, data sosial ekonomi, industri-industri lokal yang tersedia kesanggupan masyarakat dalam membayar iuran listrik dan kemampuan masyarakat untuk menerima skema kelistrikan adalah sebagai acuan didalam penilaian kelayakan proyek pembangkit mikrohidro (JICA, 2003).

Dalam menentukan kelayakan proyek mikrohidro ada beberapa aspek yang harus dianalisis, yaitu; (a) analisis teknis diperlukan untuk menganalisis kelayakan proyek dari segi teknis *engineering*, termasuk ketersediaan air (hidrologi), kondisi geologi; (b) analisis lingkungan, diperlukan untuk membahas dampak dari suatu proyek terhadap lingkungan; (c) analisis sosial budaya, membahas pengaruh atau dampak pengembangan sumber daya air terhadap kondisi sosial budaya masyarakat; (d) analisis ekonomi, membantu memilih alternatif secara ekonomis terbaik diantara beberapa alternatif proyek. (Supriyono, 2005)

Faktor daya yang rendah, kerugian daya distribusi yang tinggi dan keadaan tegangan yang jelek pada sistem pedesaan umumnya disebabkan karena faktor-faktor

- Saluran-saluran distribusi tenaga listrik yang panjang dan berbeban lebih,
- Faktor daya ($\cos \phi$) yang rendah,
- Tidak adanya kompensasi paralel pada sistem distribusi,
- Letak pembangkit jauh dari pusat beban. (Pabla, 1988):

Jaringan distribusi ditinjau dari keandalannya dapat dibedakan atas dua sistem, yaitu :

- sistem jaringan distribusi primer,
- sistem jaringan distribusi sekunder (Sulasno, 2001).

Jaringan distribusi tenaga listrik menggunakan beberapa macam konduktor. Bahan konduktor yang digunakan untuk distribusi tenaga listrik harus memiliki sifat sifat :

- konduktifitas tinggi,
- kekuatan tarik tinggi, sehingga dapat menahan regangan/tarikan mekanik,
- memiliki grafitasi rendah, sehingga berat konduktor per satuan volume rendah
- harga konduktor murah, sehingga konduktor dapat digunakan untuk jarak yang jauh (Sulasno, 2001)

Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, menekankan pada :

- Pemilihan jalur distribusi, lokasi struktur pendukung,
- Fasilitas Distribusi dan fasilitas pendukungnya terdiri dari : tiang, tarik tegang, konduktor dan kabel, pengamanan, trafo distribusi dan sambungan rumah (JICA, 2003)

Menghitung Potensi Daya

Untuk menghitung potensi daya yang tersedia dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan nilai teoritis dan dengan nilai efisiensi, untuk cara teoritis digunakan rumus (Dinas. Pertambangan dan Energi NTT, 1999):

$$P_t = \rho g \cdot Q \cdot H_n \dots\dots\dots (1)$$

Sistem jaringan distribusi primer

Sistem jaringan distribusi primer dapat dipilih dari tiga alternatif dibawah ini :

- sistem jaringan radial,
- sistem jaringan gelang/jala,
- sistem jaringan *loop*.

Sistem jaringan distribusi sekunder

Jaringan distribusi sekunder adalah jaringan distribusi yang bermula dari sisi sekunder trafo distribusi sampai ke konsumen atau ujung pengguna (*end use*).

Sistem jaringan distribusi sekunder radial

Jaringan distribusi sekunder *radial* ini sama halnya dengan jenis *radial* pada jaringan distribusi primer dengan kata lain, jaringan distribusi sekunder radial hanya mendapat pasokan daya dari satu arah atau hanya dari satu trafo distribusi saja. Jaringan distribusi sekunder *radial* adalah jenis yang paling sederhana sehingga biaya pemasangannya murah, pelaksanaan pemasangannya mudah. Oleh karena arah pasokan daya hanya dari satu arah saja maka jaringan distribusi sekunder *radial* ini memiliki keandalan yang rendah.

Pemilihan Jenis Turbin

Turbin *Impulse* yaitu bahwa semua energi tekanan pada nosel tetap diubah menjadi energi kinetik sebelum pancarannya mengenai sudu-sudu rotor turbin.

Turbin *Reaction* yaitu bahwa tidak semua energi tekanan fluida diubah menjadi energi kinetik. Fluida masih memiliki energi tekanan maupun kinetik ketika keluar dari turbin. Output dari turbin dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$P_{\max} = 9,8 \times H_e \times Q_{\max} \times \eta_t \dots\dots\dots (2)$$

Generator

Dua jenis generator dapat diadopsi untuk kebutuhan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.

- generator sinkron
- generator asinkron

Output generator ditunjukkan dengan kVA dan dihitung dengan rumus berikut :

$$P_g(\text{kVA}) = (9,8 \times Q \times H \times \eta) / \text{pf} \dots\dots\dots (3)$$

2.2.2 Kelayakan Sosial Ekonomi

Kelayakan sosial ekonomi dilakukan agar pembangunan PLTMH dapat memberikan manfaat seoptimal mungkin dan mengurangi in-efisiensi dalam proses pembangunan. Survei sosial ekonomi dilakukan berkaitan dengan keadaan sosial dan taraf ekonomi masyarakat pada lokasi potensi yang diteliti, data yang diperlukan antara lain adalah :

- Sumber daya alam yang bernilai ekonomis;
- Jenis pekerjaan dan tingkat pendapatan rata-rata masyarakat;
- Aktifitas ekonomi produktif;
- Jarak dari kota terdekat dengan lokasi;
- Material yang tersedia secara lokal.
- Energi listrik yang dibutuhkan masyarakat

2. Metodologi

Penelitian diawali dengan studi pendahuluan, yaitu mengumpulkan data-data sekunder yang berupa; peta topografi, data hujan, peta geologi, data statistik dan semua data yang dibutuhkan untuk menunjang pelaksanaan penelitian, pada dinas dan instansi terkait. Selanjutnya dilakukan survei potensi air yang ada di desa Oesusu yang berada di Kabupaten Kupang, yang diikuti dengan survei sosial ekonomi masyarakat. Setelah survei selesai dan semua data yang diperlukan terkumpul penulis melakukan analisis kelayakan. Dari hasil analisis akan diketahui apakah potensi air tersebut layak untuk dibangun PLTMH, penulis melakukan tahapan berikutnya menganalisis detail desain jaringan listrik dan akhirnya membuat laporan hasil penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Lokasi

Desa Oesusu terletak pada daerah perbukitan dengan elevasi ± 300 m dpl, berbatasan dengan hutang lindung. Lokasi pembangkit PLTMH yang direncanakan adalah di daerah aliran sungai yang dekat dengan air terjun di Dusun Oesusu dan bermuara ke sungai Noelmina, pada elevasi ± 150 m dpl. Jarak lokasi PLTMH tersebut ke ujung terdekat Desa Oesusu sekitar ± 1500 m. Sedangkan jarak lokasi PLTMH Oesusu hingga pusat Desa Oesusu sekitar 4,5 km.

Tabel 1 Tabel Aksesibilitas

RUTE	JARAK	KONDISI JALAN
Kuapng – Takari	70 km	Hot mig (kondisi Baik)
Takari – Desa Oesusu	7 km	Aspal
Desa Oesusu– Lokasi PLTMH	4,5 km	Jalan tanah

Tabel 2 Keadaan Penduduk Desa Oesusu

NO	DUSUN	JUMLAH KK	JUMLAH JIWA
1	Oesusu I	132	613
2	Oesusu II	99	397
3	Oesusu III	90	384
Total		321	1.394

Tabel 3 Kondisi Penghasilan Penduduk Desa Oesusu

NO	JENIS PEKERJAAN	JUMLAH ANGKATAN KERJA	PERHASILAN RATA-RATA PERTAHUN (Rp)	JUMLAH PENGHASILAN (Rp)
1	Pegawai	15	15.000.000	225.000.000
2	Pertanian/ Perkebunan/ Peternakan	256	10.200.000	2.611.200.000
3	Perdagangan	28	30.000.000	840.000.000
4	Pertukangan	13	15.000.000	195.000.000
5	Lain-lain	9	11.400.000	102.600.000
Total		321	--	3.973.800.000

Tabel 4 Kondisi sumber penerangan Desa Oesusu

No.	Dusun	Listrik PLN	Listrik Non PLN	Lampu Petromak	Lampu Pelita
1	I	17 KK	2 KK	90 KK	23 KK
2	II	10 KK	-	89 KK	-
3	III	-	-	63 KK	27 KK
Jumlah		27 KK	2 KK	242 KK	50 KK

Tabel 5 Kebutuhan Energi Listrik Desa Oesusu

JENIS KEBUTUHAN	TOTAL DAYA
Penerangan sebanyak 3 buah lampu @ 14 watt	40 - 50 watt
Televisi Berwarna berwarna sampai dengan 17 inch	45 - 55 watt
Lain lain	10 – 15 watt
Kebutuhan minimum catu daya per rumah	100 watt

Tabel 6 Estimasi Kebutuhan Energi Listrik Di Desa Oesusu

NO	URAIAN	JUMLAH	DAYA LISTRIK/ UNIT	DAYA LISTRIK	KET
1	Rumah	294	100 W	29,40 kW	
2	Penerangan : a. Kantor desa b. Gereja c. Puskesmas d. Sekolah Dasar	4	200 W	0,80 kW	
3	Penerangan jalan	-	-	-	
Total				30,20 kW	

Tabel 7 Estimasi Kapasitas Daya Rencana PLTMH Oesusu

NO	ITEM	SIMBOL	NILAI
1	Gross Head	Hg	35 m
2	Desain debit (opt)	Q	120 ltr/det
3	Estimasi Net Head	H _{net}	30 m
4	Estimasi efisiensi Turbin	η_{Th}	0,75
5	Estimasi Efisiensi Sistem Tranmisi Mekanik	η_M	0,98
6	Estimasi Efisiensi Generator	η_{Gnr}	0,92
7	Estimasi daya listrik terbangkit	P _{el}	23,88 kW

Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Sebagai jaringan utama akan digunakan kabel Twisted Aluminium 4 x 70 mm² dan kabel distribusi Twisted Aluminium 4 x 35 mm². Panjang kabel jaringan dari rumah pembangkit sampai di konsumen adalah 2340 meter ditambah

5 % andongan (lendutan) sebanyak 117 meter. Sehingga total kebutuhan kabel adalah 2340 + 117 = 2457 meter, dengan jumlah tiang listrik sekitar 59 buah dan jarak antar gawang tiang 40 meter.

Perhitungan daya listrik

$$\text{Kampung A : } P_A = 100 \text{ W} \times 35 \text{ KK} = 3,5 \text{ kW}$$

$$\text{Kampung B : } P_B = 100 \text{ W} \times 55 \text{ KK} = 5,5, \text{ kW}$$

$$\text{Total daya : } 9 \text{ kW.}$$

Perhitungan arus beban (I) dari masing-masing jaringan distribusi adalah sebagai berikut:

$$I_{XA} = \frac{P_A}{\sqrt{3} \times 220} = \frac{3500}{\sqrt{3} \times 220} = 9,21 \text{ A}$$

$$I_{XB} = \frac{P_B}{\sqrt{3} \times 220} = \frac{5500}{\sqrt{3} \times 220} = 14,47 \text{ A}$$

$$I_{PX} = I_{XA} + I_{XB} = 9,21 + 14,47 = 23,68 \text{ A}$$

$$V_{XA} = I_{XA} \times 0,868 \times 0,5 = 9,21 \times 0,868 \times 0,5 = 3,99 \text{ V}$$

$$V_{XB} = I_{XB} \times 0,868 \times 0,3 = 14,47 \times 0,868 \times 0,3 = 3,76 \text{ V}$$

$$V_{PX} = I_{PX} \times 0,443 \times 1,54 = 23,68 \times 0,443 \times 1,54 = 16,15 \text{ V}$$

Perhitungan total drop tegangan

Drop tegangan dari Power house ke kampung A :

$$V_A = V_{XA} + V_{PX} = 3,99 + 16,15 = 20,14 \text{ V}$$

Drop tegangan dari Power House ke kampung B

$$V_B = V_{XB} + V_{PX} = 3,76 + 16,15 = 19,91 \text{ A}$$

Drop tegangan yang diijinkan untuk tegangan kerja 220 V adalah 10 % sehingga

$$V_D = 220 \times 10 \% = 22$$

$$V \frac{V_{\max}}{V} \times 100 \% = 20,14/220 \times 100 \% = 9,15 \% < 10 \%$$

Tabel 8 Rencana Anggaran dan Biaya (RAB) Jaringan PLTMH di Desa Oesusu

ITEM	UNIT	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH (RP)
Peralatan Mekanikal-Elektrikal				
Turbin	Unit	1	53.500.000	53.500.000
Generator	Unit	1	29.500.000	29.500.000
Switchgear/	Unit	1	38.000.000	38.000.000
Sistem kontrol	Unit	1	9.800.000	9.800.000
Ballast Load	Set	1	26.500.000	26.500.000
Transmisi mekanik	Ls	1	17.500.000	17.500.000
Transportasi	Subtotal (A)			174.800.000
Transmisi dan Distribusi				

ITEM	UNIT	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH (RP)
Tiang besi 7 m	Unit	59	850.000	50.150.000
Kabel Twisted 4x70 mm2	m	1617	40.000	64.680.000
Kabel Twisted 4x35 mm2	m	840	25.000	21.000.000
Kabel Twisted 2x6 mm2	m	450	15.000	6.750.000
Assesories	Set	59	150.000	8.850.000
Tiang	Set	4	450.000	1.800.000
Lighting arester	Set	4	450.000	1.800.000
Transportasi	Ls	1	17.500.000	17.500.000
Subtotal (B)				170.730.000
Instalasi Rumah				
Komponen Instalasi	Set	90	400.000	36.000.000
Upah pemasangan	Unit	90	150.000	13.500.000
Subtotal (C)				49.500.000
TOTAL KESELURUHAN (A + B + C)				395.030.000

Tabel 9 Biaya Operasi dan Perawatan PLTMH Oesusu per Tahun

BIAYA OPERASI & PERAWATAN TAHUNAN	UNIT	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH (RP)
Perawatan Jaringan Dist.	%	1,0	170.730.000	1.707.300
Perawatan Peralatan E&M	%	2,5	174.800.000	4.370.000
Honor pengelola & operator	Pertahun	3,0	1.200.000	3.600.000
Administrasi & Operasi	Ls	1,0	500.000	500.000
Subtotal				10.177.300
Lain-lain 10 %				1.017.730
Total				11.195.030

Tabel 10 Hasil Analisis Biaya Tak Langsung PLTMH Oesusu

NO	KOMPONEN BIAYA	BESAR BIAYA (Rp)
I. BIAYA TAK TERDUGA		
1.	Biaya tak terduga	19.751.500
2.	Persiapan Masyarakat	5.000.000
II. BIAYA ENGINEERING		
1.	Biaya Studi Kelayakan (1 %)	3.950.300
2.	Biaya Perencanaan (2 %)	7.900.600
3.	Biaya pengawasan (1 %)	3.950.300
III. BIAYA BUNGA		
1.	Bunga selama pelaksanaan fisik	25.018.566
JUMLAH		65.571.266
DIBULATKAN		65.571.000

Tabel 11 Analisis Biaya Tahunan

KOMPONEN BIAYA TAHUNAN	ALTERNATIF I (100 % PINJAMAN) (Rp)	ALTERNATIF II (50 % PINJAMAN) (Rp)
Biaya investasi	460.601.000	230.300.500
1. Biaya bunga 19 %	87.514.190	43.757.095
2. Biaya Depresiasi	2.786.636	1.393.318
3. Biaya O& P	11.195.000	11.195.000
J U M L A H	101.495.526	56.345.413

Analisis Ekonomi

a. Net Present Value (NPV)

Metode ini digunakan untuk menilai layak atau tidaknya suatu investasi dengan cara membandingkan antara biaya yang dikeluarkan dengan keuntungan yang didapat dari tahun ke tahun. Asumsi yang digunakan pada perhitungan ini adalah :

- Suku Bunga (i) = 19 %, suku bunga tetap.
- Pendapatan tiap tahun tetap
- Biaya operasi dan perawatan tiap tahun tetap

Dari hasil analisis dengan metode ini, untuk alternatif I 100% investasi dibiayai dengan pinjaman bank dengan tingkat suku bunga (i) 19 % pada akhir umur proyek didapat nilai NPVnya adalah Rp. -704.987.193, karena nilainya negatif, hal ini menunjukkan investasi ini secara ekonomi tidak layak atau dengan kata lain akan merugi. Dari hasil analisis dengan NPV pada alternatif II, didapat nilai NPV pada akhir umur proyek sebesar Rp. -345.337.363, hal ini menunjukkan bahwa proyek ini secara ekonomi tidak layak atau dengan kata lain tidak menguntungkan.

b. Analisis Perbandingan Keuntungan dan Biaya (*Benefit/Cost* atau *BC Ratio*)

Pada analisis dengan perbandingan keuntungan (*benefit*) dengan biaya (*cost*) menggunakan asumsi yang sama pada analisis NPV yaitu :

- Bunga pinjaman 19 % dengan suku bunga tetap.
- Pendapatan setiap tahun tetap
- Biaya operasi dan perawatan setiap tahun tetap.

Alternatif I, 100% biaya investasi dibiayai dengan pinjaman bank, besarnya nilai perbandingan antara biaya dengan keuntungan pada akhir umur proyek adalah :

- $Benefit = \text{Rp. } 245.965.398$
- $Cost = \text{Rp. } 950.952.591$, maka :
- $B/C = \text{Rp. } 245.965.398 / \text{Rp. } 950.952.591 = 0,25$

Hasil *BC ratio* memperlihatkan $0,25 < 1$, hal ini menunjukkan bahwa secara ekonomi proyek yang dibiayai dengan 100% pinjaman bank tidak layak atau proyek ini akan merugi.

Alternatif II, 50 % biaya investasi dibiayai dengan pinjaman bank dan 50 % hibah murni (tanpa harus mengembalikan). Besarnya nilai perbandingan antara biaya dengan keuntungan pada akhir proyek adalah : $benefit = \text{Rp. } 245.965.398$. $cost = \text{Rp. } 591.302.761$, maka : $B/C = \text{Rp. } 245.965.398 / \text{Rp. } 591.302.761 = 0,41 < 1$, hal ini menunjukkan bahwa secara ekonomi proyek yang dibiayai dengan 50 % hibah dan 50 % pinjaman tidak layak atau tidak menguntungkan.

c. Analisis Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return adalah tingkat suku bunga yang membuat keuntungan dan biaya mempunyai nilai yang sama atau $B - C = 0$ atau tingkat suku bunga yang membuat $B/C = 1$. Dari hasil analisis dengan cara ini, untuk proyek dengan alternatif I didapat nilai IRR 5,0833 % nilai $B-C = 0$, sehingga kesimpulannya jika suku bunga pinjaman 5 % maka proyek ini akan *marginal* atau tidak untung dan tidak rugi. Dengan IRR 5,0833 % jauh dibawah suku bunga komersial saat ini sekitar 19 %, secara ekonomi proyek ini jika dibiayai dengan 100 % pinjaman bank tidak layak. Hasil analisis untuk alternatif II pada

akhir umur proyek besarnya nilai IRR adalah 15,2106 % secara ekonomi proyek dengan alternatif II ini tidak menguntungkan, karena dibawah nilai suku bunga yang berlaku (19 %).

4. Kesimpulan

Dengan mempertimbangkan hasil analisis dan perhitungan data primer maupun data sekunder, serta perumusan masalah pada penelitian ini maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

- 1) Dari aspek sosial proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di dusun Oesusu III desa Oesusu layak untuk dilaksanakan dengan pertimbangan :
 - a. Kebutuhan dan pengeluaran masyarakat pada sektor penerangan rumah cukup besar yang mencapai Rp. 50.000/ bulannya.
 - b. Ketergantungan masyarakat terhadap BBM, sebagai alternatif penyediaan energi cukup tinggi.
 - c. Memiliki potensi untuk dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro.
 - d. Aksesibilitas menuju calon lokasi PLTMH cukup memadai dan dapat ditempuh dengan mudah dalam waktu relatif singkat.
 - e. Material secara lokal dapat terpenuhi, sehingga biaya pembangunan PLTMH dapat ditekan.
- 2) Dari aspek teknis pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di dusun Oesusu III desa Oesusu layak untuk dilaksanakan, dengan pertimbangan:
 - a. Debit aliran sungai Oesusu disamping dipengaruhi musim, juga sangat dipengaruhi oleh *cathment area* yang cukup luas di kawasan hutan lindung, sehingga ketersediaan air sepanjang tahun dapat terjamin.
 - b. Debit aliran rata-rata sungai Oesusu sebesar 120 liter/detik cukup memadai untuk pembangunan pembangkit listrik pada skala mikrohidro.
 - c. Secara topografi mempunyai tinggi jatuhnya (*head*) sebesar 30 m .
 - d. Potensi daya terbangkit sebesar 23,8 KW, sudah cukup mengatasi kebutuhan energi listrik dari sebagian masyarakat desa Oesusu
- 3) Jenis turbin yang sesuai untuk PLTMH di Oesusu III ini adalah turbin aliran silang (*cross flow*)
- 4) Kapasitas generator yang sesuai untuk PLTMH Oesusu adalah sebesar 35 kVA
- 5) Secara analisis perancangan, pembangunan jaringan PLTMH di Desa Oesusu, Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang dapat dinyatakan layak diwujudkan
 - a. Daya pada konsumen di dusun III desa Oesusu sebesar 9 kW
 - b. Drop tegangan sebesar 19,91 V atau $9,15 \% < 10 \%$
6. Sistem jaringan distribusi sekunder 220 volt struktur radial merupakan pilihan yang layak untuk diterapkan pada pemasangan jaringan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) di Desa Oesusu Kecamatan Takari, Kabupaten Kupang, Propinsi Nusa Tenggara Timur

7. Dari aspek ekonomi, jika 100% biaya proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di dusun Oesusu III desa Oesusu didanai dengan pinjaman tidak layak dengan pertimbangan:
 - a. Nilai NPV pada akhir umur proyek menunjukkan negatif.
 - b. Nilai $B/C < 1$
 - c. Nilai IRR sebesar 5,0833 %, dibawah bunga pinjaman komersial saat ini. Secara ekonomi tidak kompetitif.
8. Potensi Pengembangan PLTMH untuk kegiatan Ekonomi produktif merupakan nilai strategis PLTMH sebagai "entry point" kegiatan berbasis "Community Business and Development", untuk hal ini perlu studi lebih lanjut

Daftar Pustaka

- Adam Harvey cs 1993, *MICROHIDRO DESIGN MANUAL, A guide to small-scale water power Schemes, IT Publications, London*
- BPS Kabupaten Kupang 2004 Buku Saku Kabupaten Kupang
- Berahim, H., Sapto, H., E., Supriyono, 2005, Analisis Ekonomi PLTM, MST FT UGM Yogyakarta,
- Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi NTT 2004, Laporan Akhir Survei Lokasi Tenaga Air untuk PLTMH. Kupang
- Inversen, R., A., 1990 *Micro Hydropower Source Book, NRECA International Foundation, Washington, DC.*
- JICA 2003, Panduan Untuk Pembangunan Pembangkit Listrik Mikro-Hidro,,
Tokyo Electric Power Services Co, LTD JICA Jakarta
- Kodoatie, R., J., 1996, Analisis Ekonomi Teknik, Andi, Yogyakarta.
- Pabla AS. 1994, Sistem Distribusi Daya Listrik. Penerbit Erlangga
- PT. PLN, 2005, Kondisi Kelistrikan dan Rencana, PT. PLN Wilayah NTT tahun 2005
- Sugiantoro, B., Handout Mata Kuliah Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Magister
- Sulasno. 2001, Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang
- SNI, Standar Nasional Indonesia 2002, Persyaratan Umum Instalasi Listrk 2000 (PUIL 2000). Badan Standarisasi Nasional.
- Stevenson, WD, Jr, 1982, Analisis Sistem Tenaga Listrik. Penerbit Erlangga 1984
- Taufik 2004, Perancangan Jaringan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Desa Perlang Kecamatan Koba Kabupaten Bangka Tengah Propinsi Kepulauan Bangka Belitung