

# EVALUASI DAN PERENCANAAN KERAPATAN JARINGAN POS HUJAN DENGAN METODE *KRIGING* MENURUT REKOMENDASI WMO (*WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION*) DI WILAYAH SUNGAI ROKAN PROVINSI RIAU

Bagus Wicaksono<sup>1)</sup>, Ery Suhartanto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Sarjana Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

<sup>2)</sup>Dosen Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
Teknik Pengairan Universitas Brawijaya-Malang, Jawa Timur, Indonesia  
Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia  
e-mail: baguswicaksono46@gmail.com

**ABSTRAK:** Dalam kegiatan analisis hidrologi dibutuhkan data hidrologi seperti data curah hujan, debit air, data iklim dan lain sebagainya. Data hidrologi didapat atau dipantau melalui berbagai pos hidrologi yang tersedia di beberapa daerah dalam suatu wilayah, namun belum tentu data yang diperoleh atau yang dihasilkan selalu akurat. Keakuratan data dalam hidrologi dilihat dari kerapatan pos hidrologi satu dengan yang lain, semakin rapat pos hidrologi maka data yang diperoleh akan semakin akurat. Mengingat pentingnya informasi data hidrologi yang bergantung pada infrastruktur pengairan maka diperlukan kajian evaluasi dan perencanaan jaringan stasiun hujan yang efektif dan efisien. Wilayah Sungai Rokan secara keseluruhan memiliki luas sekitar 22.325 km<sup>2</sup>. Data yang digunakan dalam studi ini adalah data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait (data hujan). Untuk mengevaluasi dan merencanakan kerapatan jaringan pos hujan eksisting digunakan metode *Kriging*. Keoptimalan letak pos hujan rekomendasi dilihat dari besarnya nilai RMSE dan MAE serta memenuhi standart WMO (*World Meteorological Organization*). Sedangkan pengujian metode *Kriging* dilakukan dengan menentukan besarnya kesalahan relatif antara curah hujan rancangan eksisting dengan curah hujan rancangan pada pos hujan rekomendasi. Hasil analisa evaluasi stasiun hujan berdasarkan standar WMO rekomendasi I adalah 8 stasiun hujan dengan kondisi normal dan untuk rekomendasi II adalah 25 stasiun hujan dengan kondisi normal dan ideal. Sedangkan hasil dari metode *Kriging* didapatkan jumlah ideal stasiun hujan yaitu 8 stasiun hujan, dengan nilai RMSE dan MAE rekomendasi I lebih kecil dari pada eksisting. Sedangkan nilai rata-rata kesalahan relatif rekomendasi adalah 8,1% pada peta galat baku exponential.

Kata kunci: evaluasi, standar WMO, *Kriging*,

**ABSTRACT:** In hydrology analysis activities required hydrological data such as rainfall data, water discharge, climate data and so forth. Hydrological data obtained or monitored through various hydrological posts available in some areas within a region, but not necessarily the data obtained or produced is always accurate. The accuracy of the data in hydrology seen from the hydrological heading density with each other, the closer the hydrological post, the data obtained will be more accurate. Given the importance of hydrological data information depend on irrigation infrastructure it was necessary to evaluated or planned an effective and efficient network of rainfall stations. The entire Rokan River region has an area of approximately 22.325 km<sup>2</sup>. The data used in this study was secondary data obtained from related institution (rainfall data). Evaluated and planned the existing rainfall network density the *Kriging* method was used. The optimization of rainfall recommended location was seen from the value of RSME and MAE and meet the standart of WMO (*World Meteorological Organization*). While test of *Kriging* method was done by determining the relative error between the rainfall of the existing design with rainfall design on the recommended rainfall network. Result of evaluation of rainfall network evaluation based on WMO standart recommendation I was 8 rain station with normal condition and for recommendation II was 25 rain station with normal and ideal condition. While the result of the *Kriging* method obtained the ideal number of rain station that was 8 rain stations, with RMSE and MAE value of the recommendation I was smaller than the existing. While the average relative error value of recommendation was 8,1% at the Exponential raw error map.

Key words: evaluation, WMO standard, *Kriging*

**PENDAHULUAN**

Terdapat beberapa komponen dalam perencanaan bangunan air salah satunya yaitu hidrologi dengan banyak parameter yang berpengaruh pada proses tersebut yaitu hujan. Jaringan pengukuran hujan akan memberikan besarnya takaran/jumlah hujan yang jatuh di Wilayah Sungai (WS).

Kerapatan jaringan stasiun hujan dapat dinyatakan sebagai luas Sub DAS yang diwakili oleh satu stasiun hujan. Secara teoritis, semakin tinggi kerapatan stasiun hujan yang digunakan maka akan semakin tinggi pula ketelitian data yang diperoleh. Ketelitian dan kualitas data yang akurat dalam penentuan potensi air permukaan pada suatu Wilayah Sungai (WS) sangat diperlukan dalam rangka mengoptimalkan kebutuhan dan pengembangan sumber daya air. Hal ini tidak terlepas dari pentingnya jumlah pos hujan yang ideal serta penempatan lokasi pos yang dapat mewakili sebagai representasi karakteristik suatu Daerah Aliran Sungai (DAS).

Wilayah Sungai (WS) Rokan merupakan wilayah sungai lintas provinsi. Wilayah Sungai (WS) Rokan meliputi Provinsi Sumatera Barat, Provinsi Sumatera Utara dan Provinsi Riau. Oleh karena itu Wilayah Sungai (WS) Rokan membutuhkan sistem pengelolaan sumber daya air bersifat khusus. Maka perlu evaluasi jaringan pos hujan yang optimal dari segi ekonomis maupun pengelolaan sehingga dapat diketahui pos-pos mana yang dominan atau dapat direlokasi pada WS Rokan.

**Konsep Dasar Jaringan Pos Hujan**

Jaringan pos hujan sebagai satu sistem yang terorganisir untuk mengumpulkan data hujan secara optimal untuk berbagai keperluan. Dalam hal ini kepentingan yang dimaksud adalah perolehan data yang maksimal dan kerapatan jaringan yang optimum. Jaringan pos hujan memiliki fungsi yaitu untuk mengurangi variabilitas besaran kejadian atau mengurangi ketidakpastian dan meningkatkan pemahaman terhadap besaran yang terukur maupun terinterpolasi (Harto, 1993, p.22). Dalam merencanakan jaringan pos hujan, terdapat dua hal penting yang perlu dipertimbangkan yaitu (Harto, 1993, p.23):

1. Berapa jumlah pos yang diperlukan
2. Dimana pos-pos tersebut akan dipasang

**Curah Hujan Rerata Daerah Poligon Thiessen**

Curah hujan rerata daerah dalam studi ini menggunakan metode Poligon Thiessen dengan cara memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan karena setiap stasiun hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu dan memberikan faktor koreksi bagi hujan di stasiun yang bersangkutan (Harto, 1993, p.64). Perbandingan luas Poligon untuk setiap stasiun yang besarnya  $A_n/A$ , memberi rumusan sebagai berikut:

$$R = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

- R = Curah hujan daerah rata-rata
- $R_n$  = Curah hujan di tiap titik pos curah hujan
- $A_n$  = Luas daerah Thiessen yang mewakili titik pos curah hujan
- N = Jumlah pos curah hujan

**Rasionalisasi Jaringan Stasiun Hujan Standart WMO**

Daerah hujan yang terjadi lebih luas dibandingkan dengan daerah hujan yang diwakili oleh stasiun penakar hujan atau sebaliknya, maka dengan memperhatikan pertimbangan ekonomi, topografi dan lain-lain harus ditempatkan stasiun hujan dengan kerapatan optimal yang memberikan data yang baik untuk analisis selanjutnya. Untuk tujuan ini, Badan Meteorologi Dunia atau WMO (*World Meteorological Organization*) menyarankan kerapatan minimum jaringan stasiun hujan sebagai berikut:

**Tabel 1.** Kerapatan Minimum Jaringan Stasiun Hujan Rekomendasi WMO

No.	Tipe	Luas Daerah (km <sup>2</sup> ) per Satu Pos	
		Kondisi Normal	Kondisi Sulit
1	Daerah dataran tropis mediteran dan sedang	600 – 900	3000 – 9000
2	Daerah pegunungan tropis mediteran dan sedang	100 – 250	1000 – 5000
3	Daerah kepulauan kecil bergunung dengan curah hujan bervariasi	140 - 300	
4	Daerah arid dan kutub	1500 – 10000	

Sumber: Linsley, 1986

## Metode Kriging

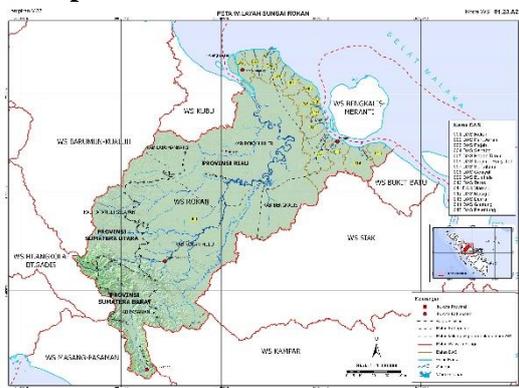
Metode Kriging merupakan cara perkiraan yang dikembangkan oleh Matheron (1965) yang pada dasarnya ditekankan bahwa interpolasi dari satu titik terukur ke titik lain dalam suatu region (DAS) tidak hanya ditentukan oleh jarak antar titik terukur tersebut dengan titik yang dicari, akan tetapi ditentukan oleh tiga faktor, yaitu (Harto, 1993, p.63):

- Jarak antara titik yang dicari dengan titik terukur
- Jarak antara titik-titik terukur
- Struktur variabel yang dimaksudkan

Perencanaan jaringan stasiun hujan didasarkan pada curah hujan tahunan rerata. Kemudian dilakukan permodelan semivariogram yang digunakan dalam studi ini yaitu *spherical*, *exponential*, dan *gaussian*. Pemodelan semivariogram yang akan dipakai dalam membuat prediksi interpolasi kriging, dilakukan *cross validation* terlebih dahulu. Setelah pemodelan semivariogram, model yang dipilih digambarkan dalam bentuk peta galat baku stasiun hujan eksisting dengan aplikasi ArcGIS 10.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Lokasi Studi



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

Sumber: BBWS Sumatera II, 2017

WS Rokan memiliki luas 22.325 km<sup>2</sup> dan memiliki 12 stasiun hujan. WS Rokan melewati Provinsi Sumatera Barat, Provinsi Sumatera Utara dan Provinsi Riau. Sungai Rokan memiliki panjang 350 km yang mengalir dari Rokan Hulu hingga ke Rokan Hilir.

## Analisa Curah Hujan Rerata Daerah

Dalam studi ini perhitungan curah hujan rerata daerah menggunakan metode Poligon *Thiessen*. Cara ini didasarkan atas rata-rata timbang. Masing-masing penakar dibentuk dengan menggambarkan sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar.

**Tabel 2.** Rekapitulasi Curah Hujan Rerata Daerah Kumulatif Tahunan

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Thiessen (mm/tahun)
1	Bagan Batu	1727.0
2	Bangko Jaya	2133.0
3	Bangun Jaya	2336.0
4	Dalu-Dalu	2378.0
5	Dumai	1792.0
6	Duri	1630.0
7	Kota Lama	3277.0
8	Lubuk Bendahara	2181.0
9	Pasar Tangun	2252.0
10	Pekan Tebih	2236.0
11	Rambah Utama	3263.0
12	Sedinginan	1768.0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

## Evaluasi Jaringan Stasiun Hujan Berdasarkan Standart WMO

Evaluasi kerapatan jaringan stasiun hujan adalah untuk menentukan jumlah ideal stasiun hujan dalam suatu DAS. Salah satu pendukung dalam evaluasi kerapatan jaringan stasiun hujan pada studi ini adalah Standart WMO. Berdasarkan standart WMO, untuk dataran pegunungan tropis cukup 1 stasiun hujan untuk mewakili tiap luasan 100-250 km<sup>2</sup>.

Berdasarkan standart yang telah ditetapkan oleh WMO, WS Rokan diketahui 2 stasiun hujan yang ada di WS Rokan berada pada kondisi sulit dan sisanya dapat dikatakan memiliki kondisi ideal dan sangat ideal. Dilihat dari luas daerah pengaruhnya yang merupakan daerah tropis dengan luas  $\pm 22.325$  km<sup>2</sup> hanya membutuhkan 8 stasiun hujan dengan analisa luas wilayah tiap stasiun hujan berdasarkan metode *Thiessen*.

### Analisa Jaringan Stasiun Hujan Kriging

Dalam studi ini, metode Kriging menggunakan 2 rekomendasi stasiun hujan. Rekomendasi I pengurangan 4 stasiun hujan, rekomendasi II penambahan 13 stasiun hujan. Untuk tahapan pengerjaan sama dengan tahapan pengerjaan pada kondisi eksisting, yaitu menghitung *cross validation* untuk penentuan pemodelan semivariogram. Apabila nilai RMSE dan MAE stasiun hujan rekomendasi Kriging lebih kecil dari nilai stasiun hujan eksisting, maka hasil interpolasi stasiun hujan rekomendasi Kriging dapat diterima dan diterapkan di WS Rokan.

Kemudian dilakukan pemodelan semivariogram, model yang terpilih selanjutnya digambarkan dalam bentuk peta galat baku stasiun hujan rekomendasi disajikan pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7. Pada gambar peta prediksi stasiun

hujan rekomendasi metode Kriging dapat dilihat bahwa penyebaran stasiun hujan mempengaruhi distribusi kontur.

Nilai perbandingan *Cross Validation* untuk penentuan pemodelan semivariogram untuk stasiun hujan eksisting disajikan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Perbandingan *Cross Validation* Ketiga Model Semivariogram Stasiun Hujan Eksisting

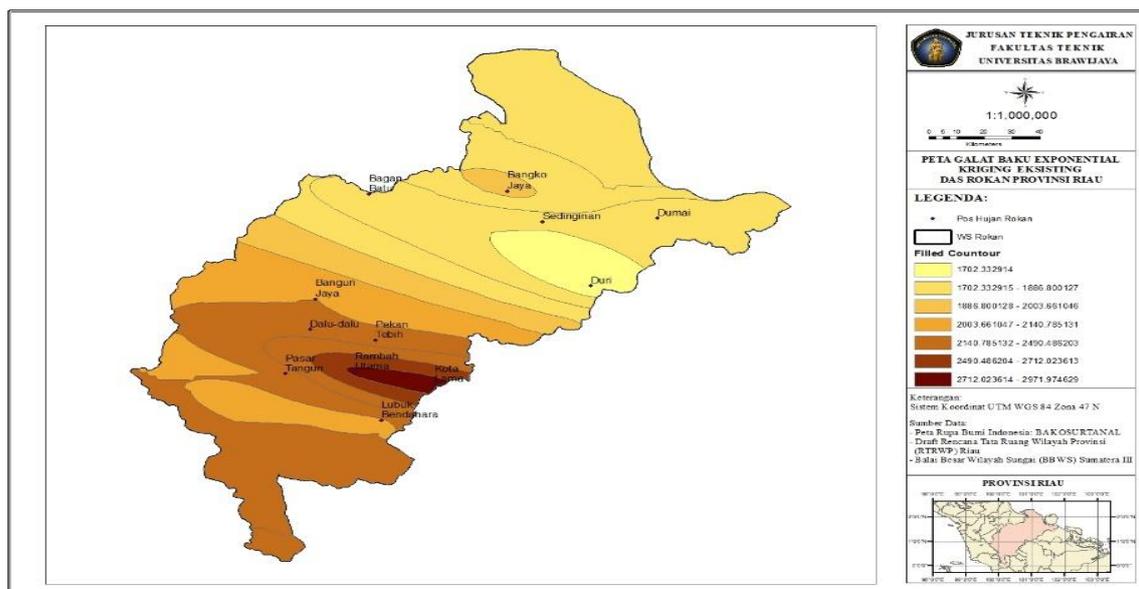
Model Variogram	RMSE	MAE
Spherical	429.2	362.9
Exponential	405.4	357.9
Gaussian	450.5	370.2

Sumber: Hasil Perhitungan dan Analisa GIS, 2018

**Tabel 7.** Perbandingan Nilai RMSE dan MAE Stasiun Hujan Eksisting dan Stasiun Hujan Rekomendasi

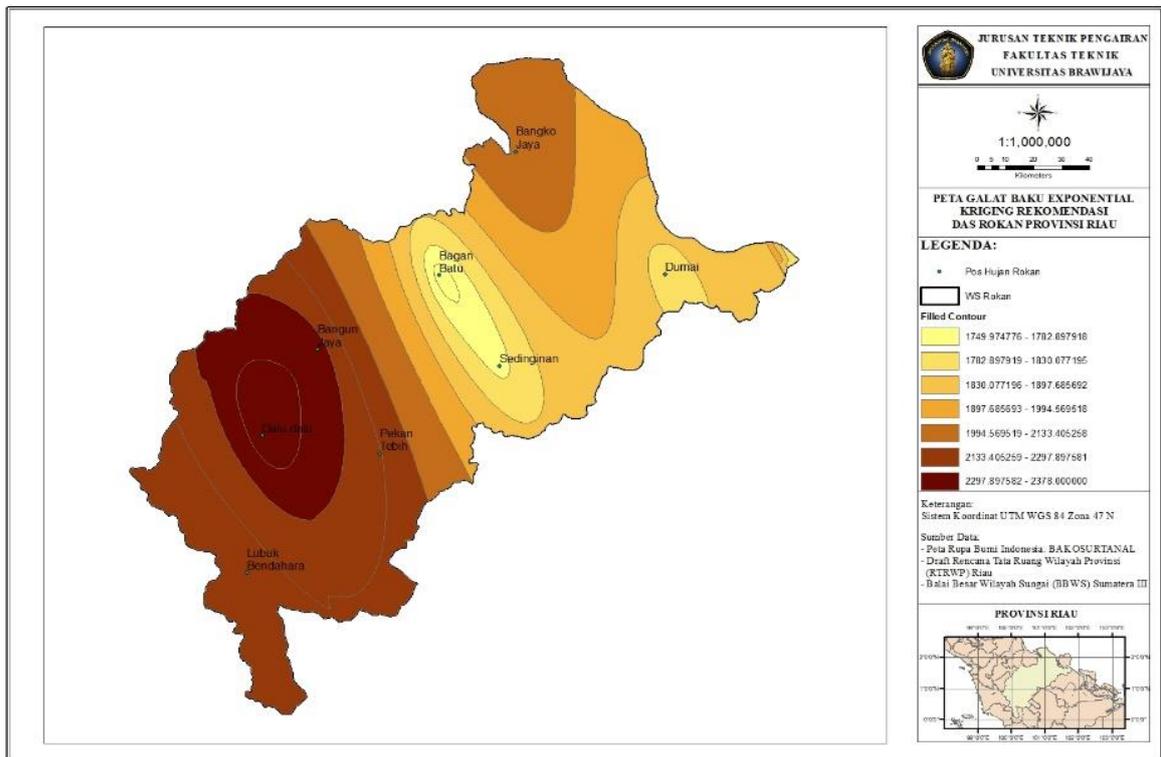
Model Semivariogram	RMSE			MAE		
	Eksisting	Rekomendasi I	Rekomendasi II	Eksisting	Rekomendasi I	Rekomendasi II
<i>Spherical</i>	429.2	213.0	285.4	362.9	190.6	200.144
<i>Exponential</i>	405.4	187.3	284.7	357.9	161.2	210.692
<i>Gaussian</i>	450.5	235.4	311.6	370.2	222.4	224.628

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

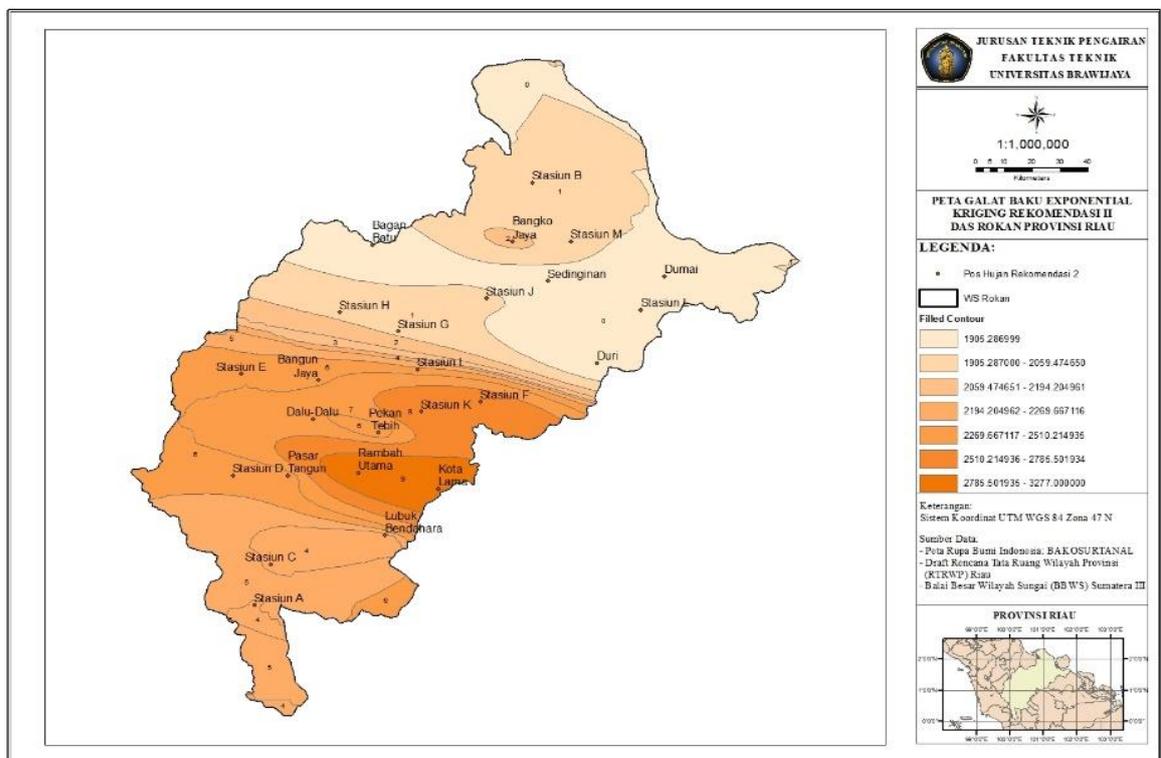


**Gambar 4.** Peta Galat Baku Prediksi Stasiun Hujan Eksisting dengan Aplikasi ArcGIS 10.2.2

Sumber: Hasil Penggambaran, 2018



**Gambar 5.** Peta Galat Baku Prediksi Stasiun Hujan Rekomendasi I  
*Sumber: Hasil Penggambaran, 2018*



**Gambar 6.** Peta Galat Baku Prediksi Stasiun Hujan Rekomendasi II  
*Sumber: Hasil Penggambaran, 2018*

## Evaluasi Jaringan Stasiun Hujan Rekomendasi Kriging

Untuk memperoleh keyakinan bahwa stasiun hujan yang dipilih berdasarkan analisa jaringan *Kriging* cukup mewakili dari jumlah pos hujan yang tersedia, maka dilakukan evaluasi. Berdasarkan perhitungan kesalahan relatif dari 2 rekomendasi stasiun hujan metode *Kriging*, dapat dibuktikan bahwa stasiun hujan rekomendasi I memiliki nilai rata-rata kesalahan relatif paling kecil dibandingkan dengan stasiun hujan rekomendasi I dan II. Hasil kesalahan relatif disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Perhitungan Kesalahan Relatif Stasiun Hujan Rekomendasi II

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya (mm/tahun)	Curah Hujan Prediksi (mm/tahun)	KR (%)
1	Bagan Batu	1727.000	1946.2	12.7%
2	Bangko Jaya	2133.000	1825.1	14.4%
3	Bangun Jaya	2336.000	2196.4	6.0%
4	Dalu-Dalu	2378.000	2241.0	5.8%
5	Dumai	1792.000	2085.0	16.3%
6	Lubuk Bendahara	2181.000	2245.4	3.0%
7	Pekan Tebih	2236.000	2198.4	1.7%
8	Sedinginan	1768.000	1858.9	5.1%
<b>Rata-rata KR</b>				<b>8.1%</b>

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

**Tabel 9.** Rekapitulasi Kesalahan Relatif Stasiun Hujan Rekomendasi Kriging

Stasiun Hujan Kriging	Kesalahan Relatif		
	Spherical	Exponential	Gaussian
Rekomendasi I	9,6%	8,1%	11,2%
Rekomendasi II	8,7%	9,3%	9,7%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan rekomendasi WMO dengan ketentuan kerapatan stasiun hujan 900 – 3000 km<sup>2</sup>/stasiun untuk daerah pegunungan tropis mediteran dan sedang, Sub DAS Widias dengan luas Sub DAS adalah 22.325 km<sup>2</sup> disarankan hanya 8 stasiun hujan terpilih dari 12 stasiun hujan.

2. Hasil analisa Metode Rasionalisasi Stasiun Hujan, diantaranya:
  - a. Rekomendasi I, pengurangan stasiun hujan eksisting berdasarkan stasiun hujan yang tidak lolos pada uji penyaringan data (4 stasiun hujan yang dihilangkan) dengan jumlah total 8 stasiun hujan.
  - b. Rekomendasi II penambahan stasiun hujan termasuk eksisting menurut kondisi ideal - normal (sebanyak 13 stasiun hujan) dengan jumlah total 25 stasiun hujan.
3. Berdasarkan 2 Rekomendasi WMO
  - a. Rekomendasi I dengan 8 stasiun hujan dengan nilai RMSE 187.3 dan nilai MAE 161,2 (pada metode *Exponential*).
  - b. Rekomendasi II dengan 25 stasiun hujan dengan nilai RMSE 285,4 dan nilai MAE 200,1 (pada metode *Spherical*).

Maka dari hasil RMSE dan MAE di atas Rekomendasi I terpilih sebagai Rekomendasi terbaik karena memiliki nilai RMSE dan MAE terkecil.

### Saran

Saran yang dapat diajukan pada studi ini sebagai berikut:

1. Stasiun hujan yang ada di WS Rokan dinilai berlebihan dan kurang efektif, sehingga disarankan untuk mengurangi jumlah stasiun hujan atau memindahkan stasiun hujan yang ada dengan jarak antar stasiun dapat mewakili setiap luasan daerah pengaruhnya sehingga stasiun hujan dapat bekerja secara optimal.
2. Metode analisa evaluasi stasiun hujan semakin diperbanyak agar dalam peletakannya stasiun hujan dapat berfungsi secara optimal serta semakin baik lagi dalam penyempurnaannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifah, S. (2018). *Rasionalisasi Jaringan Pos Stasiun Hujan Pada DAS Kemuning Sampang Menggunakan Metode Kagan-Rodda dan Kriging dengan Mempertimbangkan Aspek Topografi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. (2016). *Panduan Penulisan Skripsi*. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Harto Br, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Linsley, RK, Kohler, M.A dan Paulhus. (1986). *Hidrologi Untuk Insinyur* (Terjemahan). Jakarta: Erlangga. Juli 1998
- Putri, F.R., (2018). *Rasionalisasi Jaringan Pos Stasiun Hujan Pada Sub DAS Widas Kabupaten Nganjuk Menggunakan Metode Kagan-Rodda dan Kriging dengan Mempertimbangkan Aspek Topografi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Jilid 2. Bandung: Penerbit NOVA.