

Analisis kerapatan jaringan stasiun hujan di DAS Gandong, Jawa Timur

Ardhya Zuhra Manzila^{1,*} dan Shofwatul Fadilah¹

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Sleman, Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

Density
Kagan-rodha
Rainfall station
WMO

Corresponding Author:

Ardhya Zuhra Manzila*
20511352@students.uii.ac.id

Abstract

Rainfall is a key component in hydrological analysis and plays a critical role in the planning and management of water resources, where the quality and representativeness of data are strongly influenced by the number, density, and spatial distribution of rainfall stations. This study aims to determine the optimal number and spatial distribution pattern of rainfall stations in the Gandong Watershed, Magetan Regency, East Java, in order to ensure that the collected rainfall data accurately reflect actual field conditions. The methods employed include analysis based on the standards of the World Meteorological Organization (WMO) and the Kagan-Rodda method, utilizing watershed maps and historical rainfall data, both daily and monthly. The results show that, according to WMO standards, the minimum requirement is one station with a density of 162.797 km² per station. In contrast, the Kagan-Rodda method provides more detailed results, indicating that for daily data with 10% and 5% error tolerances, station densities of 81.398 km²/station and 20.349 km²/station are required, respectively. For monthly data, the required densities for 10% and 5% errors are 162.797 km²/station and 40.698 km²/station, respectively. In general, the existing rainfall station network in the Gandong Watershed is considered adequate; however, optimizing the number and spatial distribution of stations remains necessary to improve the accuracy of hydrological analysis.

Copyright © 2025 Universitas Islam Indonesia
Allrights reserved

Pendahuluan

Analisis hidrologi merupakan tahap awal yang esensial dalam perencanaan, pengembangan, serta pengelolaan sumber daya air. Analisis ini menjadi dasar untuk menentukan langkah-langkah lanjutan dalam studi hidrologi dan perancangan sistem pengelolaan air. Salah satu komponen utama dalam analisis hidrologi adalah data curah hujan, yang diperoleh melalui pengamatan di stasiun hujan. Data ini digunakan untuk memahami pola aliran permukaan, menghitung debit sungai, dan merancang sistem pengelolaan air yang efisien. Namun, dalam menentukan nilai

curah hujan di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS), seringkali dihadapi dua permasalahan utama, yaitu keterbatasan jumlah stasiun pemantauan serta distribusinya yang tidak merata (Harto, 2022). Ketidakteraturan distribusi curah hujan di berbagai wilayah mengharuskan penempatan stasiun dilakukan secara strategis guna memperoleh data yang representatif.

Penyusunan jaringan stasiun hujan yang tepat sangat diperlukan agar nilai curah hujan yang diperoleh dapat merepresentasikan kondisi nyata di lapangan. Oleh karena itu, perencanaan jaringan stasiun hujan harus

dilakukan secara optimal agar mampu menghasilkan informasi yang maksimal sesuai kebutuhan. Penempatan stasiun hujan sejauh ini umumnya masih bersifat sektoral dan jangka pendek, sehingga belum mengakomodasi kebutuhan pengelolaan sumber daya air yang terpadu (Deno, 2014). Menurut rekomendasi World Meteorological Organization (WMO), kerapatan ideal stasiun hujan adalah satu stasiun per 100 hingga 250 km². Dalam konteks DAS Gandong, yang memiliki curah hujan tinggi dan bervariasi, penerapan standar ini menjadi sangat relevan guna menjamin kualitas dan keandalan data hidrologi.

Pola persebaran stasiun hujan di DAS di Indonesia hingga saat ini masih belum mendapat perhatian yang memadai, yang tercermin dari ketiadaan pedoman teknis yang baku dalam penentuan lokasi dan distribusi stasiun hujan (Ayu, 2015). Salah satu tantangan utama adalah rendahnya kualitas stasiun hujan, baik dari segi jumlah maupun kalibrasi peralatan, yang berpotensi menurunkan akurasi data yang dihasilkan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan kuantitatif yang tepat dalam menentukan jumlah serta lokasi optimal stasiun hujan.

DAS Gandong, yang terletak di Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Timur, berada di kawasan dataran tinggi di lereng Gunung Lawu dan merupakan bagian dari hulu anak Sungai Bengawan Solo. Wilayah ini terdiri atas tujuh DAS dengan Sungai Gandong sebagai yang terbesar dan terpanjang. Dengan mempertimbangkan pentingnya kerapatan stasiun dalam analisis jaringan hidrologi, maka penelitian ini bertujuan merancang sistem jaringan stasiun hujan sesuai dengan standar WMO dan metode *Kagan-Rodda* agar berfungsi optimal secara fungsional maupun struktural dalam jangka waktu yang direncanakan.

Kerapatan jaringan stasiun hujan berdasarkan metode WMO (World Meteorological Organization)

Metode kerapatan yang ditetapkan oleh Organisasi Meteorologi Dunia (WMO)

merupakan pendekatan yang menggabungkan unsur-unsur topografi dan luas pengaruh dari setiap pos atau stasiun pengamatan hidrologi. Analisis ini bertujuan untuk menilai apakah jumlah stasiun hujan yang ada saat ini dapat mewakili kondisi wilayah yang diteliti, sehingga dapat mengoptimalkan jumlah stasiun hujan yang diperlukan. Berdasarkan standar WMO, untuk daerah pegunungan, luas area yang dapat dilayani oleh satu stasiun hujan berkisar antara 100 hingga 250 km². Standar kerapatan jaringan stasiun hujan menurut WMO dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Standar Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan Menurut WMO

Jenis wilayah	Kerapatan minimum stasiun hujan
Wilayah Dataran Rendah	1 stasiun per 600-900 km ²
Wilayah Pegunungan	1 stasiun per 100-250 km ²
Wilayah Semi-Arid (Kering)	1 stasiun per 4.500 km ²
Wilayah Kepulauan Tropis	1 stasiun per 25-100 km ²

Sumber: Linsley (1986) dalam Vidyatama dan Suhartanto (2018)

Poligon Thiessen adalah metode yang memberikan bobot pada setiap stasiun hujan yang dianggap mewakili curah hujan di suatu lokasi dan memberikan faktor koreksi untuk curah hujan di stasiun tersebut (Harto BR., 1993). Poligon Thiessen dihitung dengan Pers. (1).

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_n}{n} \tag{1}$$

Kerapatan jaringan stasiun hujan berdasarkan metode kagan-rodha

Dari beberapa cara penetapan jaringan pengukuran hujan, terdapat cara yang relatif sederhana, baik dalam hal kebutuhan data maupun prosedur analisisnya. Cara yang dikemukakan oleh Kagan (1972) ini memiliki keuntungan selain untuk mendapatkan jumlah stasiun yang dibutuhkan dengan tingkat ketelitian tertentu, sekaligus dapat memberikan pola penempatan stasiun hujan

dengan jelas. Dengan metode ini, kesalahan yang diinginkan dalam perhitungan jaringan dapat ditentukan dan jumlah serta dapat diperoleh pola penempatan stasiun hujan yang optimal. Data yang digunakan dalam metode ini adalah data hujan bulanan karena apabila digunakan data hujan harian maka hasil yang didapatkan tidak rasional.

$$C_v = \frac{s}{x} \tag{2}$$

$$r_{(d)} = r_{(0)}e^{-d/d_0} \tag{3}$$

$$Z_1 = C_v \sqrt{\frac{1 - r(0) + 0,23 \frac{\sqrt{A}}{d_0 \sqrt{N}}}{N}} \tag{4}$$

$$L = 1,07 \sqrt{\frac{A}{N}} \tag{5}$$

$$Z^3 = C_v \sqrt{\frac{1}{3}} |1 - r(0)| + 0,52 \frac{r(0)}{d_0} \sqrt{\frac{A}{N}} \tag{6}$$

- d = jarak antar stasiun (km),
- d_0 = radius korelasi, yaitu jarak dalam km di mana koefisien korelasi berkurang dengan faktor e,

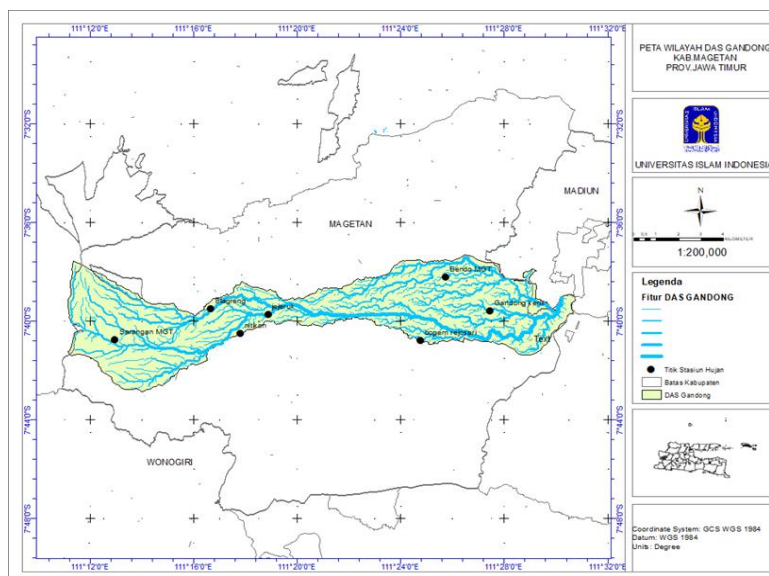
- C_v = koefisien variasi,
- $r_{(d)}$ = koefisien korelasi untuk jarak d km,
- $r_{(0)}$ = koefisien korelasi yang di ekstrapolasi untuk jarak 0 km,
- A = luas DAS (km²),
- N = jumlah stasiun hujan,
- L = jarak antar stasiun dalam segitiga sama sisi (km), dan
- Z_3 = kesalahan interpolasi (%).

Nilai $r_{(d)}$ bisa diperoleh dari regresi eksponensial sehingga diperoleh nilai d_0 , karena pada analisis jaringan stasiun hujan grafik turun maka pangkat ekponensial negatif. Nilai d_0 didapat dari hasil regresi dengan 1 dibagi pangkat ekponensial, sehingga mendapatkan nilai radius korelasi, yaitu jarak dalam km di mana koefisien korelasi berkurang dengan faktor e.

Metode Penelitian

Lokasi penelitian

Lokasi penelitian terletak di lingkup DAS Gandong, Magetan, Jawa Timur. Panjang Sungai Gandong adalah 138,10 km dan Luas DAS Gandong adalah 162,797 km². DAS Gandong memiliki 7 buah stasiun hujan yang letaknya seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Peta Topografi DAS Gondong

Data penelitian

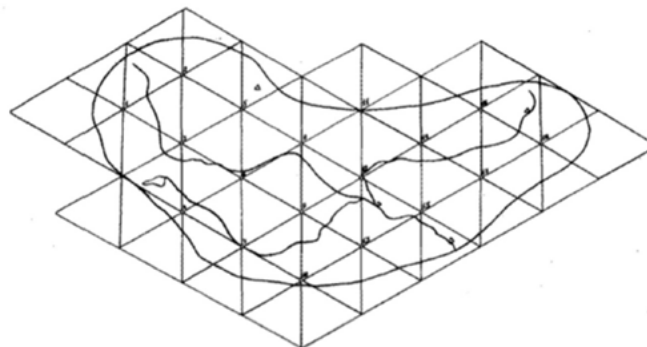
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berupa data curah hujan yang diperoleh dari PU Sumber Daya Air Jawa Timur dengan panjang pencatatan data selama 10 tahun yaitu dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2023. Pengambilan data curah hujan diambil dari 7 stasiun hujan yang masing-masing tersebar di wilayah Magetan. Data curah hujan yang digunakan dalam analisis ini adalah data curah hujan harian dan bulanan yang tercatat pada stasiun hujan.

Analisis data

Metode yang digunakan dalam analisis adalah metode WMO dan Kagan-rodde yang merupakan metode untuk menetapkan jaringan hujan. Dengan kedua metode ini dapat diketahui perbandingan jumlah stasiun hujan yang dibutuhkan maupun pola penempatannya sehingga diperoleh jaringan stasiun hujan yang optimal. Tahapan analisis WMO dimulai dari pembuatan *polygon Thiessen* dilanjutkan dengan perhitungan pembobotan *Thiessen* sesuai persamaan 1,

selanjutnya hasilnya dibandingkan dengan tabel standar WMO. Tahap analisis *Kagan-rodde* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Menghitung nilai koefisien variasi (C_v) berdasarkan data hujan rata-rata DAS maksimum baik harian maupun bulanan.
2. Mengilustrasikan hubungan antara jarak antar stasiun (d) dengan korelasi data antar stasiun ($r(d)$). Hubungan ini dapat digambarkan melalui suatu hubungan eksponensial.
3. Dilakukan penghitungan nilai kesalahan perataan (Z_1) dan kesalahan interpolasi (Z_3) dari parameter yang dihasilkan dari perhitungan sebelumnya.
4. Menggambarkan jaring-jaring segitiga sama sisi pada DAS dengan panjang sisi 1, kemudian dilakukan penggeseran-penggeseran sehingga jumlah simpul segitiga dalam DAS sama dengan jumlah stasiun yang didapat dari perhitungan. Segitiga sama sisi metode kagan rodde dapat dilihat pada Gambar 2.



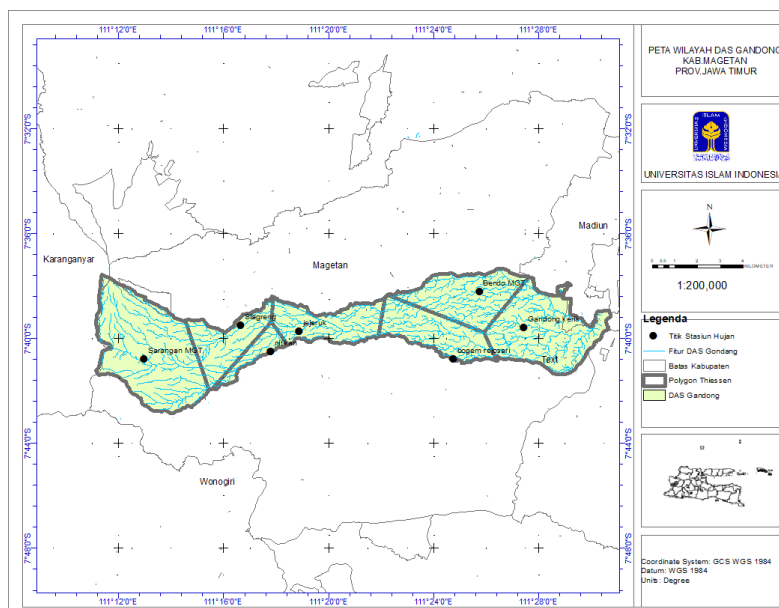
Gambar 2 Segitiga Sama Sisi Metode Kagan-Rodde

Hasil dan Pembahasan

Kerapatan jaringan stasiun hujan eksisting sesuai standar WMO

Daerah Aliran Sungai (DAS) Gandong memiliki 7 stasiun hujan. Untuk mengetahui hasil dari luas pengaruh masing-masing stasiun dapat menggunakan metode spasial, salah satunya *Polygon Thiessen*. Dengan pendekatan ini, kerapatan jaringan stasiun

hujan standar WMO dengan menggunakan *software QGIS* dapat membantu dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air secara lebih efisien dan berbasis data. Hasil analisis kerapatan jaringan stasiun hujan sesuai standar WMO menggunakan metode *Polygon Thiessen* dengan bantuan *software QGIS* dapat dilihat pada Gambar 3. Luas masing-masing daerah pengaruh stasiun hujan dan besar nilai Koefisien *Thiessen* dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 3 Peta Polygon Thiessen DAS Gandong

Tabel 2 Luas Stasiun dan Koefisien Thiessen

No	Nama Stasiun Hujan	Luas (km ²)	Alpa	Luas pengaruh (%)	Keterangan
1.	Gandong Kerik	33,647	0,206	20,668	< kerapatan minimum
2.	Bendo MGT	22,662	0,139	13,920	< kerapatan minimum
3.	Bogem Rejosari	19,293	0,118	11,850	< kerapatan minimum
4.	Jejeruk	17,733	0,108	10,892	< kerapatan minimum
5.	Nitikan	5,769	0,035	3,543	< kerapatan minimum
6.	Slagreng	16,071	0,098	9,871	< kerapatan minimum
7.	Sarangan MGT	47,622	0,292	29,252	< kerapatan minimum
Luas DAS Gandong		138,742	162,797	1	100

Analisis luas wilayah pengaruh stasiun hujan di DAS Gandong menggunakan metode Polygon Thiessen menunjukkan variasi yang signifikan. Wilayah pengaruh terbesar tercatat pada stasiun Sarangan MGT, yang terletak di bagian barat DAS Gandong, dengan luas 47,622 km². Sebaliknya, wilayah pengaruh terkecil terdapat pada stasiun Nitikan, dengan luas 5,769 km². Berdasarkan Tabel 5.6, diketahui bahwa tujuh stasiun hujan aktif di DAS Gandong, sudah memiliki tingkat kerapatan jaringan stasiun curah hujan yang sangat baik atau lebih dari cukup. Kerapatan jaringan minimum yang disyaratkan oleh WMO sesuai pada Tabel 1, yaitu 100–250 km² karena DAS Gandong masuk ke jenis wilayah daerah pegunungan. DAS Gandong rata-rata memiliki luas pengaruh per-stasiun < 100 km seperti pada Tabel 2.

Koefisien variasi

Nilai koefisien variasi (C_v) dihitung sebagai perbandingan antara standar deviasi dan rata-rata curah hujan dari stasiun-stasiun yang ada. Semakin rendah nilai (C_v), semakin homogen karakteristik dimensionalnya (Reksoatmodjo, 2009), yang menunjukkan distribusi curah hujan yang lebih merata. Sebaliknya, nilai (C_v) yang tinggi mengindikasikan variasi yang besar dalam data hujan, yang bisa berarti kebutuhan untuk meningkatkan kerapatan jaringan stasiun untuk mendapatkan representasi yang lebih baik dari kondisi hujan di wilayah tersebut, kemudian didapat koefisien variasi (C_v) harian sebesar 0,206 dan koefisien variasi (C_v) bulanan sebesar 0,228. Berikut tabel analisis koefisien variasi pada Tabel 3.

Tabel 3 Analisis Koefisien Variasi

Tahun	Hujan rata-rata DAS harian maksimum (mm)	Hujan rata-rata DAS bulanan maksimum (mm)
2014	52,613	354,263
2015	48,684	484,505
2016	86,137	604,531
2017	61,140	471,711
2018	44,458	501,847
2019	44,943	306,705
2020	50,655	360,874
2021	57,677	417,937
2022	60,608	328,343
2023	50,666	347,409
Rata-rata	55,758	417,813
S	11,513	95,373
Cv	0,206	0,228
Cs	2,270	0,748

Kerapatan jaringan stasiun hujan metode kagan-rodha

Langkah awal dalam analisis menggunakan Metode Kagan-Rodda adalah menentukan

jarak dan korelasi antar stasiun yang dijadikan referensi. Penentuan jarak antar stasiun hujan bergantung pada kerapatan jaringan yang diperlukan untuk merepresentasikan distribusi curah hujan secara akurat. Pengukuran jarak antar stasiun menggunakan *google earth* dengan mencari sesuai titik-titik koordinat stasiun hujan yang sudah diketahui dari data Perhitungan jarak antar stasiun hujan referensi dapat dilihat pada Tabel 4. Setelah melakukan perhitungan jarak antar stasiun hujan yang digunakan dalam penelitian, selanjutnya adalah melakukan Evaluasi tentang korelasi antar stasiun hujan sebaiknya dilakukan berdasarkan data curah hujan bulanan dengan data curah hujan bulanan hal sama dilakukan untuk data curah hujan harian yang digunakan dalam analisis korelasi antar stasiun. Analisis korelasi terhadap data hujan yang terdapat pada masing-masing stasiun hujan yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4 Jarak Antar Stasiun Hujan (km)

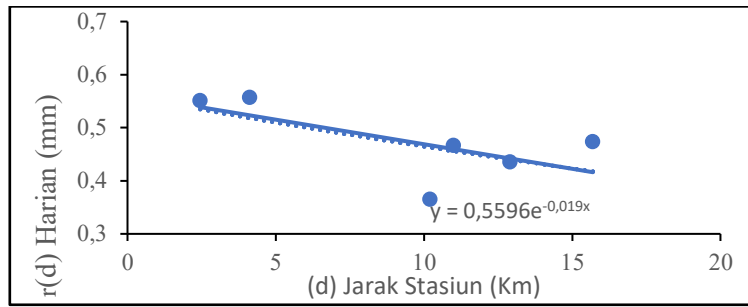
stasiun/stasiun	Gandong kerik	Bendo MGT	Bogem Rejosari	Jejeruk	Nitikan	Slagreng	Sarangan MGT
Gandong Kerik	0	4,01	5,43	15,7	17,8	19,8	25,8
Bendo MGT	4,01	0	5,1	12,9	15,2	16,8	23,1
Bogem Rejosari	5,43	5,1	0	11	12,8	15	20,8
Jejeruk	15,7	12,9	11	0	2,45	4,12	10,2
Nitikan	17,8	15,2	12,8	2,45	0	2,74	7,97
Slagreng	19,8	16,8	15	4,12	2,74	0	6,23
Sarangan MGT	25,8	23,1	20,8	10,2	7,97	6,23	0
Rata-rata	12,648	11,015	10,018	8,052	8,422	9,241	13,442

Tabel 5 Hubungan Jarak dan Korelasi Terhadap Stasiun Jejeruk

No.	Stasiun	d (km)	r bulanan	r harian
1.	Gandong Kerik	15,7	0,852	0,473
2.	Bendo MGT	12,9	0,752	0,435
3.	Bogem Rejosari	11	0,727	0,466
4.	Nitikan	2,45	0,791	0,551
5.	Slagreng	4,12	0,827	0,557
6.	Sarangan MGT	10,2	0,834	0,365

Dari hasil perhitungan jarak dan koefisien korelasi antar stasiun hujan pada Tabel 6 kemudian dapat digambarkan grafik eksponensial seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Dari grafik tersebut, berdasarkan persamaan yang diperoleh dari grafik, untuk data hujan harian diperoleh nilai koefisien

awal (*intercept*) dari fungsi eksponensial ($r_{(0)}$) sebesar 0,5596 dan nilai radius korelasi ($d_{(0)}$) didapat dari 1 dibagi dengan 0,019 hasilnya 52,631 km (Z_i) dan kesalahan interpolasi (Z_3) dengan maksimal 10% dapat dilihat pada Tabel 6.



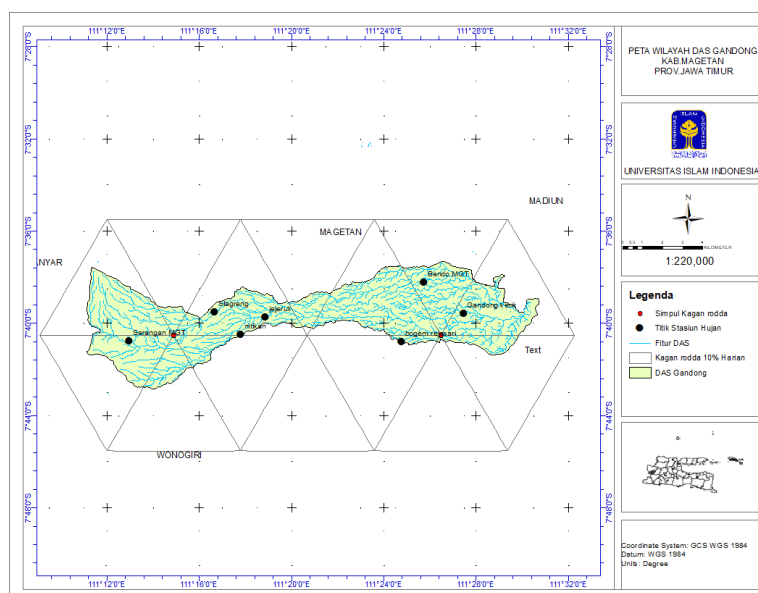
Gambar 4 Hubungan antara Jarak Stasiun dengan Koefisien Korelasi DAS Gandong untuk Data Hujan Harian

Tabel 6 Kesalahan Interpolasi dan Kesalahan Perataan Data Curah Hujan Harian

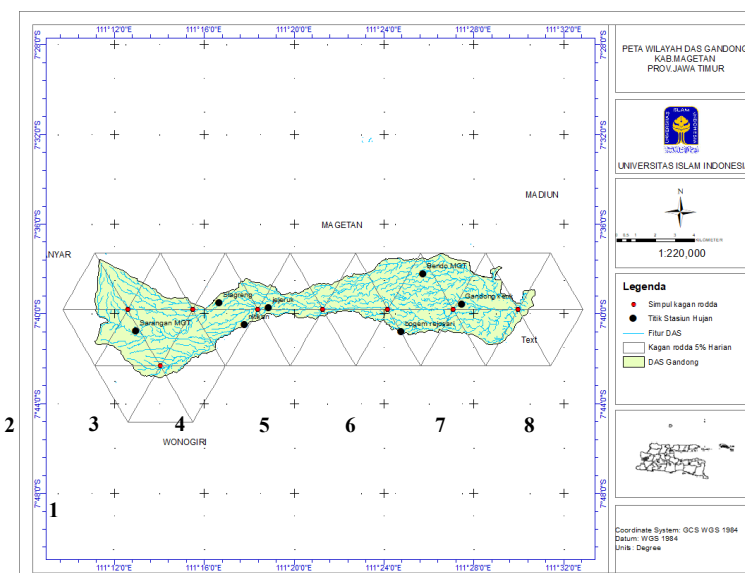
	$\sqrt{A/n}$	L (km)	Z ₁	Z ₁ (%)	Z ₅	Z ₅ (%)
1	12,7592	13,6523	0,1454	14,5447	0,0963	9,6265
2	9,0221	9,6537	0,1011	10,1140	0,0916	9,1575
3	7,3665	7,8822	0,0820	8,1955	0,0894	8,9419
4	6,3796	6,8262	0,0707	7,0651	0,0881	8,8108
5	5,7061	6,1055	0,0630	6,2993	0,0872	8,7202
6	5,2089	5,5735	0,0574	5,7370	0,0865	8,6528
7	4,8225	5,1601	0,0530	5,3017	0,0860	8,6000
8	4,5111	4,8268	0,0495	4,9520	0,0856	8,5572
9	4,2531	4,5508	0,0466	4,6631	0,0852	8,5216
10	4,0348	4,3172	0,0442	4,4192	0,0849	8,4913
11	3,8470	4,1163	0,0421	4,2098	0,0847	8,4652
12	3,6833	3,9411	0,0403	4,0274	0,0844	8,4424
13	3,5388	3,7865	0,0387	3,8667	0,0842	8,4222
14	3,4100	3,6487	0,0372	3,7237	0,0840	8,4042
15	3,2944	3,5250	0,0360	3,5955	0,0839	8,3879
16	3,1898	3,4131	0,0348	3,4796	0,0837	8,3732
17	3,0946	3,3112	0,0337	3,3741	0,0836	8,3598
18	3,0074	3,2179	0,0328	3,2777	0,0835	8,3475
19	2,9272	3,1321	0,0319	3,1890	0,0834	8,3362
20	2,8530	3,0528	0,0311	3,1072	0,0833	8,3257

Setelah mendapat nilai $r(o)$ dan $d(o)$ dilanjutkan dengan analisis metode Kagan-Rodda didapat nilai kesalahan perataan (Z_1) dan kesalahan interpolasi (Z_3), dengan menerapkan persamaan 4 dan persamaan 6, serta panjang jaringan (L). Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai Z_1 sebesar 0.0530 dan Z_3 sebesar 0.0860. Panjang sisi jaringan Kagan-rodde dapat ditetapkan berdasarkan jumlah stasiun yang diperlukan. Jaringan yang dibentuk yaitu berupa jaringan segitiga sama sisi dengan panjang sisi jaringan berdasarkan hujan harian untuk kesalahan 5% sepanjang 4,826 km dan untuk kesalahan 10% sepanjang 9,653 km. Kesalahan Interpolasi dan Kesalahan Perataan Data Curah Hujan Harian dapat dilihat pada Tabel 6.

Metode *Kagan-rodde* DAS Gandong saat ini memiliki 7 buah stasiun hujan. Untuk kesalahan perataan 10% pada data hujan harian dibutuhkan 2 buah stasiun hujan dan untuk kesalahan perataan 5% dibutuhkan 8 buah stasiun hujan. Kerapatan dari analisis menggunakan metode *kagan-rodde* berdasarkan data hujan harian untuk kesalahan 10% memiliki kerapatan 81,398 km²/stasiun, untuk kesalahan 5% memiliki kerapatan 20,349 km²/stasiun. Pemilihan dilakukan dengan memilih stasiun hujan dipindahkan sesuai dengan simpul *Kagan* atau bisa juga stasiun hujan yang berdekatan yang dianggap mewakili jaringan *Kagan-rodde*. Jaringan stasiun hujan berdasarkan metode Kagan-rodde ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6



Gambar 5 Lokasi Stasiun Hujan pada Kesalahan 10% Data Hujan Harian

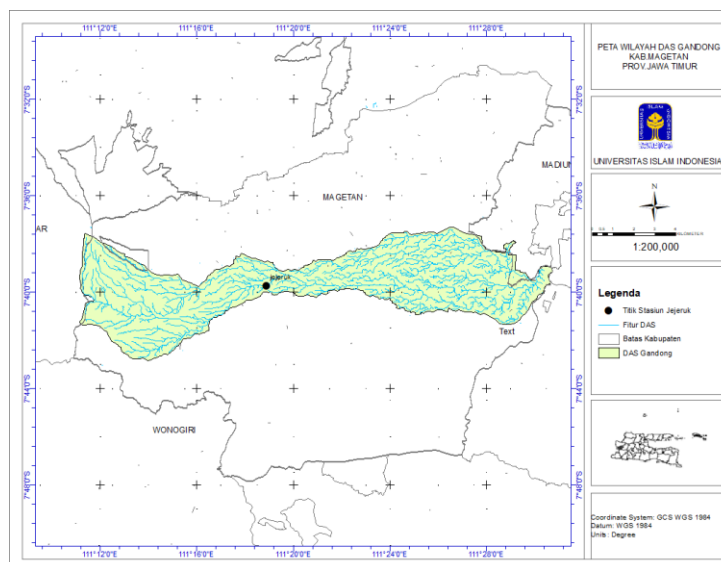


Gambar 6 Lokasi Stasiun Hujan pada Kesalahan 5% Data Hujan Harian

Rekomendasi jaringan stasiun hujan

Berdasarkan pedoman *WMO* (*World Meteorological Organization*) untuk daerah pegunungan seperti Kabupaten Magetan, diperlukan kerapatan jaringan stasiun hujan minimum sebesar 100-250 km² tiap stasiun dalam keadaan normal sesuai pedoman pada Tabel 1. Kerapatan eksisting DAS Gandong sudah sangat cukup baik dan memenuhi syarat bila ditinjau dengan pedoman *WMO* pada kondisi normal. Berdasarkan standar *WMO*,

DAS Gandong cukup diperlukan 1 stasiun saja. Stasiun yang dapat digunakan misalnya adalah stasiun jejeruk agar sesuai dengan pedoman *WMO* yaitu dengan kerapatan 162,797 km². Titik stasiun rekomendasi dapat dilihat pada Gambar 5.10. Pemilihan Stasiun Jejeruk sebagai rekomendasi analisis menggunakan metode *WMO* dapat didukung oleh perhitungan Kagan rodde pada kesalahan 10% dengan data curah hujan bulanan cukup menggunakan 1 titik stasiun yang dapat diwakili oleh Stasiun Jejeruk.



Gambar 7 Lokasi Stasiun Jejeruk pada DAS Gandong

Tabel 7 Titik Koordinat Stasiun Hujan Rekomendasi pada Kesalahan 10% Data Harian

No.	Nama stasiun hujan	Koordinat eksisting		Titik Kagan rodha	Koordinat rekomendasi	
		Lintang selatan	Bujur timur		Lintang selatan	Bujur Timur
1	Sarangan MGT	-7,6796	111,2164	1	-7,6751	111,2483
2	Bogem Rejosari	-7,680028	111,413167	3	-7,6751	111,4413

Tabel 8 Titik Koordinat Stasiun Hujan Rekomendasi pada Kesalahan 5% Data Harian

No.	Nama stasiun hujan	Koordinat eksisting		Titik Kagan rodha	Koordinat rekomendasi	
		Lintang selatan	Bujur timur		Lintang selatan	Bujur Timur
1	Stasiun A	-	-	1	-7,7053	111,2342
2	Sarangan MGT	-7,6796	111,2164	2	-7,66251	111,20991
3	Slagreng	-7,658408	111,278161	3	-7,66251	111,25820
4	Jejeruk	-7,662361	111,315222	4	-7,66251	111,30661
5	Stasiun B	-	-	5	-7,66251	111,35482
6	Bogem Rejosari	-7,680028	111,413167	6	-7,66251	111,40298
7	Gandong Kerik	-7,659889	111,457806	7	-7,66251	111,45138
8	Stasiun C	-	-	8	-7,66251	111,49960

Kerapatan jaringan stasiun hujan menggunakan metode Kagan-rodha, pengeplotan letak stasiun hujan pada DAS Gandong ditentukan dengan rekomendasi titik koordinat stasiun hujan sesuai dengan simpul Kagan. Berdasarkan data hujan harian pada kesalahan 10%, diperlukan 2 buah stasiun hujan, maka stasiun yang dapat digunakan adalah stasiun Sarangan MGT dan Bogem Rejosari karena sudah mewakili simpul kagan sehingga stasiun lainnya dapat

dihilangkan. Titik Koordinat Stasiun Hujan Rekomendasi pada Kesalahan 10% Data Harian dapat dilihat pada Tabel 7. Kesalahan 5% data hujan harian memerlukan 8 stasiun hujan, dengan penambahan Stasiun A, Stasiun B, dan Stasiun C. Pemindahan 5 Stasiun yang dipindahkan sesuai titik rekomendasi agar sesuai daerah persebaran. Titik koordinat stasiun hujan rekomendasi pada kesalahan 5% data harian dapat dilihat pada Tabel 8.

Kesimpulan

Kerapatan jaringan stasiun hujan pada DAS Gandong Berdasarkan pedoman WMO (*World Meteorological Organization*) untuk daerah pegunungan, DAS Gandong sudah sangat memenuhi standar WMO dan pada dasarnya cukup dengan 1 buah stasiun saja. Sebagai rekomendasinya, dapat digunakan Stasiun Jejeruk yang memiliki cakupan area 162,797 km². Berdasarkan metode Kagan-rodha DAS Gandong, untuk kesalahan perataan 10% pada data hujan harian dibutuhkan 2 buah stasiun hujan dan untuk kesalahan perataan 5% dibutuhkan 8 buah stasiun hujan. Nilai kesalahan perataan 10% pada data hujan bulanan membutuhkan 1 buah stasiun dan pada kesalahan perataan 5% membutuhkan 4 buah stasiun.

Dari analisis menggunakan metode kagan-rodha berdasarkan data hujan harian untuk kesalahan 10% memiliki kerapatan 81,398 km²/stasiun, untuk kesalahan 5% memiliki kerapatan 20,349 km²/stasiun. Berdasarkan data hujan bulanan untuk kesalahan perataan 10% memiliki kerapatan 162,797 km²/stasiun, kesalahan 5% memiliki kerapatan 40,698 km²/stasiun.

Daftar Pustaka

- Ayu, R. (2015). Analisis Kerapatan Stasiun Hujan pada DAS Progo. *Tugas Akhir*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Bunganaen, dkk. (2012). Penggunaan Metode Kagan untuk Analisis Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan pada Wilayah Sungai (WS) Wae-Jamal di Pulau Flores. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 1, no. 3, Sept. 2012, pp. 81-94, doi:10.35508/jts.1.3.81-94.Flores.
- Deno. (2014). Analisis Kerapatan Stasiun Hujan pada DAS Oyo. *Tugas Akhir*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Harahap, dkk. (2023). Evaluasi Pola Distribusi Stasiun Hujan Kota Medan. *Jurnal Sains Terapan*. 9(1), 10-19. Balikpapan.
- Kagan, R. I. (1972). *Precipitation Statistical Principles. Casebook on Hydrological Network Design Practice*, 324. Penerbit WMO. Geneva.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). *Prosedur Pelaksanaan Studi Rasionalisasi Jaringan Pos Hidrologi*. Penerbit JDIH Kementerian PUPR. Jakarta.
- Krisnayanti dkk. (2012). Penggunaan Metode Kagan untuk Analisis Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan pada Wilayah Sungai (WS) Wae-Jamal Di Pulau Flores. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 81-94. Flores.
- Prawati, dkk. (2020). Rasionalisasi Jaringan Stasiun Hujan Menggunakan Metode Kagan-rodha dengan Memperhitungkan Faktor Topografi pada Daerah Aliran Ssungai (DAS) Sampean, Kabupaten Bondowoso, Jawa timur. *Jurnal Teknik Sipil*. p-ISSN 2722-5631 ;http://u.lipi.go.id/1591077965. Jakarta.
- Rahmadani dan Hutaaruk. (2022). Analisis Pola Distribusi Stasiun Hujan di Kota Medan. *SAINS TERAPAN*, 9. Medan.
- Sosrodarsono, S., dan Takeda, K.(2003). *Hydrology for irrigation*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sri Harto. (1987). *Optimasi Kerapatan Jaringan Stasiun Hidrologi*. PAU UGM. Yogyakarta.
- Sri Harto. (2022). *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Vidyasena, A., & Suhartanto, E. 2018. Evaluasi dan Perencanaan Kerapatan Jaringan Pos Hujan dengan Metode Kriging Menurut Rekomendasi WMO (World Meteorological Organization) di Wilayah Sungai Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Teknik Sipil*. Sumber, 1500, 10000. Riau.
- Wahyuni, dkk.(2022). Rasionalisasi kerapatan stasiun hujan di Sub DAS Ngasinan Hulu menggunakan data hujan pengukuran dan satelit. *Teknik Pengairan*. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.02.09>. Malang.