

TINGKAT KETELITIAN DATA SATELIT PERSIANN DAN GMAP PADA DAS BALO DENGAN PENYESUAIAN DATA GRID

Jody Martin Ginting¹⁾, Ade Jaya Saputra²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Internasional Batam, Batam

e-mail: jody.martin@uib.ac.id

ABSTRAK

Tingginya curah hujan di Indonesia ini meningkatkan risiko terjadinya bencana alam di Indonesia seperti banjir, tanah longsor, kenaikan muka air pantai, angin puyuh dan sebagainya. Tidak hanya bencana alam, hal tersebut juga mengakibatkan banyak struktur bangunan rusak dan pengelolaan sumber daya air menjadi tidak sesuai dengan yang diharapkan. Perhitungan dan perancangan menggunakan data hujan seharusnya membutuhkan kumpulan data yang sangat lengkap dan runtun. Keterbatasan terhadap kelengkapan, keakuratan data menjadi penyebab kesulitan untuk menganalisis suatu model hidrologi, maka dirasa perlu menggunakan data satelit (data hujan satelit) sebagai alternatif untuk pemodelan hidrologi. Data hujan satelit yang digunakan adalah data hujan satelit PERSIANN dan Jaxa GMap yang dibandingkan dengan data hujan DAS Progo. Metode Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode kuantitatif penelitian survei dengan menggunakan data hujan lapangan di DAS Progo dan data hujan satelit dari masing-masing website satelit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh ketelitian tertinggi data hujan dari data grid yang ada di sekitar koordinat data hujan lapangan terhadap setiap grid dari data hujan satelit PERSIANN dan Jaxa GMap. Penelitian ini menunjukkan data grid Utara (U) memiliki keakuratan paling baik dibandingkan grid lainnya. Hasil analisis penelitian ini dapat memberi gambaran bahwa dalam pengambilan data satelit sebaiknya menggunakan data hujan pada arah utara dari titik yang mau dianalisis.

Kata Kunci: curah, grid, GMap, hujan, PERSIANN

ABSTRACT

The high intensity of rainfall in Indonesia increases the risk of natural disasters in Indonesia such as floods, landslides, rising coastal water levels, whirlwinds and others. Not only natural disasters, it also caused many building structures to be damaged and water resource management was not as expected. Calculations and designing using precipitation data should require a very complete and continuous data set. Limitations on completeness, data accuracy are the causes of difficulties in analyzing a hydrological model, so it is felt necessary to use satellite data (satellite precipitation data) as an alternative to hydrological modeling. The satellite precipitation data used is PERSIANN and Jaxa GMap satellite precipitation data which is compared with the Progo watershed precipitation data. The research method was carried out using quantitative methods of survey research using field precipitation data in the Progo watershed and satellite precipitation data from each satellite website. The purpose of this study was to obtain the highest accuracy of precipitation data from the grid data that is around the coordinates of the field precipitation data against each grid from PERSIANN and Jaxa GMap satellite precipitation data. This research shows that the North (N) grid data has the best accuracy compared to other grids. The results of this research analysis can illustrate that in taking satellite data should use rain data in the north direction from the point to be analyzed.

Keyword: *grid, GMap, PERSIANN, precipitation, rainfall*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan data hujan di Indonesia menjadi hal yang sangat penting terkait dengan letak Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa yang menyebabkan Indonesia sendiri mengalami iklim tropis. Akibatnya, Indonesia menjadi negara dengan data curah tinggi yang sangat tinggi setiap tahunnya. Tingginya curah hujan di Indonesia ini meningkatkan risiko terjadinya bencana alam di Indonesia seperti banjir, tanah longsor, kenaikan muka air pantai, angin puyuh dan sebagainya (Murdiyanto & Gutomo, 2015). Tidak hanya bencana alam, curah hujan yang tinggi juga mengakibatkan banyak struktur bangunan rusak dan perencanaan sumber daya air menjadi tidak sesuai dengan yang diharapkan. Selain curah hujan yang tinggi, pola hujan yang berubah juga dapat mempengaruhi pola hidrologi di suatu daerah (Ginting, 2022).

Data hujan biasanya digunakan tidak hanya untuk mengetahui data hujan secara real saja tetapi juga digunakan untuk memprediksi atau meramalkan data hujan yang akan datang (Prawaka et al., 2016). Selain untuk cuaca, data hujan digunakan pula untuk menganalisis neraca air di suatu DAS dan mengantisipasi debit banjir maksimal atau kala ulang banjir dari suatu perencanaan pembangunan sistem pengelolaan sumber daya air (Asthia Miranti & Rahmadania, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa untuk mengantisipasi terjadinya banjir, perlu adanya pengukur hujan yang bisa menjadi alat peringatan dini banjir (Ginting & Rakhman, 2022).

Perhitungan dan perancangan menggunakan data hujan seharusnya membutuhkan kumpulan data yang sangat lengkap dan runtun. Kumpulan data tersebut biasanya diperoleh dari alat perekam data penakar hujan biasa (manual *raingauge*) dan penakar hujan otomatis (automatic *raingauge*) (Triatmodjo, 2015) di lapangan bisa disebut juga dengan Automatic Rainfall Recorder (ARR). Namun, pada pelaksanaan di lapangan, data hujan tersebut sering sekali tidak terekam dan data pun menjadi tidak lengkap dan runtun. Kelengkapan data hujan merupakan salah satu bagian terpenting dalam kaitannya perencanaan manajemen keairan, manajemen sumber daya air, maupun perencanaan pembangunan, terlebih lagi untuk perencanaan bangunan air (Purwanto et al., 2016). Data curah hujan merupakan komponen penting dalam analisis hidrologi seperti transformasi hujan, analisis kekeringan dan kebutuhan lainnya (Suni, 2021). Keterbatasan terhadap kelengkapan, keakuratan data menjadi penyebab kesulitan untuk menganalisis suatu model hidrologi, maka dirasa perlu menggunakan data satelit (data hujan satelit) sebagai alternatif untuk pemodelan hidrologi (Fadhli et al., 2015).

Penelitian tentang data hujan satelit ini sudah sangat sering dilakukan dan sampai sekarang semakin banyak satelit hujan baru yang diluncurkan oleh berbagai negara serta sebaliknya semakin banyak juga satelit hujan yang sudah berhenti beroperasi. Kurang rapatnya sebaran titik pengamatan menjadi penyebab utama permasalahan tersebut, sehingga membuka peluang pemanfaatan data estimasi yang berbentuk grid seperti data curah hujan berbasis satelit (Fadhli, 2020). Data hujan satelit mempunyai kelebihan dibandingkan pengukuran secara manual, salah satu kelebihan yang paling utama yaitu dapat menjangkau area terpencil yang tidak mempunyai alat penakar hujan biasa (Patabang et al., 2022). Beberapa satelit yang sampai saat ini memiliki kelengkapan data yang paling baik dan masih beroperasi adalah Satelit Global Precipitation Measurement (GPM), Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks (PERSIANN) (Ginting et al., 2019), JAXA Global Satellite Precipitation (JAXA GSDP JAXA) (Rahman & Indra, 2020), dan Climate Prediction Center Morphing Method (CMORPH) (Suciantini & Suciantini, 2013). Jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, peneliti ingin mengambil data hujan satelit PERSIANN (Asferizal, 2022) dan GSDP (Habib Muzaki et al., 2022) untuk dibandingkan dengan data hujan di lapangan. Penelitian ini akan menyesuaikan data hujan yang ada di grid mana yang memiliki ketelitian paling mendekati data hujan yang di lapangan.

2. STUDI LITERATUR

Analisis Korelasi merupakan uji statistika yang mengukur kerapatan hubungan antara dua variabel (Vusvitasari et al., 2016). Hubungan antara dua variabel dapat diukur dengan menggunakan koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi dapat dinyatakan pada batas nilai $-1 \leq r \leq 1$ dengan ketentuan $r = 1$ menggambarkan hubungan sempurna dan positif (mendekati 1, hubungan semakin kuat dan positif atau searah), $r = -1$, hubungan sempurna dan negatif (mendekati -1, hubungan sangat kuat dan negatif atau berlawanan arah), $r = 0$, hubungan lemah sekali atau tidak ada hubungan. Menurut dalam statistik parametrik, koefisien korelasi yang dikenal luas dan paling sering digunakan adalah koefisien korelasi momen hasil kali Pearson yang dinotasikan dengan r , dimana rumus r adalah pada Persamaan 1 sebagai berikut.

$$r = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{[\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2]^{\frac{1}{2}}} \quad (1)$$

Dimana X dan Y merupakan variable-variabel yang diamati dan banyaknya sampel pengamatan. Perhitungan dalam teknik ini mensyaratkan populasi asal sampel mempunyai minimal dua varian (bivariat) dan berdistribusi normal. Pada penelitian ini, X tersebut merupakan data hujan satelit sedangkan Y merupakan data hujan terukur di lapangan.

Pengukuran keakuratan data juga dapat menggunakan metode lain. Selain mengukur korelasi dengan koefisien korelasi r , keakuratan data hujan satelit dapat dilihat dari nilai *normalized root-mean-square error* (N_{rmse}) dan *bias*. Keakuratan data dianggap semakin besar jika nilai kesalahan semakin kecil atau nilai N_{rmse} dan *bias* semakin kecil.

$$N_{rmse} = \sqrt{\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_{si} - Q_{gi})^2}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{gi}^2}} \quad (2)$$

$$bias = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{si} - Q_{gi})}{\sum_{i=1}^n Q_{gi}} \times 100\% \quad (3)$$

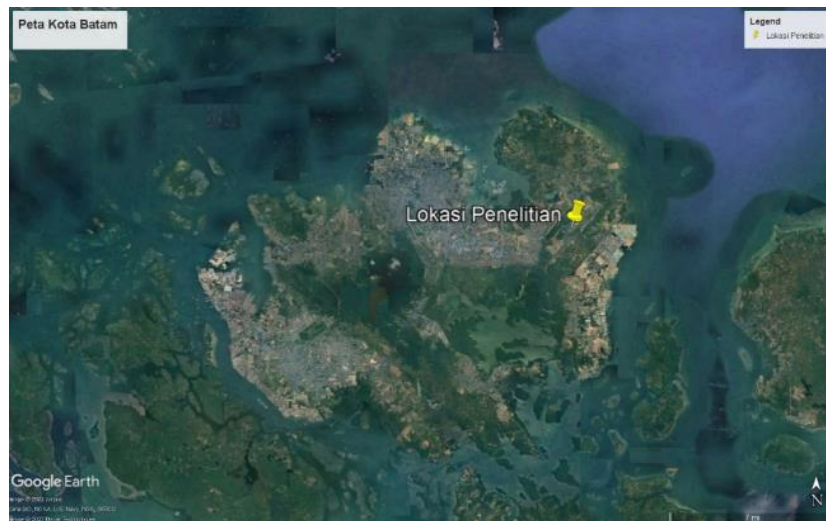
Dimana,

Q_{si} : data debit satelit pada periode i (mm),
 Q_{gi} : data debit terukur pada periode i (mm),
 n : jumlah hari atau bulan dalam analisis.

3. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode kuantitatif penelitian survei. Data yang digunakan adalah data sekunder memperoleh data hujan DAS Balo yang direpresentasi oleh Stasiun Meteorologi Klas I Hang Nadim Batam melalui website <http://dataonline.bmkg.go.id> dan data hujan satelit dari website satelit PERSIANN (<https://chrsdata.eng.uci.edu>) dan satelit JAXA GSDMap (https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP_CLM). Data yang telah dikumpulkan nantinya akan disesuaikan dengan data hujan yang tersedia dan koordinatnya disesuaikan dengan koordinat yang akan diambil di website satelit. Pengambilan data dari satelit tidak hanya dari koordinat ARR tetapi juga data hujan pada grid di sekitar koordinat ARR tersebut. Perhitungan korelasi akan dilakukan untuk data hujan setiap grid dan dibandingkan dengan data hujan yang di lapangan. Tingkat korelasi menggunakan metode korelasi, bias dan RMSE. Hasil perbandingan akan menentukan grid mana yang memiliki ketelitian tertinggi dan dibandingkan antara setiap data hujan satelit PERSIANN dan JAXA GSDMap.

Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Stasiun Meteorologi Klas I Hang Nadim Batam dengan koordinat 1,117 LU dan 104,117 BT. Pemilihan lokasi dikarenakan di seluruh kota Batam terdata bahwa hanya ada 1 pengukur hujan, yaitu di Bandara Hang Nadim Batam yang dikelola oleh Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) Batam (Ginting & Rakhman, 2022). Data yang tercatat juga sudah sangat lengkap dan dapat diakses gratis melalui internet. Peta Lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Titik Grid

Penentuan titik grid dari setiap satelit berbeda karena perbedaan luas grid dari setiap satelit. Untuk grid PERSIANN memiliki grid 0,25 x 0,25 dan untuk GsMAP 0,1 x 0,1. Data yang digunakan dari 1 grid diambil dari titik tengah grid tersebut. Lokasi penelitian berada di titik 1,117 LU dan 104,117 BT.



Gambar 2 Ilustrasi Grid Penelitian

Pada Satelit PERSIANN titik tersebut berada di grid lintang +1,0 dan +1,25 dan bujur +104,00 dan +104,25. Pada satelit GsMAP titik berada pada lintang +1,1 dan +1,2 dan bujur +104,1 dan +104,2. Ilustrasi penempatan grid dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada data yang akan diambil, data yang digunakan adalah data titik sehingga harus ada titik yang akan mewakili dari setiap grid yang akan diambil. Data hujan akan sama pada seluruh luasan yang ada pada grid. Titik yang akan digunakan sebagai perwakilan adalah titik tengah dari setiap grid. Rekap penentuan titik tengah dari setiap grid dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Rekap Titik Grid Penelitian

Posisi Grid	PERSIANN (0,25 x 0,25)	GsMAP (0,1 x 0,1)
Lokasi Penelitian (LP)	1,117 ; 104,117	1,117 ; 104,117
Utara (U)	1,375 ; 104,125	1,250 ; 104,150
Timur Laut (TL)	1,375 ; 104,375	1,250 ; 104,250
Timur (T)	1,125 ; 104,375	1,150 ; 104,250
Tenggara (Tg)	0,875 ; 104,375	1,050 ; 104,250
Selatan (S)	0,875 ; 104,125	1,050 ; 104,150
Barat Daya (BD)	0,875 ; 103,875	1,050 ; 104,050
Barat (B)	1,125 ; 103,875	1,150 ; 104,050
Barat Laut (BL)	1,375 ; 103,875	1,250 ; 104,050

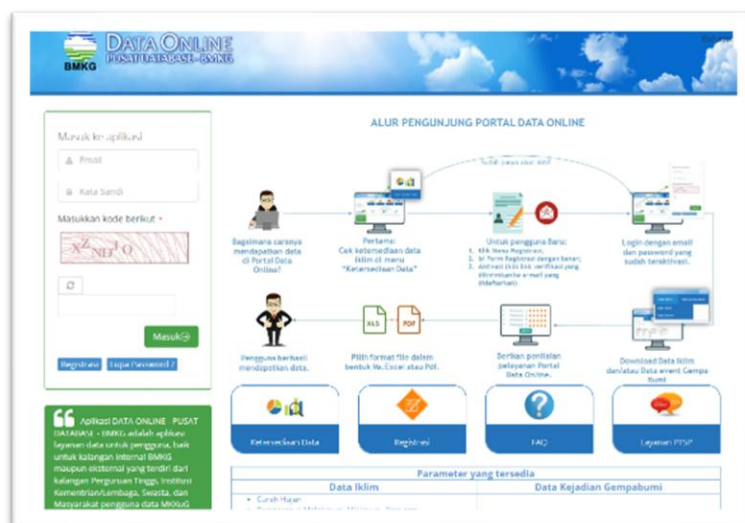
Sumber: hasil analisis

Seluruh data hujan diambil dari setiap grid yang ada pada Tabel 1. Perbandingan data hujan dilakukan untuk setiap data dari grid terhadap data yang ada di lapangan. Dari setiap data akan dicari hubungan yang paling tinggi dengan data terukur di lapangan. Korelasi data yang diteliti adalah selama 10 tahun dari tahun 2012 sampai tahun 2022. Tingkat hubungan yang dicari menggunakan koefisien korelasi, bias dan RMSE.

4.2 Data Hujan

4.2.1 Data Hujan terukur

Data Hujan terukur yang digunakan adalah data hujan yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data diambil menggunakan metode online dari situs resmi data online BMKG (<https://dataonline.bmkg.go.id>). Tampilan situs tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Tampilan Situs Data Online BMKG

Data hujan yang dapat diambil adalah data hujan harian dalam satu bulan. Data tersebut sudah dalam format Excel dan dapat langsung diolah. Data hujan dikumpulkan dalam satu file excel mulai dari 1 Januari 2012 sampai 31 Desember 2022.

4.2.2 Data Hujan Satelit PERSIANN

Data Hujan Satelit diperoleh dengan mengunduh data melalui website resmi satelit PERSIANN (<https://chrsdata.eng.uci.edu>). Ada beberapa pilihan jenis data PERSIANN, yaitu PERSIANN, PERSIANN-CCS, PERSIANN-CDR, PDIR-Now, dan PERSIANN-CCS-CDR. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan data PERSIANN. Tampilan *website* satelit PERSIANN dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Tampilan Website resmi PERSIANN

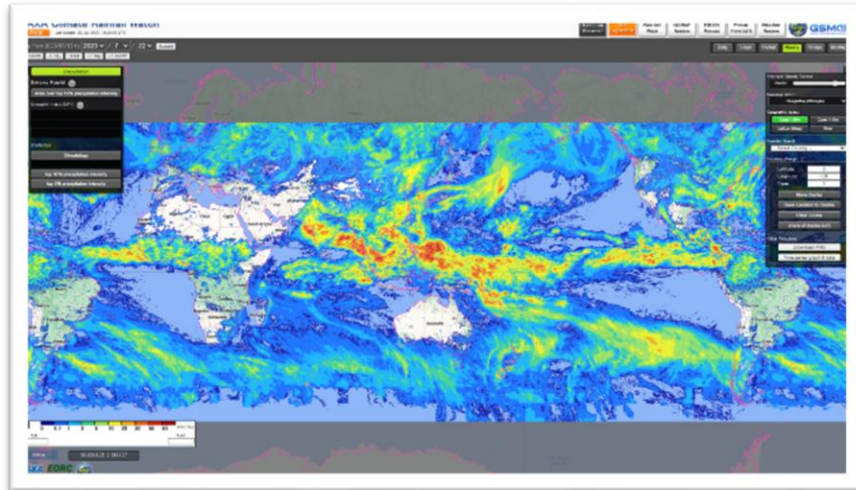
Pengambilan data dimulai dengan menetapkan dataset, yaitu PERSIANN dan kemudian memilih time step yang akan digunakan, yaitu *daily* atau harian. Pemilihan data harian adalah dikarenakan data terukur yang dimiliki BMKG adalah berbentuk harian juga sehingga data menjadi sepadan saat dicari korelasinya. Langkah berikutnya dengan memilih domain yang akan digunakan, yaitu Location karena kita akan mencari data pada satu titik tengah grid. Pengisian data titik lokasi disesuaikan dengan titik pada tabel 1. Kemudian tinggal mengisi data tanggal dan format yang akan digunakan. Format diisi dengan csv atau zip agar lebih mudah untuk direkap ke dalam excel. Sama dengan data hujan dari BMKG, data hujan PERSIANN juga disusun dalam satu file excel untuk setiap grid mulai dari tahun 2012 sampai tahun 2022.

4.2.3 Data Hujan Satelit GSGMap

Pengambilan data hujan GSGMap juga menggunakan situs resmi satelit GSGMap yang berbasis data hujan harian (https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSGMaP_CLM). Pemilihan data hujan harian ini juga menyesuaikan jenis data hujan terukur dan data hujan PERSIANN. Tampilan *website* resmi GSGMap dapat dilihat pada Gambar 5.

Pengambilan data dilakukan dengan mendaftarkan akun situs dahulu kemudian akan dikirimkan *username* dan *password* yang nantinya digunakan untuk mengunduh data hujan. Setelah itu, pilih jenis data hujan, yaitu *daily* dan masukkan tanggal data yang akan diambil. Pilih tanggal pada akhir bulan untuk mengunduh data pada bulan tersebut. Misalnya jika ingin mengambil data pada bulan Januari 2012 pilih tanggal 31 Januari 2012. Sistem akan secara otomatis mengunduh data 2 bulan sebelumnya dari tanggal yang dimasukkan. Kemudian klik "*time series graph & data*" dan sesuaikan titik dengan tabel 1. Pada halaman berikutnya akan diminta untuk mengisi *username* dan *password* yang telah dikirim melalui email. Setelah itu

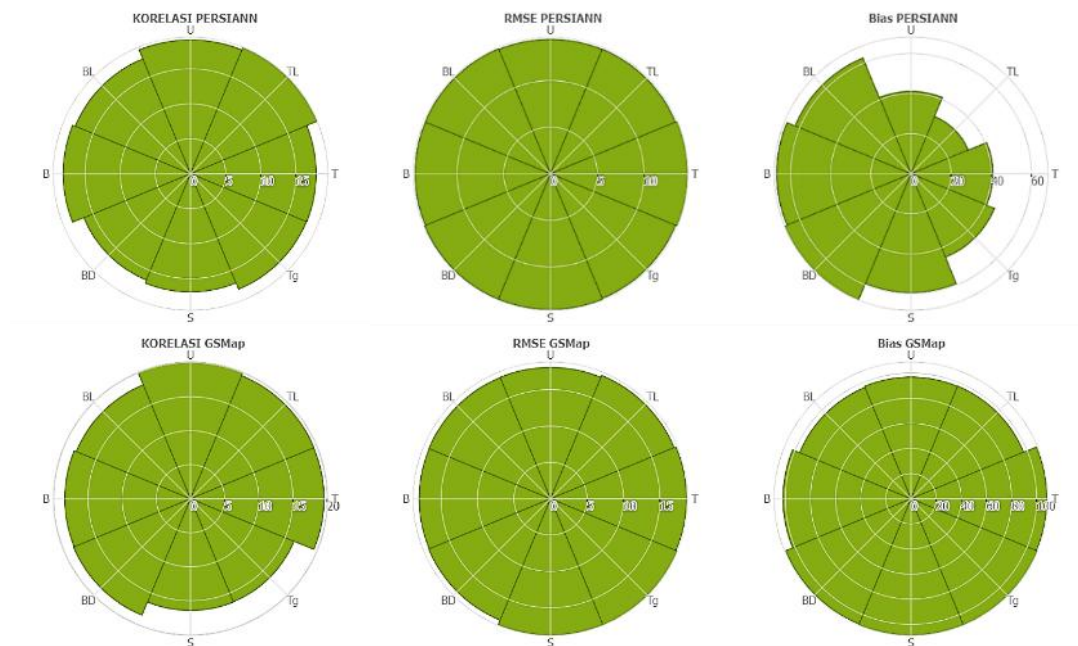
muncul *time series* data dan pilihan untuk mengunduh data. Data akan secara otomatis memiliki format csv dan dapat langsung dibuka di Excel.



Gambar 5 Tampilan Website resmi GSMap

4.3 Pehitungan Korelasi

Perhitungan korelasi menggunakan 3 metode perhitungan, yaitu koefisien korelasi, bias dan RMSE. Perhitungan dilakukan untuk setiap data harian hujan selama setahun. Hasil perhitungan korelasi dari tahun ke tahun kemudian dirata-ratakan. Korelasi diambil dengan membandingkan data hujan setiap satelit terhadap data hujan terukur sehingga diperoleh 9 data korelasi dari setiap grid data yang ditinjau.



Gambar 6 Diagram Wind Rose Korelasi

Perhitungan dilakukan dengan membandingkan setiap data hujan satelit terhadap data hujan terukur untuk masing-masing titik grid. Hasil perhitungan korelasi menunjukkan angka yang sangat bervariasi. Untuk koefisien korelasi, nilai yang semakin tinggi menunjukkan korelasi yang semakin baik, sedangkan untuk RMSE dan bias, nilai yang semakin rendah yang menunjukkan korelasi lebih baik. Hal tersebut dikarenakan koefisien korelasi menganalisis kesesuaian antara setiap data dengan data terukur, sedangkan angka RMSE dan bias menganalisis selisih antara data satelit dengan data hujan terukur sehingga semakin kecil angkanya semakin tinggi kesesuaiannya. Kesesuaian data dapat terlihat dalam diagram *wind rose* pada Gambar 6.

Gambar 6 menunjukkan bagaimana tingkat korelasi dari setiap titik grid terhadap data terukur. Untuk koefisien korelasi, semakin besar diagram dan mendakati ujung luar dari diagram maka semakin tinggi tingkat korelasi. Untuk koefisien korelasi, tingkat korelasi tertinggi data hujan PERSIANN berada pada grid **Timur Laut (TL)**, sedangkan data hujan GSDMap berada pada grid **Utara (U)**.

Pada nilai RSME dan bias, semakin kecil diagram maka semakin tinggi tingkat kesesuaian data. Jika dilihat pada diagram *wind rose* RMSE, pada data hujan PERSIANN tidak terlalu terlihat di grid mana yang paling sesuai, namun untuk GSDMap terlihat grid **Barat (B)** memiliki kesesuaian terbaik. Dari nilai bias, pada data PERSIANN terlihat data grid **Timur Laut (TL)** memiliki kesesuaian tertinggi, sedangkan untuk data GSDMap data grid **Barat Laut (BL)** adalah yang paling sesuai.

Hasil analisis dari Diagram *wind rose* belum menunjukkan grid mana yang memiliki tingkat kesesuaian tertinggi. Oleh karena itu penulis melakukan analisis lebih lanjut menggunakan tabel dengan bantuan angka dan skala warna sehingga nantinya melihat grid mana yang memiliki dominasi korelasi terbaik. Dengan analisis menggunakan angka dan skala warna, maka tingkat ketelitian dari perhitungan dapat menjadi lebih baik dan lebih detail.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Korelasi

Parameter		Posisi Grid								
		LP	U	TL	T	Tg	S	BD	B	BL
Korelasi (r)										
PERSIANN -	BMK G	18,36%	19,15 %	19,54 %	17,93%	17,90%	16,93%	16,47%	18,17%	17,79 %
GSDMap -	BMK G	19,15%	20,10 %	19,61 %	19,57%	16,43%	16,45%	18,57%	18,45%	18,14 %
RMSE										
PERSIANN -	BMK G	14,35	14,45	14,49	14,68	14,51	14,59	14,60	14,50	14,53
GSDMap -	BMK G	18,27	18,08	18,38	18,64	18,81	18,78	18,10	18,02	18,06
Bias										
PERSIANN -	BMK G	55,20%	41,16 %	30,98 %	40,92%	45,20%	59,40%	68,23%	66,99%	62,60 %
GSDMap -	BMK G	106,45 %	96,96 %	97,13 %	108,02 %	108,86 %	108,73 %	108,05 %	102,03 %	96,03 %

Sumber: hasil analisis

Pada tabel 2 skala warna menunjukkan kesesuaian data terhadap data terukur. Merah menunjukkan korelasi yang buruk, kuning menunjukkan korelasi yang cukup dan hijau menunjukkan korelasi yang semakin baik. Skala warna diambil dari angka tertinggi sampai terendah dari setiap parameter yang diteliti. Penulis menggunakan bantuan fitur “Conditional Formatting” pada Excel untuk memunculkan skala warna tersebut.

Tabel 2 menunjukkan semakin tabel berwarna hijau, maka semakin baik kesesuaian data. Secara keseluruhan terbukti bahwa data grid Lokasi Penelitian (LP) tidak menunjukkan korelasi yang maksimal. Walaupun terlihat nilai RMSE PERSIANN menghasilkan nilai yang terbaik, tetapi parameter lainnya menunjukkan nilai yang kurang baik. Dari skala warna yang dimunculkan, data grid yang memiliki tingkat kesesuaian yang paling stabil terlihat pada grid **Utara (U)**. Hal ini dapat dilihat dari warna yang dimunculkan oleh excel dimana terlihat dominasi warna yang muncul adalah warna hijau. Sedangkan untuk data grid yang paling tidak sesuai adalah arah yang berlawanan, yaitu data grid Selatan (S).

5. PENUTUP

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan data grid **Utara (U)** memiliki keakuratan paling baik dibandingkan grid lainnya. Hasil analisis penelitian ini dapat memberi gambaran bahwa dalam pengambilan data satelit sebaiknya menggunakan data hujan pada arah utara dari titik yang mau dianalisis. Hasil ini mungkin bisa terjadi karena ada pengaruh angin yang terjadi pada lokasi penelitian. Pada pengambilan data satelit, satelit membaca hujan pada ketinggian tertentu dari permukaan bumi sehingga belum tentu hujan yang terbaca tersebut jatuh tepat secara vertikal pada titik tersebut. Pengaruh angin dan cuaca dapat mempengaruhi keakuratan pembacaan data tersebut. Penelitian selanjutnya sebaiknya dapat memperhitungkan arah angin dan cuaca yang terjadi pada titik lokasi penelitian serta membedakan pengambilan data sesuai dengan musim yang terjadi pada daerah tersebut.

REFERENSI

- Asferizal, F. (2022). Analisis Perbandingan Keandalan Data Hujan GSMaP, TRMM, GPM dan PERSIANN Terhadap Data Obsevasi Dalam Rentang Waktu Penelitian 2020-2021. In *Original Article Journal of Infrastructure Planning, and Design* (Vol. 2, Issue 1).
- Asthia Miranti, F., & Rahmadania, M. (2021). Analisis Neraca Air Sub DAS Martapura Studi Kasus Wilayah Sungai Tabuk. *Jurnal Teknologi Berkelanjutan (Sustainable Technology Journal)*, 10(2), 47–54. <http://jtb.ulm.ac.id/index.php/JTB>
- Fadhli, R. A., Sujatmoko, B., Sipil, J. T., Teknik, F., & Riau, U. (2015). Perbandingan penggunaan data hujan lapangan dan data hujan satelit untuk analisis hujan-aliran menggunakan model ihacres. *Annual Civil Engineering Seminar, 2006*, 978–979.
- Fadhli, A. (2020). Trend Curah Hujan Ekstrem Harian Berdasarkan Data PERSIANN-CCS di Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 04(01), 12–22.
- Ginting, J. M. (2022). Perubahan Pola dan Kedalaman Curah Hujan Akibat Kejadian La Nina Tahun 1998-2018 di Indonesia Menggunakan Data Satelit PERSIANN. *Jurnal KACAPURI*, 5(1), 104–112. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jurnalkacapuri/article/view/7233>
- Ginting, J. M., & Rakhman, K. (2022). Analisis Perhitungan Jumlah dan Penentuan Lokasi Alat Pengukur Hujan di Kota Batam. *Jurnal SIPILSains*, 12(2), 1–11. <https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/sipils/article/view/5036>
- Ginting, J. M., Sujono, J., & Jayadi, R. (2019). Analisis Hubungan Data Hujan Satelit dengan Hujan Terukur ARR Kalibawang. *Prociding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS) X 2019, November*, 89–102.
- Habib Muzaki, N., Wijaya, I. N., Agritami, M., Ramdani, R. F., & Fadlan, A. (2022). Perbandingan Produk Estimasi Curah Hujan Global Precipitation Measurement (GPM) Dan Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) Di Wilayah Kalimantan Tahun 2020. *Jurnal Meteorologi*, 1(1), 19–31. <https://jurnal.stmkg.ac.id/index.php/jam>

- Murdiyanto, & Gutomo, T. (2015). Bencana Alam Banjir dan Tanah Longsor dan Upaya Masyarakat dalam Penanggulangan. *Jurnal Kemsos*, 14(Desember), 437–452.
- Patabang, S. T., Harisuseno, D., & Fidarih, J. S. (2022). Validasi Data Curah Hujan PERSIANN (Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks) dengan Pos Stasiun Hujan di DAS Selorejo. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(1), 001–011.
- Prawaka, F., Zakaria, A., & Tugiono, S. (2016). Analisis Data Curah Hujan yang Hilang Dengan Menggunakan Metode Normal Ratio , Inversed Square Distance , dan Rata-Rata Aljabar (Studi Kasus Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Daerah Bandar Lampung). *JRSDD*, 4(3), 397–406.
- Purwanto, Setiono, & Hadiani, R. R. (2016). Pengisian Data Hujan yang Hilang dengan Metode Arima. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta*, November, 1–10.
- Rahman, R. N., & Indra. (2020). Validasi Performa Satelit Presipitasi GSDMap dalam Mengestimasi Curah Hujan di JABODETABEK. *Jurnal Widya Climago*, 2(2), 77–85.
- Suciantini, P., & Suciantini. (2013). Analisis Pemanfaatan Data CMORPH-IRI untuk Estimasi Curah Hujan Wilayah di Palangka Raya , Kalimantan Tengah dan Pekanbaru , Riau. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 37(1), 1–8.
- Suni, Y. P. (2021). Evaluasi Hubungan Data Hujan Satelit PERSIANN-CDR dan Data Hujan Pengukuran DAS LILIBA. *Prosiding Seminar Nasional Riset Dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) 2021*, 1–6.
- Triatmodjo, B. (2015). *Hidrologi Terapan* (5th ed.). Beta Offset.
- Vusvitasari, R., Nugroho, S., & Akbar, D. S. (2016). Kajian Hubungan Koefisien Korelasi Pearson (ρ), Spearman-Rho (r), Kendall-Tau (τ), Gamma (G) , dan Somers (dyx). *E-Jurnal Statistika*, 41–54.