



Identifikasi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) Angin dan Surya di Kabupaten Aceh Besar

Fadhli¹, Ichsan Syahputra^{2*}

¹Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Aceh, Jl. T. Nyak Arief No.195, Jeulingke, Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, 23115, Aceh, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Abulyatama, Aceh Besar, 23372, Aceh, Indonesia

*Email korespondensi : ichsansyahputra_sipil@abulyatama.ac.id

Diterima 12 Mei 2019; Disetujui 26 Juli 2019; Dipublikasi 31 Juli 2019

Abstract: *The Wind and Solar Hybrid Power Plant (PLTH) research is expected to be able to contribute to assist the development of electricity supply in Aceh and gradually reduce and substitute the use of fossil energy. Hybrid Power Plant (PLTH) by combining wind energy and solar energy is a sustainable electricity supply technology that is increasingly popular because it is environmentally friendly and is not much constrained by land conversion. This research by measuring wind speed and solar radiation was carried out at selected locations in Aceh Besar District namely Lhoksedu, Lampuuk, Lambadeuk and Krueng Raya. The Lhokseudu location has a maximum wind speed of 6.3 m / sec and an average wind speed of 1 m / sec while solar radiation is a maximum of 764.90 W / m², an average of 467.87 W / m² and a minimum of 155.40 W / m². Location Lampuuk maximum wind speed of 7.6 m / sec and average wind speed of 1.1 m / sec while maximum solar radiation is 1193 W / m², average 678.74 W / m² and minimum 30.20 W / m². The Lambadeuk location has a maximum wind speed of 13 m / sec and an average wind speed of 1.3 m / sec while maximum solar radiation is 1589 W / m², an average of 626.01 W / m² and a minimum of 38.50 W / m². The location of Krueng Raya is a maximum wind speed of 9.4 m / sec and an average wind speed of 3.1 m / sec while solar radiation is a maximum of 1019 W / m², an average of 811.65 W / m² and a minimum of 493.50 W / m². Based on the results of data collection and analysis of wind speed and solar radiation that have been carried out including using secondary data / wind speed data from Blang Bintang BMKG Station at Sultan Iskandar Muda Airport and BMKG Indrapuri Station, it can be concluded that the more potential for PLTH development is the location Lambadeuk and Krueng Raya.*

Keywords: *renewable energy, wind energy, solar energy*

Abstrak: Penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) Angin dan Tenaga Surya ini diharapkan dapat memberi kontribusi untuk membantu pengembangan suplai daya energi listrik di Aceh dan secara bertahap mengurangi dan mensubstitusi penggunaan energi fosil. Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) dengan mengkombinasikan energi angin dan tenaga surya merupakan teknologi penyediaan listrik berkelanjutan yang semakin populer karena sifatnya yang ramah lingkungan dan tidak banyak terkendala dengan alih fungsi lahan. Penelitian ini dengan melakukan pengukuran kecepatan angin dan radiasi surya dilakukan pada lokasi terpilih di Kabupaten Aceh Besar yaitu Lhoksedu, Lampuuk, Lambadeuk dan Krueng Raya. Lokasi Lhokseudu kecepatan angin maksimum 6.3 m/det dan kecepatan angin rata-rata 1 m/det sedangkan radiasi surya maksimum 764.90 W/m², rata-rata 467.87 W/m² dan minimum 155.40 W/m². Lokasi Lampuuk kecepatan angin maksimum 7.6 m/det dan kecepatan angin rata-rata 1.1 m/det sedangkan radiasi surya maksimum 1193 W/m², rata-rata 678.74 W/m² dan minimum 30.20 W/m². Lokasi Lambadeuk kecepatan angin maksimum 13 m/det dan kecepatan angin rata-rata 1.3 m/det sedangkan

radiasi surya maksimum 1589 W/m², rata-rata 626.01 W/m² dan minimum 38.50 W/m². Lokasi Krueng Raya kecepatan angin maksimum 9.4 m/det dan kecepatan angin rata-rata 3.1 m/det sedangkan radiasi surya maksimum 1019 W/m², rata-rata 811.65 W/m² dan minimum 493.50 W/m². Berdasarkan hasil pengumpulan data dan analisa kecepatan angin dan radiasi matahari yang telah dilakukan termasuk dengan menggunakan data sekunder/data kecepatan angin dari Stasiun BMKG Blang Bintang pada Sultan Iskandar Muda Airport dan Stasiun BMKG Indrapuri, dapat disimpulkan bahwa yang lebih memiliki potensi untuk pengembangan PLTH adalah lokasi Lambadeuk Dan Krueng Raya.

Kata kunci : energi terbarukan, energi angin, tenaga surya

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan manusia. Peningkatan kebutuhan energi dapat merupakan indikator peningkatan kemakmuran, namun bersamaan dengan itu juga menimbulkan masalah dalam usaha penyalahannya.

Potensi energi baru terbarukan (EBT) di Indonesia sangat besar dan bervariasi untuk dapat dimanfaatkan dalam rangka mengakselerasi pembangunan di berbagai sektor. Saat ini tercatat potensi energi angin sebesar 75 GW dan potensi pemanfaatan energi dari sinar matahari sebesar 50 GW. Meski demikian persentase pemanfaatannya masih relatif kecil jika dibandingkan dengan pemanfaatan dari sumber energi fosil (batubara, minyak dan gas bumi) yang jumlahnya semakin terbatas dan tidak ramah lingkungan.

Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* (PLTH) dengan mengkombinasikan energi angin dan tenaga surya merupakan teknologi penyediaan listrik berkelanjutan yang semakin populer karena sifatnya yang ramah lingkungan dan tidak banyak terkendala dengan alih fungsi lahan, di samping itu teknologi pembangkitan energi listrik di sektor ini semakin berkembang pesat.

Dalam membangun suatu pembangkit listrik hibrid yang memanfaatkan sumber energi angin dan tenaga surya sebagai upaya pemenuhan kebutuhan listrik, dibutuhkan beberapa komponen pendukung, antara lain turbin angin, panel surya, sistem kontrol hybrid, baterai dan inverter.

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan energi di wilayah Aceh, pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* (PLTH) di wilayah Kabupaten Aceh Besar yang letaknya berdekatan dengan ibukota Provinsi sebagai pusat pemerintahan dan perekonomian dapat menjadi sebuah terobosan strategis dalam menstimulasi pembangunan di Aceh. Pembangkitan energi listrik yang bersumber dari energi angin dan energi surya juga lebih praktis dalam pelaksanaannya jika dibanding dengan energi air ataupun panas bumi. Di samping itu intensitas cahaya matahari yang relatif tinggi dapat dikombinasikan dengan kecepatan angin yang optimal, terutama pada lokasi di pesisir pantai.

Penelitian Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* (PLTH) Angin dan Tenaga Surya ini diharapkan dapat memberi kontribusi untuk membantu pengembangan suplai daya energi listrik di Aceh dan secara bertahap mengurangi

dan mensubstitusi penggunaan energi fosil.

KAJIAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Angin/Bayu

Angin adalah udara yang bergerak, karena udara mempunyai massa maka energi yang ditimbulkannya dapat dihitung berdasarkan Energi Kinetik yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Energi Kinetik, } E_k = 0.5 \cdot m \cdot V^2$$

Dimana :

m = Massa (Kg)

V = Kecepatan Angin (M/det)

Biasanya, kita lebih tertarik pada tenaga (perubahan dari waktu ke waktu) dari pada energi. Karena energi adalah tenaga dikalikan dengan waktu dan massa udara lebih mudah dinyatakan sebagai Density, maka persamaan Energi Kinetik di atas menjadi persamaan aliran :

Tenaga pada permukaan Kincir adalah :

$$P = 0.5 \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

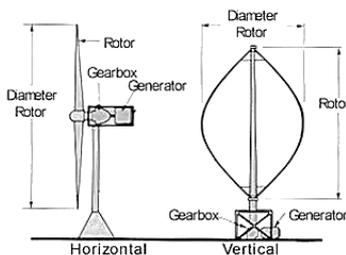
Dimana :

P = Tenaga Dalam Watts

ρ = Density Udara (1.225 Kg/m³ Di Permukaan Laut)

A = Luas Permukaan Kincir (M²)

V = Kecepatan Angin (M/det).



Gambar 1. Prinsip Kerja Kincir Angin

Persamaan ini merupakan tenaga dari aliran udara secara bebas. Tidak semua tenaga ini dapat diambil karena ada aliran udara yang lewat

melalui kincir (hanya dinding tegak lurus arah angin yang dapat mengambil 100% energi aliran angin). Sehingga kita harus menurunkan persamaan baru yang lebih praktis untuk kincir angin sebagai berikut :

Tenaga Kincir Angin :

$$P = 0.5 \cdot \rho \cdot A \cdot C_p \cdot V^3 \cdot N_g \cdot N_b$$

Dimana :

P = Tenaga (Watts)

ρ = Density Udara (1.225 Kg/M³ At Permukaan Laut)

A = Permukaan Kincir (M²)

C_p = Koefisien Kinerja (Maksimum Teoritis = 0,59 [Betz Limit], Desain = 0,35)

V = Kecepatan Angin Dalam (M/det)

N_g = Efisiensi Generator (50% Altenator Mobil, 80% Atau Lebih Utk Permanent Magnet Generator)

N_b = Efisiensi Gearbox/Bearing (Jika Bagus Dapat Mencapai 95%)

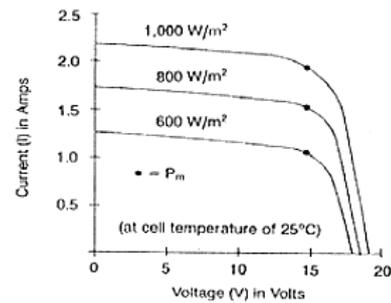
Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Energi surya adalah radiasi yang di produksi oleh reaksi fusi nuklir pada inti matahari. Matahari mensuplai hampir semua panas dan cahaya yang diterima bumi untuk digunakan makhluk hidup. Selain itu energi surya berjumlah besar dan bersifat kontinyu terbesar yang tersedia di alam ini, khususnya energi elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari. Energi surya yang sampai ke bumi dalam bentuk paket-paket energi disebut foton. Semua radiasi elektromagnetik termasuk cahaya matahari mengandung foton yang dimana foton tersebut mengandung energi. Terdapat dua paramater dalam energi surya yang paling penting : pertama intensitas radiasi, yaitu jumlah daya matahari yang datang kepada permukaan perluas area, dan karakteristik spektrum cahaya matahari.

Intensitas radiasi matahari di luar atmosfer bumi disebut konstanta surya, yaitu sebesar 1365 W/m^2 . Setelah disaring oleh atmosfer bumi, beberapa spektrum cahaya hilang, dan intensitas puncak radiasi menjadi sekitar 1000 W/m^2 . Nilai ini adalah tipikal intensitas radiasi pada keadaan permukaan tegak lurus sinar matahari dan pada keadaan cerah. Radiasi surya dipancarkan dari fotosphere matahari pada temperatur 6000K , yang memberikan distribusi spektrumnya mirip dengan distribusi *spectrum black body*.

Energi dari matahari dikonversi menjadi energi listrik oleh fotovoltaik lalu akan disalurkan ke charge controller untuk mengatur pengisian battery. Dari charge controller juga bisa langsung digunakan untuk beban DC.

Kondisi meteorologi yang dominan dalam mendesain system solar home system adalah besarnya radiasi matahari harian ($\text{W/m}^2/\text{hari}$), serta temperatur lingkungan sekitar sedangkan kelembaban dan kecepatan angin tidak terlalu berpengaruh. (abu bakar dkk, 2006). Daya keluaran fotovoltaik berbanding lurus dengan intensitas cahaya matahari (W/m^2). Gambar berikut adalah pengaruh dari intensitas cahaya matahari yang berbeda-beda terhadap keluaran tegangan dan arus.



Gambar 2. Intensitas Radiasi Surya

Tabel 1. Potensi Sumber Daya Energi Surya

NO	KOTA	PROVINSI	TAHUN PENGUKURAN	RADIASI RATA - RATA (kWh/m^2)
1	Banda Aceh	Aceh	1980	4.1
2	Palembang	Sumatera Selatan	1979 - 1981	4.95
3	Jakarta	Jakarta	1965 - 1981	4.19
4	Bandung	Jawa Barat	1980	4.15
5	Semarang	Jawa Tengah	1979 - 1981	5.49
6	Surabaya	Jawa Timur	1980	4.30
7	Denpasar	Bali	1977 - 1979	5.26

METODE PENELITIAN

Pengukuran Kecepatan Angin

Pengukuran kecepatan angin dilakukan pada lokasi terpilih di Kabupaten Aceh Besar yaitu Lhoksedu, Lampuuk, Lambadeuk dan Krueng Raya. Alat yang digunakan adalah Anemometer Digital + Monitor+ Wifi (Tipe *Davis Vantage Vue 6250*), dan Laptop masing-masing 1 (satu) unit yang dilengkapi pencatatan kondisi Hidro-Klimatologi dengan interval waktu setiap 1 menit, 24 jam, 1 bulan hingga 1 tahun sehingga mendapatkan data yang lebih akurat. Semua data yang diukur ditransfer ke dalam perangkat penyimpanan data (Data Storage), yaitu Laptop/Harddisk melalui program *WeatherLink* dimana program ini merupakan perangkat pendukung sehingga data-data tersebut dapat tersimpan secara otomatis dan langsung dapat dianalisa di lapangan.



Gambar 3. Anemometer Vantage Vue 6250

Pengukuran Radiasi Surya

Pengukuran radiasi surya/matahari dilakukan pada lokasi terpilih di Kabupaten Aceh Besar sama halnya pada lokasi pengukuran kecepatan angin, yaitu Lhoksedu, Lampuuk, Lambadeuk dan Krueng Raya menggunakan Pyranometer/Solar Power Meter (Tipe Lutron SPM-1116SD) sebanyak 1 (satu) unit yang dilengkapi pencatatan Datalogger dengan interval waktu setiap 1 detik sehingga mendapatkan data yang lebih akurat. Semua data yang diukur ditransfer ke dalam perangkat penyimpanan data (Data Storage), yaitu Laptop/Harddisk melalui program *Microsoft Excel* dimana program ini merupakan perangkat pendukung sehingga data-data tersebut dapat tersimpan secara otomatis dan langsung dapat dianalisa di lapangan.



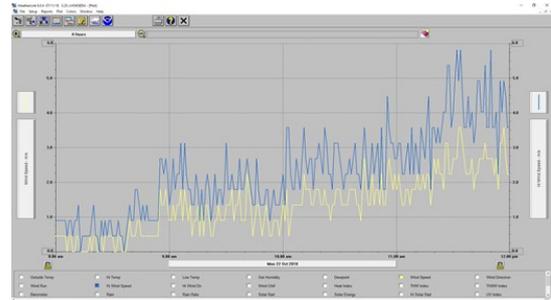
Gambar 4. Pyranometer/Solar Power Meter

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecepatan Angin

Lokasi 1) Lhoksedu

Pengukuran kecepatan angin di lokasi Lhoksedu dengan mengambil lokasi di pinggir jalan lintas Kabupaten Aceh Besar – Kabupaten Aceh Jaya tepatnya pada posisi koordinat $5^{\circ}21'12.6''$ Lintang Utara dan $95^{\circ}14'29.9''$ Bujur Timur. Pengukuran dengan interval waktu setiap 1 menit diperoleh kecepatan angin maksimum 6.3 m/det dan kecepatan angin rata-rata 1 m/det. Hal ini menunjukkan kecepatan angin pada lokasi tersebut relatif rendah dimana dari analisa lapangan menunjukkan kondisi kecepatan angin relatif menurun.



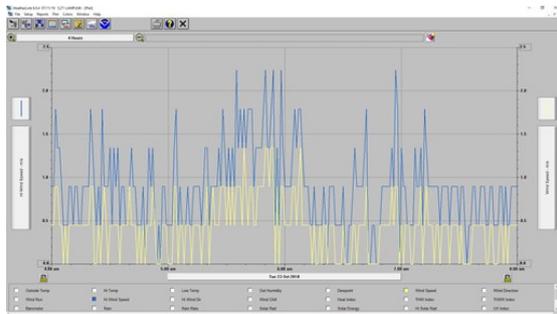
Gambar 5. Grafik Kecepatan Angin di Lhoksedu



Gambar 6. Kegiatan Lapangan

Lokasi 2) Lampuuk

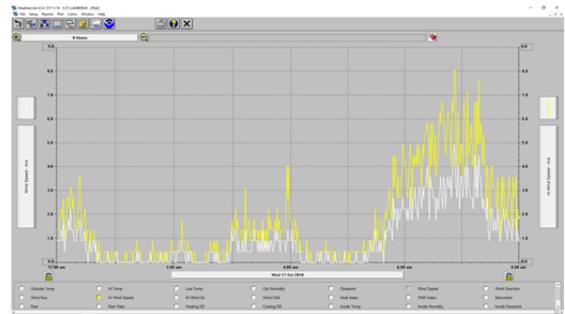
Pengukuran kecepatan angin di lokasi Lampuuk dengan mengambil lokasi di kawasan wisata pantai Lampuuk tepatnya pada posisi koordinat $5^{\circ}29'33.1''$ Lintang Utara dan $95^{\circ}13'48.3''$ Bujur Timur. Pengukuran dengan interval waktu setiap 1 menit diperoleh kecepatan angin maksimum 7.6 m/det dan kecepatan angin rata-rata 1.1 m/det. Hal ini menunjukkan kecepatan angin pada lokasi tersebut relatif rendah dimana dari analisa lapangan menunjukkan kondisi kecepatan angin relatif.



Gambar 7. Grafik Kecepatan Angin di Lampuuk

Lokasi 3) Lambadeuk

Pengukuran kecepatan angin di lokasi Lambadeuk dengan mengambil lokasi di depan mesjid Lambadeuk tepatnya pada posisi koordinat $5^{\circ}32'43.3''$ Lintang Utara dan $95^{\circ}14'42.6''$ Bujur Timur. Pengukuran dengan interval waktu setiap 1 menit diperoleh kecepatan angin maksimum 13 m/det dan kecepatan angin rata-rata 1.3 m/det. Hal ini menunjukkan kecepatan angin pada lokasi tersebut relatif rendah dimana dari analisa lapangan menunjukkan kondisi kecepatan angin relatif menurun.



Gambar 9. Grafik Kecepatan Angin di Lambadeuk



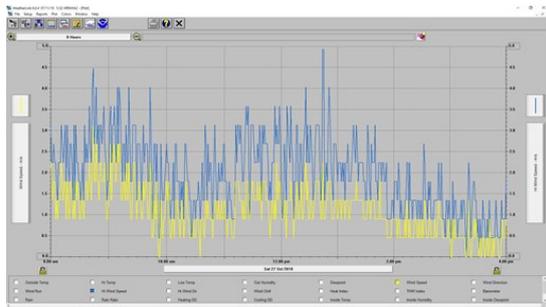
Gambar 8. Kegiatan Lapangan



Gambar 10. Kegiatan Lapangan

Lokasi 4) Krueng Raya

Pengukuran kecepatan angin di lokasi Krueng Raya dengan mengambil lokasi di kawasan PPI Krueng Raya tepatnya pada posisi koordinat $5^{\circ}35'37.6''$ Lintang Utara dan $95^{\circ}30'56.8''$ Bujur Timur. Pengukuran dengan interval waktu setiap 1 menit diperoleh kecepatan angin maksimum 9.4 m/det dan kecepatan angin rata-rata 3.1 m/det. Hal ini menunjukkan kecepatan angin pada lokasi tersebut relatif rendah dimana dari analisa lapangan menunjukkan kondisi kecepatan angin relatif menurun.



Gambar 11. Grafik Kecepatan Angin di Krueng Raya



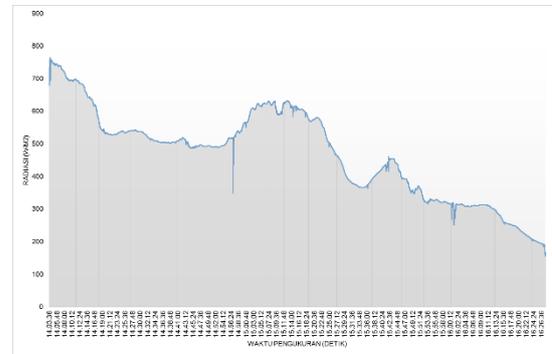
Gambar 12. Kegiatan Lapangan

Radiasi Surya

Lokasi 1) Lhoksedu

Pengukuran radiasi surya di lokasi Lhoksedu dengan mengambil lokasi di pinggir jalan lintas Kabupaten Aceh Besar – Kabupaten Aceh Jaya tepatnya pada posisi koordinat $5^{\circ}21'12.6''$ Lintang Utara dan $95^{\circ}14'29.9''$ Bujur

Timur. Pengukuran dengan interval waktu setiap 1 detik diperoleh radiasi surya maksimum 764.90 W/m², rata-rata 467.87 W/m² dan minimum 155.40 W/m².



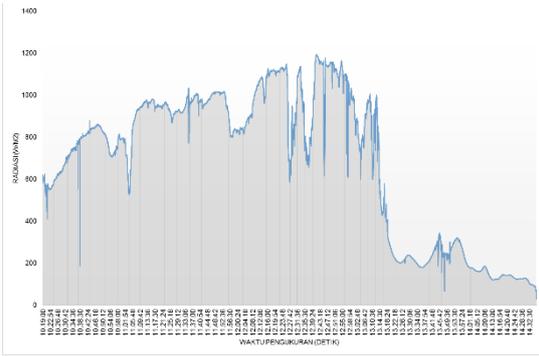
Gambar 13. Radiasi Surya di Lhoksedu



Gambar 14. Kegiatan Lapangan

Lokasi 2) Lampuuk

Pengukuran radiasi surya di lokasi Lampuuk dengan mengambil lokasi di kawasan wisata pantai Lampuuk tepatnya pada posisi koordinat $5^{\circ}29'33.1''$ Lintang Utara dan $95^{\circ}13'48.3''$ Bujur Timur. Pengukuran dengan interval waktu setiap 1 detik diperoleh radiasi surya maksimum 1193 W/m², rata-rata 678.74 W/m² dan minimum 30.20 W/m².



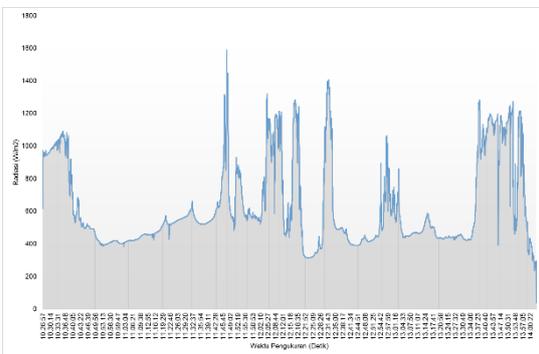
Gambar 15. Radiasi Surya di Lampuok



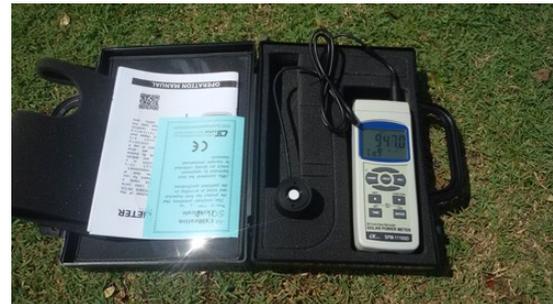
Gambar 15. Kegiatan Lapangan

Lokasi 3 Lambadeuk

Pengukuran radiasi surya di lokasi Lambadeuk dengan mengambil lokasi di depan mesjid Lambadeuk tepatnya pada posisi koordinat 5°32'43.3" Lintang Utara dan 95°14'42.6" Bujur Timur. Pengukuran dengan interval waktu setiap 1 detik diperoleh radiasi surya maksimum 1589 W/m², rata-rata 626.01 W/m² dan minimum 38.50 W/m².



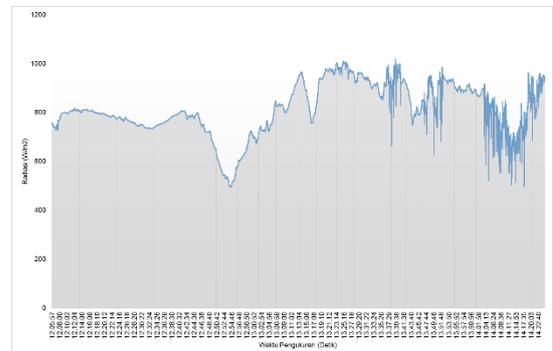
Gambar 16. Radiasi Surya di Lambadeuk



Gambar 17. Kegiatan Lapangan

Lokasi 4) Krueng Raya

Pengukuran radiasi surya di lokasi Krueng Raya dengan mengambil lokasi di kawasan PPI Krueng Raya tepatnya pada posisi koordinat 5°35'37.6" Lintang Utara dan 95°30'56.8" Bujur Timur. Pengukuran dengan interval waktu setiap 1 detik diperoleh radiasi surya maksimum 1019 W/m², rata-rata 811.65 W/m² dan minimum 493.50 W/m².



Gambar 18. Radiasi Surya di Krueng Raya



Gambar 19. Kegiatan Lapangan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengumpulan data dan analisa kecepatan angin dan radiasi matahari yang telah dilakukan termasuk dengan menggunakan data sekunder/data kecepatan angin dari Stasiun BMKG Blang Bintang pada Sultan Iskandar Muda Airport dan Stasiun BMKG Indrapuri, dapat disimpulkan bahwa yang lebih memiliki potensi untuk pengembangan PLTH angin dan surya adalah di lokasi Lambadeuk dengan radiasi surya mencapai angka maksimum 1589 W/m² Dan Krueng Raya dengan radiasi surya mencapai angka maksimum 1019 W/m², dengan pertimbangan penilaian dari segi potensi kecepatan angin dan radiasi matahari di Kabupaten Aceh Besar secara keseluruhan dan pemanfaatannya untuk keperluan kegiatan industri perikanan dan perikanan tambak, perumahan penduduk, wisata dan perdagangan. Di samping itu demikian perlu penelitian lebih lanjut dan survey yang panjang untuk dapat menfinalkan analisis energi yang dihasilkan dari kecepatan angin.

Saran

Pengembangan dan pengkajian potensi PLTH terutama energi yang bersumber dari tenaga angin tidak hanya dilakukan di Kabupaten Aceh Besar saja, namun dapat dilakukan di Kota/Kabupaten lain di sepanjang pesisir pantai dan pegunungan bagian barat Provinsi Aceh seperti Kabupaten Aceh Jaya, Kabupaten Aceh Barat, Kabupaten Aceh Selatan, Kota Subulussalam, dan Kabupaten Singkil karena

lokasi-lokasi tersebut memiliki kecepatan angin yang relatif besar karena berhadapan langsung dengan Samudera Hindia sebagai upaya pemanfaatan angin dan surya sebagai sumber energi alternatif mendukung program pemerintah khususnya di bidang energi terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2018). Aceh Besar Dalam Angka, Kabupaten Aceh Besar.
- ESDM. (2007) www.esdm.go.id. [Online]. Diakses dari: http://www.esdm.go.id/batubara/doc_download/714-blue-printpengelolaan-energi-nasional-pen.html.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2015). *Buku Informasi Energi*. Jakarta.
- Peraturan Menteri ESDM No. 04 Tahun 2012 Tentang Harga Pembelian Tenaga Listrik Oleh Pt Pln (Persero) Dari Pembangkit Tenaga Listrik Yang Menggunakan Energi Terbarukan Skala Kecil Dan Menengah Atau Kelebihan Tenaga Listrik.
- Potensi Angin. (30 Maret 2007). www.esdm.go.id. [Online]. Diakses dari: http://www.djlpe.esdm.go.id/modules.php?_act=detailC=news_media&news_id=1527.

-
- *How to cite this paper :*
Fadhli, F., & Syahputra, I. (2019). Identifikasi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) Angin dan Surya di Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 5(2), 87-95