

DOI: doi.org/10.21009/03.1201.FA08

IDENTIFIKASI LOKASI TERBAIK PENGGUNAAN DATA SATELIT HIMAWARI-8 DALAM ESTIMASI CURAH HUJAN BERDASARKAN PERMASALAHAN PARALAKS DAN SUHU PUNCAK AWAN (STUDI KASUS DI WILAYAH INDONESIA BAGIAN BARAT)

Galih Muhammad Ghufron^{1, a)}, Endarwin^{2, b)}, Riser Fahdiran^{1, c)}

¹Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta Timur 13220, Indonesia

²Bidang Pengelolaan Citra Inderaja, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Jalan Angkasa, Kemayoran, Jakarta Pusat 10610, Indonesia

Email: ^{a)}galihmuhammadghufron@gmail.com, ^{b)}endarwin@bmet.go.id, ^{c)}riserfahdiran@unj.ac.id

Abstrak

Dampak yang diberikan oleh kondisi cuaca terutama hujan bisa dirasakan secara signifikan terhadap aktifitas manusia. Pencatatan data curah hujan dilakukan dengan *Automatic Rain Gauge* (ARG) untuk daerah tertentu, sedangkan untuk cakupan yang lebih luas menggunakan satelit cuaca geostasioner. Namun, satelit cuaca geostasioner dalam kasus ini Himawari-8 memiliki kendala efek Paralaks yang dapat mempengaruhi pembacaan data citra satelit. Penelitian ini menggunakan metode Korelasi Pearson dan Regresi Linier untuk membangun model estimasi curah hujan berdasarkan suhu puncak awan. Hasil menunjukkan bahwa suhu puncak awan yang memiliki korelasi terbaik dengan curah hujan terletak pada posisi 10-15 km arah barat laut dari daerah pengamatan (ARG) di wilayah Cot Girek, 5-10 km arah barat dari daerah pengamatan (ARG) di wilayah Meranti, dan 5-10 km arah barat daya dari daerah pengamatan di wilayah Ciomas. Sementara untuk model regresi linier tidak akurat untuk data yang digunakan dengan nilai koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,2003 dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang sangat tinggi. Oleh karena itu, metode machine learning Regresi Linier kurang dapat diaplikasikan untuk data yang digunakan.

Kata-kata kunci: Curah hujan, suhu puncak awan, Korelasi Pearson, Efek Paralaks, Regresi Linier.

Abstract

The impact of weather conditions especially rainfall can significantly affect human activities. Rainfall data is recorded using an Automatic Rain Gauge (ARG) for specific areas, while geostationary weather satellites are used for broader coverage. However, geostationary weather satellites in this case Himawari-8 have the constraint of parallax effects that can influence satellite image data readings. This research utilizes the Pearson Correlation and Linear Regression methods to develop a rainfall prediction model based on cloud-top temperature. The results indicate that the cloud-top temperature with the best correlation to rainfall is located at a position 10-15 km northwest of the observation area (ARG) in the Cot Girek region, 5-10 km west of the observation area (ARG) in the Meranti region, and 5-10 km southwest of the observation area in the Ciomas region. However, the linear regression model is not accurate for the data used, with a coefficient of determination (R^2) value of 0.2003 and a very high Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Therefore, the linear regression method is not suitable for the data used.

Keywords: Rainfall, cloud-top temperatures, Pearson Correlation, Parallax effect, Linear Regression.

PENDAHULUAN

Sekumpulan partikel air (*hydrometeor*) berdiameter 0,5 mm atau lebih merupakan salah satu arti dari hujan. Satuan yang digunakan dalam pengukuran hujan di Indonesia adalah millimeter (mm). Banyaknya curah hujan yang jatuh persatuan jangka waktu tertentu dalam suatu wilayah/media merupakan intensitas hujan. Intensitas hujan yang terukur besar menandakan hujan lebat dan kondisi ini bisa dikatakan berbahaya jika menimbulkan bencana dan efek negatif lainnya [1]. Kondisi cuaca di suatu wilayah diteliti menggunakan data pengukuran curah hujan. *Automatic Rain Gauge* (ARG) merupakan dampak perkembangan zaman dan teknologi dalam pengukuran intensitas curah hujan. ARG bekerja lebih efisien dari pengamatan manual [2]. Data curah hujan hasil estimasi didapatkan melalui teknik penginderaan jauh, citra keberadaan awan-hujan akan dideteksi dengan radar serta satelit cuaca. Satelit Himawari-8 merupakan satelit cuaca yang biasa dimanfaatkan datanya [3].

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sebagai lembaga pemerintah non departemen, memiliki data satelit cuaca yang diperoleh dari pengamatan satelit Himawari-8 yang termasuk satelit geostasioner [4]. Data satelit tersebut pada akhirnya akan dimanfaatkan dalam menunjang kegiatan penelitian ini dikaitkan dengan upaya prakiraan curah hujan [5].

Satelit geostasioner dalam praktiknya memiliki kendala yang disebut efek Paralaks, di mana efek ini menyebabkan kesalahan dalam pembacaan data citra satelit oleh satelit geostasioner di suatu wilayah yang berbeda dengan wilayah atau objek pengamatan yang sebenarnya dikarenakan terdapat sisi bidang miring antara satelit dengan wilayah atau objek pengamatan [6].

Penentuan lokasi terbaik penggunaan data suhu pada puncak awan satelit Himawari-8 dapat menggunakan bantuan metode korelasi pearson dengan cara mencari nilai korelasi yang terbaik antara data curah hujan dari ARG daerah pengamatan dengan beberapa titik koordinat yang memiliki data suhu pada puncak awan[7]. Penggunaan metode korelasi pearson karena metode tersebut juga telah digunakan untuk mencari hubungan antara parameter meteorologi di berbagai penelitian terdahulu [8].

Daerah Indonesia bagian barat dipilih karena memiliki letak geografis yang jauh dari titik 140,7° BT atau orbit satelit Himawari-8 yang berada pada Indonesia bagian timur yang berarti permasalahan paralaks muncul dalam proses pengamatan data satelit Himawari-8 karena semakin jauh jarak objek pengamatan dengan satelit, maka akan semakin besar juga kesalahan paralaksnya dikarenakan sisi bidang miring antara satelit dan objek pengamatan semakin jauh juga [9].

METODOLOGI

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah R&D (*Research and Development*) dengan mencari nilai korelasi dari data curah hujan ARG yang terdapat pada suatu titik koordinat di daerah pengamatan dengan data suhu puncak awan satelit cuaca Himawari-8 yang memiliki data di berbagai koordinat di daerah pengamatan. Model regresi linier juga akan dibangun untuk mengestimasi nilai curah hujan berdasarkan data suhu puncak awan yang memiliki nilai korelasi terbaik dengan data curah hujan daerah pengamatan (ARG).

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui observasi tidak langsung; dalam hal ini, data suhu puncak awan dan curah hujan dari ARG digunakan. Data ini berasal dari tiga wilayah di bagian barat Indonesia: Cot Girek di Aceh, Meranti di Riau, dan Ciomas di Banten. Data dikumpulkan pada tanggal yang berbeda setiap 24 jam dalam satu hari. Data yang digunakan di wilayah Cot Girek adalah 4 Desember 2020, 25 September 2020, 20 Oktober 2020, dan 2 Januari 2021; di wilayah Meranti, 28 Desember 2020, 1 Januari 2021, 12 Januari 2021, 16 Januari 2021, dan 10 Januari 2022; dan di wilayah Ciomas, 2 Desember 2020, 24 Februari 2021, 19 Januari 2022, 5 Februari 2022, dan 28 Februari 2022.

Data suhu pada puncak awan dari satelit Himawari diekstrak menggunakan perangkat lunak Panoply yang kemudian data tersebut dipindahkan ke Microsoft Excel dan dibuat pemetaan dari masing-masing koordinat yang diujikan. Proses selanjutnya yaitu mencari nilai korelasi antara data

curah hujan ARG dengan data suhu pada puncak awan, tahap selanjutnya membangun model *machine learning* regresi linier menggunakan bahasa pemrograman Python.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penentuan nilai korelasi dari ke tiga wilayah di Indonesia bagian barat yang menjadi objek penelitian, telah didapatkan penentuan lokasi terbaik dari penggunaan data suhu pada puncak awan dari ke tiga wilayah dan beberapa waktu yang ditentukan tersebut antara lain sebagai berikut.

250920

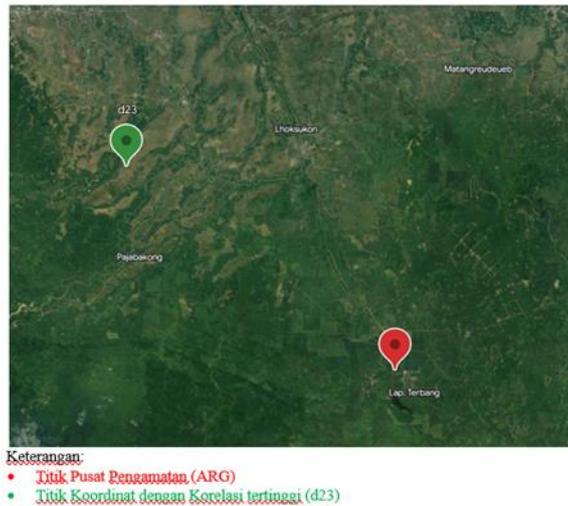
-0,09355795	-0,136341218	-0,137228157	-0,163270048	-0,166640572	-0,183019115	-0,180655186	-0,123269607	-0,109338915
-0,137686905	-0,16012256	-0,190570479	-0,190259912	-0,169549278	-0,164178712	-0,231216195	-0,205590655	-0,139777784
-0,186521989	-0,170204845	-0,192846598	-0,192846598	-0,184397467	-0,179186912	-0,179186912	-0,170845011	-0,153599599
-0,215917344	-0,209255732	-0,214614889	-0,214614889	-0,203097956	-0,190577115	-0,190577115	-0,197030169	-0,183633126
-0,241977209	-0,25366458	-0,244174686	-0,255253742	-0,228938416	-0,202903218	-0,202903218	-0,189995414	-0,198666639
-0,246653259	-0,257362833	-0,256630407	-0,256630407	-0,245592851	-0,212322254	-0,187178972	-0,187178972	-0,20294059
-0,249200366	-0,249200366	-0,252880624	-0,241054375	-0,241054375	-0,223529898	-0,209196848	-0,209196848	-0,208798961
-0,221377626	-0,221377626	-0,232384732	-0,228414136	-0,228414136	-0,231435903	-0,228720933	-0,228720933	-0,213086797
-0,18362333	-0,18362333	-0,195494303	-0,206392858	-0,206392858	-0,212324829	-0,213913663	-0,213913663	-0,210102194
-0,165864901	-0,165864901	-0,167295442	-0,179610183	-0,179610183	-0,184524734	-0,185143457	-0,185143457	-0,196325398
-0,152548972	-0,152548972	-0,16429515	-0,17188764	-0,17188764	-0,165190794	-0,159316358	-0,161676507	-0,161651661
-0,145751721	-0,152964438	-0,152964438	-0,177898528	-0,175253292	-0,175253292	-0,145976049	-0,138067182	-0,138067182
-0,14667279	-0,138204599	-0,138204599	-0,161339952	-0,158949226	-0,158949226	-0,138244724	-0,129510445	-0,129510445
-0,142025281	-0,105509925	-0,105509925	-0,07807351	-0,078136331	-0,078136331	-0,102727764	-0,112557496	-0,112557496
-0,122473065	-0,080224334	-0,080224334	-0,019873256	-0,005577119	-0,005577119	-0,050281459	-0,080544227	-0,080544227
-0,130546027	-0,109223216	-0,054867445	-0,054867445	-0,001899276	-0,02209469	-0,02209469	-0,057090641	-0,041654216
-0,132831175	-0,124177982	-0,0924009	-0,092865096	-0,033651454	-0,037583101	-0,038117879	-0,060241407	-0,026517632

Keterangan:

- Titik Pusat Pengamatan (ARG)
- Titik Koordinat dengan Korelasi tertinggi (d23)

GAMBAR 1. Hasil Analisis Korelasi wilayah Cot Girek tanggal 25 September 2020

Untuk dapat melihat bagaimana titik koordinat yang berkorelasi paling sesuai untuk gambar di atas bisa digambarkan melalui hasil plot di bawah ini.



GAMBAR 1. Hasil penentuan lokasi terbaik berdasarkan hasil analisis ARG wilayah Cot Girek

Berdasarkan tabel hasil nilai korelasi dan hasil plot titik koordinat di atas, dapat kita ketahui bahwa ada pergeseran paralaks yang terjadi dari titik pusat pengamatan ARG di wilayah Cot Girek. Pergeseran yang terjadi mengarah ke barat laut dari titik pusat pengamatan ARG di wilayah Cot Girek sejauh $\pm 10-15$ km. Nilai korelasi yang berwarna hijau merupakan nilai korelasi terbaik yang didapatkan pada tanggal 25 September 2020 dengan besaran $-0,257$. Angka tersebut memang masih jauh dari nilai -1 yang dimana nilai korelasi yang paling baik.

Wilayah Indonesia bagian barat yang dijadikan objek penelitian adalah wilayah Meranti yang berada di Provinsi Riau. Untuk nilai korelasi terbaik yang didapatkan adalah seperti yang tergambar di bawah ini.



GAMBAR 2. Hasil analisis korelasi wilayah Meranti tanggal 12 Januari 2021

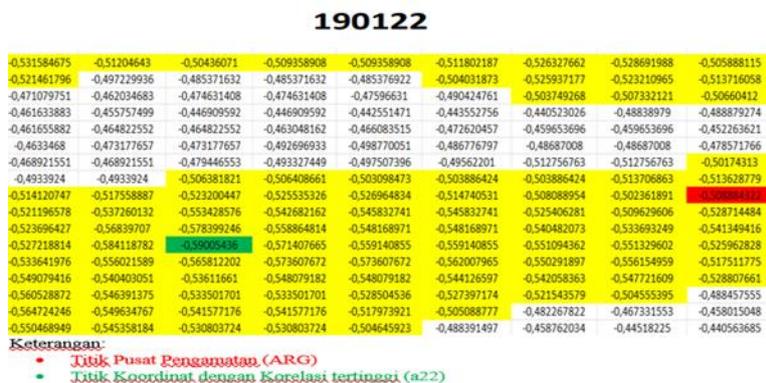
Selanjutnya untuk dapat melihat bagaimana kondisi pergeseran di lapangan bisa digambarkan melalui hasil plot yang tertera di bawah ini.



GAMBAR 3. Hasil penentuan lokasi terbaik berdasarkan hasil analisis ARG wilayah Meranti

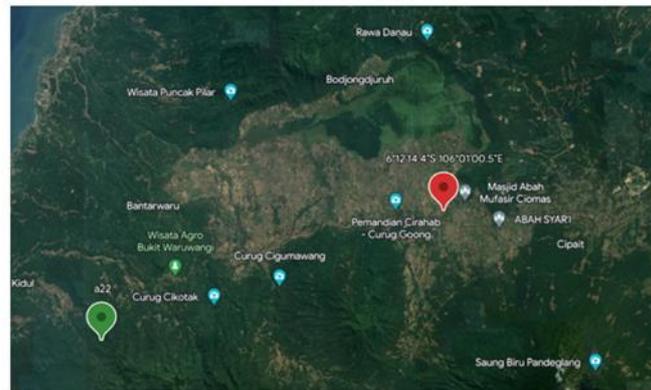
Nilai korelasi yang berwarna hijau merupakan nilai korelasi terbaik yang didapatkan pada tanggal 12 Januari 2021 dengan dua lokasi yang menunjukkan hubungan paling kuat dengan besaran $-0,679$ dan $-0,678$. Kita dapat mengetahui bahwa terdapat korelasi yang kuat antara intensitas curah hujan dan suhu puncak awan di kedua titik koordinat pada tanggal tersebut, dengan nilai korelasi $-0,679$ dan $-0,678$. Pergeseran ini terjadi ke arah barat dengan jarak sekitar $\pm 5-10$ km.

Wilayah Indonesia bagian barat terakhir yang menjadi objek penelitian adalah wilayah Ciomas yang berada di Provinsi Banten. Sama halnya seperti ke dua lokasi sebelumnya, maka akan ditampilkan hasil nilai korelasi yang terbaik. Untuk nilai korelasi terbaik yang didapatkan adalah seperti yang tergambar di bawah ini.



GAMBAR 4. Hasil analisis korelasi wilayah Ciomas tanggal 19 Januari 2022

Untuk dapat melihat bagaimana titik koordinat yang berkorelasi paling sesuai untuk gambar di atas bisa digambarkan melalui hasil plot di bawah ini.

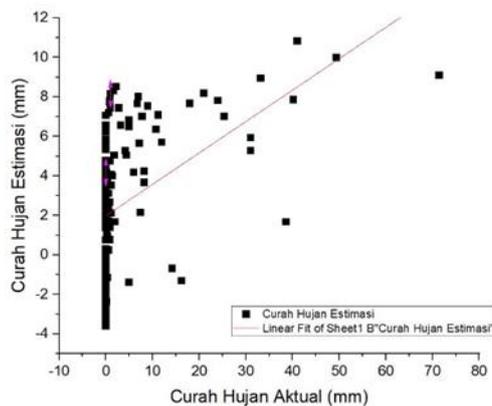


Keterangan:
 • Titik Pusat Pengamatan (ARG)
 • Titik Koordinat dengan Korelasi tertinggi (a22)

GAMBAR 5. Hasil penentuan lokasi terbaik berdasarkan hasil analisis ARG wilayah Ciomas

Nilai korelasi terbaik didapatkan pada tanggal 19 Januari 2022, dengan lokasi yang menunjukkan hubungan yang paling kuat, dengan nilai $-0,590$. Nilai tersebut menunjukkan korelasi yang kuat antara intensitas curah hujan dan suhu puncak awan pada titik koordinat tersebut. Pergeseran ini terjadi ke arah barat daya dengan jarak sekitar $\pm 5-10$ km.

Data-data yang memiliki nilai korelasi terbaik selanjutnya digunakan untuk permodelan regresi linier Hasil estimasi yang didapat dapat dilihat melalui grafik di bawah ini.



GAMBAR 6. Grafik hubungan antara nilai intensitas curah hujan sebenarnya dengan hasil estimasi

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat bahwa sebaran data dari nilai curah hujan aktual dengan hasil estimasi tidak sama yang berarti hasil estimasi untuk keseluruhan data yang digunakan tidak akurat, namun untuk data dengan nilai curah hujan rendah memiliki sebaran data yang sama yang berarti model yang regresi linier yang dibangun hanya bisa digunakan jika curah hujan berintensitas rendah.

Berdasarkan evaluasi model yang didapat juga menunjukkan hasil yang tidak akurat dengan nilai-nilai evaluasi model sebagai berikut.

TABEL 1. Tabel hasil nilai evaluasi model machine learning regresi linier

Koefisien Determinasi (R^2)	Mean square error (MSE)
0,22129	9,87151

Berdasarkan nilai-nilai tersebut terlihat bahwa keakuratan model dalam mengestimasi sangat rendah dengan nilai koefisien determinasi yang sangat jauh dari angka 1 sebagai nilai terbaik hasil evaluasi model serta nilai MAPE yang sangat besar, jauh dari nilai 0 yang merupakan tingkat error terendah. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hal tersebut antara lain; ukuran sampel yang tidak cukup, adanya variabel lain yang dapat mempengaruhi hasil estimasi, dan lain sebagainya [10].

SIMPULAN

Penentuan lokasi terbaik dalam penggunaan data satelit cuaca telah dapat ditentukan untuk 3 wilayah di Indonesia bagian barat. Lokasi terbaik untuk penggunaan data satelit cuaca untuk wilayah Cot Girek provinsi Aceh berada sejauh $\pm 10-15$ km ke arah barat laut dari titik pusat pengamatan ARG dengan nilai korelasi sebesar $-0,257$. Untuk wilayah Meranti provinsi Riau sejauh $\pm 5-10$ km ke arah barat dari titik pusat pengamatan ARG dengan nilai korelasi $-0,678$ dan $-0,679$. Sementara wilayah Coomas provinsi Banten sejauh $\pm 5-10$ km ke arah barat daya dari titik pusat pengamatan ARG dengan nilai korelasi $-0,590$. Model estimasi regresi linier juga berhasil dibangun walaupun dengan data yang digunakan tidak bisa dibilang hasilnya baik dengan nilai evaluasi model sebesar 0.2003 untuk nilai koefisien korelasi (R^2) dan sebesar 6559966055795607.0 untuk nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

REFERENSI

- [1] M. I. Sulistyawati, "Aalisis Pola dan Intensitas Curah hujan berdasarkan data observasi dan satelit Tropical Rainfall Measuring Missions (TRMM) 3B42 V7 di Makassar," *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, vol. 11, no. 1, 2015.
- [2] A. Rahadian. "Rancang Bangun Stand - Alone Automatic Rain Gauge (ARG) Berbasis Panel Surya," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 6, no. 3, 2017.
- [3] Kurniawan, "Evaluasi Pengukuran Curah Hujan Antara Hasil Pengukuran Permukaan (AWS, HELLMAN, OBS) dan Hasil Estimasi (Citra Satelit = GSMaP) Di Stasiun Klimatologi Mlati Tahun 2018," *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, vol. 4, no. 1, 2020.
- [4] T. Warsito, "Pemetaan Daerah Rawan Banjir dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur," *Jurnal Fisika: Fisika Dan Aplikasinya*, vol. 3, no. 1, pp. 73-79, 2018.
- [5] Bieliński, "A parallax shift effect correction based on cloud height for geostationary satellites and radar observations," *Remote Sensing*, vol. 12, no. 3, p. 365, 2020.
- [6] Putra, R. M. Saputro, Kharisma, "Automatic detection of volcanic ash from Himawari-8 satellite using artificial neural network," *AIP Conference Proceedings*, vol. 2202, no. 1, 2019.
- [7] Lima, B. Chaluparambil, "Retrieval and validation of cloud top temperature from the geostationary satellite INSAT-3D," *Remote Sensing*, vol. 11, no. 23, p, 2811, 2019.
- [8] L. Z. Z. Deng, "Estimation of Summer Air Temperature over China Using Himawari-8 AHI and Numerical Weather Prediction Data," *Advances in Meteorology*, pp. 1-10, 2019.
- [9] J. R. Tugushi, "Temporal Spectrum of a Scattered Electromagnetic Waves in the Conductive Collision Turbulent Magnetized Plasma," *Advanced Electromagnetics Journal*, 2022.
- [10] T. B. G. P. H. J. K. Panthou, "Frequency of extreme Sahelian storms tripled since 1982 in satellite observations," *Nature*, 2017.