

PERUBAHAN IKLIM DAN POTENSI ENERGI SURYA DI WILAYAH MONSUN

Climate Change and Solar Energy Potential in Monsoon Regions

Erlina Natasya Kurniasari¹⁾, Gusti Rusmayadi²⁾, Totok Wianto³⁾, Idiannor Mahyudin⁴⁾

¹⁾ Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan,
Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

²⁾ Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

³⁾ Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

⁴⁾ Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

^{*} e-mail: erlinatasya03@gmail.com

Abstract

Climate change results from global warming, caused by increasing greenhouse gases in the atmosphere, especially CO₂ (carbon dioxide). This increase cannot be separated from the excessive use of fossil fuels such as oil and coal in the energy sector. In addition, mining can cause environmental damage, such as reduced air and water quality, and exacerbate future climate change. Renewable energy can be a solution to meet electrical energy needs by minimizing the impact it causes. Solar energy is one environmentally friendly source of renewable energy that will never run out. An analysis of climate change and the potential for solar energy has been carried out in this study. Data processing results for the last 30 years (1992-2021) show that climate change has occurred in the monsoon region. This is marked by a significant increase in the annual average temperature trend and an increase in extreme minimum temperature events until 2021. Based on the results of the projection of solar energy potential using the RCP4.5 scenario for the monsoon region until 2050 of 4.56-5.03 kWh/m².day with homogeneous data distribution.

Keywords: climate change; solar energy; monsoon; RCP4.5

PENDAHULUAN

Perubahan iklim (*climate change*) merupakan hal yang tidak dapat dihindari akibat pemanasan global (*global warming*) dan diyakini akan berdampak luas terhadap berbagai aspek kehidupan (Surmaini, dkk., 2011). Hal ini telah disampaikan oleh para ahli mengenai bukti-bukti yang mengindikasikan adanya perubahan iklim yang ditandai dengan meningkatnya suhu udara rata-rata. Wilayah Indonesia mengalami peningkatan suhu rata-rata setiap tahun sebesar 0.03°C sejak tahun 1981-2018, ini berarti selama 30 tahun peningkatan suhu udara rata-rata berkisar 0.9°C (BMKG, 2019). Pemanasan global yang memicu adanya perubahan iklim dapat

terjadi akibat beberapa faktor salah satunya adalah penambahan gas rumah kaca (GRK) di atmosfer (Gunawan & Kadarsah, 2013). Dari sekian banyak GRK, CO₂ (karbon dioksida) adalah kontributor utama. Samiaji (2011) menyebutkan sejak tahun 2004 hingga 2010 konsentrasi CO₂ permukaan di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 10 ppm yaitu dari 373 menjadi 383 ppm.

Peningkatan gas CO₂ erat kaitannya dengan pemenuhan kebutuhan manusia dalam beberapa sektor, seperti sektor energi yaitu pemanfaatan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara dan gas secara berlebihan (Wulandari, dkk., 2013). Batu bara memiliki peranan yang penting dalam pemenuhan kebutuhan energi khususnya untuk pembangkit listrik. Saat ini sekitar

71,1% dari konsumsi batu bara domestik diserap oleh pembangkit listrik (Miranti, 2008) dalam (Elinur, dkk., 2010). Penambangan bahan bakar fosil dapat menimbulkan masalah baik untuk masyarakat maupun lingkungan seperti kualitas udara, air sungai dan air tanah yang mengalami pencemaran, serta hilangnya beberapa jenis flora dan habitat fauna yang menjadi terganggu akibat adanya perluasan penambangan (Afrianti, 2020). Apabila hal ini terus berlanjut maka dapat memperburuk perubahan iklim yang terjadi di masa mendatang. *Representative Concentration Pathways* (RCP) merupakan suatu skenario pemodelan iklim yang dapat digunakan untuk menggambarkan kondisi perubahan iklim di masa mendatang berdasarkan radiasi yang terperangkap (*radiative forcing*) akibat konsentrasi GRK. Skenario yang mendekati dengan kondisi saat ini dan terdapat kebijakan untuk membatasi emisi GRK adalah skenario RCP4.5.

Saat ini upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi peningkatan gas CO₂ di atmosfer karena sektor energi adalah dengan beralih menggunakan energi terbarukan yang bersih dan ramah lingkungan. Salah satu sumber energi terbarukan yang tidak pernah habis adalah energi surya, ditambah potensi energi ini belum banyak dimanfaatkan secara intensif oleh masyarakat (Widodo, dkk., 2010). Oleh karena itu, penelitian mengenai perubahan iklim dan potensi energi surya perlu dilakukan di wilayah yang memiliki karakteristik tertentu seperti wilayah dengan pola iklim monsun yang merupakan pola iklim terbesar di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di lokasi yang dapat mewakili wilayah monsoon di pulau Kalimantan. Wilayah monsoon dilakukan di Kota Banjarbaru yang terletak di antara 3°25'40" sampai dengan 3°28'37" LS dan 114°41'22" sampai dengan 114°54'25" BT dengan luasan 371,38 km².

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data observasi dan data model. Penelitian dilakukan berupa pengolahan data dan analisis baik berupa grafik ataupun spasial.

Data observasi didapatkan dari Stasiun Klimatologi Kalimantan Selatan dan Stasiun Meteorologi Supadio melalui data online BMKG yang terdiri dari data lama penyinaran matahari bulanan 2012-2021 (Jam), suhu udara rata-rata, suhu maksimum dan minimum bulanan tahun 1992-2021 (°C). Sedangkan data model diperoleh dari model CSIRO berupa suhu maksimum dan minimum yaitu data historis (1996-2005) dan data proyeksi (2022-2050) dengan resolusi 0,01° yang bersumber dari ESGF (°C), serta data ketinggian tempat (elevasi) dengan resolusi 0,01° dari DEMNAS (meter). *Regridding* digunakan untuk menurunkan skala data model dari skala aslinya. Untuk memperoleh hasil dari tujuan yang ingin dicapai maka tahapan pengolahan data yang perlu dilakukan adalah analisis perubahan iklim, perhitungan potensi radiasi matahari dan selanjutnya akan dilakukan konversi energi surya menggunakan solar panel tipe Maxpower CS6U-340M.

Analisis perubahan iklim dilakukan dengan melihat nilai ekstrim, pergeseran pola dan kecenderungan trend linier perubahan suhu udara yang kemudian diuji menggunakan uji mann kendal. Nilai intensitas radiasi matahari biasanya didapatkan dari alat pengukur radiasi yang bernama *actinograph* maupun sensor radiasi matahari (*pyranometer*). Masih terbatasnya alat tersebut membuat data intensitas radiasi matahari tidak selalu ada di setiap daerah, sehingga diperlukan metode perhitungan lain untuk mendapatkannya. *Food and Agricultural Organization* (FAO) mengembangkan sebuah metode untuk menghitung nilai intensitas radiasi matahari menggunakan data lama penyinaran matahari (LPM).

$$H_s = \left(0.25 + \frac{n}{2N}\right) \times H_0 \dots (1)$$

Dimana H_s : intensitas radiasi matahari bulanan ($kWh/m^2.hari$), H_0 : radiasi extraterrestrial ($kWh/m^2.hari$), n : lama penyinaran matahari bulanan (jam), dan N : lama penyinaran matahari maksimum bulanan (jam).

Model pendugaan radiasi matahari menggunakan data suhu maksimum dan minimum serta radiasi extraterrestrial digunakan untuk menghitung nilai proyeksi potensi radiasi matahari (Agustiari, dkk., 2019; Muslihah, 2019; Ilahi, 2015; dan Sarkar, 2016). Model Chen (2004) menggambarkan bahwa wilayah yang berada di lintang rendah lebih sensitif terhadap suhu jika dibandingkan dengan wilayah yang berada di lintang tinggi, dengan kata lain hubungan suhu dan radiasi matahari lebih terlihat di wilayah lintang rendah.

$$\frac{H}{H_0} = a(\Delta T)^{0,5} + b \dots (2)$$

Dimana H : radiasi matahari hasil pengamatan ($kWh/m^2.hari$), H_0 : radiasi extraterrestrial ($kWh/m^2.hari$), ΔT : perbedaan antara suhu maksimum dan minimum ($^{\circ}C$), dan nilai a , b : koefisien model ($a = 0.1999$, $b = -0.1212$).

Selanjutnya hasil potensi radiasi matahari yang ada akan dilakukan konversi lange (2016) menggunakan solar panel tipe Maxpower CS6U-340M dengan spesifikasi sebagai berikut:

| Electrical Data | Value |
|------------------------------|--------------------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 340 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 37.9 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 8.97 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 46.2 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 9.48 A |
| Module Efficiency | 17.49 % |
| Dimensions | 1960 x 992 x 40 mm |
| Cell Type | Mono-crystalline |

Sumber: Pratama dkk., 2018

Persamaan konversi energi Lange (2016):

$$Energi = a \times b \times c \dots (3)$$

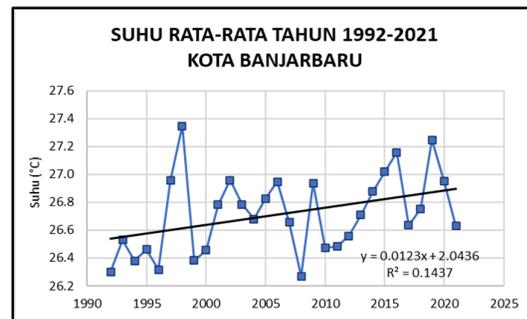
Dimana a : radiasi matahari ($kWh/m^2.hari$); b : luas modul (m^2); dan c : efisiensi modul. Radiasi matahari adalah pancaran sinar matahari yang diterima oleh suatu permukaan bumi per satuan luas.

Hasil perhitungan nilai konversi potensi energi surya akan dipetakan secara spasial menggunakan software Arc GIS 10.2, hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam melakukan analisa. Disisi lain pemetaan ini juga bertujuan untuk mengetahui wilayah mana saja yang memiliki potensi energi surya yang cukup memadai untuk dilakukan pemanfaatan di berbagai sektor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Perubahan Iklim

Perubahan iklim merupakan perubahan pola maupun intensitas unsur iklim (suhu udara, hujan, angin, dan lain-lain) secara signifikan dan berlangsung dalam waktu yang lama (satu dekade atau bahkan lebih) terhadap kondisi rata-ratanya. Pada penelitian ini analisis dilakukan dengan menggunakan salah satu unsur iklim yaitu suhu udara (rata-rata, maksimum dan minimum).



Gambar 1. Suhu Rata-rata Tahun 1992-2021

Suhu udara rata-rata tahunan wilayah Banjarbaru selama 30 tahun (1992-2021) sebesar $26.7^{\circ}C$ dengan suhu udara rata-rata tertinggi terjadi pada tahun 1998 yaitu $27.3^{\circ}C$ dan terendah tahun 2008 yaitu

26.3°C. Seperti pada Gambar 1 terlihat bahwa wilayah Banjarbaru mengalami peningkatan pola trend suhu per tahun sebesar 0.0123°C. Signifikansi kecenderungan/trend dari peningkatan suhu tersebut sangatlah nyata, hal ini terlihat dari hasil uji trend Mann Kendall dengan nilai signifikansi sebesar 0.0345347.

Tabel 1. Frekuensi Kejadian Suhu Ekstrim

| Suhu | Persentile 98% | Frekuensi Kejadian | | |
|----------|----------------|--------------------|-----------|-----------|
| | | 1992-2001 | 2002-2011 | 2012-2021 |
| Maksimum | 35.58 | 4 | 3 | 1 |
| Minimum | 24.69 | 3 | - | 5 |

Persentil 98 digunakan sebagai batas nilai ekstrim untuk menentukan frekuensi kejadian suhu ekstrim di wilayah Banjarbaru. Data bulanan suhu maksimum dan minimum tahun 1992-2021 dibagi menjadi 3 periode yaitu 1992-2001, 2002-2011, dan 2012-2021, hasil analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa frekuensi kejadian ekstrim suhu maksimum di kota banjarbaru semakin bertambahnya tahun semakin berkurang, sedangkan frekuensi kejadian ekstrim suhu minimum mengalami penambahan seiring bertambahnya tahun.

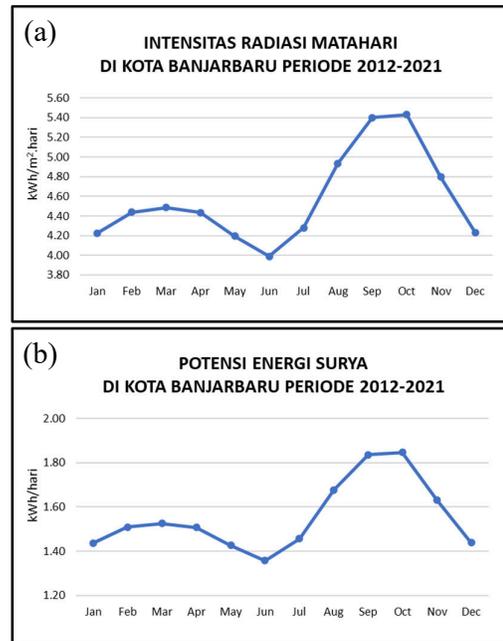
Nilai persentil 98 pada suhu maksimum sebesar 35.58°C dengan jumlah frekuensi kejadian 4 (1992-2001), 3 (2002-2011), dan 1 (2012-2021). Berbeda dengan suhu maksimum yang mengalami pengurangan frekuensi kejadian suhu ekstrim, suhu minimum mengalami peningkatan frekuensi kejadian suhu ekstrim saat bertambahnya tahun. Persentil 98 pada suhu minimum sebesar 24.69°C dengan jumlah frekuensi kejadian 3 (1992-2001) dan 5 (2012-2021).

Environmental Modeling and Assessment 4 (1999) juga menggambarkan peningkatan konsentrasi gas CO₂ hingga tahun 2000 yang berdampak pada peningkatan suhu global, hal tersebut dapat berkontribusi menyebabkan trend suhu rata-rata di wilayah Banjarbaru mengalami peningkatan selama 30 tahun terakhir. Perubahan trend suhu berupa kecenderungan trend naik secara signifikan

serta semakin bertambahnya frekuensi kejadian suhu ekstrim dapat menjadi salah satu faktor untuk mengidentifikasi adanya perubahan iklim di suatu wilayah.

Analisis Potensi Energi Surya 10 Tahun Terakhir (2012-2021)

Selama 10 tahun terakhir (2012-2021) menggunakan model pendugaan model Chen (2004) sebaran intensitas matahari di wilayah Banjarbaru menunjukkan sebaran data yang terpusat atau homogen. Rata-rata intensitas radiasi matahari periode tahun 2012-2021 sebesar 4.57 kWh/m².hari, hasil ini dapat dikategorikan cukup tinggi (Kananda, 2017). Hasil tersebut kemudian dilakukan konversi energi menggunakan solar panel tipe mono-crystalline spesifikasi Canadian Solar Maxpower CS6U-340M dengan hasil potensi energi sebesar 1.55 kWh/hari.



Gambar 2. Intensitas radiasi matahari (a) dan potensi energi surya (b) bulanan tahun 2012-2021

Grafik intensitas radiasi matahari bulanan berkisar antara 3.99-5.43 kWh/m².hari (Gambar 2a) dengan potensi energi surya hasil konversi solar panel

sebesar 1.36-1.85 kWh/hari (Gambar 2b). Intensitas radiasi matahari dan konversi potensi energi surya tertinggi terjadi pada bulan Oktober dan terendah pada bulan Juni.

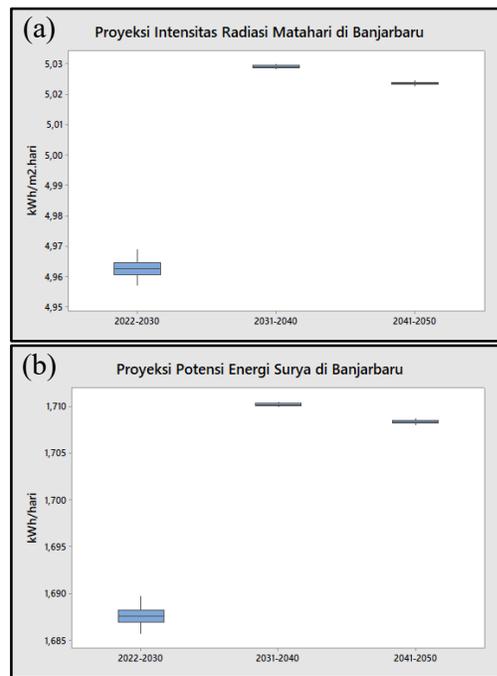
Nilai bulanan intensitas radiasi matahari dan konversi potensi energi surya tahun 2012-2021 membentuk suatu pola dengan puncak tertinggi pada bulan ASO (Agustus, September, Oktober). Pola ini berkebalikan dengan pola curah hujan monsun, dimana ASO adalah pola lembah yang memiliki curah hujan terendah (Aldrian, 2001). Perbedaan tersebut dapat disebabkan karena pada saat bulan ASO matahari berada disekitar ekuator, hal ini bersamaan dengan terjadinya puncak musim kemarau di wilayah monsun yang menyebabkan sedikitnya awan penghasil hujan di atmosfer. Kedua alasan tersebut yang menyebabkan intensitas penyinaran matahari lebih tinggi di bulan Agustus, September, dan Oktober dibandingkan bulan lainnya.

Penelitian Rifai, dkk., (2014) menyatakan bahwa curah hujan yang rendah akan menyebabkan intensitas radiasi matahari yang diterima tinggi. Serta kondisi cuaca juga mempengaruhi karakteristik radiasi yang diterima permukaan bumi (Ilahi, 2017). Hubungan radiasi matahari berbanding terbalik dengan tutupan awan (Anggreni, dkk., 2018).

Pada bulan FMA (Februari, Maret, April) jika dicermati lagi terlihat seperti membentuk puncak kedua yang tidak terlalu tinggi/signifikan. Curah hujan yang tinggi pada bulan FMA di wilayah monsun dan posisi matahari yang mulai menjauhi wilayah Banjarbaru (bergerak ke utara) menyebabkan rendahnya nilai intensitas matahari pada bulan tersebut. Hasil tersebut dikuatkan dengan penelitian Rifai, dkk., (2014) bahwa curah hujan yang makin tinggi secara signifikan akan mengurangi intensitas radiasi matahari yang diterima, namun posisi deklinasi matahari juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi.

Analisis Proyeksi Potensi Energi Surya Tahun 2022-2050

Analisis proyeksi tahun 2022-2050 dibagi dalam tiga periode yaitu tahun 2022-2030, 2031-2040, dan 2041-2050. Hasil perhitungan rata-rata nilai proyeksi intensitas radiasi matahari yang dilakukan di wilayah Banjarbaru untuk periode 2022-2030 sebesar 4.96 kWh/m².hari; kemudian pada periode 2031-2040 sebesar 5.03 kWh/m².hari; dan 5.02 kWh/m².hari untuk periode proyeksi 2041-2050 (Gambar 3a). Pada Gambar 3b menggunakan solar panel Canadian Solar Maxpower CS6U-340M, intensitas radiasi matahari yang ada dapat menghasilkan rata-rata potensi energi surya sebesar 1.69 kWh/hari (2022-2030), 1.71 kWh/hari (2031-2040), dan 1.71 kWh/hari (2041-2050).



Gambar 3. Hasil proyeksi intensitas radiasi matahari (a) dan potensi energi surya (b) tahun 2022-2050

Tabel 2. Besar Perubahan Proyeksi Potensi Energi Surya Menggunakan Solar Panel Canadian Solar Maxpower CS6U-340M

| Wilayah | P1 | P2 | P3 | X1 | X2 | X3 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| Kota Banjarbaru | 0.13 | 0.16 | 0.15 | 0.13 | 0.02 | 0.00 |

Keterangan:

P1: perubahan 2022-2030 terhadap 2012-2021,

P2: perubahan 2031-2040 terhadap 2012-2021,

P3: perubahan 2041-2050 terhadap 2012-2021,

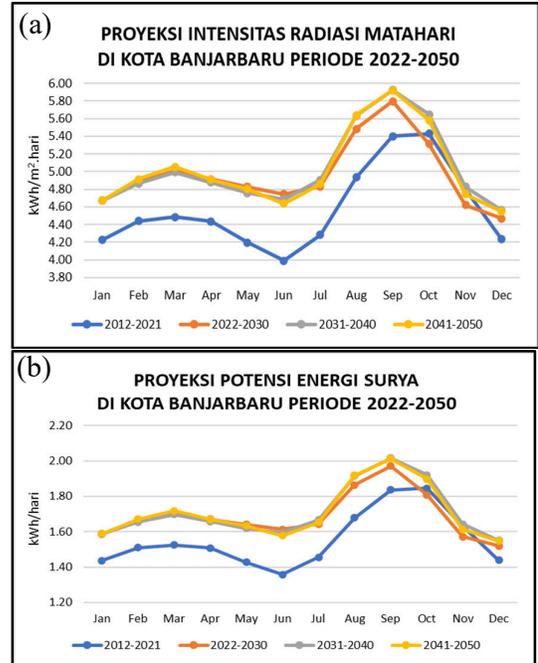
X1: perubahan 2022-2030 terhadap 2012-2021,

X2: perubahan 2031-2040 terhadap 2022-2030, dan

X3: perubahan 2041-2050 terhadap 2031-2040.

Perubahan terbesar hasil proyeksi potensi energi surya menggunakan solar panel wilayah Banjarbaru terjadi pada P2 yaitu antara periode 2031-2040 terhadap 2012-2021, sehingga hasil proyeksi periode 2031-2040 merupakan yang terbesar dibandingkan periode lainnya.

Besarnya perubahan terhadap periode berjalan yaitu X1, X2, dan X3 menunjukkan bahwa X1 lebih besar dibandingkan X2 dan X3, hal ini dimungkinkan karena adanya peningkatan konsentrasi GRK di atmosfer dan menyebabkan suhu udara mengalami peningkatan. Pada X2 perubahan mulai berkurang karena adanya upaya untuk mengurangi emisi GRK di atmosfer sehingga suhu udara cenderung lebih kecil peningkatannya, bahkan mulai stabil pada perubahan X3 (skenario RCP 4.5). Skenario RCP4.5 merupakan skenario yang stabil sebelum tahun 2100 serta melakukan penerapan strategi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (Wayne ,2013).



Gambar 4. Grafik Bulanan Proyeksi Intensitas Radiasi Matahari (a) dan Potensi Energi Surya (b) Tahun 2022-2050 Dibandingkan Tahun 2012-2021

Pada grafik bulanan, proyeksi intensitas radiasi matahari wilayah Banjarbaru berkisar antara 4.47-5.79 kWh/m².hari untuk tahun 2022-2030, kemudian pada tahun 2031-2040 berkisar 4.56-5.93 kWh/m².hari, dan tahun 2041-2050 berkisar antara 4.55-5.92 kWh/m².hari. Solar panel Canadian Solar Maxpower CS6U-340M digunakan dalam menghitung intensitas radiasi matahari menjadi nilai potensi energi surya. Potensi energi surya bulanan yang dihasilkan berkisar 1.52-1.97 kWh/hari untuk periode 2022-2030, 1.55-2.02 kWh/hari untuk periode 2031-2040, dan 1.55-2.01 kWh/hari untuk periode 2041-2050. Hasil proyeksi terlihat nilai maksimum terjadi di bulan September dan nilai minimum terjadi di bulan Desember.

Mengingat rata-rata radiasi matahari di Kawasan barat Indonesia (KBI) sebesar 4.5 kWh/m².hari maka nilai radiasi matahari di wilayah Banjarbaru dapat dikatakan cukup tinggi. Hasil penelitian ini

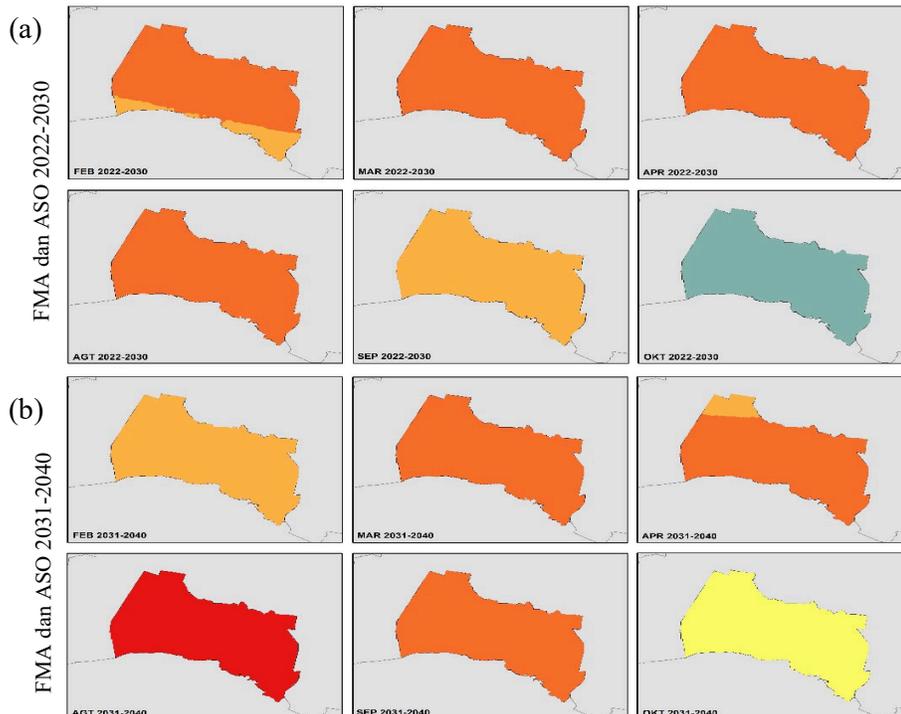
mirip dengan penelitian potensi energi matahari yang dilakukan oleh Nuraini, dkk. di Kalimantan Barat bahwa nilai radiasi matahari berkisar antara 3.96-5.25 kWh/m².hari.

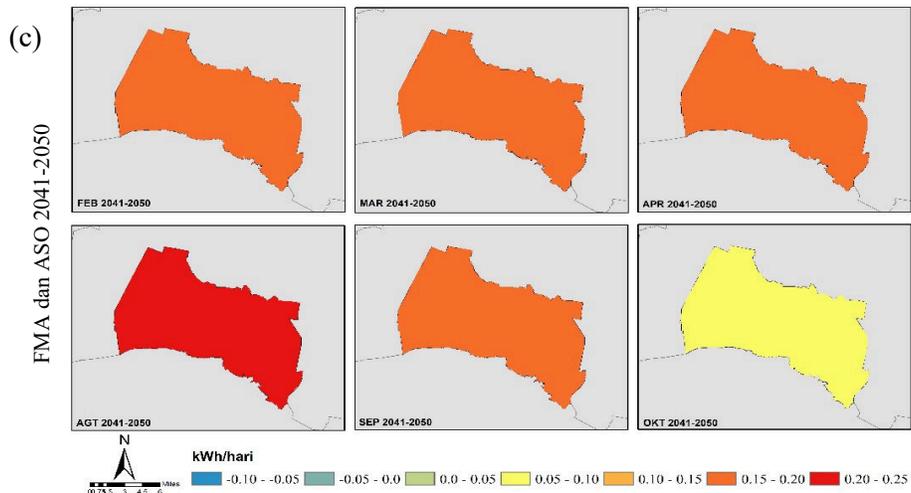
Terbentuknya pola pada grafik bulanan baik intensitas radiasi matahari maupun potensi energi surya disebabkan oleh gerak semu matahari dan karakteristik wilayah monsun. Saat ASO nilai proyeksi lebih besar dibandingkan saat FMA, hal ini disebabkan oleh posisi matahari berada di sekitar katulistiwa sehingga matahari dekat dengan wilayah Banjarbaru, selain itu didukung juga dengan sedang berlangsungnya musim kemarau di wilayah Banjarbaru (Tabel 3).

Peta spasial wilayah banjarbaru yang diGambarkan menggunakan software Arc GIS 10.2 (Gambar 5) secara jelas dapat menjelaskan bahwa saat FMA dan ASO memiliki potensi energi surya yang merata di semua wilayah. Perubahan terbesar terjadi pada bulan Agustus periode 2031-2040 dan 2041-2050 yaitu 0.20-0.25 kWh/hari, sedangkan perubahan terkecil terjadi pada oktober periode 2022-2030 dimana nilainya lebih kecil dibandingkan periode 2012-2021 yaitu -0.05 – 0.0 kWh/hari. Hasil konversi potensi energi surya menggunakan panel surya secara spasial dapat dijadikan bahan pertimbangan bahwa secara umum wilayah Banjarbaru baik untuk pemanfaatan listrik bertenaga surya hingga tahun 2050.

Tabel 3. Nilai Puncak Proyeksi pada FMA dan ASO

| Periode Proyeksi | Intensitas Radisai Matahari | | | | | | Potensi Energi Surya | | | | | |
|---------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|----------------------|------|------|------|------|------|
| | Feb | Mar | Apr | Aug | Sep | Oct | Feb | Mar | Apr | Aug | Sep | Oct |
| 2022-2030 | 4.88 | 5.00 | 4.91 | 5.48 | 5.79 | 5.32 | 1.66 | 1.70 | 1.67 | 1.86 | 1.97 | 1.81 |
| 2031-2040 | 4.87 | 4.99 | 4.88 | 5.63 | 5.93 | 5.65 | 1.65 | 1.70 | 1.66 | 1.92 | 2.02 | 1.92 |
| 2041-2050 | 4.91 | 5.05 | 4.91 | 5.64 | 5.92 | 5.58 | 1.67 | 1.72 | 1.67 | 1.92 | 2.01 | 1.90 |





Gambar 5. Besarnya Perubahan Proyeksi Potensi Energi di Kota Banjarbaru pada bulan FMA dan ASO Periode 2022-2030 (a), 2031-2040 (b), dan 2041-2050 (c) terhadap 2012-2021

Peta spasial wilayah Banjarbaru yang digambarkan menggunakan software Arc GIS 10.2 secara jelas dapat menjelaskan bahwa saat FMA dan ASO memiliki potensi energi surya yang merata di semua wilayah. Perubahan terbesar terjadi pada bulan Agustus periode 2031-2040 dan 2041-2050 yaitu 0.20-0.25 kWh/hari, sedangkan perubahan terkecil terjadi pada oktober periode 2022-2030 dimana nilainya lebih kecil dibandingkan periode 2012-2021 yaitu -0.05 – 0.0 kWh/hari. Hasil konversi potensi energi surya menggunakan panel surya secara spasial dapat dijadikan bahan pertimbangan bahwa secara umum wilayah Banjarbaru baik untuk pemanfaatan listrik bertenaga surya hingga tahun 2050.

Pemanfaatan Energi Surya

Hingga tahun 2050 hasil potensi energi di wilayah penelitian sebesar 1.52-2.02 kWh/hari, hasil energi tersebut dapat disimpan menggunakan baterai (efisiensi 80%) sebelum dimanfaatkan oleh masyarakat untuk menunjang kegiatan sehari-hari di berbagai bidang, seperti perikanan, pertanian, rumah tangga, dan yang lainnya.

Sebagai contoh pemanfaatan energi surya dalam bidang perikanan dan pertanian dapat berupa pompa air yang digunakan

untuk mengairi kolam ikan ataupun persawahan. Energi yang ada apabila digunakan untuk menyalakan pompa air tipe Shimizu JET 300 BIT dengan daya 300 Watt/jam mampu menghidupkannya antara 2-3 jam dalam sehari. Seorang nelayan yang menangkap ikan di malam hari menggunakan kapal selama 10 jam memerlukan rata-rata beban daya sebesar 1.800 Wh/hari (1.8 kWh/hari), untuk memenuhi kebutuhan listrik tersebut dapat memasang 2 solar panel Canadian Solar Maxpower CS6U-340M.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Selama 30 tahun terakhir (1992-2021) suhu rata-rata wilayah monsun mengalami peningkatan trend secara signifikan serta peningkatan kejadian suhu ekstrim berdasarkan nilai persentil 98 pada suhu minimum hingga tahun 2021. Perubahan tersebut dapat menjadi indikasi adanya perubahan iklim yang ditandai dengan kenaikan trend suhu. Secara spasial potensi proyeksi energi surya berdasarkan skenario RCP4.5 hingga tahun 2050 untuk wilayah monsun sebesar 4.56-5.03 kWh/m².hari. Jika menggunakan konversi

solar panel spesifikasi Canadian Solar Maxpower CS6U-340M, maka hasil proyeksi potensi energi surya untuk wilayah monsun sebesar 1.69-1.71 kWh/hari.

SARAN

Telah adanya indikasi perubahan iklim di wilayah monsun yang ditandai dengan kenaikan trend suhu, oleh karena itu perlu untuk mengurangi sumber emisi karbon untuk mencegah terjadinya perubahan iklim di masa mendatang yaitu dengan beralih menggunakan energi terbarukan yang ramah lingkungan salah satunya adalah energi surya. Mengingat hasil potensi energi wilayah monsun pada bulan FMA dan ASO cukup tinggi sedangkan untuk bulan lainnya lebih rendah, maka perlu menambahkan penggunaan baterai yang dapat digunakan untuk menyimpan hasil energi surya pada saat intensitas matahari tinggi sehingga dapat menutupi kebutuhan energi saat intensitas matahari rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, S. (2020). Dampak kerusakan sumber daya alam akibat penambangan batubara di nagari lunang, kecamatan lunang silaut, kabupaten pesisir selatan, provinsi sumatera barat. *Agroprimatech*, 3(2), 55-66.
- Agustiarini, S., Ulfah, A., Wibowo, D.S.A., Baihaqi, A., & Megantara, R.P. (2019). Perubahan iklim dan potensi energi terbarukan di lombok.
- Aldrian, E. (2001). Pembagian Iklim Indonesia Berdasarkan Pola Curah Hujan Dengan Metoda "Double Correlation". *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 2(1), 11-18.
- Anggreni, R., Muliadi, M., & Adriat, R. (2018). Analisis Pengaruh Tutupan Awan Terhadap Radiasi Matahari di Kota Pontianak. *PRISMA FISIKA*, 6(3).
- Environmental Modeling and Assessment 4., 1999. Correcting the carbon cycle representation: How important is it for the economics of climate change?: 133–140. EUSAI (Embassy of the United States of America in Indonesia). Petroleum Report Indonesia, 2001.
- Gunawan, D. dan Kadarsah. (eds). 2013. Gas Rumah Kaca Dan Perubahan Iklim Di Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta.
- Ilahi, A.F., 2017, Pemodelan Radiasi Matahari Global Harian, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kananda, K. (2017). A Studi Awal Potensi Energi Surya Wilayah Lampung. *journal of science and applicative technology*, 1(2), 75-81.
- Lange, N., D. 2016. Identifying Solar Energy Potentials and Intensifying the Climate-Friendly Use of Photovoltaics within Urban Areas. 9th Symposium of the International Society for Digital Earth (ISDE).
- Miranti, E. (2008). Prospek industri batubara di Indonesia. *economic review*, 214.
- Muslihah. D.W., 2019, Analisis Rumus Empiris erbaik untuk Menduga Radiasi Matahari di Wilayah Pulau Sumatra, Skripsi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Tangerang Selatan.
- Nuraini, I.S., Hidayanto, N., dan Wadayantolis. Analisis Potensi Energi Surya Matahari di Kalimantan Barat.
- Pratama, I. D. G. Y. P., Kumara, I. N. S., & Setiawan, I. N. (2018). Potensi

Pemanfaatan Atap Gedung Pusat Pemerintahan Kabupaten Badung Untuk PLTS Rooftop. *E-Journal SPEKTRUM*, 119-128.

Rifai, L. D., Tongkukut, S. H., & Raharjo, S. S. (2014). Analisis intensitas radiasi matahari di Manado dan maros. *Jurnal MIPA*, 3(1), 49-52.

Samiaji, T. 2011. Gas CO₂ di wilayah Indonesia. *Berita Dirgantara*, 12(2).

Sarkar, M. N. I., Sifat, A. I., Paul, S., Hossain, M. S., & Rahman, M. 2016. Solar radiation estimation using temperature data for Dhaka, Bangladesh. In 2016 5th International Conference on Informatics, Electronics and Vision (ICIEV). pp. 204-208.

Surmaini, E., Runtuwuwu, E., & Las, I. (2011). Upaya sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30(1), 1-7.

Widodo, D. A., & Andrasto, T. (2010). Pemberdayaan Energi Matahari Sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas. *Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 6.

Wulandari, M. T. (2013). Kajian Emisi Co₂ Berdasarkan Penggunaan Energi Rumah Tangga Sebagai Penyebab Pemanasan Global (Studi Kasus Perumahan Sebantengan, Gedang Asri, Susukan RW 07 Kab. Semarang).

Data proyeksi diakses melalui link <https://esgf-node.llnl.gov/search/cmip5/>

Data BMKG diakses melalui link pelayanan dataonline.bmkg.go.id

Data ketinggian tempat diakses melalui <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>