

# RASIONALISASI STASIUN PENAKAR HUJAN TERHADAP PERUBAHAN BESARNYA CURAH HUJAN RANCANGAN PADA DAS RONDONINGO, KABUPATEN PROBOLINGGO

Alvina Nurfitriani<sup>1</sup>, Lily Montarcih Limantara<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Dosen Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145 Indonesia

Email : alvinanurfitriani@gmail.com

**ABSTRAK:** Pengembangan sumber daya air membutuhkan analisis hidrologi berdasarkan data curah hujan, data debit, dan data iklim yang benar, untuk menghasilkan perencanaan, penelitian, dan pengelolaan sumber daya air yang efektif dan efisien.

Untuk menentukan jumlah stasiun penakar hujan dan penyebarannya yang ideal, maka perlu dilakukan analisa rasionalisasi stasiun Penakar hujan metode World Meteorological Organization (WMO), metode Kagan Roda dan metode bobot.

Pada DAS Rondoningo seluas 233 Ha telah terpasang 8 stasiun penakar hujan, menurut analisa metode WMO diketahui terlalu rapat. Berdasarkan rasionalisasi metode Kagan Roda dan metode Bobot dapat ditentukan cukup 3 stasiun hujan dipertahankan dan 5 stasiun hujan ditutup.

Hujan rancangan metode Gumbel dan Log Person III, berdasarkan data hujan antara 8 stasiun hujan dan dari 3 stasiun hujan menghasilkan selisih yang kecil 8mm s/d 10 mm, Hal ini mempertegas bahwa pada DAS Rondoningo tidak perlu dipasang 8 stasiun tetapi cukup dipasang 3 stasiun hujan.

**Kata kunci:** Penakar hujan eksisting, Rasionalisasi hidrologi, penakar hujan efektif dan efisien

**ABSTRACT:** The Development of water resources requires hydrological analysis based on rainfall data, discharge data, and correct climate data, to produce an effective, efficient water resources planning, research and management.

To determine the ideal number of rain gauge station and its ideal distribution, it is necessary to analyze rationalization of World Meteorological Organization (WMO) method, Kagan Roda method and score method.

In the 233 Ha DAS Rondoningo has been installed 8 rain gauge stations. According to WMO method analysis it is considered to be too tight. Based on the rationalization of the Kagan Roda method and the Score method only 3 rain gauge stations are maintained, while 5 rain gauge stations should be closed.

The rain desing of the Gumbel method and Log Person III method, based on rain data between 8 rain gauge stations and from 3 rain gauge stations, resulted in a small difference of 8mm to 10 mm. This confirms that in the Rondoningo basin there is no need to install 8 stations, but only 3 rain gauge stations are enough to install.

**Key words:** existing rain gauge, hydrological rationalization, rain gauge effective and efficient.

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Pengembangan sumber daya air membutuhkan analisis hidrologi berdasarkan data dasar hidrologi yang terdiri dari data curah hujan, data debit, data iklim. Data dasar hidrologi yang benar sangat penting, untuk menghasilkan perhitungan yang benar bagi suatu pengembangan, penelitian dan pengelolaan sumber daya air.

Data hujan diperoleh dari stasiun penakar hujan yang dipasang disuatu daerah aliran Sungai. Secara teoritis, semakin tinggi kerapatan stasiun hujan yang digunakan maka akan semakin tinggi pula ketelitian hasil analisa hidrologi. Akan tetapi pemasangan stasiun penakar hujan yang terlalu banyak pada suatu daerah aliran sungai dapat berdampak pada kurang efektif dan kurang efisien karena membutuhkan biaya operasional dan pemeliharaan yang tinggi. Memperhatikan hal tersebut, maka perlu menentukan jumlah stasiun penakar hujan dan penempatan jaringan stasiun hidrologi yang tepat, sehingga bisa menghasilkan analisa hidrologi yang tepat atau berapa jumlah stasiun penakar hujan yang perlu ditempatkan dalam suatu DAS untuk memantau karakteristik hidrologi secara akurat dan benar.

Lokasi studi berada pada DAS Rondoningo yang berfungsi sebagai daerah penyangga dan memiliki potensi untuk pengembangan sumberdaya air di Wilayah Sungai Pekalen Sampean yang terletak di Kabupaten Probolinggo.

### **Identifikasi Masalah**

Pada DAS Rondoningo seluas 233 km<sup>2</sup> pada saat ini telah terpasang 8 stasiun penakar hujan yang sebarannya tidak merata. Menurut standar WMO setiap stasiun penakar hujan idealnya memiliki luas daerah pengaruh antara 100-250 km<sup>2</sup> sehingga pada DAS Rondoningo seharusnya cukup dipasang hanya 2 stasiun penakar hujan. Oleh karena itu Rasionalisasi penakar hujan pada DAS

Rondoningo sangat penting dilakukan untuk menentukan jumlah stasiun penakar hujan yang optimum, untuk mengetahui pos-pos mana yang sangat dominan untuk dipertahankan atau pos mana yang ditutup serta untuk menata kembali sebaran stasiun penakar hujan yang ideal pada DAS Rondoningo.

### **Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang diberikan sebagai berikut :

1. Lokasi studi berada pada DAS Rondoningo terletak diwilayah Kabupaten Probolinggo.
2. Analisa curah hujan rancangan menggunakan curah hujan maksimum rerata metode *Poligon Thiessen*.
3. Analisa curah hujan rancangan menggunakan Gumbel dan *Log Pearson Tipe III*.
4. Analisis kerapatan stasiun hujan menggunakan standar WMO (*World Meteorological Organization*), metode *Kagan-Rodda* dan metode Bobot (*Score*).

### **Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang dikaji adalah:

1. Bagaimana luas daerah pengaruh setiap stasiun penakar hujan berdasarkan standar metode WMO ?
2. Bagaimana kerapatan sebaran stasiun penakar hujan berdasarkan metode Kagan -Rodda ?
3. Berapakah idealnya jumlah stasiun penakar hujan yang diperlukan dan letak sebaran stasiun penakar hujan yang diperlukan pada DAS Rondoningo berdasarkan metode Kagan-Rodda.?
4. Bagaimana perubahan besaran curah hujan rancangan berdasarkan jumlah dan sebaran stasiun penakar hujan kondisi eksisting dan setelah di rasionalisasi.?

## Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui kerapatan stasiun penakar hujan berdasarkan metode WMO.
2. Mengetahui jumlah dan sebaran stasiun penakar hujan yang ideal berdasarkan metode Kagan –Rodda dan metode Bobot.
3. Mengetahui adanya perubahan besarnya curah hujan rancangan akibat rasionalisasi stasiun penakar hujan.

Manfaat pada penelitian ini adalah dapat digunakan untuk mengevaluasi dan memonitoring stasiun penakar hujan pada DAS Rondoningo sehingga dapat ditentukan jumlah dan sebaran stasiun penakar hujan yang ideal, sehingga menjadi masukan bagi pengambil keputusan untuk pengelolaan stasiun penakar hujan pada DAS Rondoningo yang lebih efektif dan efisien.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Umum

Dalam analisis hidrologi suatu DAS diperlukan data-data hujan dari alat penakar hujan tetapi terdapat dua masalah pokok, yaitu ( Harto,1993:19) :

- a. Ketetapan tentang jumlah stasiun hujan dan stasiun hidrometri (stasiun pengamatan) yang akan digunakan dalam analisis, termasuk didalamnya pola penyebaran stasiun dalam Wilayah Sungai yang bersangkutan.
- b. Berapa besar ketelitian yang dapat dicapai oleh suatu jaringan pengamatan dengan kerapatan tertentu.

Dalam kaitan tercapainya kerapatan jaringan yang optimum dan informasi maksimum, ada beberapa hal penting yang perlu diperhatikan, antara lain ( Harto,1993:20):

- a. Kerapatan optimum mengandung arti jumlah yang mencukupi dan penyebaran yang memadai di seluruh DAS

- b. Kerapatan hendaknya sedemikian rupa sehingga tidak terlalu tinggi karena akan mengangkut biaya pengadaan dan pengoperasian serta pemeliharaan yang sangat mahal.
- c. Penyebaran hendaknya dilakukan sedemikian rupa sehingga variabilitas ruang DAS dapat teramati dengan baik.
- d. Perencanaan jaringan yang dipandang terbaik adalah yang didasarkan pada analisis ekonomi, baik dalam kaitannya dengan pengembangan fisik jaringannya sendiri maupun kaitannya dengan nilai ekonomi kecermatan data/ informasi yang didapat.

Dengan demikian akan diperoleh sebaran pos hujan yang efisien dengan ketelitian yang cukup pada semua titik pengamatan.

### Analisa Hidrologi

Pengujian data hidrologi secara statistik bertujuan untuk mengetahui kualitas dan keandalan data sebelum dilaksanakan perhitungan selanjutnya. Pengujian data yang dilakukan dalam studi ini adalah uji *outliers*, uji konsistensi data hujan dengan metode kurva massa ganda, uji ketiadaan trend dengan metode *spearman* dan uji stasioner, uji T dan uji F.

### Analisis Kerapatan dan Pola Penyebaran Stasiun Hujan

Dalam merencanakan jaringan, terdapat dua hal penting yang perlu dipertimbangkan, yaitu (Harto,1993:23):

1. Berapa jumlah stasiun yang diperlukan.
2. Dimana stasiun-stasiun itu akan dipasang.

Disadari bahwa semakin tinggi kerapatan jaringan pengamatan akan makin tinggi ketelitian yang dapat diperoleh, akan tetapi akibatnya, biaya pengadaan dan operasinya menjadi sangat mahal. Komponen biaya yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Biaya pengadaan dan pemasangan alat

2. Gaji operator
3. Biaya operasional dan pemeliharaan
4. Biaya penulisan, penyimpanan dan penerbitan data

Biaya tersebut harus tersedia sampai suatu saat (bila memungkinkan) stasiun tersebut tidak diperlukan lagi.

### Kerapatan stasiun penakar hujan Standar WMO

Badan Meteorologi Dunia *World Meteorological Organization*, (WMO) memberikan pedoman kerapatan jaringan stasiun hujan (tabel1) di beberapa daerah. Semakin besar variasi hujan semakin banyak jumlah stasiun yang diperlukan (Triatmodjo, 2010:29).

Tabel.1. Kerapatan jaringan stasiun hujan menurut WMO

Daerah	Kerapatan jaringan minimum (Km <sup>2</sup> /sta)
Daerah datar Beriklim sedang, Laut tengah dan Tropis	
- Kondisi Normal	600-900
- Daerah pegunungan	100-250
Pulau kecil bergunung (<20.000 km <sup>2</sup> )	25
Daerah kering dan kutub	1500-10000

Sumber :Triatmodjo 2010:29

### Analisa Kerapatan Jaringan Stasiun Penakar Hujan Metode Kagan - Rodda

Metode Kagan-Rodda telah banyak digunakan untuk menetapkan jaringan stasiun hujan pada beberapa DAS. Pemilihan cara ini didasarkan pada sifat cara Kagan-Rodda sebagai berikut:

1. Sederhana dalam prosedur dan perhitungan.
2. Kebutuhan data yang dapat disediakan dengan keadaan jaringan stasiun hujan yang telah ada dapat terpenuhi.
3. Dapat memberikan petunjuk dan gambaran tentang pola penyebaran stasiun hujan, untuk tingkat kesalahan tertentu.

### Persamaan Kagan-Rodda

Persamaan-persamaan yang dipergunakan untuk analisis jaringan Kagan-Rodda adalah sebagai berikut (Harto,1993:31):

$$r_{(d)} = r_{(0)} \cdot e^{\left(\frac{-d}{d_{(0)}}\right)} \dots\dots\dots (1)$$

$$Z_1 = C_v \cdot \sqrt{\frac{1 - r_{(0)} + \left(\frac{0,23\sqrt{A}}{d_{(0)}\sqrt{n}}\right)}{n}} \dots\dots\dots (2)$$

$$Z_2 = C_v \cdot \sqrt{\frac{1}{3}(1 - r_{(0)}) + \frac{0,52 \cdot r_{(0)} \cdot \sqrt{\frac{A}{n}}}{d_{(0)}}} \dots\dots\dots (3)$$

$$L = 1,07 \sqrt{\frac{A}{n}} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

$r_{(d)}$  = Koefisien korelasi untuk jarak stasiun sejauh d

$r_{(0)}$  = Koefisien korelasi untuk jarak yang sangat pendek

d = Jarak antar stasiun (km)

$d_{(0)}$  = Radius korelasi

$C_v$  = Koefisien variasi

A = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

N = Jumlah stasiun penakar hujan

$Z_1$  = Kesalahan perataan (%)

$Z_2$  = Kesalahan Interpolasi (%)

L = Panjang sisi segitiga kagan (km)

### Koefisien Variasi

Koefisien variasi merupakan variasi relatif dari suatu variabel terhadap nilai rata-rata aljabarnya, yang dapat dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (5)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (6)$$

$$C_v = \left(\frac{S}{\bar{X}}\right) \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

$C_v$  = Koefisien variasi  
 $S$  = Standart deviasi  
 $\bar{X}$  = Nilai rata-rata

**Koefisien Korelasi**

Cara Kagan-Rodda menggunakan hubungan antara kepadatan jaringan (jarak antar stasiun) dengan sifat statistik hujan pada masing-masing stasiun. Secara umum dapat ditentukan hubungan antara jarak antar stasiun dengan korelasi hujan dari masing-masing stasiun hujan. Dengan demikian apabila korelasi yang diperlukan dapat ditetapkan, maka jarak antar stasiun yang dibutuhkan dalam suatu jaringan dapat pula ditentukan.

Ukuran yang digunakan untuk menyatakan seberapa kuat hubungan antara dua variabel (terutama data kuantitatif) dinamakan koefisien korelasi (r), yang dapat pula dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i \cdot Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{[(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2)(n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2)]}} \dots(8)$$

Dimana :

- r = Koefisien korelasi
- n = Jumlah data
- $X_i$  = Data hujan pada stasiun X
- $Y_i$  = Data hujan pada stasiun Y

**Analisa Bobot (Score)**

Dalam Analisa Bobot dihitung suatu besaran angka yang menggambarkan bobot dari stasiun Penakar hujan, menggunakan data tata letak stasiun penakar hujan pada DAS, tingkat kemudahan operasional dan pemeliharaan stasiun penakar hujan, berdasarkan kondisi fisik bangunan pos hujan dilapangan , lama pencatatan data hujan, kontinuitas pencatatan data hujan. Berdasarkan analisa bobot dapat digunakan kondisi stasiun penakar hujan dari berbagai faktor sehingga dapat digunakan untuk menilai stasiun penakar hujan dipertahankan, ditutup atau direlokasi.

Berdasarkan nilai bobot maka dapat diklasifikasikan pos hujan:

- Mutlak-Perlu, dipilih sebagai pos primer yang harus dipertahankan
- Pos penakar hujan yang masih berfungsi perlu dilanjutkan pengoperasiannya dengan skala prioritas, ditentukan sebagai pos sekunder atau pos khusus.
- Pos yang masih berfungsi atau pos yang sudah tidak difungsikan. diusulkan dihentikan pengoperasiannya/ditutup

**a. Pos Hujan Klasifikasi Mutlak-Perlu**

Pos hujan yang termasuk klasifikasi mutlak-perlu dipilih berdasarkan fungsi dan kondisi lokasi di lapangan. Pos tersebut mutlak diperlukan untuk mendapatkan kondisi hujan di lokasi tersebut dan mempunyai fungsi yang sangat penting dalam analisis hidrologi, seperti membuat suatu warming system untuk bahaya banjir. Sesuai dengan fungsinya maka pos tersebut dipilih jenis pos hujan otomatis. Tanpa adanya data dari pos tersebut maka analisis hidrologi yang terkait tidak akan akurat, meskipun berdasarkan kondisi lapangan pos tersebut mungkin sekali perlu dilakukan rehabilitasi atau bahkan realokasi.

**b. Pos Hujan Klasifikasi Perlu**

Pos hujan Klasifikasi Perlu ditentukan dengan metode analisis bobot (skor), sehingga diperoleh stasiun penakar hujan skala prioritas : Pertama (SP1); Skala prioritas Kedua (SP2) dan skala prioritas Ketiga (SP3).

Penentuan bobot setiap stasiun penakar hujan dihitung menggunakan rumus berikut ini :

$$SP = \sum_{i=1}^n F_i^{k_i} \dots\dots\dots (9)$$

Dalam hal ini :

- SP = nilai bobot
- F = nilai dari faktor penentu
- k = koefisien faktor penentu
- i = 1, 2, 3,..... ..... n banyaknya faktor penentu.

**Curah Hujan Rerata Daerah**

Curah hujan yang diperlukan untuk

penyusunan suatu rencana rancangan pemanfaatan air dan rencana rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata daerah (*area rainfall*), bukan curah hujan pada suatu titik tertentu (*point rainfall*). Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam milimeter (Sosrodarsono, 2006:27).

**Metode Poligon Thiessen**

Curah hujan rerata dengan metode Thiessen ini dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut

$$d = \frac{A_1d_1 + A_2d_2 + A_3d_3 + \dots + A_nd_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (10)$$

dengan :

- A = luas Daerah aliran sungai
- D = tinggi curah hujan rata-rata daerah aliran sungai
- d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub>,...d<sub>n</sub> = tinggi curah hujan di pos 1, 2, 3,...n
- A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>..A<sub>n</sub> = luas daerah pengaruh di pos 1, 2, 3,...n

**Curah Hujan Rancangan**

Curah hujan rancangan adalah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan periode ulang tertentu. Ada beberapa metode untuk menghitung besarnya curah hujan rancangan antara lain Gumbel dan Log Pearson Tipe III.

Untuk menentukan macam Analisis frekuensi, perlu dihitung parameter-parameter statistik seperti koefisien Cs, Ck. Syarat untuk distribusi (Limantara, 2010:56):

- *E.J Gumbel* : Ck = 5,4 dan Cs = 1,14
- *Log Pearson Tipe III*: Ck dan Cs tidak ditentukan

**Analisa Frekuensi Log Pearson Type III**

Metode Log Pearson Tipe III merupakan metode yang dapat digunakan untuk segala jenis sebaran data karena harga koefisien skewnes (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck) tidak ada ketentuan.

Menghitung harga logaritma rata-rata dengan rumus :

$$\overline{\text{Logx}} = \frac{\sum \text{Logx}_i}{n} \dots\dots\dots (11)$$

Dimana :

n = jumlah data

Menghitung harga simpangan baku dengan rumus :

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum (\text{Logx}_i - \overline{\text{Logx}})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (12)$$

Menghitung harga koefisien kemencengan dengan rumus :

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Logx}_i - \overline{\text{Logx}})^3}{(n-1)(n-2)S_i^3} \dots\dots\dots (13)$$

Menghitung logaritma x dengan rumus :

$$\text{LogX} = \overline{\text{Logx}} + G * S \dots\dots\dots (14)$$

Dimana :

- Log X = Logaritma curah hujan
- $\overline{\text{Log X}}$  = Logaritma rerata dari curah hujan
- Log X<sub>i</sub> = Logaritma curah hujan tahun ke I
- G = Konstanta Log Pearson Type III, berdasarkan koefisien Kepencengan
- S<sub>1</sub> = Simpangan baku
- Cs = Koefisien kepencengan
- n = Jumlah data

**Analisa Frekuensi Gumbel**

Besarnya curah hujan rancangan dengan periode ulang T tahun adalah sebagai berikut

$$X = \overline{X} + \text{sd} \cdot K \dots\dots\dots (15)$$

dimana :

- $\overline{X}$  = harga rerata sampel
- sd = simpangan baku sampel
- k = faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi yang besarnya:

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (16)$$

dimana :

Y<sub>t</sub> = Reduced variate sebagai fungsi periode ulang T

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left( \frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\} \dots\dots\dots (17)$$

$Y_n$  = Reduced mean sebagai fungsi dari banyaknya n data

$S_n$  = Reduced standar deviasi sebagai fungsi dari banyaknya n data

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Metode Pengumpulan Data**

Data yang digunakan adalah sebagai berikut :

a. Data Peta-peta

Data yang dikumpulkan Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) Rondoningo, Peta lokasi stasiun penakar hujan.

b. Inventori kondisi pos hujan dan kualitas data hidrologi terkumpul

Data hidrologi ini umumnya yang digunakan yaitu data dari Dinas PU SDA Provinsi Jawa Timur, Dari kualitas data dapat diperkirakan kondisi fisik pos dan prosedur operasi dan pemeliharannya.

c. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang tercatat di stasiun penakar hujan yang terletak pada DAS Rondoningo , adalah curah hujan harian yang tercatat minimal selama 11 tahun terakhir.

### **Analisis Curah Hujan Rancangan**

Analisis distribusi frekuensi dengan metode Log Pearson Tipe III dan Metode Gumbel, untuk menganalisa besarnya curah hujan rancangan kondisi sebelum rasionalisasi dan sesudah rasionalisasi.

### **Analisis Rasionalisasi Stasiun Penakar Hujan**

Rasionalisasi stasiun penakar hujan adalah metode analisis untuk mengetahui jumlah stasiun penakar hujan yang optimum dan untuk mengatur persebarannya yang ideal dalam suatu DAS sehingga terpasang stasiun penakar hujan yang efektif dan efisien.

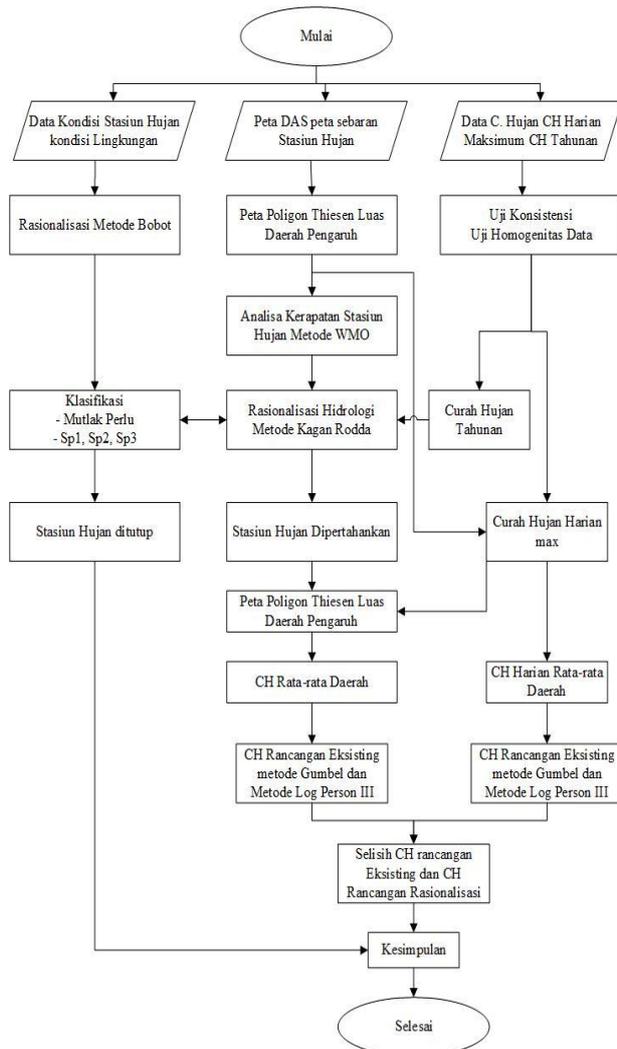
DAS Rondoningo merupakan kawasan yang telah berkembang dan didalamnya telah dibangun cukup banyak stasiun penakar hujan pada umumnya persebarannya tidak merata. Dalam analisis

rasionalisasi stasiun penakar hujan digunakan metode WMO, metode Kagan-Rodda dan Metode Bobot (Score)

- Analisis Metode World Meteorological Organization (WMO) dilakukan untuk meninjau kerapatan sebaran stasiun penakar hujan yang sudah ada dalam suatu DAS Rondoningo. Kerapatan ditentukan berdasarkan luas daerah pengaruh masing-masing stasiun penakar hujan dibandingkan dengan standar luas menurut WMO. Luas daerah pengaruh dihitung dengan metode poligon Thiessen .
- Analisis Metode Kagan-Rodda dilakukan untuk meninjau jumlah pos hujan optimum yang dibutuhkan dalam suatu DAS serta untuk mengatur persebarannya yang ideal pada DAS Rondoningo.
- Analisa Bobot (Score) dilakukan untuk menghitung bobot skala prioritas setiap stasiun penakar hujan dan berdasarkan nilai bobot dapat ditentukan klasifikasi skala prioritas 1 (SP1), skala prioritas 2(SP2) dan Skala prioritas 3 (SP3), selanjutnya untuk memilih stasiun penakar hujan mana yang akan dipertahankan dan stasiun penakar hujan yang ditutup

### **Diagram Alir Penyelesaian Studi**

Agar penyelesaian skripsi dapat dilakukan dengan benar dapat tercapai sesuai tujuan maka diperlukan adanya gambaran secara sistematis secara garis besar tentang tahap pengerjaan penelitian berupa diagram alir penyelesaian studi seperti pada gambar sebagai berikut:



Gambar 1 : Diagram Alir Penyelesaian Studi

## HASIL ANALISA RASIONALISASI

### Analisa Metode WMO

Analisa kerapatan stasiun hujan berdasarkan standar WMO (*World Meteorological Organization*), didasarkan pada luasan daerah pengaruh masing-masing stasiun penakar hujan. Standar luas Daerah Pengaruh (Km<sup>2</sup>) persatuan Stasiun Hujan, menurut WMO daerah pegunungan idealnya luas daerah pengaruh antara 100 – 250 km<sup>2</sup>

Berdasarkan peta sebaran stasiun penakar hujan DAS Rondoningo di buat poligon Thiesen untuk menentukan luas daerah pengaruh masing-masing stasiun penakar hujan sepertigambar berikut:.



Gambar.2. Peta Poligon Thiesen 8 stasiun penakar hujan

Berikut ini adalah tabel luas daerah pengaruh dari 8 stasiun penakar hujan dan kerapatan terhadap standar WMO.

Tabel.1. Klasifikasi Luas daerah pengaruh terhadap Standar WMO

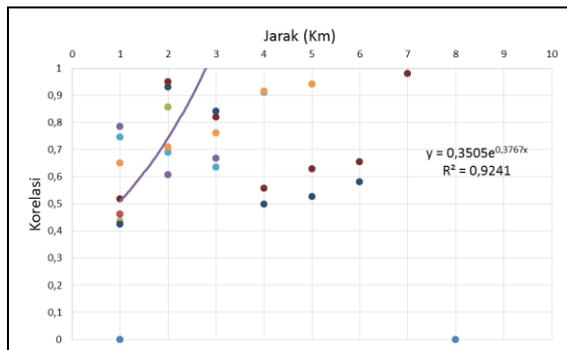
No	Nama Stasiun Penakar hujan	Luas Daerah Pengaruh Km <sup>2</sup>	Menurut Standar WMO
1	Jurang jero	22	Terlalu Rapat
2	Sumber Bendo	9	Terlalu Rapat
3	Wangkal	34	Terlalu Rapat
4	Pandanlaras	68	Terlalu Rapat
5	Krucil	17	Terlalu Rapat
6	Bermi	53	Terlalu Rapat
7	Krejengan	17	Terlalu Rapat
8	Katimoho	13	Terlalu Rapat

### Analisa Metode Kagan- Rodda Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien Variasi dihitung berdasarkan data curah hujan rata-rata tahunan dari 8 stasiun penakar hujan pada DAS Rondoningo. Koefisien variasi merupakan nilai perbandingan antara standar deviasi hujan dengan rata rata curah hujan tahunan. Dari perhitungan diperoleh nilai variasi Cv= 0,209

### Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi dapat dihitung berdasarkan hubungan antara data korelasi hujan antara stasiun dan jarak antar stasiun hujan, Berdasarkan hubungan data jarak antara stasiun hujan dan korelasi hujan antar stasiun penakar hujan, dengan proram excel dibuat grafik lengkung eksponensial dan persamaan regresi eksponensial seperti gambar berikut:



Gambar.3.Grafik dan persamaan regresi eksponensial hubungan antara

Berdasarkan persamaan regresi eksponensial  $y = 0,350e^{0,3767x}$  yang dipadankan dengan persamaan dasar Kagan maka diperoleh nilai koefisien korelasi  $r(o)$  sebesar 0,350 dan diperoleh jarak  $d(o) = 2,655$  Km

### Tingkat kesalahan Z1, Z2, Panjang sisi segi tiga Kagan L

Selanjutnya berdasarkan nilai koefisien variasi (Cv) = 0,209 dan nilai korelasi  $r(o)=0,350$  dan jarak  $d(o) = 2,655$  Km, luas Das 233 Km<sup>2</sup> maka dapat dihitung:

1. Tingkat kesalahan perataan Z<sub>1</sub>,
2. Tingkat kesalahan interpolasi Z<sub>2</sub>, serta
3. Dihitung panjang sisi segitiga Kagan L

Perhitungan Tingkat kesalahan perataan Z<sub>1</sub>, kesalahan interpolasi Z<sub>2</sub> dan panjang sisi segitiga Kagan L seperti pada tabel sebagai berikut:

Tabel.2. Perhitungan Tingkat Kesalahan (Z<sub>1</sub>), (Z<sub>2</sub>), serta panjang sisi Kagan L

n	Cv	r(o)	A(km <sup>2</sup> )	d(o)	Z1(%)	Z2(%)	L(Km)
1	0,209	0,350	233	2,655	0,170	1,068	16,33
2	0,209	0,350	233	2,655	0,169	0,905	11,55
3	0,209	0,350	233	2,655	0,169	0,823	9,43
4	0,209	0,350	233	2,655	0,169	0,769	8,17
5	0,209	0,350	233	2,655	0,169	0,729	7,30
6	0,209	0,350	233	2,655	0,169	0,699	6,67
7	0,209	0,350	233	2,655	0,169	0,674	6,17
8	0,209	0,350	233	2,655	0,169	0,654	5,77

Pada urutan n= 2 (jumlah stasiun penakar hujan 2), tingkat kesalahan Z<sub>1</sub> sebesar 0,169 tetap tidak berubah pada hitungan selanjutnya, sehingga pada DAS Rondoningo dapat ditentukan, cukup dipasang 2 atau 3 stasiun penakar hujan yang dibutuhkan.

Dengan pertimbangan agar stasiun penakar hujan pada DAS Rondoningo ada yang posisinya mewakili kawasan DAS bagian hulu, kawasan DAS bagian tengah dan kawasan Das bagian hilir maka pada DAS

Rondoning ditetapkan dipertahankan 3 stasiun penakar hujan.

### Kerapatan stasiun Penakar Hujan.

Dari hasil perhitungan diperoleh panjang sisi segi tiga Kagan L= 9,43 km. Untuk mengatur perataan posisi stasiun penakar hujan di buat gambar jaring jaring segitiga Kagan dengan panjang sisi segi tiga Kagan L= 9,43 km. Dengan menggunakan gambar jaring-jaring segitiga Kagan dapat dievaluasi letak stasiun

penakar hujan dan tingkat kerapatan stasiun hujan yang ada, dengan cara mengplot gambar jaring jaring segitiga Kagan dioverlay diatas gambar peta sebaran stasiun penakar hujan. Apabila dalam satu simpul jaring-jaring segitiga Kagan terdapat lebih dari satu stasiun hujan maka ada satu yang dipertahankan lainnya ditutup atau direlokasi. Untuk menempatkan stasiun penakar hujan yang baru atau direlokasi

diletakkan pada simpul-simpul segitiga kagan yang kosong.

### Analisis Metode Bobot

Dari analisa metode bobot dapat ditentukan besarnya bobot setiap stasiun penakarhujan, skala prioritas SP, Klasifikasi serta stasiun penakar hujan yang dipertahankan dan ditutup. Daftar stasiun penakar hujan yang dipertahankan dan ditutup pada DAS Rondoningo seperti pada tabel sebagai berikut:



Gambar.4 Ploting Jaring-Jaring segitiga Kagan

Tabel.5. Daftar Stasiun penakar Hujan yang dipertahankan dan ditutup

No	Nama Pos	Bobot	Skala Prioritas	Klasifikasi	Dipertahankan/ ditutup
1	Jurangjero	171	SP2	Sekunder	Ditutup
2	Sbr. Bendo	165	SP2	Sekunder	Ditutup
3	Wangkal	175	SP2	Primer/ Mutlag perlu	Dipertahankan
4	Pandanlaras	189	SP1	Primer/Mutlag perlu	Dipertahankan
5	Krucil	170	SP2	Sekunder	Ditutup
6	Bermi	170	SP2	Sekunder	Ditutup
7	Krejengan	167	SP2	Primer/Mutlag perlu	Dipertahankan
8	Katimoho	167	SP2	Sekunder	Ditutup

### Analisa Curah hujan Rancangan

Analisis Curah hujan rancangan dilakukan untuk mengetahui perubahan besarnya hujan rancangan pada DAS Rondoningo antara kondisi sebelum

dirasionalisasi atau kondisi eksisting dengan jumlah stasiun penakar hujan sebanyak 8 lokasi dan kondisi setelah dirasionalisasi.dengan menggunakan data hujan dari 3 stasiun penakar hujan..

Analisa Curah hujan rancangan digunakan 2 metode yaitu metode Gumbel dan Metode Log Person III

### **Hujan Rancangan Metode Gumbel.**

Berdasarkan hasil perhitungan curah hujan rancangan metode gumbel antara 8 stasiun penakar hujan eksisting dan 3 stasiun penakar hujan setelah dirasionalisasi menunjukkan angka curah hujan rancangan yang selisihnya kecil yaitu 8,059 mm, dengan prosentase terhadap curah hujan rancangan eksisting yang kecil antara 3,337 % s/d 7,957%.

Hal ini mempertegas bahwa pada DAS Rondoningo tidak perlu dipasang stasiun penakar hujan sebanyak 8 stasiun akan tetapi cukup dipasang 3 stasiun penakar hujan. Hal ini akan lebih menguntungkan karena biaya operasional dan pemeliharanya stasiun penakar hujan pada DAS Rondoningo akan lebih murah.

### **Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III.**

Berdasarkan hasil perhitungan curah hujan rancangan metode Log Pearson III antara 8 stasiun penakar hujan sebelum dirasionalisasi dan 3 stasiun penakar hujan setelah dirasionalisasi menunjukkan perbedaan curah hujan rancangan yang cukup kecil yaitu antara 8,017 mm s/d 10,318 mm atau dengan prosentase 3,336 % sampai 7,051%.

Hal ini menunjukkan bahwa pada DAS Rondoningo tidak perlu dipasang stasiun penakar hujan sebanyak 8 stasiun akan tetapi cukup dipasang 3 stasiun penakar hujan. Hal ini akan lebih menguntungkan karena biaya operasional dan pemeliharanya stasiun penakar hujan pada DAS Rondoningo akan lebih murah.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

1. Berdasarkan standar Metode World Meteorological Organization (WMO) idealnya luas daerah pengaruh setiap stasiun penakar hujan antara  $100\text{km}^2$  -

$250\text{km}^2$ . Dengan telah dibangunnya 8 stasiun penakar hujan pada DAS Rondoningo seluas  $233\text{ km}^2$ , dapat disimpulkan terlalu banyak dan terlalu rapat, Daerah pengaruh semua stasiun penakar hujan luasnya kecil dibawah  $100\text{ km}^2$ . Daerah pengaruh terkecil stasiun Sumber Bendo seluas  $9\text{ km}^2$  dan Luas daerah pengaruh terbesar adalah stasiun penakar hujan Pandanlaras seluas  $68\text{ km}^2$ .

2. Berdasarkan Analisa rasionalisasi metode Kagan Rodda kerapatan dan sebaran lokasi stasiun penakar hujan pada DAS Rondoningo tidak merata. Stasiun penakar hujan Pandanlaras, Krucil dan Bermi lokasinya berdekatan terletak dalam satu simpul segitiga Kagan. Stasiun penakar hujan Krejengan dan Katimoho letaknya berdekatan terletak dalam satu simpul segitiga Kagan.
3. Berdasarkan analisis rasionalisasi Metode Kagan Rodda pada Das Rondoningo hanya diperlukan cukup 3 stasiun penakar hujan. Dengan analisis metode Bobot 3 stasiun penakar hujan yang dipertahankan yaitu penakar hujan Pandanlaras, Wangkal dan Krejengan, sedangkan 5 stasiun penakar hujan harus ditutup yaitu stasiun penakar hujan Jurangjero, Sumber bendo, Krucil, Bermi dan Katimoho,.
4. Curah hujan rancangan dihitung dengan metode Gumbel, dengan periode ulang 2 th, 5 th, 20 th, 25 th, 50 th dan 100 th. Hasil perhitungan hujan rancangan antara 8 stasiun penakar hujan eksisting dan 3 stasiun penakar hujan hasil rasionalisasi, besarnya hampir sama selisihnya kecil yaitu 8,059 mm. Prosentase selisih hujan rancangan terhadap besarnya hujan rancangan 8 stasiun penakar hujan eksisting antara 3,337 % s/d 7,957%.

Perhitungan hujan rancangan metode Log Pearson III antara 8 stasiun penakar hujan eksisting dan 3 stasiun penakar hujan hasil dirasionalisasi, besarnya hampir sama selisihnya kecil yaitu antara 8,017mm s/d 10,318mm. Prosentase selisih hujan rancangan terhadap besarnya hujan rancangan 8 stasiun penakar hujan eksisting antara 3,336 % sampai 7,051%. Dapat disimpulkan bahwa pada DAS Rondoningo tidak perlu dipasang stasiun penakar hujan sebanyak 8 stasiun akan tetapi cukup dipasang 3 stasiun penakar hujan saja.

### Saran

Berdasarkan hasil rasionalisasi stasiun penakar hujan disimpulkan bahwa pada DAS Rondoningo hanya diperlukan 3 stasiun Penakar Hujan yaitu Pandanlaras, Wangkal dan Krejengan. Oleh karena itu disarankan kepada Dinas PU SDA Provinsi Jawa Timur untuk segera menutup 5 Stasiun Penakar Hujan yaitu Stasiun penakar hujan Jurangjero, Sumber bendo, Krucil, Bermi dan Katimoho. Dengan hanya 3 stasiun penakar hujan analisa hidrologi hasilnya tetap memadai sedangkan biaya operasional dan pemeliharaan akan jauh lebih murah.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2017. *Rasionalisasi Hidrologi Wilayah Sungai Pekalen - Sampean*, Laporan Akhir. CAHAYA MANDIRI Consultan, Tidak Diterbitkan.
- Chow, V. T., D. R. Maidment, and L. W. Mays. (1998). *Applied Hydrology*. Mc Graw Hill. Singapore.
- Limantara, Lily Montarcih, 2009. *Hidrograf Satuan Sintetik Limantara (Studi kasus di sebagian DAS Di Indonesia)*, Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 3, No.3 – 2009 ISSN 1978 – 5658.
- Limantara, Lily Montarcih, 2010. *Hidrologi Praktis*. Bandung : Lubuk Agung.
- Sri Harto Br. 1993. *Analisa Hidrologi*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Soemarto, CD. 1999. *Hidrologi Teknik* edisi ke - 2. Jakarta : Erlangga.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi : Aplikasi Model Statistik Untuk Analisa Data jilid 1*. Bandung : Nova.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi : Aplikasi Model Statistik Untuk Analisa Data jilid 2*. Bandung : Nova.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.