

Analisis Potensi Energi Matahari Menggunakan Data Lama Penyinaran Matahari (LPM) Kota Pontianak

Angie Islammiyati ^{a,*}, Sutikno ^b

^aProdi Fisika, FMIPA Universitas Tanjungpura,

^bKepala Seksi Data dan Informasi BMKG Supadio Pontianak

*Email : angie_islammiyati@student.untan.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan analisis potensi energi matahari menggunakan data lama penyinaran matahari (LPM) kota Pontianak, untuk mengetahui hubungan lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari terhadap pergerakan semu matahari dan akibatnya. Proses pengolahan data dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pengumpulan data dan perhitungan data, yang meliputi data lama penyinaran matahari, data intensitas radiasi, data temperatur dan data kelembaban yang dicatat dan didokumentasikan oleh BMKG Supadio Pontianak. Dengan menggunakan instrumen *Campbell-Stokes* yang terdiri dari kertas pias yang telah terbagi: bumi utara (300 lembar), khatulistiwa (200 lembar), bumi selatan (300 lembar) dan AWS (*Automatic Weather Station*) yang telah terpasang secara digital untuk pengukuran intensitas radiasi matahari. Selanjutnya dari data yang diperoleh kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan Penman-Monteith. Hasilnya berupa data rata-rata penyinaran selama 8 jam pada wilayah Kota Pontianak dan data rata-rata hubungan antara temperatur dan kelembaban udara. Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh potensi energi matahari rata-rata mencapai lebih dari 60% dan lama penyinaran matahari sekitar 2-4 jam per hari.

Kata Kunci : Energi Surya, LPM, Radiasi Matahari, Potensi Matahari

Abstract

An analysis of the potential of solar energy has been carried out using the old solar irradiation data (LPM) of Pontianak, to determine the relationship between solar irradiation duration and the intensity of solar radiation on the apparent movement of the sun and its effects. The data processing is carried out in several stages which include data and data calculations, which include data on solar irradiation length, radiation intensity data, temperature data, and humidity data which are recorded and documented by BMKG Supadio Pontianak. By using the Campbell-Stokes instrument which consists of divided pias paper: north earth (300 sheets), equator (200 sheets), south earth (300 sheets) and AWS (Automatic Weather Station) that has been digitally installed for measuring solar radiation Furthermore, the data obtained is then calculated using the Penman-Monteith equation. Displays the average data for 8 hours in the Pontianak City area and the average relationship data between air temperature and humidity. Based on the results of calculations and calculations obtained average solar energy reaches more than 60% and the long solar irradiation of about 2-4 hours per day.

Keywords: Solar energy, LPM, solar radiation, solar potential

1. Latar Belakang

Saat ini sebagian besar energi dunia bersumber dari bahan bakar fosil, seperti minyak, gas alam, dan batu bara. Seiring dengan perkembangan ekonomi dunia yang semakin maju kebutuhan energi semakin meningkat, akan tetapi ketersediaan sumber daya fosil semakin menipis. Karena itu diperlukan sumber-sumber energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi dunia. Salah satu diantaranya adalah energi radiasi matahari. Sebagai negara yang dilewati oleh garis khatulistiwa, Indonesia menerima radiasi matahari sekitar 1800 kWh/m² per tahun. Secara khusus, kota Pontianak yang berada tepat di garis khatulistiwa dengan koordinat geografis 0°02'24"LU-101°37"LS109°23'04"BT, menerima radiasi matahari yang lebih tinggi mencapai 2000 kWh/m²/tahun. Berdasarkan data ini, radiasi matahari diharapkan dapat menjadi salah satu energi alternatif ramah lingkungan yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia khususnya kota Pontianak dan umumnya di dunia (Ditjen EBTKE, 2016).

Matahari merupakan salah satu sumber energi dan sebagai kendali iklim di bumi, atmosfer dan samudera. Radiasi matahari mempunyai panjang gelombang antara 0,15-3,0µm. Di dalam atmosfer bumi, sebagian radiasi matahari mengalami atenuasi, yaitu absorpsi, refleksi, difusi, dan sebagian lagi di transmisikan atau diemisikan kembali setelah diabsorpsi. Perubahan posisi bumi terhadap matahari menyebabkan perbedaan intensitas radiasi matahari atau insolasi dan lama penyinaran matahari (*sunshine duration*) yang diterima permukaan bumi, semakin jauh letak tempat dari garis ekuator maka kenaikan lama penyinaran akan semakin besar begitupun dengan intensitas radiasi matahari suatu daerah dipengaruhi topografi, posisi lintang dan gerak semu matahari dan lama penyinaran matahari (*sunshine duration*) ialah lamanya matahari bersinar cerah sampai ke permukaan bumi dalam periode satu hari, diukur dalam jam. Periode satu hari disebut panjang hari yaitu jangka waktu matahari berada diatas horizon (Sari *et al.*, 2014). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pujiastuti (2016) mengemukakan bahwa sistem perhitungan/penafsiran lama penyinaran matahari dapat menggunakan metode *OTSU THRESHOLD*, yaitu dengan membandingkan perkiraan panjang bekas penyinaran dengan jarak skala dalam 1 jam,

dengan membagi histogram citra *graylevel* kedalam dua daerah yang berbeda secara otomatis yaitu, objek latar depan (*foreground*) dan latar belakang (*background*) yang memiliki bagian saling bertumpuk berdasarkan histogramnya, hasilnya berupa akumulasi perbandingan perkiraan panjang berkas penyinaran disetiap jam. Kemudian penelitian selanjutnya dilakukan oleh Utomo (2017), untuk prediksi radiasi surya global bulanan Kota Bandung dengan menggunakan data LPM (lama penyinaran matahari) dengan menggunakan korelasi angstrom untuk mengetahui keamatan hubungan antara radiasi surya global dengan LPM (lama penyinaran matahari), dihasilkan bahwa radiasi surya di kota bandung lebih didominasi komponen radiasi surya baur, yang disebabkan kondisi atmosfer yang berawan. Kemudian penelitian dilanjutkan oleh Nuraini dkk (2017), yaitu menganalisis potensi energi matahari di Kalimantan Barat dengan menggunakan metode yang sudah dikembangkan oleh FAO (*Food and Agricultural Organization*) dengan melihat intensitas radiasi matahari di Kalimantan Barat yang paling tinggi dan paling rendah di setiap daerah.

Oleh karena itu, melihat Permasalahan energi merupakan isu strategis di dunia, tidak terkecuali di Indonesia. Berbagai upaya dilakukan oleh pemerintah untuk memenuhi kebutuhan listrik Indonesia. Sebanyak 35.000 megawatt energi tambahan yang ditargetkan oleh pemerintah, salah satunya dapat dipenuhi dengan penggunaan energi matahari. Dalam penelitian ini dilakukan analisis potensi energi matahari terhadap temperatur dan kelembaban udara, berdasarkan data meteorologi yang ada di Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Supadio Pontianak, yang terletak di 0°02'24"LU-101°37"LS109°23'04"BT dengan ketinggian 3 mdpl, untuk memprediksi ketersediaan energi surya Khususnya Kota Pontianak yang terletak di garis khatulistiwa dan dapat digunakan dalam perencanaan dan perancang peralatan energi surya dan desainer dalam berbagai bidang, antara lain : klimatologi, hidrologi, pertanian dan arsitektur.

2. Metodologi

Tempat dilaksanakannya kerja praktek ini di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Kelas I Supadio Pontianak, yang terletak di (00°08'56" LS sampai 109°57'10" BE) dengan ketinggian 3 mdpl. Durasi waktu dalam pelaksanaannya pada tanggal 16 Januari 2019 sampai dengan bulan 16 Februari 2019.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengambil dan menggunakan data lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari yang telah dicatat dan didokumentasi oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Meteorologi Kelas I Supadio Pontianak.

Instrumen Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian meliputi:

Campbell-Stokes (terpasang)

Jenis: tropis, rentang pengukuran pada matahari terbit hingga terbenam, diameter bola gelas sekitar 10 cm, kertas pias yang digunakan untuk matahari di belahan bumi utara (300 lembar), untuk matahari di khatulistiwa (200 lembar), untuk matahari di belahan bumi selatan (300 lembar). AWS (*Automatic Weather Station*) yang dioperasikan dan terpasang secara digital.

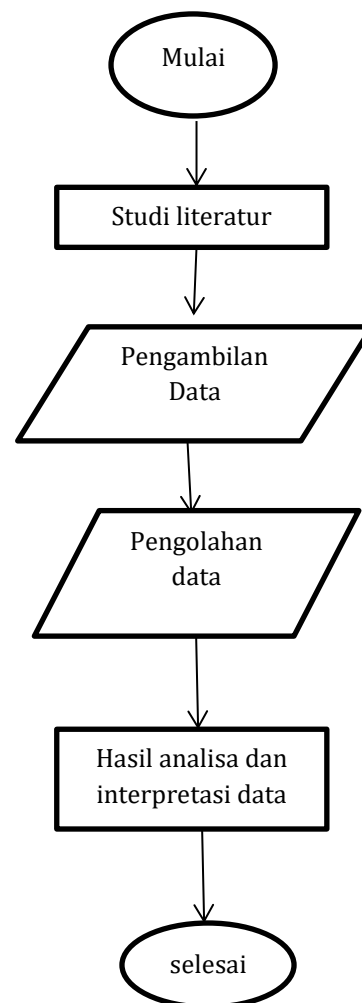
Pelaksanaan penelitian

Pengambilan Data

Data pengukuran LPM (lama penyinaran matahari) di ambil rata-rata penyinaran selama 8 jam (08:00-16:00) WIB pada wilayah Kota Pontianak, Sedangkan data Intensitas matahari di peroleh melalui AWS (*Automatic Weather Station*) dan data iklim lainnya sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi lamanya penyinaran yaitu temperatur dan kelembaban udara, data yang diolah dalam waktu satu tahun.

Pengolahan Data

Pengolahan data intensitas yang diperoleh dari AWS (*Automatic Weather Station*) berupa data harian, kemudian di jumlahkan untuk memperoleh nilai rata-rata satu bulan selama satu tahun. Data harian tersebut harus dikonversikan terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan (3). Irradiasi ekstraterrestrial ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{hari}$) atau R_a dan lama penyinaran maksimum atau N di dapatkan dari tabel 1, maka akan di dapat nilai irradiasi matahari dalam sehari ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{hari}$) atau R_s pada persamaan (2), kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai lama penyinaran pada persamaan (1). Data lama penyinaran matahari, data temperatur dan data kelembaban di peroleh dari data tahunan yang telah disusun, semua data diolah menggunakan aplikasi Excel.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dimulai dengan proses mengolah data cuaca yang telah dicatat oleh Badan Meteorologi dan Geofisika dapat digunakan untuk menentukan lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari. Lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari dicatat setiap hari (dari matahari terbit hingga matahari terbenam), yang kemudian dihitung nilai harian rata-ratanya. Nilai intensitas radiasi matahari harian rata-rata digunakan untuk menghitung intensitas radiasi matahari bulanan rata-rata, dan lama penyinaran matahari harian rata-rata digunakan untuk menghitung lama penyinaran matahari bulanan rata-rata.

Penentuan nilai lama penyinaran matahari didapatkan dari alat yang digunakan, karena data yang diperoleh hanya satu kali pengamatan. Untuk menghasilkan grafik yang dapat diinterpretasikan maka sebelum menjadi seperti grafik pada gambar 2 dan gambar 3, data diolah terlebih dahulu. Pertama kali data yang diperoleh dari AWS dengan satuan watt/m² harus dirubah terlebih dahulu ke satuan MJ/m²/hari, agar sesuai dengan satuan lama penyinaran matahari. Setelah data selesai di konversikan maka akan didapatkan (Rs) yaitu nilai irradiansi matahari dalam sehari (MJ/m²/hari). Dengan menggunakan persamaan (1) untuk memperoleh nilai (n) yaitu lama penyinaran (jam/hari), nilai konstanta dapat diperoleh pada tabel 1. Maka akan terlihat nilai Rs dan n pada tabel 2.

$$n = \frac{\frac{Rs}{Ra} - 0.25}{0.5} \times N \tag{1}$$

$$Rs = (0.25 + \frac{n}{2N}) \times Ra \tag{2}$$

$$1 \text{ watt/m}^2 = 0.0864 \text{ MJ/m}^2/\text{hari} \tag{3}$$

Dimana:

Rs : irradiansi matahari dalam sehari (MJ/m²/hari)

n : lama penyinaran (jam/hari)

N : lama penyinaran maksimum (jam/hari)

Ra : irradiansi ekstraterrestrial (MJ/m²/hari)

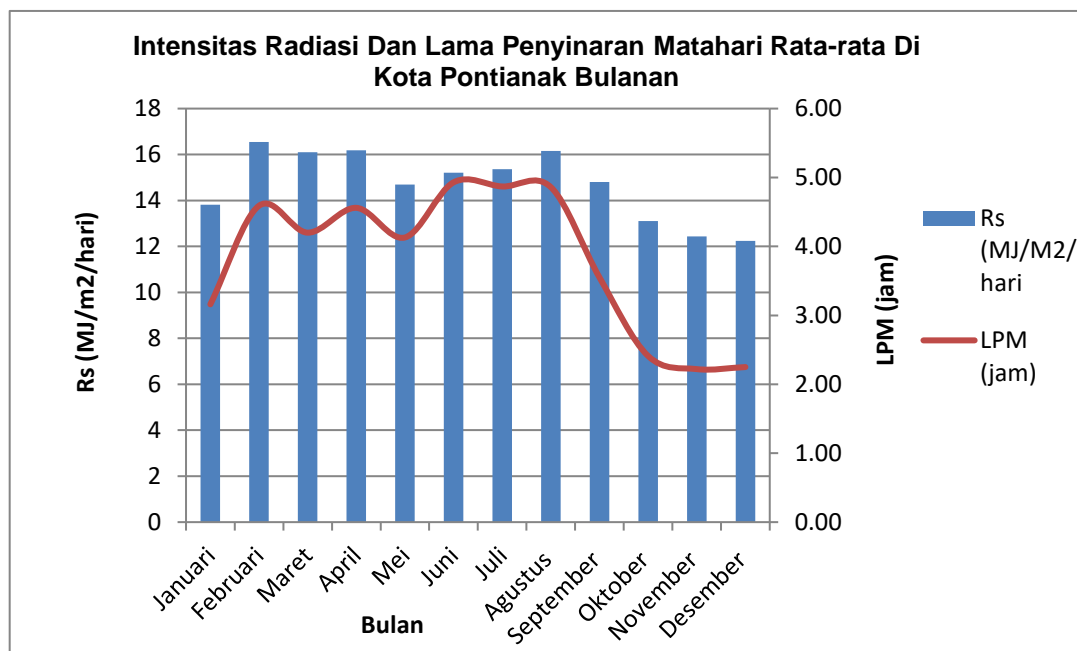
Tabel 1. Nilai N dan Ra di lintang 2°LS sampai 2°LU

Bulan	N	Ra
Januari	12.0	36.2
Februari	12.0	37.5
Maret	12.0	37.9
April	12.0	36.8
Mei	12.0	34.8
Juni	12.0	33.4
Juli	12.0	33.9
Agustus	12.0	35.7
September	12.0	37.2
Oktober	12.0	37.4
November	12.0	36.3
Desember	12.0	35.6

Sumber: (Yusuf, 2017)

Tabel 2. Nilai RS dan n setelah di konversikan

Bulan	Rs	Ra	N	N
Januari	13.81	36.2	12.0	3.16
Februari	16.55	37.5	12.0	4.59
Maret	16.1	37.9	12.0	4.20
April	16.19	36.8	12.0	4.56
Mei	14.69	34.8	12.0	4.13
Juni	15.21	33.4	12.0	4.93
Juli	15.36	33.9	12.0	
Agustus	16.16	35.7	12.0	4.87
September	14.81	37.2	12.0	4.84
Oktober	13.1	37.4	12.0	3.55
November	12.44	36.3	12.0	2.41
Desember	12.24	35.6	12.0	2.22
				2.25



Gambar 2. Grafik hasil Intensitas Radiasi dan Lama Penyinaran Matahari rata-rata di Kota Pontianak

Berdasarkan grafik pada gambar 2, lama penyinaran matahari kota Pontianak tahun 2018, berdasarkan data yang didapatkan presentase lama penyinarannya rata-rata mencapai lebih dari 60%. Matahari dapat dikatakan bersinar penuh ke bumi apabila lama penyinaran mencapai rata-rata 60% (Turkidi, 2004). Bulan Februari dan Agustus di kota Pontianak mengalami kenaikan jumlah presentase lama penyinaran dan intensitasnya. Lama penyinaran matahari dipengaruhi oleh posisi atau letak matahari ke bumi. Bulan Januari hingga Agustus atau musim panas (*summer*)/*solstice*, dimana posisi matahari berada tepat di atas daerah khatulistiwa, sehingga mempengaruhi baik lama Penyinaran serta intensitas radiasi matahari. Posisi matahari yang tepat di atas khatulistiwa berpengaruh pula pada sudut datang sinar matahari ke permukaan bumi. Pada bulan tertentu yaitu bulan Juni dan September, sudut datang sinar matahari tepat tegak lurus ke bumi, sehingga lama penyinarannya semakin besar.

Penyinaran serta intensitas radiasi matahari. Posisi matahari yang tepat di atas khatulistiwa berpengaruh pula pada sudut datang sinar matahari ke permukaan bumi. Pada bulan tertentu yaitu bulan Juni dan September, sudut datang sinar matahari tepat tegak lurus ke bumi, sehingga lama penyinarannya semakin besar.

Bulan Januari dan bulan Agustus posisi matahari berada di bumi bagian utara khatulistiwa, untuk data bulan Januari, rata-rata bulanan lama penyinaran matahari kota Pontianak dibawah 60%, hal ini dapat dikatakan matahari tidak bersinar secara penuh dalam sehari. Kemudian mulai meningkat pada bulan Februari dan Agustus rata-rata penyinaran matahari mencapai 49-82%. Untuk bulan Oktober hingga Desember terlihat lama penyinaran dan intensitasnya menurun karena dapat dikatakan menjadi musim peralihan antara kemarau menuju penghujan, sehingga jarang terjadi awan.

Kekacauan cuaca biasanya terjadi, diakibatkan pembangunan industri, banyaknya kendaraan bermotor dengan gas

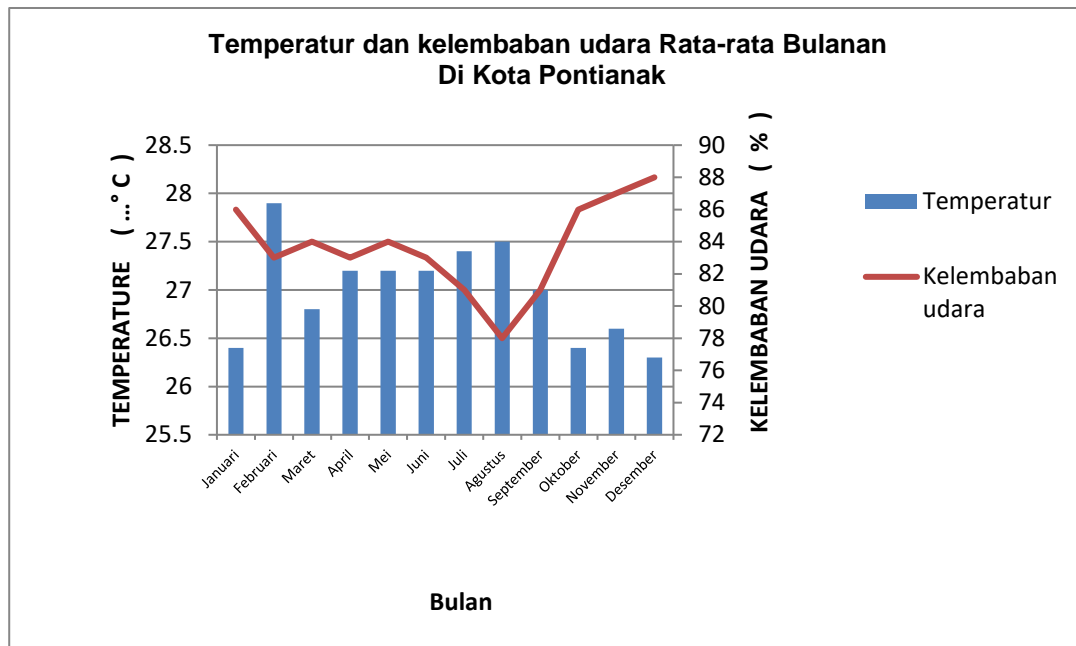
buang semakin meningkat serta semakin minimnya ruang hijau juga dapat meningkatkan presentase lama penyinaran matahari yang dapat menyebabkan adanya efek rumah kaca.

Efek rumah kaca dapat mengakibatkan tingginya presentase lama penyinaran matahari di saat *solstic* dan di luar *solstice* dan di musim kemarau serta musim penghujan (Syamsudin, 2007). Pencemaran pada atmosfer antara lain, pemanasan atmosfer secara langsung oleh hasil pembakaran bahan bakar fosil dan perubahan energi nuklir, perubahan suhu yang diakibatkan oleh peningkatan kadar karbon dioksida dan gas lainnya di seluruh atmosfer. Kenaikan gas-gas di atmosfer diakibatkan pembakaran bahan bakar minyak fosil, batu bara, dan lainnya yang melampaui kemampuan tumbuh-tumbuhan dan laut untuk mengabsorbsinya. Energi yang masuk kebumi mengalami pemantulan oleh awan serta partikel lain di atmosfer, diserap oleh awan, diabsorpsi oleh permukaan bumi dan dipantulkan oleh permukaan bumi.

Presentasae lama penyinaran matahari yang semakin tinggi terjadi karena awan-awan yang melindungi sudah jarang terjadi dan berakibat pula pada kenaikan suhu, kelembaban udara, dan dalam jangka panjang akan menaikkan suhu udara tiap tahunnya (Tjasyono, 2004). Efek yang paling sering terlihat dari kondisi ini adalah perubahan cuaca. Cuaca adalah kondisi atmosfer yang kompleks dan memiliki perilaku berubah yang kontinu, dampak yang dirasakan seperti keadaan siang yang panas, malam yang panas. Dampak tidak langsung dari efek rumah kaca ini dapat mengubah kualitas, air, udara, makanan, ekologi, ekosistem, pertanian, industri dan perumahan.

Intensitas radiasi matahari kota Pontianak tahun 2018, hasil yang didapatkan berupa intensitas radiasi matahari rata-rata tidak berbeda dibandingkan data lama penyinaran matahari. Serta grafik intensitas radiasi matahari bulanan rata-ratanya, masih dipengaruhi oleh posisi semu matahari. Besar intensitas radiasi matahari yang masuk ke bumi dipengaruhi oleh posisi semu matahari yang terjadi di tempat atau daerah tersebut. Peristiwa penurunan intensitas radiasi matahari rata-rata setiap tahunnya ini disebut dengan penyusutan radiasi matahari.

Penyebab penyusutan ini ketika radiasi matahari yang mengandung aerosol kembali ke angkasa, polusi yang terjadi di atmosfer yang menahan serta mengurangi intensitas radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi, awan yang terbentuk tidak penuh dengan air, namun mengurangi intensitas radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi, awan yang terbentuk tidak penuh dengan air, namun menyebabkan peningkatan proses kondensasi pada tetes air di udara menjadi awan. Efek yang ditimbulkan oleh penyusutan radiasi matahari yaitu perubahan musim, kacaunya daur hidrologi yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman di bidang pertanian.



Gambar 3 grafik hasil temperatur dan kelembaban Udara rata-rata di Kota Pontianak.

Data pengamatan yang kedua yaitu temperatur dan kelembaban udara. Pada grafik gambar 3 menunjukkan bahwa pada bulan Februari untuk temperatur sangat meningkat dan kelembaban udaranya menurun, bahwa dapat dikatakan suhu di kota Pontianak cukup panas dan memiliki kelembaban udara yang sedikit dan hal ini dapat mempengaruhi lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi. Berdasarkan teori yang diketahui bahwa Kelembaban udara adalah tingkat kebasahan udara karena dalam udara air selalu terkandung dalam bentuk uap air.

Kandungan uap air dalam udara hangat lebih banyak daripada kandungan uap air dalam udara dingin. Kalau udara banyak mengandung uap air didinginkan maka suhunya turun dan udara tidak dapat menahan uap air dalam jumlah yang banyak. Uap air berubah menjadi titik-titik air. Udara yang mengandung uap air sebanyak yang dapat dikandungnya disebut udara jenuh.

Berdasarkan hasil dari pengamatan temperatur yang dihasilkan untuk bulan Februari 27.9 °C dan merupakan temperatur maksimum yang terjadi di kota Pontianak dan minimumnya terjadi pada bulan Desember 26.3 °C, sedangkan untuk kelembaban maksimum terjadi pada bulan Desember sekitar 88%, dan kelembaban minimumnya terjadi pada bulan Agustus, hal ini dikarenakan merupakan musim penghujan sehingga lebih dingin dan berkurangnya cahaya matahari yang masuk ke bumi. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan dan telah dipelajari, mengenai lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari serta faktor-faktor lain yang telah ditinjau yang dapat mempengaruhi yaitu temperatur dan kelembaban udara khususnya di kota Pontianak, dapat disimpulkan bahwa kondisi saat ini mengalami penyinaran matahari secara penuh (diatas 60%) dan begitu juga dengan intensitas radiasi yang diterima dan rata-rata lama penyinaran matahari yang dihasilkan sekitar 2-4 jam/hari.

4. Kesimpulan

1. Berdasarkan grafik yang didapatkan hubungan antara Intensitas radiasi matahari dan Lama penyinaran matahari tidak jauh berbeda dan berbanding lurus. Hal ini dipengaruhi oleh posisi semu matahari, terlihat bahwa besar potensi matahari yang dihasilkan sekitar 2 hingga 4 jam.
2. Berdasarkan hubungan dari kedua grafik yaitu, menunjukkan bahwa ketika intensitas dan lama penyinaran meningkat, maka temperaturnya meningkat dan kelembabannya menurun dan terasa lebih panas, begitu juga sebaliknya akan terasa lebih dingin.

Ucapan Terima Kasih

mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dharmawan Wahyu Adhi, SP Kepala Seksi Observasi Stasiun BMKG Supadio Pontianak dan seluruh pegawai BMKG Supadio Pontianak yang bersedia memberikan ilmu dan meluangkan waktunya.

Daftar Pustaka

- A.mezak.R. (2017). *Aktivitas matahari variasi Iklim Bumi*. Jakarta: Badan Meteorologi dan geofisika.
- BMKG. (2006). *Alat-alat Meteorologi di Stasiun Klimatologi Semarang*. Semarang: BMKG Stasiun Klimatologi Kelas 1 Semarang.
- Ditjen EBTKE (2016) 'Rencana Strategis Ditjen EBTKE Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral', *Journal Energi*, 02, p. 100.
- Hk, B. T. (2012). *Meteorologi Indonesia 1 Karakteristik & Sirkulasi Atmosfer*. Jakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Ishak, M. and Adriat, R. (2018) 'Kajian Pola Angin Permukaan di Bandara Supadio Pontianak', VI(2), pp. 108-116.
- Nuraini, I. S., Hidayanto, N. and Wandayantolis (2017) 'Analisis Potensi Energi Matahari di Kalimantan Barat'.
- Prawiwardoyo, S. (1996). *Meteorologi*. Bandung : ITB.
- Pujiastuti, A. (2016) 'Sistem Perhitungan Lama Penyinaran Matahari (Studi Kasus : ST . KLIMATOLOGI BARONGAN)', *ugm, FMIPA*, Volume 5.
- S. Utomo, Y. (2017) 'Prediksi radiasi surya global bulanan kota bandung.
- Sari, M. B. *et al.* (2014) 'Mengenal Lama Penyinaran Matahari Sebagai Salah Satu', *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*, 15(1), pp. 37-52.
- Sari, M. B., Yulkifli and Kamus, Z. (2015) 'Sistem Pengukuran Intensitas dan Durasi Penyinaran Matahari Realtime PC berbasis LDR dan Motor Stepper', *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*, 7(1), pp. 37-52.
- Simatupang, F. (2000). *Soltice*. Jakarta: Gramedia.
- Tjasyono, B. (2004). *Klimatologi*. Bandung: ITB.
- Widiyantoro, S. (2007). *Fisika dan Struktur Interior Bumi*. Jakarta : Badan Meteorologi dan Geofisika .