

# EVALUASI DAN RASIONALISASI KERAPATAN JARINGAN POS HUJAN DAN POS DUGA AIR DENGAN METODE *STEPWISE* DI SUB DAS BRANTAS HULU

Dara Marreta Cipta<sup>1)</sup>, Ery Suhartanto<sup>2)</sup>, Donny Harisuseno<sup>2)</sup>,

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

Jl. M.T. Haryono 167 Malang 65145 Indonesia

e-mail: [daramarreta@gmail.com](mailto:daramarreta@gmail.com)

## ABSTRAK

Salah satu analisa penting dalam sebuah perencanaan, pengembangan, maupun pengendalian infrastruktur keairan adalah analisa hidrologi. Ketepatan analisa hidrologi bergantung pada kualitas data hidrologi yang didapatkan dari pos hujan dan pos duga air dengan penempatan yang benar-benar mampu merepresentasikan keadaan daerah studi. Selain itu adanya pengaruh kejadian hujan terhadap debit, maka ketepatan analisa hidrologi seharusnya didukung dengan adanya hubungan yang berkaitan antara data pos hujan dan pos duga air. Pada studi ini evaluasi penempatan pos hujan dan pos duga air dilakukan berdasarkan pedoman WMO (*World Meteorological Organization*) dengan menghitung luasan kerapatan pengaruh setiap pos dengan poligon thiessen. Rasionalisasi dilakukan dengan pemodelan regresi metode *Stepwise* untuk mencari pos hujan yang memiliki korelasi tertinggi terhadap pos duga air. Hasil evaluasi dan rasionalisasi menunjukkan bahwa terdapat kombinasi dengan lima pos hujan yang memiliki korelasi tertinggi bahkan sempurna ( $R=1,00$ ) dengan pos duga air dan menghasilkan kerapatan yang sesuai kondisi ideal pedoman WMO.

**Kata kunci:** kerapatan jaringan pos hujan, pos duga air, metode *Stepwise*, pedoman WMO

## ABSTRACT

*One of the most important analysis in a planning, development, and control of water infrastructure is hydrological analysis. The accuracy of hydrological analysis depends on hydrological data quality obtained from rain gauges and Automatic Water Level Recorder (AWLR) placements that are actually capable to represent the study area condition. In addition to the influence of rainfall on discharge, the accuracy of hydrological analysis should be supported by corresponding relationship between rain gauges and AWLR data. In this study, evaluation of rain gauges and AWLR placements were done based on Water Meteorological Organization (WMO) guidance by calculating the influence of rain gauges densities with Polygon Thiessen. Rationalization was done by regression modelling with Stepwise method to find rain gauges which have the highest correlation to AWLR. The evaluation and rationalization results show that there is combination of five rain gauges with the highest even perfect correlation ( $R=1.00$ ) to AWLR and achieved the appropriate densities of ideal condition based on WMO guidance.*

**Keywords:** rain gauge network density, AWLR, Stepwise method, WMO guidance

## PENDAHULUAN

Sub DAS Brantas Hulu merupakan daerah yang memiliki peran penting terhadap kualitas dan kuantitas ketersediaan air di sebagian besar wilayah provinsi Jawa Timur. Untuk menunjang peran penting tersebut

terdapat banyak infrastruktur keairan yang dibangun. Dalam perencanaan, pengembangan, maupun pengendalian infrastruktur keairan dibutuhkan analisa-analisa yang tepat, salah satunya adalah analisa hidrologi. Ketepatan analisa hidrologi bergantung pada kualitas

Ketepatan analisa hidrologi bergantung pada kualitas data hidrologi yang didapatkan dari pos hujan maupun pos duga air dengan kerapatan jaringan yang sesuai dan mampu mewakili keadaan daerah yang diteliti.

Beberapa penelitian mengenai kerapatan jaringan pos hujan dikaitkan dengan pengaruh debit aliran sungai. Dapat diketahui bahwa ketepatan prediksi aliran sungai dari suatu pemodelan hidrologi sangat bergantung pada ketepatan input presipitasi (Gourley & Vieux, 2004). Informasi mengenai curah hujan merupakan syarat utama dari semua pemodelan peramalan banjir. Hal ini penting untuk mengetahui pos hujan yang mampu meramalkan banjir dengan akurasi yang diinginkan (Kar, et al., 2015). Kerapatan jaringan pos hujan dan pola areal serta distribusi curah hujan dapat mempengaruhi hasil kalibrasi dan validasi pemodelan distribusi curah hujan dengan limpasan (Montesarchio, et al., 2015). Evaluasi jaringan pos hujan juga dapat dilakukan dengan pemodelan hidrologi yang membandingkan debit simulasi dari suatu metode interpolasi dan kerapatan yang sesuai terhadap debit simulasi data curah hujan referensi (Andiego, et al., 2017). Selain itu terdapat pula peningkatan pada pendekatan peramalan aliran sungai menggunakan input berbasis jaringan pos hujan yang optimal dengan model jaringan saraf tiruan (Adhikary, et al., 2017). Untuk mendekati fenomena hidrologi pada daerah aliran sungai yang sukar maka perlu dikembangkan suatu analisa sistem hidrologi dengan menggunakan model yang merupakan penyederhanaan kenyataan alam yang sebenarnya (Hadihardaja & Sutikno, 2005).

Dari penelitian-penelitian yang ada sebelumnya, evaluasi kerapatan jaringan pos hujan belum pernah dikaitkan hubungannya dengan pos duga air secara langsung. Adanya pengaruh kejadian hujan terhadap debit maupun ketinggian

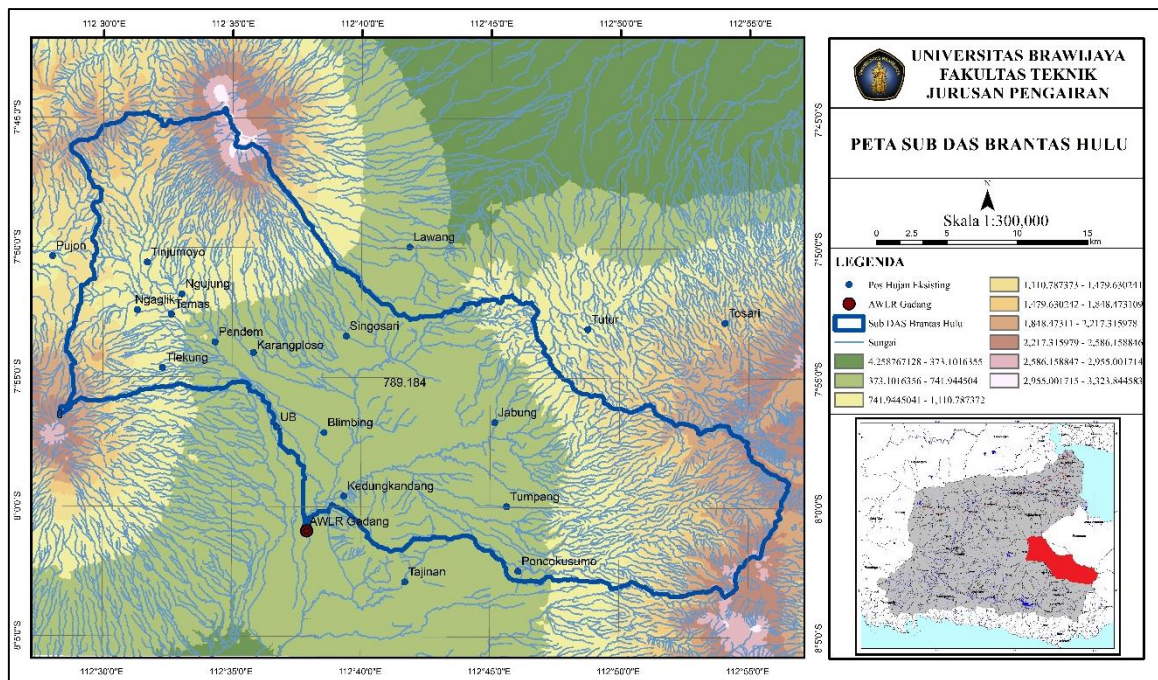
hujan terhadap debit maupun ketinggian muka air, maka ketepatan analisa hidrologi seharusnya didukung dengan adanya hubungan yang berkaitan antara data pos hujan dan pos duga air. Oleh karena itu studi ini bertujuan untuk mengevaluasi kerapatan jaringan pos hujan dan pos duga air berdasarkan pedoman WMO, menganalisa korelasi antara pos hujan dan pos duga air dengan metode *Stepwise*, dan mengetahui jumlah pos hujan di Sub DAS Brantas Hulu yang diperlukan berdasarkan rekomendasi hasil analisa studi.

## METODE

Lokasi yang dikaji pada studi ini adalah Sub DAS Brantas Hulu dengan luas yaitu 773,47 km<sup>2</sup>. Secara geografis Sub DAS Brantas Hulu terletak di antara 7°45'36" LS - 8°03'00" LS dan 112°34'12" BT - 112°25'48" BT. Sub DAS Brantas Hulu secara administratif terletak di Provinsi Jawa Timur yang meliputi Kota Batu, Kota Malang, Kabupaten Malang, dan Kabupaten Pasuruan.

Pada gambar 1. peta Sub DAS Brantas Hulu dapat dilihat bahwa pos hujan yang digunakan dalam studi ini adalah 19 pos hujan yang memiliki luas pengaruh lebih dari 0,8%. Pos hujan tersebut antara lain pos hujan Tinjumoyo, Ngaglik, Ngujung, Temas, Pendem, Karangploso, Singosari, Blimbing, Kedungkandang, Jabung, Tumpang, Poncokusumo, Lawang, Pujon, Tajinan, Tutur, Tlekung, dan Tosari. Sedangkan *outlet* Sub DAS Brantas Hulu yang digunakan pada studi ini adalah AWLR Gadang, Kota Malang.

Pembuatan batas Sub DAS Brantas Hulu dan poligon thiessen pada studi ini dilakukan dengan bantuan *software* ArcGIS 10.2.2. Data yang dibutuhkan antara lain peta kontur dan data koordinat pos duga air untuk pembuatan batas sub DAS, sedangkan data koordinat pos-pos hujan digunakan untuk pembuatan poligon thiessen. Selanjutnya dalam



**Gambar 1.** Peta Sub DAS Brantas Hulu

pengujian data statistika digunakan data hujan dan data debit dalam kurun waktu 10 tahun (2006-2015).

Berikut merupakan langkah-langkah penyelesaian studi:

1. Pengumpulan data, survei, dan pengamatan
2. Pembuatan peta batas sub DAS dan poligon thiesen
3. Pengisian data hujan hilang dengan metode *normal ratio* dan metode *reciprocal*
4. Uji konsistensi data hujan dengan analisa kurva masa ganda
5. Uji statistika data hujan (ketiadaan *trend*, stasioner, persistensi, *outlier*)
6. Pengisian data debit hilang dengan metode *normal ratio*
7. Uji konsistensi data debit dengan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*)
8. Uji statistika data debit (ketiadaan *trend*, stasioner, persistensi, dan *outlier*)
9. Evaluasi kerapatan jaringan pos hujan dan pos duga air eksisting dengan pedoman WMO
10. Analisis kerapatan jaringan pos hujan dan pos duga air dengan metode *Stepwise/ Stepwise-Enter*

### Pedoman WMO

Badan Meteorologi Dunia (*World Meteorological Organization*, WMO) menyarankan pedoman untuk kerapatan minimum jaringan pos hujan sebagai berikut:

**Tabel 1.** Kerapatan Minimum Jaringan Pos Hujan Rekomendasi WMO

| No | Tipe Wilayah                                                      | Luas Daerah (km <sup>2</sup> )<br>untuk Satu Pos Hujan |               |
|----|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|
|    |                                                                   | Kondisi Normal                                         | Kondisi Sulit |
| 1. | Wilayah dataran tropis mediteran dan sedang                       | 600-900                                                | 900-3000      |
| 2. | Wilayah pegunungan tropis mediteran dan sedang                    | 100-250                                                | 250-1000      |
|    | Kepulauan-kepulauan kecil bergunung dengan curah hujan bervariasi | 25                                                     |               |
| 3. | Mintakat arid dan kutub                                           | 1500-10000                                             |               |

Sumber: Seyhan (1977, p.40)

Berdasarkan tabel 1. tersebut dapat diketahui bahwa wilayah yang sesuai dengan kondisi di Sub DAS Brantas Hulu adalah wilayah pegunungan, tropis, mediteran, dan sedang. Pada kondisi normal WMO menyarankan setidaknya terdapat satu pos hujan pada setiap luasan daerah sebesar 100-250 km<sup>2</sup>.

WMO juga memberikan pedoman untuk kerapatan minimum jaringan pos hidrometri yang di dalamnya mencakup pengukuran tinggi muka air atau pos duga air. Berikut merupakan kerapatan minimum yang disyaratkan WMO pada pos hidrometri:

**Tabel 2.** Kerapatan Minimum Jaringan Pos Hidrometri Rekomendasi WMO

| No | Tipe Wilayah                                                                                                        | Luas Daerah (km <sup>2</sup> )<br>untuk Satu Pos Hujan |               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|
|    |                                                                                                                     | Kondisi Normal                                         | Kondisi Sulit |
| 1. | Wilayah dataran tropis mediteran dan sedang                                                                         | 1000-2500                                              | 3000-10000    |
| 2. | Wilayah pegunungan tropis mediteran dan sedang<br>Kepulauan-kepulauan kecil bergunung dengan curah hujan bervariasi | 300-1000                                               | 1000-5000     |
| 3. | Mintakat arid dan kutub                                                                                             | 5000-20000                                             |               |

Sumber: Seyhan (1977, p.197)

Pada tabel 2. dapat dilihat bahwa sesuai tipe wilayah studi sub DAS Brantas Hulu dengan kondisi normal, WMO mensyaratkan adanya satu pos hidrometri dalam luasan daerah 300-1000 km<sup>2</sup>.

### Metode Stepwise

Metode *Stepwise* merupakan salah satu metode yang digunakan dalam regresi linear. Regresi *Stepwise* adalah salah satu metode untuk mendapatkan model terbaik dari sebuah analisis regresi. Metode ini diperoleh dari beberapa tahap pemilihan variabel bebas untuk masuk dalam model kemudian memilih satu atau beberapa variabel bebas yang benar-benar signifikan dalam menjelaskan variabel terikat. [8]

Pemodelan regresi metode *Stepwise* ini menggunakan bantuan *software IBM SPSS Statistics 21* dengan masukan data hujan sebagai variabel bebas dan data debit sebagai variabel terikat. Analisa *output* dari metode *Stepwise* pada studi ini antara lain analisa regresi linier berganda, uji F, uji T, dan analisa koefisien determinasi.

Pemodelan regresi pada studi ini juga dilakukan dengan metode *Stepwise-Enter*, yaitu pemodelan regresi linear dengan prinsip pengambilan keputusan yang ada pada metode *Stepwise* namun dengan perintah *Enter*. Metode ini dilakukan dengan cara mencari nilai korelasi parsial pada masing-masing variabel bebas (pos hujan) terhadap variabel terikat (pos duga air). Pos hujan yang memiliki korelasi parsial tertinggi diurutkan untuk selanjutnya dilakukan korelasi secara simultan hingga mendapatkan korelasi simultan yang tertinggi. Pada metode ini pemodelan regresi dapat dihentikan ketika nilai korelasi simultan telah menghasilkan nilai 1,00 atau sempurna.

Dalam sebuah analisa regresi yang baik mensyaratkan agar hasil analisisnya memenuhi uji asumsi klasik. Uji asumsi klasik terdiri dari;

1. Uji normalitas residual, adanya nilai residual yang terdistribusi normal
2. Uji multikolinearitas, terjadinya hubungan linear antara dua variabel atau lebih
3. Uji heteroskedastisitas, terjadinya ketidaksamaan varian dari residual
4. Uji autokorelasi, terjadinya korelasi dari residual antar pengamatan menurut runtun waktu

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Statistika Data Hujan dan Data Debit

Pengujian statistika yang meliputi uji ketiadaan *trend*, stasioner, persistensi, dan *outlier* dilakukan pada data hujan dan data debit dengan berbagai kemungkinan varian data (kumulatif bulanan, kumulatif tahunan, rerata bulanan, rerata tahunan). Pengujian statistika dengan penyaringan data tersebut bertujuan untuk menguji ada tidaknya tren atau kecenderungan nilai pada deret berkala, homogenitas dengan kestabilan nilai varian dan rerata deret berkala, ketidaktergantungan dari deret berkala, dan ada tidaknya data yang menyimpang. Berikut Tabel 3. merupakan



rekapitulasi pengujian statistika data hujan dengan berbagai varian data:

**Tabel 3.** Rekapitulasi Pengujian Statistik Data Hujan

| Jenis Data        | Ketiadaan <i>Trend</i>      | Stasioner | Persistensi              | <i>Outlier</i> |
|-------------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|----------------|
| Kumulatif tahunan | diterima                    | diterima  | diterima                 | 7 tahun        |
| Kumulatif Bulanan | ditolak (Pendem, Pujon)     | diterima  | ditolak (Kedung kandang) | 49 bulan       |
| Rerata Tahunan    | ditolak (Pendem, Tumpang)   | diterima  | diterima                 | 6 tahun        |
| Rerata Bulanan    | ditolak (Singosari, Lawang) | diterima  | diterima                 | 63 bulan       |

Dari tabel 3. tersebut dapat diketahui bahwa data hujan dengan jenis kumulatif tahunan diterima pada semua pengujian dan menghasilkan panjang data 7 tahun setelah dilakukan uji *outlier*. Selanjutnya pada tabel 4. menampilkan rekapitulasi pengujian statistika data debit dengan berbagai jenis data, sebagai berikut:

**Tabel 4.** Rekapitulasi Pengujian Statistik Data Debit

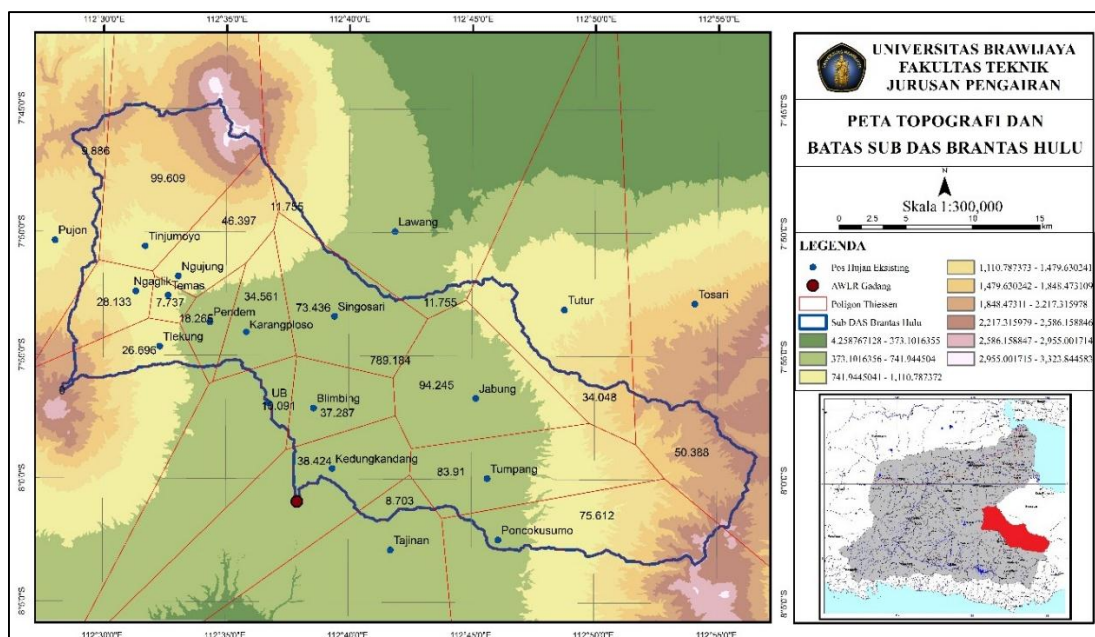
| Jenis Data        | Ketiadaan <i>Trend</i> | Stasioner | Persistensi | <i>Outlier</i> |
|-------------------|------------------------|-----------|-------------|----------------|
| Kumulatif tahunan | diterima               | diterima  | diterima    | 10 tahun       |
| Kumulatif Bulanan | diterima               | ditolak   | diterima    | 118 bulan      |
| Rerata Tahunan    | diterima               | diterima  | diterima    | 10 tahun       |
| Rerata Bulanan    | diterima               | ditolak   | diterima    | 118 bulan      |

Berdasarkan tabel 4. dapat diketahui bahwa data debit dengan jenis kumulatif tahunan dan rerata tahunan diterima pada semua pengujian. Pada pemodelan regresi Stepwise membutuhkan data dengan jenis dan panjang data yang sama, oleh karena itu pada analisa selanjutnya digunakan data hujan dan data debit kumulatif tahunan selama 7 tahun (2006, 2007, 2008, 2009, 2012, 2014, dan 2015).

### Evaluasi Kerapatan Jaringan Pos Hujan dan Pos Duga Air Eksisting dengan Pedoman WMO

Evaluasi pertama dilakukan pada kerapatan pos duga air. Hasil pada luasan pengaruh pos duga air di Sub DAS Brantas Hulu ini telah memenuhi pedoman WMO. Pada daerah pegunungan, tropis, mediteran, dan sedang dengan kondisi normal dibutuhkan 1 pos duga air pada setiap luasan 300-1000 km<sup>2</sup>. Pada gambar 2. dapat dilihat bahwa pedoman yang disyaratkan tersebut telah sesuai dengan kondisi eksisting pos duga air AWLR Gadang, di mana terdapat 1 pos duga air pada luasan 789,183 km<sup>2</sup>.

Selanjutnya evaluasi kerapatan jaringan pos hujan eksisting dilakukan dengan mencari luasan pengaruh pos-pos hujan menggunakan poligon thiessen.



**Gambar 2.** Peta Sebaran Pos Hujan dan Pos Duga Air Eksisting

Berdasarkan gambar 2. evaluasi tersebut didapatkan hasil bahwa seluruh luasan pengaruh 19 pos hujan di Sub DAS Brantas Hulu ini kurang dari batas minimum luasan standar yang ditetapkan WMO. Pada daerah pegunungan, tropis, mediteran, dan sedang dengan kondisi normal dibutuhkan 1 pos hujan pada setiap luasan 100-250 km<sup>2</sup>. Sedangkan hasil luasan pengaruh 19 pos hujan di Sub DAS Brantas Hulu didapatkan nilai luasan kurang dari 100 km<sup>2</sup>. Oleh karena itu pos-pos hujan di Sub DAS Brantas Hulu perlu dilakukan rasionalisasi.

### Analisis Kerapatan Jaringan Pos Hujan dan Pos Duga Air dengan Metode Stepwise

Dalam studi ini analisis regresi *Stepwise* dilakukan dengan metode *Stepwise* dan *Stepwise-Enter* dengan bantuan *software* SPSS Statistics 21.

Analisis regresi pertama yang dilakukan adalah dengan metode *Stepwise*. Input yang dimasukkan antara lain data hujan dari 19 pos hujan sebagai variabel bebas dan data debit dari 1 pos duga air sebagai variabel terikat. Tabel 5. berikut merupakan salah satu tabel *output* pemodelan regresi *stepwise*:

**Tabel 5.** Hasil Analisis *Stepwise*: *Model Summary*

| Model | R                 | R Square | Durbin-Watson |
|-------|-------------------|----------|---------------|
| 5.    | 1,00 <sup>e</sup> | 1,00     | 1,709         |

e. Predictors: (Constant), Tukur (X16), Tlekung (X17), Pendem (X5), Lawang (X13), Tajinan (X15)

Dependent Variable: Debit (Y)

Dari tabel 5. tersebut dapat dilihat hasil analisis *Stepwise* dengan kombinasi 5 pos hujan yang memiliki hubungan terbaik dengan pos duga air AWLR Gadang. Pos-pos hujan tersebut antara lain pos hujan Tukur, Tlekung, Pendem, Lawang, dan Tajinan. Dari *output Stepwise* pada uji F dapat diketahui bahwa ke-lima pos hujan tersebut secara serentak memiliki

pengaruh yang signifikan terhadap pos duga air. Kombinasi 5 pos hujan ini menghasilkan nilai R (korelasi) mencapai 1,00 dan R<sup>2</sup> (persentase sumbangan pengaruh variabel bebas secara serentak terhadap variabel terikat) sebesar 100%.

**Tabel 6.** Hasil Analisis *Stepwise-Enter*: *Model Summary*

| Model | R                 | R Square | Durbin-Watson |
|-------|-------------------|----------|---------------|
|       | 1,00 <sup>a</sup> | 1,00     | 0,306         |

a. Predictors: (Constant), Pendem (X5), Tinjumoyo (X1), UB (X19), Ngaglik (X2), Ngujung (X3), Tukur (X16)  
Dependent Variable: Debit (Y)

Sedangkan pada hasil analisis *Stepwise-Enter* diperoleh kombinasi 6 pos hujan yang memiliki hubungan terbaik dengan pos duga air AWLR Gadang. Dengan melihat tabel 6. tersebut dapat diketahui bahwa pos-pos hujan hasil *Stepwise-Enter* antara lain pos hujan Tukur, Ngaglik, UB, Ngujung, Tinjumoyo, dan Pendem menghasilkan nilai korelasi simultan 1,00 dan R<sup>2</sup> sebesar 100%. Kombinasi 6 pos hujan tersebut diperoleh dengan metode *Enter* dalam mencari korelasi sederhana (*single correlation*) terlebih dahulu pada 19 pos hujan, kemudian dilakukan korelasi berganda (*multiple correlation*) terhadap kombinasi pos hujan yang memiliki *single correlation* tertinggi. Setelah mencapai nilai R = 1, yang berarti suatu regresi telah memiliki hubungan yang sempurna, maka kombinasi terbaik telah didapatkan dan *multiple correlation* dapat dihentikan. Hal ini didasarkan pada efisiensi kombinasi jumlah pos hujan yang minimum dan telah mencapai nilai korelasi yang sempurna.

**Tabel 7.** Rekapitulasi Uji Asumsi Klasik

| Metode                | Uji Asumsi Klasik |                   |                     |              |
|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------|
|                       | Normalitas        | Multikolinearitas | Heteroskedastisitas | Autokorelasi |
| <i>Stepwise</i>       | diterima          | diterima          | diterima            | diterima     |
| <i>Stepwise-Enter</i> | diterima          | ditolak           | diterima            | ditolak      |

Selanjutnya pada tabel 7. di atas dapat dilihat rekapitulasi uji asumsi klasik dari pemodelan regresi metode *Stepwise* dan *Stepwise-Enter*. Berdasarkan tabel 7. kombinasi pos hujan hasil metode *Stepwise* telah memenuhi syarat regresi yang baik. Hal tersebut diindikasikan dari hasil uji asumsi klasik yang secara keseluruhan diterima. Sebaliknya, pada kombinasi pos hujan metode *Stepwise-Enter* tidak memenuhi syarat regresi yang baik karena tidak diterima pada dua uji asumsi klasik. Uji asumsi klasik yang tidak terpenuhi tersebut antara lain uji multikolinearitas dan uji autokorelasi. Terjadinya multikolinearitas tersebut ditunjukkan dengan nilai *Tolerance* lebih dari 10 dan VIF kurang dari 0,1. Sedangkan indikasi tidak diterimanya uji asumsi klasik autokorelasi ditunjukkan pada hasil nilai Durbin-Watson yang kurang dari syarat yang ditentukan.

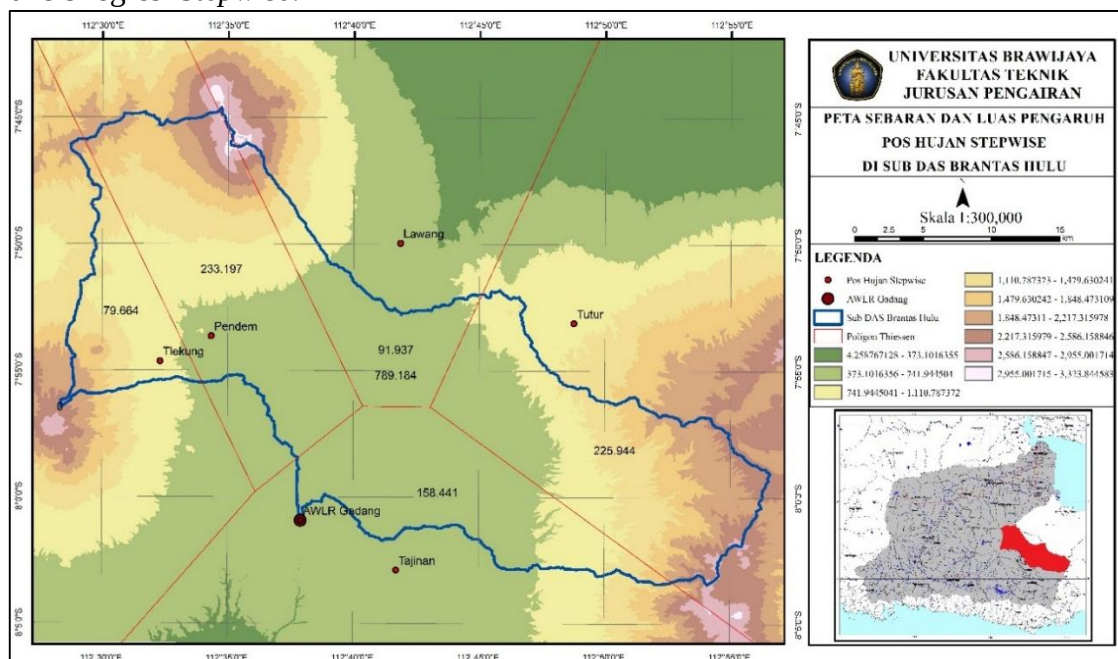
#### Analisis Kerapatan Jaringan Pos Hujan dan Pos Duga Air Hasil *Stepwise* dengan Pedoman WMO

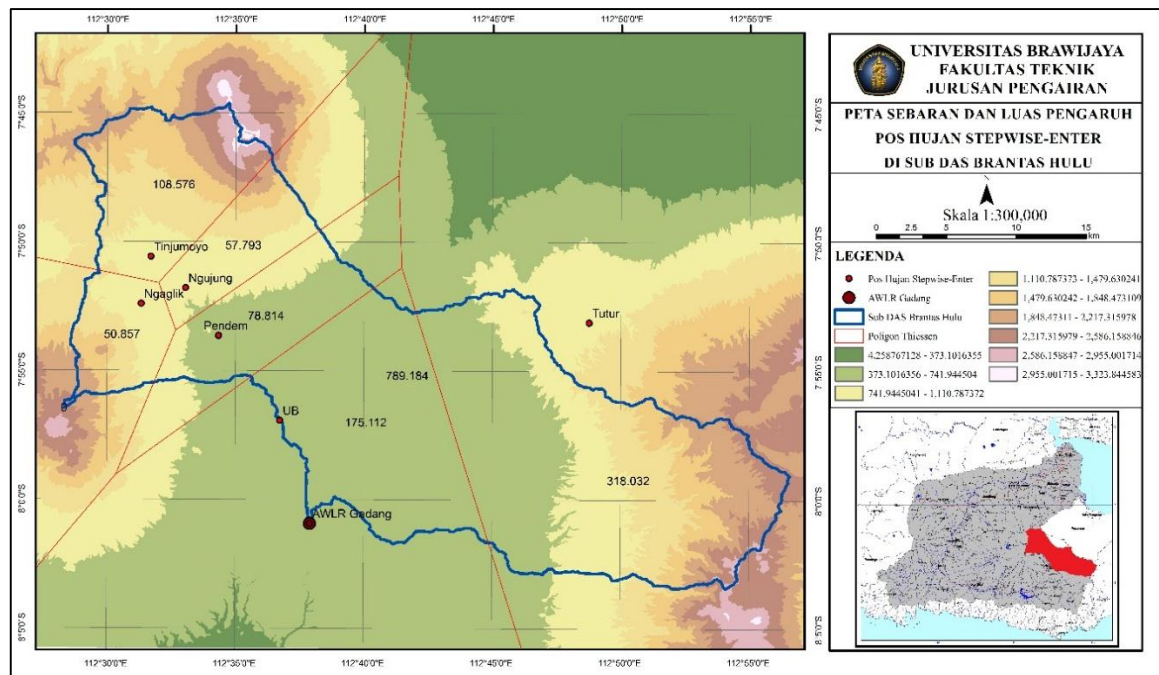
Analisis kerapatan jaringan pos hujan hasil *Stepwise* dan *Stepwise-Enter* dievaluasi kembali dengan pedoman luas WMO. Pada tabel 8. berikut merupakan pengaruh pos hujan setelah dilakukan analisis regresi *Stepwise*:

**Tabel 8.** Kerapatan Jaringan Pos Hujan Hasil Analisis *Stepwise*

| No.    | Pos Hujan | Luas Pengaruh (km <sup>2</sup> ) | Pedoman WMO |
|--------|-----------|----------------------------------|-------------|
| 1      | Pendem    | 233,20                           | Normal      |
| 2      | Lawang    | 91,94                            | < Normal    |
| 3      | Tajinan   | 158,44                           | Normal      |
| 4      | Tutur     | 225,94                           | Normal      |
| 5      | Tlekung   | 79,66                            | < Normal    |
| Jumlah |           | 789,18                           |             |

Berdasarkan tabel 8. luas pengaruh dari 5 pos hujan hasil analisis *Stepwise* tidak melebihi pedoman WMO. Pada kondisi normal dengan tipe daerah tropis, pegunungan, mediteran, sedang yang sesuai dengan kondisi Sub DAS Brantas Hulu, WMO mensyaratkan luasan maksimum sebesar 250 km<sup>2</sup>. Luas pengaruh pos hujan Pendem, Lawang, Tajinan, Tutur, dan Tlekung tersebut kurang dari angka maksimum yang disyaratkan WMO. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kombinasi pos hujan hasil analisis *Stepwise* telah memenuhi pedoman WMO. Selanjutnya Pada gambar 3. dapat dilihat sebaran beserta luas pengaruh kombinasi dari 5 pos hujan hasil analisis *Stepwise* dengan poligon thiessen.







korelasi (R) secara simultan dari kombinasi pos hujan tersebut terhadap pos duga air Gadang adalah 1,00.

Rekomendasi pos hujan hasil analisis metode *Stepwise* lebih memenuhi pedoman WMO pada kondisi normal. Rekomendasi tersebut menghasilkan sejumlah 5 pos hujan dengan luas pengaruh masing-masing, pos hujan Tutur (225,94 km<sup>2</sup>), Tlekung (79,66 km<sup>2</sup>), Pendem (233,20 km<sup>2</sup>), Lawang (91,94 km<sup>2</sup>), dan Tajinan (158,44 km<sup>2</sup>). Pemilihan rekomendasi pos hujan dengan metode *Stepwise* juga didukung oleh terpenuhinya seluruh uji asumsi klasik pada pemodelan regresi.

### Saran

Dalam evaluasi kerapatan jaringan pos hujan, penggunaan metode *Stepwise* sebaiknya dilakukan dengan metode lain sebagai penunjang. Hal ini dikarenakan *output* yang dihasilkan pada metode ini sangat bergantung pada kualitas dan jenis data yang akan diuji.

Penggunaan metode *Stepwise* lebih efektif dilakukan pada wilayah dengan kerapatan pos hujan yang tinggi karena metode ini hanya dapat mengurangi jumlah pos hujan.

Persamaan analisis regresi yang dihasilkan dalam metode *Stepwise* pada studi ini juga sebaiknya tidak digunakan secara langsung dalam meramalkan nilai debit. Hal ini dikarenakan terdapat faktor-faktor lain yang mempengaruhi besarnya debit, seperti klimatologi, topografi, dan lain sebagainya.

### DAFTAR PUSTAKA

Adhikary, S.K., Muttill, N., Yilmaz, A.G. (2017). *Improving Streamflow Forecast using Optimal Rain Gauge Network - Based Input to Artificial*

*Neural Network Models*. London IWA Publishing Hydrology Research: 1

Andiego, G., Waseem, M., Usman, M., Mani, N. (2108). *The Influence of Rain Gauge Network Density on the Performance of a Hydrological Model*. CWEE Journal Vol.8 No.1 :1

Gourley J.J., Vieux B.E. (2004). *A Method for Evaluating the Accuracy of Quantitative Precipitation Estimates from a Hydrologic Modeling Perspective*. Oklahoma: American Meteorological Society Journal: 1

Hadihardaja, I.K., Sutikno, S. (2005). *Pemodelan Curah Hujan-Limpasan Menggunakan Artificial Neural Network (ANN) dengan Metode Backpropagation*. Jurnal Teknik Sipil Vol 12. No.4: 249

Kar, A.K., Lohani, A.K., Goel, N.K., Roy, G.P. (2015). *Rain Gauge Network Design for Flood Forecasting using Multi-Criteria Decision Analysis and Clustering Techniques in Lower Mahanadi River Basin, India*. Journal of Hydrology: Regional Studies 4: 313

Montesarchio, V., Orlandob, D., Boveb D.D., Napolitanob, F., Magnaldib, S. (2015). *Evaluation of Optimal Rain Gauge Network Density for Rainfall-Runoff Modelling*. AIP Conference Proceedings: 1

Seyhan, E., (1977). *Dasar-dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Yamin, S., Rachmach, L.A., & Kurniawan, H. (2011). *Regresi dan Korelasi dalam Genggaman Anda (Software SPSS, Eviews, MINITAB, dan STATGRAPHICS*. Jakarta Pusat: Penerbit Salemba Empat.