



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI REKAYASA

Implementasi Teknologi Rekayasa dalam Upaya Peningkatan
Kualitas Hidup Masyarakat dan Lingkungan

ISSN 2407-8735

23 December 2014

Ruachik Agam dan Kampus Politeknik Acah Solteser, Kabupaten
Kolaka Utara Acah Solteser - Provinsi Aceh - Indonesia

00000000000000000000

00000000000000000000

00000000000000000000

00000000000000000000

00000000000000000000



DAFTAR ISI

Reviewer	i
Panitia Penyelenggara	ii
Kata Sambutan Bupati Aceh Selatan	iii
Kata Sambutan Direktur Politeknik Aceh Selatan	iv
Kata Sambutan Ketua Panitia Seminar Nasional Teknologi Rekayasa I Poltas 2014	vi
Daftar Isi	vii

No	Judul	Halaman
1	Teknologi Hasil Perikanan Ramah Lingkungan Mendukung Mendukung Perekonomian Masyarakat Ahmad Syuhada	1
2	Potensi Tenaga Air dan Angin untuk Pembangkit Tenaga Listrik sebagai Sumber Pendapatan Asli Daerah Aceh Selatan Mahidin, Hamdani dan Razali Taib	5
3	Karakteristik Kualitas Batubara Pada Cekungan Meulaboh Di Kabupaten Aceh Barat Dan Nagan Raya, Provinsi Aceh Hamdani dan Yossi Oktarini	11
4	Analisis Kelembaban Udara Relatif Pada Ruang Pengering Surya (<i>Analysis Relative Humidity In Solar Drying Chamber</i>) Ilham Hasbiullah, Fitriady	17
5	Analisis Tingkat Kebisingan Pemotongan Keramik Pada Gedung Aac Dayan Dawood Universitas Syiah Kuala Suhaeri, Muhammad Tadjuddin, Dedi Surya	23
6	Kajian Numerik Distribusi Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Dengan Menggunakan Pemanas Lampu Pijar Nasruddin, Zainal Arif	28
7	Modifikasi Kaolin Dan Polyposfat Sebagai Adsorben Dalam Penyerapan Logam Pb Dalam Air Alfian Putra, Novia Lestari dan Hesti Meilina	33
8	Rancang Bangun Alat Uji Lelah Tipe Cantilever Rotating Bending (<i>Fatigue Testing Machine</i>) Herdi Susanto, Joli Supardi, Jufriadi dan Gunawan Maulana	37
9	Analisa Kualitas Pemesinan Bahan Komposit Serat Alam Husni, Sulaiman Thalib, dan Samsul Rizal	43
10	Pembuatan Mesin Perajang Singkong Tipe Vertikal Nazaruddin, Zainal Arif dan Nasruddinsyah	47
11	Uji Tekan Statik Material Komposit Polimer Diperkuat Serat Ampas Tebu Zainal Arif dan Nasruddin	52
12	Sistem Pengolahan Minyak Kelapa Murni (<i>Virgin Coconut Oil</i>) Dengan Metode Pemanasan Ratna Sary	60
13	Teknik Otomasi Untuk Reduksi Konsumsi Energi Berbasis Mikrokontroler ATMEGA328p Dan Komunikasi Infrared M. Ikhsan, Yuwaldi Away	66
14	Penzoningan Kawasan Pendukung Pelabuhan Barang Kuala Tanjung Guna Melengkapi Perannya Sebagai Pelabuhan Terkemuka Di Wilayah Pantai Timur Sumatera Utara R. Aja muhammad ikram, agus priono aja muhammad irham	73

15	Pembuatan dan Pengujian Turbin Pelton untuk Pembangkit Listrik Pikohidro Syamsul Bahwi Widodo dan Suyanto	79
16	Karakterisasi Edible Film dari Campuran Ekstraksi Keratin Limbah Bulu Ayam dan Pati Jagung Sebagai Kemasan Layak Makan Rina Mirdayanti, Basuki Wirjosentono dan Eddy Marlianto	82
17	Analisis Tekno-Ekonomi Pembangkit Listrik Bahan Bakar Biogas dari Limbah Cair Pabrik Sawit T Azuar Rizal, Razali Thaib, dan Mahidin	86
18	Pengukuran Laju Korosi Atmosferik Pada Baja Struktural Di Wilayah Aceh Barat Dan Nagan Raya Joli Supardi dan Zakir Husen	92
19	Perencanaan dan Pengujian Turbin Darrieus tipe H sebagai Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Arus Muhammad Ilham Maulana, Ibrahim	98
20	Penurunan Senyawa Organik Dalam Air Menggunakan Biofileter Pasir Lambat Syafari, Alfian Putra dan Eva Septia	103
21	Studi Analisis Sistem Pembangkit Listrik Hibrid Untuk Kawasan Kampus Universitas Teuku Umar (Utu) Meulaboh Maidi Saputra	108
22	Analisis Proses Pengolahan Pisang Sale Dengan Bahan Bakar Gas Elpiji Ratna Sary, Dinni Agustina	115
23	Perilaku mekanik dan mampu mesin komposit poliester diperkuat dengan serat buah reubek Sulaiman Thalib, Husni dan Samsul Rizal	120
24	Analisa Pengaruh Gelembung Udara Terhadap Perilaku Mekanik Pada Material <i>Concrete Foam</i> Dicampur Serat Tkks Nuzuli Fitriadi, Bustami Syam,	124
25	Implementasi Ipv6 Untuk Aplikasi File Transfer Protocol (FTP) Dengan Metode Tunneling 6to4 Pada Jaringan Komputer Politeknik Aceh Selatan Cut Mutia, dan Anhar Fitria	133

Potensi Tenaga Air dan Angin untuk Pembangkit Tenaga Listrik sebagai Sumber Pendapatan Asli Daerah Aceh Selatan

Potency of Hydropower and Wind Energy for Electricity Generating as Income Source in Southern Aceh District

Mahidin¹, Hamdani² dan Razali Thaib³

¹ Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

² Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala

^{1,2} Jl. Tgk. Syekh Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh, 23111

Email: mahidin@unsyiah.ac.id

Abstrak - Hasil studi yang dilakukan oleh Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) NAD-Nias tahun 2008 di Kabupaten Aceh Selatan terhadap potensi sumber energi baru dan terbarukan (EBT) menunjukkan bahwa daerah ini memiliki potensi tenaga air, angin dan surya yang memadai. Sementara itu, ada juga potensi lain yang belum terukur besarnya seperti pasang surut, dan gelombang laut. Potensi tenaga air skala mikro diperkirakan sekitar 700 kW, tenaga angin mencapai 0,13 kW/m² (dengan kecepatan angin 3,3-6 m/det pada ketinggian 24 m) dan tenaga matahari dengan intensitas radiasi rata-rata 4-5 kWh/m². Lebih lanjut, potensi tenaga air skala besar (PLTA) mencapai 270 MW. Potensi tenaga air dan angin sangat layak untuk dimanfaatkan di Aceh Selatan baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis untuk pemenuhan kebutuhan energi daerah dan sekaligus sumber pendapatan asli daerah (PAD). PAD dapat diperoleh dengan menjual energi listrik berlebih ke pihak PLN. Investasi pembangunan pembangkit listrik tenaga air (PLTMH, PLTM dan PLTA) berkisar antara US\$ 1.500-3.000 per kW, tergantung tipe turbin yang dipakai (Pelton, Francis, Kaplan atau lainnya) dan tipe bangunan penadap air yang diterapkan (*run of river* atau *dam and reservoir*). Sedangkan investasi pembangunan pembangkit listrik tenaga bayu/angin diperkirakan sekitar US\$ 4.000-5.000 per kW.

Kata kunci: tenaga air, tenaga angin, energi baru dan terbarukan, pendapatan asli daerah

Abstract - Based on the study performed by Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) NAD-Nias in 2008 in Southern Aceh District on the potency of new and renewable energy (NRE) source showed that the district has a number of hydropower, wind and solar energies sources. Meanwhile, there are some others unmeasured potencies such as wave and tidal powers. Potencies of micro hydropower is predicted about 700 kW, wind energy is about 0.13 kW/m² (with wind velocity 3.3-6 m/s at elevation of 24 m) and solar energy has the average radiation intensity of 4-5 kWh/m². Further, potency of large scale reaches up 270 MW. Hydropower and wind energy in Southern Aceh are very feasible to be utilized both from technical and economic viewpoints in order to fulfill local energy demand and also as district income source. Income can be realized by sale the produced electricity to PLN. Investment for hydropower construction (micro, mini and large hydro) is estimated around 1,500-3,000 US\$ per kW, depend on turbine type used (Pelton, Francis, Kaplan or others) and water regulating weir (*run of river* or *dam and reservoir*). Moreover, the investment for wind power construction is projected about 4,000-5,000 US\$ per kW.

Keywords: hydropower, wind energy, new and renewable energy, local income

1. PENDAHULUAN

Persoalan peningkatan atau penggalan sumber-sumber baru Pendapatan Asli Daerah (PAD) merupakan hal yang pelik bagi Kabupaten Aceh Selatan. Bahkan dua Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang ada di kabupaten tersebut, yaitu BUMD Fajar Selatan dan PDAM Tirta Naga tidak memberikan PAD sama sekali. Selain itu, Pelabuhan Tapaktuan juga belum berkontribusi untuk PAD Asel. Untuk diketahui, PAD Aceh Selatan pada tahun 2013 adalah sebesar 36,18 milyar rupiah dengan jumlah penduduk 210.071 jiwa [1]. PAD sebesar ini tentu saja merupakan angka yang rendah untuk sebuah kabupaten yang sudah berumur 69 tahun, masih sangat rendah dibandingkan dengan kabupaten tetangga yang relatif muda (berumur 12 tahun dan merupakan kabupaten pemekaran dari Aceh Selatan) yaitu Kabupaten Aceh Barat Daya (Abdya) yang memiliki PAD 50,11 milyar rupiah sedangkan jumlah penduduknya 133.191 jiwa [2]. Apalagi jika dibandingkan dengan Kota Banda Aceh yang memiliki PAD sebesar 129,17 milyar rupiah dengan jumlah penduduk 249.282 jiwa [3].

Lebih lanjut, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Aceh Selatan tahun 2013 (dasar harga berlaku) dari sektor listrik, gas dan air hanya 0,2%, kontribusi yang sangat kecil dibandingkan dengan sektor lainnya [1]. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tambah kotor yang dihasilkan sektor ini sangat tidak membantu untuk meningkatkan laju pertumbuhan ekonomi Aceh Selatan. Oleh karena itu, sektor energi (listrik) harus dikembangkan dan dimanfaatkan lebih serius dan maksimal dalam upaya memicu pertumbuhan ekonomi daerah. Sektor energi yang direkomendasikan untuk dikembangkan adalah tenaga air dan angin dengan beberapa pertimbangan sebagaimana dijelaskan di bagian hasil.

Ditinjau dari Indeks Pembangunan Manusia (IPM) tahun 2013, Aceh Selatan berada di peringkat 18 dari 23 kabupaten/kota di Aceh [4]. Ini menunjukkan bahwa tingkat kesejahteraan di Aceh Selatan masih rendah. Karena konsumsi energi per kapita merupakan salah satu parameter penentu IPM, maka dapat diperkirakan bahwa konsumsi energi masyarakat di Aceh Selatan masih sangat rendah, meskipun data konsumsi energi per kapitanya tidak tersedia. Fakta lain yang mendukung pernyataan ini adalah angka PDRB di atas dan laju pertumbuhan PDRB-nya sendiri yang juga rendah (4,27%), jika dibandingkan dengan Abdya sebesar 5,10% dan Banda Aceh 6,12% [1-3].

Paper ini ditulis dalam upaya menggugah Pemda Kabupaten Aceh Selatan untuk menggali potensi yang ada, baik sumberdaya alam maupun

sumberdaya manusianya. Tujuan selanjutnya adalah untuk menganalisis persoalan pembangunan yang dihadapi Aceh Selatan dan peluang pemanfaatan sumberdaya yang ada dalam rangka memenuhi kebutuhan daerah dan meningkatkan kesejahteraan rakyat.

2. METODOLOGI

Kajian yang diuraikan dalam artikel ini adalah analisis data sekunder. Analisis dilakukan terhadap data data statistik yang dilaporkan dalam Aceh Dalam Angka (ADA), Aceh Selatan Dalam Angka, Aceh Barat Daya Dalam Angka, Banda Aceh Dalam Angka (semuanya edisi tahun 2014) dan hasil survei atau hasil studi dari lembaga atau badan atau pusat studi atau badan usaha (PLN) atau pihak swasta (konsultan). Analisis dilakukan secara sederhana untuk mudah dipahami meskipun dibaca oleh masyarakat umum. Analisis ekonomi juga didasarkan pada harga-harga yang masih kasar, merupakan pendekatan dengan harga-harga tidak resmi dan perkiraan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jika mengacu kepada Peraturan Gubernur nomor 21 tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) 2007-2012, dimana potensi masing-masing kabupaten/kota sudah dipetakan, Aceh Selatan diplot sebagai daerah penghasil minyak atsiri. Tetapi, apabila dilihat dari data ADA 2014 [4], Aceh Selatan adalah penghasil ikan terbesar di Aceh, terutama perikanan tangkap laut (Tabel 1). Namun demikian, peran sektor energi untuk mendukung pengembangan sektor perikanan tidak dapat diabaikan, disamping peran sektor energi itu sendiri dalam PAD.

Potensi energi baru dan terbarukan (EBT) di Aceh Selatan cukup memadai, baik tenaga air, angin maupun surya. Tabel 2 di bawah ini memperlihatkan potensi-potensi tersebut.

Tabel 1. Hasil perikanan berdasarkan wilayah dan jenis perikanan

Kabupaten/Kota <i>Regency/City</i>	Perikanan Tangkap <i>Capture fishery</i>		Perikanan Budidaya <i>Aquaculture</i>	Jumlah Total
	Laut <i>Marine culture</i>	Perairan Umum <i>Open waters</i>		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Simeulue	5 496,3	47,2	31,8	5 575,3
2. Aceh Singkil	5 228,2	375,6	62,4	5 666,2
3. Aceh Selatan	12 126,6	126,6	369,9	12 623,1
4. Aceh Tenggara	-	238,7	5 965,0	6 203,7
5. Aceh Timur	17 662,2	-	5 809,0	23 471,2
6. Aceh Tengah	-	289,7	325,4	615,1
7. Aceh Barat	10 715,6	852,3	92,0	11 659,9
8. Aceh Besar	5 916,7	-	288,6	6 205,2
9. Pidie	7 620,4	-	1 761,8	9 382,2
10. Bireuen	10 198,1	-	4 311,8	14 509,9
11. Aceh Utara	9 011,9	-	7 629,2	16 641,1
12. Aceh Barat Daya	11 698,9	36,3	63,8	11 799,0
13. Gayo Lues	-	82,8	605,4	688,2
14. Aceh Tamiang	4 581,7	53,2	5 042,9	9 677,8
15. Nagan Raya	4 093,5	39,4	102,9	4 235,8
16. Aceh Jaya	4 382,8	-	186,1	4 568,9
17. Bener Meriah	-	96,4	129,8	226,2
18. Pidie Jaya	4 818,6	-	190,3	5 008,9
19. Banda Aceh	7 903,0	-	70,1	7 973,1
20. Sabang	2 949,8	5,4	14,7	2 969,9
21. Langsa	11 735,1	-	2 451,0	14 186,1
22. Lhokseumawe	7 540,8	-	1 704,6	9 245,4
23. Subulussalam	-	46,3	16,9	63,2

Sumber: Ref. [3]

Tabel 2. Potensi EBT di Aceh Selatan

Jenis Energi	Potensi	Lokasi
(1)	(2)	(3)
1. Mikro hidro	700 kW	Kluet Tengah
2. Mini hidro	10 MW	Meukek
	10 MW	Samadua
3. PLTA	50 MW	Meukek
	85 MW	Sawang
	15 MW	Samadua
4. Angin*	0,13 kW/m ²	Wilayah pesisir
5. Surya**	4-5 kWh/m ²	Seluruh wilayah

Sumber: Ref. [5] dan [6]

*kecepatan angin 3,3-6 m/det pada elevasi 24 m

**intensitas radiasi rata-rata

Potensi mikro hidro Kluet Tengah berada di Desa Siurai-urai dan Alur Kejrun dengan jarak ke jaringan PLN terdekat masing-masing adalah 3 dan 29 km [5]. Sedangkan lokasi mini hidro dan PLTA tersebar di Desa Kuta Buloh (Meukek), Desa Lhok Pawoh dan

Meuligo (Sawang) dan Desa Gadang (Samadua). Angin berpotensi di seluruh wilayah pesisir/tepi pantai, sedangkan surya dapat dimanfaatkan di seluruh wilayah kabupaten. Dari data PLN terlihat bahwa pemanfaatan potensi mini hidro dan PLTA yang tercantum dalam Tabel 2 semuanya sudah memasuki tahap studi awal [6].

Dilihat dari sumberdaya manusia, maka Aceh Selatan memiliki sumberdaya yang sangat mencukupi untuk pengembangan dan pemanfaatan potensi energi yang ada. Saat ini Aceh Selatan memiliki satu politeknik dengan 4 program studi (Teknik Komputer, Informatika, Industri dan Mesin) dengan jumlah mahasiswa pada tahun 2013 sebanyak 341 orang. Disamping itu, Universitas Terbuka juga membuka program studi manajemen di daerah ini dengan jumlah mahasiswa 354 orang untuk tahun 2013.

Pada tingkat SMA/SMK untuk tahun yang sama terdapat sekitar 9.067 siswa, dan di tingkat SD-SMP jumlah siswanya mencapai 32.231 siswa. SDM sebanyak ini tentu saja sangat menjajikan bagi Aceh Selatan untuk mengembangkan dan memanfaatkan

SDA yang ada di daerah mereka, terutama sumberdaya EBT untuk kemakmuran rakyatnya.

Pemanfaatan tenaga air atau angin sebagai pembangkit listrik terdiri atas beberapa tahapan pekerjaan standar dengan prosedur yang. Secara keseluruhan tahapan-tahapan tersebut bukanlah pekerjaan yang sulit. Pekerjaan dimulai dengan studi awal, studi kelayakan, kajian lingkungan, *detail engineering design* (DED), pengurusan izin-izin, pra konstruksi, tender dan konstruksi. Apabila listrik yang diproduksi akan dijual ke PLN maka pemrosesan *power purchasing agreement* (PPA) dilakukan setelah kajian lingkungan selesai dan mendapatkan rekomendasi dari instansi terkait atau pemda setempat.

Perkiraan awal investasi pembangunan PLTMH, PLTM dan PLTA berkisar antara 1.500-3.000 US\$ per kW, tergantung tipe turbin yang dipakai (Pelton, Francis, Kaplan atau lainnya) dan tipe bangunan penadap air (*run of river* atau *dam and reservoir*).

Tabel 3. Investasi pembangkit listrik tenaga air

Jenis	Skala	Tipe	Investasi*
(1)	(2)	(3)	(4)
1. PLTMH	<100 kW	Run of river	1.500-3.000 US\$ per kW
2. PLTM	100 kW-1 MW	Run of river	1.500-3.000 US\$ per kW
3. PLTA:			
Small	<10 MW	Run of river	1.500-2.000 US\$ per kW
Medium	10-100 MW	Run of river	1.500-2.500 US\$ per kW
Medium	100-300 MW	Dam and reservoir	2.000-3.000 US\$ per kW
Large	>300 MW	Dam and reservoir	2.000-3.000 US\$ per kW

Sumber: Dari berbagai sumber

Struktur biaya pembangunan pembangkit tenaga air secara garis besar diperlihatkan dalam Tabel 4 berikut. Harga turbin di pasaran adalah sekitar 450-600 US\$ per kW.

Tabel 4. Struktur pembiayaan PLTMH, PLTM, PLTA

Komponen Biaya	Persentase
(1)	(2)
1. Bangunan sipil	27%
2. Infrastruktur pendukung	13%
3. Mekanikal dan elektrikal	45%
4. Pengembangan	15%

Sumber: Dari berbagai sumber

Untuk memudahkan dan meminimumkan investasi, biasanya kapasitas PLTMH disesuaikan dengan spesifikasi turbin yang ada di pasaran, tetapi berlaku untuk PLTM dan PLTA. Gambar 1 di bawah ini memperlihatkan tipe dan kapasitas turbin yang diproduksi oleh J&P PLN. Tipe lain yang tersedia adalah *Pico Turbine* kapasitas 5 kW dan *Crossflow Turbine* 25 kW.



Gambar 1. Contoh turbin air

Sumber: Koleksi pribadi, 2008

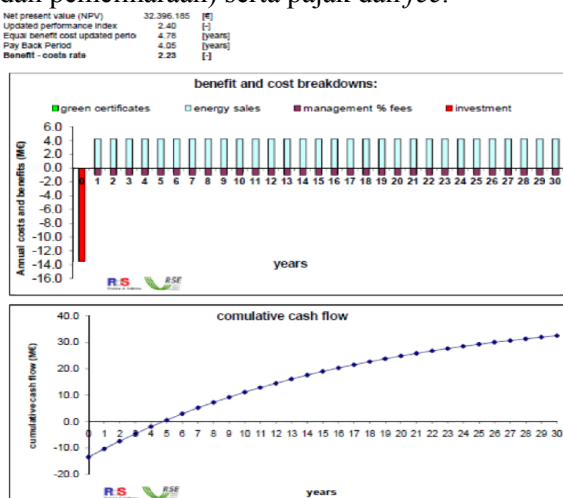
Demikian halnya juga dengan PLT Bayu, untuk kapasitas kecil diameter turbinnya disesuaikan dengan yang sudah tersedia di pasar. Sedangkan untuk kapasitas menengah dan besar, diameter turbin dibuat sesuai hasil desain. Untuk PLT Bayu, investasi diprediksi sekitar 4.000-5.000 US\$ per kW. Gambar 2 berikut memperlihatkan lokasi rencana pembangunan PLT Bayu Kluet 10 MW yang dimulai sejak 2012 tetapi sampai akhir tahun 2014 belum terealisasi.



Gambar 2. Lokasi rencana pembangunan PLTB Kluet Sumber: Koleksi pribadi, 2012

Dari beberapa dokumen studi kelayakan PLTM di beberapa lokasi di Aceh, termasuk dua PLTM di Aceh Selatan, yaitu PLTM Kr. Jambopapeun 10 MW Lhok Pawoh dan PLTM Kr. Sibungbung 10 MW Gadang terlihat bahwa secara teknis dan ekonomis pemanfaatan tenaga air untuk pembangkit listrik sangat layak (*feasible*). Gambar 3 di bawah ini menyajikan contoh analisis finansial PLTM Kr. Jambopapeun 10 MW. Berdasarkan data dalam Gambar 3 terlihat bahwa pada harga energi 0,06 € per kWh keuntungan yang diperoleh sekitar 4 M€ per tahun atau Rp 5,2 juta per kW per tahun (pada nilai tukar €1 = Rp 13.000).

Dengan asumsi umur pembangkit mencapai 30 tahun (dalam kenyataan bisa lebih), hasil perhitungan *cash flow* memberikan *net present value* (NPV) sebesar M€ 32,396 dan waktu pulang pokok (*payback period*) 4,05 tahun. Nilai investasi yang ditanam mencapai M€ 13,484. *Cash flow* ini nantinya tentu akan sangat bervariasi tergantung investasi ril di lapangan, biaya operasional (termasuk biaya pengelolaan dan pemeliharaan) serta pajak dan *fee*.



Gambar 3. Contoh hasil analisis finansial PLTM Sumber: Ref. [7]

Gambar 4 dan 5 di bawah ini memperlihatkan contoh pembangkit listrik tenaga air (PLTMH) dan tenaga angin (PLT Bayu) yang sudah dibangun di Aceh. PLTMH Gayo Lues dibangun oleh Kanwil Pertambangan dan Energi Provinsi Aceh (Distamben) sekitar tahun 1998 untuk memenuhi kebutuhan penerangan dan peralatan elektronik rumah tangga di Desa Blang Teumung. Sedangkan PLT Bayu dibangun oleh Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Unsyiah dengan dana pengabdian kepada masyarakat (Program Hilink) Dirjen Dikti untuk sistim penerangan dan energi pabrik es skala kecil milik nelayan di Desa Lancang.



Gambar 4. PLTMH 15 kW Gayo Lues

Sumber: Koleksi pribadi, 2008



Gambar 5. PLT Bayu 10 kW Pidie Jaya

Sumber: Ref. [8]

4. KESIMPULAN

Dari uraian dan pembahasan di atas, dapat diambil beberapa kesimpulan.

1. Aceh Selatan masih menghadapi permasalahan yg serius dlm menggali sumber-sumber PAD.
2. Aceh Selatan memiliki potensi tenaga air dan angin yang sangat layak untuk dimanfaatkan baik dari segi teknis maupun ekonomis.
3. Aceh Selatan juga memiliki SDM yang cukup memadai untuk pengembangan tenaga air dan angin.
4. Beberapa potensi sudah memasuki tahap studi awal, terutama PLTM. PLT Bayu sudah memasuki tahap konstruksi.
5. Secara ekonomis, pengembangan tenaga air akan memberikan keuntungan finansial sebesar Rp. 5,2 juta per kW per tahun.

University dalam bidang sumberdaya dan energi. Bidang penelitian yang ditekuni adalah konversi dan konservasi energi, kebijakan dan pengembangan energi, terutama energi baru dan terbarukan (EBT).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Hamdani Umar dan Bapak Irwansyah atas kesediaan memberikan izin untuk pemuatan gambar turbin angin yang dipublikasikan dalam jurnal mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, *Aceh Selatan Dalam Angka*, BPS Aceh Selatan, 2014.
- [2] Anonim, *Aceh Barat Daya Dalam Angka*, BPS Aceh Barat Daya, 2014.
- [3] Anonim, *Banda Aceh Dalam Angka*, BPS Kota Banda Aceh, 2014.
- [4] Anonim, *Aceh Dalam Angka*, BPS Provinsi Aceh, 2014.
- [5] Anonim, *Studi Potensi Energi Listrik Alternatif di Pedesaan Sebagai Upaya Dalam Mendukung Percepatan Diversifikasi Energi di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam*, BRR NAD-Nias, 2008.
- [6] Anonim, *Rencana Penyediaan Tenaga Listrik Tahun 2011-2020*, PLN Wilayah Aceh, 2010.
- [7] Anonim, *Ringkasan Studi Awal PLTM Kr. Jambopapeun (10 MW) Kabupaten Aceh Selatan*, Krueng Batee, 2013.
- [8] U. Hamdani and Irwansyah, Wind Power Generator for Small Scale Ice Factory for Economy Development at Rural Area in Aceh, Indonesia, *Journal of Energy & Environment*, vol. 2, no. 1, 2010, pp. 6-8.

BIODATA PENULIS

Penulis adalah Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala sejak 1995. Memperoleh Ijazah Sarjana di tempat yang sama pada tahun 1994. Selanjutnya, pada tahun 1997 melanjutkan pendidikan pascasarjana ke Jurusan Teknik Kimia ITB Bandung dan selesai tahun 1999. Tahun 2003 memperoleh Ijazah Doktor di Kobe