

**RASIONALISASI JARINGAN STASIUN HUJAN MENGGUNAKAN  
METODE KAGAN – RODDA DENGAN MEMPERHITUNGGAN  
FAKTOR TOPOGRAFI PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)  
SAROKAH, KABUPATEN SUMENEP, PULAU MADURA**

**JURNAL**

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN  
PENDAYAGUNAAN SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**YUVIKA REGA SISWANTI  
NIM. 135060407111027**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2018**



## KATA PENGANTAR

Skripsi yang berjudul “**Rasionalisasi Jaringan Stasiun Hujan Menggunakan Metode Kagan – Rodda dengan Memperhitungkan Faktor Topografi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Sarokah, Sumenep Madura, Jawa Timur**” ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat yang harus ditempuh mahasiswa Jurusan Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Dengan kesungguhan serta rasa rendah hati, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua serta keluarga atas doa, perhatian, dan motivasi yang tak henti-hentinya dalam menyemangati selama penulisan skripsi.
2. Bapak Dr. Very Dermawan, ST., MT., selaku dosen pembimbing yang memberikan pengarahan dan penjelasan dalam penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Ery Suhartanto, ST., MT., selaku dosen pembimbing yang memberikan masukan dan arahan dalam penulisan skripsi.
4. Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Kabupaten Sumenep atas bantuan yang telah diberikan.
5. Teman-teman KBMP (Keluarga Besar Teknik Pengairan 2013) khususnya angkatan 2013 dan semua pihak atas bantuan dan dukungannya selama penulisan skripsi ini.
6. Anita, Shabrina, Fisabella, Arizky yang sudah bersedia membantu saya di segala kondisi selama penulisan skripsi ini.
7. Seluruh rekan-rekan yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan sehingga masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat.

Malang, Januari 2018

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Tujuan dan Manfaat .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Umum .....	5
2.2 Analisis Data Hujan .....	6
2.2.1 Pengisian Data Hilang.....	6
2.2.2 Uji Konsistensi Data .....	7
2.3 Penyaringan Data Hujan .....	8
2.3.1 Uji Ketidakadaan Trend .....	8
2.3.2 Uji Stasioner.....	9
2.3.2.1 Uji t.....	9
2.3.2.1 Uji f.....	10
2.3.3 Uji Persistensi.....	10
2.3.4 Uji Inlier-Outlier Data.....	11
2.4 Curah Hujan Rerata Daerah .....	12
2.4.1 Cara Tinggi Rata-rata.....	12
2.4.2 Cara Poligon Thiessen.....	13
2.4.3 Metode Isohyet.....	14
2.5 Jaringan Stasiun Penakar Hujan.....	15
2.6 Kerapatan dan Pola Penyebaran Stasiun Hujan .....	17
2.6.1 Cara WMO (World Meteorological Organization).....	18

2.6.2	Cara Sugawara .....	19
2.6.3	Cara Bleasdale.....	19
2.6.4	Cara Pancang Narayanan dan Stephenson .....	20
2.6.5	Cara Varshney.....	20
2.6.6	Cara Kagan-Rodda .....	21
2.7	Analisis Jaringan Kagan-Rodda.....	23
2.7.1	Koefisien Variasi.....	23
2.7.2	Koefisien Korelasi.....	24
2.7.3	Perencanaan Jaringan Kagan-Rodda.....	25
2.8	Kesalahan Relatif .....	27
2.9	Analisa Regresi .....	28
2.9.1	Linier Sederhana .....	28
2.9.1.1	Analisa Koefisien Korelasi .....	29
2.9.1.2	Batas Kepercayaan Garis Regresi.....	29
2.9.1.3	Pengujian Parsial (Uji t) .....	30
2.9.1.4	Pengujian Serentak (Uji F) .....	31
2.9.1.5	Analisa Koefisien Determinasi .....	32
2.9.2	Eksponensial .....	32
2.9.3	Berpangkat .....	32
2.9.4	Logaritmik.....	33
2.9.5	Polinomial .....	33
2.10	Uji Asumsi Klasik.....	33
2.10.1	Uji Normalitas.....	34
2.10.2	Uji Multikolinearitas .....	34
2.10.3	Uji Heteroskedastisitas.....	34
2.10.4	Uji Autokorelasi .....	34

<b>BAB III METODE PELAKSANAAN .....</b>	<b>37</b>
3.1 Lokasi Studi .....	37
3.2 Data-Data yang Diperlukan .....	41
3.3 Prosedur Pengolahan Data .....	41
3.3.1 Analisa Hidrologi .....	41
3.3.2 Analisa Kagan-Rodda .....	42

3.3.3	Analisa Regresi Linier Sederhana .....	43
3.4	Diagram Alir Penyelesaian .....	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>47</b>
4.1	Analisa Hidrologi .....	47
4.1.1	Pengisian Data Hilang .....	47
4.1.2	Uji Konsistensi .....	50
4.1.3	Uji Ketidakadaan Trend .....	53
4.1.3.1	Metode Spearman .....	54
4.1.3.2	Metode Mann dan Whitney .....	55
4.1.3.3	Metode Cox dan Stuart .....	57
4.1.4	Uji Stasioner .....	58
4.1.4.1	Uji t .....	58
4.1.4.2	Uji F .....	59
4.1.5	Uji Persistensi .....	60
4.1.6	Uji Inlier – Outlier .....	62
4.2	Curah Hujan Rerata Daerah .....	67
4.3	Analisa Jaringan Stasiun Hujan dengan Standar WMO .....	69
4.4	Analisa Jaringan Stasiun Hujan dengan Metode Kagan – Rodda .....	70
4.5	Evaluasi Stasiun Hujan Eksisting dan Kagan – Rodda .....	80
4.5.1	Rumus Modifikasi Kagan – Rodda .....	81
4.6	Pengaruh Topografi pada Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan DAS Sarokah .....	82
4.6.1	Hubungan Letak Stasiun Hujan dengan Topografi Pada Stasiun Hujan Eksisting Terpilih .....	82
4.6.1.1	Hubungan Letak Stasiun Hujan dengan Elevasi Pada Stasiun Hujan Eksisting Terpilih .....	87
4.6.1.2	Uji Asumsi Klasik Jarak Dan Elevasi .....	87
4.6.1.3	Kesalahan Relatif .....	90
4.6.1.4	Hubungan Letak Stasiun Hujan dengan Slope Pada Stasiun Hujan Eksisting Terpilih .....	91
4.6.1.5	Uji Asumsi Klasik Jarak Dan Slope .....	91
4.6.1.6	Kesalahan Relatif .....	94

4.6.2	Hubungan Curah Hujan dengan Faktor Topografi Pada Stasiun Hujan Eksisting Terpilih .....	86
4.6.2.1	Hubungan Curah Hujan dengan Jarak Pada Stasiun Hujan Eksisting Terpilih.....	92
4.6.2.2	Uji Asumsi Klasik Curah Hujan Dan Jarak.....	100
4.6.2.3	Kesalahan Relatif.....	102
4.6.2.4	Hubungan Curah Hujan dengan Elevasi Pada Stasiun Hujan Eksisting Terpilih.....	103
4.6.2.5	Uji Asumsi Klasik .....	103
4.6.2.6	Kesalahan Relatif.....	106
4.6.2.7	Hubungan Curah Hujan dengan Elevasi Pada Stasiun Hujan Eksisting Terpilih.....	107
4.6.2.8	Uji Asumsi Klasik .....	107
4.6.2.9	Kesalahan Relatif.....	110
4.7	Rekapitulasi Hasil Analisa SPSS 20.0.....	111
4.7.1	Rekapitulasi Hasil Analisa SPSS 20.0 Antar Faktor Topografi .....	111
4.7.2	Rekapitulasi Hasil Analisa SPSS 20.0 Antara Curah Hujan dengan Faktor Topografi.....	112
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>113</b>
5.1	Kesimpulan .....	113
5.2	Saran .....	113

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Analisis Kurva Massa Ganda.....	5
Gambar 2.2.	Poligon Thiessen.....	7
Gambar 2.3.	Korelasi antar stasiun hujan pada Suatu DAS .....	25
Gambar 2.4.	Hubungan antara jumlah stasiun dan besar kesalahan rata-rata .....	26
Gambar 2.5.	Contoh Jaringan Kagan-Rodda.....	26
Gambar 3.1.	Lokasi Studi .....	37
Gambar 3.2.	Peta DAS Sarokah .....	38
Gambar 3.3.	Sebaran Stasiun Hujan DAS Sarokah.....	40
Gambar 3.4.	Bagan Alir Penyelesaian Studi .....	44
Gambar 3.5.	Bagan Alir Penyelesaian Kagan – Rodda.....	45
Gambar 3.6.	Bagan Alir Penyelesaian Analisa Regresi .....	46
Gambar 4.1	Sebaran Stasiun Hujan DAS Sarokah.....	48
Gambar 4.2	Grafik Uji Konsistensi Stasiun Hujan Jepun dan Sekitar .....	51
Gambar 4.3	Grafik Uji Konsistensi Stasiun Hujan Jepun dan Sekitar Setelah Dikoreksi.....	53
Gambar 4.4.	Perbandingan Stasiun Hujan Sebelum dan Setelah Dikoreksi.....	53
Gambar 4.5.	Poligon Thiessen Stasiun Hujan Eksisting .....	68
Gambar 4.6.	Hubungan Korelasi dan Jarak Antar Stasiun Hujan .....	74
Gambar 4.7	Grafik Hubungan antara Jumlah Stasiun dengan Z1 dan Z2 pada DAS Sarokah.....	75
Gambar 4.8.	Stasiun Hujan Terpilih Berdasarkan Kagan-Rodda.....	76
Gambar 4.9.	Stasiun Hujan dengan Jaring-Jaring Kagan-Rodda .....	77
Gambar 4.10.	Poligon Thiessen Stasiun Hujan Terpilih Kagan-Rodda .....	78
Gambar 4.11.	Sebaran Stasiun Hujan Eksisting Terpilih dan Kagan – Rodda.....	79
Gambar 4.12.	Tampilan Awal SPSS 20.0 Data View .....	83
Gambar 4.13.	Tampilan Awal SPSS 20.0 Variable View .....	83
Gambar 4.14.	Pengisian Variable View pada SPSS 20.0 .....	84
Gambar 4.15.	Pengisian Data View pada SPSS 20.0 .....	84
Gambar 4.16.	Analisa Regresi pada SPSS 20.0.....	85

Gambar 4.17.	Tampilan Linier Regresion SPSS 20.0 .....	85
Gambar 4.18.	Tampilan Linier Regresion Statistics SPSS 20.0 .....	86
Gambar 4.19.	Tampilan Linier Regresion Plots SPSS 20.0 .....	86
Gambar 4.20.	Tampilan Akhir Linier Regresion SPSS 20.0 .....	87
Gambar 4.21.	Grafik Normal Probability Plot.....	88
Gambar 4.22.	Grafik Uji Heteroskedastisitas .....	90
Gambar 4.23.	Grafik Normal Probability Plot.....	92
Gambar 4.24.	Grafik Uji Heteroskedastisitas .....	94
Gambar 4.25.	Tampilan Awal SPSS 20.0 Data View .....	95
Gambar 4.26.	Tampilan Awal SPSS 20.0 Variable View .....	96
Gambar 4.27.	Pengisian Variable View pada SPSS 20.0 .....	96
Gambar 4.28.	Pengisian Data View pada SPSS 20.0 .....	97
Gambar 4.29.	Analisa Regresi pada SPSS 20.0.....	97
Gambar 4.30 .	Tampilan Linier Regresion SPSS 20.0 .....	98
Gambar 4.31.	Tampilan Linier Regresion Statistics SPSS 20.0 .....	98
Gambar 4.32.	Tampilan Linier Regresion Plots SPSS 20.0 .....	99
Gambar 4.33.	Tampilan Akhir Linier Regresion SPSS 20.0 .....	99
Gambar 4.34.	Grafik Normal Probability Plot.....	100
Gambar 4.35.	Grafik Uji Heteroskedastisitas .....	102
Gambar 4.36.	Grafik Normal Probability Plot.....	104
Gambar 4.37.	Grafik Uji Heteroskedastisitas .....	106
Gambar 4.38.	Grafik Normal Probability Plot.....	108
Gambar 4.39.	Grafik Uji Heteroskedastisitas .....	110

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Nilai Kn untuk Uji Outliers .....	12
Tabel 2.2.	Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan Seluruh Provinsi di Indonesia .....	18
Tabel 2.3.	Jumlah stasiun hujan optimal berdasarkan luas DAS berdasarkan cara Bleasdale .....	19
Tabel 2.4	ANOVA.....	31
Tabel 3.1.	Stasiun Hujan pada DAS Sarokah .....	39
Tabel 4.1.	Lokasi Stasiun Hujan.....	47
Tabel 4.2.	Pengisian Data Hilang Metode Normal Ratio .....	49
Tabel 4.3.	Pengisian Data Hilang Reciprocal Method .....	49
Tabel 4.4.	Uji Konsistensi Stasiun Hujan Jepun dengan Stasiun Sekitar.....	51
Tabel 4.5.	Uji Konsistensi Stasiun Hujan Jepun dengan Stasiun Sekitar Setelah Dikoreksi .....	52
Tabel 4.6.	Ketidakaan Trend Metode Spearman Stasiun Hujan Sumenep Pengairan .....	55
Tabel 4.7.	Uji Mann dan Whitney Stasiun Hujan Sumenep Pengairan.....	57
Tabel 4.8.	Uji Cox dan Stuart Stasiun Hujan Sumenep Pengairan.....	58
Tabel 4.9.	Uji Stasioner Stasiun Hujan Sumenep Pengairan .....	60
Tabel 4.10.	Uji Persistensi Stasiun Hujan Sumenep Pengairan.....	61
Tabel 4.11.	Uji Inlier – Outlier Stasiun Hujan Sumenep Pengairan.....	63
Tabel 4.12.	Uji Inlier – Outlier Stasiun Hujan Sumenep Pengairan.....	64
Tabel 4.13.	Rekapitulasi Uji Keandalan Data Hujan Tahunan Kumulatif .....	65
Tabel 4.14.	Rekapitulasi Uji Keandalan Data Hujan Tahunan Rerata .....	65
Tabel 4.15.	Rekapitulasi Uji Keandalan Data Hujan Bulanan Kumulatif.....	66
Tabel 4.16.	Rekapitulasi Uji Keandalan Data Hujan Bulanan Rerata .....	66
Tabel 4.17.	Faktor Koreksi Luas Pengaruh Poligon Thiessen.....	67
Tabel 4.18.	Rekapitulasi Hujan Rerata Daerah .....	69
Tabel 4.19.	Analisa Kerapatan Stasiun Hujan Berdasarkan Standar WMO.....	70
Tabel 4.20.	Koefisien Variasi Curah Hujan Rerata Daerah.....	71
Tabel 4.21.	Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan .....	72
Tabel 4.22.	Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan .....	73
Tabel 4.23.	Kesalahan Perataan (Z1) dan Kesalahan Interpolasi (Z2).....	74

Tabel 4.24.	Perhitungan Kesalahan Relatif Stasiun Terdekat terhadap Titik Simpul.....	80
Tabel 4.25.	Lokasi Stasiun Hujan Rekomendasi Kagan – Rodda .....	80
Tabel 4.26.	Koordinat Stasiun Hujan Eksisting Terpilih dan Stasiun Hujan Kagan – Rodda.....	81
Tabel 4.27.	Kesalahan Relatif Stasiun Hujan Eksisting terhadap Kagan – Rodda .....	81
Tabel 4.28.	Uji Korelasi Stasiun Hujan terhadap Topografi .....	82
Tabel 4.29.	Model Summary Faktor Elevasi (X1) .....	87
Tabel 4.30.	Uji Multikolinearitas Jarak dan Elevasi.....	88
Tabel 4.31.	Perhitungan Kesalahan Relatif Faktor Elevasi dengan Jarak .....	91
Tabel 4.32.	Model Summary Faktor Slope (X2) .....	91
Tabel 4.33.	Uji Multikolinearitas Jarak dan Elevasi.....	95
Tabel 4.34.	Perhitungan Kesalahan Relatif Faktor Slope dengan Jarak.....	100
Tabel 4.35.	Model Summary Curah Hujan dengan Jarak (X1) .....	101
Tabel 4.36.	Uji Multikolinearitas Curah Hujan dan Jarak.....	103
Tabel 4.37.	Perhitungan Kesalahan Relatif Curah Hujan dan Jarak.....	103
Tabel 4.38.	Uji Multikolinearitas Curah Hujan dan Elevasi .....	104
Tabel 4.39.	Kesalahan Relatif Model Regresi Terpilih .....	107
Tabel 4.40.	Model Summary Curah Hujan dengan Elevasi .....	107
Tabel 4.41.	Uji Multikolinearitas Curah Hujan dan Elevasi .....	108
Tabel 4.42.	Kesalahan Relatif Model Regresi Terpilih .....	111
Tabel 4.43.	Rekapitulasi Uji Asumsi Klasik Antar Faktor Topografi.....	111
Tabel 4.43.	Rekapitulasi Uji Asumsi Klasik Antara Curah Hujan dengan Faktor Topografi.....	112

## RINGKASAN

**Yuvika Rega Siswanti**, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Januari 2018, *Rasionalisasi Jaringan Stasiun Hujan Menggunakan Metode Kagan – Rodda dengan Memperhitungkan Faktor Topografi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Sarokah, Kabupaten Sumenep, Pulau Madura*, Dosen Pembimbing: Very Dermawan dan Ery Suhartanto.

Pengukuran jumlah hujan yang turun pada suatu lokasi sangat penting dilakukan. Data dari hasil pengukuran hujan didapat dari stasiun hujan yang tersebar di beberapa titik pada suatu lokasi. Dalam hal ini, kesalahan dalam pengukuran sering kali terjadi. Ini menyebabkan data yang didapat tidak akurat. Data yang tidak akurat akan menyebabkan penelitian, perencanaan dan pengelolaan tidak efektif dan efisien. Jumlah, penyebaran dan kondisi stasiun hujan merupakan faktor yang sangat memengaruhi kesalahan dalam pengukuran pada stasiun hujan.

Studi ini menggunakan metode Kagan – Rodda dengan berpedoman pada standar WMO (World Meteorological Organization) dalam menentukan jumlah dan pola sebaran stasiun hujan di DAS Sarokah. DAS Sarokah dengan luas 392,49 km<sup>2</sup> memiliki 7 stasiun hujan yang terletak di dalam DAS Sarokah dan 3 stasiun hujan yang terletak di sekitar DAS Sarokah. Kondisi ini kurang efektif jika dilihat dari pola sebaran dan luas pengaruhnya. Hasil dari analisa Kagan – Rodda selanjutnya digunakan untuk mencari keterkaitan antar faktor topografi yaitu jarak, elevasi dan slope serta mencari keterkaitan curah hujan dengan faktor topografi jarak, elevasi dan slope. Keterkaitan ini selanjutnya untuk menentukan letak dan pola sebaran jaringan stasiun hujan di DAS Sarokah.

Menurut standar WMO, stasiun hujan yang dibutuhkan berjumlah 4 stasiun hujan dengan maksimal luas daerah pengaruh 100 km<sup>2</sup>/stasiun. Sedangkan menggunakan metode Kagan – Rodda, DAS Sarokah membutuhkan 7 stasiun hujan dengan masing – masing luas daerah pengaruhnya. Stasiun hujan yang terpilih dari metode Kagan – Rodda berdasarkan perhitungan Kesalahan Perataan ( $Z_1$ ) dan Kesalahan Interpolasi ( $Z_3$ ) dengan masing – masing memiliki nilai kurang dari 10%. Selanjutnya, stasiun hujan rekomendasi Kagan – Rodda disesuaikan dengan uji keandalan data yang baik. Dari berbagai keterkaitan antar topografi, keterkaitan faktor jarak dan elevasi memiliki nilai  $R^2$  tertinggi yaitu 0,212. Sedangkan keterkaitan curah hujan dengan faktor jarak memiliki nilai  $R^2$  tertinggi yaitu 0,706.

Kata kunci: pola sebaran stasiun hujan, standar WMO, Kagan – Rodda, faktor topografi

## **SUMMARY**

*Yuvika Rega Siswanti, Department of Water Resources Engineering, Faculty of Water Resources Engineering, University of Brawijaya, January 2018, Rationalization of Raingauge Networks Using Kagan – Rodda Method with Considering Topographic Factors in Sarokah Watershed, Sumenep Regency, Madura, Academic Supervisor: Very Dermawan dan Ery Suhartanto.*

*Measuring the amount of rainfall is very important to do. The data from the measurement of rainfall is obtained from rain stations scattered at several points at a location. In this case, errors in measurement often occur. This result is an inaccurate data. That is caused by its research, planning and management are not effective. The amount, deployment and condition of the rain station is a factor that greatly influences the error in measuring at the rain station.*

*This study using Kagan-Rodda, based on WMO (World Meteorological Organization) standard to definite the total and pattern of rain gauge at Sarokah watershed. Sarokah watershed with an area of 392.49 km<sup>2</sup> has 7 rain stations located within Sarokah watershed and 3 rain stations located around Sarokah watershed. This condition is less effective when viewed from the pattern of distribution and the extent of its influence. The result of the Kagan - Rodda analysis is then used to find the correlation between topographical factors such as distance, elevation and slope and to find the relation of rainfall with topography factor of distance, elevation and slope. This connection is further to determine the location and pattern of rainfall station network distribution in Sarokah watershed.*

*According to the WMO standard, the required rain station is 4 stations with a maximum area of 100 km<sup>2</sup>/station. While using the Kagan - Rodda method, Sarokah Watershed requires 7 rain stations with their respective area of influence. The selected rain station from the Kagan - Rodda method based on the calculation of Smoothing Offense (Z1) and Interpolation Error (Z3) with each less than 10%. Furthermore, Kagan's recommended rainfall stations - Rodda are adjusted to good data reliability tests. From the various interrelationship between topography, the correlation between distance and elevation factor has the highest R<sup>2</sup> value of 0.212. While the correlation of rainfall with distance factor has the highest R<sup>2</sup> value that is 0.706.*

*Key Words: rainfall station, WMO standard, Kagan-Rodda, topography factor*