



Pola dan Variasi Lama Penyinaran Matahari di Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru

Pattern and Variations of Sunshine Duration at Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru Meteorological Station

Raihan Falah*, Mustofa Angkie Bangun Permana, Fajar Bima Dewantara

Stasiun Klimatologi Riau, Pekanbaru

*Email: raihanfalah99@gmail.com

Naskah Masuk: 20 Februari 2023 | Naskah Diterima: 31 Juli 2023 | Naskah Terbit: 31 Desember 2023

Abstrak. Kota Pekanbaru merupakan wilayah Indonesia yang dekat dengan garis khatulistiwa, hal ini menyebabkan lama waktu penyinaran matahari yang diterima cukup besar disetiap tahunnya berdasarkan musim dan fenomena yang ada. Berdasarkan latarbelakang masalah yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola lama penyinaran matahari pada saat periode musim kemarau dan musim hujan serta pada periode ENSO sebagai Langkah awal dalam mengenalkan sumber energi terbarukan di Kota Pekanbaru. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kualitatif dan kuantitatif untuk dapat melihat dampak dari El Nino dan La Nina terhadap Lamanya Penyinaran Matahari. Hasil analisis menunjukkan bahwa periode musim hujan interval penyinaran matahari memiliki durasi lebih rendah, sedangkan periode musim kemarau memiliki interval penyinaran matahari lebih tinggi. Pada saat kejadian El Nino dan La Nina juga berdampak terhadap penyinaran matahari, namun terdapat faktor lain yang memiliki pengaruh dalam kasus ini yaitu asap kebakaran hutan (karhutla). Seperti yang terjadi Ketika El Nino kuat tahun 2015 dimana Lama Penyinaran Matahari cenderung lebih rendah akibat tutupan asap. Dari hasil analisis yang diperoleh, potensi energi matahari di Kota Pekanbaru mencapai puncaknya pada bulan Juli karena mengalami periode musim kemarau sehingga Lamanya Penyinaran Matahari yang masuk ke permukaan bumi lebih besar.

Kata Kunci: *LPM, Musim, ENSO, Potensi Energi Matahari*

Abstract. Pekanbaru city is a region in Indonesia that is located near the equator, which results in receiving a significant amount of sunshine duration every year, depending on the prevailing seasons and phenomena. Based on the background information provided, this research aims to understand the patterns of sunshine duration during the dry and rainy seasons, as well as during the ENSO periods, as an initial step in introducing renewable energy sources in Pekanbaru city. The research methodology involves qualitative and quantitative analysis to examine the impact of El Nino and La Nina on Sunshine Duration. The analysis results indicate that during the rainy season, the Sunshine Duration interval is shorter, while the dry season has longer intervals of sunshine duration. El Nino and La Nina events also influence Sunshine Duration, but there is another factor that has an impact in this case, namely forest fire smoke. For example, during the strong El Nino events in 2015, Sunshine Duration tends to be lower due to smoke cover. From the obtained analysis results, the solar energy potential in Pekanbaru city reaches its peak in July due to experiencing the dry season, resulting in a greater amount of Sunshine Duration reaching the Earth's surface.

Keywords: *Sunshine Duration, Season, ENSO, Solar Energy Potential*

Pendahuluan

Lama penyinaran matahari merupakan salah satu unsur iklim. Unsur iklim ini mempengaruhi peningkatan atau penurunan unsur iklim lainnya yaitu, unsur suhu udara, tekanan, dan penguapan ^[1]. Semua unsur iklim tersebut akan mengalami perubahan apabila penyinaran matahari yang diterima oleh bumi mengalami perubahan. Penyinaran matahari juga berdampak pada semua makhluk hidup yang ada di bumi. Jumlah penyinaran matahari yang diterima oleh permukaan bumi berhubungan dengan lamanya siang hari. Panjang hari sangat beragam tergantung oleh garis lintang, di wilayah katulistiwa akan mempunyai panjang hari yang hampir sama setiap tahunnya. Namun bagi wilayah yang mempunyai lintang tinggi, panjang hari yang terjadi akan berkurang sesuai dengan bertambahnya lintang, namun bisa juga bertambah ketika musim panas berlangsung.

Sinar matahari yang sampai bumi mempunyai jumlah energi yang berbeda setiap harinya. Perlu dilakukan pengukuran setiap harinya untuk mengetahui waktu penyinaran matahari yang masuk ke suatu tempat. Alat yang digunakan untuk pengukuran lama penyinaran matahari adalah *Campbell Stokes*. Alat ini akan mengetahui waktu penyinaran matahari setiap harinya. Bagian terpenting dari alat ini adalah bola yang terbuat dari kaca yang bekerja sebagai lensa cembung sehingga, sinar matahari akan terfokus pada satu titik yang akan terbakar dengan kekuatan radiasi matahari sebesar 120 W/m² pada kertas pias. Panjang dari kertas pias yang terbakar akan dikonversi menjadi data lama penyinaran matahari ^[2]. Perhitungan lama penyinaran matahari pada kertas pias yang terbakar dilakukan dalam kurun waktu dari matahari terbit hingga tenggelam dalam pengamatan F – klim 71 selama 8 jam.

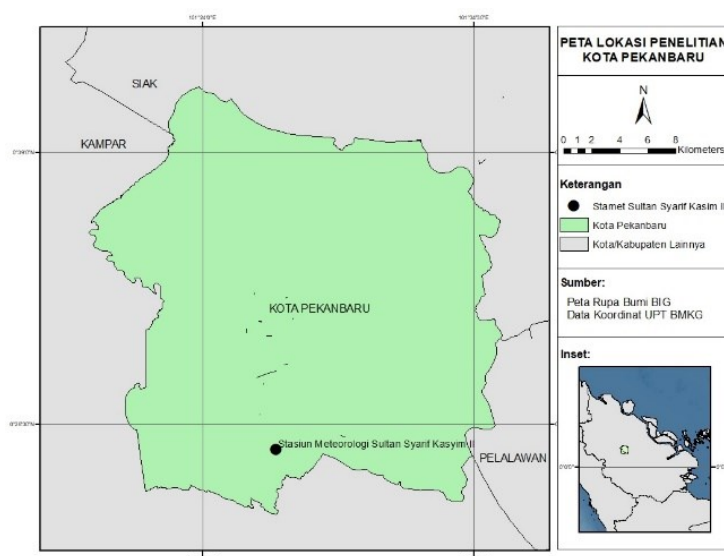
Salah satu faktor yang mempengaruhi lama penyinaran matahari antara adalah posisi suatu wilayah terhadap kedudukan matahari, semakin dekat suatu wilayah dengan garis khatulistiwa maka, semakin lama juga wilayah tersebut menerima sinar matahari dan hal ini berlaku sebaliknya ^[6]. Kota Pekanbaru merupakan wilayah Indonesia yang dekat dengan garis khatulistiwa. Oleh karena itu, wilayah tersebut menerima lama waktu penyinaran matahari yang cukup besar sehingga memiliki curah hujan yang lebih tinggi dengan periode musim hujan lebih lama dibanding musim kemarau.

Selain sebagai pengendali iklim, radiasi matahari juga merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia ^[3]. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang dapat dimanfaatkan secara terus-menerus dan tersedia di alam. Penggunaan energi terbarukan memberikan dampak yang positif seperti mengurangi dampak yang ditimbulkan akibat perubahan iklim ^[4]. Sumber energi terbarukan digunakan untuk mengurangi ketergantungan penggunaan bahan bakar fosil serta mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan seperti meningkatnya gas efek rumah kaca, menyebabkan hujan asam, serta menurunnya jumlah ozon di atmosfer ^[5].

El Nino Southern Oscillation (ENSO) merupakan fenomena iklim global yang mempengaruhi kondisi variabilitas iklim di Indonesia ^[7]. Fenomena ENSO dicirikan dengan menghangatnya suhu muka laut di wilayah Samudra Pasifik bagian Timur (kondisi *El Nino*) dan dicirikan juga dengan mendinginnya suhu muka laut di wilayah Samudra Pasifik bagian tengah dan timur (kondisi *La Nina*) ^[8]. Fenomena ini juga memberikan pengaruh terhadap lama penyinaran matahari ^[9] sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola lama penyinaran matahari pada saat periode musim kemarau dan musim hujan serta pada periode ENSO sebagai langkah awal dalam mengenalkan sumber energi terbarukan di Kota Pekanbaru. Selain itu, penelitian ini juga akan mengkaji terkait potensi energi matahari berdasarkan data lama penyinaran matahari.

Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan data primer dari Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasyim II yang terletak di Kota Pekanbaru, Provinsi Riau.



Gambar 1. Peta lokasi Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II di Pekanbaru

Data yang digunakan merujuk pada laporan Fklm – 71 dari tahun 2011 – 2020 dari Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II. Dari laporan tersebut penulis memperoleh data lama penyinaran matahari (LPM) harian, yang mana data tersebut akan digunakan dalam penelitian ini. Adapun dalam praktiknya data LPM didapatkan dengan pengamatan langsung menggunakan alat *Campbell Stokes Recoder*, kertas pias, dan lembar formulir. Satuan yang digunakan adalah LPM dalam persen (%) dengan durasi pengamatan pukul 08.00 – 16.00 waktu setempat (WIB).

Analisis yang dilakukan pada data LPM menggunakan analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis dilakukan secara statistik deskriptif untuk melihat pola variasi LPM secara jangka panjang dan secara musiman. Analisis statistik deskriptif dilakukan juga untuk melihat kaitan kejadian yang dapat mempengaruhi dari LPM, yaitu El Nino dan La Nina. Analisis Kualitatif dilakukan untuk melihat dampak dari El Nino dan La Nina terhadap LPM dalam periode waktu tertentu karena El Nino dan La Nina memiliki dampak mempengaruhi LPM pada musim kemarau dan hujan ^[2]. Pada penelitian ini fenomena El Nino dan La Nina di representasikan dengan *Ocean Nino Index* (ONI) untuk melihat kejadian anomali *El – Nino Southern Oscillation* (ENSO). Interpretasi dari ONI sebagai indeks yang menjelaskan kuat lemahnya kejadian ENSO dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Indeks Kekuatan ENSO
(Sumber : Hamdi & Sumaryati, 2020 ^[2])

NILAI ONI	INTERPRETASI FENOMENA
>2.0	<i>El Nino</i> Sangat Kuat
1.5 Sampai 2.0	<i>El Nino</i> Kuat
1.0 Sampai 1.5	<i>El Nino</i> Moderate
0.5 Sampai 1.0	<i>El Nino</i> Lemah
-0.5 Sampai 0.5	Normal
0.5 Sampai 1.0	<i>La Nina</i> Lemah
-1.0 Sampai 1.5	<i>La Nina</i> Moderate
-1.5 Sampai 2.0	<i>La Nina</i> Kuat
<-2.0	<i>La Nina</i> Sangat Kuat

Hasil analisis LPM diklasifikasikan berdasarkan musiman pola hujan yaitu pola curah hujan equatorial dengan periode dasarian. Klasifikasi tersebut terbagi menjadi dua yaitu Musim Kemarau dan Musim Hujan. Klasifikasi tersebut berdasarkan perhitungan pola tipe hujan di Stasiun Meteorologi Sultan Syarif

Kasyim II Pekanbaru^[12]. Pengelompokan ini bertujuan untuk melihat pola distribusi LPM dan distribusi Potensi Energi Matahari berdasarkan pola musim hujan di wilayah Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasyim II Pekanbaru. Penentuan klasifikasi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Klasifikasi Musim di Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru

KLASIFIKASI TIPE MUSIM	DASARIAN
Musim Kemarau	17 Sampai 23
Musim Hujan	24 Sampai 16

Dari hasil perhitungan LPM diperoleh nilai Potensi Energi menggunakan metode perhitungan Prescott yang juga merupakan bagian dari metode Penman – Monteith. Berikut adalah persamaan perhitungannya^[14]:

$$R_s = \left(0.25 + 0.45 \frac{n}{N}\right) R_a \quad (1)$$

Keterangan:

R_s : Radiasi matahari ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{hari}$)
 n : Lama matahari bersinar dalam satu hari (jam)
 N : Panjang hari bersinar (berdasar lintang) dalam satu hari (jam)
 R_a : Radiasi matahari ekstraterrestrial ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{hari}$)
 0.25 dan 0.45 adalah *koefisien regresi* untuk wilayah daerah tropis

Berikut adalah persamaan untuk perhitungan R_a (Radiasi matahari ekstraterrestrial):

$$R_a = 37.6 dr (\omega_s \sin\phi \sin\delta \cos\phi \cos\delta \sin\omega_s) \quad (2)$$

Keterangan:

dr : Jarak relatif antara bumi dan matahari.
 δ : Sudut deklinasi matahari (rad).
 Φ : Letak lintang (rad).
 pada lintang utara nilainya positif, dan lintang selatan nilainya negatif.
 ω_s : Sudut saat matahari terbenam (rad).

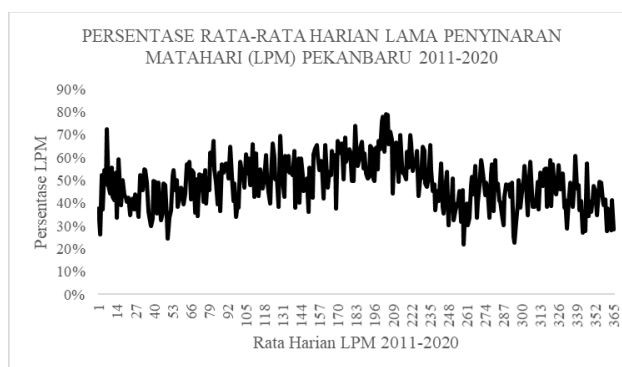
Berikut adalah persamaan untuk perhitungan konversi dalam satuan daya :

$$1 \text{ Watt}/\text{m}^2 = 0.0864 \text{ MJ}/\text{m}^2/\text{hari} \quad (3)$$

Hasil dan Pembahasan

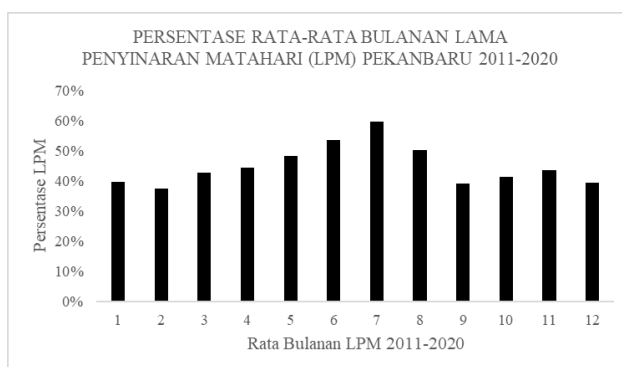
Pola Variasi Lamanya Penyinaran Matahari (2011 – 2020)

Distribusi rerata harian lama penyinaran matahari di Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II pada tahun 2011 – 2020 dapat dilihat pada Gambar 2, secara umum berdasarkan analisis statistik deskriptif 10 tahunan diperoleh nilai rata – rata LPM harian berkisar sebesar 49%. Nilai rata LPM harian tertinggi selama 10 tahunan berkisar 79% terjadi pada hari ke 203. Sedangkan nilai rata LPM harian terendah sebesar 22% terjadi pada hari ke 259. Perbedaan dari rata – rata LPM harian menunjukkan bahwa LPM rata harian di wilayah Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasyim II sangat berfluktuatif dengan pola rata harian pada awal tahun mengalami peningkatan hingga pertengahan tahun, kemudian setelah melewati hari ke 203 rata – rata LPM harian mengalami penurunan hingga hari ke 259, dan rata – rata LPM harian kembali naik namun tidak terlalu signifikan hingga hari ke 365.



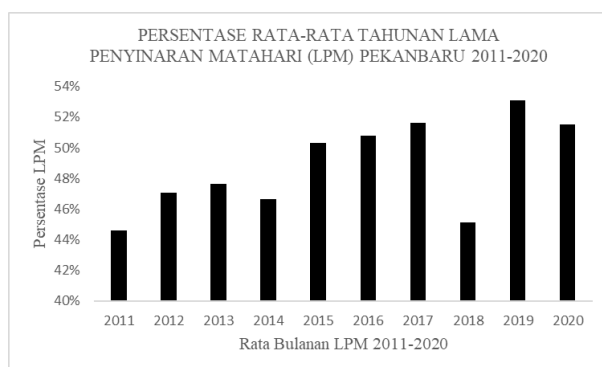
Gambar 2. Presentase Harian Lama Penyinaran Matahari 2011 – 2020

Distribusi rerata bulanan lama penyinaran matahari disajikan pada Gambar 3 secara umum pola LPM bulanan di Stasiun Meteorologi Syarif Kasim II Pekanbaru menunjukkan pola dengan puncak nilai LPM rata – rata bulanan tertinggi terjadi pada bulan Juli dengan persentase penyinaran sebesar 60%. Berbeda dengan Pola rata – rata LPM harian, Pola rata – rata LPM Bulanan nilai terendah terjadi pada awal tahun bulan Februari dengan persentase penyinaran sebesar 37%. Hal tersebut menunjukkan pada bulan Februari rata – rata LPM pada periode tersebut mengalami penyinaran paling rendah dibandingkan dengan bulan lainnya.



Gambar 3. Presentase Bulanan Lama Penyinaran Matahari 2011 – 2020

Variasi Distribusi lama penyinaran matahari tahunan dapat dilihat pada gambar 4. Distribusi pola LPM Tahunan di Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru menunjukkan pola dengan puncak nilai LPM tertinggi terjadi pada tahun 2019 dengan persentase penyinaran sebesar 53.1%. Sedangkan nilai LPM terendah terjadi pada tahun 2011 dengan persentase penyinaran sebesar 44.6%. Secara umum Pola LPM di Stasiun Sultan Syarif Kasyim II Pekanbaru mengalami peningkatan dari tahun 2011 hingga 2020.



Gambar 4. Presentase Tahunan Lama Penyinaran Matahari 2011 – 2020

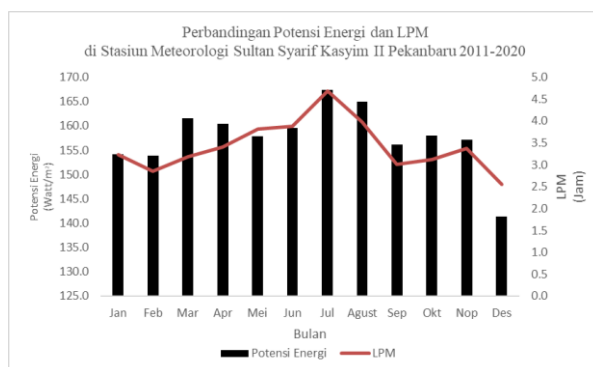
Dampak La Nina 2011 dan El Nino 2015 terhadap Lama Penyinaran Matahari

Pada periode data yang digunakan tercatat kejadian El Nino dan La Nina berdasarkan nilai ONI, yaitu fenomena La Nina Moderat tahun 2011, El Nino Sangat Kuat tahun 2015 dan 2019. Nilai rerata LPM terendah terjadi pada tahun 2011 sebesar 44.6%. Nilai rerata LPM nilai rerata tertinggi terjadi pada bulan Juli berkisar 68%, sedangkan terendah terjadi pada bulan Januari dan Desember berkisar 18.6 % dan 19.3 % jauh lebih rendah dari rata – rata 10 tahunan pada bulan tersebut yang berkisar 45% pada bulan Januari dan 40 % pada bulan Desember. Dampak La Nina di Indonesia dapat menyebabkan meningkatnya curah hujan yang berdampak pada menurunnya nilai rerata LPM ^[2].

Nilai rerata tertinggi terjadi pada tahun 2019 sebesar 53.1 %, dimana pada tahun tersebut terjadi El Nino Lemah. Dampak dari El Nino pada di Indonesia adalah menyebabkan kemarau yang lebih lama yang berdampak pada meningkatnya durasi LPM ^[2]. Namun selama fenomena El Nino Kuat tahun 2015, khususnya di sekitar Provinsi Riau mengalami kebakaran hutan yang cukup parah ^[10] yang menyebabkan asap dari kebakaran hutan menutupi langit kota Pekanbaru ^[11], meskipun curah hujan menjadi lebih sedikit namun asap kebakaran tetap menghalangi penyinaran ke permukaan bumi. Hal tersebut menyebabkan nilai rerata LPM cenderung lebih rendah akibat tutupan asap dari kebakaran hutan dan lahan di sekitar Kota Pekanbaru. Nilai LPM rerata pada tahun 2015 sebesar 50.3% dengan nilai terendah LPM pada tahun 2015 terjadi pada bulan September berkisar 22.1% dan bulan Oktober Berkisar 6.5%.

Analisis Potensi Energi LPM Tahun 2011 – 2020

Berdasarkan analisis perhitungan potensi energi diperoleh besaran rata – rata potensi energi dari rata – rata LPM dari tahun 2011 – 2020 dalam satuan Watt/m². Secara umum potensi energi berkisar antara 141.3 – 164.9 Watt/m². Besaran rata – rata potensi energi terbesar terjadi pada bulan Juli sebesar 164.9 Watt/m², sedangkan potensi terkecil terjadi pada bulan Desember sebesar 141.3 Watt/m². Pola distribusi potensi energi berbeda dengan pola Lama Penyinaran Matahari. Pada awal tahun pola distribusi energi memiliki pola meningkat kemudian menurun pada bulan Mei, kemudian meningkat kembali dan menurun kembali hingga bulan Desember. Hal tersebut diakibatkan oleh besarnya persentase Lama Penyinaran Matahari yang terjadi. Selain itu adanya gerak semu tahunan matahari yang menjauhi garis khatulistiwa pada bulan Mei dan Desember mengakibatkan berkurangnya jumlah potensi energi dari Lama Penyinaran Matahari di wilayah Kota pekanbaru.

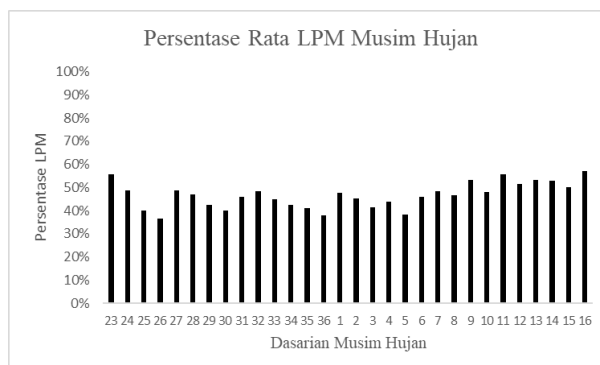


Gambar 5. Perbandingan Potensi Energi dan Lama Penyinaran Matahari 2011 – 2020

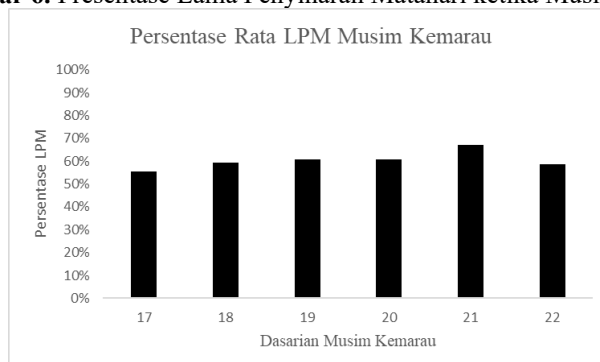
Dampak Pola Musim terhadap Potensi Energi Matahari

Pola musim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi persentase Lama Penyinaran Matahari yang sampai ke Permukaan Bumi, berdasarkan BMKG wilayah Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II memiliki pola normal musim kemarau dari dasarian 17 sampai dengan dasarian 23. Sedangkan pola normal musim hujan dari dasarian 24 sampai dengan dasarian 16. Pada perbedaan pola musim tersebut memiliki nilai LPM yang cukup signifikan. Pada periode data rata – rata dasarian LPM pada musim kemarau memiliki nilai persentase sebesar 60%. Sedangkan pada periode data rata – rata dasarian LPM musim hujan memiliki nilai persentase sebesar 47%. Nilai rata – rata LPM tertinggi pada musim

kemarau sebesar 60% sedangkan pada musim hujan sebesar 57%. Nilai rata – rata LPM dasarian terendah pada musim kemarau sebesar 55% sedangkan pada musim hujan sebesar 36%.



Gambar 6. Presentase Lama Penyinaran Matahari ketika Musim Hujan



Gambar 7. Presentase Lama Penyinaran Matahari ketika Musim Kemarau

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 5 , Kota Pekanbaru pada bulan Juli mengalami musim kemarau (dasarian 19 – 21). Pada periode musim kemarau ini lama penyinaran matahari lebih besar daripada periode musim hujan karena tutupan awan yang minimum sehingga pada periode musim kemarau menyebabkan potensi energi matahari mencapai titik tertingginya ^[13]. Hal ini menunjukkan bahwa potensi energi matahari di Kota Pekanbaru mencapai puncaknya ketika periode musim kemarau dengan lama penyinaran matahari yang optimal sebesar 164.9 Watt/m².

Kesimpulan

Secara umum nilai LPM di Kota Pekanbaru periode 2011 – 2020 Pekanbaru memiliki nilai rata harian sebesar 49%. Nilai rata bulanan LPM tertinggi terjadi dibulan Juli dan terendah pada bulan Februari. Nilai rata tahunan LPM tertinggi terjadi pada tahun 2019 dan terendah pada tahun 2011. Pada periode musim kemarau nilai LPM lebih tinggi dibandingkan dengan periode musim hujan dan interval persentase LPM saat musim kemarau lebih besar dibanding dengan saat musim hujan. Pengaruh dari La Nina dapat menurunkan rata – rata persentase LPM sedangkan Pengaruh El Nino dapat meningkatkan rata – rata persentase LPM, namun dibeberapa kondisi saat kejadian El Nino di wilayah Kota Pekanbaru mengalami kebakaran hutan dan berdampak menimbulkan asap yang dapat menghalangi penyinaran matahari masuk kepermukaan bumi sehingga menurunkan pesentase nilai LPM. Potensi energi matahari di Kota Pekanbaru mencapai titik optimal pada bulan Juli. Pada periode bulan Juli Kota Pekanbaru memasuki musim kemarau sehingga memiliki LPM yang tinggi dan menyebabkan potensi energi matahari mencapai puncaknya.

Daftar Pustaka

- [1] Suwignyo. (2021). *Hidrologi: Aplikasi untuk Teknik Sipil*. Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang.
- [2] Hamdi, S., & Sumaryati, S. (2020). Pola Lama Penyinaran Matahari Dalam 20 Tahun Pengamatan Di Sumedang. *Jurnal Sains Dirgantara*, 17(2), 81-94.
- [3] Islammiyati, I., Azwar, A., & Sutikno, S. (2019). Analisis potensi energi matahari menggunakan data lama penyinaran matahari (LPM) Kota Pontianak. *Prisma Fisika*, 7(3), 238-245.
- [4] Yana, S., Yulisma, A., & Zulfikar, T. M. (2022). Manfaat Sosial Ekonomi Energi Terbarukan: Kasus Negara-negara ASEAN. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1).
- [5] Pramudiyanto, A. S., & Suedy, S. W. A. (2020). Energi Bersih dan Ramah Lingkungan dari Biomassa untuk Mengurangi Efek Gas Rumah Kaca dan Perubahan Iklim yang Ekstrem. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 1(3), 92-105.
- [6] Atina, A., & Prasetio, H. (2022). Pengamatan Lamanya Penyinaran Matahari di BMKG Kelas II Kota Palembang Menggunakan Alat Campbell Stokes. *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)*, 3(2), 10-15.
- [7] Putra, R. M., Alfiandy, S., & Haq, B. E. A. (2020). Identifikasi Pengaruh El Nino Southern Oscillation (Enso), Indian Ocean Dipole (Iod), And Madden Julian Oscillation (Mjo) Terhadap Intensitas Curah Hujan Bulanan Di Indonesia Berbasis Machine Learning. *Buletin Ngurah Rai*, 6, 1-8.
- [8] Unnikrishnan. A.S., Tangang. F., Durrheim. R.J., (2022). *Extreme Natural Events Sustainable Solutions for Developing Countries*. Springer Nature Singapore.
- [9] Yuggotomo, M. E., Gusmayanti, E., & Kusnandar, D. (2020). Perubahan Lama Penyinaran Matahari Tahun 1990-2019 Di Kalimantan Barat. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 7(3), 58-65.
- [10] Nurkholis, A., Rahma, A. D., Widyaningsih, Y., Maretya, D. A., Wangge, G. A., Widiastuti, A. S., & Abdillah, A. (2018). Analisis temporal kebakaran hutan dan lahan di indonesia tahun 1997 dan 2015 (studi kasus Provinsi Riau). *INA-Rxiv*
- [11] Kusmartini, I., Adventini, N., Sari, D. K., Kurniawati, S., Lestiani, D. D., & Santoso, M. (2019). Karakterisasi unsur pm 2, 5 pada periode kebakaran hutan di Pekanbaru dengan teknik analisis aktivasi neutron. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia (Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology)*, 20(1), 29-46.
- [12] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2022). *Pemutakhiran Zona Musim Indonesia Periode 1991 – 2020*. Jakarta. 138 hal.
- [13] Anggreni, R., Muliadi, M., & Adriat, R. (2018). Analisis Pengaruh Tutupan Awan Terhadap Radiasi Matahari di Kota Pontianak. *Prisma Fisika*, 6(3).
- [14] Prescott, J. (1940) Evaporation from a Water Surface in Relation to Solar Radiation. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 64, 114-118.

