

Analisis Pengaruh Tutupan Awan Terhadap Radiasi Matahari di Kota Pontianak

Reni Anggreni^a, Muliadi^a, Riza Adriat^{a*}

^aProdi Geofisika, FMIPA Universitas Tanjungpura, Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

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

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh tutupan awan terhadap radiasi matahari di Kota Pontianak. Data yang digunakan adalah tutupan awan yang diperoleh dari satelite *ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecasts)* dan radiasi matahari yang diperoleh dari satelite *NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration's)*. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh tutupan awan terhadap radiasi matahari dan mengetahui potensi energi matahari selama lima tahun (2012-2016). Penelitian ini menggunakan metode regresi linier sederhana yang menghasilkan nilai korelasi rata-rata bulanan sebesar -0,73 untuk tutupan awan rendah dan -0,22 untuk tutupan awan tinggi. Nilai korelasi -0,73 mempengaruhi radiasi matahari karena tutupan awan rendah lebih banyak memantulkan gelombang pendek dari matahari dan lebih banyak meneruskan gelombang panjang dari bumi, sedangkan nilai korelasi -0,22 sangat kecil mempengaruhi radiasi matahari karena tutupan awan tinggi lebih banyak meneruskan gelombang pendek dari matahari dan memantulkan gelombang panjang dari bumi. Dari penelitian ini diperoleh nilai rata-rata radiasi matahari bulanan di Kota Pontianak adalah sebesar 644,48 Watt/m² sedangkan nilai rata-rata energi matahari bulanan sebesar 464,03 kWh/m² per bulan.

Kata Kunci: Radiasi Matahari, Tutupan Awan, Metode Regresi Linier Sederhana

1. Latar Belakang

Energi matahari merupakan energi yang terbarukan, selain itu hasil buangan energi ini dikatakan tidak ada sama sekali. Hal inilah yang membuat energi matahari menjadi salah satu pilihan energi masa yang akan datang [1]. Energi surya (matahari) berupa radiasi elektromagnetik yang dipancarkan ke bumi berupa cahaya matahari yang terdiri atas foton atau partikel energi surya yang dikonversikan menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga surya adalah sistem pembangkit listrik yang ramah lingkungan, dan sangat prospektif sebagai salah satu alternatif untuk menggantikan pembangkit listrik menggunakan uap atau dengan minyak maupun batubara [2]. Energi matahari ini juga dipengaruhi oleh tutupan awan yang ada diatas sel penangkapnya/sel PV (*photovoltaic*). Sel tenaga surya adalah sebuah alat semikonduktor yang mampu mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Perubahan ini disebut efek *photovoltaic*. Kondisi tutupan awan juga mempengaruhi insolasi yang diterima yaitu pada saat awan menutupi matahari, tingkat pencahayaan ke permukaan bumi berkurang. Namun bila terdapat cukup cahaya dari bayangan yang ada, maka PV dapat menghasilkan energi sekitar setengah dari kemampuan produksinya. Semakin tebal awan semakin berkurang juga energi yang dihasilkan,

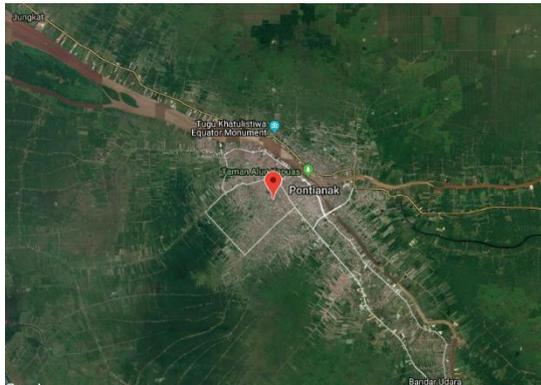
bahkan jika terdapat awan yang sangat tebal, tidak menutup kemungkinan solar panel menghasilkan energi yang sangat sedikit [3].

Ekuator menerima radiasi matahari sepanjang tahun dan salah satu kota yang dilalui oleh garis ekuator adalah Kota Pontianak. Kota Pontianak adalah salah satu kota yang istimewa karena dilalui oleh garis khatulistiwa tepatnya di lintang 0°. Wilayah yang dilalui garis khatulistiwa, menerima radiasi yang cenderung tegak lurus dibanding wilayah lain, sehingga memberikan kontribusi dalam pemanfaatan energi matahari [4].

Penelitian mengenai energi matahari telah dilakukan oleh Arrasy dan Dupe (2012) yaitu potensi energi matahari dengan menganalisis tutupan awan di Jawa Barat. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh kesimpulan utama bahwa daerah Jawa Barat bagian Utara memiliki potensi energi matahari yang cukup baik dengan nilai insolasi sekitar 550 Watt/m².

Kota Pontianak memiliki potensi untuk mengembangkan energi matahari, oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tutupan awan terhadap radiasi matahari dengan cara menganalisis tutupan awan dan radiasi matahari guna memberikan gambaran potensi energi matahari di Kota Pontianak. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar

perhitungan untuk pengembangan potensi listrik yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan di masa yang akan datang.



Gambar 1. Peta Kota Pontianak (Sumber: <http://www.mapnall.com>)

2. Metodologi

2.1. Data Penelitian

Data yang digunakan adalah data tutupan awan rendah, tutupan awan menengah, dan tutupan awan tinggi yang didapat dari satelit *ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)* (www.ecmwf.int). Kemudian data radiasi matahari yang didapat dari satelit *NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration's) ESRL (The Earth System Research Laboratory)* (www.esrl.noaa.gov) berupa data bulanan selama lima tahun dari bulan Januari 2012 – Desember 2016.

2.2. Pengolahan Data

Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan data sebagai berikut:

1. Normalisasi data awan merupakan suatu pendekatan sistematis untuk meminimalisir kerangkapan data agar data tersebut bekerja dengan optimal dan menghindari terjadinya anomali data atau tidak konsistennya data. Dilakukan dengan mengurangi data dengan rata-rata data.

Bentuk Persamaan :

$$S'(x, y) = S(x, y) - \bar{S}(x, y) \quad (1)$$

$S'(x, y)$ adalah normalisasi data, $S(x, y)$ adalah data dan $\bar{S}(x, y)$ adalah rata-rata data.

2. Menentukan pengaruh tutupan awan rendah, tutupan awan menengah, dan tutupan awan tinggi terhadap radiasi matahari dengan menggunakan regresi linier sederhana.

- a) Bentuk umum persamaan regresi linier sederhana:

$$Y = mX + c \quad (2)$$

energi matahari untuk memenuhi kebutuhan

Keterangan:

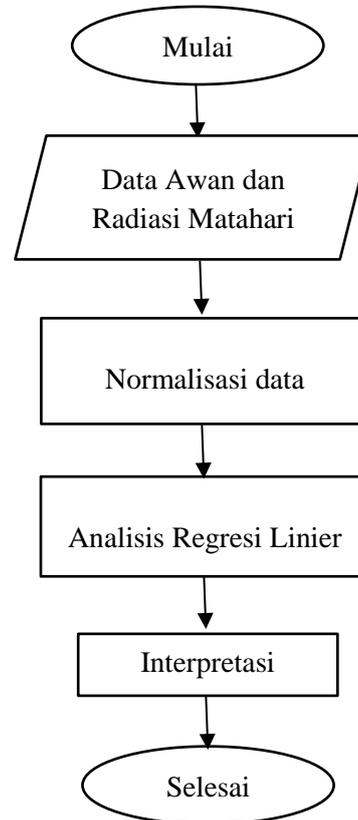
Y = Radiasi matahari

X = Tutupan awan

m = Koefisien tutupan awan

c = Konstanta

2.3. Diagram Alir Penelitian



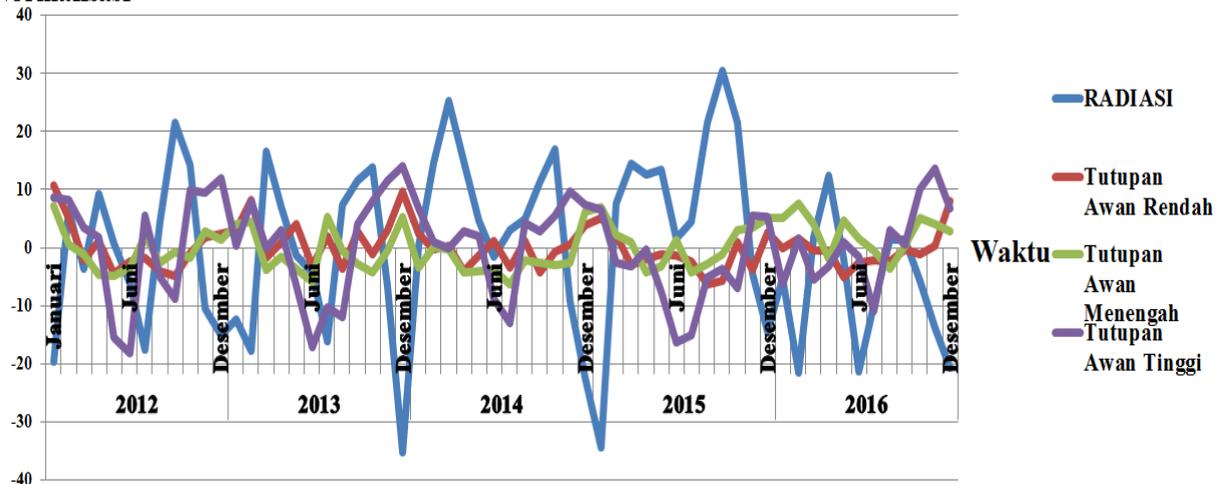
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan dari data radiasi matahari dan tutupan awan bulanan selama lima tahun (2012-2016) yang diperoleh dari satelit, dimana hubungan radiasi matahari dan tutupan awan terlebih dahulu di normalisasikan. Data yang di normalisasi ini bertujuan untuk menghilangkan dan mengurangi redudansi data (kumpulan data yang sama mengakibatkan pemborosan media penyimpanan), perubahan data (penyisipan, pengubahan dan penghapusan), mencegah anomali pada data (keanehan pada proses penyisipan, pengubahan dan penghapusan) dan struktur data mudah dipahami dan dikembangkan.

3.1. Hubungan Radiasi Matahari dan Tutupan Awan

Normalisasi



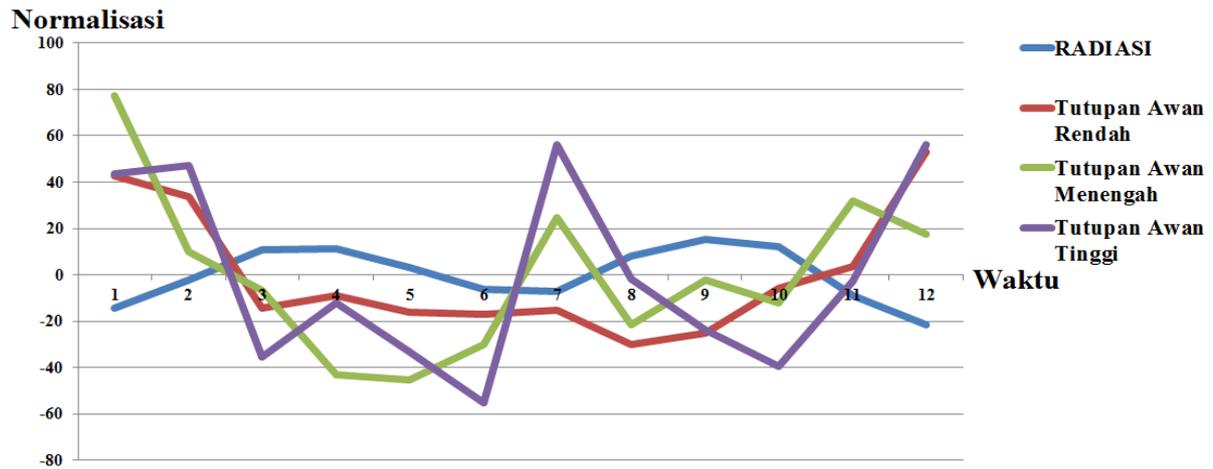
Gambar 3. Grafik radiasi matahari dan tutupan awan rendah, menengah, dan tinggi tahun 2012-2016

Gambar 3 menunjukkan grafik hubungan radiasi matahari berbanding terbalik terhadap tutupan awan rendah, menengah, dan tinggi. Nilai radiasi matahari pada titik maksimum yang terjadi pada musim panas diperoleh sebesar $30,5 \text{ Watt/m}^2$ dibulan Oktober, hal ini terjadi karena adanya pergerakan angin monsun timur yang bertiup dari benua Australia ke benua Asia melalui gurun pasir yang kering dibagian utara Australia dan hanya sedikit membawa uap air yang melalui lautan sempit, sehingga Indonesia akan mengalami musim kemarau. Untuk nilai tutupan awan maksimum terjadi pada musim penghujan diperoleh sebesar 10,8 % pada bulan Januari, hal ini terjadi adanya pergerakan angin monsun barat yang membawa banyak massa uap air saat melalui lautan luas di bagian Utara yaitu Samudra pasifik dan Laut Cina Selatan.

Uap air yang terkandung dalam parcel massa udara yang naik ke level yang lebih tinggi akan berkondensasi pada inti kondensasi yang tersedia, apabila suhu lingkungannya sama dengan suhu titik embun parcel udara serta butir air yang akan terus naik ke level lebih tinggi sampai ditemui kondisi udara yang stabil. Naiknya uap air tersebut hingga mencapai suhu yang rendah di udara pada ketinggian tertentu akan membeku membentuk awan [5].

Hubungan antara radiasi matahari dan tutupan awan berkorelasi negatif artinya semakin besar nilai tutupan awan maka semakin kecil nilai radiasi matahari. Tutupan rendah dan radiasi matahari memiliki nilai korelasi $-0,57$ sedangkan untuk tutupan awan tinggi dan radiasi matahari memiliki nilai korelasi $-0,3$ yang artinya pada saat terjadi tutupan awan rendah, radiasi matahari lebih banyak memantulkan gelombang pendek dari matahari dan lebih banyak meneruskan gelombang panjang dari bumi.

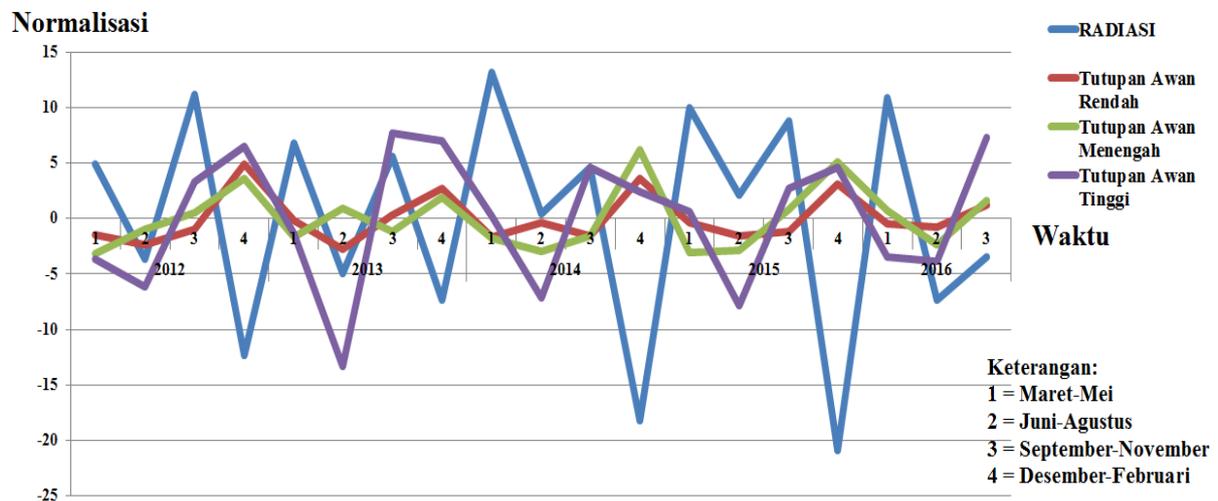
Jenis-jenis awan memiliki pengaruh yang berbeda-beda untuk ketersediaan energi bumi. Awan rendah salah satunya jenis awan stratocumulus yang memiliki bentuk awan yang tebal, tidak tembus cahaya dan tidak banyak meneruskan energi matahari ke permukaan bumi sehingga permukaan bumi cenderung mengalami pendinginan, sedangkan awan tinggi salah satunya jenis awan cirrus yang memiliki bentuk awan yang tipis, transparan dan meneruskan radiasi matahari gelombang pendek sampai ke permukaan bumi sehingga permukaan bumi cenderung mengalami pemanasan [6].



Gambar 4. Grafik radiasi matahari dan tutupan awan rata-rata bulanan dari tahun (2012-2016)

Gambar 4 merupakan grafik yang menghasilkan hubungan radiasi matahari dan tutupan awan yang dirata-ratakan dari lima tahun. Dari hasil grafik pada bulan Januari, Februari, Juni, Juli, November dan Desember nilai radiasi matahari yang dihasilkan rendah, sedangkan untuk nilai tutupan awan yang dihasilkan tinggi karena pada bulan tersebut berada dalam musim penghujan disebabkan oleh bertiupnya angin monsun barat. Sebaliknya pada bulan Maret, April, Mei, Agustus, September dan Oktober nilai radiasi matahari

yang dihasilkan tinggi, sedangkan untuk nilai tutupan awan yang dihasilkan rendah, khusus dibulan Juli tutupan awan tinggi dan tutupan awan menengah memiliki nilai yang tinggi dan untuk tutupan awan rendah memiliki nilai yang rendah, disebabkan berada pada musim panas karena bertiupnya angin monsun timur. Nilai korelasi radiasi matahari dan tutupan awan yang diperoleh -0,73 untuk tutupan awan rendah, -0,7 untuk tutupan awan menengah, dan -0,22 untuk tutupan awan tinggi.



Gambar 5. Grafik radiasi matahari dan tutupan awan musiman dalam gerak semu matahari

Gambar 5 merupakan grafik hubungan radiasi matahari dan tutupan awan musiman dalam gerak semu matahari selama lima tahun. Radiasi matahari musiman dalam gerak semu matahari pada saat musim penghujan pada bulan Juni-Agustus dan Desember-Februari setiap tahunnya memiliki nilai yang rendah dan tutupan awan memiliki nilai yang tinggi karena bertiupnya angin monsun barat, sedangkan radiasi matahari pada saat musim panas pada

bulan Maret-April dan September-November setiap tahunnya memiliki nilai yang tinggi dan tutupan awan memiliki nilai yang rendah karena bertiupnya angin monsun timur. Nilai korelasi radiasi matahari dan tutupan awan musiman dalam gerak semu matahari diperoleh -0,66 untuk awan rendah, -0,7 untuk awan menengah, dan -0,12 untuk tutupan awan tinggi

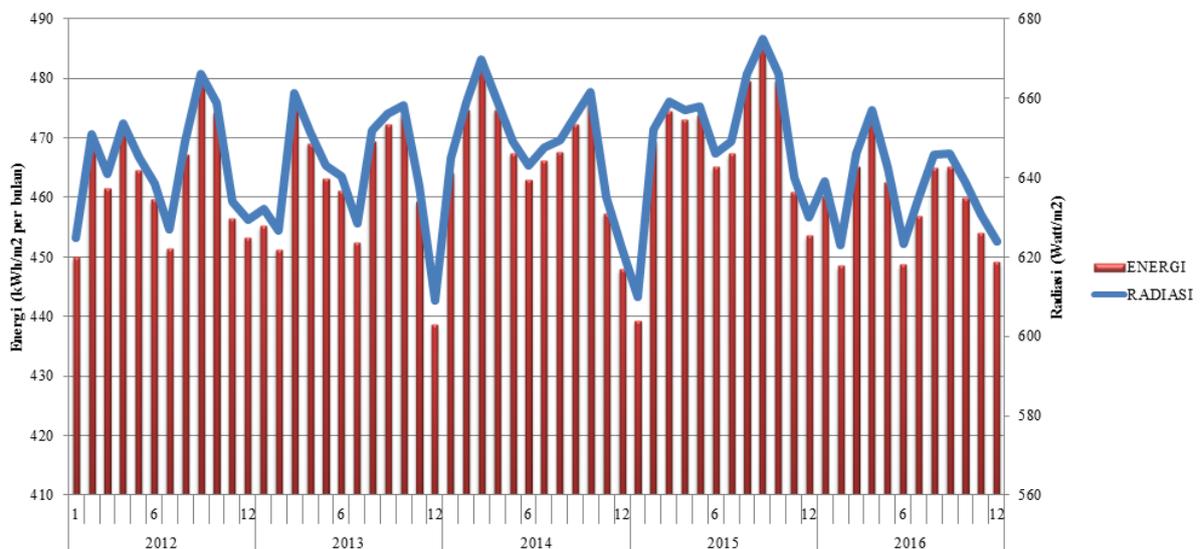
Pergerakan semu matahari setiap tiga bulan menyebabkan perpindahan lokasi

pemanasan permukaan bumi. Dampak dari fenomena ini menyebabkan perbedaan tekanan udara pada Belahan Bumi Utara (BBU) dan Belahan Bumi Selatan (BBS). Indonesia yang berada pada garis katulistiwa merupakan daerah lintasan pergerakan udara sebagai akibat dari perbedaan tekanan udara pada kedua belahan bumi ini yang dikenal sebagai angin monsun [7].

3.2. Potensi Energi Matahari

Nilai potensi energi matahari maksimum yang diperoleh NREL (*Nasional Renewable*

Energy Laboratory) adalah $6,8 \text{ kWh/m}^2$ per hari untuk efisiensi PV (*photovoltaik*). Nilai potensi rata-rata yang diperoleh untuk Kota Pontianak $15,5 \text{ kWh/m}^2$ per hari sehingga penggunaan potensi energi matahari di Kota Pontianak dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga surya rumahan. Panel surya yang dapat digunakan minimal 100Wp (*Watt peak*) sehari 5 jam diasumsikan 4 jam untuk Kota Pontianak, sehingga 100Wp dikali 4 jam sama dengan 400 Wh/m^2 per hari atau $0,4 \text{ kWh/m}^2$ per hari.



Gambar 6. Grafik Potensi Energi Matahari Kota Pontianak

Dengan melihat grafik potensi energi matahari yang diperoleh untuk nilai minimum pada bulan Desember tahun 2013 sebesar $438,6 \text{ kWh/m}^2$ per bulan, Desember tahun 2014 sebesar $447,9 \text{ kWh/m}^2$ per bulan, Januari tahun 2015 sebesar $439,2 \text{ kWh/m}^2$ per bulan, Februari tahun 2016 sebesar $448,5 \text{ kWh/m}^2$ per bulan, Juni tahun 2016 sebesar $448,6 \text{ kWh/m}^2$ per bulan, sedangkan untuk nilai maksimum pada bulan September tahun 2012 sebesar $479,6 \text{ kWh/m}^2$ per bulan, Maret tahun 2014 sebesar $482,3 \text{ kWh/m}^2$ per bulan, Agustus $479,5 \text{ kWh/m}^2$ per bulan, September 486 kWh/m^2 per bulan, dan Oktober $479,5 \text{ kWh/m}^2$ per bulan ditahun 2015.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Nilai radiasi matahari dan tutupan awan berkorelasi negatif artinya semakin besar nilai tutupan awan maka semakin kecil nilai radiasi matahari. Dalam penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa Kota Pontianak memiliki nilai korelasi rata-rata radiasi matahari

terhadap tutupan awan rendah dan radiasi matahari terhadap tutupan awan menengah secara berurutan sebesar $-0,73$ dan $-0,69$. Korelasi $-0,73$ ini menandakan bahwa tutupan awan mempengaruhi radiasi matahari, sedangkan untuk nilai korelasi rata-rata radiasi matahari terhadap tutupan awan tinggi sebesar $-0,22$ ini menandakan bahwa tutupan awan tinggi tidak mempengaruhi radiasi matahari.

Potensi energi matahari yang diperoleh untuk Kota Pontianak memiliki nilai rata-rata radiasi matahari sekitar $644,48 \text{ Watt/m}^2$ dengan nilai energi matahari $464,03 \text{ kWh/m}^2$ per bulan. Nilai efisiensi PV maksimum yang diperoleh NREL adalah $6,8 \text{ kWh/m}^2$ per hari. Nilai potensi rata-rata yang diperoleh untuk Kota Pontianak $15,5 \text{ kWh/m}^2$ per hari sehingga penggunaan potensi energi matahari di Kota Pontianak dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga surya rumahan.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan dari penelitian ini, ada beberapa saran yang dapat

dilakukan agar penelitian ini berguna serta dapat menjadi acuan dalam penelitian-penelitian selanjutnya yaitu, dengan menambahkan parameter curah hujan untuk melihat hubungan antara radiasi matahari dan tutupan awan. Umumnya curah hujan yang semakin tinggi menurunkan intensitas radiasi matahari.

Daftar Pustaka

- [1] Arrasy, I. Y., & Dupe, Z. L. (2012). Estimasi Potensi Energi Matahari Berdasarkan Analisis Tutupan Awan Studi Kasus Jawa Barat. *Jurnal Meteorologi*, 1-10.
- [2] Rahayuningtyas, A., Kuala, S. I., & Apriyanto, I. F. (2014). Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Skala Rumah Sederhana Di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan. *Prosiding SnaPP 2014 Sains, Teknologi, dan Kesehatan*, 4:1-8.
- [3] Pelland, S., & McKenney, D. W. (2006). The Development Of Photovoltaic Resource Maps For Canada. *Annual Conference of the Solar Energy Society of Canada*, 31:1-8.
- [4] Septiadi, D., Nantohy, P., Souissa, M., & Rumlawang, F. Y. (2009). Proyeksi potensi energi surya sebagai energi terbarukan (studi wilayah ambon dan sekitarnya). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 10:1-7.
- [5] Syaifullah, D. (2011). Potensi Atmosfer Dalam Pembentukan Awan Konvektif Kotopanjang dan DAS Singkarak. *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, 12:9-16.
- [6] NASA. (2017). CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System). Washington, D.C.: www.nasa.gov.
- [7] Dida, H. P., Widhiyanuriyawan, D., & Suparman, S. (2016). Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelite QuikScat dan WindSat. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2:95-101.