RASIONALISASI JARINGAN STASIUN HUJAN MENGGUNAKAN METODE KAGAN – RODDA DENGAN MEMPERHITUNGKAN FAKTOR TOPOGRAFI PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) SAMPEAN, KABUPATEN BONDOWOSO, JAWA TIMUR

Anita Andriyani Adihaningrum[1], Very Dermawan[2], Dian Chandrasasi[2]
[1]Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
[2]Dosen Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 - Telp (0341) 567886
e-mail: anrum07@gmail.com

ABSTRAK

DAS Sampean saat ini mempunyai 34 stasiun dengan sebaran yang tidak merata dan kurang efektif dalam pemeliharaan. Oleh karena itu diperlukan kajian rasionalisasi stasiun hujan di DAS Sampean dengan luas 1.244,18 km^2. Hasil analisa rasionalisasi stasiun hujan metode Kagan-Rodda berdasarkan data curah hujan rata-rata harian maksimum daerah dari metode Poligon *Thiessen*, didapatkan jumlah ideal stasiun hujan sesuai standar WMO (*World Meteorological Organization*) adalah 12 buah stasiun hujan dengan nilai kesalahan perataan (Z_1) sebesar 9,1 % dan nilai kesalahan interpolasi (Z_3) sebesar 19,4%. Faktor topografi (elevasi, jarak, kemiringan) yang mempunyai hubungan yang paling kuat adalah elevasi dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,517 atau mempunyai pengaruh sebesar 51,7%, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti seperti garis lintang, arah angin, suhu, hubungan dengan deretan gunung, dan relief. Sedangkan hubungan antara parameter topografi yang mempunyai hubungan paling kuat adalah elevasi terhadap jarak dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,493 atau mempunyai pengaruh 49,3%.

Kata Kunci: rasionalisasi, standar WMO, Kagan-Rodda, faktor topografi

ABSTRACT

Sampean Watershed currently has 34 rain gauges with uneven distribution and less effective in maintenance. Therefore, it is necessary to study rationalization of rain gauges in Sampean Watershed with an area of 1,244.18 km^2. Result of rationalization analysis of rain gauges by Kagan - Rodda method based on precipitation data daily average maximum area from Thiessen Polygon method, got the ideal number of rain gauges according to WMO standard is 12 pieces of rain gauges with the value of relative root mean error (Z_1) is 9.1% and the value of interpolation error (Z_3) is 19.4%. Topographic factors (elevation, distance, slope) that have the strongest relationship is elevation with the coefficient of determination (R^2) of 0.517 or has the effect is 51.7%, the rest is influenced by other factors not examined such like latitude, wind direction, temperature, relationship with rows of mountains, and reliefs. While the relationship between topographic parameters that have the strongest relationship is elevation to the distance with the coefficient of determination (R^2) of 0.493 or has the effect is 49.3%.

***Keywords**: rationalization, WMO standard, Kagan-Rodda, topography factors*

PENDAHULUAN

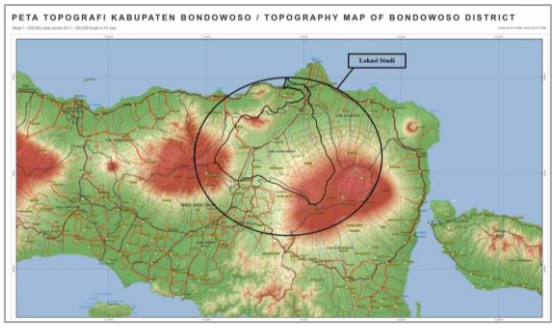
Hujan dipengaruhi beberapa faktor, antara lain garis lintang, ketinggian suatu tempat, jarak dari laut dan sumber-sumber air, posisi di dalam serta ukuran massa tanah di daratan, arah angin yang umum sumber - sumber air, relief, hubungan dengan deretan gunung, suhu nisbi tanah dan samudera yang berbatasan (Seyhan, 1990, p.22). Variasi topografi yang cukup besar akan berpengaruh dalam sebaran dan besarnya curah hujan wilayah. Dalam penetapan besaran curah hujan yang terjadi dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS), terdapat hal yang menjadi masalah yang harus dipertimbangkan, yaitu jumlah stasiun hujan dalam DAS dan pola penyebaran stasiun hujan dalam

DAS tersebut (Harto, 1993, p.1)

Kesalahan dalam pemantauan data dasar hidrologi dalam suatu DAS akan menghasilkan data siap pakai yang tidak benar dan hasil perencanaan, penelitian, dan pengelolaan sumber daya air yang tidak efisien dan tidak efektif yang biasanya disebabkan oleh jumlah stasiun hujan dalam DAS yang kurang memadai dan pola sebaran stasiun hujan yang tidak merata (Rodhita, 2012, p.1). Untuk mengantisipasi kesalahan tersebut, maka WMO merekomendasikan kerapatan minimum jaringan stasiun hujan di beberapa daerah (WMO 168 , 1981, p.1.2-24)

Sebagaimana yang tertuang pada Undang – Undang Pengairan No. 11 tahun 1974 pasal 12 tentang kelestarian fungsi dari bangunan pengairan dalam rangka menjaga tata pengairan dan tata air yang baik, maka perlu adanya rasionalisasi jaringan stasiun hujan guna mengetahui kondisi jaringan stasiun hujan eksisting saat ini, mendapatkan jumlah stasiun yang ideal sesuai standar WMO dan pola penyebaran stasiun hujan yang merata berdasarkan metode Kagan - Rodda, serta mengetahui hubungan faktor topografi terhadap kejadian hujan.

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

DAS Sampean memiliki luas ± 1.224,18 km^2 yang mencakup wilayah Kabupaten Bondowoso dan Situbondo. Wilayah DAS Sampean sekitar 80% terletak di Kabupaten Bondowoso dan sisanya terletak di Kabupaten Situbondo. Daerah hulu berada di area Gunung Argopuro dan Gunung Raung, Kabupaten Bondowoso. Adapun muaranya berada di Kecamatan Panarukan, Kabupaten Situbondo.

Data Pendukung Studi

1. Data curah hujan harian tahun 2006 s.d. 2016
2. Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) dan jaringan Sungai Sampean
3. Peta Administrasi wilayah Kabupaten Bondowoso
4. Peta Tataguna Lahan.
5. Data stasiun hujan yaitu lokasi administratif, koordinat, dan elevasi stasiun hujan.

Langkah-Langkah Studi

1. Melakukan pengumpulan data.
2. Survei lokasi studi.
3. Melakukan uji konsistensi data hujan.
4. Melakukan penyaringan (*screening*) data dengan mnggunakan uji Korelasi Peringkat Metode Spearman dan Mann Whitney.
5. Melakukan uji *Inlier-Outlier* data.
6. Melakukan evaluasi jaringan stasiun hujan eksisting berdasarkan Standar WMO
7. Menghitung curah hujan rerata daerah dengan metode Poligon *Thiessen.*
8. Menghitung koefisien variasi (Cv) hujan dari hasil perhitungan curah hujan rerata daerah maksimum metode Poligon *Thiessen.*
9. Menghitung koefisiensi korelasi (r) dan membuat grafik hubungan antara jarak dengan nilai korelasi antar stasiun hujan, kemudian menentukan nilai $r_{(o)}$ dan $d_{(o)}$ dari persamaan regresi eksponensial yang didapat.
10. Menentukan jumlah stasiun hujan sesuai standar WMO dengan syarat kesalahan relatif rata-rata (Z_1) < 10% (WMO 324, 1972, p.III-1.2)
11. Menghitung panjang sisi jaring – jaring Kagan-Rodda.

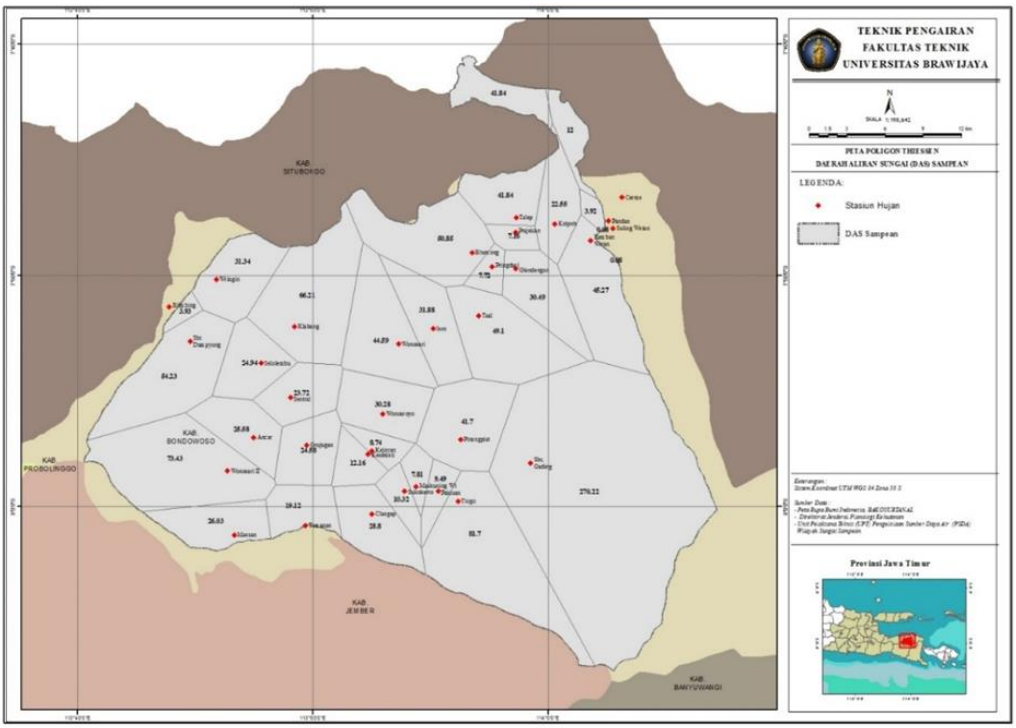
12. Mengeplot jaringan Kagan-Rodda di atas pada peta DAS dan memilih stasiun hujan eksisting yang terdekat dengan titik simpul Kagan-Rodda
13. Melakukan evaluasi jaringan stasiun hujan rekomendasi Kagan-Rodda.
14. Melakukan analisa hubungan aspek topografi terhadap jaringan stasiun hujan rekomendasi Kagan-Rodda.

luas tersebut merupakan faktor koreksi (*weighting factor*) bagi hujan di stasiun yang bersangkutan (Harto, 1993, p.64).

Tabel 1. Rekapitulasi Curah Hujan Rerata Daerah Harian Maksimum Tahunan

No	Tahun	CH (mm)
1	2006	65,903
2	2007	33,240
3	2008	122,202
4	2009	47,111
5	2010	49,976
6	2011	43,642
7	2012	61,920
8	2013	82,795
9	2014	44,191
10	2015	49,831
11	2016	42,675
	Cv	0,429

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017



Gambar 2. Peta Poligon Thiessen DAS Sampean
Sumber: Hasil Penggambaran, 2017

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Curah Hujan Rerata Daerah

Dalam analisa curah hujan rerata daerah menggunakan metode Poligon *Thiessen.* Karena memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan, dengan pengertian bahwa setiap stasiun hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luasan tertentu dan

Evaluasi Jaringan Stasiun Hujan Berdasarkan Standar WMO

Tujuan dari evaluasi kerapatan jaringan stasiun hujan dalam studi ini adalah untuk menentukan jumlah ideal stasiun hujan yang dibutuhkan dalam suatu DAS. Evaluasi kerapatan jaringan stasiun hujan pada studi ini mengacu pada Standar WMO. Menurut standar

yang diberikan oleh WMO, untuk dataran pegunungan tropis cukup diwakili 1 stasiun hujan saja tiap luasan 100 - 250 Km^2.

Tabel 2. Kerapatan Minimum Jaringan Stasiun Hujan Rekomendasi WMO

No.	Tipe	Luas Daerah (km^2) per Satu Pos	
		Kondisi Ideal	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, p.67)

Berdasarkan Tabel 2, maka jumlah ideal stasiun hujan yang dibutuhkan pada DAS Sampean seluas 1.224,18 Km^2 dengan daerah pegunungan tropis adalah 12 stasiun hujan. Analisanya dilakukan berdasarkan luas wilayah tiap stasiun dengan metode *Thiessen.*

Analisa Jaringan Stasiun Hujan Kagan-Rodda

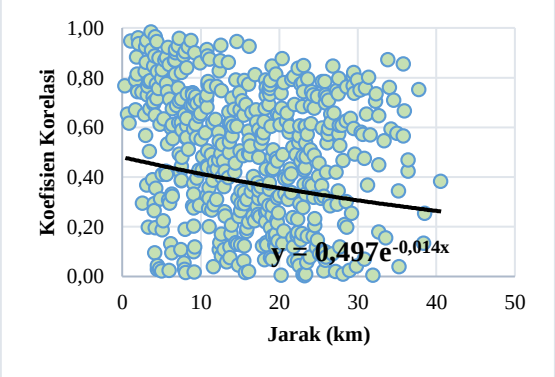
Kriteria penempatan stasiun hujan menurut Kagan (1993, dalam Sri Harto, 1993, p.29), tergantung pada jarak antar stasiun (*l*) yang diperoleh dari hasil hubungan jarak stasiun terhadap korelasi hujan dari masing – masing stasiun hujan. Dalam perhitungan koefisien korelasi (r) berdasarkan hujan harian maksimum tahunan. Kemudian digambarkan grafik hubungan antara jarak stasiun dengan koefisien korelasi antar stasiun dalam sebuah grafik lengkung eksponensial. Berdasarkan Gambar 3 diperoleh nilai $r_{(0)}$ = 0,497 dan nilai $d_{(0)}$ = 71,429 km, kemudian dimasukkan dalam Z_1 dan Z_3 sebagaimana tercantum dalam Tabel 3, sehingga dapat dihitung panjang sisi segitiga (Harto,1993, p.31) :

$$L = 1{,}07\sqrt{\frac{A}{n}} \qquad (1)$$

$$= 1{,}07\sqrt{\frac{1224{,}18}{12}}$$

= 10,807 km

Dengan panjang sisi jaring – jaring segitiga Kagan – Rodda sebesar 10,807 km, maka dapat digambarkan jaringan stasiun hujan Kagan – Rodda. Selanjutnya gambar jaringan diplotkan diatas peta DAS dan stasiun hujan Sentral sebagai titik acuan.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Faktor Korelasi dan Jarak Antar Stasiun
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 3. Rekapitulasi Kesalahan Perataan (Z_1) dan Kesalahan Interpolasi (Z_3)

n	Cv	$r_{(0)}$	A	$d_{(0)}$	Z_1	Z_3
1	0,429	0,497	1224,18	71,429	33,7%	23,3%
2	0,429	0,497	1224,18	71,429	23,2%	21,8%
3	0,429	0,497	1224,18	71,429	18,7%	21,1%
4	0,429	0,497	1224,18	71,429	16,1%	20,6%
5	0,429	0,497	1224,18	71,429	14,3%	20,3%
6	0,429	0,497	1224,18	71,429	13,0%	20,1%
7	0,429	0,497	1224,18	71,429	12,0%	19,9%
8	0,429	0,497	1224,18	71,429	11,2%	19,8%
9	0,429	0,497	1224,18	71,429	10,5%	19,7%
10	0,429	0,497	1224,18	71,429	10,0%	19,6%
11	0,429	0,497	1224,18	71,429	9,5%	19,5%
12	0,429	0,497	1224,18	71,429	9,1%	19,4%
13	0,429	0,497	1224,18	71,429	8,7%	19,3%
14	0,429	0,497	1224,18	71,429	8,4%	19,3%
15	0,429	0,497	1224,18	71,429	8,1%	19,2%
16	0,429	0,497	1224,18	71,429	7,8%	19,2%
17	0,429	0,497	1224,18	71,429	7,6%	19,1%
18	0,429	0,497	1224,18	71,429	7,4%	19,1%
19	0,429	0,497	1224,18	71,429	7,2%	19,0%
20	0,429	0,497	1224,18	71,429	7,0%	19,0%
21	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,8%	19,0%
22	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,6%	18,9%
23	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,5%	18,9%
24	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,4%	18,9%
25	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,2%	18,9%
26	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,1%	18,8%
27	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,0%	18,8%
28	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,9%	18,8%
29	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,8%	18,8%
30	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,7%	18,7%
31	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,6%	18,7%
32	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,5%	18,7%
33	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,4%	18,7%
34	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,3%	18,7%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari Tabel 3 dapat diketahui jumlah ideal stasiun hujan berdasarkan standar WMO yaitu 12 stasiun hujan didapatkan kesalahan relatif rata-rata (Z_1) kurang dari 10 % dan kesalahan interpolasi (Z_3) yaitu dengan cara (Harto,1993, p.31) :

$$Z_1 = Cv\sqrt{\frac{\left[1 - r_{(0)} + \left(\frac{0.23\sqrt{A}}{d_{(0)}\sqrt{n}}\right)\right]}{n}} \quad (2)$$

= 9,1%

$$Z_3 = Cv\sqrt{\left[\frac{1}{3}\left(1 - r_{(0)}\right) + \frac{0.52 r_{(0)}\sqrt{\frac{A}{n}}}{d_{(0)}}\right]} \quad (3)$$

= 19,4%

- L Kagan-Rodda sebesar 10,807 km,
- Rata- rata jarak antar stasiun terdekat (L asli) sebesar 10,329 km,
- Menghitung koefisien (K) untuk rumus modifikasi L Kagan-Rodda dengan cara:

  $L_{Kagan} = K. L_{asli}$ (4)

  10,807 = K. 10,329

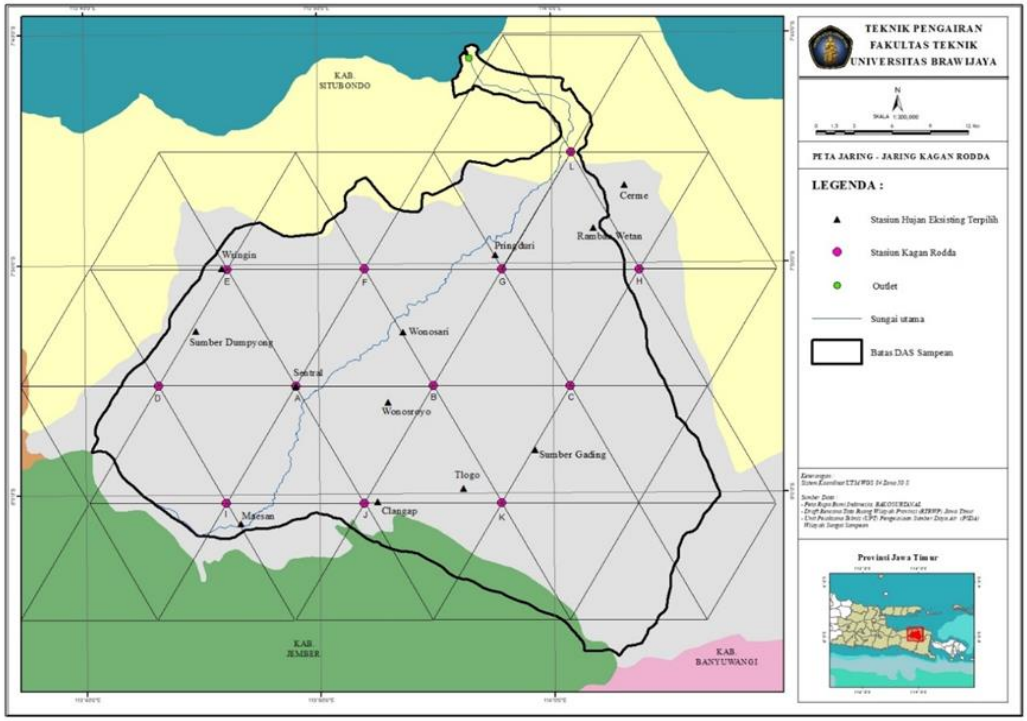
  K = 1,046
- Setelah nilai koefisien (K) diketahui, maka dihitung rumus modifikasi L Kagan-Rodda dengan cara:

  $L_{Kagan} = 1{,}046\ L_{asli}$ (5)

  $L_{asli} = \frac{1}{1{,}046} L_{Kagan}$

  $= 0{,}956\ (1{,}07\sqrt{\frac{A}{n}})$

  $= 1{,}02\sqrt{\frac{A}{n}}$



Gambar 4. Peta Jaringan Stasiun Hujan Rekomendasi Kagan – Rodda
Sumber: Hasil Penggambaran, 2017

Modifikasi L Kagan Rodda

Dalam studi ini akan mencoba memodifikasi rumus L Kagan Rodda yang dilakukan untuk mengetahui panjang jaring-jaring segitiga Kagan Rodda (L) khusus di DAS Sampean dengan cara:

Evaluasi Jaringan Stasiun Hujan Rekomendasi Kagan-Rodda

Dari hasil pengeplotan stasiun hujan sesuai Gambar 4, didapatkan letak stasiun yang dipergunakan dalam perhitungan selanjutnya, sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap stasiun hujan hasil rekomendasi Kagan – Rodda.

Tabel 4. Evaluasi Pola Sebaran Stasiun Hujan Eksisting Terpilih Kagan Rodda Berdasarkan $r_{(d)}$

No	Stasiun Hujan	Terdekat dengan titik simpul	Jarak dari titik simpul (d) / km	$r_{(0)}$	$r_{(d)}$	KR (%)	Ket.
1	Sentral	Stasiun A	0	0,497	0,497	0,00%	Terpilih
2	Wonosroyo	Stasiun B	3,790	0,497	0,471	5,29%	Terpilih
3	S. Gading	Stasiun C	5,792	0,497	0,458	7,96%	Terpilih
4	S. Dumpyong	Stasiun D	5,306	0,497	0,461	7,32%	Terpilih
5	Wringin	Stasiun E	0,481	0,497	0,494	0,69%	Terpilih
6	Wonosari	Stasiun F	5,841	0,497	0,457	8,02%	Terpilih
7	Pringduri	Stasiun G	1,316	0,497	0,488	1,87%	Terpilih
8	R. Wetan	Stasiun H	4,949	0,497	0,463	6,84%	Terpilih
9	Maesan	Stasiun I	1,992	0,497	0,483	2,81%	Terpilih
10	Clangap	Stasiun J	1,043	0,497	0,490	1,48%	Terpilih
11	Tlogo	Stasiun K	3,244	0,497	0,475	4,54%	Terpilih
12	Cerme	Stasiun L	4,918	0,497	0,463	6,80%	Terpilih

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

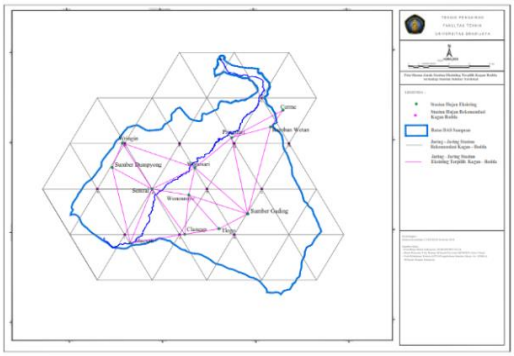
Sesuai Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa stasiun - stasiun hujan tersebut memang stasiun pilihan Kagan-Rodda, dibuktikan dengan stasiun hujan eksisting rekomendasi Kagan - Rodda mempunyai koefisien korelasi ($r_{(d)}$) yang mendekati koefisien korelasi untuk jarak stasiun ± 0 m ($r_{(0)}$) dengan kesalahan relatif < 10 %.

Tabel 5. Evaluasi Pola Sebaran Stasiun Hujan Eksisting Terpilih Kagan Rodda Berdasarkan Jarak Antar Stasiun

No	Stasiun Acuan	Stasiun Sekitar	L Asli (km)	L Kagan-Rodda Modifikasi (km)	KR (%)
1	Sentral	S Dumpyong	9,039	10,615	14,85%
2	Sentral	Wringin	11,100	10,615	4,57%
3	Sentral	Maesan	11,844	10,615	11,58%
4	Sentral	Clangap	11,284	10,615	6,30%
5	Sentral	Wonosroyo	7,325	10,615	30,99%
6	Sentral	Wonosari	9,507	10,615	10,44%
7	S Dumpyong	Wringin	5,375	10,615	49,36%
8	S Dumpyong	Maesan	15,860	10,615	49,41%
9	Wringin	Wonosari	15,185	10,615	43,05%
10	Maesan	Clangap	10,906	10,615	2,74%
11	Clangap	Wonosroyo	8,056	10,615	24,11%
12	Clangap	Tlogo	6,819	10,615	35,76%
13	Wonosroyo	Wonosari	5,747	10,615	45,86%
14	Wonosroyo	S Gading	12,213	10,615	15,05%
15	Wonosroyo	Tlogo	9,135	10,615	13,94%
16	Tlogo	S Gading	6,437	10,615	39,36%
17	S Gading	Pringduri	15,952	10,615	50,28%
18	S Gading	Ramban Wetan	18,393	10,615	73,27%
19	S Gading	Wonosari	14,028	10,615	32,15%
20	Pringduri	Ramban Wetan	8,012	10,615	24,52%
21	Pringduri	Cerme	11,603	10,615	9,31%
22	Pringduri	Wonosari	9,517	10,615	10,34%
23	Cerme	Ramban Wetan	4,233	10,615	60,12%
	Rata-rata L Asli			10,329	
	Rata-rata KR			28,58%	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Sesuai Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa stasiun hujan eksisting di DAS Sampean memang perlu dilakukan pergeseran sedimikian rupa sesuai metode Kagan-Rodda hasil modifikasi agar sebaran stasiun hujan merata di seluruh DAS. Hal ini terbukti dari nilai rata – rata kesalahan relatif stasiun hujan eksisting > 10% yaitu sebesar 28,58%.

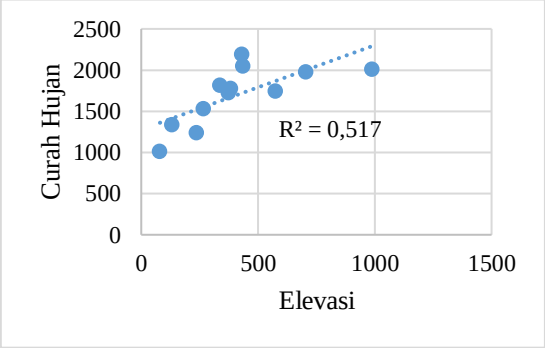


Gambar 5. Peta Skema Jaringan Stasiun Hujan Eksisting Terpilih Kagan-Rodda
Sumber: Hasil Penggambaran, 2017

Hubungan Jaringan Stasiun Hujan terhadap Faktor Topografi

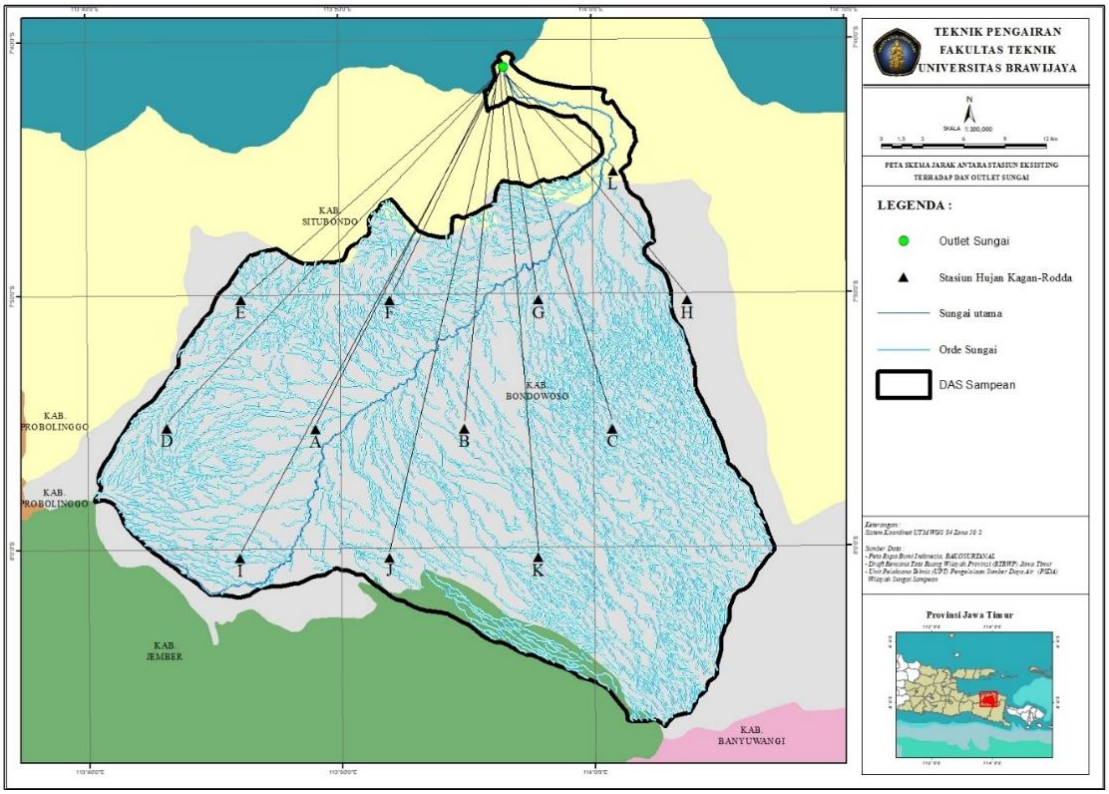
Analisa akhir dalam studi ini ialah mengetahui keterkaitan antara jaringan stasiun hujan terhadap faktor topografi yaitu elevasi, jarak dan *slope*. Keterkaitan yang dimaksudkan adalah hubungan antara faktor topografi terhadap hujan yang turun, serta hubungan antara parameter - parameter topografi.

Berikut adalah hasil analisa hubungan curah hujan terhadap jaringan stasiun hujan Kagan-Rodda:

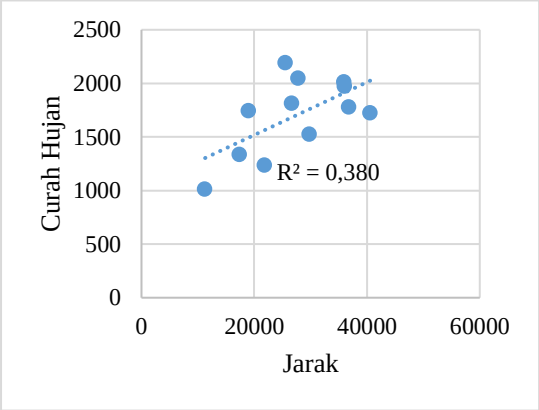


Gambar 6. Grafik Hubungan Elevasi terhadap Curah Hujan
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa hubungan antara elevasi terhadap curah hujan dapat dikatakan cukup dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,517. Semakin tinggi elevasi stasiun hujan, maka hujan yang turun juga cukup bertambah besar pada titik tersebut.

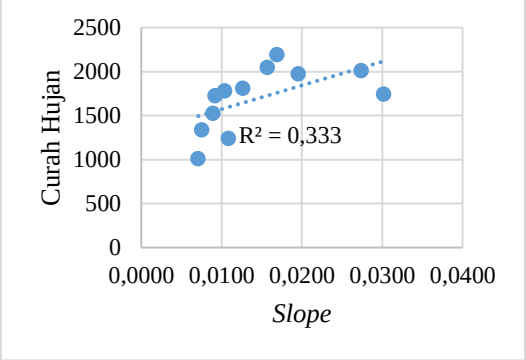


Gambar 8. Peta Skema Jarak Stasiun Kagan-Rodda ke Outlet Sungai
Sumber: Hasil Penggambaran, 2017



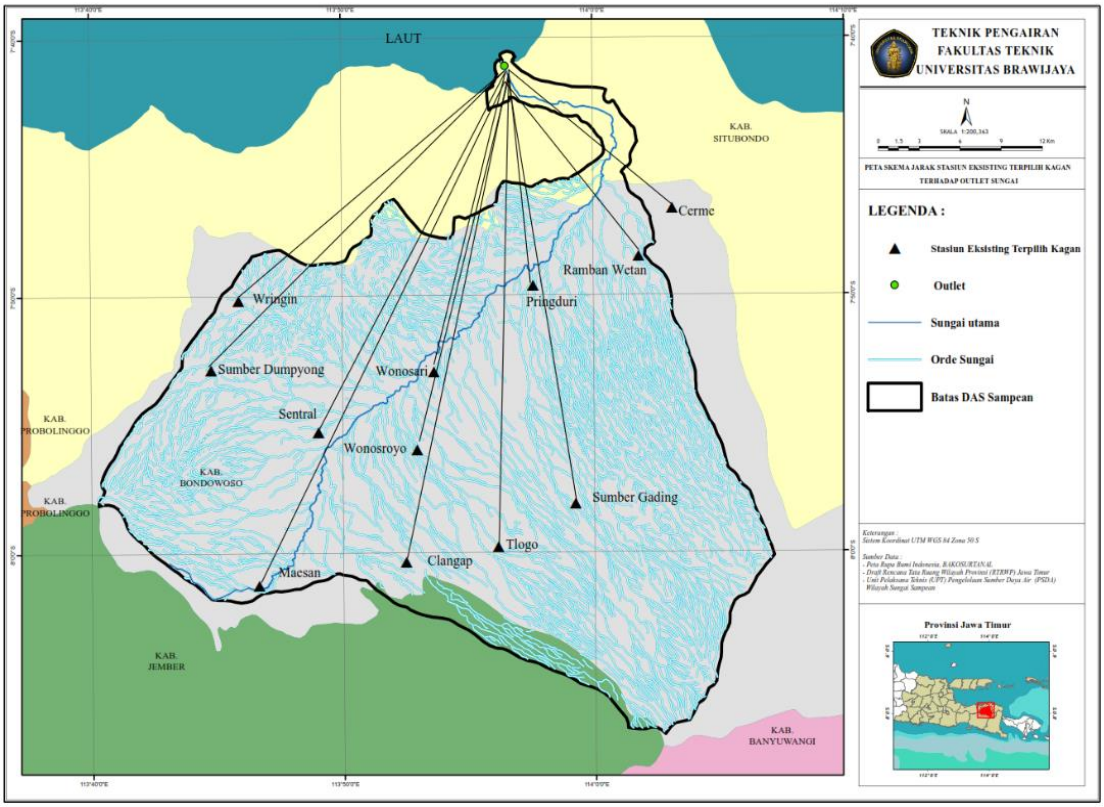
Gambar 7. Grafik Hubungan Jarak terhadap Curah Hujan
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa hubungan antara jarak terhadap curah hujan dapat dikatakan lemah dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,380. Semakin jauh stasiun hujan dari outlet sungai, maka hujan yang turun belum tentu ikut bertambah besar pada titik tersebut.



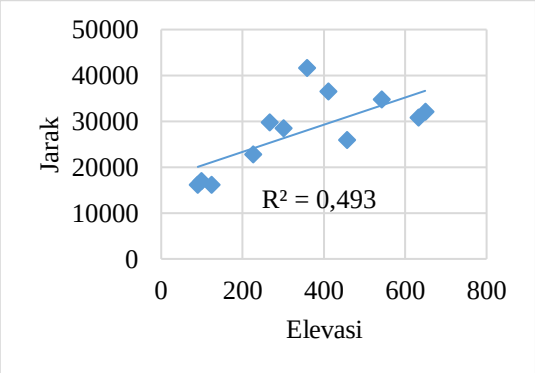
Gambar 9. Grafik Hubungan *Slope* terhadap Curah Hujan
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa hubungan antara *slope* terhadap curah hujan dapat dikatakan lemah dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,333. Semakin besar slope stasiun hujan terhadap outlet sungai, maka hujan yang turun belum tentu ikut bertambah besar pada titik tersebut. Belum tentu stasiun yang lebih tinggi letaknya memiliki kemiringan yang lebih curam.



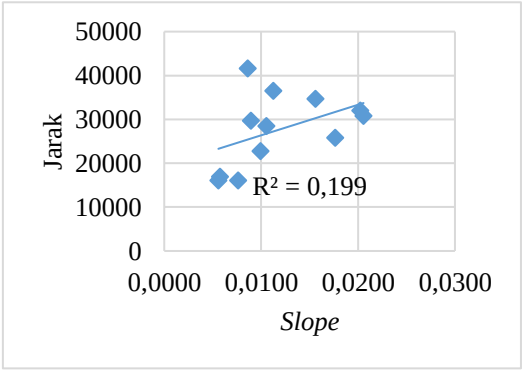
Gambar 11. Peta Skema Jarak Stasiun Hujan Eksisting ke Outlet Sungai
Sumber: Hasil Penggambaran, 2017

Berikut merupakan hasil analisa hubungan antara parameter - parameter topografi jaringan stasiun hujan eksisting terpilih Kagan-Rodda:



Gambar 10. Grafik hubungan jarak terhadap elevasi
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari grafik diatas Hubungan antara elevasi terhadap jarak cukup lemah dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,493. Semakin tinggi elevasi stasiun hujan, maka jarak stasiun hujan terhadap outlet juga cukup bertambah besar.



Gambar 12. Grafik hubungan jarak terhadap slope
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Hubungan antara *slope* terhadap jarak dapat dikatakan sangat lemah dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,199. Semakin besar *slope* stasiun hujan terhadap outlet sungai, jarak stasiun hujan terhadap outlet sungai belum tentu ikut bertambah besar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dapat daimbil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi sebaran stasiun hujan di DAS Sampean dengan luas 1.224,18 km^2 saat ini tergolong relatif padat dengan 34 stasiun hujan. Menurut standar WMO, DAS Sampean cukup diwakili oleh 12 stasiun saja dengan kerapatan minimum jaringan stasiun hujan 100-250 km^2/stasiun.
2. Hasil analisa metode Kagan – Rodda dengan luas DAS Sampean 1.224,18 km^2, maka memerlukan 12 stasiun hujan, dengan nilai kesalahan relatif rata-rata (Z_1) sebesar 9,1% dan nilai kesalahan interpolasi (Z_3) sebesar 19,4%. Penentuan 12 stasiun hujan sudah disesuaikan dengan standar WMO, dengan memakai standar minimum jaringan stasiun hujan 100 km^2 (100 – 250 km^2 untuk wilayah pegunungan tropis mediterania).
3. Analisa hubungan faktor topografi terhadap jaringan stasiun hujan rekomendasi Kagan-Rodda ada 2 hal yang diamati yaitu hubungan faktor topografi terhadap curah hujan yang turun dan hubungan antara parameter-parameter topografi (elevasi, jarak dan *slope*). Hasil analisa hubungan faktor topografi terhadap curah hujan, parameter topografi yang mempunyai hubungan yang paling kuat adalah elevasi dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,517 atau mempunyai pengaruh sebesar 51,7 %, sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti seperti garis lintang, arah angin, temperatur, hubungan dengan deretan gunung, dan relief. Semakin tinggi elevasi stasiun hujan, maka curah hujan yang turun juga cukup bertambah besar. Dapat disimpulkan bahwa dalam sebuah perencanaan jaringan stasiun hujan, faktor topografi (elevasi) merupakan salah satu parameter yang cukup untuk dipertimbangkan. Sedangkan untuk hubungan antara parameter topografi yang mempunyai hubungan paling kuat adalah elevasi terhadap jarak dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,493 atau mempunyai pengaruh 49,3%.

Saran

Dari hasil analisa yang telah dilakukan terdapat beberapa saran yang bertujuan sebagai rekomendasi antara lain:

1. Kondisi jaringan stasiun hujan saat ini dinilai cukup berlebihan dan kurang efektif terkait pemeliharaan stasiun hujan sebanyak itu, sehingga stasiun hujan yang mempunyai jarak yang cukup dekat, agar dipindahkan ke lokasi lain di DAS Sampean, guna mendapatkan jaringan stasiun hujan yang optimal dan sebaran stasiun hujan yang merata.
2. Hasil rasionalisasi jaringan stasiun hujan perlu ditindaklanjuti dengan peningkatan fungsi stasiun hujan yang ada dan reposisi stasiun sesuai lokasi yang telah ditentukan.
3. Penelitian terkait penempatan stasiun hujan perlu dianalisa lebih mendalam. Metode lainnya dalam mengevaluasi jaringan stasiun hujan dalam DAS sebaiknya dikembangkan terutama untuk daerah yang memiliki topografi cukup beragam.
4. Agar hasil analisa kerapatan jaringan stasiun hujan metode Kagan - Rodda maksimal, maka perlu dukungan data yang lebih lengkap dibandingkan data hujan dan luas wilayah saja, misalnya pengaruh klimatologi, tataguna lahan, dan tutupan vegetasi. Namun, kenyataannya data - data tersebut sulit untuk didapatkan, sehingga analisa hanya terbatas pada pemodelan data hujan dan luas wilayah kajian.
5. Hubungan faktor topografi terhadap curah hujan pada studi ini masih bersifat hipotetik dan empiris untuk

wilayah DAS yang dikaji, sehingga perlu mendapatkan perbandingan dari DAS lain.

DAFTAR PUSTAKA

Harto Br, Sri. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Linsley, RK, Kohler, M.A dan Paulhus. (1986). *Hidrologi Untuk Insiyur*. Terjemahan Yandi Hermawan. Jakarta: Erlangga.

Pemerintah Indonesia. (1974). *Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 11 tahun 1974*. Jakarta.

Rodhita, Muhamad. (2012). *Rasionalisasi Jaringan Penakar Hujan Di DAS Kedungsoko Kabupaten Nganjuk*. Malang: Universitas Brawijaya.

Seyhan, Ersin. (1990). *Dasar-dasar Hidrologi* Terjemahan Sentot Subagyo. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

World Meteorological Organization. (1981). *Guide to Hydrological Practices, 4th edition*. Genewa Switzerland: WMO no 168.

World Meteorogical Organization. (1972). *Casebook on hydrological network design practice*. Genewa Switzerland: WMO no 324.