

Verifikasi Perhitungan Energi Radiasi Matahari Menggunakan Metode Prescott Terhadap Kondisi Aktual

Dwi Lestari Sanur¹, Qurrata A'yun Kartika²

¹Stasiun Pemantau Atmosfer Global Bukit Kototabang,

²Stasiun Klimatologi Sampali Medan

Abstrak. Radiasi matahari merupakan sumber energi yang mempengaruhi proses-proses fisika di atmosfer. Berbeda dengan sumber energi yang berasal dari fosil, radiasi matahari memiliki jumlah energi yang ketersediaannya melimpah namun tergantung dari letak astronomis. Indonesia sebagai wilayah yang terletak di daerah tropis banyak menerima radiasi matahari, sehingga energi radiasi matahari di Indonesia sangat berpotensi untuk dimanfaatkan. Akan tetapi, terbatasnya informasi energi matahari di Indonesia membuat pemanfaatan energi radiasi matahari kurang dapat dimanfaatkan secara maksimal. Untuk itu diperlukan suatu formula yang dapat digunakan untuk melakukan perhitungan energi radiasi matahari untuk melengkapi informasi yang ada berdasarkan data yang ada. Perhitungan energi matahari metode Prescott merupakan sebuah metode yang digunakan untuk melakukan perhitungan matahari berdasarkan lama penyinaran matahari dengan lintang. Akan tetapi perlu diteliti lebih lanjut sejauh mana kesesuaian hasil perhitungan dengan metode Prescott terhadap kondisi aktualnya sehingga data yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara maksimal. Berdasarkan perbandingan energi matahari aktual dengan perhitungan energi matahari menggunakan metode Prescott diketahui bahwa kedua nilai memiliki pola yang sama yang ditunjukkan dengan nilai korelasi yang tinggi untuk Kayuwatu, Kototabang, Banjarbaru, Maros dan Pondok Betung, sedangkan untuk Pulau Baai memiliki pola yang tidak terlalu sama yang ditunjukkan dengan nilai korelasi yang sedang namun memiliki nilai akar rata-rata kuadrat error (RMSE) yang rendah dapat ditoleransi.

(Kata Kunci: Radiasi Matahari, energi, daerah tropis, metode Prescott, Korelasi dan RMSE)

Abstract. Sun radiation is the source of energy that can give effect processes in atmosphere. Different with energy from fossil, sun radiation is profuse energy but it depend on astronomical location. Indonesia as a country in tropical area that accept so many energy of sun radiation, so Indonesia is a potential place that can be used to using sun radiation as a source of energy. But, because of the limited of information about sun radiation in Indonesia, the profit of energy of sun radiation cannot be used maximally. So we need a formula that can be used to calculate energy of sun radiation to complete the data based on another available data. Calculation of sun radiation with Prescott method is a method that can be used to calculate energy of sun radiation based on duration of sunshine and latitude data. But, we need to know how suitable calculation with Prescott method and actual condition is, so the result data can be used maximally. Based on the comparison of calculation of sun radiation with Prescott method and actual condition, both of them have the same pattern that is showed by the high value of correlation in some places that is in Kayuwatu, Kototabang, Banjarbaru, Maros and Pondok Betung, in other side Pulau Baai has different pattern that is showed with low value of correlation but it has the low value of Root Mean Square (RMSE) so the different value is can be tolerated.

(Keyword: Sun Radiation, Energy, Tropical area, Prescott Method, Correlation and RMSE)

Pendahuluan

Radiasi matahari merupakan sumber energi utama untuk proses-proses fisika atmosfer yang berpengaruh pada keadaan cuaca dan iklim di bumi karena radiasi matahari merupakan energi penggerak atmosfer dan laut. Di samping itu, matahari juga merupakan komponen sumber energi yang digunakan untuk kelangsungan kehidupan makhluk hidup

diantaranya ialah penggunaan radiasi matahari untuk proses fotosintesis pada tumbuhan.

Radiasi yang dipancarkan matahari tidak seluruhnya diterima bumi. Penerimaan radiasi matahari di permukaan bumi bervariasi yang ditentukan oleh letak lintang, jarak antara matahari dan bumi, panjang hari dan sudut datang serta pengaruh atmosfer bumi seperti kandungan debu, uap air dan awan.

Posisi lintang berpengaruh pada radiasi sinar matahari karena posisi matahari terhadap bumi bervariasi setiap harinya. Matahari seolah menyinari bumi dari selatan ke utara (pada Januari hingga Juni) kemudian berbalik dari utara ke selatan (pada Juni hingga Desember) sebagai akibat revolusi bumi terhadap matahari. Dengan demikian semakin mendekati khatulistiwa (lintang 00) maka hampir semakin seimbang (sama) panjang siang hari dan malam hari serta semakin menjauhi khatulistiwa maka semakin berbeda panjang siang hari dan malam hari di suatu tempat. Ketika terjadi musim dingin di belahan bumi utara (BBU) panjang siang hari di BBU lebih singkat dari pada panjang siang hari di belahan bumi selatan (BBS) dan panjang malam hari di BBU lebih panjang daripada di BBS dan begitu juga sebaliknya ketika musim dingin terjadi di BBS. Hal ini menunjukkan terjadi keterbalikan pola panjang siang dan malam hari untuk BBU dan BBS.

Indonesia terletak di wilayah tropis dan khatulistiwa, yang berarti Indonesia memiliki potensi energi matahari cukup besar karena matahari bersinar sepanjang tahun dengan jumlah yang hampir sama tiap harinya. Dengan

demikian, di Indonesia energi matahari sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi. Informasi mengenai ketersediaan energi matahari merupakan suatu hal yang penting untuk mendukung pemanfaatan energi matahari tersebut. Pengukuran energi radiasi matahari di Indonesia salah satunya dilakukan oleh beberapa stasiun BMKG di Indonesia, diantaranya Stasiun Klimatologi Kayuwatu, Stasiun Pemantau Atmosfer Global (SPAG) Bukit Kototabang, Stasiun Klimatologi Banjarbaru, Stasiun Klimatologi Pulau Baai, Stasiun Klimatologi Maros dan Stasiun Klimatologi Pondok Betung. Akan tetapi, terbatasnya pengukuran energi radiasi matahari di Indonesia membuat perlu dilakukannya perhitungan energi radiasi matahari dengan menggunakan suatu formula. Formula tersebut kemudian digunakan sebagai awal pemanfaatan energi radiasi matahari yang sangat potensial. Namun demikian, perlu diteliti sejauh mana kesesuaian hasil perhitungan formula tersebut dengan kondisi aktual agar didapat hasil yang representatif sehingga data yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Metodologi

Pada tulisan ini, data yang digunakan adalah data hasil pengukuran dari beberapa Stasiun Klimatologi dan Stasiun Pemantau Atmosfer Global Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) pada tabel dan gambar berikut :

Tabel 1. Koordinat dan Elevasi Stasiun Pengukur Durasi dan Energi Radiasi Matahari.

No.	Propinsi	Stasiun	Lintang	Bujur	Ketinggian (mdpl)
1	Maluku	Klimatologi Kayuwatu	01° 29' 54" LU	124° 53' 54" BT	85
2	Sumatera Barat	SPAG Bukit Kototabang	00° 12' 00" LS	100° 19' 12" BT	864,5
3	Kalimantan Selatan	Klimatologi Banjarbaru	03° 27' 43" LS	114° 50' 27" BT	55
4	Bengkulu	Klimatologi Pulau Baai	03° 51' 56" LS	102° 18' 43" BT	8,5
5	Sulawesi Selatan	Klimatologi Maros	04° 55' 51" LS	119° 34' 19" BT	11
6	Jawa Barat	Klimatologi Pondok Betung	06° 15' 20" LS	106° 45' 00" BT	26,2



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Metode yang digunakan untuk menghitung besarnya radiasi matahari adalah formula Prescott (1940) yang dihitung menggunakan rumus :

$$R_s = (0.25 + 0,45 \frac{n}{N}) R_a \dots\dots\dots (1)$$

dimana R_s adalah radiasi matahari ($MJ/m^2/hari$) ; n adalah lama matahari bersinar dalam satu hari (jam); N merupakan lama maksimum matahari bersinar dalam satu hari (jam); R_a adalah radiasi matahari ekstraterrestrial ($MJ/m^2/hari$); sedangkan 0,25 dan 0,45 adalah koefisien regresi untuk wilayah daerah tropis.

Sementara itu, radiasi matahari ekstraterrestrial (R_a) dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

dengan dr adalah jarak relatif antara bumi dan matahari; δ adalah sudut deklinasi matahari (rad); ϕ adalah letak lintang (rad) dengan lintang utara bernilai positif dan lintang selatan bernilai negative; sedangkan ω_s adalah sudut saat matahari terbenam (rad).

Sudut saat matahari terbenam (ω_s) dihitung menggunakan persamaan :

$$\omega_s = \arccos (-\tan \phi \tan \delta) \dots\dots\dots (3)$$

dr merupakan jarak relatif antara bumi dan matahari yang dihitung berdasarkan persamaan berikut ini (Duffie & Beckman, 1980 dalam Musrawati, 2014) :

$$dr = 1 + 0.033 \cos(\frac{2\pi}{365}J) + 0.033 \cos(0.0172J) \dots\dots (4)$$

Sementara itu, besarnya δ dihitung berdasarkan persamaan :

$$\delta = 0.409 \left(\frac{2\pi}{365}J - 1.39 \right) = 0.409 \sin(0.0172J - 1.39) \dots\dots\dots (5)$$

Berdasarkan nilai J pada persamaan (4) 0.0172 dan (5) (0.0172 J - 1.39) dalam radian sehingga besarnya nilai J dapat dihitung menggunakan:

Untuk J bulanan (Gommes, 1983 dalam Musrawati, 2014) :

$$(J = \text{Integer}(30.42 M - 15.23)) \dots\dots\dots (6)$$

Untuk J Harian (Craig, 1984 dalam Musrawati, 2014) :

$$(J = \text{Integer}(275 M/9 - 30 + D) - 2) \dots\dots\dots (7)$$

dimana J adalah nomor urut hari dalam setahun (hari julian), M adalah bulan (1-12) dan D adalah hari/tanggal dalam bulan (1-31). Untuk melakukan perhitungan dengan periode 10 harian, maka nilai J diperoleh dari persamaan (7) dengan D yaitu 5, 15, dan 25 pada setiap bulannya.

Sedangkan unruk kondisi aktualnya yang digunakan ialah data hasil observasi menggunakan *pyranometer* (SPAG Bukit Kototabang) dan gunbellani. Gunbellani mengukur akumulasi radiasi gelombang pendek dari matahari selama suatu periode pengukuran tertentu. Besar intensitas radiasi adalah sebagai berikut:

$$R = (H_{I \text{ hari ini}} - H_{II \text{ kemarin}}) \times \text{koef. kalibrasi} \dots\dots (8)$$

Dengan R adalah radiasi matahari, $H_{I \text{ hari ini}}$ adalah ketinggian cairan pada pembacaan pertama hari ini dan $H_{II \text{ kemarin}}$ adalah ketinggian cairan pada pembacaan kedua kemarin dan koefisien kalibrasi= 20.8 gram kalori/cm². Data tersebut masih berupa harian, sehingga harus dicari dengan metode rata-rata harian kemudian bulanan.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots (9)$$

Karena perhitungan di atas masih memiliki satuan kalori/cm², maka harus dilakukan konversi ke W/m^2 dengan koefisien pengali 0.484.

Setelah didapat hasil dengan satuan yang sama, maka dilakukan perbandingan antara perhitungan dengan metode Prescott dengan perhitungan hasil pembacaan *pyranometer* dan gunbellani sebagai pembacaan aktual

Perbandingan dilakukan dengan menganalisa hasil perhitungan nilai koefisien korelasi (r) dan *Root Mean Square* (RMSE). Secara matematis r (Riduwan, 2003) dan RMSE secara berurutan dijelaskan dalam rumus berikut:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}} \dots\dots\dots (10)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X - Y)^2} \dots\dots\dots (11)$$

Dengan r adalah koefisien korelasi antara radiasi matahari hasil perhitungan menggunakan Formula Presscot dengan radiasi matahari hasil pengukuran, X adalah radiasi matahari hasil perhitungan menggunakan Formula Presscot; Y merupakan radiasi matahari hasil pengukuran; dan n adalah jumlah data. Perhitungan rata-rata kesalahan dg cara mengambil akar kuadrat rata-rata jumlah nilai kuadrat kesalahan.

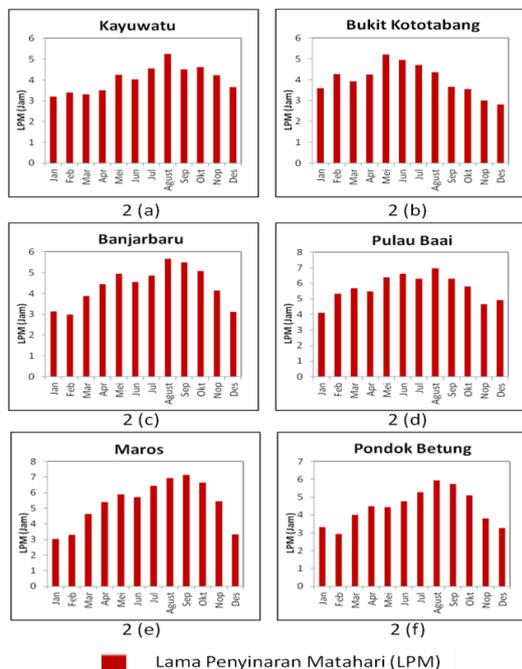
Selain dengan menggunakan koefisien korelasi dan RMSE, perbandingan juga dapat dilakukan dengan *Mean Absolute Error* (MAE) dengan persamaan sebagai berikut:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_{pred} - x_{obs}| \dots\dots\dots(12)$$

dengan x_{pred} adalah nilai perhitungan, x_{obs} adalah nilai aktual dan n adalah banyaknya data, MAE menyatakan perhitungan rata-rata kesalahan dg cara merata-rata jumlah nilai mutlak kesalahan.

Hasil dan Pembahasan

Durasi Penyinaran Matahari



Gambar 2. Rata-rata bulanan durasi penyinaran matahari (a) Kayuwatu, (b) Bukit Kototabang, (c) Banjarbaru, (d) Pulau Baai, (e) Maros, dan (f) Pondok Betung.

Berdasarkan Gambar 2. diketahui bahwa rata-rata durasi penyinaran matahari bervariasi di setiap lokasi penelitian yang secara umum durasi penyinaran matahari

pada lokasi penelitian terjadi lebih dari 3 jam setiap tahunnya.

Pada Gambar 2(a) diketahui bahwa durasi penyinaran matahari rata-rata bulanan di Kayuwatu periode 2008-2015 mengalami penyinaran matahari rata-rata sebesar 4 jam dengan durasi penyinaran paling panjang terjadi pada bulan Agustus sebesar 5.2 jam dan paling pendek terjadi pada bulan Januari dengan durasi penyinaran sebesar 3.2 jam.

Sementara itu, pada Gambar 2(b) dapat dilihat bahwa rata-rata bulanan durasi penyinaran matahari di SPAG Bukit Kototabang periode 2008-2015 juga sebesar 4 jam dengan durasi paling lama terjadi pada bulan Mei yaitu 5.2 jam dan paling pendek terjadi pada bulan Desember dengan durasi 2.8 jam.

Sama halnya dengan lokasi penelitian Kayuwatu, durasi penyinaran matahari paling panjang di Banjarbaru periode 2012-2015 juga terjadi pada bulan Agustus dengan durasi 5.7 jam dan durasi terpendek terjadi pada bulan Februari sebesar 3 jam dengan rata-rata lama penyinaran matahari pada periode tersebut adalah sebesar 4.4 jam yang dapat dilihat pada Gambar 2(c).

Pada Stasiun Klimatologi Pulau Baai (Gambar 2(d)), durasi penyinaran matahari rata-rata pada periode 2011-2015 adalah sebesar 5.4 jam dengan durasi paling lama juga terjadi pada bulan Agustus selama 6.3 jam dan paling pendek terjadi pada bulan Januari dengan durasi 4.4 jam.

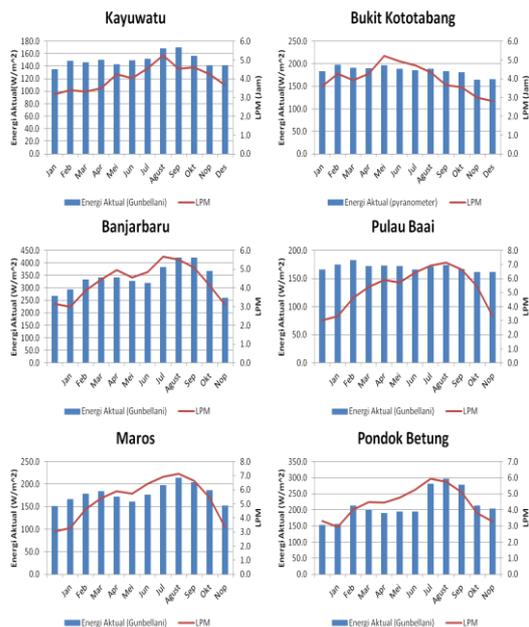
Lama penyinaran matahari di Maros periode 2001-2010 yang dapat dilihat pada Gambar 2(e) memiliki rata-rata bulanan sebesar 5.3 jam dengan durasi paling lama terjadi pada bulan September dengan durasi 7.1 jam dan durasi terpendek terjadi pada bulan Januari selama 3 jam.

Sama dengan Kayuwatu, Banjarbaru dan Pulau Baai, pada Stasiun Klimatologi Pondok Betung durasi penyinaran matahari terpanjang periode 2012-2015 juga terjadi pada bulan Agustus dengan durasi sebesar 5.9 jam dan terpendek terjadi bulan Februari selama 2.9 jam dengan rata-rata bulanan durasi penyinaran matahari sebesar 4.4 jam yang dapat dilihat pada Gambar 2(f).

Jika dilihat dari segi pola rata-rata bulanannya, Stasiun Klimatologi Kayuwatu mengalami dua kali puncak durasi penyinaran matahari yaitu pada bulan Mei dan Agustus

serta dua kali lembah penyinaran matahari yang terjadi pada bulan Juni dan Januari. Begitu juga pada SPAG Bukit Kototabang mengalami dua kali puncak durasi penyinaran matahari yang terjadi pada bulan Februari dan Mei dan dua kali lembah penyinaran matahari yang terjadi pada bulan Maret dan Desember. Sementara itu, Stasiun Klimatologi Banjarbaru mengalami dua kali puncak durasi penyinaran matahari pada bulan Mei dan Agustus dengan dua kali lembah pada bulan Februari dan Juni. Namun, di Pulau Baai lama penyinaran matahari yang terjadi cukup fluktuatif dari bulan ke bulan sehingga tidak tampak jelas memiliki dua puncak lama penyinaran matahari ataupun sebaliknya. Berbeda halnya dengan Kayuwatu, Bukit Kototabang dan Banjarbaru, Maros hanya mengalami satu kali puncak durasi penyinaran matahari yaitu pada bulan September dan juga mengalami satu kali lembah yang terjadi pada bulan Januari. Begitupun Pondok Betung juga mengalami satu kali puncak dan satu kali lembah durasi penyinaran matahari yang secara berurutan terjadi pada bulan Agustus dan Februari.

Pada umumnya, peningkatan ataupun penurunan energi radiasi matahari hasil perhitungan sebanding dengan durasi penyinaran matahari, ketika durasi penyinaran matahari memiliki durasi yang panjang maka energi radiasi matahari aktual juga semakin besar dan sebaliknya. Akan tetapi, pada penelitian ini terdapat beberapa yang berkebalikan yang dapat dilihat pada gambar berikut ini:

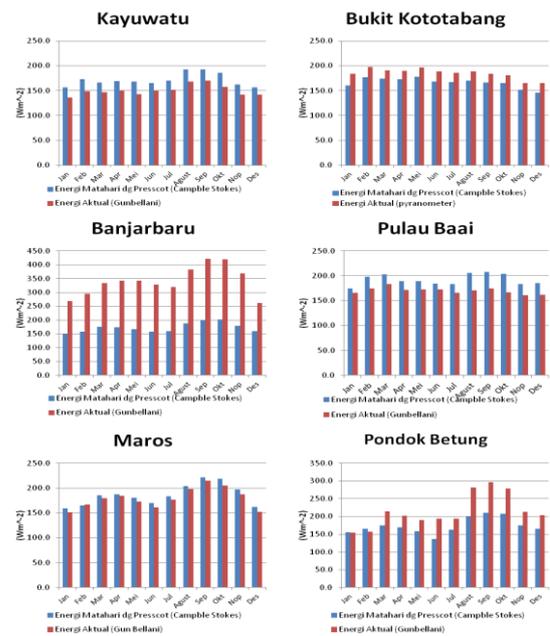


Gambar 3. Durasi penyinaran matahari dan energi radiasi matahari aktual. Gambar 2. (a) Kayuwatu, (b) Bukit Kototabang, (c) Banjarbaru, (d) Pulau

Baai, (e) Maros, dan (f) Pondok Betung. Garis berwarna merah merupakan durasi penyinaran matahari dan *column* berwarna biru merupakan radiasi energi matahari aktual.

Dari gambar 3 di atas, tampak bahwa terdapat banyak kesamaan pola antara durasi penyinaran matahari dan radiasi matahari aktual hampir di semua lokasi penelitian. Hal ini ditandai dengan semakin lama durasi penyinaran matahari, maka semakin banyak energi yang diterima bumi. Akan tetapi semakin singkat lama durasi penyinaran matahari maka semakin sedikit juga radiasi matahari yang diterima bumi. Namun demikian, terdapat beberapa kejadian yang berkebalikan, yaitu ketika durasi penyinaran matahari meningkat tetapi energi radiasi matahari menurun dan sebaliknya. Hal ini terjadi karena energi radiasi matahari yang dipancarkan matahari tidak 100% diterima bumi sehingga terdapat penyimpangan yang tidak hanya dipengaruhi oleh durasi penyinaran matahari saja tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti tutupan awan, kekeruhan atmosfer, kandungan debu serta uap air dan lainnya.

Pengukuran Energi Matahari dengan Metode Prescott dan Aktual



Gambar 4. Energi radiasi matahari dengan metode prescott dan energi radiasi matahari aktual. Gambar 4. (a) Kayuwatu, (b) Bukit Kototabang, (c) Banjarbaru, (d) Pulau Baai, (e) Maros, dan (f) Pondok Betung.

Column berwarna biru merupakan energi radiasi matahari hasil perhitungan menggunakan metode Prescott dan *column* berwarna merah merupakan energi radiasi matahari aktual. Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa perhitungan energi radiasi matahari menggunakan metode Prescott menghasilkan besaran energi radiasi matahari yang lebih tinggi dibandingkan energi radiasi matahari aktual di beberapa lokasi penelitian yaitu Pulau Baai, Maros dan Kayuwatu, akan tetapi pada lokasi lainnya hasil perhitungan energi radiasi matahari menggunakan metode Prescott lebih rendah dibandingkan hasil aktual yakni di SPAG Kototabang, Pondok Betung dan Banjarbaru.

Dilihat dari segi pola rata-rata bulanan energi radiasi matahari aktual (Gambar 3) di Kayuwatu mengalami dua kali puncak pada bulan Februari dan Agustus dan dua kali lembah pada bulan Juni dan Desember. Sementara itu, di Bukit Kototabang berdasarkan segi pola rata-rata bulanan energi radiasi matahari aktual, mengalami dua kali puncak yang terjadi pada bulan Februari dan Mei, sebaliknya juga mengalami dua kali lembah yaitu pada bulan April dan November. Di Banjarbaru, pola rata-rata bulanan energi radiasi matahari aktual mengalami puncak pada bulan Mei dan September sedangkan dua kali lembah terjadi pada bulan Juli dan Desember.

Sama halnya dengan Kayuwatu, Bukit Kototabang dan Banjarbaru, rata-rata bulanan energi radiasi matahari aktual Pulau Baai juga mengalami dua kali puncak dan dua kali lembah dengan puncak terjadi bulan Maret dan September sedangkan lembah terjadi bulan Juli dan November. Begitupun dengan Maros, mengalami dua kali puncak yaitu bulan April dan September sedangkan mengalami dua kali lembah pada bulan Juni dan Desember. Terakhir, rata-rata bulanan energi radiasi matahari aktual Pondok Betung mengalami puncak bulan Maret dan September dan lembah terjadi bulan Januari dan Juni.

Dapat dilihat pada Gambar 3, pada setiap lokasi penelitian baik puncak maupun lembah dari pola rata-rata bulanan energi radiasi matahari hasil perhitungan terjadi pada bulan yang sama dengan rata-rata bulanan energi radiasi matahari aktual kecuali Banjarbaru. Tetapi pada lokasi Bukit Kototabang, Pulau Baai dan Maros untuk lembah kedua pada energi radiasi matahari hasil perhitungan tidak terjadi pada bulan yang sama dengan yang aktual yaitu mengalami lag1 bulan untuk Bukit Kototabang

dan Maros serta lag2 bulan untuk Pulau Baai. Yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

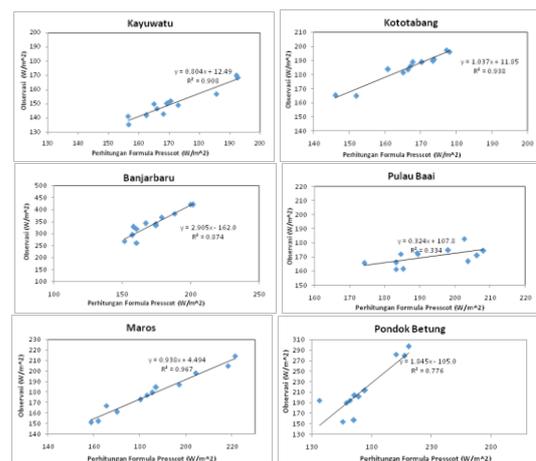
Tabel 2. Pola Puncak Energi Radiasi Matahari Metode Prescott Dengan Energi Radiasi Matahari Aktual.

Stasiun	Aktual				Perhitungan			
	Puncak 1	Lembah 1	Puncak 2	Lembah 2	Puncak 1	Lembah 1	Puncak 2	Lembah 2
Klimatologi Kayuwatu	Feb	Jun	Agus	Des	Feb	Jun	Agus	Des
SPAG Bukit Kototabang	Feb	Apr	Mei	Nov	Feb	Apr	Mei	Des
Klimatologi Banjarbaru	Mei	Jul	Sep	Des	Mar	Jun	Okt	Jan
Klimatologi Pulau Baai	Mar	Jul	Sep	Nov	Mar	Jul	Sep	Jan
Klimatologi Maros	Apr	Jun	Sep	Des	Apr	Jun	Sep	Jan
Klimatologi Pondok Betung	Mar	Jun	Sep	Jan	Mar	Jun	Sep	Jan

Tabel berwarna biru berarti memiliki puncak energi radiasi matahari yang sama antara perhitungan dan aktual sedangkan yang berwarna hijau berarti memiliki lembah energi radiasi matahari yang sama antara perhitungan dan aktual.

Scatter Plot Energi Radiasi Matahari

Berdasarkan gambar dibawah ini bahwa seluruh lokasi penelitian memiliki hubungan yang linear atau berbanding lurus antara perhitungan energi radiasi matahari menggunakan metode Prescott dengan radiasi matahari aktual dimana ketika energi radiasi matahari hasil perhitungan meningkat maka energi radiasi matahari aktual juga meningkat dan sebaliknya. Hal ini ditandai dengan *slope* yang bernilai positif.



Gambar 5. Scatter Plot energi radiasi matahari metode prescott dengan aktual

Secara umum pola antara rata-rata energi radiasi bulanan hasil perhitungan dengan aktual memiliki pola yang sama. Hal ini didukung dengan nilai korelasi antara energi radiasi matahari bulanan hasil perhitungan dengan energi radiasi matahari aktual di masing-masing lokasi penelitian pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Korelasi Energi Radiasi Matahari Metode Prescott Dengan Energi Radiasi Matahari Aktual

Stasiun	Korelasi (r)
Klimatologi Kayuwatu	0.95
PAG Bukit Kototabang	0.97
Klimatologi Banjarbaru	0.94
Klimatologi Pulau Baai	0.58
Klimatologi Maros	0.98
Klimatologi Pondok Betung	0.88

Pada Tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai korelasi energi radiasi matahari bulanan hasil perhitungan dengan energi radiasi matahari aktual berkisar antara 0.58 sampai 0.98 atau korelasi sedang hingga tinggi. Nilai korelasi tertinggi pada Stasiun Klimatologi Maros dan terendah di Pulau Baai. Nilai korelasi energi radiasi matahari bulanan hasil perhitungan dengan aktual memiliki nilai positif yang berarti memiliki hubungan yang searah. Ketika energi radiasi matahari bulanan aktual meningkat maka energi radiasi matahari hasil perhitungan juga meningkat dan begitu sebaliknya.

Rentangan nilai error energi radiasi matahari antara perhitungan menggunakan metode Prescott dengan aktual dapat dilihat pada Gambar 4 yaitu rentangan nilai error pada lokasi penelitian cukup bervariasi. Nilai error di Kayuwatu berkisar antara 15.06 hingga 28.51, pada SPAG Bukit Kototabang berkisar 12.87 hingga 22.88, di Banjarbaru berkisar antara 100.44 hingga 221.42, di Pulau Baai berkisar antara 8.61 hingga 36.80, Maros memiliki rentang error antara 1.69 hingga 13.51 sedangkan di Pondok Betung rentang error berkisar antara 1.89 hingga 85.76.

Tidak hanya nilai korelasi dan rentangan error, nilai RMSE dan MAE antara energi radiasi matahari hasil perhitungan dengan aktual dapat dijadikan pertimbangan dalam menentukan metode Prescott dapat digunakan atau tidak untuk menghitung energi radiasi matahari jika hanya menggunakan durasi penyinaran matahari saja pada lokasi penelitian. Nilai RMSE dan MAE dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. RMSE dan MAE Energi Radiasi Matahari Metode Prescott Dengan Energi Radiasi Matahari Aktual

Stasiun	RMSE	MAE
Klimatologi Kayuwatu	21.41	21.07
SPAG Bukit Kototabang	18.35	18.18
Klimatologi Banjarbaru	170.92	167.23
Klimatologi Pulau Baai	23.84	22.23
Klimatologi Maros	15.69	7.23
Klimatologi Pondok Betung	50.04	43.25

Berdasarkan Tabel 4. nilai RMSE dan MAE cukup kecil pada beberapa lokasi penelitian yaitu Kayuwatu, Bukit Kototabang, Pulau Baai dan Maros sedangkan dua lokasi lainnya memiliki RMSE yang cukup tinggi yaitu Pondok Betung dan Banjarbaru dengan RMSE terkecil adalah Maros dan tertinggi Banjarbaru.

Pada kondisi dimana nilai korelasi baik hingga sangat baik akan tetapi memiliki nilai RMSE dan MAE yang cukup tinggi, disarankan untuk melakukan koreksi dalam perhitungan energi matahari berdasarkan lama penyinaran matahari berupa nilai koreksi seperti yang terjadi di Banjarbaru. Dengan demikian diharapkan nilai kesalahan dapat diminimalisir.

Kesimpulan

1. Perhitungan energi matahari dengan metode Prescott dengan energi aktual memiliki nilai korelasi yang tinggi di 5 stasiun diantaranya di Staklim Kayuwatu, SPAG Kototabang, Staklim Banjarbaru, Staklim Maros, dan Staklim Pondok Betung. Hal ini menunjukkan nilai perhitungan energi matahari dengan metode Prescott memiliki pola yang sangat mirip dengan energi aktualnya.
2. Perhitungan energi matahari menggunakan metode Prescott dengan energi aktual memiliki nilai RMSE yang rendah di 4 stasiun diantaranya di Staklim Kayuwatu, SPAG Kototabang, Staklim Pulau Baai, dan Staklim Maros. Hal ini menunjukkan selisih perhitungan yang rendah yang berarti nilai yang ditunjukkan dengan metode Prescott sudah mendekati energi radiasi matahari aktualnya. Sedangkan pada kedua stasiun lainnya yaitu staklim Banjarbaru dan staklim Pondok betung menunjukkan selisih nilai yang cukup besar.
3. Berdasarkan nilai korelasi dan RMSE di 6 (enam) stasiun, diketahui bahwa perhitungan energi matahari dengan metode Prescott baik untuk digunakan di

Staklim Kayuwatu, SPAG Kototabang, dan Staklim Maros karena memiliki nilai korelasi yang tinggi dan RMSE yang kecil. Untuk Staklim Banjarbaru dan Staklim Pondok Betung memiliki korelasi yang tinggi, namun memiliki RMSE yang tinggi juga. Hal ini menunjukkan terdapat suatu nilai koreksi perhitungan energi matahari dengan metode Prescott terhadap aktualnya. Sedangkan untuk Staklim Pulau Bai meskipun memiliki nilai korelasi yang sedang, namun nilai RMSE yang rendah menunjukkan kedekatan nilai antara perhitungan energi matahari menggunakan metode Prescott dengan energi aktualnya.

Daftar Pustaka

BMKG. 2016. *Peraturan Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Nomor 4 Tahun 2006 Tentang Pengamatan dan Pengelolaan Data Iklim di Lingkungan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*. BMKG.

Musrawati. 2014. *Analisis Potensi Energi Radiasi Matahari di Wilayah Sulawesi*. Tangerang: STMKG.

Riduwan, (2003), *Dasar-Dasar Statistik*, Bandung, Alfabeta.

World meteorological organization. 2014. *The Commission for Instrument and Methods of Observation (CI-MO-16)*. Geneva.

https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/CI-MO-Guide/Provis2014Ed/Provisional2014Ed_P-I_Ch-8.pdf diakses pada Agustus 2016

<http://gisgeography.com/mean-absolute-error-mae-gis/> diakses pada Agustus 2016