

Perhitungan Potensi Energi Angin di Kalimantan Barat

Irine Rahmani Utami Ar^{a)}, Muh. Ishak Jumarang^{a*}, Apriansyah^b

^{a)}Program Studi Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura,

^{b)}Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA Universitas Tanjungpura
Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

*Email : ishakjumarang@physics.untan.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi energi angin di wilayah Kalimantan Barat. Perhitungan potensi energi angin menggunakan data kecepatan angin tahun 2006 s.d. 2015 di 14 kabupaten/kota. Data tersebut diolah dengan menggunakan *software surfer* dan dianalisis berdasarkan empat kondisi musim di Indonesia. Hasil perhitungan menunjukkan rata-rata daya listrik tertinggi pada Musim Barat, Musim Timur dan Musim Peralihan II per wilayah di Kalimantan Barat berada di Kabupaten Ketapang dengan nilai berturut-turut yaitu 562,22 Watt, 1013,39 Watt dan 173,18 Watt. Hasil yang sangat berbeda diperoleh Musim Peralihan I dimana rata-rata daya listriknya hanya berkisar antara 0,10 s.d 0,77 Watt. Hal tersebut menunjukkan daya listrik tertinggi terjadi pada Musim Timur dan berada pada Kabupaten Ketapang dengan nilai sebesar 1013,39 Watt. Namun dengan daya listrik tersebut Kabupaten Ketapang belum berpotensi menghasilkan daya listrik kontinu di Kalimantan Barat.

Kata kunci : *Energi Angin, Daya Listrik, Kalimantan Barat*

1. Latar Belakang

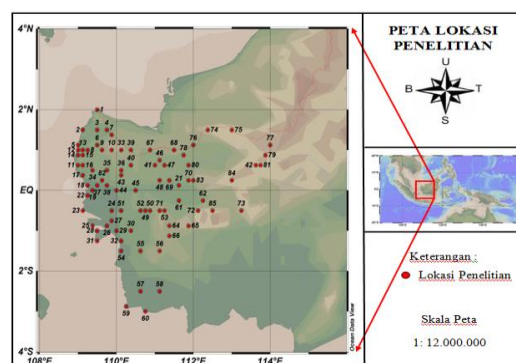
Energi listrik merupakan salah satu komponen terpenting dalam perkembangan suatu daerah. Perkembangan pembangunan yang berkelanjutan diiringi dengan kemajuan teknologi yang cukup pesat dan peningkatan taraf hidup dapat menyebabkan konsumsi energi listrik terus meningkat tinggi [1] tetapi peningkatan konsumsi energi tersebut tidak diseimbangi dengan persediaannya yang semakin langka dan terbatas [2]. Sumber daya energi yang selama ini banyak digunakan adalah jenis energi yang tidak dapat diperbarui, sumber energi ini akan habis dan manusia harus beralih ke sumber energi lain yang masih dapat digunakan. Kondisi ini mendorong masyarakat dunia dan Indonesia untuk menggunakan energi dari sumber energi terbarukan [3].

Sistem Konversi Energi Angin (SKEA) merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang memanfaatkan angin sebagai sumber energinya. Karena sifatnya yang ramah lingkungan sumber energi angin mulai dikembangkan guna mengantisipasi terjadinya krisis energi [4]. Wilayah Indonesia yang berada di sekitar daerah ekuator merupakan daerah pertemuan sirkulasi *Hadley*, *Walker*, dan lokal. Kondisi ini ditengarai memiliki potensi angin yang dapat dimanfaatkan untuk pengembangan energi terbarukan sebagai alternatif pembangkit listrik yang selama ini lebih banyak menggunakan bahan bakar minyak bumi [5]. Tidak semua daerah memiliki angin yang potensial, termasuk juga di Kalimantan Barat. Namun, angin adalah sumber energi alternatif

yang tidak mustahil untuk dikembangkan. Dalam pengembangan potensi energi angin perlu adanya pemetaan energi angin yang meliputi peta kecepatan angin pada setiap daerah di Kalimantan Barat [6]. Oleh karena itu studi potensi pemanfaatan energi angin ini sangat tepat dilakukan guna mengidentifikasi daerah-daerah berpotensi yang menghasilkan energi angin sebagai sumber energi listrik tak terbatas di Kalimantan Barat.

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan di 14 kabupaten/kota di Kalimantan Barat dengan jumlah total titik penelitaan adalah 84 titik pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian [7]

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kecepatan angin harian dalam arah u dan v dengan ketinggian 10 meter di atas permukaan laut dari tahun 2005 s.d. 2016 yang diunduh dari *website* resmi satelit NOAA <http://apps.ecmwf.int/>.

2.1 Perhitungan Kecepatan Resultan dan Arah Angin

Nilai resultan angin didapatkan dari nilai komponen u dan v kecepatan angin. Nilai u pada kecepatan angin adalah nilai kecepatan angin dalam arah vektor x atau dalam arah Timur – Barat atau yang biasa disebut dengan angin zonal, sedangkan nilai v adalah nilai kecepatan angin dalam arah vektor y atau dalam arah Utara – Selatan atau yang biasa disebut dengan angin meridiornal. Nilai kecepatan resultan angin didapat dari persamaan 1.

$$c = \sqrt{(u)^2 + (v)^2} \quad (1)$$

C adalah kecepatan resultan angin (m/s), sedangkan u dan v masing-masing adalah kecepatan angin dalam arah vektor x dan y dalam satuan m/s [8]. Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan arah kecepatan angin adalah persamaan 2.

$$\theta = \arctan \frac{v}{u} \quad (2)$$

U merupakan kecepatan angin dalam arah vektor x (m/s) dan v adalah kecepatan angin dalam arah vektor y (m/s) [9].

2.2 Perhitungan Potensi Energi Angin

Perhitungan energi angin berdasarkan prinsip perubahan energi kinetik yang dikonversikan menjadi energi mekanik yang memutar turbin angin, turbin angin ini terhubung dengan rotor dari generator. Generator mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Menghitung potensi energi angin dengan mengolah data kecepatan harian dengan menggunakan rumus daya mekanik pada Persamaan 3 [9].

$$P = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \eta \cdot \rho \cdot A \cdot c_i^3 \quad (3)$$

2.3 Pemetaan dan Analisis Potensi Energi Angin

Dalam penelitian ini data angin dibuat dalam bentuk peta kontur potensi energi angin yang akan dianalisis sebagai berikut:

1. Peta Kontur yang dibuat menggunakan aplikasi Surfer 9.0 menggunakan data arah dan kecepatan angin yang *dioverlay* dengan peta Kalimantan Barat untuk

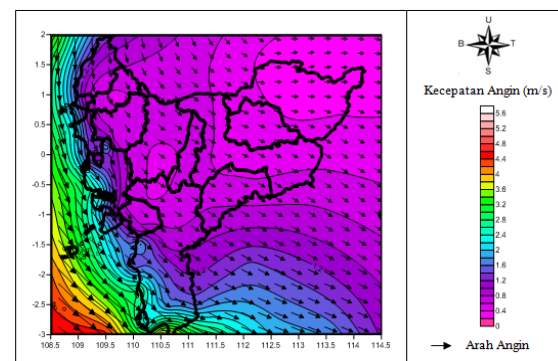
menganalisis karakteristik angin di Kalimantan Barat.

2. Pemetaan nilai potensi energi setiap daerah di Kalimantan Barat. Nilai potensi energi angin tersebut *dioverlay* dengan peta Kalimantan Barat sehingga dihasilkan peta potensi energi angin di Kalimantan Barat yang digunakan untuk menganalisa beberapa daerah yang paling berpotensi menghasilkan energi listrik melalui energi angin di Kalimantan Barat.
3. Hasil dari penelitian ini ditinjau berdasarkan empat kondisi musim yang ada di Indonesia, yaitu Musim Barat, Musim Timur, Peralihan I dan Peralihan II. Potensi daya listrik yang dihasilkan berbeda pada tiap-tiap kondisi tersebut. Daya listrik yang dihasilkan dari gelombang laut pada perairan pesisir Kalimantan Barat di 84 lokasi memiliki daya listrik yang berbeda-beda pula. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menunjukkan daerah mana yang lebih potensial dibandingkan dengan daerah-daerah lainnya.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Potensi Energi Angin pada Musim Barat

Arah angin dominan yang terjadi di daerah Kalimantan Barat pada Musim Barat (Desember-Januari-Februari) dari arah Barat Laut bergerak menuju Timur dan Timur Laut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Pergerakan angin dari Barat menuju Timur tersebut dapat disebabkan karena tekanan udara di daerah sebelah Barat lebih tinggi daripada sebelah Timur.



Gambar 2. Peta Kontur Kecepatan dan Arah Angin pada Musim Barat

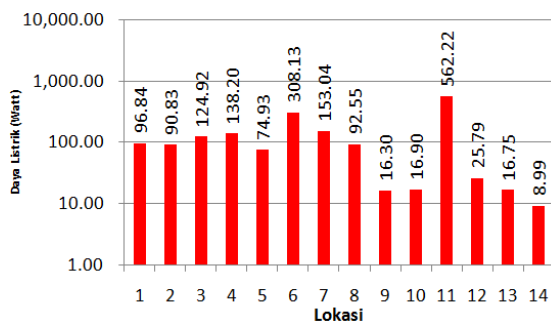
Musim Barat terjadi karena matahari yang berada di belahan Bumi Selatan Khatulistiwa menyebabkan Benua Australia mengalami musim panas dan bertekanan rendah, sedangkan Benua Asia mengalami musim dingin dan bertekanan tinggi sehingga angin bertiup

dari Benua Asia menuju Benua Australia. Angin yang bertiup dari Benua Asia melewati Samudera Hindia yang luas, oleh karena itu membawa banyak uap air sehingga di Indonesia terjadi musim hujan.

Kecepatan angin yang bertiup pada Musim Barat di Kalimantan Barat berkisar antara 0,33 s.d. 3,80 m/s. Kecepatan angin tertinggi berada di Kabupaten Ketapang dan kecepatan angin terendah berada di Kabupaten Kapuas Hulu.

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa rata-rata daya listrik per wilayah di Kalimantan Barat pada Musim Barat tertinggi berada di Kabupaten Ketapang yaitu 562,22 Watt dan rata-rata daya listrik terendah berada di Kabupaten Kapuas Hulu yaitu 8,99 Watt. Kabupaten Ketapang memiliki rata-rata daya listrik tertinggi daripada Kabupaten lain. Hal tersebut dikarenakan Kabupaten Ketapang memiliki kecepatan angin yang tinggi dimana kecepatan angin berbanding lurus dengan daya listrik yang dihasilkan.

Kabupaten Ketapang merupakan kabupaten terluas, memiliki pantai yang memanjang dari selatan ke utara dan sebagian pantai yang merupakan muara sungai. Suatu tempat yang dekat dengan laut suhu udara rata-rata hariannya tinggi. Air lebih lambat menerima dan melepaskan panas, sedangkan daratan lebih cepat dalam menerima dan melepaskan panas. Perbedaan suhu antara laut dan daratan tersebut menyebabkan perbedaan tekanan yang menyebabkan udara bergerak dari tekanan udara yang lebih tinggi ke tekanan udara yang lebih rendah dan menimbulkan angin dengan kecepatan tertentu.



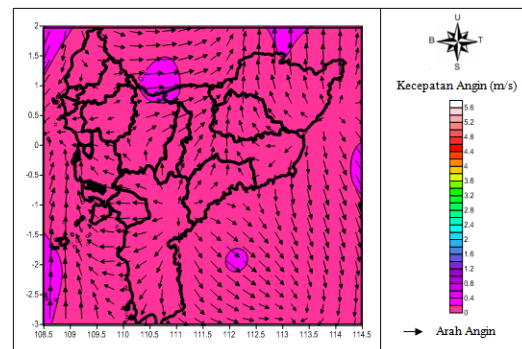
Gambar 3. Histogram Rata-Rata Daya Listrik Musim Barat

Kabupaten Ketapang merupakan daerah dengan lintang yang rendah. Letak lintang tersebut berkaitan dengan posisi Matahari. Daerah lintang rendah banyak mendapatkan sinar Matahari, sehingga lebih panas dibandingkan di daerah lintang tinggi. Dan sebaliknya, di daerah lintang tinggi lebih sedikit mendapatkan sinar Matahari sehingga suhu

udaranya pun lebih dingin dibanding daerah lintang rendah. Perbedaan panas ini menimbulkan sistem angin utama di Bumi. Selain itu, atmosfer juga ikut berotasi dengan Bumi. Molekul-molekul udara bergerak ke arah timur sesuai arah rotasi Bumi, gerakan ini disebut gerakan linier. Bentuk Bumi yang bulat menyebabkan kecepatan linier tertinggi di daerah ekuator (letak lintang rendah) dan makin kecil ke arah kutub (letak lintang tinggi).

3.2 Potensi Energi Angin pada Musim Peralihan I

Arah angin bervariasi ditunjukkan pada kondisi peralihan I (Maret-April-Mei) di wilayah Kalimantan Barat dimana arah angin ada yang bertiup dari arah Utara dan Tenggara maupun Barat

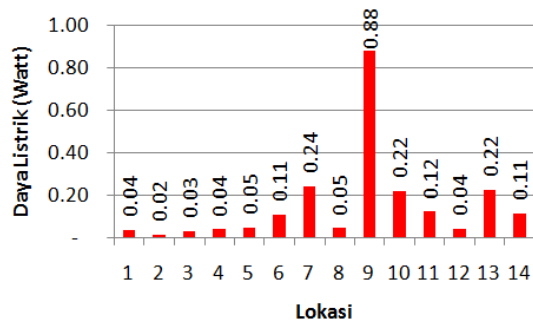


Gambar 4. Peta Kontur Kecepatan dan Arah Angin Musim Peralihan I

Arah angin pada musim peralihan I cenderung tidak teratur dikarenakan pada musim ini matahari bergerak melintasi wilayah khatulistiwa, menyebabkan angin menjadi lemah dan arahnya tidak teratur. Musim Peralihan I juga merupakan Musim Peralihan dari Musim Barat menuju Musim Timur sehingga angin dibelokkan atau dialihkan dapat dilihat pada Gambar 4.

Kecepatan angin pada Musim Peralihan I di wilayah Kalimantan Barat berkisar antara 0,01 s.d. 0,23 m/s. Kecepatan angin pada Musim Peralihan I sangat rendah dikarenakan angin melewati garis khatulistiwa dan gerakan angin melemah sehingga kecepatan angin menjadi sangat rendah bahkan tidak ada yang mencapai 1 m/s.

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa rata-rata daya listrik di wilayah Kalimantan Barat pada kondisi peralihan I juga sangat rendah hanya berkisar antara 0,10 s.d 0,77 Watt dikarenakan kecepatan angin yang berada di lokasi tersebut sangat rendah.

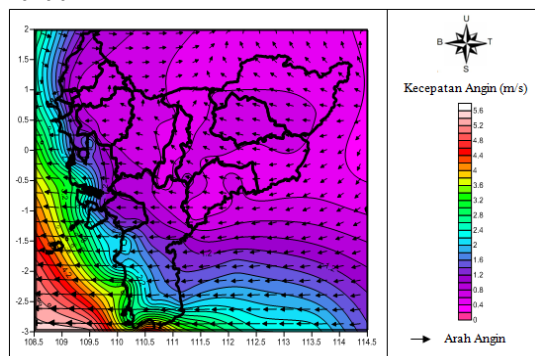


Gambar 5. Histogram Rata-Rata Daya Listrik Musim Peralihan I

3.3 Potensi Energi Angin pada Musim Timur

Matahari pada Musim Timur berada di belahan bumi Utara khatulistiwa menyebabkan Benua Asia mengalami musim panas dan bertekanan rendah, sedangkan Benua Australia mengalami musim dingin dan bertekanan tinggi sehingga angin bertiup dari Benua Australia menuju Benua Asia. Angin yang bertiup dari Benua Australia melewati daratan kering di bagian utara Benua Australia, oleh karena itu membawa sedikit uap air sehingga di Indonesia terjadi musim kemarau.

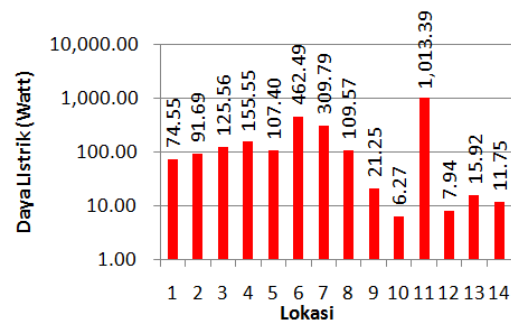
Arah angin dominan pada Musim Timur (Juni-Juli-Agustus) di wilayah Kalimantan Barat bertiup dari arah Timur dapat dilihat pada Gambar 6, hal ini disebabkan pusat tekanan di daerah Timur lebih tinggi daripada di daerah Barat.



Gambar 6. Peta Kontur Kecepatan dan Arah Angin Musim Timur

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa rata-rata daya listrik di Kalimantan Barat pada musim Timur rata-rata daya listrik tertinggi berada di Kabupaten Ketapang dan rata-rata daya listrik terendah di Kabupaten Sekadau. Musim Timur merupakan musim yang memiliki kecepatan angin tertinggi dari daripada musim lainnya. Hal ini dikarenakan intensitas sinar matahari lebih tinggi di Benua Asia daripada di Benua Australia. Akibatnya, di Asia tekanan udara rendah dan di Australia tekanan udaranya

tinggi. Sifat massa udara bergerak dari daerah yang memiliki tekanan udara tinggi menuju daerah yang memiliki tekanan lebih rendah. Semakin tinggi selisih tekanan udara antara dua daerah, maka kecepatan gerak massa udara juga akan semakin tinggi. Angin tersebut melewati stepa dan sabana (padang rumput) yang luas, angin ini tidak membawa uap air sehingga sebagian wilayah Indonesia mengalami musim kemarau. Bertiupnya angin dari Australia menuju Asia melewati daratan Kalimantan menyebabkan selatan Kalimantan bertekanan rendah sehingga kecepatan anginnya tinggi..



Gambar 7. Histogram Rata-Rata Daya Listrik Pada Musim Timur

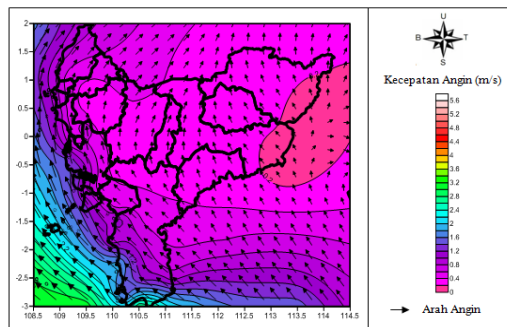
Keterangan Lokasi :

- 1 Kabupaten Sambas
- 2 Kabupaten Bengkayang
- 3 Kota Singkawang
- 4 Kabupaten Mempawah
- 5 Kota Pontianak
- 6 Kabupaten Kubu Raya
- 7 Kabupaten Kayong Utara
- 8 Kabupaten Landak
- 9 Kabupaten Sanggau
- 10 Kabupaten Sekadau
- 11 Kabupaten Ketapang
- 12 Kabupaten Melawi
- 13 Kabupaten Sintang
- 14 Kabupaten Kapuas Hulu

3.4 Potensi Energi Angin pada Musim Peralihan II

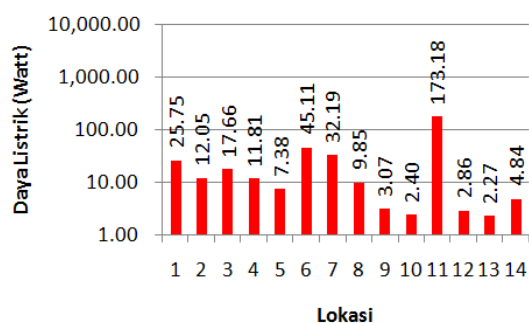
Arah angin dominan kondisi peralihan II (September-Oktober-Nopember) di perairan pesisir Kalimantan Barat bertiup dari arah Tenggara. Hal tersebut menandakan sebagai berakhirnya musim Timur dan menyebabkan angin mulai bergerak menuju arah Barat Laut terlihat pada Gambar 8.

Kecepatan angin yang bertiup pada kondisi peralihan II di wilayah Kalimantan Barat berkisar antara 0,05 s.d 2,62 m/s. Kecepatan angin tertinggi masih berada di Kabupaten Ketapang dan kecepatan angin terendah berada di Kabupaten Sintang.



Gambar 8. Peta Kontur Kecepatan dan Arah Angin Musim Peralihan II

Berdasarkan Gambar 9. dapat dilihat bahwa rata-rata daya listrik di wilayah Kalimantan Barat pada kondisi peralihan II rata-rata daya listrik tertinggi berada di Kabupaten Ketapang dan rata-rata daya listrik terendah di Kabupaten Sekadau.



Gambar 9. Histogram Rata-Rata Daya Listrik Pada Musim Peralihan

4. Kesimpulan

Rata-rata daya listrik tertinggi pada musim Barat, musim Timur dan musim peralihan II per wilayah di Kalimantan Barat berada di kabupaten Ketapang dengan nilai berturut-turut yaitu 562,22 Watt, 1013,39 Watt dan 173,18 Watt. Rata-rata daya listrik sangat rendah ditunjukkan pada musim peralihan I di wilayah Kalimantan Barat yang hanya berkisar antara 0,1 s.d 0,771 Watt. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut daya listrik tertinggi berada di Kabupaten Ketapang pada musim Timur dengan nilai sebesar 1013,39 Watt. Berdasarkan data dan analisa yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa daya listrik yang dihasilkan tersebut dinilai belum berpotensi besar menghasilkan daya listrik kontinu di Kalimantan Barat.

Daftar Pustaka

- [1] A, Rahman A. Prakiraan Dan Analisa Kebutuhan Energi Listrik Provinsi Sumatra Barat Hingga Tahun 2014 dengan Metode Analisis Regresi Linear Berganda. Teknik Elektro ITP. 2015 Juli; 4(2).
- [2] Rizkiani I, Kamiran, Subchan. Analisis dan Simulasi Konversi Energi Angin Menjadi Energi Listrik Menggunakan Metode Feedback Linearization Control. Jurnal Sains dan Seni ITS. 2012 September; 1(1).
- [3] Rachman A. Analisis dan Pemetaan Potensi Energi Angin di Indonesia Depok: Universitas Indonesia; 2012.
- [4] Resmi C. Studi Eksperimental Sistem Pembangkit Listrik pada Vertical Axis Wind Turbine (VAWT) Skala Kecil Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember; 2010.
- [5] Habibie MN, Sasmito, Kurniawan R. Kajian Potensi Energi Angin di Wilayah Sulawesi dan Maluku. Jurnal Meteorologi Dan Geofisika. 2011 September; 12(2).
- [6] Tambrin MH. Analisis Potensi Energi Angin dalam Mendukung Kelistrikan Kawasan Perbatasan Studi Kasus :Desa Temajuk Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas Pontianak: Universitas Tanjungpura; 2014.
- [7] Schlitzer R. Ocean Data View Software. [Online].; 2014 [cited 2015 Januari. Available from <https://odv.awi.de/>.
- [8] Lakitan B. Dasar-dasar Klimatologi Jakarta: Raja Grafindo Husada; 2002.
- [9] Himran S. Potensi Energi Angin. Jurnal Forum Teknik. 2002; 26(1).