

## EFISIENSI JUMLAH STASIUN HUJAN UNTUK ANALISIS HUJAN TAHUNAN DI PROVINSI JAWA TENGAH DAN DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Asal Izmi

[asalizmi@gmail.com](mailto:asalizmi@gmail.com)

M. Pramono Hadi

[mphadi@yahoo.com](mailto:mphadi@yahoo.com)

### ABSTRACT

*High grade of rainfall data can be obtained by periodical and guarded monitoring. Rainfall data recorded from rainfall stations are depended on the conditions of the tools and distributions. The more rainfall stations are available, the more detail rainfall data can be recorded. There are many considerations of the placement of rainfall stations, one of them is budget or cost. So the numbers of rainfall station are needed to be calculated. The objectives of this research: 1) To examine the spatial variations of annual rainfall in Jawa Tengah and DIY, 2) To determine the efficiency of rainfall station distributions in Jawa Tengah and DIY. The method used to determine the spatial distributions of rainfall was isohyet, while Kagan-Rodda was used to calculate the efficiency of rainfall stations distributions. There were maldistributions of rainfall in Jawa Tengah and DIY. West region had higher rainfall while Boyolali was rain shadow area. The rainfall stations distribution are also spread unwell. Kagan-Rodda modeling was used to determine the effective placement and numbers of rainfall stations. As the results, 118 rainfall stations are needed in every 17.27 km<sup>2</sup> by the alignment error 0.2% and interpolation errors 2.3%. Some rainfall stations had worked effective but there were some areas with too much rainfall station for homogeneous rainfall variations. The rainfall stations needed to record annual rainfall are not so many.*

*Key word: DIY, Jawa Tengah, Kagan-Rodda, Elevation, Rainfall Station*

### ABSTRACT

Data curah hujan yang baik dapat diperoleh dari hasil perekaman yang dijaga dan selalu dipantau. Rekaman data stasiun hujan dipengaruhi oleh kondisi stasiun hujan dan persebarannya. Semakin banyak keberadaan stasiun hujan maka semakin detail data curah hujan yang terekam. Dalam pemasangan stasiun hujan terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan, yaitu biaya. Oleh karena itu, pemasangan stasiun hujan harus efektif. Tujuan dari penelitian ini; (1) Mengetahui persebaran keruangan hujan di Provinsi Jawa Tengah dan DIY (2) Mengetahui efisiensi sebaran stasiun hujan di Provinsi Jawa Tengah dan DIY. Metode yang dilakukan untuk mengetahui persebaran keruangan hujan adalah isohyet sedangkan untuk mengetahui konsistensi sebaran stasiun hujan menggunakan Kagan-Rodda. Kondisi curah hujan wilayah Jawa Tengah dan DIY tidak merata. Wilayah barat memiliki curah hujan yang lebih tinggi sedangkan wilayah timur merupakan daerah bayangan hujan. Hasil perhitungan Kagan-Rodda yang dipakai adalah jumlah 118 stasiun dengan jarak antar simpul 17,27 km<sup>2</sup>, kesalahan perataan 0,2% dan kesalahan interpolasi 2,3%. Terdapat beberapa stasiun yang tetapi ada beberapa daerah yang kurang efisien karena terlalu banyak stasiun hujan untuk curah hujan yang homogen. Untuk penentuan hujan tahunan, jumlah stasiun yang terpasang sebaiknya tidak terlalu banyak.

Kata Kunci: DIY, Jawa Tengah, Kagan-Rodda, Ketinggian, Stasiun Hujan

## PENDAHULUAN

Hujan adalah peristiwa presipitasi yang berwujud air (Pettersen, 1958). Hujan merupakan sumber air utama yang menyuplai keberadaan air di permukaan bumi (Ward, 1990). Kejadian hujan antara satu daerah dengan daerah lainnya memiliki perbedaan. Perbedaan kejadian hujan tersebut menimbulkan karakteristik hujan yang khas. Kejadian hujan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain garis lintang, ketinggian tempat, jarak dari laut, posisi di dalam dan ukuran massa tanah daratan, arah angin terhadap sumber air, relief, dan suhu nisbi tanah (Eagleson, 1970 dalam Seyhan, 1990). Jawa Tengah dan DIY memiliki topografi yang cukup beragam. Keragaman topografi ini mengakibatkan kondisi fisik yang heterogen antar wilayah. Heterogenitas yang terjadi di Jawa Tengah dan DIY menyebabkan sebaran kejadian hujan yang tidak merata. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemasangan stasiun hujan yang merata dan mewakili kejadian hujan di berbagai bentuk topografi. Data curah hujan yang baik dapat diperoleh dari hasil perekaman yang dijaga dan selalu dipantau. Semakin banyak keberadaan stasiun hujan maka semakin detail data curah hujan yang terekam. Jumlah dan letak stasiun hujan menjadi hal yang perlu diperhatikan terkait ketersediaan data hujan. Pemasangan stasiun hujan harus dilakukan secara efektif dan efisien. Hal tersebut perlu dilakukan karena biaya pemasangan yang terbatas dan perawatan alat yang membutuhkan tenaga khusus.

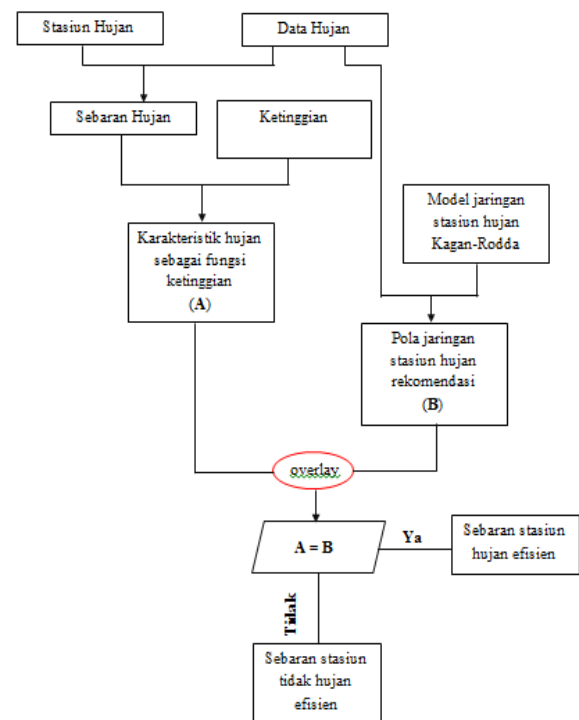
## TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui sebaran keruangan curah hujan di Provinsi Jawa Tengah dan DIY
2. Mengetahui efisiensi sebaran stasiun hujan di Provinsi Jawa Tengah dan DIY

## KERANGKA PEMEKIRAN TEORITIK

Data hujan dapat diperoleh dari hasil pencatatan kejadian hujan. Pencatatan hujan dapat dilakukan secara manual maupun otomatis. Pencatatan hujan ini dilakukan di stasiun hujan. Stasiun hujan yang dipasang di suatu lokasi harus memenuhi berbagai persyaratan. Jumlah stasiun

dan letak stasiun hujan yang dipasang sangat mempengaruhi kualitas data hujan. Pasalnya, data hujan yang dihasilkan dari pencatatan stasiun hujan dianggap mewakili suatu wilayah yang memiliki distribusi hujan berbeda satu sama lain. Apabila stasiun hujan yang terpasang tidak sesuai dengan kondisi fisik wilayah, maka data hujan yang dihasilkan tidak mampu mewakili kejadian hujan di wilayah tersebut. Evaluasi jumlah dan letak stasiun hujan perlu dilakukan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah Kagan-Rodda. Hal ini untuk memastikan tingkat akurasi data yang dihasilkan dari pencatatan pada stasiun hujan tertentu. Data hujan merupakan dasar



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Teoritik perencanaan, sehingga kualitasnya perlu diperhatikan. Apabila ditemukan jumlah dan letak stasiun hujan yang belum sesuai, maka akan dilakukan efisiensi (Gambar 1).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Hujan Orografis

Hujan yang terjadi akibat adanya halangan topografi berupa bukit atau pegunungan. Gerakan udara melalui pegunungan atau bukit yang tinggi maka udara tidak mampu melewati halangan tersebut, akibatnya kondensasi terjadi di atas

angin (*windward slide*) atau sering disebut hujan orografis (Hadisusanto, 2011).

### Isohyet

Ishoyet adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai kedalaman hujan pada saat yang bersamaan. Pada dasarnya cara hitungan sama dengan yang digunakan dalam cara Poligon Thiessen, perbedaannya hanya dalam penetapan besarnya faktor  $\alpha$  dan  $H_i$ .  $H_i$  adalah hujan rata-rata antara dua isohyet, sedangkan faktor  $\alpha$  adalah perbandingan luas DAS antara dua isohyet dan luas total DAS (Sosrodarsono, 1977).

### Jaringan Stasiun Hujan

WMO (*World Meteorological Organization*) menyebutkan bahwa di daerah tropis seperti Indonesia, maka diperlukan kerapatan jaringan stasiun hujan minimum sebesar 100-250 km<sup>2</sup> untuk keadaan normal. Untuk keadaan yang sulit dari segi fisik dianjurkan kerapatan sebesar 250-1000 km<sup>2</sup>. Narayanan (1962 dalam Harto, 1993) menentukan metode penempatan stasiun hujan dengan menghubungkan kerapatan jaringan dan statistik data hujan. Solomon (1967) mengemukakan metode *joint mapping technique* yaitu menerapkan hubungan jaringan hidrologi dengan *standard error of estimate* yang selanjutnya digunakan untuk menetapkan kerapatan jaringan hidrologi dengan tingkat ketelitian tertentu. Rodda (1967) mengungkapkan metode penetapan jaringan hujan yang memiliki hasil akhir berupa jumlah stasiun hujan, jarak antar stasiun, dan pola persebarannya yang berwujud segitiga sama sisi. Cara ini pada dasarnya menggunakan analisis statistik dan korelasi antara jaringan stasiun hujan dengan kesalahan interpolasi. (Harto, 1993)

## METODE PENELITIAN

### Pemilihan Daerah Penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih adalah Provinsi Jawa Tengah dan DIY. Provinsi ini memiliki keragaman topografi yang kompleks. Sebaran keruangan hujan akan lebih terlihat pada suatu wilayah yang memiliki luasan besar seperti Jawa Tengah dan DIY. Menurut WMO, jumlah stasiun

hujan ideal yang sebaiknya dipasang di provinsi ini sebanyak 213 tetapi pada kenyataannya terdapat 811 stasiun yang pernah terpasang dengan kewenangan instansi yang berbeda. Jumlah stasiun yang cukup banyak tersebut perlu dievaluasi baik jumlah dan persebarannya.

### Metode Pengolahan Data

#### a. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: seperangkat komputer; kalkulator, dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan untuk mendukung penelitian ini antara lain: Peta RBI Jawa Tengah dan DIY skala 1:25.000 dan data curah hujan bulanan Jawa Tengah dan DIY tahun 1990-1999

#### b. Perhitungan Hujan Wilayah

Perhitungan hujan wilayah dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya Isohyet. Dalam penelitian ini metode isohyet digunakan untuk mengetahui hujan wilayah yang ada di Jawa Tengah dan DIY tahun 1990-1999. Isohyet merupakan metode perhitungan hujan wilayah dengan basis interpolasi nilai curah hujan antara satu stasiun dengan stasiun lainnya. Interpolasi isohyet dapat dibantu dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.1 dengan fitur *Geostatistical Wizard*. Sistem interpolasi yang digunakan adalah Kriging.

#### c. Metode Kagan-Rodda

Model ini dikembangkan oleh Kagan (1967). Metode ini dapat digunakan untuk evaluasi penempatan stasiun hujan baik dari jumlah maupun penempatannya.

$$r(d) = r(0) e^{-d/d_0}$$

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

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

$$Z_2 = C_v \sqrt{\frac{1}{3} |1 - r(0)| + 0,52 \frac{r(0)}{d(0)} \sqrt{\frac{A}{N}}}$$

Keterangan:

- $d$  = jarak antar stasiun (km)
- $d(0)$  = radius korelasi,
- $Z_1$  = kesalahan perataan (%)
- $C_v$  = koefisien variasi
- $r(0)$  = koefisien korelasi
- $r(d)$  = koefisien korelasi untuk jarak  $d$  km
- $A$  = luas wilayah
- $N$  = jumlah stasiun hujan
- $Z_1$  = kesalahan perataan (%)
- $Z_2$  = kesalahan interpolasi (%)

Data yang diperlukan untuk perhitungan Kagan-Rodda adalah hujan wilayah yang nantinya digunakan untuk mengetahui  $C_v$ , jarak antar stasiun untuk menentukan radius korelasi, dan luasan wilayah untuk mengetahui jumlah stasiun yang perlu dipasang.

#### d. Metode analisis

Analisis yang dilakukan merupakan analisis kuantitatif hasil dari pengolahan data sekunder yang berupa curah hujan. Secara khusus, analisis yang dilakukan yaitu analisis gambar, analisis deskriptif, dan analisis komparatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ketersediaan Data Hujan Jawa Tengah dan DIY

Data curah hujan merupakan data yang sangat penting untuk perhitungan Model Kagan Rodda. Rentang data yang diambil sebanyak sepuluh tahun. Data hujan selama sepuluh tahun tersebut sudah mampu menggambarkan kondisi curah hujan pada masing-masing wilayah, selain itu keterbatasan data menjadi alasan rentang tahun yang digunakan hanya sepuluh tahun saja. Data stasiun yang terekam pada masing-masing stasiun tidak seluruhnya terpenuhi. Banyak stasiun yang tidak memiliki data rekaman curah hujan baik harian, bulanan, maupun harian. Beberapa stasiun merekam data hujan tetapi tidak kontinyu, contoh pada tahun 1980-1987 terdapat data yang lengkap tetapi tahun 1988-1990 tidak terdapat catatan curah hujan. Hal tersebut mengakibatkan data yang ada tidak dapat digunakan karena sifatnya tidak kontinyu (Tabel 1)

Tabel 1. Ketersediaan Data Hujan Jawa Tengah dan DIY

Region	Pekalongan	Banyumas	Kedu	Jogja	Surakarta	Semarang	Reumbang
1960	-	-	√	√	√	√	√
1961	-	-	√	√	-	-	√
1962	-	-	√	√	√	-	√
1963	-	-	√	-	-	-	√
1964	-	-	√	√	√	-	√
1965	-	-	√	√	-	-	√
1966	-	-	√	-	√	-	√
1967	-	-	√	-	√	-	√
1968	-	-	√	-	√	√	√
1969	-	-	√	-	√	-	√
1970	-	-	√	√	√	√	√
1971	-	-	√	√	√	√	√
1972	-	-	√	√	√	√	√
1973	-	-	√	√	√	√	√
1974	-	-	√	√	√	√	√
1975	-	-	-	√	√	-	√
1976	-	-	-	√	√	√	√
1977	√	√	√	√	√	√	√
1978	√	√	√	√	√	√	√
1979	√	√	√	√	√	√	√
1980	√	√	√	√	√	√	√
1981	√	√	√	√	√	√	√
1982	√	√	-	√	√	√	-
1983	√	√	√	√	√	√	-
1984	√	√	-	√	√	-	-
1985	√	√	√	√	-	-	-
1986	√	√	-	-	-	-	-
1987	√	-	-	-	-	-	-
1988	-	-	-	-	-	-	-
1989	-	-	-	-	-	-	-
1990	√	√	√	√	√	√	-
1991	√	√	√	√	√	√	-
1992	√	√	√	√	√	√	-
1993	√	√	√	√	√	√	-
1994	√	√	√	√	√	√	-
1995	√	√	√	√	√	√	-
1996	√	√	√	√	√	√	-
1997	√	√	√	√	√	√	-
1998	√	√	√	√	√	√	-
1999	√	√	√	√	√	√	-

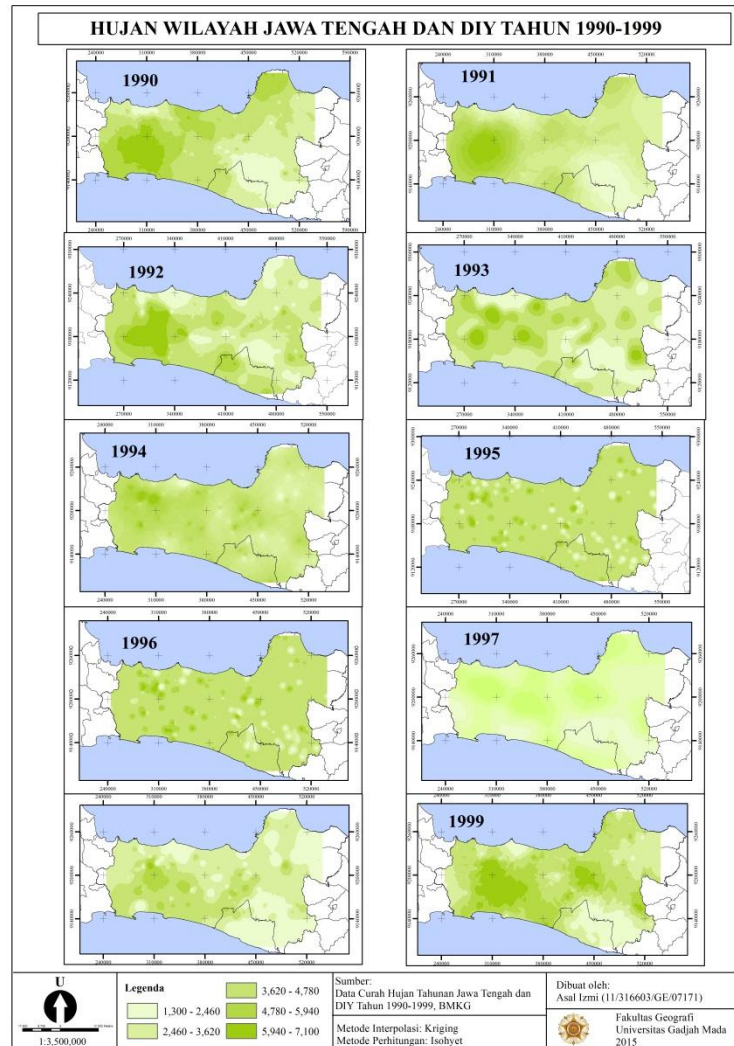
### Curah Hujan Jawa Tengah dan DIY

Jawa Tengah dan DIY terletak di daerah tropis. Sepanjang tahun, kedua daerah tersebut selalu mendapat penyinaran matahari. Adanya panas dari sinar matahari menyebabkan penguapan atau evapotranspirasi terjadi. Jawa Tengah bagian utara berbatasan langsung dengan Laut Jawa sedangkan di bagian selatan berbatasan langsung dengan Samudra Hindia. DIY memiliki batas langsung dengan Samudra Hindia di bagian selatan. Adanya permukaan laut yang cukup luas ditambah dengan pencahayaan sinar matahari yang cukup intensif dapat memicu adanya hujan karena evaporasi besar-besaran. Curah hujan di Jawa Tengah dan DIY memiliki nilai rata-rata lebih dari 2000 mm/tahun (Gambar 2). Besarnya curah hujan ini dipicu oleh berbagai faktor. Antara satu wilayah dengan wilayah lainnya memiliki nilai curah hujan yang berbeda. Walaupun rata-rata curah hujan di Jawa Tengah dan DIY melebihi 2000 mm/tahun, tetapi terdapat beberapa wilayah yang curah hujannya kurang dari 1000 mm/tahun. Jumlah curah hujan yang



cukup tinggi selama tahun 1990-1999 berada di wilayah Jawa Tengah bagian barat, seperti daerah Cilacap, Kebumen, Pekalongan, Brebes, Tegal, dan Pemalang sedangkan wilayah yang selalu menjadi bayangan hujan dari tahun ke tahun adalah Boyolali yang berada di sisi utara lereng

Gunungapi Merapi. Tahun 1997/1998 Indonesia mengalami fenomena anomali iklim yang menyebabkan rendahnya curah hujan dan kekeringan yang berkepanjangan. Anomali tersebut disebabkan karena adanya *el-nino* pada tahun 1997/1998.



Gambar 2. Hujan Wilayah Jawa Tengah dan DIY Tahun 1990-1999

### Ketinggian Jawa Tengah dan DIY

Topografi Jawa Tengah dan DIY yang cukup beragam (Gambar 3). Ketinggian di Jawa Tengah dan DIY memiliki variasi 0 mdpal – 3300 mdpal. Titik terendah berada di tepi laut yang merupakan pantai, sedangkan titik tertinggi berada di puncak-puncak gunung yang berada di bagian tengah Pulau Jawa. Klasifikasi ketinggian yang ada di Jawa Tengah dan DIY dibagi menjadi ke dalam enam kelas ketinggian; 0 – 600 mdpal, 600 – 1200 mdpal, 1200 – 1800 mdpal, 1800 – 2400

mdpal, 2400 – 3000 mdpal, dan 3000 – 3600 mdpal. Klasifikasi ketinggian didasarkan tiap beda ketinggian 600 m, hal ini karena beda tinggi 600 m mampu mewakili variansi topografi yang ada di setiap wilayah. Perubahan hujan biasa terjadi pada ketinggian 600-700 mdpal (Tjasyono, 2009). Ketinggian di Jawa Tengah dan DIY memiliki persebaran yang memusat, yaitu letak dataran tertinggi berada bagian tengah sedangkan dataran terendah berada di wilayah yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa

maupun Samudra Hindia. Dataran yang memiliki ketinggian yang besar berada di bagian pegunungan yang berada di tengah Pulau Jawa. Pulau Jawa dilewati oleh jalur busur gunungapi,

sehingga di sepanjang pulau terdapat gunungapi walaupun dengan umur yang berbeda.



Gambar 3. Peta Ketinggian Jawa Tengah dan DIY

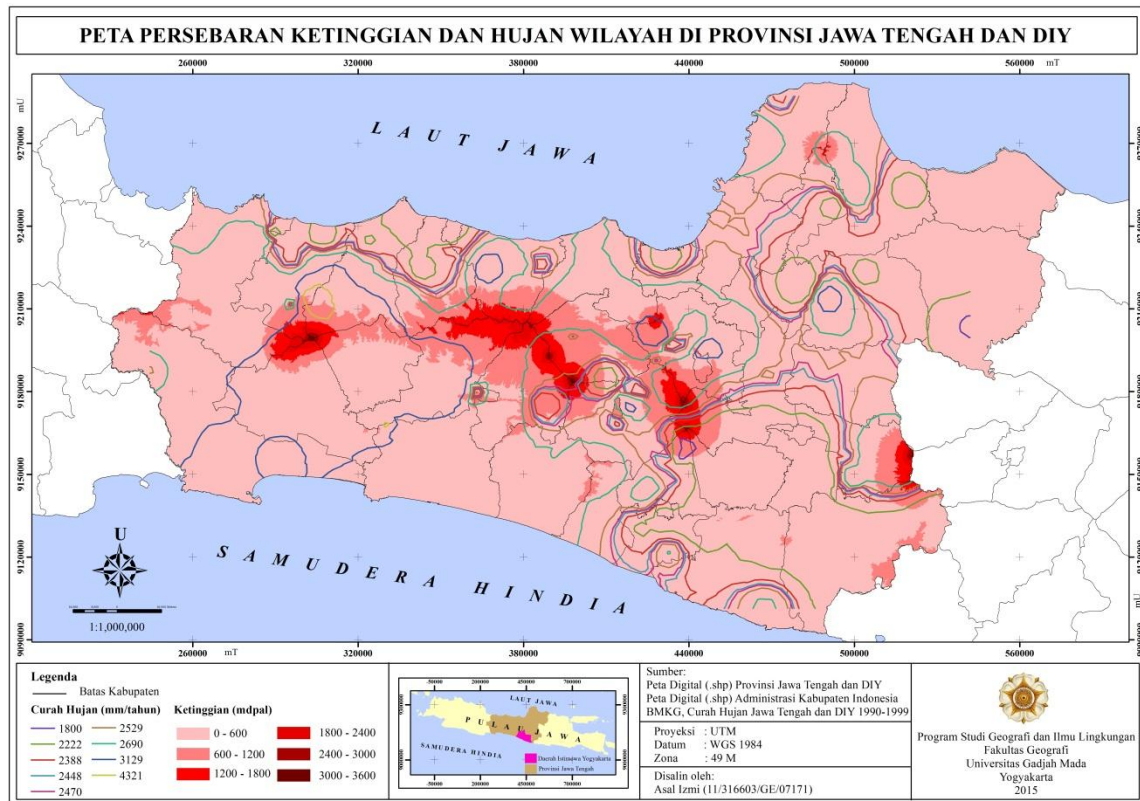
### Hubungan Curah Hujan dan Ketinggian

Faktor ketinggian dapat menyebabkan terjadinya hujan orografis, oleh karena itu, pengaruh ketinggian terhadap curah hujan cukup besar. Gambar 4 menunjukkan kondisi curah hujan tahunan selama tahun 1990-1999 di Jawa Tengah dan DIY yang ditampilkan dengan ketinggian. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh ketinggian terhadap curah hujan. Pengaruh ketinggian dapat terlihat apabila ada terjadinya hujan orografis. Wilayah bayangan hujan berada di sekitar Magelang dan Boyolali. Koefisien korelasi antara curah hujan dan ketinggian sebesar 0,248 (Tabel 2). Nilai tersebut tergolong kecil yang berarti antara curah hujan dan ketinggian tidak memiliki korelasi yang kuat.

Tabel 2. Korelasi Curah Hujan dan Ketinggian

Kode	Curah Hujan (x)	Ketinggian (y)	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
1	65156	3493.75	164143866	1311992.188	9022756.25
2	61200	3525	144373750	566875	8273750
3	65379	2925	166397031	416875	7172800
4	68210	2400	181959500	650390.625	7126875
5	69130	8450	188197700	4629687.5	23904250
6	76920	19175	229694200	19838125	58164500
7	73690	21537.5	215805700	30605156.25	65921500
8	75900	11780	225842200	9416400	34358000
9	72850	8925	207507500	6226875	23955000
10	70800	7410	195220000	4965662.5	18715000
11	68850	7256.25	187132500	7773554.688	16683750
12	66650	6343.75	173942500	4883398.438	16113750
13	61190	7000	147286100	4907031.25	16501000
14	58210	5731.25	131030100	1939414.063	12648625
<b>TOTAL</b>	<b>954135</b>	<b>115952.5</b>	<b>2558532647</b>	<b>98131437.5</b>	<b>318561556.3</b>
<b>R</b>	<b>0.248</b>				

Sumber: Pengolahan Data Sekunder, 2015



Gambar 4. Gambar 4. Peta Hubungan Curah Hujan dan Ketinggian Jawa Tengah dan DIY Tahun 1990-1999

### Aplikasi Ketetapan WMO

$$L = 1,07 \sqrt{\frac{35822}{213}}$$

$$L = 1,07 \sqrt{168,1784}$$

$$L = 1,07 \times 12,9683$$

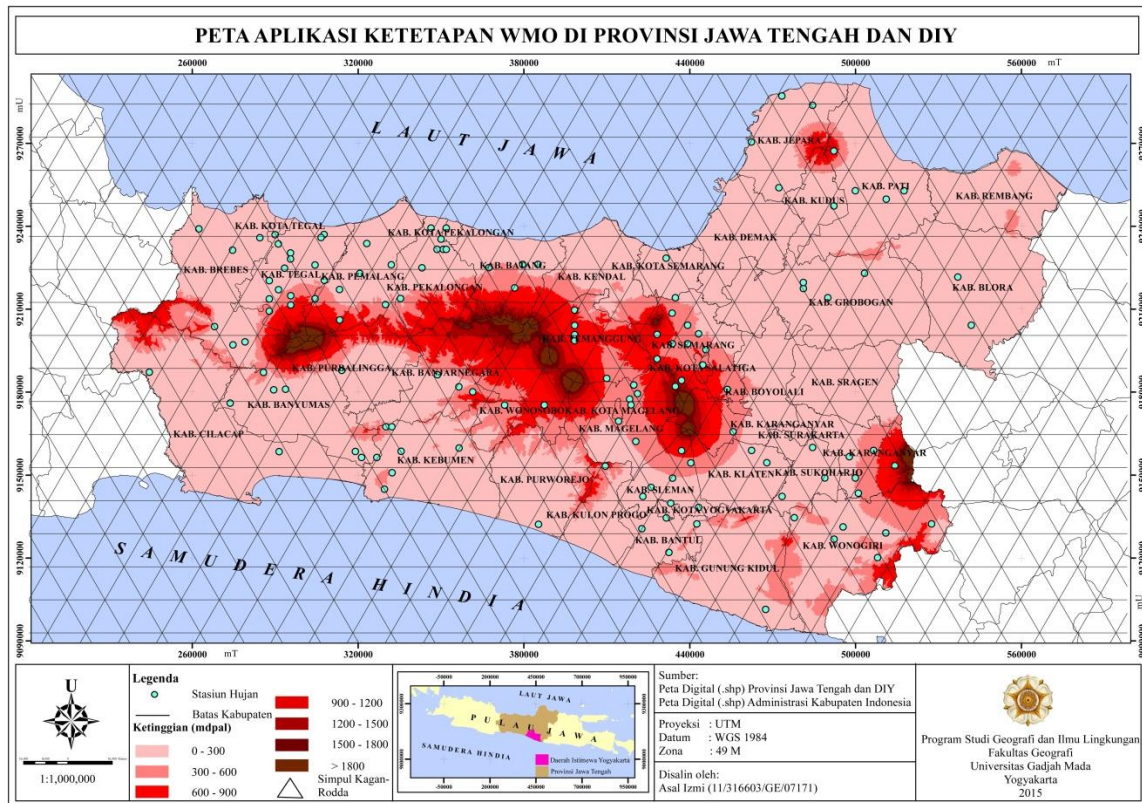
$$L = 13,876 \text{ km}$$

WMO menetapkan jumlah jaringan stasiun hujan yang perlu di pasang di Jawa Tengah sebanyak 213 buah. Penetapan ini didasarkan bahwa menurut WMO (dalam Harto 1993) kerapatan stasiun hujan untuk daerah tropis seperti Jawa Tengah dan DIY memiliki kerapatan stasiun hujan 25 km<sup>2</sup>. Jumlah stasiun yang telah ditentukan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam persamaan Kagan-Rodda. Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka jarak antarstasiun yang dipasang WMO memiliki jarak 13,876 km antar stasiun. Penetapan 213 stasiun ini akan mengikuti pola yang telah ditetapkan oleh Kagan yaitu segitiga sama sisi dengan jarak antara satu titik dengan titik lainnya adalah 13,876 km (Gambar 5). Hasil penerapan jumlah yang ditetapkan stasiun WMO menggunakan

persamaan jarak Kagan-Rodda ternyata tidak menghasilkan jumlah yang seharusnya ditentukan yaitu 213 buah (Gambar 5). Jumlah stasiun yang diaplikasikan memiliki jumlah yang lebih banyak dari 213, yaitu 225 buah stasiun dengan jarak antar stasiun 13,8 km. Hal ini menunjukkan bahwa perhitungan Kagan Rodda harus dilakukan dari awal sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. Aplikasi hasil perhitungan Kagan Rodda berdasarkan jumlah yang ditetapkan WMO menunjukkan bahwa stasiun hujan tersebar merata dengan jarak yang sama di seluruh daerah di Jawa Tengah dan DIY. Pola penempatan stasiun hujan ini dapat menjadi rekomendasi untuk evaluasi terhadap lokasi dan jumlah stasiun yang sudah ada maupun untuk rekomendasi pemasangan stasiun yang baru. Setiap Kabupaten memiliki 5-8 buah stasiun yang terpasang, tergantung dari luasan setiap kabupaten. Pada kenyataannya, pemasangan stasiun hujan tidak bisa dilakukan ideal sesuai dengan plot lokasi yang telah ditentukan berdasarkan perhitungan Kagan. Ada berbagai pertimbangan dalam memasang stasiun hujan, antara lain; (1)sifat



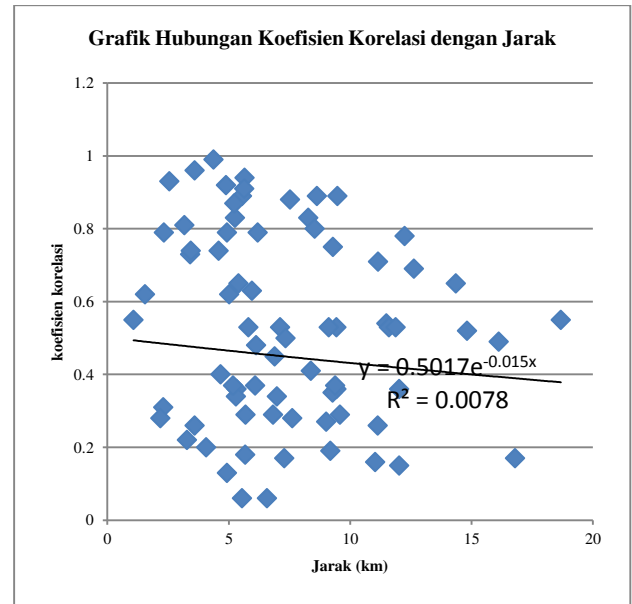
hujan (2)ketersediaan tenaga pengamat yang baik (3)biaya (4)aksesibilitas (Harto, 1993).



Gambar 5. Peta Ketetapan WMO Jawa Tengah dan DIY Tahun 1990-1999

### Perhitungan Kagan-Rodda

Hasil perhitungan koefisien variasi (Cv) berdasarkan hujan wilayah tahun 1990-1999 sebesar 0.138 yang berarti tingkat variasi data tergolong rendah dan seluruh data yang ada memiliki nilai yang hampir sama dengan rata-rata. Rata-rata antar stasiun memiliki nilai koefisien korelasi ( $r_d$ ) sekitar 0.53 yang tergolong ke dalam tingkatan sedang. Nilai radius korelasi untuk jarak yang sangat dekat ( $r_0$ ) dan radius korelasi ( $d_0$ ). Persamaan regresi (Gambar 6) dari hubungan jaran dan koefisien korelasi adalah  $y = 0,5017.e^{-0,015x}$  yang kemudian nilai 0,5017 merupakan besaran  $r_0$  dan 0.015 adalah besaran  $d_0$ . Tingkat kesalahan dalam perhitungan Kagan-Rodda dapat dipilih sesuai kebutuhan. Tabel 3 merupakan hasil perhitungan Kagan-Rodda dengan seluruh parameter yang digunakan.



Gambar 6. Hubungan antara Jarak dan Koefisien Korelasi

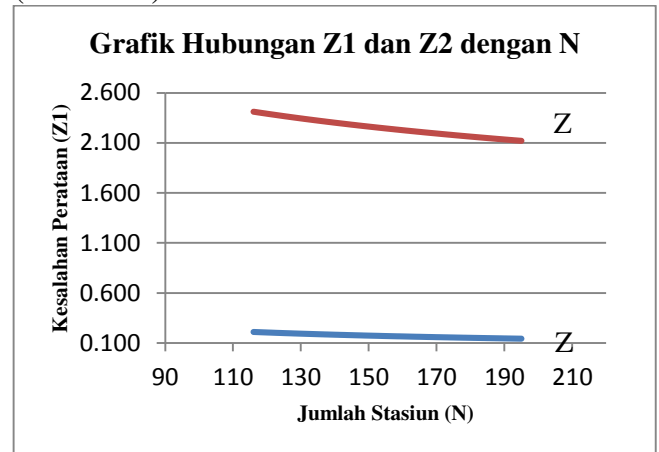


Tabel 3. Hasil Perhitungan Kagan-Rodda

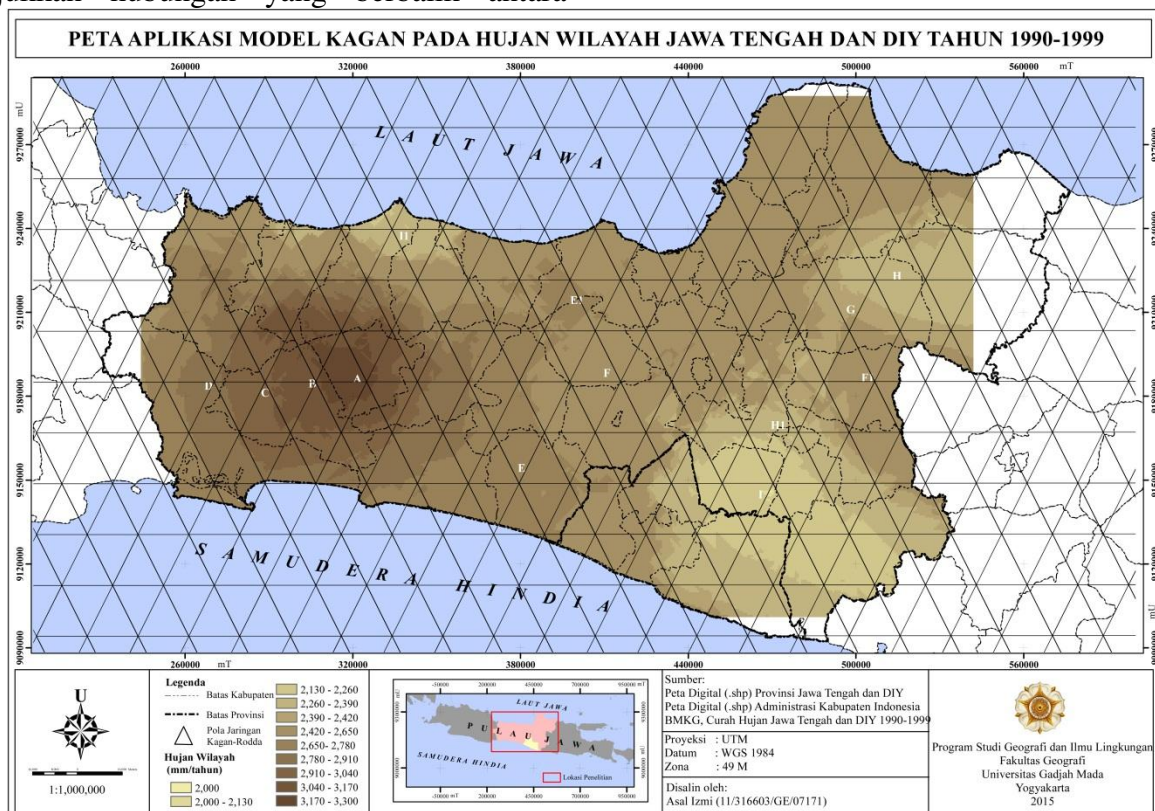
n	Cv	R(o)	A	d(o)	Z1	Z2	L
110	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.211	2.353	17.887
111	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.209	2.348	17.806
112	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.208	2.343	17.727
113	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.207	2.337	17.648
114	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.205	2.332	17.570
115	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.204	2.327	17.494
116	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.203	2.322	17.418
117	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.201	2.317	17.344
118	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.200	2.312	17.270
119	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.199	2.307	17.197
120	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.198	2.303	17.126
121	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.196	2.298	17.055
122	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.195	2.293	16.985
123	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.194	2.288	16.915
124	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.193	2.284	16.847
125	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.192	2.279	16.780
126	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.1905	2.275	16.713
127	0.1380	0.5017	30740	0.015	0.1893	2.270	16.647

Kesalahan perataan yang dipilih untuk penempatan jaringan stasiun hujan adalah 0,2% dengan kesalah interpolasi 2,3%. Kesalahan perataan 0,2% dianggap memenuhi jumlah yang pas dan jarak yang sesuai untuk diterapkan. Semakin banyak stasiun yang terpasang maka nilai Z1 dan Z2 akan semakin kecil. Hal ini menunjukkan hubungan yang berbalik antara

jumlah stasiun hujan dengan nilai Z1 maupun Z2 (Gambar 7)



Gambar 7. Hubungan Jumlah Stasiun dengan Z1 dan Z2. Jumlah 118 dan jarak antar stasiun 17,27 km ini lebih sedikit dibandingkan jumlah stasiun yang ada saat ini, namun dengan pola penempatan Kagan-Rodda, jumlah stasiun 118 dapat dioptimalkan dengan baik dan diletakkan secara merata di seluruh wilayah berdasarkan pola penempatan yang sudah tersedia (Gambar 8)



Gambar 8. Peta Aplikasi Kagan-Rodda

Hujan Wilayah rata-rata selama 10 tahun di Provinsi Jawa Tengah dan DIY berkisar antara 2000 – 3300 mm/tahun yang tersebar tidak merata diseluruh wilayah. Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai curah hujan yang paling tinggi berada di wilayah barat dan semakin ke timur curah hujannya semakin kecil. Rata-rata bulanan juga menampilkan pola yang serupa yaitu kecenderungan nilai curah hujan yang tinggi di wilayah barat.

Tabel 4. Jumlah Simpul Kagan di setiap Curah Hujan

Kode	Curah Hujan	Jumlah Simpul Kagan	Luas (km <sup>2</sup> )
A	3040 - 3170	1	413.64
B	2910 - 3040	3	1378.19
C	2780 - 2910	7	1902.07
D	2650 - 2780	12	2772.89
E	2420 - 2650	18	4885.64
E1		1	312.56
F	2390 - 2420	40	13248.42
F1		4	1275.11
G	2260 - 2390	7	2115.07
H	2130 - 2260	6	1317.46
H1		9	2764.19
I	2000 - 2130	8	2460.29
I1		2	0.56

Penempatan stasiun hujan Model Kagan Rodda ada yang efektif tetapi ada pula yang kurang efektif (Tabel 4). Untuk penempatan stasiun yang kurang efektif antara lain: wilayah A dengan curah hujan 3040 – 3170 mm/tahun, jumlah stasiun 1 buah untuk luasan wilayah 413,64 km<sup>2</sup>. Jumlah ini kurang efektif karena kurang mewakili kondisi fisik geografis yang memungkinkan terjadinya hujan orografis tetapi pada daerah yang berpotensi menjadi daerah bayangan hujan tidak terpasang stasiun hujan untuk monitoring kondisi hujan eksisting; wilayah B dengan curah hujan 2910 – 3040 mm/tahun, jumlah stasiun 3, yang tersebar di wilayah barat sedangkan untuk wilayah timur yang berbatasan langsung dengan wilayah C dan A tidak terdapat stasiun hujan; wilayah C dengan curah hujan 2780 – 2910 mm/tahun kurang efektif karena di bagian utara

tidak terdapat stasiun yang dimodelkan. Penempatan stasiun wilayah D, E, F, G, H, dan I sudah cukup mewakili, model yang direkomendasikan dapat digunakan atau dapat disesuaikan lagi peletakannya dengan jumlah yang sama.

Penelitian terkait evaluasi jumlah maupun persebaran curah hujan ini masih jarang untuk dilakukan. Penelitian lebih lanjut dapat menyertakan berbagai faktor yang memengaruhi curah hujan karena pada penelitian ini hanya fokus terhadap ketinggian saja. Persebaran stasiun di Indonesia terutama untuk wilayah-wilayah tertentu tidak merata dan bersifat memusat. Data hujan untuk mendukung penelitian ini banyak yang tidak lengkap dan tidak kontinyu. Ketidaklengkapan data hujan ini juga dapat dijadikan penelitian tersendiri terkait inventarisasi data yang kurang efisien. Kualitas data hujan sangat penting, apabila data hujan banyak yang tidak terisi akan kurang baik untuk mendukung penelitian lainnya yang terkait dengan curah hujan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hadisusanto, N. 2011. *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama
- Harto, S. Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Prasetijo, H., Montarcih, L., Prasetyorini, L. 2011. Analysis of Average Rainfall Using Kagan-Rodda. *Journal of Applied Sciences Research*. Pages 309-313. ISSN: 1819-544X
- Rodda, J. C. 1967. "Precipitation Network". *MWO Bulletin*, No. 324, II.21- 1-6
- Seyhan, E. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Sosrodarsono, Ir. S dan Takeda, K. 1977. *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Dainippon Gitakarya Printing
- Tjasyono, B. 2004. *Klimatologi: Edisi Kedua*. Bandung: Penerbit ITB