

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

M5-012 Studi Potensi Pembangkit Tenaga Mikrohidro Sebagai Upaya Penyediaan Listrik Desa Terpencil di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam

Hamdani¹ dan Mahidin²

1. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala
2. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala
Jln. Syech Abdul Rauf No. 7 Darussalam Banda Aceh
E-mail : hamdani_umar@yahoo.com

Abstrak

Berdasarkan data Tahun 2007 PT. PLN Wilayah Provinsi NAD Indonesia, ada 195 desa di wilayah Provinsi NAD yang belum menikmati listrik yang sebagian besar desa-desa tersebut adalah desa terpencil dan sulit terjangkau jaringan listrik PLN. Paper ini akan memaparkan hasil studi potensi sumber energi air pembangkit listrik mikrohidro pada 195 desa tersebut yang telah dilakukan mulai April hingga Agustus 2008. Studi ini meliputi pengumpulan data non-teknis data teknis . Berdasarkan data tersebut dilakukan estimasi total daya terbangkit. Analisis kelayakan ekonomi pemanfaatan energi air untuk pembangkit listrik mikrohidro dilakukan menggunakan pendekatan-pendekatan analisis yang umum digunakan, antara lain Internal Rate of Return (IRR); Return on Investment (ROI); Break Event Point (BEP); dan Net Present Value (NPV). Dari hasil pengumpulan data diperoleh hanya 22 desa yang mempunyai sumber energi mikrohidro, dan berdasarkan hasil analisis ekonomi menunjukkan 20 desa layak untuk dikembangkan pembangkit listrik tenaga mikrohidro.

Keywords: *Kelayakan, Pembangkit listrik, Tenaga mikrohidro, Desa terpencil,*

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

1. Pendahuluan

Energi mempunyai peranan penting dalam pencapaian tujuan sosial, ekonomi dan lingkungan untuk pembangunan berkelanjutan serta merupakan pendukung bagi kegiatan ekonomi nasional. Penggunaan energi di Indonesia meningkat pesat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Sedangkan akses ke energi yang handal dan terjangkau merupakan prasyarat utama untuk meningkatkan standar hidup masyarakat.

Data dari dokumen *Human Development Index (HDI)* tahun 2005 menyebutkan bahwa konsumsi tenaga listrik di Indonesia masih 463 kWh/kapita. Angka ini masih di bawah negara tetangga kita Malaysia (3.234 kWh/kapita), Thailand (1.860 kWh/kapita), Filipina (610 kWh/kapita), dan Singapura (7.961 kWh/kapita). Sedangkan konsumsi tenaga listrik/orang di Provinsi NAD hanya 243 kWh/kapita.

Data dari PT. PLN Wilayah Provinsi NAD tahun 2007 beban puncak Provinsi NAD sebesar 248 MW, yang disalurkan dari sistem Transmisi 150 kV Sumut-Aceh sebesar 162 MW (65,32%), PLTD *Isolated* sebesar 86 MW (34,68%). Dengan sistem distribusi saat ini, telah mampu melayani 6258 desa dari 6453 desa yang ada di Provinsi NAD dengan rasio desa berlistrik sebesar 96,98%. Berdasarkan data tersebut terlihat ada 195 desa yang belum mampu menikmati layanan listrik PT. PLN, yang sebagai besar desa-desa tersebut adalah desa terpencil dan sulit terjangkau jaringan listrik PLN. Penyediaan energi listrik untuk desa-desa tersebut dapat dilakukan dengan mengembangkan pembangkit energi listrik alternatif dengan memanfaatkan sumberdaya energi yang bersih dan berwawasan lingkungan yaitu energi baru dan terbarukan.

Pada Oleh karena itu, perlu adanya studi potensi energi listrik alternatif di pedesaan sebagai upaya dalam mendukung percepatan diversifikasi energi di Provinsi NAD terutama untuk daerah-daerah terpencil.

Kondisi pembangunan kelistrikan berbasis sumber energi terbarukan di Provinsi NAD sudah dimulai sejak pertengahan era 90-an. Sumber energi yang dominan dikembangkan diawal-awal pembangunan tersebut adalah energi surya (PLTS). Total PLTS yang telah terpasang di seluruh Provinsi NAD sampai saat ini adalah 5710 unit untuk kapasitas 50 Wp/unit. Disamping itu, sumber energi air juga sudah mulai dimanfaatkan sejak 1995 dengan dibangunnya PLTMH Karang Baru Aceh Timur, dengan daya terpasang 40 kW, PLTM Arul Relem Aceh Tenggara dengan daya terpasang 350 kW dan PLTMH Angkup Aceh Tengah daya terpasang 30 kW.

Total PLTMH yang telah terpasang di seluruh Provinsi NAD sebanyak 33 unit dengan total daya terpasang 4019 kW, akan tetapi 10 unit (dengan total daya terpasang 1021 kW) tidak beroperasi karena mengalami kerusakan atau gagal pada saat pemasangan. **Tabel 1** menunjukkan data pembangunan PLTMH setiap kabupaten di Provinsi NAD.

Tabel 1 Data pembangunan PLTMH di Provinsi NAD

No.	Kabupaten	PLTMH	
		Jumlah (unit)	Daya Terpasang (kW)
1	Aceh Besar	1	40
2	Pidie Jaya	1	56
3	Aceh Tengah	4	252
4	Gayo Lues	6	340

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

5	Aceh Tenggara	4	2089
6	Nagan Raya	3	136
7	Subulussalam	1	5
8	Aceh Timur	2	40
9	Aceh Tamiang	1	40
Jumlah		23	2998

Sumber: BRR NAD-Nias; Distamben Prov. NAD; Bappeda Prov. NAD, 2008 (diolah)

2. Survei Potensi

Untuk menyediakan informasi yang memadai, survei potensi dilakukan meliputi: survei non-teknis, dan survei teknis. Survei non-teknis meliputi Gambaran umum wilayah Gambaran penyediaan dan penggunaan energi Gambaran kondisi sosial demografi. Penjajakan teknis dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran potensi sumberdaya untuk pembangunan PLTMH di suatu wilayah yang meliputi:

- informasi lengkap tentang potensi sumber daya air untuk PLTMH, besaran potensi yang dapat dimanfaatkan dan bagaimana sistem PLTMH akan dibangun, dan
- informasi lengkap tentang besarnya kebutuhan energi listrik masyarakat dan pola penggunaannya, kondisi elektrifikasi saat ini dan penggunaan sumber energi lainnya, serta potensi sumberdaya lokal yang dapat mendukung pembangunan PLTMH dan pemanfaatannya.

Informasi-informasi teknis yang diperoleh pada survei potensi meliputi:

- debit aliran air sungai atau saluran irigasi yang menjadi penyedia sumberdaya air untuk PLTMH,
- debit air dapat tersedia sepanjang tahun,
- data *head* yang dapat diperoleh,
- estimasi total daya terbangkit,
- estimasi panjang jaringan transmisi dan distribusi yang diperlukan,
- estimasi jarak dari *power house* ke pusat beban,

Daya yang mampu dibangkitkan oleh turbin dapat ditentukan melalui :

$$P = \gamma \cdot Q \cdot H \cdot e_o \quad (1)$$

Dimana: P = Daya dalam (kW), γ = Berat jenis fluida ($9,8 \text{ kN/m}^3$). H = Head (m), Q = Debit air (m^3/s), e_o = Efisiensi total (0,6 ~ 0,80)

Analisa *Internal Rate of Return* adalah analisa untuk mengetahui nilai pengembalian yang akan diterima oleh perusahaan akibat melakukan investasi. Prinsip dari konsep *Internal Rate of Return* adalah bagaimana menentukan *discount rate* yang dapat mempersamakan *present value of proceeds* dengan *outlay*. Berarti IRR merupakan tingkat suku bunga pada suatu keadaan dimana pengeluaran sama dengan penghasilan. Dengan kata lain nilai NPV sama dengan nol. Jika nilai IRR lebih besar atau sama dengan nilai bunga yang ditentukan maka proyek ini layak diinvestasi. Untuk menentukan nilai IRR digunakan dengan cara *trial and error*. Jika NPV yang didapat positif nilai IRR yang dicoba harus lebih tinggi sebaliknya jika NPV yang didapat negatif nilai IRR yang dicoba harus lebih rendah. Formula untuk IRR dirumuskan sebagai berikut:

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

$$(2) \quad IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \times (i_2 - i_1)$$

Dimana : i_1 adalah tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV_1 dan i_2 : adalah tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV_2 .

3. Hasil Dan Pembahasan

Kriteria yang digunakan dalam menentukan desa belum berlistrik adalah berdasarkan ketidaktersediaan energi listrik PLN atau energi listrik yang dikelola oleh masyarakat (misal PLTM/PLTMH). Apabila suatu desa telah memiliki listrik tetapi bukan dari jaringan PLN atau PLTM/PLTMH, misal: generator listrik milik desa atau perorangan, pembangkit listrik tenaga surya, maka desa tersebut dikategorikan desa belum berlistrik. Sedangkan apabila suatu desa telah tersedia energi listrik PLN atau swasta tetapi terdapat dusun dalam desa tersebut yang belum terlayani, dan tidak semua rumah dalam desa tersebut terlayani listrik, maka desa tersebut dikategorikan desa telah terlistriki.

Berdasarkan kriteria desa belum berlistrik, telah dilakukan pengumpulan data sekunder dari seluruh kabupaten/kota di Provinsi NAD yang dilaksanakan pada bulan April 2008. Pengumpulan data sekunder dilakukan untuk mengidentifikasi desa-desa yang belum terlistriki dan potensi yang dimiliki oleh masing-masing kabupaten/kota berdasarkan data yang tersedia di berbagai instansi pemerintah terkait seperti Bappeda, Dinas Pertambangan dan Energi, Dinas Pertanian, Dinas Perkebunan dan Kehutanan, Kantor BPS, baik pada tingkat provinsi maupun tingkat kabupaten/kota, dan Kantor PLN wilayah, cabang dan ranting.

Survei potensi energi dalam studi ini dilakukan terhadap 15 kabupaten/kota. Proses pengumpulan data dilakukan berjenjang mulai tingkat kabupaten/kota, kecamatan sampai tingkat desa dengan asumsi kemungkinan terjadi perubahan jumlah desa belum terlistriki berdasarkan temuan lapangan. Hasil pengumpulan data menghasilkan jumlah desa belum berlistrik sebanyak 195 desa yang terdistribusi dalam 15 kabupaten/kota sebagaimana ditampilkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Jumlah desa belum berlistrik dan rasio desa berlistrik di Provinsi NAD

No.	Kabupaten/Kota	Jumlah Desa	Jumlah Desa tidak terlistriki	Rasio Desa berlistrik
1	Aceh Besar	604	4	99.34
2	Bireuen	576	2	99.65
3	Bener Meriah	232	25	89.22
4	Aceh Tengah	268	11	95.90
5	Gayo Lues	144	19	86.81
6	Aceh Tenggara	378	16	95.77
7	Aceh Jaya	172	24	86.05
8	Aceh Barat	321	16	95.02
9	Nagan Raya	224	13	94.20
10	Aceh Selatan	247	7	97.17

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

11	Subulussalam	74	10	86.49
12	Aceh Singkil	189	9	95.24
13	Aceh Utara	852	8	99.06
14	Aceh Timur	512	7	98.63
15	Simeulue	138	24	82.61
Total			195	-

Sumber: Hasil Studi (diolah)

Kelayakan pengembangan potensi energi dalam studi ini ditentukan berdasarkan nilai selisih antara ketersediaan dan kebutuhan energi dan jumlah kepala keluarga (KK). Apabila selisih ketersediaan dan kebutuhan energi bernilai positif, ini artinya potensi energi yang ada diperkirakan mampu untuk memenuhi kebutuhan minimum energi listrik di wilayah tersebut, sehingga dilanjutkan dengan analisis pra-kelayakan pengembangan pembangkit listrik.

Dari 195 desa yang belum terlistriki (dalam 15 kabupaten/kota), setelah dilakukan pengolahan data besaran energi yang dapat dibangkitkan, didapatkan sebanyak 22 desa (dalam 9 kabupaten/kota) yang mempunyai potensi energi air yang layak dikembangkan untuk pembangunan PLTMH. Untuk lebih jelasnya rekapitulasi hasil analisis pemanfaatan potensi energi air untuk pembangkit listrik ditampilkan pada **Tabel 3** berikut ini.

Tabel 3. Hasil perhitungan potensi energi air

No	Kabupaten	Potensi Energi Air (Watt)	Jumlah KK	Daya Tersedia (Watt)
1	Aceh Jaya	21.000	87	17.400
2	Aceh Barat	245.000	207	41.400
3	Nagan Raya	133.364	260	52.000
4	Aceh Selatan	34.000	156	31.200
5	Subulussalam	112.500	696	139.200
6	Singkil	112.500	24	4.800
7	Bireuen	510.330	132	26.400
8	Gayo Luwes	257.240	453	90.600
9	Aceh Timur	377.000	241	48.200

Sumber: Hasil Studi (diolah)

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

Tabel 4. Rekapitulasi hasil analisis kelayakan ekonomi

No	Kabupaten	Desa	Daya Terbakit (Watt)	Variabel Kelayakan Ekonomi	
				IRR (%)	BCR
1	Aceh Jaya	Mareu	35.000	7.010	1,91
2		Gampong Baroh	56.000	5.120	1.030
3		Gle Putoh	12.000	5.574	1.148
4		Alue Meuraksa	21.000	7.200	1.924
5	Aceh Barat	Gleng	160.000	6.380	1.427
6		Ramiti	42.500	6.306	1.404
7	Nagan Raya	Tuwi Meulusing	32.500	6.544	1.520
8		Karian Blang Leangmah	87.500	6.826	1.660
9	Aceh Selatan	Si Urai-Urai	50.000	8.173	3.137
10		Alue Keujreun	96.000	5.613	1.155
11	Subulusalam	Bukit Alim	18.000	6.186	1.361
12		Darul Makmur	16.000	5.615	1.160
13		Cot Meugoe	76.000	5.550	1.137
14	Gayo	Uring	256.000	8.350	3.550
15	Lues	Persada Tongra	146.850	7.033	1.798

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

1 6		Kute Lengat Sepakat	144.32 0	7.1 19	1.8 49
1 7		Meloak Aih Ilang	240.00 0	7.1 24	1.8 50
1 8	Aceh Timur	Seulemak	22.000	7.1 10	1.8 63
1 9		Rampah	280.00 0	6.7 15	1.5 94
2 0		Mesir	75.000	5.3 94	1.0 95

Sumber: Hasil Studi (diolah)

Kelayakan ekonomi pembangunan pembangkit listrik dalam studi ini ditentukan berdasarkan nilai BCR (benefit cost ratio), IRR (internal rate of return) dan NPV (net present value). Diperoleh bahwa dari 22 desa yang mempunyai potensi energi air yang layak dikembangkan, terdapat 20 desa yang layak secara ekonomi untuk dikembangkan dibangun PLTMH yang tersebar di 8 kabupaten/kota. Untuk lebih jelasnya rekapitulasi hasil analisa kelayakan bidang ekonomi studi pendahuluan pengembangan pembangkit listrik untuk ketiga jenis energi ditampilkan pada **Tabel 4**.

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil survei memperlihatkan bahwa potensi sumber energi terbarukan terdapat pada semua desa belum berlistrik dengan potensi dan jenis energi yang bervariasi. Desa-desa yang terletak di kawasan pegunungan atau dekat dengan aliran sungai memiliki potensi energi mikro hidro. Sebanyak 73 desa memperlihatkan adanya potensi mikro hidro yang potensial untuk dikelola menjadi energi listrik, memiliki debit air dan *head* yang cukup.
2. Berdasarkan hasil pengolahan data besaran energi yang dapat dibangkitkan, didapatkan sebanyak 22 desa yang mempunyai potensi energi air yang layak dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik didesa tersebut. Dari hasil analisis secara ekonomi hanya 20 desa yang layak untuk dikembangkan.

Daftar Pustaka

- Kebijakan Energi Nasional 2003 - 2020*, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, 24 Februari 2004.
- Blueprint Pengelolaan Energi Nasional (PEN) 2005 – 2025*, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, 2005.
- Kajian Kebutuhan dan Penyediaan Energi di Indonesia Tahun 2020*, Kementerian Negara Riset dan Teknologi - Komite Nasional Indonesia - World Energy Council (KNI-WEC),
- Kebijakan Strategis Pembangunan Nasional IPTEK 2005 - 2009*, Kementerian Negara Riset dan Teknologi Visi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi 2025,