

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Umum

Pada bab ini akan dijelaskan tentang pengolahan data dan hasil pembahasan yang didasarkan pada tinjauan pustaka. Hasil dan pembahasan pada bab IV ini yang pertama mengenai tentang tinjauan secara umum analisa data hujan. Pembahasan kedua terdiri dari perhitungan analisis curah hujan yang berisi tentang perhitungan uji konsistensi data curah hujan dengan analisis kurva massa ganda dan perhitungan uji konsistensi data debit dengan metode RAPS. Dan penyaringan data hujan dan data debit dengan uji ketiadaan trend, uji stasioner, uji persistensi dan uji outlier.

Pembahasan ketiga mengenai perhitungan curah hujan rerata daerah. Pembahasan keempat mengenai hasil pengolahan data analisis kerapatan dan pola penyebaran stasiun hujan dengan metode Stepwise dan metode Kriging.

Pada penelitian ini menggunakan Metode Stepwise dan Kriging karena karakteristik dan kondisi eksisting DAS Brantas Hulu yang memiliki  $\pm 674$  km<sup>2</sup> dan 11 stasiun hujan termasuk kategori sangat ideal. Dari definisi diatas serta ditinjau dari banyaknya stasiun hujan tersebar secara tidak merata, maka perlu dilakukan rasionalisasi jaringan stasiun hujan di DAS Brantas Hulu.

#### 4.2. Analisis Data Hujan

Data hujan yang digunakan pada penelitian ini merupakan data hujan yang berasal dari 11 stasiun hujan di DAS Brantas Hulu. Data tata letak stasiun tertera pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1. Daftar Stasiun Hujan pada DAS Brantas Hulu**

No	Nama	Bujur	Lintang	Desa/Kelurahan	Kecamatan	Kab/Kota
1	Tinjumoyo	112° 31' 37"	07° 50' 35"	Tinjumoyo	Bumiaji	Kota Batu
2	Ngaglik	112° 52' 58"	07° 87' 78"	Ngaglik	Batu	Kota Batu
3	Ngujung	112° 53' 80"	07° 85' 24"	Ngujung	Batu	Kota Batu
4	Temas	112° 57' 26"	07° 89' 51"	Bumiaji	Batu	Kota Batu
5	Pendem	112° 59' 03"	07° 91' 09"	Pendem	Junrejo	Kota Batu
6	Karangploso	112° 35' 53"	07° 53' 28"	Girimoyo	Karangploso	Kab Malang
7	Singosari	112° 39' 40"	07° 53' 59"	Klampok	Singosari	Kab Malang
8	Blimbing	112° 38' 33"	07° 57' 08"	Ciliwung	Klojen	Kota Malang
9	Kedungkandang	112° 39' 20"	07° 59' 35"	Kedungkandang	Kedungkandang	Kota Malang
10	Jabung	112° 45' 16"	07° 57' 16"	Kemantren	Jabung	Kab Malang
11	Tumpang	112° 45' 38"	07° 59' 57"	Tumpang	Tumpang	Kab Malang

Sumber : Dinas PU SDA Provinsi Jawa Timur (2017)

Pada lokasi studi terdapat 11 stasiun hujan yang mempunyai pengaruh di wilayah DAS Brantas Hulu. Dalam analisis hidrologi, data curah hujan akan diambil dari stasiun hujan tersebut. Analisis menggunakan data hujan tersebut yang meliputi data curah hujan harian dengan periode pengamatan mulai tahun 2006 sampai dengan tahun 2015.

**Tabel 4.2. Data Curah Hujan Tahunan DAS Brantas Hulu**

Tahun	Curah Hujan di Stasiun (mm)										
	Tinjumoyo	Ngaglik	Ngujung	Temas	Pendem	Karangploso	Singosari	Blimbing	Kd kandang	Jabung	Tumpang
2006	1264	1251	1163	1124	1549	1688	1645	2117	1403	2150	2247
2007	1558	1592	1615	1546	1514	1333	818	1911	1760	2054	2157
2008	1949	1776	1861	1704	1801	1388	719	1775	1683	1700	1959
2009	1605	1471	1548	1641	1562	1082	2416	1727	1903	1309	1917
2010	2818	2813	3108	2520	2706	3407	4776	3846	3376	3582	3766
2011	1748	1338	1651	1318	1260	2469	2631	2074	2084	2615	2660
2012	1842	1305	1619	1466	1369	1955	2053	1547	1650	2464	2193
2013	2542	2223	2882	2151	1632	1983	2683	2458	2377	2471	2419
2014	1737	1257	1690	1542	1525	1609	2039	3197	1411	1877	2036
2015	1433	1176	1406	1359	1530	1020	1625	1667	1802	1368	1797
Rerata	1850	1620	1854	1637	1645	1793	2141	2232	1945	2159	2315

Sumber : Dinas PU SDA Provinsi Jawa Timur (2017)

#### 4.2.1. Uji Konsistensi Data Hujan

Uji Konsistensi dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi perubahan pada lingkungan atau perubahan detail menakar. Jika hasil uji konsistensi menyatakan data hujan di suatu stasiun konsisten, berarti di daerah pengaruh stasiun tersebut tidak terjadi perubahan pada lingkungan dan tidak terjadi perubahan detail menakar selama pencatatan data tersebut. Dalam penelitian ini digunakan Uji Lengkung Massa Ganda yang bertujuan untuk mengetahui dimana letak ketidakkonsistenan data yang ditunjukkan oleh penyimpangan garisnya dari garis lurus. Jika terjadi adanya penyimpangan, maka data hujan dari stasiun yang diuji harus dikoreksi sesuai perbedaan kemiringan garisnya. Konsep dari metode ini adalah membandingkan komulatif salah satu stasiun hujan dengan rerata komulatif stasiun hujan lain sebagai pembanding, kemudian di plot pada grafik dengan rerata komulatif pembanding sebagai sumbu x dan komulatif satu stasiun sebagai sumbu y.

Contoh perhitungan Uji Konsistensi Stasiun Tinjumoyo pada tahun 2010.

1. Tahun = Data hujan disusun berdasarkan tahun  
= Tahun 2010
2. Data Tinjumoyo = Data hujan dari stasiun yang diuji, dan berdasarkan tahun  
= 2818 mm
3. Data Stasiun sekitar pada tahun 2010

No	Stasiun	Curah Hujan (mm)
1.	Ngaglik	2813
2.	Ngujung	3108
3.	Temas	2520
4.	Pendem	2706
5.	Karangploso	3407
6.	Singosari	4776
7.	Blimbing	3846
8.	Kedungkandang	3376
9.	Jabung	3582
10.	Tumpang	3766

4. Komulatif Tinjumoyo =  $2818 + 6376$   
= 9194 mm
5. Rerata pembanding =  $(2813 + 3108 + 2520 + 2706 + 3407 + 4776 + 3846 + 3376$   
 $+ 3582 + 3766) / 10$   
= 3390 mm
6. Kom. Pembanding =  $3390 + 6558$   
= 9948 mm

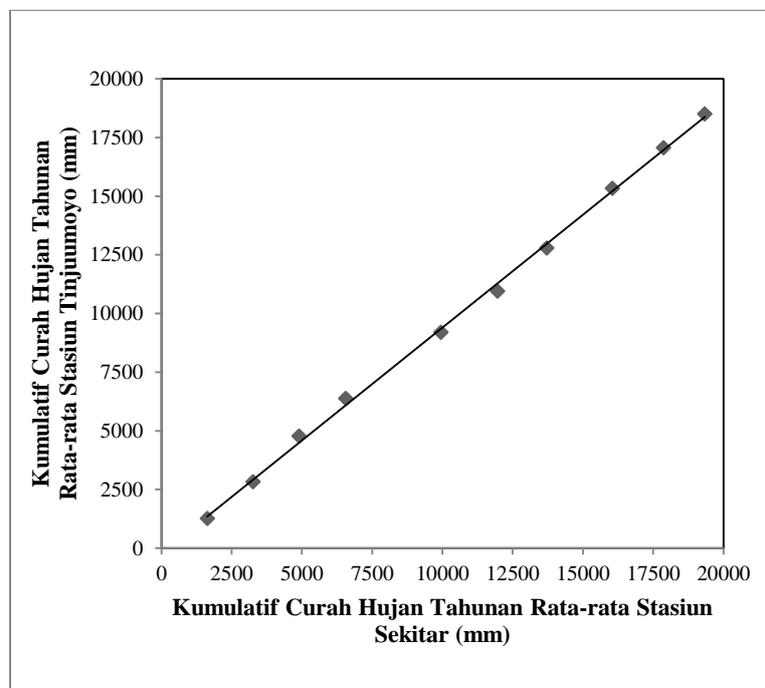
Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.3

**Tabel 4.3. Uji Konsistensi Stasiun Tinjumoyo**

Tahun	Stasiun Tinjumoyo		Stasiun Sekitar	
	Curah Hujan Tahunan (mm)	Kumulatif (mm)	Rata-rata (mm)	Kumulatif (mm)
2006	1264	1264	1634	1634
2007	1558	2822	1630	3264
2008	1949	4771	1637	4900
2009	1605	6376	1658	6558
2010	2818	9194	3390	9948
2011	1748	10942	2010	11958
2012	1842	12784	1762	13720
2013	2542	15326	2328	16048
2014	1737	17063	1818	17866
2015	1433	18496	1475	19341

Sumber : Hasil analisis (2017)

Kemudian plot Kolom (Kumulatif curah hujan tahunan rata-rata Stasiun Tinjumoyo) sebagai absis dan Kolom (Kumulatif curah hujan tahunan rata-rata Stasiun sekitar) sebagai ordinat, maka akan didapatkan grafik hasil uji konsistensinya. Grafik hasil uji konsistensi data curah hujan Stasiun Tinjumoyo dapat dilihat pada Gambar 4.1 . Untuk perhitungan Uji Konsistensi pada masing-masing stasiun hujan selengkapnya ditampilkan pada lampiran I-1.

**Gambar 4.1. Grafik Uji Konsistensi Stasiun Tinjumoyo**

Sumber : Hasil analisis (2017)

### 4.3. Analisis Data Debit

Untuk pengujian konsistensi data debit ini digunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Dalam metode ini, konsistensi data debit ditunjukkan dengan nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata. Uji konsistensi dilakukan terhadap data debit tahunan dengan tujuan untuk mengetahui adanya penyimpangan data debit, sehingga dapat disimpulkan apakah data tersebut layak dipakai dalam analisa hidrologi atau tidak.

Pengujian konsistensi dengan menggunakan data dari AWLR Gadang yaitu pengujian dengan kumulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar komulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya. Untuk perhitungan uji konsistensi pada tahun 2010:

$$\begin{aligned} S_k^* &= X - X_{\text{rerata}} \\ &= 29896,19 - 19679,03 \\ &= 10217,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_k^{**} &= S_k^*/S_d \\ &= 10217,2/5837 \\ &= 1,751 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} |S_k^{**}| &= |1,751| \\ &= 1,751 \end{aligned}$$

Nilai statistik Q dan R:

$$\begin{aligned} Q &= \text{maks } \Sigma |S_k^{**}| \\ &= 1,751 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \text{maks } \Sigma S_k^{**} - \text{min } \Sigma S_k^{**} \\ &= 2,975 \end{aligned}$$

Dengan melihat statistik di atas maka dapat dicari nilai  $Q/\sqrt{n}$  dan  $R/\sqrt{n}$ . Nilai n sebanyak 10 data maka  $Q/\sqrt{n}$  diperoleh:

$$Q/\sqrt{n} = 1,751 / \sqrt{10} = 0,55$$

$$Q/\sqrt{n} \text{ syarat} = 1,14 \text{ ( Didapat dari Tabel 2.1. Nilai Kritis } Q/\sqrt{n} \text{ dan } R/\sqrt{n} \text{ )}$$

Nilai  $Q/\sqrt{n} < Q/\sqrt{n}$  syarat maka data data masih dalam batasan konsisten.

Sedangkan untuk nilai  $R/\sqrt{n}$  diperoleh:

$$R/\sqrt{n} = 2,975/ \sqrt{10} = 0,94$$

$$R/\sqrt{n} \text{ syarat} = 1,28 \text{ ( Didapat dari Tabel 2.1. Nilai Kritis } Q/\sqrt{n} \text{ dan } R/\sqrt{n} \text{ )}$$

Nilai  $R/\sqrt{n} < R/\sqrt{n}$  syarat maka data data masih dalam batasan konsisten. Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4. Uji Konsistensi data debit dengan RAPS**

No.	Tahun	Debit Max(m <sup>3</sup> /dt)	Sk*	Sk**	Sk**
1	2006	17595,95	-2083,1	-0,357	0,357
2	2007	21140,13	1461,1	0,250	0,250
3	2008	28105,26	8426,2	1,444	1,444
4	2009	14500,10	-5178,9	-0,887	0,887
5	2010	29896,19	10217,2	1,751	1,751
6	2011	22986,47	3307,4	0,567	0,567
7	2012	18613,75	-1065,3	-0,183	0,183
8	2013	16986,00	-2693,0	-0,461	0,461
9	2014	12533,63	-7145,4	-1,224	1,224
10	2015	14432,85	-5246,2	-0,899	0,899
Jumlah		196790,33	Sk** min		-1,224
Rata-Rata		19679,03	Sk** maks		1,751
n		10	R		2,975
S		5837	Q	1,75053	1,751
Kontrol 95%					
$O/n^{0.5}$	0,55	<	1,14	OK	
$R/n^{0.5}$	0,94	<	1,28	OK	

Sumber : Hasil analisis (2017)

Keterangan:

X = data curah hujan

$X_{rerata}$  = rata-rata dari jumlah keseluruhan curah hujan

Sk\* =  $X - X_{rerata}$

Sk\*\* =  $Sk^*/Sd$

|Sk\*\*| = absolut Sk\*\*

R = Maks Sk\*\* – Min Sk\*\*

Q = Maks |Sk\*\*|

#### 4.4. Analisis Penyaringan Data Hujan dan Data Debit

Data hidrologi yang disajikan secara kronologis sebagai fungsi dari waktu yang sama disebut deret berkala. Sebagian besar data lapangan yang dipublikasikan adalah data hujan, data debit dan sebagainya, merupakan data dasar sebagai bahan untuk analisis hidrologi.

Data tersebut disusun dalam bentuk deret berkala, sehingga sebelum digunakan untuk analisis lanjutan harus dilakukan pengujian. Pengujian yang akan dilakukan sebagai berikut :

- Uji Ketiadaan Trend
- Uji Stasioner
- Uji Persistensi

Ketiga tahap pengujian itu sering disebut dengan penyaringan data (data screening). (Soewarno, 1995:83).

#### 4.4.1. Uji Ketiadaan Trend

Uji ketiadaan trend dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui ada tidaknya trend atau variasi dalam data. Apabila ada trend maka data tidak disarankan dalam analisis hidrologi. Data yang baik adalah data yang homogen, artinya data berasal dari populasi yang sejenis. Untuk perhitungan yang dilakukan Uji ketiadaan trend di Stasiun hujan Tinjumoyo pada tahun 2007 :

1.  $X = 1558$
2.  $R_t = 8$
3.  $dt = 8 - 2 = 6$
4.  $dt^2 = 6^2 = 36$
5.  $\Sigma dt^2 = 198$
6.  $n = 10$  data

$$\begin{aligned}
 7. \quad KP &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} \\
 &= 1 - \frac{6 \times 198}{10^3 - 10} \\
 &= -0,20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 8. \quad t &= KP \left[ \frac{n - 2}{1 - KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= -0,20 \left[ \frac{10 - 2}{1 - (-0,20)^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= -0,577
 \end{aligned}$$

Pada derajat kebebasan  $dk = n - 2 = 8$ , untuk derajat kepercayaan 5%.

Diperoleh  $t$  Tabel ( $t_c$ ) = 2,306 (Dari Tabel 2.2 Nilai Kritis pada Distribusi-t Uji Dua Sisi)

$t < t_c = -0,577 < 2,306$  sehingga  $H_0$  diterima (data tidak ada trend)

Maka hasil pengujian menunjukkan ketiadaan trend (independen), sehingga data dapat diterima. Untuk perhitungan pengujian ketiadaan trend untuk data curah hujan Stasiun Tinjumoyo dapat dilihat pada tabel 4.5. Selanjutnya untuk perhitungan pengujian ketiadaan trend pada masing-masing stasiun hujan selengkapnya ditampilkan pada lampiran I.

**Tabel 4.5. Perhitungan Uji Ketiadaan Trend Terhadap Data Curah Hujan Stasiun Tinjumoyo Tahun 2006-2015**

No.	Tahun	Curah Hujan Tahunan(mm)	Peringkat			dt	dt <sup>2</sup>
			Tahun	CH	Rt		
1	2006	1264	2010	2818	5	4	16
2	2007	1558	2013	2542	8	6	36
3	2008	1949	2008	1949	3	0	0
4	2009	1605	2012	1842	7	3	9
5	2010	2818	2011	1748	6	1	1
6	2011	1748	2014	1737	9	3	9
7	2012	1842	2009	1605	4	-3	9
8	2013	2542	2007	1558	2	-6	36
9	2014	1737	2015	1433	10	1	1
10	2015	1433	2006	1264	1	-9	81
Jumlah							198
n							10
Kp							-0,20
t							-0,577
<p>Hipotesa:            Hipotesa diterima jika nilai <math>t &lt; t_c \rightarrow</math> tidak ada trend (Rt dan Tt independen, tidak saling tergantung)            Hipotesa ditolak jika nilai <math>t &gt; t_c \rightarrow</math> ada trend</p>							
analisa					Kesimpulan		
$\pm a/2$	2,5 %		2,306	-0,577 < 2,306 <b>Ho diterima</b> <b>data tidak ada trend</b>			
uji dua sisi	$t_{\text{tabel}}$						
dk	8						

Sumber : Hasil analisis (2017)

Keterangan :

X = data curah hujan

Rt = peringkat dari variabel hidrologi dalam deret berkala.

dt = selisih Rt dengan Tt

n = jumlah data

KP = koefisien korelasi peringkat Spearman

t = nilai hitung uji t

Rekapitulasi hasil Uji Ketiadaan Trend data curah hujan dari sebelas stasiun hujan di sekitar lokasi penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa data kesebelas stasiun tersebut tidak menunjukkan adanya trend atau independen sebagaimana disajikan pada Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Uji Ketiadaan Trend. Sehingga data tersebut dapat diterima dan cukup layak untuk digunakan dalam analisis hidrologi selanjutnya.

**Tabel 4.6. Rekapitulasi Hasil Uji Ketiadaan Trend**

No	Stasiun Hujan	Nilai Ketiadaan Trend (t hitung < t tabel)		Hasil Uji
		Nilai t hitung	Nilai t tabel	
1	Tinjumoyo	-0,577	2,306	Independen
2	Ngaglik	0,763	2,306	Independen
3	Ngujung	-0,651	2,306	Independen
4	Temas	0,017	2,306	Independen
5	Pendem	0,541	2,306	Independen
6	Karangploso	-0,051	2,306	Independen
7	Singosari	-0,840	2,306	Independen
8	Blimbing	0,120	2,306	Independen
9	Kedungkandang	-0,614	2,306	Independen
10	Jabung	0,017	2,306	Independen
11	Tumpang	0,434	2,306	Independen

Sumber : Hasil analisis (2017)

#### 4.4.2. Uji Stasioner

Uji stasioner dilakukan untuk menguji kestabilan nilai varian dan rata-rata deret berkala. Uji stasioner dilakukan dengan menggunakan metode Distribusi F. Caranya, data dibagi dalam dua kelompok atau lebih. Setiap kelompok diuji dengan menggunakan

Distribusi F. Apabila nilai varian stabil, maka dilanjutkan dengan menguji kestabilan nilai rata-ratanya. Sedangkan apabila nilai varian tidak stabil, maka tidak perlu menguji kestabilan nilai rata-rata. Langkah – langkah yang dilakukan Uji Stasioner di Stasiun hujan Tinjumoyo adalah sebagai berikut:

Kelompok I (data hujan 2006 – 2010)

1.  $n_1 = 5$  data
2.  $X_{\text{rerata1}} = 1838,80$  mm
3.  $Sd_1 = 598,93$  mm
4.  $dk_1 = n_1 - 1 = 5 - 1 = 4$

Kelompok II (data hujan 2011 -2015)

1.  $n_2 = 5$  data
2.  $X_{\text{rerata2}} = 1860,40$  mm
3.  $Sd_2 = 410,93$  mm
4.  $dk_2 = n_2 - 1 = 5 - 1 = 4$

a. Kestabilan Varian

$$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)}$$

$$F = \frac{4 \times 598,93^2 (5 - 1)}{4 \times 410,93^2 (5 - 1)}$$

$$F = 2,124$$

Dengan diketahui derajat kebebasan

$$dk_1 = n_1 - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$dk_2 = n_2 - 1 = 5 - 1 = 4, \text{ derajat kepercayaan } 5\%$$

Maka diperoleh nilai F tabel ( $F_c$ ) = 6,390 (Tabel 2.3 Nilai Kritis  $F_c$  Distribusi F)

F hitung < F tabel = 2,124 < 6,390 sehingga  $H_0$  diterima (varian data stasioner)

b. Uji stabilitas rata - rata

$$\sigma = \left( \frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma = \left( \frac{5 \times 598,93^2 + 5 \times 410,93^2}{5 + 5 - 2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1378,094$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$t = \frac{1838,80 - 1860,40}{1378,094 \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$t = -0,025$$

Dengan derajat bebas  $dk = n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$ , dan derajat kepercayaan 5%

Maka diperoleh t tabel ( $t_c$ ) = 2,306 (Tabel 2.2 Nilai Kritis pada Distribusi-t Uji Dua Sisi)

t hitung < t tabel ( $t_c$ ) = -0,025 < 2,306 sehingga  $H_0$  diterima (varian data stasioner)

Untuk perhitungan pengujian stasioner untuk data curah hujan Stasiun Tinjumoyo dapat dilihat pada tabel 4.7. Selanjutnya untuk perhitungan pengujian stasioner pada masing-masing stasiun hujan selengkapnya ditampilkan pada lampiran I.

**Tabel 4.7. Perhitungan Uji Stasioner Terhadap Data Curah Hujan Stasiun Tinjumoyo Tahun 2006-2015**

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	2006	1264	6	2011	1748
2	2007	1558	7	2012	1842
3	2008	1949	8	2013	2542
4	2009	1605	9	2014	1737
5	2010	2818	10	2015	1433
$N_1$	=	5	$N_2$	=	5
$Ch_1$	=	1838,80	$Ch_2$	=	1860,40
$S_1$	=	598,93	$S_2$	=	410,93
$dk_1$	=	4	$dk_2$	=	4
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)}$		<b>2,124</b>	<b>2,124</b>	<	<b>6,390</b>
F Tabel	$F_c =$	<b>6,390</b>	<b>Ho diterima</b> <b>varian data stationer/homogen</b>		
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left( \frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}}$		<b>1378,094</b>	<b>-0,025</b>	<	<b>2,306</b>
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}}$		<b>-0,025</b>	<b>Ho diterima</b> <b>varian data stationer/homogen</b>		
$dk$	$= N_1 + N_2 - 2 =$	<b>8</b>			
uji dua arah,	$=$	<b>2,50%</b>			
t tabel	$tc =$	<b>2,306</b>			

Sumber : Hasil analisis (2017)

Keterangan:

X = data curah hujan

$X_{\text{rerata}}$  = curah hujan rata-rata

n = jumlah data

Sd = simpangan baku

dk = derajat bebas

F = uji kestabilan varian

$\sigma$  = uji kestabilan rata-rata

Rekapitulasi hasil Uji Stasioner data curah hujan dari sebelas stasiun hujan di sekitar lokasi penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa data kesebelas stasiun tersebut memiliki nilai varian dan rata-rata yang stabil sebagaimana disajikan pada Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Uji Stasioner. Sehingga data tersebut dapat diterima dan cukup layak untuk digunakan dalam analisis hidrologi selanjutnya.

**Tabel 4.8. Rekapitulasi Hasil Uji Stasioner**

No	Stasiun Hujan	Uji Stasioner				Hasil Uji
		(t hitung < t tabel)				
		Kestabilan Varian		Kestabilan Nilai Rata-rata		
		Nilai t hitung	Nilai t tabel	Nilai t hitung	Nilai t tabel	
1	Tinjumoyo	2,124	6,390	-0,025	2,306	Stabil
2	Ngaglik	1,989	6,390	0,362	2,306	Stabil
3	Ngujung	1,594	6,390	0,009	2,306	Stabil
4	Temas	2,256	6,390	0,190	2,306	Stabil
5	Pendem	5,573	6,390	0,506	2,306	Stabil
6	Karangploso	3,041	6,390	-0,020	2,306	Stabil
7	Singosari	5,367	6,390	-0,056	2,306	Stabil
8	Blimbing	1,778	6,390	0,066	2,306	Stabil
9	Kedungkandang	4,262	6,390	0,144	2,306	Stabil
10	Jabung	2,691	6,390	0,001	2,306	Stabil
11	Tumpang	5,318	6,390	0,171	2,306	Stabil

Sumber : Hasil analisis (2017)

#### 4.4.3. Uji Persistensi

Uji persistensi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang diuji berasal dari sampel acak atau tidak dan bebas atau tidak. Acak artinya mempunyai peluang yang sama untuk dipilih, sedangkan bebas artinya data tidak tergantung waktu, data yang dipilih, kejadian tidak tergantung data yang lainnya dalam suatu populasi yang sama.. Langkah – langkah yang dilakukan untuk perhitungan Uji Persistensi Stasiun Tinjumoyo adalah sebagai berikut :

1.  $Rt_1 = 5$
2.  $Rt_2 = 8$

$$3. \quad d_i = 8 - 5 = 3$$

$$4. \quad d_i^2 = 3^2 = 9$$

$$5. \quad \Sigma(d_i^2) = 234$$

$$6. \quad m = 9 \text{ data}$$

$$7. \quad KS = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (d_i)^2}{m^3 - m}$$

$$KS = 1 - \frac{6 \times 234}{9^3 - 9}$$

$$= -0,950$$

$$8. \quad t = KS \left[ \frac{m-2}{1-KS^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$t = -0,95 \left[ \frac{9-2}{1-(0,95)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= -8,050$$

Dengan derajat bebas  $dk = 9 - 2 = 7$ , dan derajat kepercayaan 5%

Maka diperoleh t tabel ( $t_c$ ) = 2,365 (Tabel 2.2 Nilai Kritis pada Distribusi-t Uji Dua Sisi)

t hitung < t tabel ( $t_c$ ) = - 8,050 < 2,365 sehingga  $H_0$  diterima (data bersifat random)

Untuk perhitungan pengujian persistensi untuk data curah hujan Stasiun Tinjumoyo dapat dilihat pada tabel 4.9. Selanjutnya untuk perhitungan pengujian stasioner pada masing-masing stasiun hujan selengkapnya ditampilkan pada lampiran I.

**Tabel 4.9. Perhitungan Uji Persistensi Terhadap Data Curah Hujan Stasiun Tinjumoyo Tahun 2006-2015**

No	Tahun	Ch	Rt	di	di <sup>2</sup>
1	2006	1264	5		
2	2007	1558	8	3	9
3	2008	1949	3	-5	25
4	2009	1605	7	4	16
5	2010	2818	6	-1	1
6	2011	1748	9	3	9
7	2012	1842	4	-5	25
8	2013	2542	2	-2	4
9	2014	1737	10	8	64
10	2015	1433	1	-9	81
Jumlah			234		
m			9		
<b>Uji Persistensi</b>			<b>Kesimpulan</b>		
$KS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (di)^2}{m^3 - m}$			<b>-8,050 &lt; 2,365</b>		
$t = KS \left[ \frac{m-2}{1-KS^2} \right]^{\frac{1}{2}}$			<b>Ho diterima</b> <b>data bersifat random</b>		
± a/2 =			2,5%		
t tabel =			2,365		
dk =			7		

Sumber : Hasil analisis (2017)

**Keterangan**

- X = data curah hujan (mm)  
Rt = peringkat dari variabel hidrologi dalam deret berkala.  
di = selisih antara peringkat ke X<sub>i</sub> dan X<sub>i-1</sub>  
di<sup>2</sup> = jumlah kuadrat dari (di)  
KS = koefisien korelasi serial Spearman  
m = jumlah data  
t = nilai hitung uji t

Rekapitulasi hasil Uji Persistensi data curah hujan dari sebelas stasiun hujan di sekitar lokasi penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa data kesebelas stasiun tersebut bersifat acak

sebagaimana disajikan pada Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Uji Persistensi. Sehingga data tersebut dapat diterima dan cukup layak untuk digunakan dalam analisis hidrologi selanjutnya.

**Tabel 4.10. Rekapitulasi Hasil Persistensi**

No	Stasiun Hujan	Uji Persistensi (t hitung < t tabel)		Hasil Uji
		Nilai t hitung	Nilai t tabel	
1	Tinjumoyo	-8,050	2,365	Bersifat Acak
2	Ngaglik	-2,028	2,365	Bersifat Acak
3	Ngujung	-4,986	2,365	Bersifat Acak
4	Temas	-0,493	2,365	Bersifat Acak
5	Pendem	-3,078	2,365	Bersifat Acak
6	Karangploso	-1,632	2,365	Bersifat Acak
7	Singosari	-6,642	2,365	Bersifat Acak
8	Blimbing	-0,782	2,365	Bersifat Acak
9	Kedungkandang	-2,476	2,365	Bersifat Acak
10	Jabung	-3,245	2,365	Bersifat Acak
11	Tumpang	-11,609	2,365	Bersifat Acak

Sumber : Hasil analisis (2017)

#### 4.4.4. Uji Outlier

Data curah hujan tahunan yang diperoleh sebelum dilakukan analisis distribusi harus dilakukan uji abnormalitas. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah data maksimum dan minimum dari rangkaian data yang ada layak digunakan atau tidak (VT. Chow,1988). Berikut data curah hujan tahunan DAS Brantas Hulu dan data curah hujan tahunan Stasiun Tinjumoyo yang sudah diurutkan pada tabel 4.11 dan tabel 4.12 :

**Tabel 4.11. Data Curah Hujan Tahunan DAS Brantas Hulu**

Tahun	Curah Hujan di Stasiun (mm)										
	Tinjumoyo	Ngaglik	Ngujung	Temas	Pendem	Karangploso	Singosari	Blimbing	Kd kandang	Jabung	Tumpang
2006	1264	1251	1163	1124	1549	1688	1645	2117	1403	2150	2247
2007	1558	1592	1615	1546	1514	1333	818	1911	1760	2054	2157
2008	1949	1776	1861	1704	1801	1388	719	1775	1683	1700	1959
2009	1605	1471	1548	1641	1562	1082	2416	1727	1903	1309	1917
2010	2818	2813	3108	2520	2706	3407	4776	3846	3376	3582	3766
2011	1748	1338	1651	1318	1260	2469	2631	2074	2084	2615	2660
2012	1842	1305	1619	1466	1369	1955	2053	1547	1650	2464	2193
2013	2542	2223	2882	2151	1632	1983	2683	2458	2377	2471	2419
2014	1737	1257	1690	1542	1525	1609	2039	3197	1411	1877	2036
2015	1433	1176	1406	1359	1530	1020	1625	1667	1802	1368	1797
Rerata	1850	1620	1854	1637	1645	1793	2141	2232	1945	2159	2315

Sumber : Dinas PU SDA Provinsi Jawa Timur (2017)

**Tabel 4.12. Data Curah Hujan Tahunan Stasiun Tinjumoyo setelah diurutkan**

No.	Tahun	Tinggi Curah Hujan (mm)
1	2010	2818,00
2	2013	2542,00
3	2008	1949,00
4	2012	1842,00
5	2011	1748,00
6	2014	1737,00
7	2009	1605,00
8	2007	1558,00
9	2015	1433,00
10	2006	1264,00

Sumber : Hasil analisis (2017)

Dalam studi ini perhitungan menggunakan metode Outlier dengan langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Data diurutkan dari besar ke kecil atau sebaliknya (X)
2. Menghitung  $Y = \log X$

$$= \log 2818$$

$$= 3,450$$

## 3. Menghitung Y rerata

$$Y \text{ rerata} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{32,546}{10} = 3,255$$

## 4. Menghitung Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0,101}{9}}$$

$$S = 0,106$$

## 5. Menentukan harga Kn

Harga Kn didapatkan dari Tabel 2.4 Nilai Kn untuk Uji Outlier dengan  $n = 10$ , harga  $Kn = 2,036$

## 6. Menghitung batas atas dan batas bawah harga abnormalitas data

Menentukan Batas Atas:

$$\begin{aligned} Y_H &= Y_{\text{rerata}} + (Kn \cdot S) \\ &= 3,255 + (2,036 \times 0,106) \\ &= 3,471 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_H &= \text{Exp. } (Y_{\text{rerata}} + Kn \cdot S) \\ &= 10^{3,471} \\ &= 2961,055 \end{aligned}$$

Menentukan Batas bawah:

$$\begin{aligned} Y_L &= Y_{\text{rerata}} - (Kn \cdot S) \\ &= 3,255 - (2,036 \times 0,106) \\ &= 3,038 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_L &= \text{Exp. } (Y_{\text{rerata}} - Kn \cdot S) \\ &= 10^{3,038} \\ &= 1092,125 \end{aligned}$$

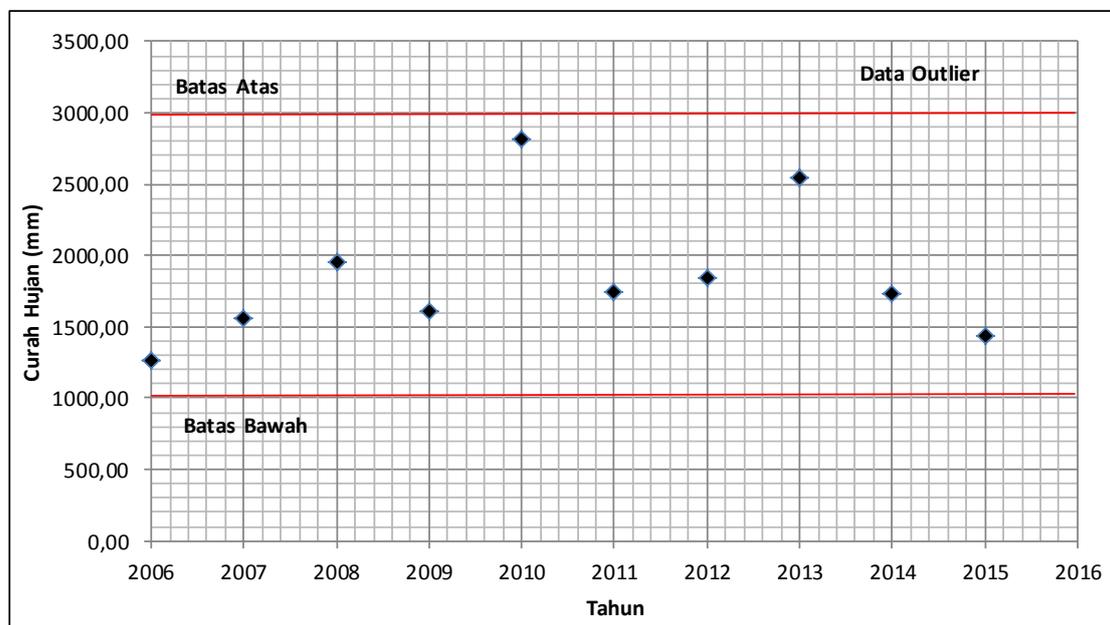
## 7. Menentukan data yang dapat dipakai atau tidak sesuai dengan batas atas dan batas bawah abnormalitas data.

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa semua data hujan berada dalam batasan normal sehingga tidak ada data yang harus dihilangkan. Untuk perhitungan pengujian Outlier untuk data curah hujan Stasiun Tinjumoyo dapat dilihat pada tabel 4.13 dan grafik Uji outlier Stasiun Tinjumoyo pada gambar 4.2. Selanjutnya untuk perhitungan pengujian stasioner pada masing-masing stasiun hujan selengkapnya ditampilkan pada lampiran.

**Tabel 4.13. Perhitungan Uji outlier Terhadap Data Curah Hujan Stasiun Tinjumoyo Tahun 2006-2015**

No	Data (X)	Log X	$(\text{Log X} - \text{Log X}_{\text{rerata}})^2$	$(\text{Log X} - \text{Log X}_{\text{rerata}})^3$
1	2818,00	3,450	0,0380568	0,0074242
2	2542,00	3,405	0,0225949	0,0033964
3	1949,00	3,290	0,0012217	0,0000427
4	1842,00	3,265	0,0001088	0,0000011
5	1748,00	3,243	0,0001517	-0,0000019
6	1737,00	3,240	0,0002268	-0,0000034
7	1605,00	3,205	0,0024388	-0,0001204
8	1558,00	3,193	0,0038803	-0,0002417
9	1433,00	3,156	0,0097246	-0,0009590
10	1264,00	3,102	0,0234434	-0,0035895
$\Sigma$	=	<b>32,549</b>	<b>0,1018478</b>	<b>0,0059485</b>
Log X <sub>rerata</sub>	=	<b>3,255</b>		
Sd	=	<b>0,106</b>	Batas Atas (YH) =	<b>3,4714465</b>
Cs	=	<b>0,686</b>	Batas Bawah (YL) =	<b>3,0382725</b>
Kn	=	<b>2,036</b>	XH =	<b>2961,0550928</b>
			XL =	<b>1092,1254115</b>

Sumber : Hasil analisis (2017)



**Gambar 4.2. Grafik Uji Outlier Terhadap Data Curah Hujan Stasiun Tinjumoyo Tahun 2006-2015**

Sumber : Hasil analisis (2017)

Keterangan:

$X$  = data curah hujan (mm)

$n$  = jumlah data

$Y_H$  = batas atas

$Y_L$  = batas bawah

$X_H$  = curah hujan maksimum setelah deteksi *outlier* (mm)

$X_L$  = curah hujan minimum setelah deteksi *outlier* (mm)

Hasil pengujian data secara statistik dan rekapitulasi penyaringan data hujan stasiun Tinjumoyo tahun 2006-2015 dapat dilihat pada Tabel 4.14. Selanjutnya untuk rekapitulasi penyaringan data hujan pada masing-masing stasiun hujan selengkapnya ditampilkan pada lampiran.

**Tabel 4.14. Rekapitulasi Penyaringan Data Hujan pada Stasiun Hujan Tinjumoyo**

Stasiun	Ketiadaan Trend	Stasioner		Persistensi	Outlier
		F	t		
		Ho diterima	Ho diterima		
Data tidak ada trend	varian data stationer / homogen	varian data stationer / homogen	Data bersifat random	Data Layak	

Sumber : Hasil analisis (2017)

Berdasarkan hasil analisa statistik yang telah diuraikan di atas, meliputi: uji ketiadaan trend, uji stasioner dan uji persistensi, uji outlier maka secara teoritis dapat disimpulkan bahwa data hujan periode 2006-2015 hasil pencatatan stasiun hujan Tinjumoyo dapat digunakan. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa semua data hujan di stasiun hujan DAS Brantas Hulu berada dalam batasan normal sehingga tidak ada data yang harus dihilangkan. Selanjutnya untuk hasil analisa uji penyaringan data hujan dan debit pada masing-masing stasiun hujan selengkapnya ditampilkan pada lampiran I.

#### 4.5. Curah Hujan Rerata Daerah

Dalam studi ini perhitungan curah hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan menggunakan metode *poligon thiessen*. Karena cara ini memberikan bobot tertentu untuk setiap pos hujan, dengan pengertian bahwa setiap pos hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luasan tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi (*weighting factor*) bagi hujan di pos yang bersangkutan.

Gambar poligon Thiessen daerah studi disajikan pada Gambar 4.3. Besarnya faktor koreksi luas daerah pengaruh masing-masing pos hujan disajikan pada Tabel 4.15.

**Tabel 4.15. Luas Daerah Pengaruh Stasiun Hujan di DAS Brantas Hulu**

No	Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh	Luas Daerah Pengaruh	Faktor Koreksi
		(km <sup>2</sup> )	(%)	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
1	Tinjumoyo	100,53	14,911	0,149
2	Ngaglik	34,70	5,146	0,051
3	Ngujung	47,69	7,073	0,071
4	Temas	25,13	3,728	0,037
5	Pendem	9,37	1,390	0,014
6	Karangploso	40,72	6,040	0,060
7	Singosari	79,26	11,756	0,118
8	Blimbing	38,79	5,754	0,058
9	Kedungkandang	35,65	5,287	0,053
10	Jabung	145,81	21,627	0,216
11	Tumpang	116,55	17,287	0,173
Jumlah		674,19	100,00	1,00

Sumber : Hasil analisis (2017)

Keterangan :

[1] : Nomor

[2] : Stasiun hujan yang berpengaruh pada DAS Brantas Hulu

[3] : Luas pengaruh (Km<sup>2</sup>)

[4] : (Luas daerah pengaruh/Jumlah luas daerah pengaruh) x 100%

: (100,53/674) x 100%

: 14,911 %

[5] : (Luas daerah pengaruh/Jumlah luas daerah pengaruh)

: (100,53/674) x 100%

: 0,149

Perhitungan curah hujan rerata daerah menggunakan metode Poligon Thiessen adalah dengan cara memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan, dengan

pengertian bahwa setiap stasiun hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luasan tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi (*weighting factor*) bagi hujan di stasiun yang bersangkutan. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$\bar{R} = \frac{R_1 \cdot A_1 + R_2 \cdot A_2 + R_3 \cdot A_3 + \dots + R_n \cdot A_n}{\sum A}$$

Dengan:

$$Fk = (A_n / \sum A)$$

Fk = faktor koreksi luas daerah pengaruh Poligon Thiessen

Sehingga:

$$R = R_1 \cdot fk_1 + R_2 \cdot fk_2 + R_3 \cdot fk_3 + \dots + R_n \cdot fk_n$$

Gambar Poligon Thiessen eksisting disajikan pada gambar 4.2. dan besarnya faktor koreksi luas daerah pengaruh masing-masing stasiun hujan disajikan pada Tabel 4.15. Sebagai contoh, misalnya perhitungan hujan harian daerah maksimum tahunan untuk tahun 2006. Curah hujan harian maksimum pada stasiun hujan Tinjumoyo terjadi pada tanggal 29 desember sebagai berikut,

$$R = R_1 \cdot fk_1 + R_2 \cdot fk_2 + R_3 \cdot fk_3 + \dots + R_{10} \cdot fk_{10}$$

$$\begin{aligned} R &= (90 \cdot 0,149) + (4 \cdot 0,051) + (47 \cdot 0,071) + (33 \cdot 0,037) + (28 \cdot 0,014) + \\ &\quad (15 \cdot 0,06) + (8 \cdot 0,118) + (10 \cdot 0,058) + (6 \cdot 0,053) + (56 \cdot 0,216) + (58 \cdot 0,173) \\ &= 43,4 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dapat diperoleh hasil perhitungan dari curah hujan rata-rata daerah DAS Brantas Hulu untuk jaringan eksisting berdasarkan metode *Poligon Thiessen* seperti pada tabel 4.16, untuk perhitungan pada tahun 2006 sampai tahun 2015 tidak ditampilkan pada Bab IV, namun ditampilkan pada lampiran II.

**Tabel 4.16. Perhitungan Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan pada Tahun 2006**

Tanggal	Nama Pos Hujan											CH. Maks (mm)
	Tinjumuyo	Ngaglik	Ngujung	Temas	Pendem	Karangploso	Singosari	Blimbing	Ked- Kandang	Jabung	Tumpang	
	0,149	0,051	0,071	0,037	0,014	0,06	0,118	0,058	0,053	0,216	0,173	
29-Des	<b>90</b>	4	47	33	28	15	8	10	6	56	58	43,4
02-Mei	6	<b>74</b>	3	1	0	0	14	19	0	12	3	10,8
30-Des	40	3	<b>63</b>	69	21	34	42	40	24	40	56	42,3
30-Des	40	3	63	<b>69</b>	21	34	42	40	24	40	56	42,3
07-Mei	18	0	12	12	<b>96</b>	82	70	38	7	14	27	28,8
10-Apr	5	0	12	2	75	<b>92</b>	105	50	0	12	13	28,4
10-Apr	5	0	12	2	75	92	<b>105</b>	50	0	12	13	28,4
06-Feb	14	12	13	17	47	86	47	<b>104</b>	5	0	0	21,9
21-Des	10	8	7	2	3	8	13	16	<b>57</b>	74	5	25,3
25-Mei	0	0	0	1	0	5	0	0	0	<b>75</b>	15	19,1
16-Feb	48	0	11	10	0	0	23	5	3	12	<b>88</b>	29,3

Sumber : Hasil analisis (2017)

**Tabel 4.17. Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan**

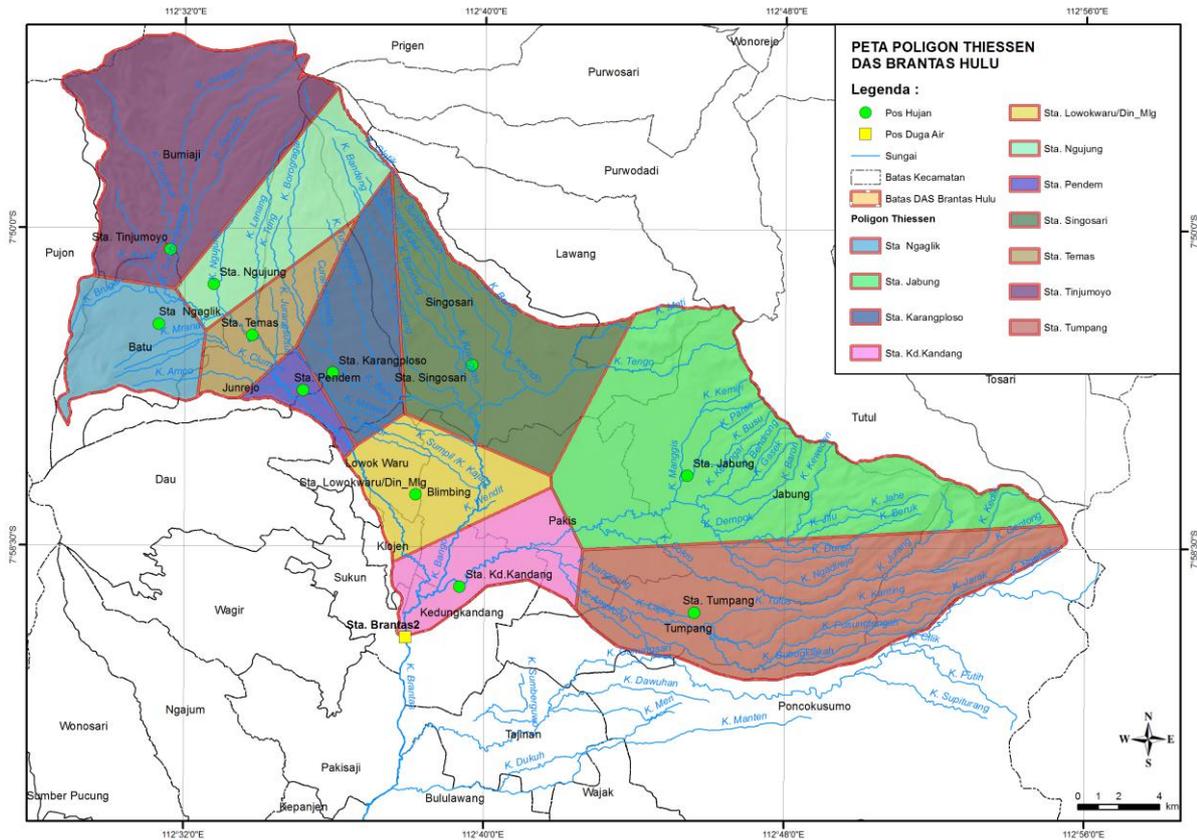
No	Tahun	CH Maks (mm)
1	2006	43,4
2	2007	96,0
3	2008	74,3
4	2009	43,4
5	2010	75,7
6	2011	42,3
7	2012	47,2
8	2013	95,2
9	2014	41,2
10	2015	42,4

Sumber : Hasil analisis (2017)

**Tabel 4.18. Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan setelah diurutkan**

No	Tahun	CH Maks (mm)
1	2007	96,0
2	2013	95,2
3	2010	75,7
4	2008	74,3
5	2012	47,2
6	2006	43,4
7	2009	43,4
8	2015	42,4
9	2011	42,3
10	2014	41,2

Sumber : Hasil analisis (2017)



**Gambar 4.3. Hasil Analisa Poligon Thiessen Aplikasi ArcGIS 10 (Eksisting)**

#### 4.6. Analisis Kerapatan dan Pola Penyebaran Stasiun Hujan

Data hujan yang diperoleh dari stasiun penakar hujan merupakan data hujan lokal yang hanya mewakili pengukuran hujan untuk luasan daerah tertentu. Sehingga untuk menentukan besarnya curah hujan suatu DAS diperlukan beberapa stasiun penakar hujan yang tersebar di dalam DAS yang bersangkutan dengan kerapatan dan pola penyebaran yang memadai.

Dalam pemilihan jumlah lokasi stasiun penakar hujan pada suatu DAS untuk kepentingan analisis hidrologi yang dapat memberikan hasil dengan ketelitian semaksimal mungkin sesuai dengan yang dikehendaki, terdapat dua pendapat yang berbeda, yaitu (Harto, 1986:12):

1. Penempatan stasiun hujan yang terbagi merata dengan pola tertentu akan menghasilkan perkiraan hujan yang lebih baik dibandingkan dengan penempatan stasiun hujan secara sembarang.
2. Stasiun hujan dapat ditempatkan sedemikian rupa, sehingga dibagian daerah dengan variasi hujan tinggi mempunyai kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lain yang variasi hujannya rendah.

#### 4.6.1. Metode Stepwise berdasarkan Pedoman Rasionalisasi Pos Hidrologi PU

Analisa stepwise pada DAS Brantas Hulu dilakukan pada DAS yang memiliki pos hujan dan pos debit. Analisa stepwise dilakukan untuk mengetahui pos-pos yang dominan dan yang kurang dominan. Pos yang dominan dapat ditingkatkan / revitalisasi, sedangkan pos yang kurang dominan dapat di relokasi atau tidak akan digunakan dalam pengelolaan SDA. Metode stepwise ini berdasarkan Pedoman Rasionalisasi Pos Hidrologi Kementerian Pekerjaan Umum sesuai PP No.42/2008 Tentang Pengelolaan Sumber Daya Air. Metode Stepwise ini menggunakan Analisis Regresi sederhana dan berganda.

Analisa Stepwise dilakukan dengan memodelkan hubungan antara variabel bebas (pos debit) dengan variabel terikat (pos hujan). Data yang digunakan adalah data kumulatif tahunan dari setiap debit. Dasar keputusan yang digunakan adalah nilai r atau nilai koefisien korelasi antar variabel, apabila nilai r mendekati angka 1 maka hubungan antar variabel tersebut maka hubungan antar variabel tersebut akan semakin signifikan.

Adapun kriteria penilaian korelasi menurut Sugiyono (2003 ; 216) yaitu :

**Tabel 4.19 Kriteria Penilaian Korelasi**

<b>Interval Koefisien</b>	<b>Tingkat Hubungan</b>
0.00 – 0.199	Sangat Rendah
0.20 – 0.399	Rendah
0.40 – 0.599	Sedang
0.60 – 0.799	Kuat
0.80 – 1.000	Sangat Kuat

Sumber : Sugiyono (2003:216)

Analisa korelasi DAS Brantas dilakukan dengan dua metode yaitu korelasi sederhana (*single correlation*) dan korelasi ganda (*multiple correlation*). Berikut ini adalah data yang digunakan dalam analisa korelasi.

**Tabel 4.20 Data Debit Dan Data Hujan di DAS Brantas Hulu Dengan Basis Tahunan**

Tahun	Pos Debit	Stasiun Hujan										
	Gadang	Tinjumoyo	Ngaglik	Ngujung	Temas	Pendem	Karangploso	Singosari	Blimbing	Kd.Kandang	Jabung	Tumpang
2006	17595,95	1264	1251	1163	1124	1549	1688	1645	2117	1403	2150	2247
2007	21140,13	1558	1592	1615	1546	1514	1333	818	1911	1760	2054	2157
2008	28105,26	1949	1776	1861	1704	1801	1388	719	1775	1683	1700	1959
2009	14500,10	1605	1471	1548	1641	1562	1082	2416	1727	1903	1309	1917
2010	29896,19	2818	2813	3108	2520	2706	3407	4776	3846	3376	3582	3766
2011	22986,47	1748	1338	1651	1318	1260	2469	2631	2074	2084	2615	2660
2012	18613,75	1842	1305	1619	1466	1369	1955	2053	1547	1650	2464	2193
2013	16986,00	2542	2223	2882	2151	1632	1983	2683	2458	2377	2471	2419
2014	12533,63	1737	1257	1690	1542	1525	1609	2039	3197	1411	1877	2036
2015	14432,85	1433	1176	1406	1359	1530	1020	1625	1667	1802	1368	1797

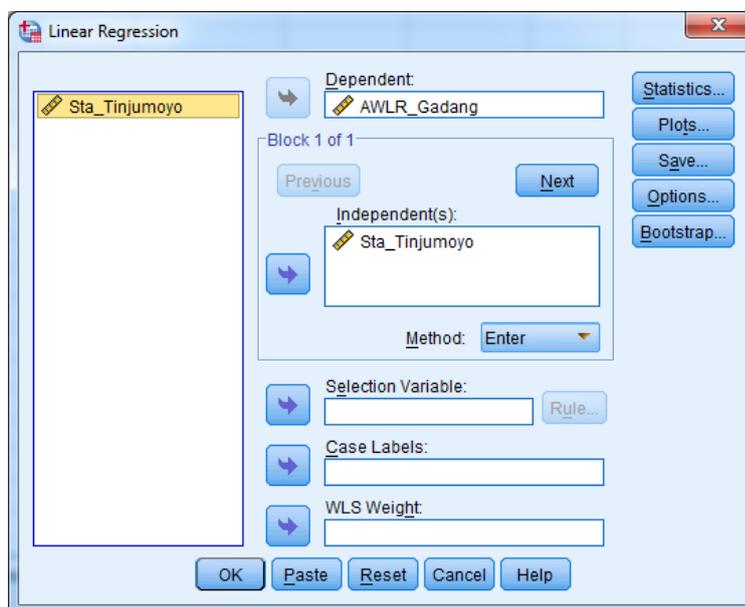
Sumber : Hasil analisis (2017)

Variabel dependen adalah AWLR Gadang, sedangkan variabel independen adalah seluruh stasiun hujan yang ada di Das Brantas Hulu. Analisis regresi ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen, apakah pengaruhnya signifikan atau tidak dengan melakukan pengujian yaitu uji F dan uji t. Serta dilakukan analisis koefisien determinasi dan analisis korelasi.

➤ **Langkah-langkah analisis regresi linier sederhana**, AWLR Gadang sebagai variabel independen dan Stasiun Tumpang sebagai berikut :

- a) Klik ganda icon SPSS 21 pada desktop atau klik pada start menu untuk mengaktifkan program SPSS 21.
- b) Setelah muncul kotak dialog SPSS for Windows maka klik cancel (karena bertujuan membuat data baru)
- c) Pada halaman SPSS data editor klik Variabel View.
- d) Untuk memasukkan variabel langkah sebagai berikut :
  - Ketik AWLR\_Gadang pada kolom name (tanpa spasi) dan pada kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Tumpang (tanpa spasi) dan pada kolom measure pilih Scale.
  - Kolom-kolom lainnya biarkan isi default.
- e) Setelah selesai masukkan variabel maka selanjutnya klik Data View.
- f) Isikan data AWLR\_Gadang dan Sta\_ Sta\_Tumpang sesuai dengan variabelnya.
- g) Setelah selesai mengisikan data maka selanjutnya klik :  
Analyze → Regression → Linear

Setelah itu kemudian akan terbuka kotak dialog Linear Regression, Pindahkan variabel AWLR\_Gadang ke kotak Dependent, kemudian pindahkan variabel Sta\_Tumpang ke kotak independent.



**Gambar 4.4. Kotak Dialog Linear Regression**

- h) Klik Continue, selanjutnya akan kembali ke kotak dialog sebelumnya.
- i) Klik OK, maka hasil output akan keluar.

Untuk hasil dan analisis regresi linier sederhana menggunakan Stasiun Tumpang akan dibahas satu per satu sebagai berikut :

### 1) Analisis regresi linier sederhana

Analisis ini untuk memprediksi variabel dependen dengan variabel independen.

### 2) Uji F

Uji F atau koefisien regresi secara serentak, yaitu untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara serentak terhadap variabel dependen, apakah pengaruhnya signifikan atau tidak.

Tahap – tahap pengujian sebagai berikut :

- a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$$H_0 : b_1 = b_2 = 0$$

Artinya Sta\_Tumpang tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

$$H_0 : b_1 \neq b_2 \neq 0$$

Artinya Sta\_Tumpang berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

- b. Menentukan taraf signifikansi. Taraf signifikansi menggunakan 0,05

## c. F Hitung dan F kritis

- F hitung adalah 5,938 (lihat tabel ANOVA)
- F kritis dapat dicari pada tabel statistik pada (tabel 2.3 Nilai Kritis  $F_c$  Distribusi F) signifikansi 0,05  $df_1 = k-1$  atau  $2-1 = 1$  dan  $df_2 = n-k$  atau  $10-2 = 8$  (k adalah jumlah variabel). Didapat F kritis adalah 5,32. Cara lain mencari F kritis yaitu menggunakan program Ms Excel. Pada cell kosong ketik  $FINV(0,05;1;8)$  kemudian tekan enter didapat F kritis 5,32.

## d. Pengambilan keputusan

$F_{hitung} \leq F_{kritis}$  jadi  $H_0$  diterima

$F_{hitung} \geq F_{kritis}$  jadi  $H_0$  ditolak

## e. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa F hitung (5,938) > F tabel (5,32) jadi hipotesis nol ditolak, kesimpulannya yaitu Sta\_Tumpang berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

Pengambilan keputusan berdasar Probabilitas (Signifikansi) :

## a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$$H_0 : b_1 = b_2 = 0$$

Artinya Sta\_ Sta\_Tumpang tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

$$H_0 : b_1 \neq b_2 \neq 0$$

Artinya Sta\_ Sta\_Tumpang berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

## b. Menentukan probabilitas (signifikansi). Dari Tabel ANOVA dapat diketahui probabilitas adalah 0,041

## c. Pengambilan keputusan

Probabilitas > 0,05 jadi  $H_0$  diterima

Probabilitas  $\leq$  0,05 jadi  $H_0$  ditolak

## d. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa Probabilitas sebesar 0,041 lebih kecil dari 0,05 maka hipotesis nol ditolak, kesimpulannya yaitu Sta\_Tumpang berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

Berikut ini adalah hasil output perhitungan Uji F yang disajikan pada Tabel 4.21 ANOVA :

Tabel 4.21 ANOVA

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	130616525,741	1	130616525,741	5,938	,041 <sup>b</sup>
	Residual	175976073,344	8	21997009,168		
	Total	306592599,085	9			

a. Dependent Variable: AWLR\_Gadang

b. Predictors: (Constant), Sta\_Tumpang

Sumber : Hasil analisis (2017)

### 3) Uji t

Uji t untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara parsial terhadap variabel independen, apakah pengaruhnya signifikan atau tidak.

Pengujian Sta\_Tumpang.

Tahap – tahap pengujian sebagai berikut :

- a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$$H_0 : b_1 = 0$$

Artinya Sta\_ Sta\_Tumpang tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

$$H_0 : b_1 \neq 0$$

Artinya Sta\_ Sta\_Tumpang berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

- b. Menentukan taraf signifikansi. Taraf signifikansi menggunakan 0,05

- c. t Hitung dan t kritis

- t hitung adalah 2,437 (lihat tabel Coefficients)
- t kritis dapat dicari pada (Tabel 2.2 Nilai Kritis untuk Distribusi-t Uji Dua Sisi) signifikansi  $0,05/2 = 0,025$  (uji 2 sisi) dengan  $df = n-k-1$  atau  $10-2-1 = 7$  (k adalah jumlah variabel independen). Didapat t kritis adalah 2,365.
- Cara lain mencari t kritis yaitu menggunakan program Ms Excel. Pada cell kosong ketik  $TINV(0,05;7)$  kemudian tekan enter didapat t kritis adalah 2,365

- d. Pengambilan keputusan

t hitung  $\leq$  t kritis jadi  $H_0$  diterima

t hitung  $>$  t kritis jadi  $H_0$  ditolak

## e. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa  $t$  hitung (2,437) >  $t$  kritis (2,365) jadi hipotesis nol ditolak, kesimpulannya yaitu Sta\_Tumpang berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

Nilai koefisien dan  $t$  hitung adalah positif sehingga Sta\_Tumpang berpengaruh positif terhadap AWLR\_Gadang.

Pengambilan keputusan berdasar Probabilitas (Signifikansi) :

## a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$$H_0 : b_1 = b_2 = 0$$

Artinya Sta\_Tumpang tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

$$H_0 : b_1 \neq b_2 \neq 0$$

Artinya Sta\_Tumpang berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

## b. Menentukan probabilitas (signifikansi). Dari Tabel Coefficients dapat diketahui probabilitas adalah 0,041

## c. Pengambilan keputusan

Probabilitas > 0,05 jadi  $H_0$  diterima

Probabilitas  $\leq$  0,05 jadi  $H_0$  ditolak

## d. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa Probabilitas sebesar 0,041 lebih kecil dari 0,05 maka kesimpulan hipotesis nol ditolak, kesimpulannya yaitu Sta\_Tumpang berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang. Berikut ini adalah hasil output perhitungan Uji  $t$  yang disajikan pada Tabel 4.22 Coefficients :

**Tabel 4.22 Coefficients**

Coefficients <sup>a</sup>						
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics
	B	Std. Error	Beta			Tolerance
1	(Constant)	4171,372	6534,523		,638	,541
	Sta_Tumpang	6,698	2,749	,653	2,437	,041

a. Dependent Variable: AWLR\_Gadang

Sumber : Hasil analisis (2017)

#### 4) Analisis Koefisien Determinasi

Analisis koefisien determinasi ( $R^2$ ) digunakan untuk mengetahui seberapa besar prosentase pengaruh variabel independen secara serentak terhadap variabel dependen.

Dari tabel Model Summary dapat diketahui nilai  $R^2$  (*R Square*) adalah 0,426. Jadi sumbangan pengaruh dari variabel independen yaitu 42,6 % sedangkan sisanya sebesar 57,4 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti.

Berikut ini adalah hasil output perhitungan analisis koefisien determinasi yang disajikan pada Tabel 4.23 Model Summary :

**Tabel 4.23 Model Summary (R Square)**

Model Summary <sup>b</sup>					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,653 <sup>a</sup>	,426	,354	4690,09693	1,705

a. Predictors: (Constant), Sta\_Tumpang

b. Dependent Variable: AWLR\_Gadang

Sumber : Hasil analisis (2017)

#### 5) Analisis Korelasi

Analisis korelasi mempunyai fungsi untuk mengetahui hubungan antara dua variabel atau lebih. Jika terdapat dua variabel disebut korelasi sederhana. Dalam perhitungan korelasi ini digunakan untuk mengetahui arah hubungan, keeratan hubungan, dan berarti tidaknya hubungan tersebut.

Dasar keputusan yang digunakan adalah nilai R atau nilai koefisien korelasi antar variabel, apabila nilai R mendekati angka 1 maka hubungan antar variabel tersebut maka hubungan antar variabel tersebut akan semakin signifikan.

Dari tabel Model Summary dapat dihitung nilai R adalah 0,653. Jadi nilai koefisien korelasi antar hubungan variabel adalah sedang.

Berikut ini adalah hasil output perhitungan analisis korelasi yang disajikan pada Tabel 4.24 Model Summary :

**Tabel 4.24 Model Summary (R)**

Model Summary <sup>b</sup>					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,653 <sup>a</sup>	,426	,354	4690,09693	1,705

a. Predictors: (Constant), Sta\_Tumpang

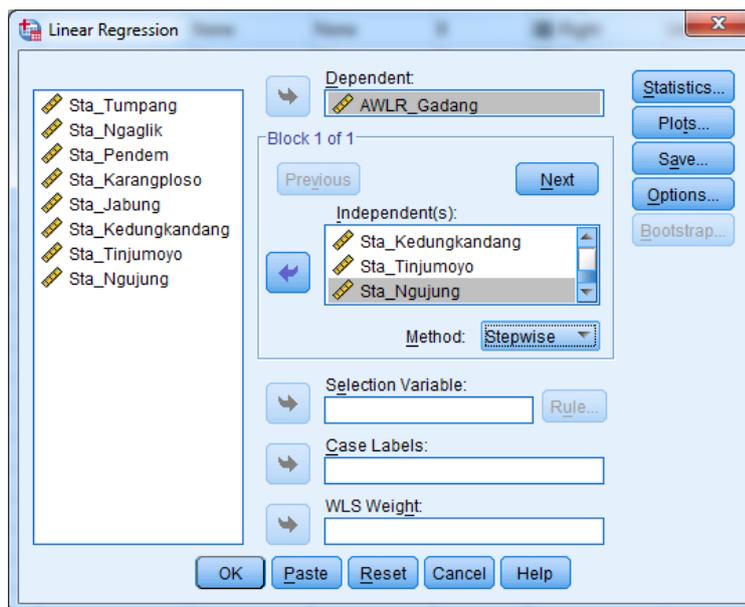
b. Dependent Variable: AWLR\_Gadang

Sumber : Hasil analisis (2017)

➤ **Langkah-langkah analisis regresi linier berganda** sebagai berikut :

- a) Klik ganda icon SPSS 21 pada desktop atau klik pada start menu untuk mengaktifkan program SPSS 21.
- b) Setelah muncul kotak dialog SPSS for Windows maka klik cancel (karena bertujuan membuat data baru)
- c) Pada halaman SPSS data editor klik Variabel View.
- d) Untuk memasukkan variabel langkah sebagai berikut :
  - Ketik AWLR\_Gadang pada kolom name (tanpa spasi) dan pada kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Tumpang (tanpa spasi) dan pada kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Ngaglik (tanpa spasi) dan pada kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Pendem (tanpa spasi) dan pada kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Karangploso (tanpa spasi) dan pada kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Jabung (tanpa spasi) dan pada kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Kedungkandang (tanpa spasi) dan pada kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Tinjumoyo (tanpa spasi) dan pada kolom measure pilih Scale.
  - Kolom-kolom lainnya biarkan isi default.
- e) Setelah selesai masukkan variabel maka selanjutnya klik Data View.
- f) Isikan data AWLR\_Gadang dan Stasiun secara lengkap sesuai dengan variabelnya.
- g) Setelah selesai mengisikan data maka selanjutnya klik :  
Analyze → Regression → Linear

Setelah itu kemudian akan terbuka kotak dialog Linear Regression, Pindahkan variabel AWLR\_Gadang ke kotak Dependent, kemudian pindahkan variabel Sta\_ Sta\_Tumpang dan seterusnya ke kotak independent.



**Gambar 4.5. Kotak Dialog Linear Regression**

- h) Klik Continue, selanjutnya akan kembali ke kotak dialog sebelumnya.
- i) Klik OK, maka hasil output akan keluar.

Untuk hasil dan analisis regresi linier berganda akan dibahas satu per satu sebagai berikut :

### 1) Analisis regresi linier berganda

Analisis ini untuk memprediksi variabel dependen dengan variabel independen.

### 2) Uji F

Uji F atau koefisien regresi secara serentak, yaitu untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara serentak terhadap variabel dependen, apakah pengaruhnya signifikan atau tidak.

Tahap – tahap pengujian sebagai berikut :

#### a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$H_0 : b_1 = b_2 = 0$  Artinya

Sta\_Tumpang, Sta\_Ngaglik, Sta\_Pendem, Sta\_Karangploso, Sta\_Jabung, Sta\_Kedungkandang dan Sta\_Tinjumoyo tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

$H_0 : b_1 \neq b_2 \neq 0$  Artinya

Sta\_Tumpang, Sta\_Ngaglik, Sta\_Pendem, Sta\_Karangploso, Sta\_Jabung, Sta\_Kedungkandang dan Sta\_Tinjumoyo berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

#### b. Menentukan taraf signifikansi. Taraf signifikansi menggunakan 0,05

## c. F Hitung dan F kritis

- F hitung adalah 35,323 (lihat tabel 4.22 ANOVA)
- F kritis dapat dicari pada tabel statistik pada (tabel 2.3 Nilai Kritis Fc Distribusi F) signifikansi 0,05  $df_1 = k-1$  atau  $8-1 = 7$  dan  $df_2 = n-k$  atau  $10-8 = 2$  (k adalah jumlah variabel). Didapat F kritis adalah 19,35. Cara lain mencari F kritis yaitu menggunakan program Ms Excel. Pada cell kosong ketik  $FINV(0,05;7;2)$  kemudian tekan enter didapat F kritis 19,35.

## d. Pengambilan keputusan

F hitung  $\leq$  F kritis jadi  $H_0$  diterima

F hitung  $\geq$  F kritis jadi  $H_0$  ditolak

## e. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa F hitung (35,323)  $>$  F tabel (19,35) jadi hipotesis nol ditolak, kesimpulannya yaitu Sta\_Tumpang, Sta\_Ngaglik, Sta\_Pendem, Sta\_Karangploso, Sta\_Jabung, Sta\_Kedungkandang dan Sta\_Tinjumoyo berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

Pengambilan keputusan berdasar Probabilitas (Signifikansi) :

## a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$$H_0 : b_1 = b_2 = 0$$

Artinya Sta\_Tumpang, Sta\_Ngaglik, Sta\_Pendem, Sta\_Karangploso, Sta\_Jabung, Sta\_Kedungkandang dan Sta\_Tinjumoyo tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

$$H_0 : b_1 \neq b_2 \neq 0$$

Artinya Sta\_Tumpang, Sta\_Ngaglik, Sta\_Pendem, Sta\_Karangploso, Sta\_Jabung, Sta\_Kedungkandang dan Sta\_Tinjumoyo berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

## b. Menentukan probabilitas (signifikansi). Dari Tabel 4.22 ANOVA dapat diketahui probabilitas adalah 0,035

## c. Pengambilan keputusan

Probabilitas  $>$  0,05 jadi  $H_0$  diterima

Probabilitas  $\leq$  0,05 jadi  $H_0$  ditolak

## d. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa Probabilitas sebesar  $0,035 < 0,05$  maka hipotesis nol ditolak, kesimpulannya yaitu Artinya Sta\_Tumpang, Sta\_Ngaglik, Sta\_Pendem, Sta\_Karangploso, Sta\_Jabung, Sta\_Kedungkandang dan Sta\_Tinjumoyo berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

Berikut ini adalah hasil output perhitungan Uji F yang disajikan pada Tabel 4.25 ANOVA

**Tabel 4.25 ANOVA**

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	221554999,757	7	31650714,251	35,323	,035 <sup>b</sup>
	Residual	85037599,328	2	42518799,664		
	Total	306592599,085	9			

a. Dependent Variable: AWLR\_Gadang

b. Predictors: (Constant), Sta\_Tinjumoyo, Sta\_Jabung, Sta\_Pendem, Sta\_Kedungkandang, Sta\_Ngaglik, Sta\_Karangploso, Sta\_Tumpang

Sumber : Hasil analisis (2017)

### 3) Uji t

Uji t berfungsi mengetahui pengaruh antara variabel independen secara parsial terhadap variabel independen, apakah ada pengaruhnya signifikan atau tidak.

Tahap – tahap dalam pengujian sebagai berikut :

a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$$H_0 : b_1 = 0$$

Artinya Sta\_Ngaglik tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

$$H_0 : b_1 \neq 0$$

Artinya Sta\_Ngaglik berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

b. Menentukan taraf signifikansi. Taraf signifikansi ini menggunakan 0,05

c. t Hitung dan t kritis

- t hitung didapatkan adalah 5,292 (lihat tabel Coefficients)
- t kritis dapat dicari pada (Tabel 2.2 Nilai Kritis pada Distribusi-t Uji Dua Sisi) signifikansi nilai  $0,05/2 = 0,025$  (uji 2 sisi) dengan df adalah  $= n-k-1$  atau  $10-7-1 = 2$  (k adalah jumlah pada variabel independen). Didapat t kritis adalah 4,303.
- Cara lain dalam mencari t kritis yaitu menggunakan Ms Excel. Pada cell kosong ketik  $TINV(0,05;2)$  kemudian tekan enter didapat t kritis adalah 4,303

d. Pengambilan keputusan

t hitung  $\leq$  t kritis jadi  $H_0$  diterima

t hitung  $>$  t kritis jadi  $H_0$  ditolak

## e. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa  $t$  hitung (5,292) >  $t$  kritis (4,303) jadi kesimpulan hipotesis nol ditolak, yaitu Sta\_Ngaglik berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

Pengambilan keputusan berdasar Probabilitas (Signifikansi) :

## a. Menentukan perhitungan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$$H_0 : b_1 = b_2 = 0$$

Artinya Sta\_Ngaglik tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

$$H_0 : b_1 \neq b_2 \neq 0$$

Artinya Sta\_Ngaglik berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

## b. Menentukan probabilitas (signifikansi). Dari Tabel Coefficients didapatkan probabilitas adalah 0,025

## c. Pengambilan keputusan

Probabilitas > 0,05 jadi  $H_0$  diterima

Probabilitas  $\leq$  0,05 jadi  $H_0$  ditolak

## d. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa Probabilitas sebesar  $0,025 < 0,05$  maka kesimpulan hipotesis nol ditolak, kesimpulannya yaitu Sta\_Ngaglik berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

Berikut ini adalah hasil output perhitungan Uji  $t$  yang disajikan pada Tabel 4.26 Coefficients :

**Tabel 4.26 Coefficients**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
			Coefficients		
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	67967,742	53927,993		1,260	,035
Sta_Tumpang	-65,941	64,235	-6,425	5,027	,013
Sta_Ngaglik	39,025	30,204	3,508	5,292	,025
Sta_Pendem	7,358	16,179	,504	6,455	,044
Sta_Karangploso	45,938	38,947	5,656	5,179	,040
Sta_Jabung	1,010	18,020	,116	6,056	,034
Sta_Kedungkandang	11,617	19,746	1,158	4,588	,036
Sta_Tinjumoyo	-42,236	34,357	-3,505	5,229	,038

Sumber : Hasil analisis (2017)

#### 4) Analisis Koefisien Determinasi

( $R^2$ ) Analisis koefisien determinasi dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar prosentase pengaruh sumbangan variabel independen secara serentak terhadap variabel dependen.

Dari tabel Model Summary didapatkan dan diketahui nilai  $R^2$  (*R Square*) adalah 0,723. Jadi sumbangan pengaruh dari variabel independen yaitu 72,3 % sedangkan sisanya sebesar 27,7 % dapat dipengaruhi oleh faktor lainnya yang tidak diteliti.

Berikut ini adalah hasil output perhitungan analisis koefisien determinasi dapat disajikan pada Tabel 4.27 Model Summary (R Square) :

**Tabel 4.27 Model Summary (R Square)**

Model Summary <sup>b</sup>					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,850 <sup>a</sup>	,723	-,248	6520,64411	1,896

a. Predictors: (Constant), Sta\_Tinjumoyo, Sta\_Jabung, Sta\_Pendem, Sta\_Kedungkandang, Sta\_Ngaglik, Sta\_Karangploso, Sta\_Tumpang

b. Dependent Variable: AWLR\_Gadang

Sumber : Hasil analisis (2017)

#### 5) Analisis Korelasi

Analisis korelasi mempunyai tujuan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel atau lebih. Apabila terdapat dua variabel dapat disebut korelasi sederhana, tetapi jika terdapat lebih dari dua variabel maka disebut korelasi berganda. Dalam perhitungan korelasi ini dapat digunakan untuk mengetahui arah hubungan keeratan hubungan, keeratan hubungan, dan berarti atau tidaknya hubungan tersebut.

Dasar keputusan yang digunakan adalah nilai R atau nilai koefisien korelasi antar variabel, apabila nilai R mendekati angka 1 maka hubungan antar variabel tersebut maka hubungan antar variabel tersebut akan semakin signifikan.

Dari tabel Model Summary didapatkan dan diketahui nilai R adalah 0,850. Jadi nilai koefisien korelasi antar hubungan variabel adalah Sangat Kuat.

Berikut ini adalah hasil output perhitungan analisis korelasi yang disajikan pada Tabel 4.28 Model Summary (R) :

**Tabel 4.28 Model Summary (R)**

Model Summary <sup>b</sup>					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,850 <sup>a</sup>	,723	-,248	6520,64411	1,896

a. Predictors: (Constant), Sta\_Tinjumoyo, Sta\_Jabung, Sta\_Pendem, Sta\_Kedungkandang, Sta\_Ngaglik, Sta\_Karangploso, Sta\_Tumpang

b. Dependent Variable: AWLR\_Gadang

Sumber : Hasil analisis (2017)

Hasil analisa korelasi sederhana dan berganda Pos AWLR Gadang dengan seluruh Stasiun Hujan di DAS Brantas Hulu disajikan pada tabel 4.33. Kesimpulan dari analisis metode stepwise yaitu menggunakan 7 stasiun hujan yaitu Stasiun Tumpang, Stasiun Ngaglik, stasiun Pendem, Stasiun Karangploso, Stasiun Jabung, Stasiun Kedungkandang dan Stasiun Tinjumoyo. Dengan koefisien korelasi 0,850 yang mempunyai tingkat hubungan sangat kuat.

Dalam penelitian ini perhitungan curah hujan harian daerah maksimum tahunan menggunakan metode poligon thiessen. Karena cara ini memberikan bobot tertentu untuk setiap pos hujan, dengan pengertian bahwa setiap pos hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luasan tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi (*weighting factor*) bagi hujan di pos yang bersangkutan.

Gambar poligon thiessen DAS Brantas Hulu untuk metode Stepwise berdasarkan Pedoman Rasionalisasi Pos Hidrologi Kementerian Pekerjaan Umum disajikan pada gambar 4.7. dan. Besarnya faktor koreksi luas daerah pengaruh masing-masing pos hujan disajikan pada tabel 4.29.

**Tabel 4.29 Luas Daerah Pengaruh Stasiun Hujan Metode Stepwise PU di DAS Brantas Hulu (7 Pos Hujan)**

No	Nama Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh	Koefisien Thiessen	Prosentase
		(Km <sup>2</sup> )		(%)
1	Tinjumoyo	138,55	0,206	20,55
2	Ngaglik	43,85	0,065	6,50
3	Pendem	20,75	0,031	3,08
4	Karangploso	118,27	0,175	17,54
5	Kedung Kandang	67,43	0,100	10,00
6	Jabung	167,79	0,249	24,89
7	Tumpang	117,55	0,174	17,44
Jumlah		674,19	1,000	100,00

Berikut contoh perhitungan pada stasiun hujan Tinjumoyo pada metode Stepwise PU

$$\begin{aligned} \text{Prosentase} & : (\text{Luas daerah pengaruh}/\text{Jumlah luas daerah pengaruh}) \times 100\% \\ & : (138,55/674,19) \times 100\% \\ & : 20,55 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koef Thiessen} & : (\text{Luas daerah pengaruh}/\text{Jumlah luas daerah pengaruh}) \\ & : (138,55/674,19) \\ & : 0,206 \end{aligned}$$

Perhitungan curah hujan harian daerah maksimum tahunan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$\bar{R} = \frac{R_1 \cdot A_1 + R_2 \cdot A_2 + R_3 \cdot A_3 + \dots + R_n \cdot A_n}{\sum A}$$

Dengan:

$$Fk = (A_n / \sum A)$$

Fk = faktor koreksi luas daerah pengaruh Poligon Thiessen

Sehingga:

$$R = R_1 \cdot fk_1 + R_2 \cdot fk_2 + R_3 \cdot fk_3 + \dots + R_n \cdot fk_n$$

Sebagai contoh, misalnya perhitungan hujan harian daerah maksimum tahunan untuk tahun 2006. Curah hujan harian maksimum pada stasiun hujan Tinjumoyo terjadi pada tanggal 29 desember sebagai berikut,

$$R = R_1 \cdot fk_1 + R_2 \cdot fk_2 + R_3 \cdot fk_3 + \dots + R_{10} \cdot fk_{10}$$

$$\begin{aligned} R & = (90 \cdot 0,260) + (35 \cdot 0,065) + (28 \cdot 0,031) + (15 \cdot 0,175) + (6 \cdot 0,1) + (56 \cdot 0,249) \\ & + (58 \cdot 0,174) = 48,9 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dapat diperoleh hasil perhitungan didapatkan curah hujan rata-rata daerah DAS Brantas Hulu berdasarkan metode Poligon Thiessen seperti pada tabel 4.30. (untuk metode Stepwise PU) sedangkan untuk perhitungan pada tahun 2007 sampai tahun 2015 tidak ditampilkan pada Bab IV, namun ditampilkan pada lampiran II.

**Tabel 4.30 Perhitungan Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan (Stepwise PU) pada Tahun 2006**

Tanggal	Nama Stasiun Hujan							CH. Maks (mm)
	Tinjumoyo 0,206	Ngaglik 0,065	Pendem 0,031	Karangploso 0,175	Ked- Kandang 0,1	Jabung 0,249	Tumpang 0,174	
29-Des	90	35	28	15	6	56	58	48,9
30-Des	6	90	21	34	24	40	56	35,8
07-Mei	18	15	96	82	7	14	27	30,9
10-Apr	5	3	75	92	0	12	13	24,9
21-Des	10	23	3	8	57	74	5	30,0
25-Mei	0	0	0	5	0	75	15	22,2
16-Feb	48	8	0	0	3	12	88	29,0

Sumber : Hasil analisis (2017)

**Tabel 4.31 Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan (Stepwise PU)**

No	Tahun	CH. Maks (mm)
1	2006	48,9
2	2007	107,1
3	2008	81,9
4	2009	41,4
5	2010	72,8
6	2011	43,0
7	2012	70,3
8	2013	92,4
9	2014	42,3
10	2015	45,7

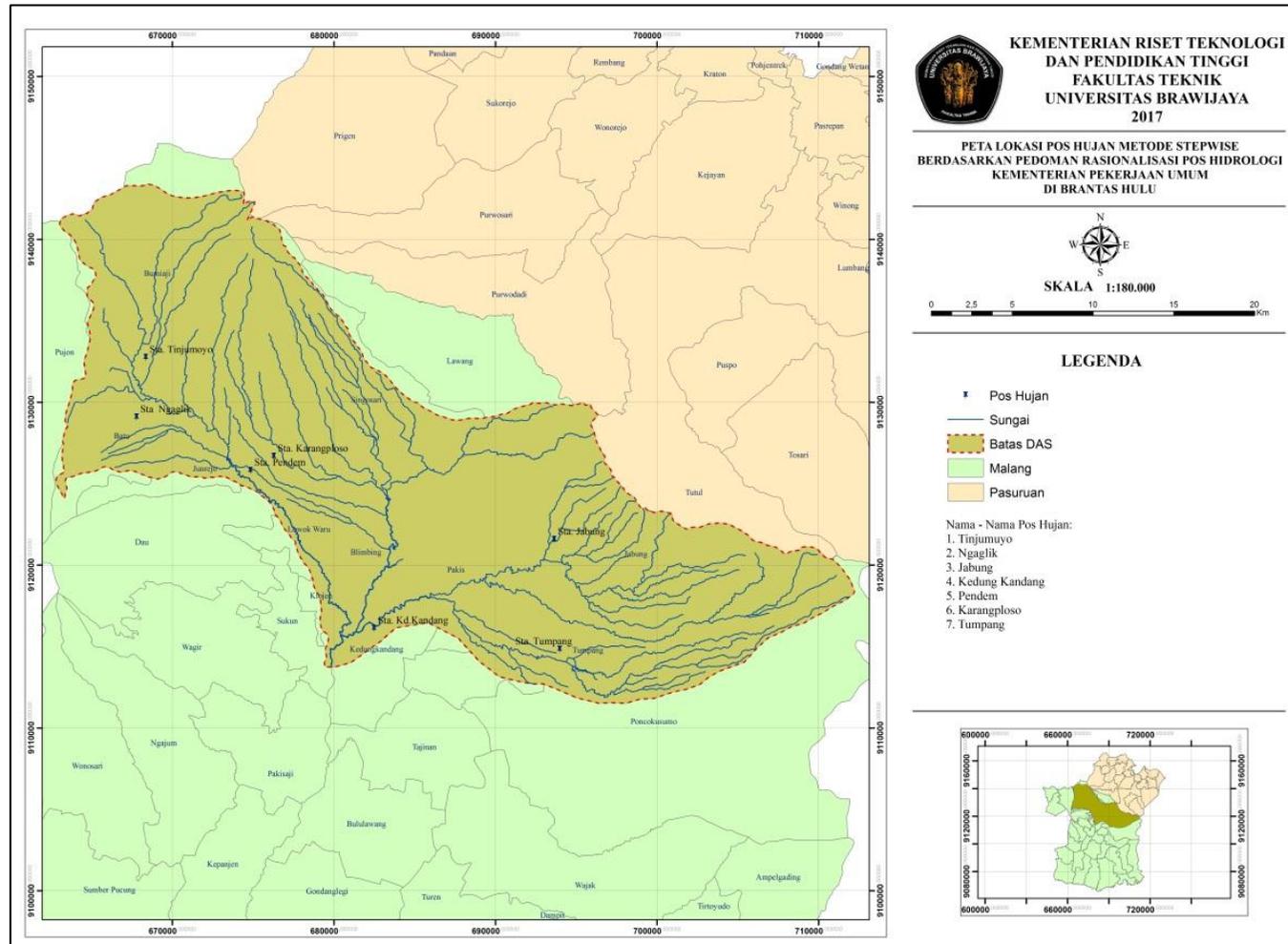
Sumber : Hasil analisis (2017)

**Tabel 4.32 Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan (Stepwise PU) setelah diurutkan**

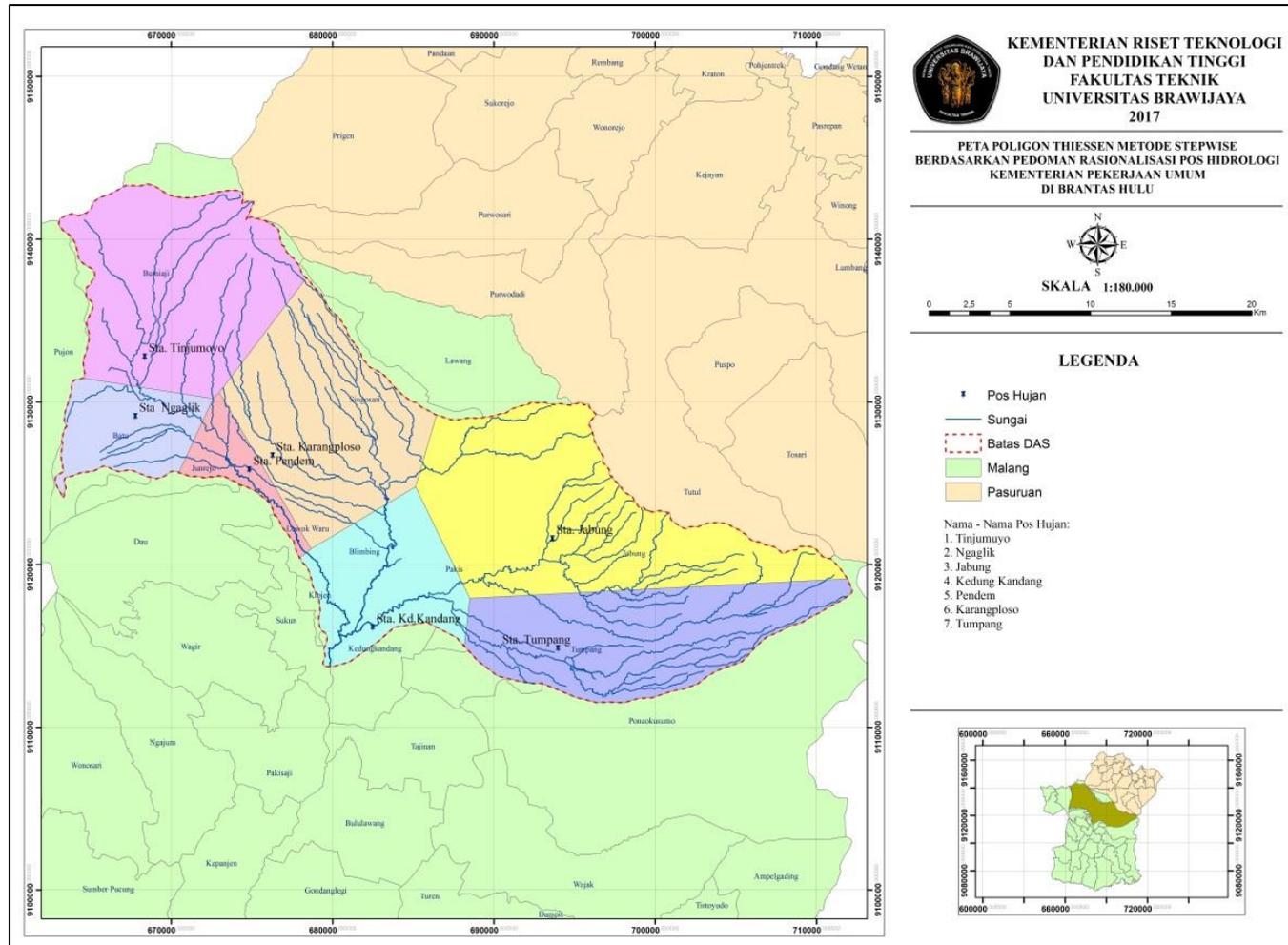
No	Tahun	CH. Maks (mm)
1	2007	107,1
2	2013	92,4
3	2008	81,9
4	2010	72,8
5	2012	70,3
6	2006	48,9
7	2013	45,7
8	2011	43,0
9	2014	42,3
10	2009	41,4

Tabel 4.33 Korelasi Metode Stepwise sederhana dan berganda Pos AWLR Gadang dengan Stasiun Hujan di DAS Brantas Hulu

Single Correlation				Multiple Correlation			
Independent Variable (Stasiun Hujan)	Coffision Correlation	Tingkat Hubungan	Kontribusi (%)	Independent Variable (Stasiun Hujan)	Coffision Correlation	Tingkat Hubungan	Kontribusi (%)
Tinjumoyo (P1)	0,534	Sedang	28,50	P11	0,653	Kuat	42,60
Ngaglik (P2)	0,642	Kuat	41,30	P11, P2	0,686	Kuat	47,10
Ngujung (P3)	0,479	Sedang	23,00	P11, P2, P5	0,691	Kuat	47,80
Temas (P4)	0,478	Sedang	22,90	P11, P2, P5, P6	0,699	Kuat	48,90
Pendem (P5)	0,625	Kuat	39,00	P11, P2, P5, P6, P10	0,701	Kuat	49,10
Karangploso (P6)	0,615	Kuat	37,90	P11, P2, P5, P6, P10, P9	0,716	Kuat	51,30
Singosari (P7)	0,270	Rendah	7,30	P11, P2, P5, P6, P10, P9, P1	0,850	Sangat Kuat	72,30
Blimbing (P8)	0,224	Rendah	5,00	P11, P2, P5, P6, P10, P9, P1, P3	0,909	Sangat Kuat	82,60
Kedungkandang (P9)	0,578	Sedang	33,40	P11, P2, P5, P6, P10, P9, P1, P3, P4	0,911	Sangat Kuat	84,50
Jabung (P10)	0,607	Kuat	36,80	P11, P2, P5, P6, P10, P9, P1, P3, P4, P7	0,924	Sangat Kuat	85,80
Tumpang (P11)	0,653	Kuat	42,60	P11, P2, P5, P6, P10, P9, P1, P3, P4, P7, P8	0,936	Sangat Kuat	87,10



**Gambar 4.6. Peta Stasiun Hujan DAS Brantas Hulu dengan Metode Stepwise berdasarkan Pedoman Rasionalisasi Pos Hidrologi Kementerian Pekerjaan Umum**



**Gambar 4.7. Peta Poligon Thiessen Stasiun Hujan DAS Brantas Hulu dengan Metode Stepwise berdasarkan Pedoman Rasionalisasi Pos Hidrologi Kementerian Pekerjaan Umum**

#### 4.6.2. Metode Stepwise Berdasarkan Statistika Analisis Regresi dengan SPSS 21

Analisis regresi mempunyai tujuan dalam meramalkan suatu nilai variabel independen dengan adanya perubahan dari variabel independen. Analisis regresi ini merupakan hubungan dengan dua variabel atau lebih. Data debit dan data hujan yang digunakan sesuai dengan Tabel 4.17 Data Debit Dan Data Hujan di DAS Brantas Hulu Dengan Basis Tahunan.

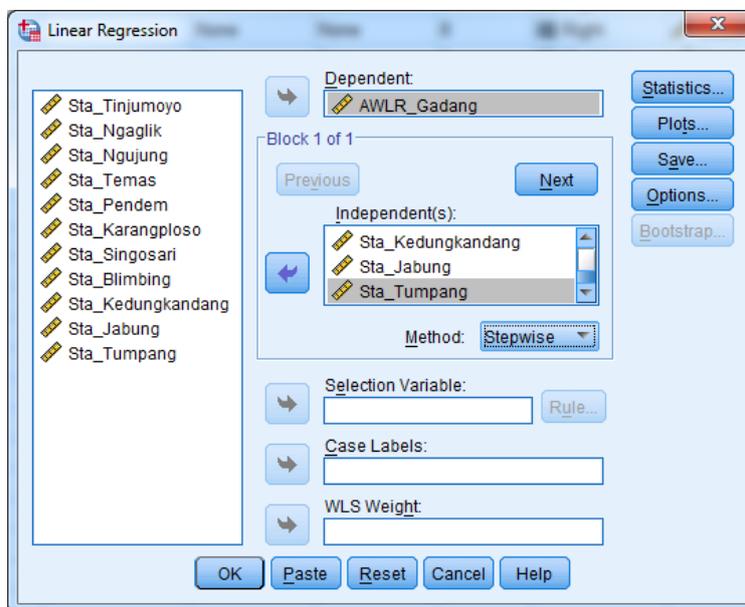
##### ➤ Langkah-langkah Metode Stepwise dengan Analisa Regresi menggunakan SPSS 21 sebagai berikut :

AWLR Gadang sebagai variabel independen dan 11 stasiun hujan di DAS Brantas Hulu sebagai variabel dependen sebagai berikut :

- a) Klik ganda icon SPSS 21 di desktop atau klik pada start menu dan mengaktifkan program SPSS 21.
- b) Setelah muncul pada kotak dialog SPSS for Windows maka lanjutkan klik cancel (karena bertujuan untuk membuat data baru)
- c) Pada halaman di SPSS data editor klik Variabel View.
- d) Untuk selanjutnya memasukkan variabel langkah berikut :
  - Ketik AWLR\_Gadang pada kolom name (tanpa spasi) dan di kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Tinjumoyo (tanpa spasi) dan di kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Ngaglik (tanpa spasi) dan pada kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Ngujung (tanpa spasi) dan di kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Temas (tanpa spasi) dan di kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Pendem (tanpa spasi) dan di kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Karangploso (tanpa spasi) dan di kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Singosari (tanpa spasi) dan di kolom measure pilih Scale.

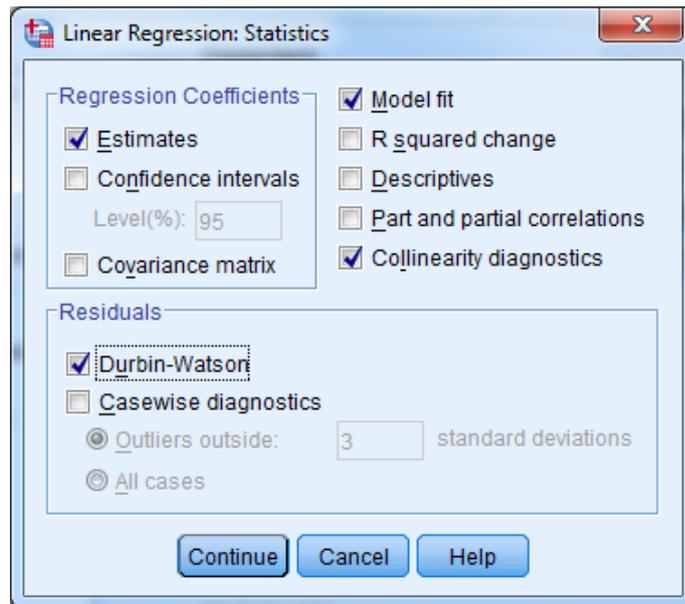
- Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Blimbing (tanpa spasi) dan di kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Kedungkandang (tanpa spasi) dan di kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Jabung (tanpa spasi) dan di kolom measure pilih Scale.
  - Pada kolom Name dibawahnya ketik Sta\_Tumpang (tanpa spasi) dan di kolom measure pilih Scale.
  - Kolom-kolom lainnya biarkan isi default.
- e) Setelah selesai masukkan variabel maka selanjutnya klik Data View.
- f) Isikan data AWLR\_Gadang dan 11 stasiun hujan DAS Brantas Hulu sesuai dengan variabelnya.
- g) Setelah selesai mengisikan data maka selanjutnya klik :  
Analyze → Regression → Linear

Setelah itu kemudian akan terbuka kotak dialog Linear Regression, Pindahkan variabel AWLR\_Gadang ke kotak Dependent, kemudian pindahkan variabel Stasiun Tinjumoyo sampai dengan akhir stasiun Tumpang ke kotak independent.



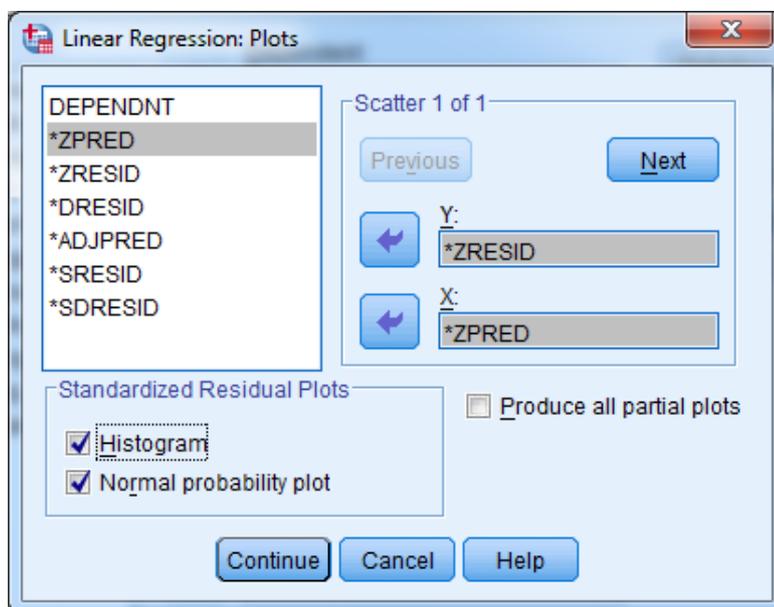
**Gambar 4.8. Kotak Dialog Linear Regression**

- h) Klik tombol statistics, selanjutnya akan terbuka kotak dialog Linear Regression statistics. Pilih Collinearity diagnostics untuk menguji multikolinearitas, dan pilih Durbin-Watson untuk menguji autokorelasi



**Gambar 4.9. Kotak Dialog Linear Regression : Statistics**

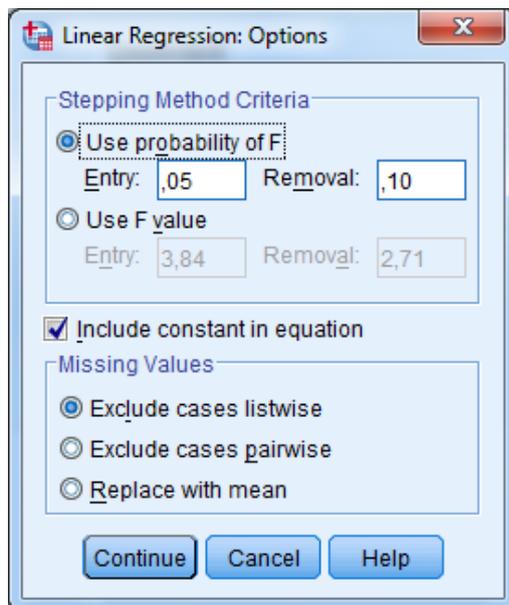
- i) Klik Continue, maka akan kembali ke kotak dialog sebelumnya.
- j) Untuk uji heteroskedastisitas maka klik Plots, selanjutnya kotak dialog Linear Regression:Plots terbuka, masukkan \*ZRESID (Standardized Residual) ke kotak Y, dan masukkan \*ZPRED (Standardized Predicted Value) ke kotak X. selanjutnya pilih Normal Probability plot untuk uji normalitas.



**Gambar 4.10. Kotak Dialog Linear Regression : Plots**

- k) Klik Continue, maka akan kembali ke kotak dialog sebelumnya.
- l) Klik Options, pada Use Probability of F secara default nilainya 0,05 untuk variabel yang dimasukkan dan 0,10 untuk variabel yang dikeluarkan, artinya variabel yang

dimasukkan ke dalam model prediksi yang memiliki signifikansi kurang dari atau sama dengan 0,05.



**Gambar 4.11. Kotak Dialog Linear Regression : Options**

- m) Klik Continue, maka akan kembali ke kotak dialog sebelumnya.
- n) Klik OK, maka hasil output akan keluar.

Untuk hasil dan analisis metode stepwise dengan analisis regresi menggunakan SPSS 21 akan dibahas satu per satu sabagai berikut :

### 1) Analisis regresi linier berganda

Analisis regresi metode stepwise ini dimaksudkan untuk mengetahui variabel yang terseleksi dan pengaruhnya terhadap variabel dependen, apakah pengaruhnya signifikan atau tidak dengan melakukan pengujian yaitu uji F dan uji T. Serta dilakukan uji asumsi untuk variabel terseleksi.

Berikut disajikan Tabel 4.34 hasil regresi linier antara variabel stasiun hujan terhadap data debit dengan metode stepwise.

**Tabel 4.34 Regresi Linier Berganda**

		Coefficients <sup>a</sup>					
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics
		B	Std. Error	Beta			Tolerance
1	(Constant)	4171,372	6534,523		,638	,541	1,000
	Sta_Tumpang	6,698	2,749	,653	2,437	,041	
2	(Constant)	-5391,972	6048,324		-,891	,402	,277
	Sta_Tumpang	15,656	3,912	1,526	4,002	,005	
	Sta_Singosari	-5,221	1,939	-1,027	-2,693	,031	

Sumber : Hasil analisis (2017)

Hasil pengujian regresi linier dengan metode stepwise ditemukan hasil bahwa ada dua variabel yang masuk dalam model regresi, yaitu Stasiun Tumpang dan Stasiun Singosari sehingga terbentuk persamaan regresi antara Stasiun Tumpang dan Stasiun Singosari terhadap AWLR Gadang sebagai berikut.

$$Y = a + b_1 \text{Sta\_Tumpang} + b_2 \text{Sta\_Singosari} + e$$

$$Y = -5391,972 + 15,656 \text{Sta\_Tumpang} - 5,221 \text{Sta\_Singosari} + e$$

Dari persamaan tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Nilai konstanta (a) sebesar -5391,972 menunjukkan bahwa apabila tidak ada curah hujan pada Sta\_Tumpang (Sta\_Tumpang = 0) maka debit AWLR Gadang yang terhitung adalah sebesar -5391,972 satuan.
- Nilai koefisien Sta\_Tumpang (b<sub>1</sub>) sebesar 15,656 menunjukkan bahwa apabila terhitung ada curah hujan pada Sta\_Tumpang sebesar 1 satuan maka debit air akan mengalami penambahan sebesar 15,656 satuan.
- Nilai koefisien Sta\_Singosari (b<sub>2</sub>) sebesar - 5,221 menunjukkan bahwa apabila terhitung ada curah hujan pada Sta\_Singosari sebesar 1 satuan maka debit air akan mengalami pengurangan sebesar - 5,221 satuan.

## 2) Uji F

Uji F atau koefisien regresi secara serentak, yaitu untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara serentak terhadap variabel dependen, apakah pengaruhnya signifikan atau tidak.

Tahap – tahap pengujian sebagai berikut :

- Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$$H_0 : b_1 = b_2 = 0 \text{ Artinya}$$

Sta\_Tumpang dan Sta\_Singosari tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

$H_0 : b_1 \neq b_2 \neq 0$  Artinya

Sta\_Tumpang dan Sta\_Singosari berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

b. Menentukan taraf signifikansi. Taraf signifikansi menggunakan 0,05

c. F Hitung dan F kritis

- F hitung adalah 8,915 (lihat tabel 4.28 ANOVA)
- F kritis dapat dicari pada tabel statistik pada (tabel 2.3 Nilai Kritis  $F_c$  Distribusi F) signifikansi 0,05  $df_1 = k-1$  atau  $3-1 = 2$  dan  $df_2 = n-k$  atau  $10-3 = 7$  (k adalah jumlah variabel). Didapat F kritis adalah 4,74. Cara lain mencari F kritis yaitu menggunakan program Ms Excel. Pada cell kosong ketik  $FINV(0,05;2;7)$  kemudian tekan enter didapat F kritis 4,74.

d. Pengambilan keputusan

F hitung  $\leq$  F kritis jadi  $H_0$  diterima

F hitung  $\geq$  F kritis jadi  $H_0$  ditolak

e. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa F hitung (8,915)  $>$  F tabel (4,74) jadi hipotesis nol ditolak, kesimpulannya yaitu Sta\_Tumpang dan Sta\_Singosari berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

Pengambilan keputusan berdasar Probabilitas (Signifikansi) :

a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$H_0 : b_1 = b_2 = 0$

Artinya Sta\_Tumpang dan Sta\_Singosari tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

$H_0 : b_1 \neq b_2 \neq 0$

Artinya Sta\_Tumpang dan Sta\_Singosari berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

b. Menentukan probabilitas (signifikansi). Dari Tabel 4.22 ANOVA dapat diketahui probabilitas adalah 0,012

c. Pengambilan keputusan

Probabilitas  $>$  0,05 jadi  $H_0$  diterima

Probabilitas  $\leq$  0,05 jadi  $H_0$  ditolak

d. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa Probabilitas sebesar  $0,012 < 0,05$  maka hipotesis nol ditolak, kesimpulannya yaitu Artinya Sta\_Tumpang dan Sta\_Singosari berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

Berikut ini adalah hasil output perhitungan Uji F yang disajikan pada Tabel 4.35 ANOVA

**Tabel 4.35 ANOVA**

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	130616525,741	1	130616525,741	5,938	,041 <sup>b</sup>
	Residual	175976073,344	8	21997009,168		
	Total	306592599,085	9			
2	Regression	220156255,460	2	110078127,730	8,915	,012 <sup>c</sup>
	Residual	86436343,625	7	12348049,089		
	Total	306592599,085	9			

a. Dependent Variable: AWLR\_Gadang

b. Predictors: (Constant), Sta\_Tumpang

c. Predictors: (Constant), Sta\_Tumpang, Sta\_Singosari

Sumber : Hasil analisis (2017)

### 3) Uji t

Uji t untuk mengetahui pengaruh variabel independen secara individual terhadap variabel independen, apakah pengaruhnya signifikan atau tidak.

Tahap – tahap pengujian sebagai berikut :

a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$$H_0 : b_1 = 0$$

Artinya Sta\_Tumpang tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

$$H_0 : b_1 \neq 0$$

Artinya Sta\_ Tumpang berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

b. Menentukan taraf signifikansi. Taraf signifikansi menggunakan 0,05

c. t Hitung dan t kritis

- t hitung adalah 4,002 (lihat tabel 4.29 Coefficients)
- t kritis dapat dicari pada (Tabel 2.2 Nilai Kritis untuk Distribusi-t Uji Dua Sisi) signifikansi  $0,05/2 = 0,025$  (uji 2 sisi) dengan  $df = n-2$  atau  $10-2 = 8$ . Didapat t kritis adalah 2,306.
- Cara lain mencari t kritis yaitu menggunakan program Ms Excel. Pada cell kosong ketik  $TINV(0,05;8)$  kemudian tekan enter didapat t kritis adalah 2,306

d. Pengambilan keputusan

t hitung  $\leq$  t kritis jadi  $H_0$  diterima

$t$  hitung  $>$   $t$  kritis jadi  $H_0$  ditolak

e. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa  $t$  hitung (4,002)  $>$   $t$  kritis (2,306) jadi hipotesis nol ditolak, kesimpulannya yaitu Sta\_Tumpang berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

Pengambilan keputusan berdasar Probabilitas (Signifikansi) :

a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$$H_0 : b_1 = b_2 = 0$$

Artinya Sta\_Ngaglik tidak berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

$$H_0 : b_1 \neq b_2 \neq 0$$

Artinya Sta\_Ngaglik berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang

b. Menentukan probabilitas (signifikansi). Dari Tabel Coefficients dapat diketahui probabilitas adalah 0,005

c. Pengambilan keputusan

Probabilitas  $>$  0,05 jadi  $H_0$  diterima

Probabilitas  $\leq$  0,05 jadi  $H_0$  ditolak

d. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa Probabilitas sebesar  $0,005 < 0,05$  maka kesimpulan hipotesis nol ditolak, kesimpulannya yaitu Sta\_Tumpang berpengaruh terhadap AWLR\_Gadang.

Berikut ini adalah hasil output perhitungan Uji t yang disajikan pada Tabel 4.36 Coefficients :

**Tabel 4.36 Coefficients**

Model		Coefficients <sup>a</sup>					
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics
		B	Std. Error	Beta			Tolerance
1	(Constant)	4171,372	6534,523		,638	,541	1,000
	Sta_Tumpang	6,698	2,749	,653	2,437	,041	
2	(Constant)	-5391,972	6048,324		-,891	,402	,277
	Sta_Tumpang	15,656	3,912	1,526	4,002	,005	
	Sta_Singosari	-5,221	1,939	-1,027	-2,693	,031	

Sumber : Hasil analisis (2017)

#### 4) Analisa Koefisien Determinasi

Analisis koefisien determinasi ( $R^2$ ) digunakan untuk mengetahui seberapa besar prosentase sumbangan pengaruh variabel independen secara serentak terhadap variabel dependen.

Dari tabel Model Summary dapat diketahui nilai  $R^2$  (*R Square*) adalah 0,718. Jadi sumbangan pengaruh dari variabel independen yaitu 71,8 % sedangkan sisanya sebesar 28,2 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti.

Berikut ini adalah hasil output perhitungan analisis koefisien determinasi yang disajikan pada Tabel 4.37 Model Summary (*R Square*) :

**Tabel 4.37 Model Summary (*R Square*)**

Model Summary <sup>c</sup>					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,653 <sup>a</sup>	,426	,354	4690,09693	
2	,847 <sup>b</sup>	,718	,638	3513,97910	1,497

a. Predictors: (Constant), Sta\_Tumpang

b. Predictors: (Constant), Sta\_Tumpang, Sta\_Singosari

c. Dependent Variable: AWLR\_Gadang

Sumber : Hasil analisis (2017)

## 5) Analisis Korelasi

Analisis korelasi bertujuan untuk mengetahui hubungan dua variabel atau lebih. Dalam perhitungan korelasi ini digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan, arah hubungan, dan berarti atau tidaknya hubungan tersebut.

Dasar keputusan yang digunakan adalah nilai R atau nilai koefisien korelasi antar variabel, apabila nilai R mendekati angka 1 maka hubungan antar variabel tersebut maka hubungan antar variabel tersebut akan semakin signifikan.

Dari tabel Model Summary (*R*) dapat diketahui nilai R adalah 0,847. Jadi nilai koefisien korelasi hubungan antar variabel adalah Sangat Kuat.

Berikut ini adalah hasil output perhitungan analisis korelasi yang disajikan pada Tabel 4.38 Model Summary (*R*) :

**Tabel 4.38 Model Summary (*R*)**

Model Summary <sup>c</sup>					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,653 <sup>a</sup>	,426	,354	4690,09693	
2	,847 <sup>b</sup>	,718	,638	3513,97910	1,497

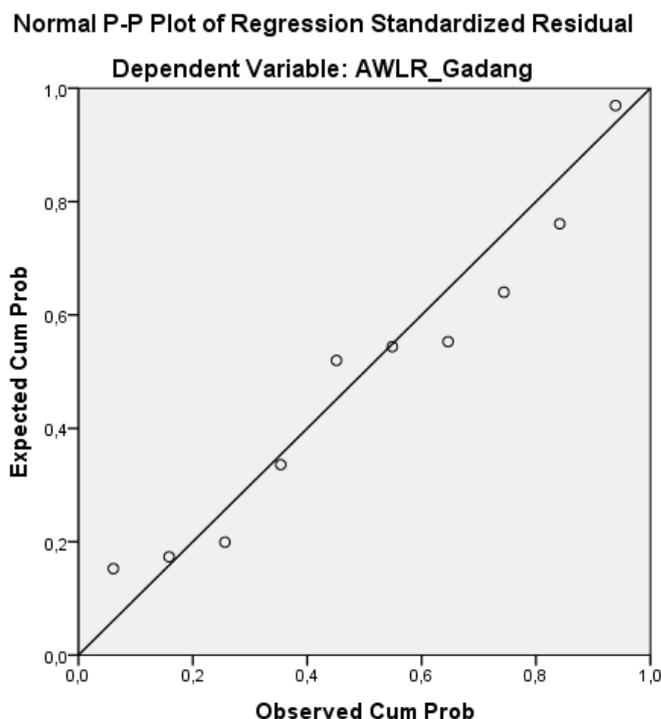
a. Predictors: (Constant), Sta\_Tumpang

b. Predictors: (Constant), Sta\_Tumpang, Sta\_Singosari

Sumber : Hasil analisis (2017)

## 6) Uji Normalitas

Pengujian Normal Probability dapat dilihat pada output regresi, atau disajikan pada Gambar 4.12 sebagai berikut :



**Gambar 4.12. Normal P-Plot**

Sumber : Hasil analisis (2017)

Kriteria pengambilan keputusan yaitu sebagai berikut :

- Jika data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah diagonal, maka model regresi memenuhi asumsi normalitas.
- Jika data menyebar jauh dari garis diagonal atau tidak mengikuti arah diagonal, maka model regresi tidak memenuhi asumsi normalitas.

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal, maka data terdistribusi dengan normal dan model regresi telah memenuhi asumsi normalitas.

## 7) Uji Multikolinearitas

Untuk mendeteksi ada tidaknya multikolinearitas dengan melihat nilai *Tolerance* dan *VIF*. Semakin kecil nilai *Tolerance* dan semakin besar nilai *VIF* maka semakin mendekati terjadinya masalah multikolinearitas. Umumnya pada penelitian menyebutkan bahwa jika *Tolerance* lebih dari 0,1 dan *VIF* kurang dari 10 maka tidak terjadi multikolinearitas.

Dari tabel 4.39 Coefficients dapat diketahui bahwa nilai Tolerance dari variabel independen lebih dari 0,1 dan VIF kurang dari 10, jadi dapat disimpulkan bahwa dalam model regresi tidak terjadi masalah multikolinearitas.

**Tabel 4.39 Coefficients**

Coefficients <sup>a</sup>							
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics
		B	Std. Error	Beta			Tolerance
1	(Constant)	4171,372	6534,523		,638	,541	1,000
	Sta_Tumpang	6,698	2,749	,653	2,437	,041	
2	(Constant)	-5391,972	6048,324		-,891	,402	,277
	Sta_Tumpang	15,656	3,912	1,526	4,002	,005	
	Sta_Singosari	-5,221	1,939	-1,027	-2,693	,031	,277

Coefficients <sup>a</sup>		
Model		Collinearity Statistics
		VIF
1	(Constant)	1,000
	Sta_Tumpang	
2	(Constant)	3,609
	Sta_Tumpang	
	Sta_Singosari	3,609

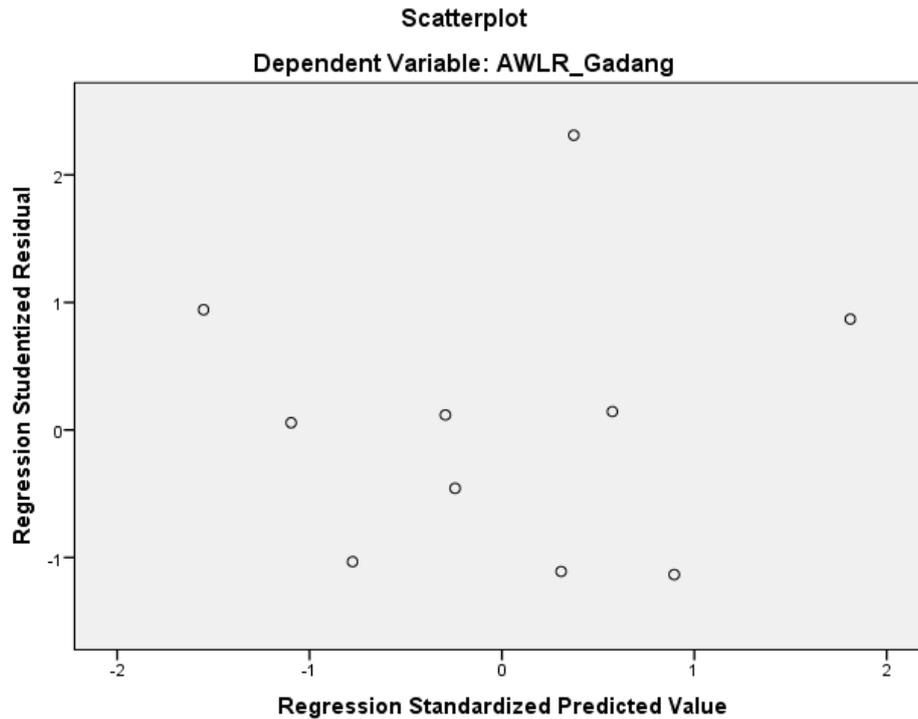
a. Dependent Variable: AWLR\_Gadang

Sumber : Hasil analisis (2017)

### 8) Uji Heteroskedastisitas

Heteroskedastisitas adalah keadaan dimana terjadinya ketidaksamaan varian dari residual pada model regresi. Model regresi yang baik mensyaratkan tidak adanya masalah heteroskedastisitas. Untuk mendeteksi ada tidaknya heteroskedastisitas dengan melihat pola titik-titik pada scatterplot regresi. Jika titik-titik menyebar dengan pola yang tidak jelas di atas dan di bawah angka 0 pada sumbu Y maka tidak terjadi masalah heteroskedastisitas.

Berikut disajikan pada Gambar 4.13 hasil pengujian asumsi heteroskedastisitas dengan menggunakan Scatter Plot.



**Gambar 4.13. Scatterplot**

Sumber : Hasil analisis (2017)

Dari pengujian Scatterplot diatas dapat diketahui bahwa titik-titik menyebar dengan pola yang tidak jelas di atas dan di bawah angka 0 pada sumbu Y maka pada model regresi tidak terjadi masalah Heteroskedastisitas.

### 9) Uji Autokorelasi

Autokorelasi adalah keadaan dimana terjadinya korelasi dari residual untuk pengamatan satu dengan pengamatan yang lain yang disusun menurut runtun waktu. Model regresi yang baik mensyaratkan tidak adanya masalah autokorelasi.

Untuk mendeteksi ada tidaknya autokorelasi dengan dilakukan uji Durbin-Watson dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

$H_0$  : Tidak terjadi autokorelasi

$H_a$  : Terjadi autokorelasi

- b. Menentukan taraf signifikansi. Taraf signifikansi menggunakan 0,05

- c. Menentukan nilai d (Durbin Watson)

Nilai d yang didapat dari hasil regresi adalah 1,497

- d. Menentukan nilai dL dan dU

Nilai dL dan dU dapat dilihat pada tabel Durbin-Watson pada signifikansi 0,05,

$n = 10$  dan  $k = 2$  (  $n$  adalah jumlah data dan  $k$  adalah jumlah variabel independen ).

Didapat  $dL = 0,697$  dan  $dU = 1,341$ .

Jadi dapat dihitung nilai  $4 - dU = 2,659$  dan  $4 - dL = 3,303$

e. Pengambilan keputusan

- $dU < d < 4 - dU$  maka  $H_0$  diterima (tidak terjadi autokorelasi)
- $dU < dL$  atau  $d > 4 - dL$  maka  $H_0$  ditolak (terjadi autokorelasi)
- $dL < d < dL$  atau  $4 - dU < d < 4 - dL$  maka tidak ada kesimpulan.

f. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa nilai  $d$  (Durbin-Watson) sebesar 1,497 terletak pada daerah  $dU < d < 4 - dU$  ( $1,341 < 1,497 < 2,659$ ). Maka  $H_0$  diterima, kesimpulannya yaitu tidak terjadi autokorelasi pada model regresi

Berikut disajikan tabel 4.40 hasil pengujian asumsi autokorelasi dengan menggunakan uji Durbin Watson.

**Tabel 4.40 Model Summary (Durbin Watson)**

Model Summary <sup>c</sup>					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,653 <sup>a</sup>	,426	,354	4690,09693	
2	,847 <sup>b</sup>	,718	,638	3513,97910	1,497

a. Predictors: (Constant), Sta\_Tumpang

b. Predictors: (Constant), Sta\_Tumpang, Sta\_Singosari

c. Dependent Variable: AWLR\_Gadang

Sumber : Hasil analisis (2017)

Hasil pengujian asumsi autokorelasi dengan uji Durbin-Watson didapatkan nilai statistik DW sebesar 1,497 dan termasuk dalam kriteria tidak adanya masalah autokorelasi.

Kesimpulan dari analisis metode stepwise Analisis regresi SPSS 21 yaitu dengan menggunakan 2 stasiun hujan terpilih yaitu Stasiun Tumpang dan Stasiun Singosari. Dengan koefisien korelasi 0,847 yang mempunyai tingkat hubungan sangat kuat.

Dalam penelitian ini perhitungan curah hujan harian daerah maksimum tahunan menggunakan metode poligon thiessen. Karena cara ini memberikan bobot tertentu untuk setiap pos hujan, dengan pengertian bahwa setiap pos hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luasan tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi (*weighting factor*) bagi hujan di pos yang bersangkutan.

Gambar poligon thiessen DAS Brantas Hulu untuk metode Stepwise berdasarkan Statistika Analisis Regresi dengan SPSS 21 disajikan pada gambar 4.15. dan. Besarnya faktor koreksi luas daerah pengaruh masing-masing pos hujan disajikan pada tabel 4.41.

**Tabel 4.41. Luas Daerah Pengaruh Stasiun Hujan metode Stepwise berdasarkan Statistika dengan SPSS 21 di DAS Brantas Hulu (2 Pos Hujan)**

No	Nama Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh	Koefisien Thiessen	Prosentase
		(Km <sup>2</sup> )		(%)
1	Tumpang	235,87	0,350	34,99
2	Singosari	438,33	0,650	65,01
Jumlah		674,19	1,000	100,00

Sumber : Hasil analisis (2017)

Berikut contoh perhitungan pada stasiun hujan Singosari pada metode Stepwise berdasarkan Statistika dengan SPSS 21.

Prosentase : (Luas daerah pengaruh/Jumlah luas daerah pengaruh) x 100%  
 : (438,33/674,19) x 100%  
 : 65,01 %

Koef Thiessen : (Luas daerah pengaruh/Jumlah luas daerah pengaruh)  
 : (438,33/674,19)  
 : 0,0,65

Perhitungan curah hujan harian daerah maksimum tahunan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$\bar{R} = \frac{R_1 \cdot A_1 + R_2 \cdot A_2 + R_3 \cdot A_3 + \dots + R_n \cdot A_n}{\sum A}$$

Dengan:

$$Fk = (A_n / \sum A)$$

Fk = faktor koreksi luas daerah pengaruh Poligon Thiessen

Sehingga:

$$R = R_1 \cdot fk_1 + R_2 \cdot fk_2 + R_3 \cdot fk_3 + \dots + R_n \cdot fk_n$$

Sebagai contoh, misalnya perhitungan hujan harian daerah maksimum tahunan untuk tahun 2006. Curah hujan harian maksimum pada stasiun hujan Singosari terjadi pada tanggal 10 April sebagai berikut,

$$R = R_1 \cdot fk_1 + R_2 \cdot fk_2 + R_3 \cdot fk_3 + \dots + R_{10} \cdot fk_{10}$$

$$R = (105 \cdot 0,65) + (13 \cdot 0,35) = 72,8 \text{ mm.}$$

Dengan cara yang sama dapat diperoleh hasil perhitungan curah hujan rata-rata daerah DAS Brantas Hulu berdasarkan metode Poligon Thiessen seperti pada tabel 4.42. (untuk metode Stepwise berdasarkan Statistika dengan SPSS 21), sedangkan untuk perhitungan pada tahun 2007 sampai tahun 2015 tidak ditampilkan pada Bab IV, namun ditampilkan pada lampiran.

**Tabel 4.42. Perhitungan Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan (metode Stepwise berdasarkan Statistika dengan SPSS 21) pada Tahun 2006**

Tanggal	Nama Stasiun Hujan		CH. Maks (mm)
	Singosari 0,65	Tumpang 0,35	
10-Apr	105	13	72,8
16-Feb	23	88	45,8

Sumber : Hasil analisis (2017)

**Tabel 4.43. Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan (metode Stepwise berdasarkan Statistika dengan SPSS 21)**

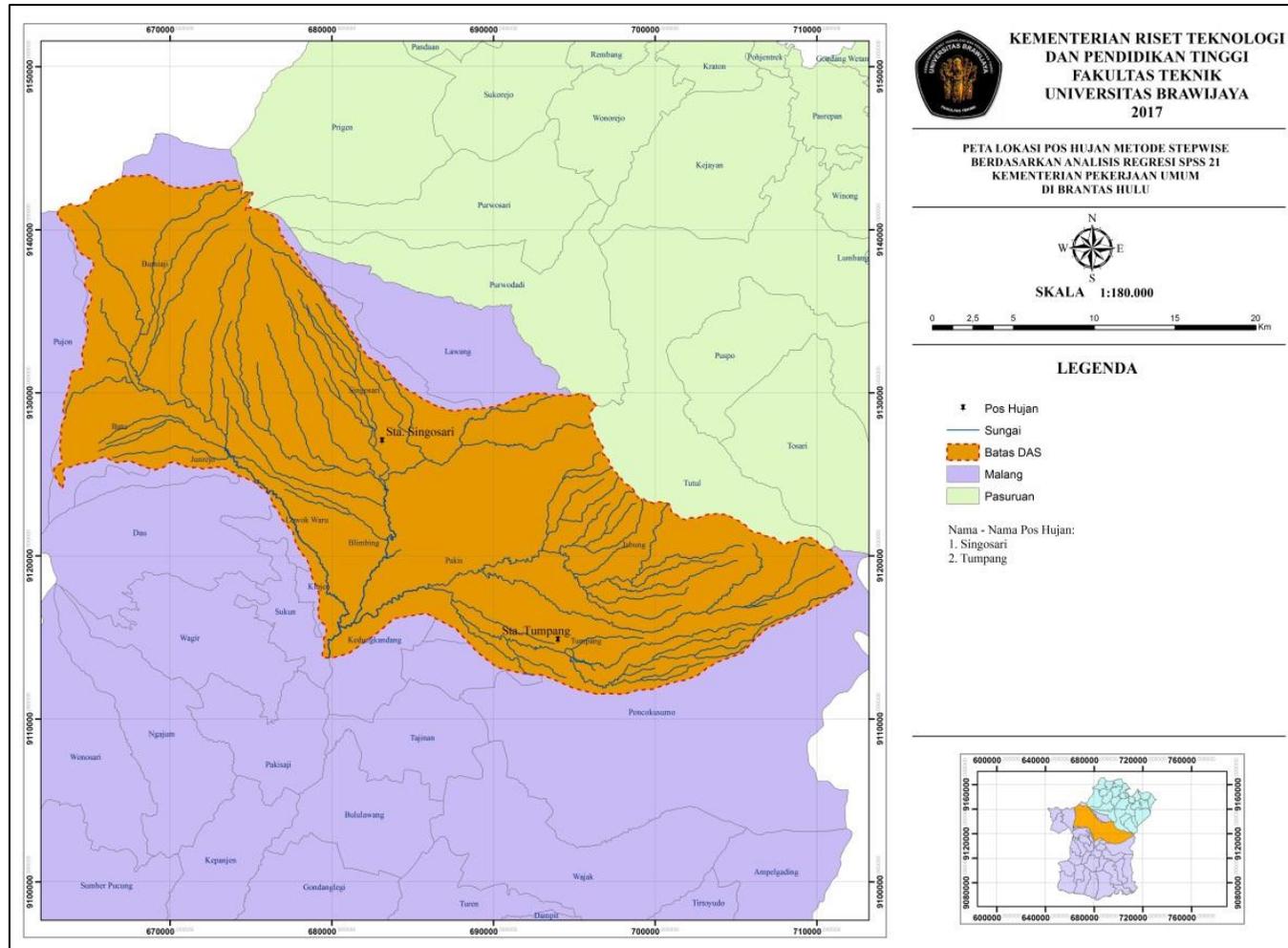
No	Tahun	CH. Maks (mm)
1	2006	72,8
2	2007	48,0
3	2008	72,5
4	2009	92,1
5	2010	81,3
6	2011	62,9
7	2012	73,7
8	2013	119,4
9	2014	71,5
10	2015	57,0

Sumber : Hasil analisis (2017)

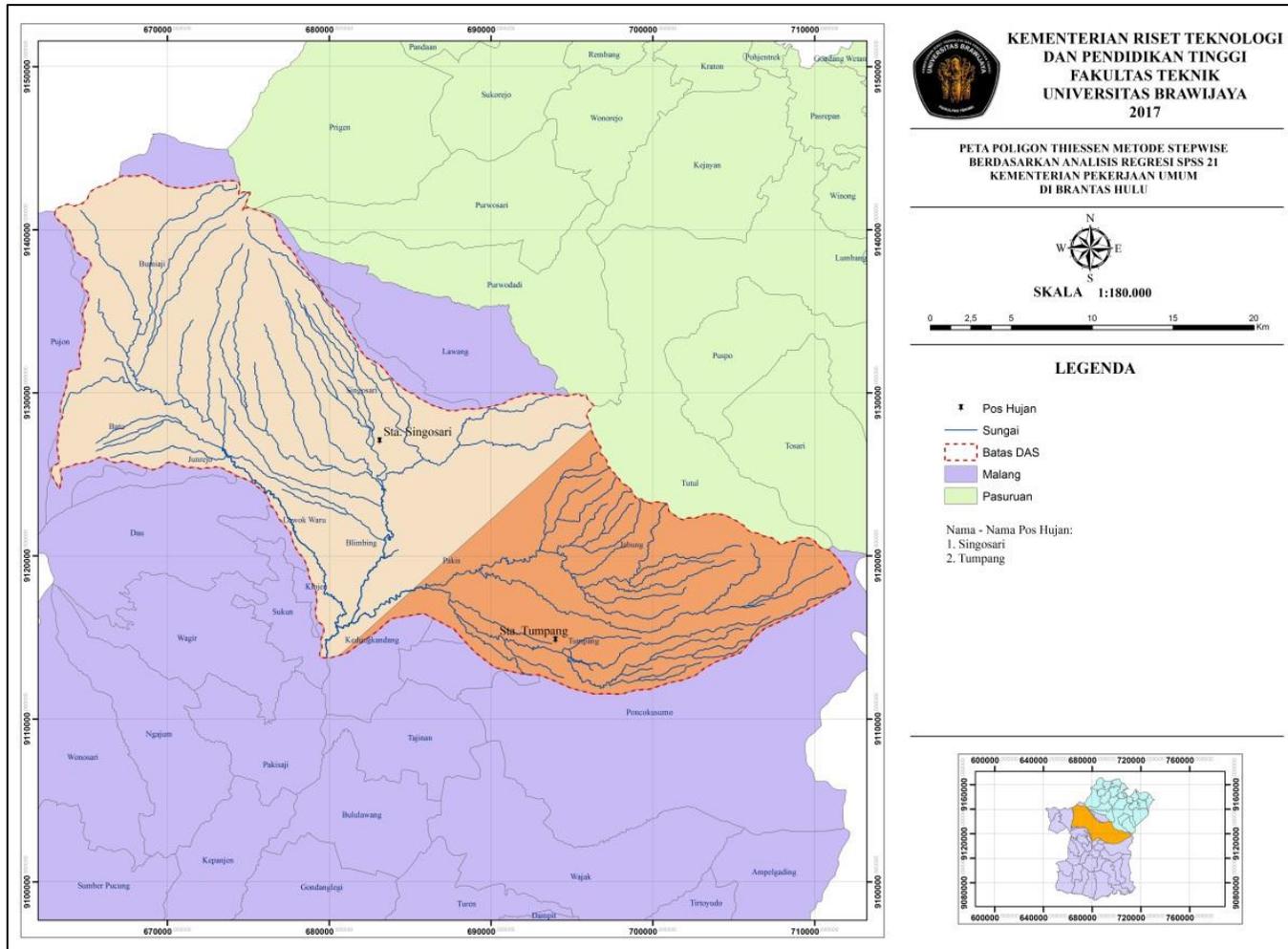
**Tabel 4.44. Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan**  
(metode Stepwise berdasarkan Statistika dengan SPSS 21) setelah diurutkan

No	Tahun	CH. Maks (mm)
1	2013	119,4
2	2009	92,1
3	2010	81,3
4	2012	73,7
5	2006	72,8
6	2008	72,5
7	2014	71,5
8	2011	62,9
9	2015	57,0
10	2007	48,0

Sumber : Hasil analisis (2017)



**Gambar 4.14. Peta Stasiun Hujan DAS Brantas Hulu metode Stepwise berdasarkan Statistika dengan SPSS 21**



**Gambar 4.15. Peta Poligon Thiessen Stasiun Hujan DAS Brantas Hulu metode Stepwise berdasarkan Statistika dengan SPSS 21**

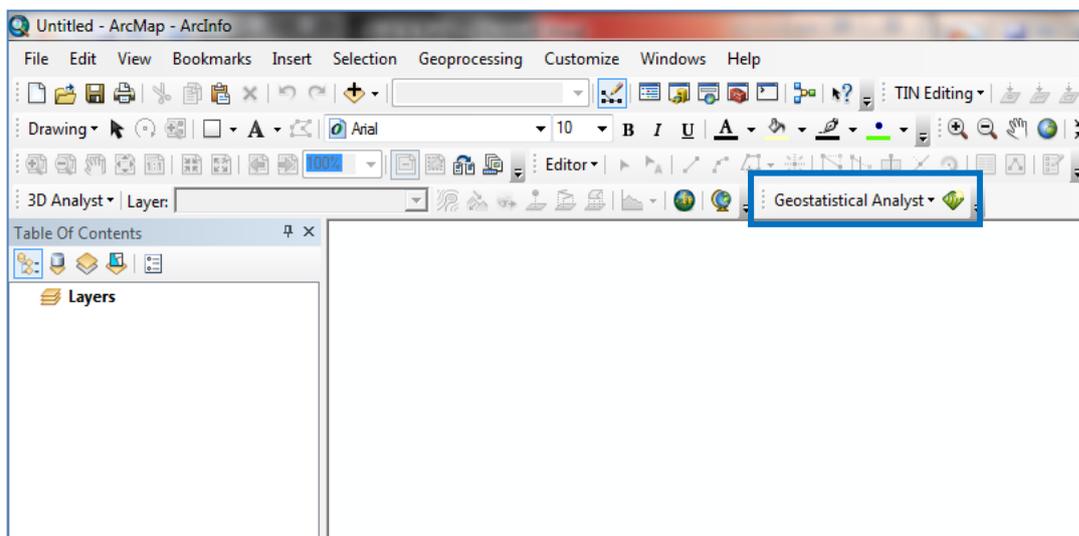
### 4.6.3. Metode Kriging

Dalam metode *Kriging*, fungsi semivariogram sangat menentukan. Oleh sebab itu, hal pertama yang dilakukan dalam metode *Kriging* adalah pemodelan semivariogram. Untuk mempermudah pemodelan Semivariogram, dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS 10. Dalam melakukan pemodelan di ambil Root Mean Square Error (RMSE) terkecil, dimana metode ini dihitung secara otomatis. Metode ini merupakan interpolasi dengan membentuk grid (pola garis horizontal dan vertikal yang memberikan koordinat untuk mencari titik pada gambar atau peta) secara geostatistik.

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam Analisa Jaringan Pos Hujan dengan Metode Kriging :

#### 1. Pilih *Geostatistical Analyst*

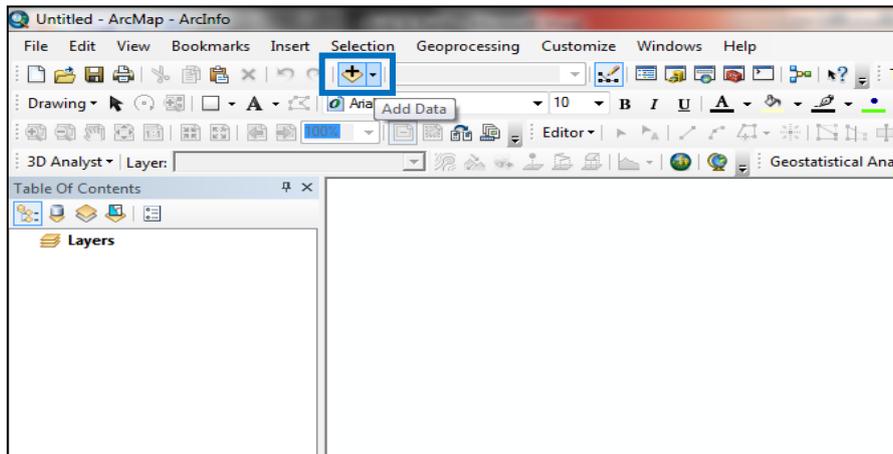
- Mulai ArcMap dan menambahkan *Geostatistical Analyst*  
Klik tombol Start pada taskbar Windows, arahkan ke semua program klik ArcGIS, kemudian klik ArcMap. Di ArcMap, klik customize kemudian klik Extension, centang *Geostatistical Analyst*. Kemudian Close.
- Menambahkan toolbar *Geostatistical Analyst* untuk Arcmap  
Klik Customize kemudian klik Toolbars, centang *Geostatistical Analyst*.



**Gambar 4.16. Menambahkan Toolbar *Geostatistical Analyst***

Sumber : Aplikasi ArcGIS 10 (2017)

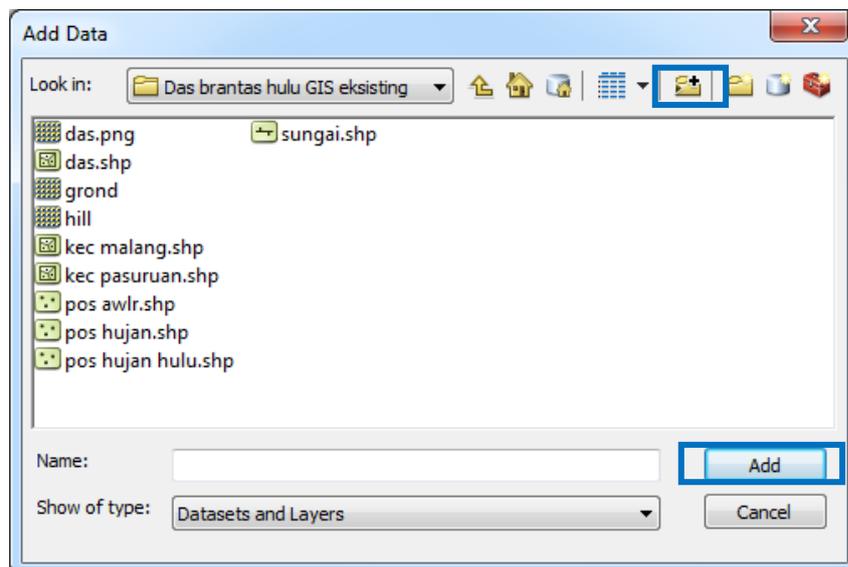
- Menambahkan layer ke ArcMap
- Klik tombol Add data pada toolbar Standart



**Gambar 4.17. Menambahkan Data pada ArcMap**

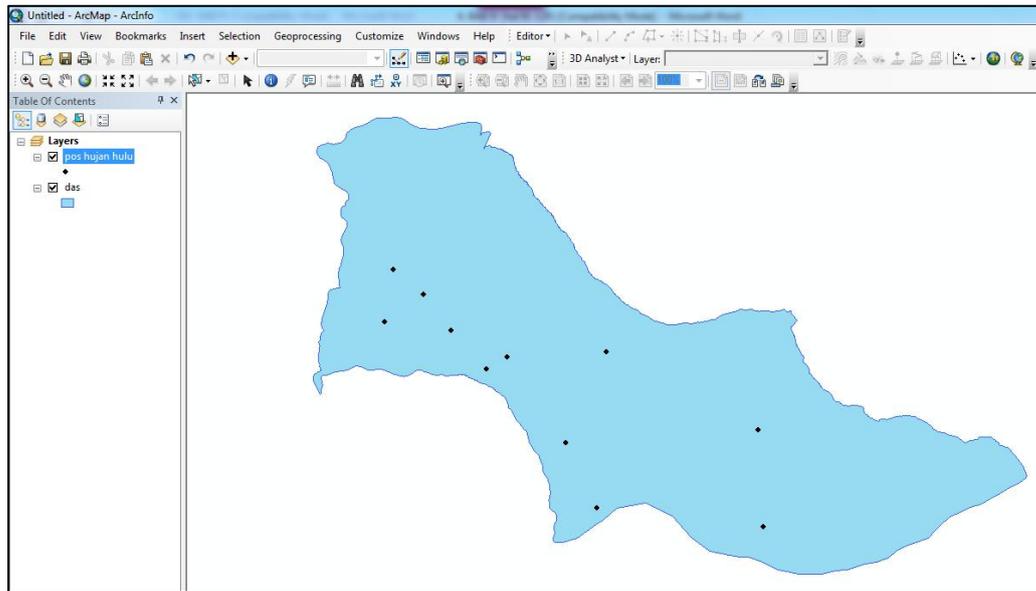
Sumber : Aplikasi ArcGIS 10 (2017)

- Klik icon *connect to folder* untuk menambahkan data shp yang dibutuhkan
- Klik Add, layer sudah ditambahkan ke ArcMap (Lakukan hal yang sama untuk menambahkan beberapa layer yang dibutuhkan)



**Gambar 4.18. Menambahkan data shp yang dibutuhkan pada ArcMap**

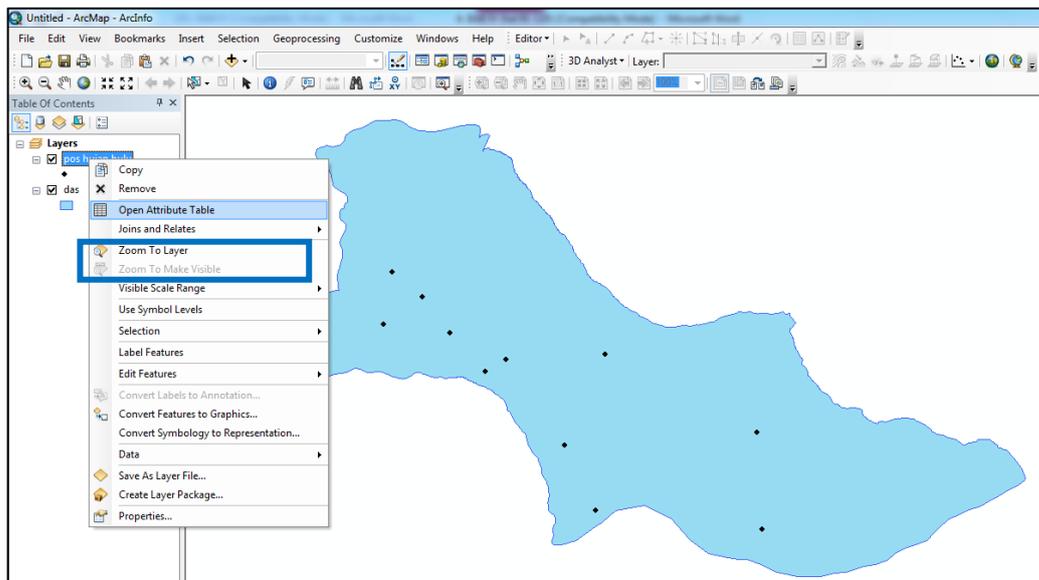
Sumber : Aplikasi ArcGIS 10 (2017)



**Gambar 4.19. Tampilan layer yang telah ditambahkan**  
 Sumber : Aplikasi ArcGIS 10 (2017)

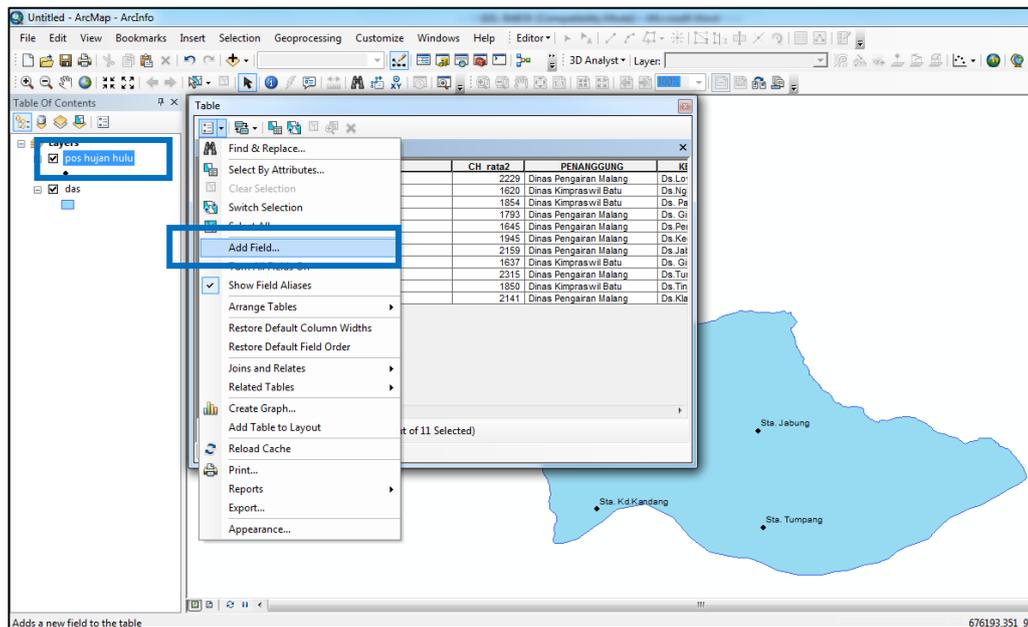
2. Input data curah hujan tahunan rerata untuk tiap stasiun hujan. Dalam perencanaan jaringan pos hujan dengan metode Kriging didasarkan pada curah hujan tahunan rerata setiap stasiun hujan. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Klik kanan pada layer “Pos Hujan Hulu”, kemudian pilih *Open Attribute Table*,



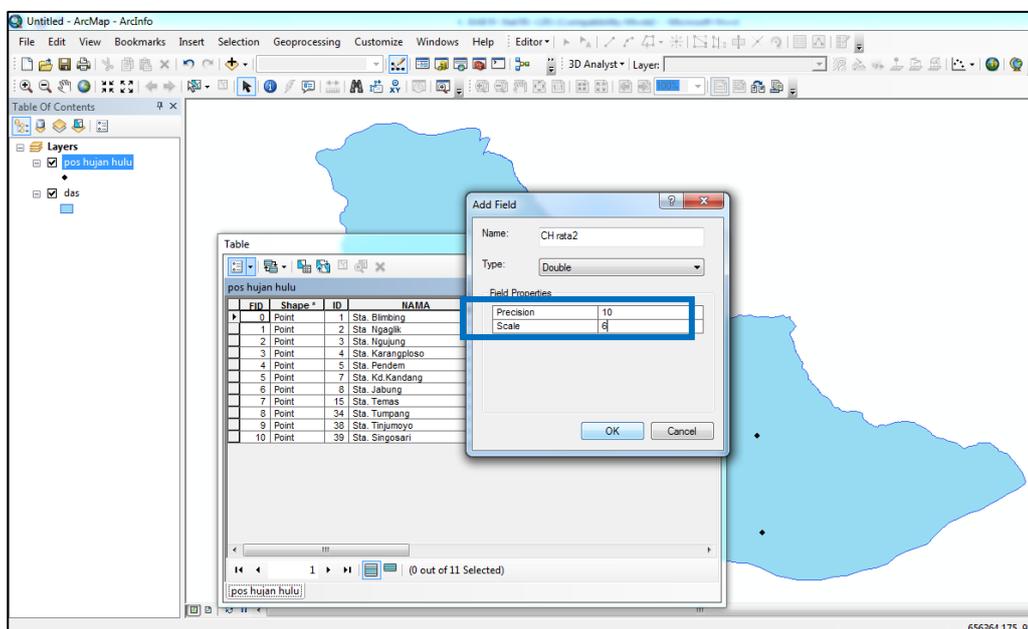
**Gambar 4.20. Tampilan Data atribut pada tabel**  
 Sumber : Aplikasi ArcGIS 10 (2017)

- Setelah tabel terbuka, kemudian klik *Option* pilih *Add Field* (cara ini digunakan untuk menambahkan kolom pada tabel yang berisi curah hujan tahunan rerata).



**Gambar 4.21. Tampilan tabel yang telah dibuka**  
Sumber : Aplikasi ArcGIS 10 (2017)

- Setelah itu, pada *Name* isikan CH rata2, pada *Type* pilih Double, kemudian klik OK seperti gambar berikut ini:



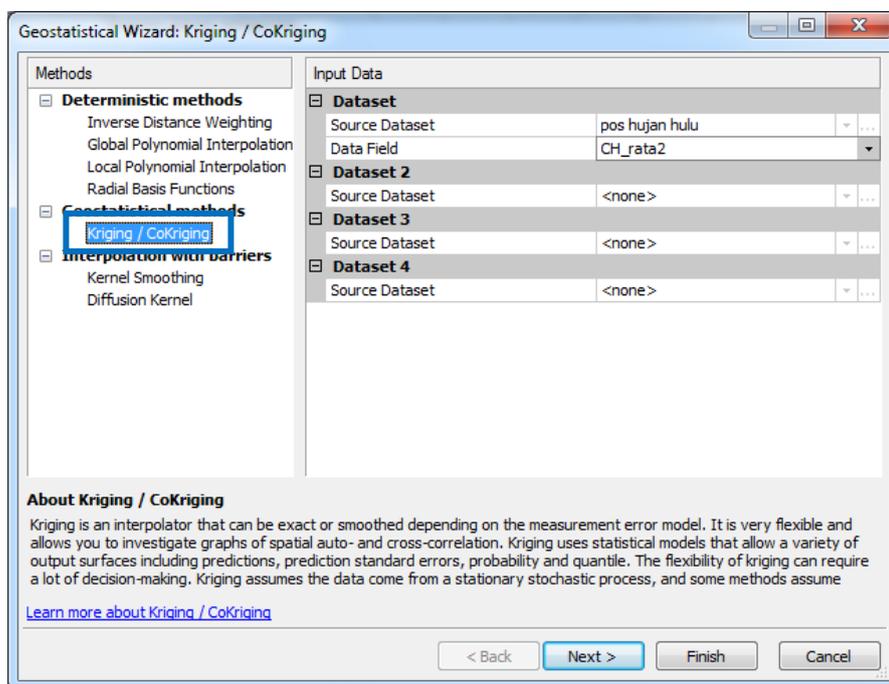
**Gambar 4.22. Menambahkan kolom baru pada tabel**  
Sumber : Aplikasi ArcGIS 10 (2017)

- Kemudian pada kolom “CH rata2” diisi data curah hujan tahunan rerata pada setiap stasiun hujan

#### 4.6.3.1 Cross Validation Stasiun Hujan Eksisting

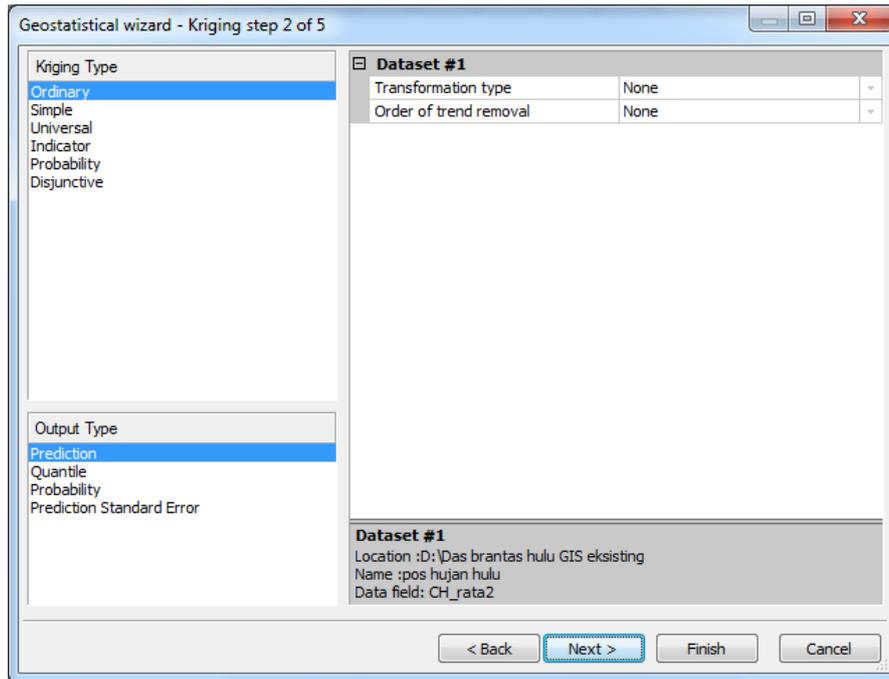
Cross validation stasiun hujan eksisting hanya menggunakan stasiun yang berada didalam DAS Brantas Hulu karena stasiun lainnya sudah berada pada DAS yang berbeda sehingga untuk melakukan rasionalisasi dengan menggunakan metode *Kriging* ini digunakan 11 stasiun hujan. Untuk mengetahui model semivariogram yang terbaik yang nantinya akan dipakai dalam membuat prediksi interpolasi *Kriging*, dilakukan *cross validation* dengan melakukan prediksi interpolasi *Kriging* dengan menggunakan setiap model semivariogram. Kemudian RMSE dan MAE yang diperoleh dibandingkan untuk mendapatkan model semivariogram terbaik.

Pada pemodelan semivariogram ukuran lag dilakukan secara otomatis dan banyaknya lag yang dipilih dalam pemodelan semivariogram adalah yang menghasilkan nilai RMSE dan MAE yang terkecil. Dari hasil percobaan didapat bahwa kombinasi *lag* 1719,345 m dan banyaknya *lag* 6 pemodelan Spherical merupakan kombinasi terbaik yang menghasilkan nilai RMSE dan MAE yang terkecil. Semivariogram hasil *binning* ditampilkan pada gambar 4.23- 4.24.



**Gambar 4.23. Pemilihan Input Data, Metode dan Atribut**

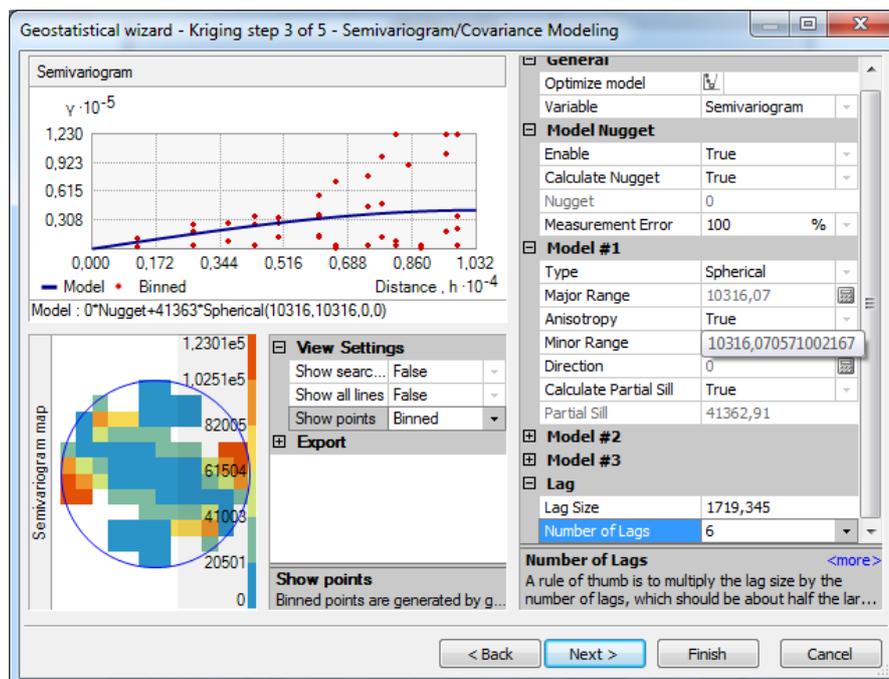
Sumber : Hasil Analisis dengan Aplikasi ArcGIS 10 (2017)



**Gambar 4.24. Pemilihan Metode (*Ordinary Kriging*)**

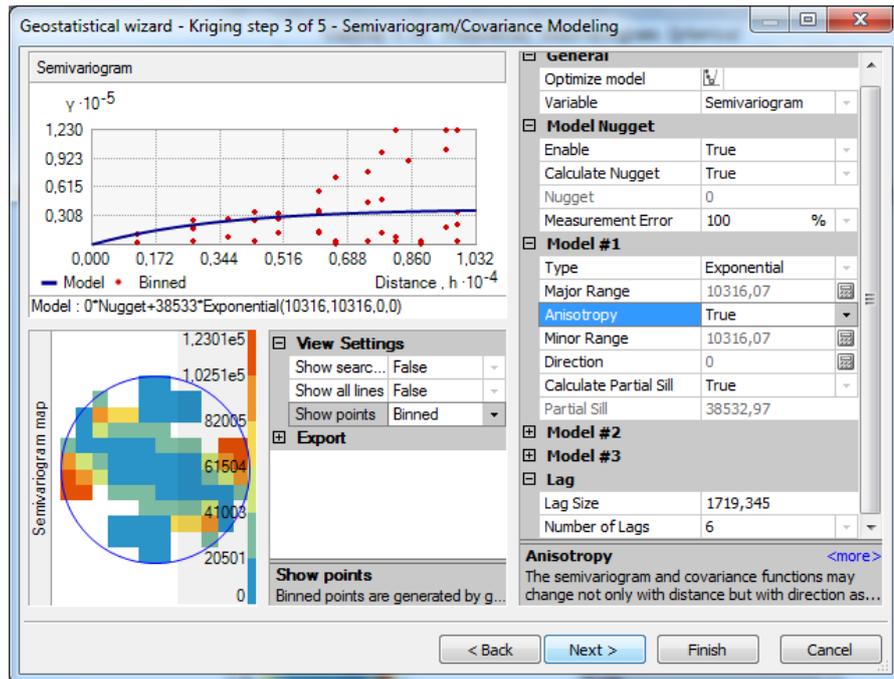
Sumber : Hasil Analisis Aplikasi ArcGIS 10 (2017)

Setelah dilakukan *binning*, maka dilakukan pemodelan semivariogram dengan menggunakan tiga model semivariogram baku yaitu *spherical*, *exponential*, dan *gaussian*. Ketiga model diatas merupakan model-model yang sering digunakan dalam metode Kriging.

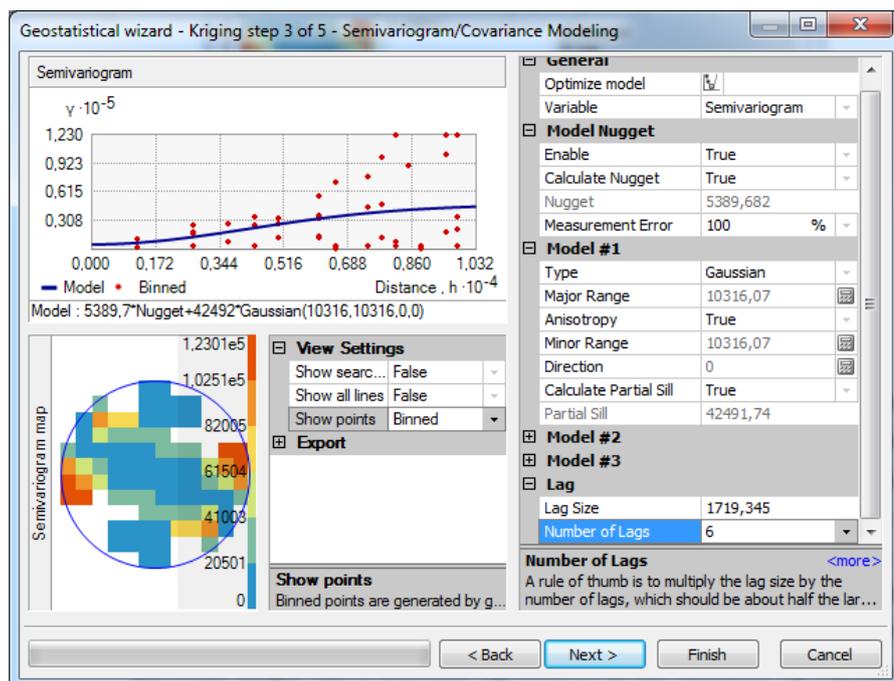


**Gambar 4.25. Pemodelan Semivariogram Spherical**

Sumber : Hasil Analisis dengan Aplikasi ArcGIS 10 (2017)



**Gambar 4.26. Pemodelan Semivariogram Exponential**  
 Sumber : Hasil Analisis dengan Aplikasi ArcGIS 10 (2017)



**Gambar 4.27. Pemodelan Semivariogram Gaussian**  
 Sumber : Hasil Analisis dengan Aplikasi ArcGIS 10 (2017)

Untuk mengetahui model semivariogram yang terbaik yang nantinya akan dipakai dalam membuat prediksi interpolasi kriging, dilakukan *cross validation* dengan melakukan prediksi interpolasi kriging untuk setiap model semivariogram. Kemudian RMSE dan

MAE yang diperoleh dibandingkan untuk mendapatkan model semivariogram terbaik. Perhitungan *cross validation* disajikan pada tabel berikut ini:

**Tabel 4.45 Cross Validation Model Semivariogram Spherical**

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	Galat	Kuadrat Galat	Galat Mutlak
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	(mm/tahun)		
1	Blimbing	2229,0	1986,9	242,1	58623,2	242,1
2	Ngaglik	1620,0	1787,6	-167,6	28094,8	167,6
3	Ngujung	1854,0	1733,9	120,1	14422,1	120,1
4	Karangploso	1793,0	1757,0	36,0	1298,3	36,0
5	Pendem	1645,0	1762,7	-117,7	13842,7	117,7
6	Kedung Kandang	1945,0	2126,1	-181,1	32794,5	181,1
7	Jabung	2159,0	2162,4	-3,4	11,4	3,4
8	Temas	1637,0	1739,8	-102,8	10575,7	102,8
9	Tumpang	2315,0	2122,2	192,8	37176,6	192,8
10	Tinjumoyo	1850,0	1792,5	57,5	3302,2	57,5
11	Singosari	2141,0	2027,9	113,1	12791,8	113,1
Jumlah					212933,3	1334,2

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.46 Cross Validation Model Semivariogram Exponential**

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	Galat	Kuadrat Galat	Galat Mutlak
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	(mm/tahun)		
1	Blimbing	2229,0	1971,7	257,3	66214,0	257,3
2	Ngaglik	1620,0	1785,1	-165,1	27248,1	165,1
3	Ngujung	1854,0	1742,2	111,8	12498,4	111,8
4	Karangploso	1793,0	1777,7	15,3	233,5	15,3
5	Pendem	1645,0	1802,4	-157,4	24788,5	157,4
6	Kedung Kandang	1945,0	2122,3	-177,3	31427,1	177,3
7	Jabung	2159,0	2156,9	2,1	4,3	2,1
8	Temas	1637,0	1777,6	-140,6	19771,3	140,6
9	Tumpang	2315,0	2118,8	196,2	38510,6	196,2
10	Tinjumoyo	1850,0	1751,2	98,8	9764,0	98,8
11	Singosari	2141,0	1994,4	146,6	21477,9	146,6
Jumlah					251937,7	1468,5

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.47 Cross Validation Model Semivariogram Gaussian**

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	Galat	Kuadrat Galat	Galat Mutlak
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	(mm/tahun)		
1	Blimbing	2229,0	1973,5	255,5	65296,1	255,5
2	Ngaglik	1620,0	1784,1	-164,1	26937,8	164,1
3	Ngujung	1854,0	1735,6	118,4	14029,9	118,4
4	Karangploso	1793,0	1751,2	41,8	1748,9	41,8
5	Pendem	1645,0	1746,2	-101,2	10244,6	101,2
6	Kedung Kandang	1945,0	2142,5	-197,5	39020,2	197,5
7	Jabung	2159,0	2178,5	-19,5	380,7	19,5
8	Temas	1637,0	1726,0	-89,0	7914,9	89,0
9	Tumpang	2315,0	2118,6	196,4	38557,2	196,4
10	Tinjumoyo	1850,0	1827,3	22,7	514,7	22,7
11	Singosari	2141,0	2045,9	95,1	9052,1	95,1
Jumlah					213697,1	1301,3

Sumber : Hasil Analisis (2017)

Untuk contoh perhitungan menggunakan Cross Validation Semivariogram Spherical :

- C.H Sebenarnya = 1620 mm/tahun
- C.H Prediksi = 1784,1 mm/tahun,  
(merupakan hasil dari interpolasi Kriging pada Stasiun Hujan Ngaglik)
- Galat = C.H Sebenarnya – C.H Prediksi  
= 1620 – 1784,1  
= -164,1 mm/tahun
- Kuadrat Galat = Galat<sup>2</sup>  
= (-164,1)<sup>2</sup>  
= 26937,8 mm/tahun
- Galat Mutlak = |Galat|  
= |-164,1|  
= 164,1 mm/tahun

Nilai RMSE dan MAE untuk masing-masing model semivariogram sebagai berikut:

**a) Model Spherical**

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ RMSE} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \\
 &= \sqrt{\frac{212933,3}{11}} = 139,131
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ MAE} &= \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \\ &= \frac{1334,2}{11} = 121,290 \end{aligned}$$

**b) Model Exponential**

$$\begin{aligned} \bullet \text{ RMSE} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{251937,7}{11}} = 151,339 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ MAE} &= \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \\ &= \frac{1468,5}{11} = 133,499 \end{aligned}$$

**c) Model Gaussian**

$$\begin{aligned} \bullet \text{ RMSE} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{213697,1}{11}} = 139,381 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ MAE} &= \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \\ &= \frac{1301,3}{11} = 118,304 \end{aligned}$$

Perbandingan nilai RMSE dan MAE dari ketiga model semivariogram dapat dilihat pada tabel 4.48.

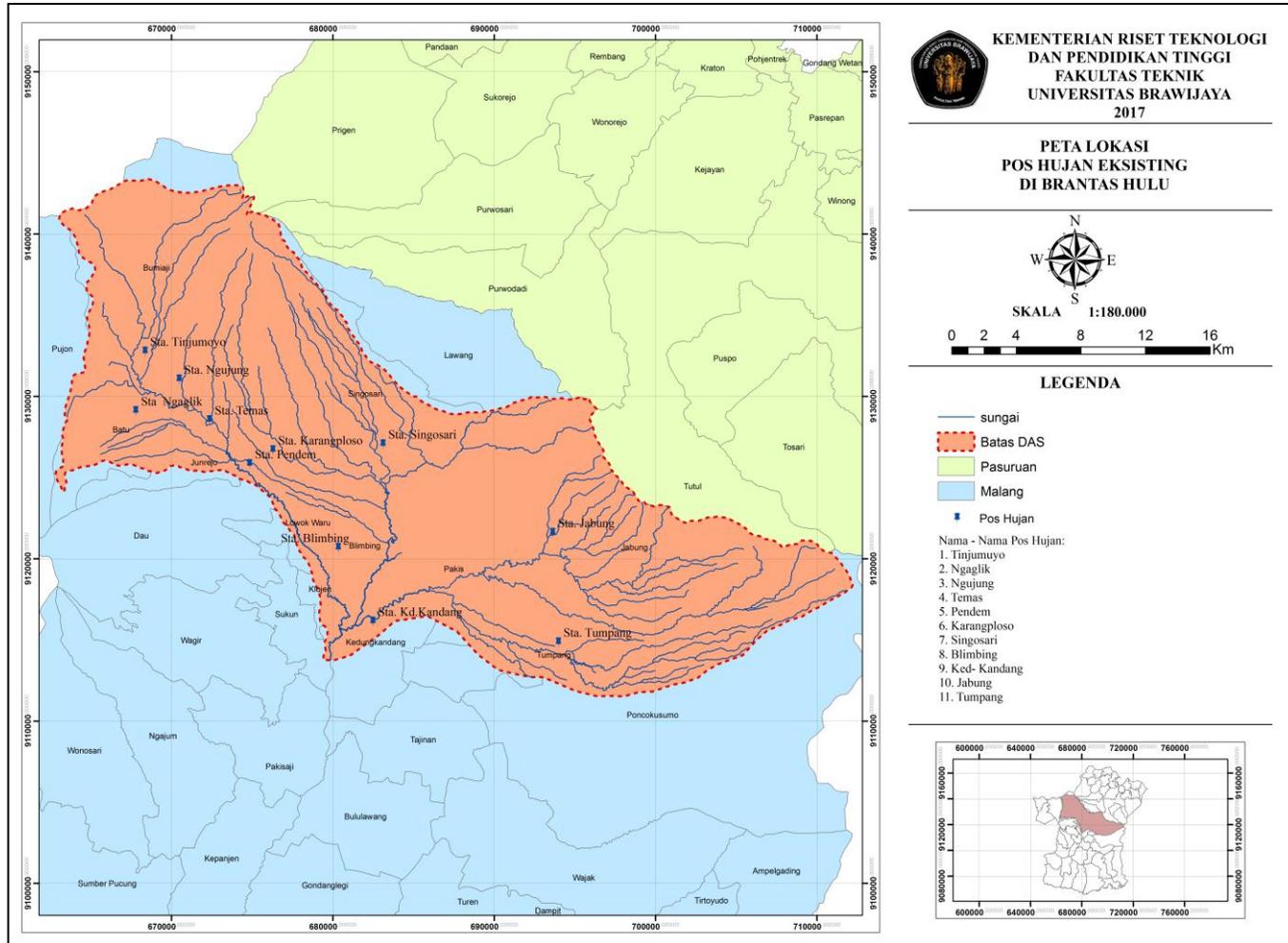
**Tabel 4.48. Perbandingan Hasil Cross Validation**

Model Semivariogram	RMSE	MAE
Spherical	139,13	121,29
Exponential	151,34	133,50
Gaussian	139,38	118,30

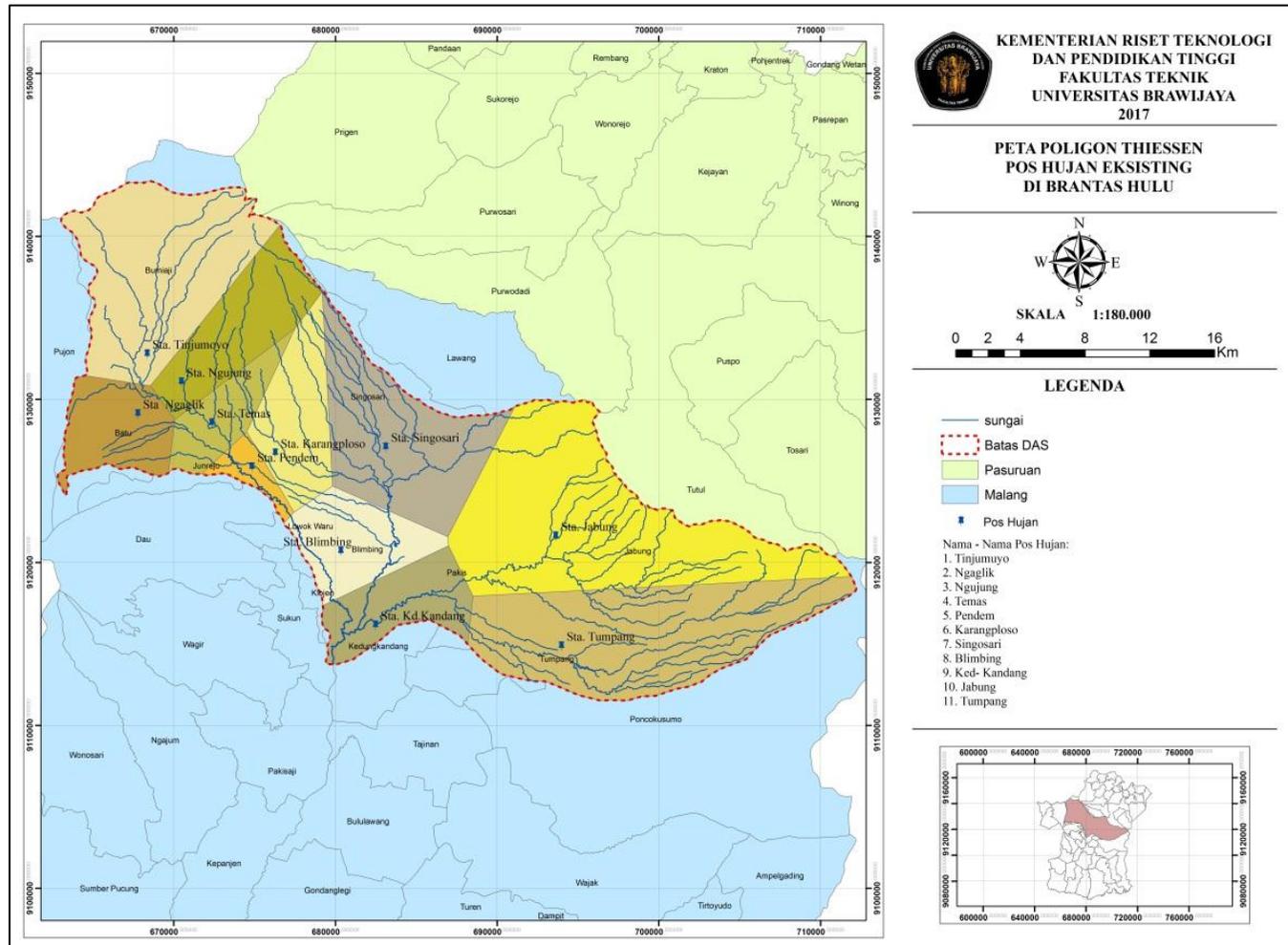
Sumber : Hasil Analisis (2017)

Berdasarkan tabel di atas, model variogram Spherical mempunyai nilai RMSE paling kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi spasial curah hujan di DAS Brantas Hulu dapat dijelaskan oleh model semivariogram Spherical.

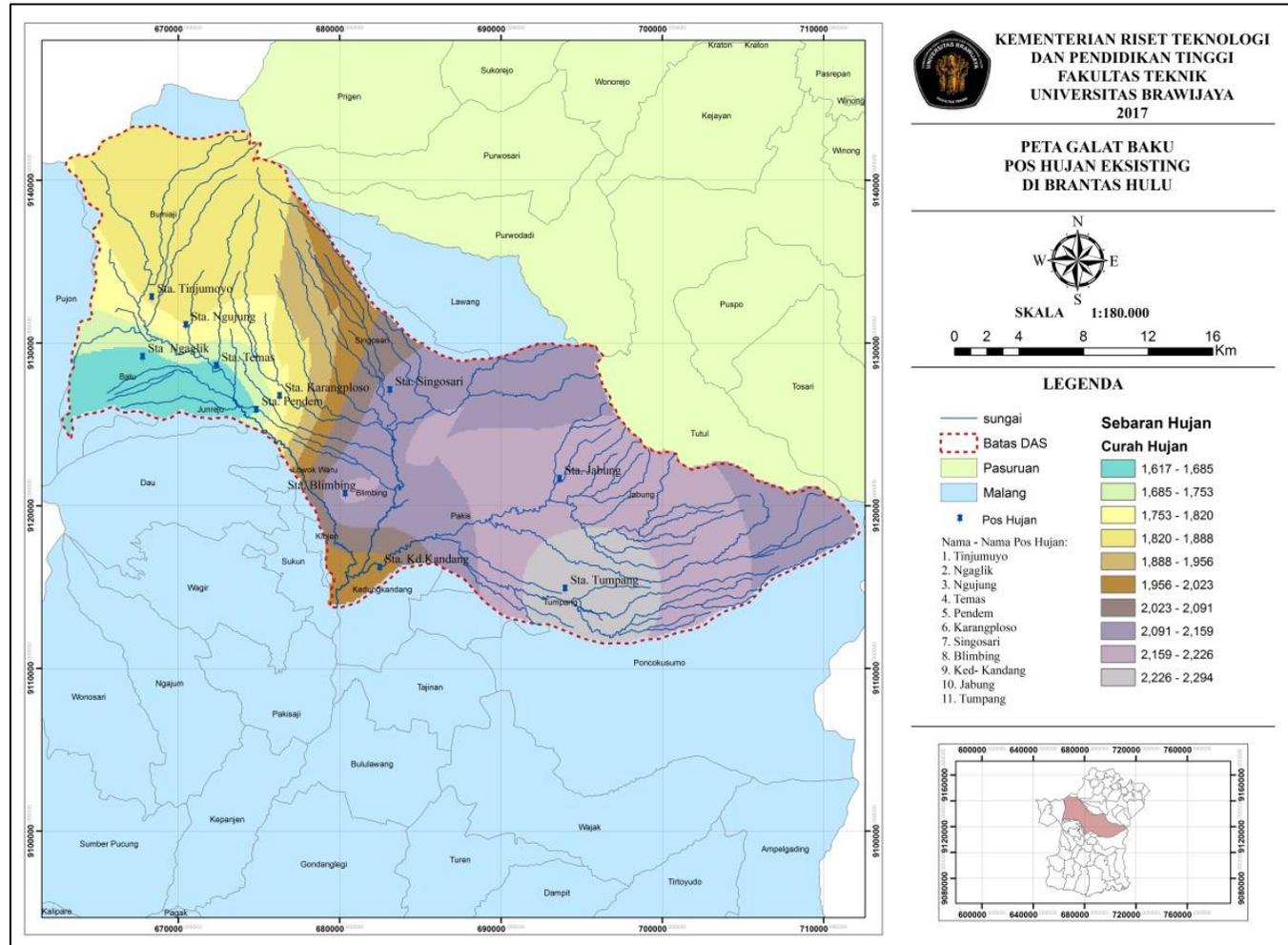
Selanjutnya untuk Peta lokasi stasiun hujan DAS Brantas Hulu eksisting, peta polygon thiessen DAS Brantas Hulu eksisting dan peta galat baku DAS Brantas Hulu eksisting selengkapnya ditampilkan pada Gambar 4.28, Gambar 4.29 dan Gambar 4.30.



**Gambar 4.28. Peta Lokasi Stasiun hujan DAS Brantas Hulu Eksisting**



**Gambar 4.29. Peta Poligon Thiessen Stasiun hujan DAS Brantas Hulu Eksisting**



Gambar 4.30. Peta Galat Baku Stasiun hujan DAS Brantas Hulu Eksisting

#### 4.6.3.2 Cross Validation Stasiun Hujan Rekomendasi

Berdasarkan tingkat pengelolaan dan pengembangan jaringan stasiun hujan, keadaan jaringan stasiun hujan pada DAS Brantas Hulu dirasa kurang memenuhi, oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap pos hujan yang digunakan dalam analisa selanjutnya dengan mengurangi pos hujan yang ada.

Setelah dilakukan pemodelan semivariogram, model terpilih selanjutnya digunakan untuk membuat peta kontur galat baku prediksi (*prediction standart error map*). Pembuatan peta kontur ini bertujuan untuk mengetahui besar kesalahan distribusi kontur jaringan pos hujan pada kondisi eksisting. Peta kontur galat baku prediksi pos hujan eksisting dapat dilihat pada gambar 4.30.

Dari peta kontur tersebut, dapat dilihat bahwa pola penyebaran pos hujan mempengaruhi distribusi kontur. Pada daerah dengan kerapatan pos hujan yang rendah memiliki kesalahan distribusi kontur yang tinggi.

Penentuan letak pos hujan yang direkomendasikan dilakukan dengan cara simulasi yang didasarkan pada peta galat baku prediksi pos hujan eksisting dengan memperhatikan faktor luas daerah pengaruh, faktor kerapatan minimum, dan faktor jaringan transportasi guna memudahkan proses pembangunan, operasi maupun pemeliharaan stasiun hujan. Menambahkan atau mengurangi pos hujan baru (rekomendasi) disesuaikan dengan memperhatikan faktor luas daerah pengaruh, faktor kerapatan minimum, dan faktor jaringan transportasi pada DAS Brantas Hulu.

Untuk nilai curah hujan tahunan pada pos hujan rekomendasi didapat dari nilai curah hujan tahunan pada pos hujan eksisting, dimana letak pos hujan rekomendasi berada pada luasan daerah pengaruh pos hujan eksisting. Untuk memasukkan curah hujan tahunan pada pos rekomendasi menggunakan cara yang sama seperti pada pos hujan eksisting.

**Tabel 4.49 Cross Validation Model Semivariogram pada Stasiun Hujan  
Rekomendasi I ( 9 Stasiun Hujan)**

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	Galat	Kuadrat Galat	Galat Mutlak
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	(mm/tahun)		
1	Blimbing	2150,0	1983,2	166,8	27833,0	166,8
2	Ngaglik	1634,0	1920,5	-286,5	82057,8	286,5
3	Ngujung	1824,0	1848,4	-24,4	594,2	24,4
4	Karangploso	1967,0	2001,6	-34,6	1199,3	34,6
5	Kedung Kandang	2140,0	2253,1	-113,1	12788,4	113,1
6	Jabung	2237,0	2230,6	6,4	40,3	6,4
7	Tumpang	2315,0	2176,7	138,3	19128,5	138,3
8	Tinjumoyo	1996,0	1836,6	159,4	25395,6	159,4
9	Singosari	2176,0	2155,0	21,0	439,0	21,0
Jumlah					169476,3	950,4

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.50 Cross Validation Model Semivariogram pada Stasiun Hujan  
Rekomendasi II ( 7 Stasiun Hujan)**

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	Galat	Kuadrat Galat	Galat Mutlak
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	(mm/tahun)		
1	Ngujung	1850,0	1875,66	-25,7	658,4	25,7
2	Karangploso	1793,0	1782,37	10,6	113,0	10,6
3	Jabung	2159,0	2239,48	-80,5	6477,0	80,5
4	Temas	1637,0	1808,04	-171,0	29254,7	171,0
5	Tumpang	2315,0	2118,95	196,1	38435,6	196,1
6	Tinjumoyo	1850,0	1725,56	124,4	15485,3	124,4
7	Singosari	2159,0	2022,07	136,9	18749,8	136,9
Jumlah					109173,9	745,2

Sumber : Hasil Analisis (2017)

Untuk contoh perhitungan menggunakan *Cross Validation* Pada Pos Stasiun Ngujung Rekomendasi II:

- C.H Sebenarnya = 1850 mm/tahun
- C.H Prediksi = 1875,66 mm/tahun (merupakan hasil dari interpolasi Kriging)
- Galat = C.H Sebenarnya – C.H Prediksi  
= 1850 – 1875,66  
= - 25,7 mm/tahun

- Kuadrat Galat = Galat<sup>2</sup>  
= -25,7<sup>2</sup>  
= 658,4 mm/tahun
- Galat Mutlak = |Galat|  
= |-25,7|  
= 25,7 mm/tahun

Pengujian keoptimalan letak stasiun hujan rekomendasi dilakukan dengan membandingkan nilai RMSE dan MAE antara stasiun hujan eksisting dan Stasiun hujan rekomendasi. Perbandingan nilai RMSE dan MAE pada kedua kondisi tersebut disajikan pada tabel 4.51.

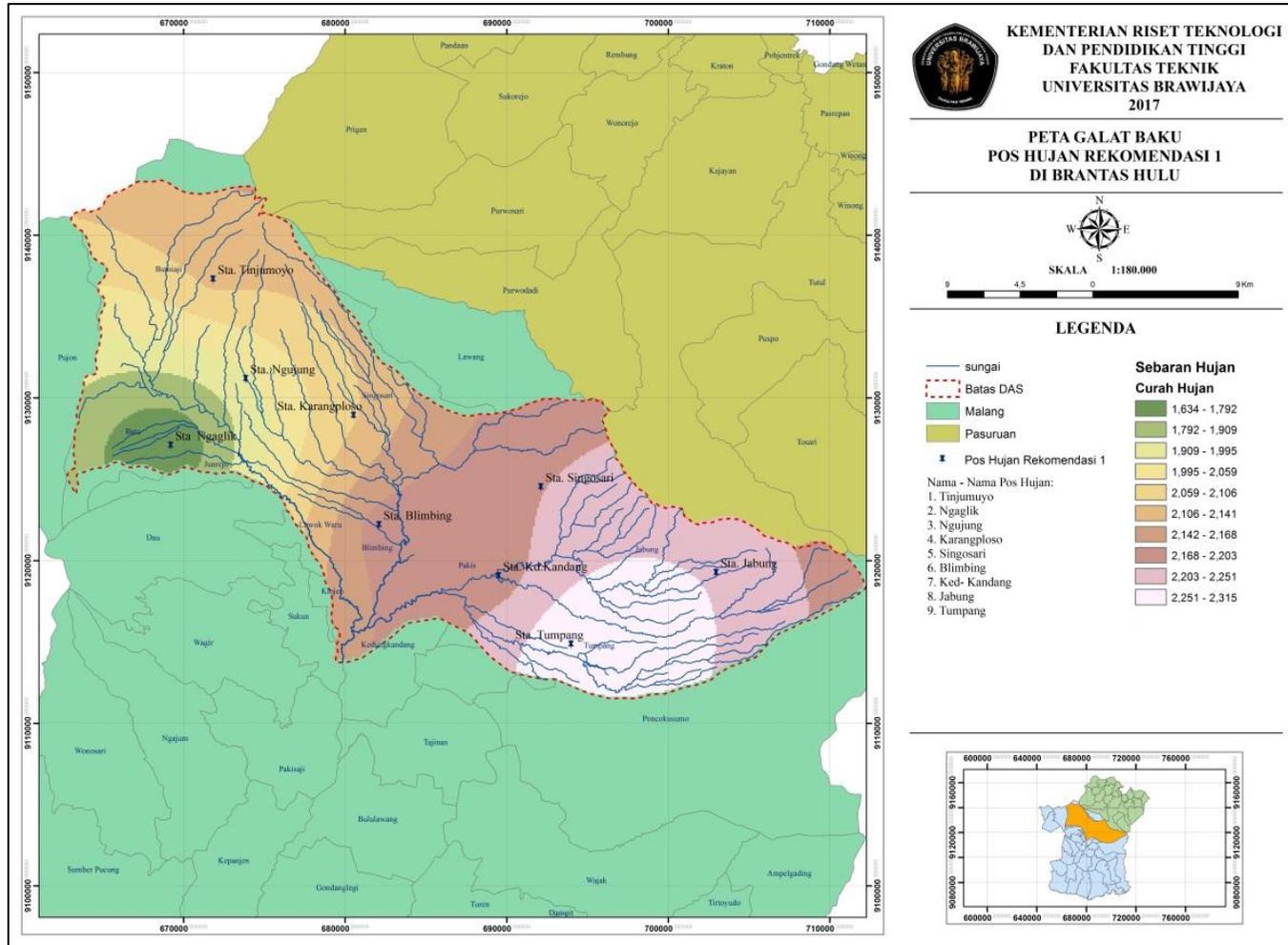
**Tabel 4.51 Perbandingan Nilai RMSE dan MAE Stasiun Hujan Eksisting dan Stasiun Hujan Rekomendasi**

Model Semivariogram	RMSE			MAE		
	Eksisting	Rekomendasi I	Rekomendasi II	Eksisting	Rekomendasi I	Rekomendasi II
Spherical	139,13	137,22	124,88	121,29	105,59	106,46
Exponential	151,34	138,36	131,26	133,5	108,37	105,32
Gaussian	139,38	188,78	156,85	118,5	173,82	149,37

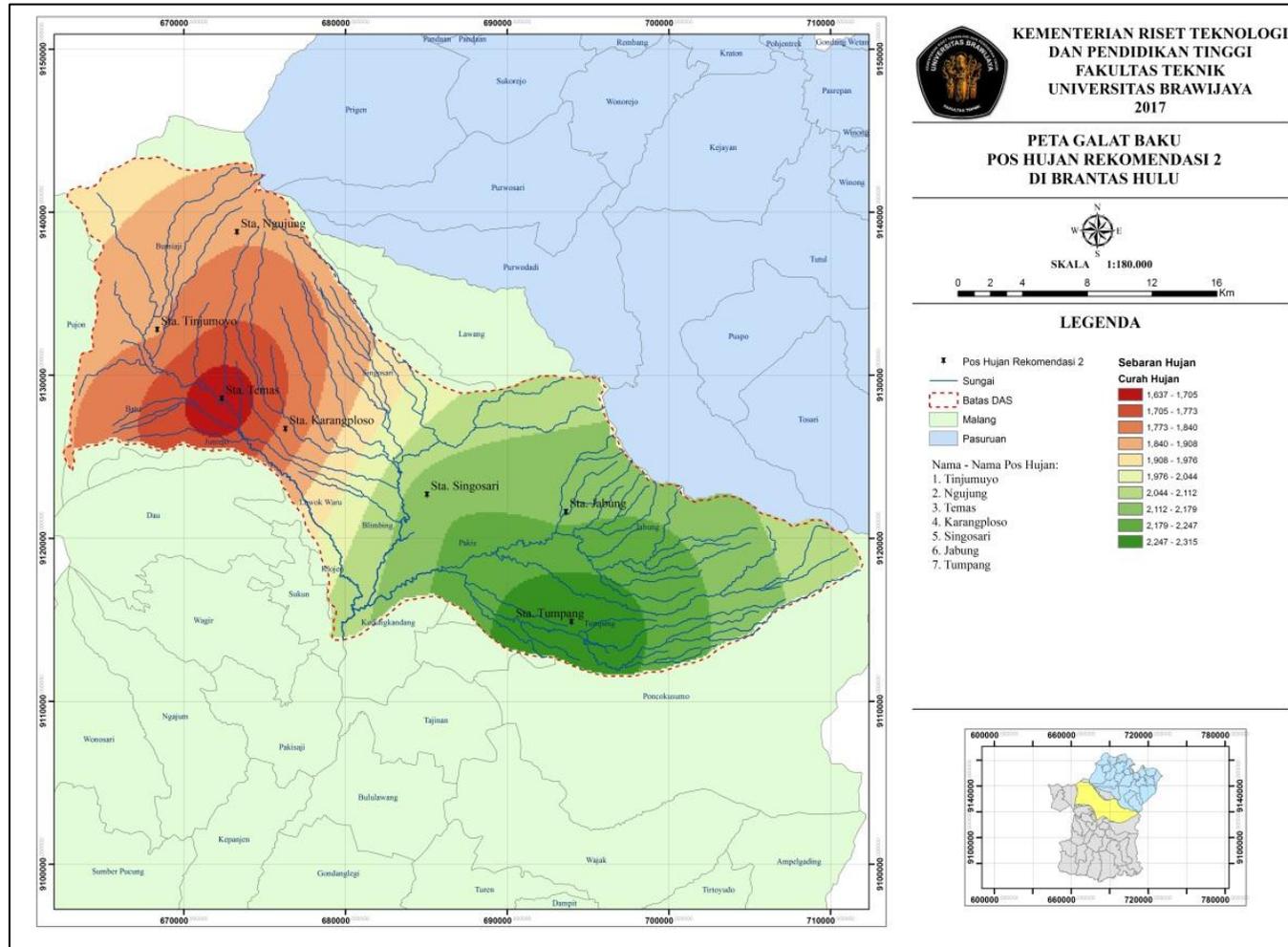
Sumber : Hasil Analisis (2017)

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa nilai RMSE dan MAE stasiun hujan rekomendasi II lebih kecil dibandingkan nilai RMSE dan MAE stasiun hujan eksisting, sehingga pos rekomendasi II hasil interpolasi kriging dapat diterima dan bisa diterapkan di DAS Brantas Hulu.

Peta galat baku prediksi pos hujan rekomendasi dapat dilihat pada gambar 4.31 dan gambar 4.32.



**Gambar 4.31. Peta Galat Baku Stasiun hujan DAS Brantas Hulu Rekomendasi I**



Gambar 4.32. Peta Galat Baku Stasiun Hujan DAS Brantas Hulu Rekomendasi II

#### 4.7. Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah (Rekomendasi)

Dalam penelitian ini perhitungan curah hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan menggunakan metode poligon thiessen. Karena cara ini memberikan bobot tertentu untuk setiap pos hujan, dengan pengertian bahwa setiap pos hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luasan tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi (*weighting factor*) bagi hujan di pos yang bersangkutan.

Gambar poligon thiessen daerah studi untuk rekomendasi I disajikan pada gambar 4.33 dan rekomendasi II pada gambar 4.34. Besarnya faktor koreksi luas daerah pengaruh masing-masing pos hujan disajikan pada tabel 4.52. (untuk rekomendasi I) dan tabel 4.53 (untuk rekomendasi II).

**Tabel 4.52 Luas Daerah Pengaruh Stasiun Hujan Rekomendasi I di DAS Brantas Hulu (9 Pos Hujan)**

No	Nama Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh	Koefisien Thiessen	Prosentase
		(Km <sup>2</sup> )		(%)
1	Blimbing	82,31	0,122	12,21
2	Ngaglik	59,06	0,088	8,76
3	Ngujung	56,83	0,084	8,43
4	Karangploso	68,77	0,102	10,20
5	Kedung Kandang	50,93	0,076	7,55
6	Jabung	99,29	0,147	14,73
7	Tumpang	60,12	0,089	8,92
8	Tinjumoyo	112,47	0,167	16,68
9	Singosari	84,41	0,125	12,52
Jumlah		674,19	1,000	100,00

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.53 Luas Daerah Pengaruh Stasiun Hujan Rekomendasi II  
di DAS Brantas Hulu (7 Pos Hujan)**

No	Nama Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh	Koefisien Thiessen	Prosentase
		(Km <sup>2</sup> )		(%)
1	Karangploso	77,28	0,115	11,46
2	Jabung	132,32	0,196	19,63
3	Ngujung	90,03	0,134	13,35
4	Singosari	129,12	0,192	19,15
5	Temas	47,40	0,070	7,03
6	Tumpang	117,08	0,174	17,37
7	Tinjumoyo	80,96	0,120	12,01
Jumlah		674,19	1,000	100,00

Sumber : Hasil Analisis (2017)

Berikut contoh perhitungan pada stasiun hujan Jabung pada rekomendasi II

Prosentase : (Luas daerah pengaruh/Jumlah luas daerah pengaruh) x 100%

$$: (132,32/674,19) \times 100\%$$

$$: 19,63 \%$$

Koef Thiessen : (Luas daerah pengaruh/Jumlah luas daerah pengaruh)

$$: (132,32/674,19)$$

$$: 0,196$$

Perhitungan curah hujan harian daerah maksimum tahunan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$\bar{R} = \frac{R_1 \cdot A_1 + R_2 \cdot A_2 + R_3 \cdot A_3 + \dots + R_n \cdot A_n}{\sum A}$$

Dengan:

$$Fk = (A_n / \sum A)$$

Fk = faktor koreksi luas daerah pengaruh Poligon Thiessen

Sehingga:

$$R = R_1 \cdot fk_1 + R_2 \cdot fk_2 + R_3 \cdot fk_3 + \dots + R_n \cdot fk_n$$

Sebagai contoh, misalnya perhitungan hujan harian daerah maksimum tahunan untuk tahun 2006. Curah hujan harian maksimum pada stasiun hujan Tinjumoyo terjadi pada tanggal 29 desember sebagai berikut,

$$R = R_1 \cdot fk_1 + R_2 \cdot fk_2 + R_3 \cdot fk_3 + \dots + R_{10} \cdot fk_{10}$$

$$R = (90 \cdot 0,120) + (47 \cdot 0,134) + (33 \cdot 0,070) + (15 \cdot 0,115) + (8 \cdot 0,192) + (56 \cdot 0,196) + (58 \cdot 0,174) = 43,7 \text{ mm.}$$

Dengan cara yang sama dapat diperoleh hasil perhitungan curah hujan rata-rata daerah DAS Brantas Hulu berdasarkan metode Poligon Thiessen seperti pada tabel 4.54. (untuk stasiun hujan rekomendasi I) dan tabel 4.52 (untuk stasiun hujan rekomendasi II) sedangkan untuk perhitungan pada tahun 2007 sampai tahun 2015 tidak ditampilkan pada Bab IV, namun ditampilkan pada lampiran II.

**Tabel 4.54 Perhitungan Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan (Rekomendasi I) pada Tahun 2006**

Tanggal	Nama Stasiun Hujan									CH. Maks (mm)
	Tinjumoyo 0,149	Ngaglik 0,088	Ngujung 0,084	Karangploso 0,102	Singosari 0,125	Blimbing 0,122	Ked-Kandang 0,076	Jabung 0,147	Tumpang 0,089	
29-Des	90	35	47	15	8	10	6	56	58	38,1
30-Des	6	90	63	34	42	40	24	40	56	40,4
30-Des	40	90	63	34	42	40	24	40	56	45,5
10-Apr	5	3	12	92	105	50	0	12	13	33,6
10-Apr	5	3	12	92	105	50	0	12	13	33,6
06-Feb	14	15	13	86	47	104	5	0	0	32,2
21-Des	10	23	7	8	13	16	57	74	5	24,1
25-Mei	0	0	0	5	0	0	0	75	15	12,9
16-Feb	48	8	11	0	23	5	3	12	88	22,1

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.55 Perhitungan Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan (Rekomendasi II) pada Tahun 2006**

Tanggal	Nama Stasiun Hujan							CH. Maks (mm)
	Tinjumoyo 0,120	Ngujung 0,134	Temas 0,070	Karangploso 0,115	Singosari 0,192	Jabung 0,196	Tumpang 0,174	
29-Des	90	47	33	15	8	56	58	43,7
30-Des	40	63	69	34	42	40	56	47,6
30-Des	40	63	69	34	42	40	56	47,6
10-Apr	5	12	2	92	105	12	13	37,6
10-Apr	5	12	2	92	105	12	13	37,6
25-Mei	0	0	1	5	0	75	15	18,0
16-Feb	48	11	10	0	23	12	88	30,0

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.56 Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan (Rekomendasi I)**

<b>No</b>	<b>Tahun</b>	<b>CH. Maks (mm)</b>
1	2006	45,5
2	2007	90,2
3	2008	40,2
4	2009	40,2
5	2010	88,2
6	2011	47,8
7	2012	50,9
8	2013	76,6
9	2014	51,6
10	2015	45,3

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.57 Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan setelah diurutkan (Rekomendasi I)**

<b>No</b>	<b>Tahun</b>	<b>CH. Maks (mm)</b>
1	2007	90,2
2	2010	88,2
3	2013	76,6
4	2014	51,6
5	2012	50,9
6	2011	47,8
7	2006	45,5
8	2015	45,3
9	2008	40,2
10	2009	40,2

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.58 Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan (Rekomendasi II)**

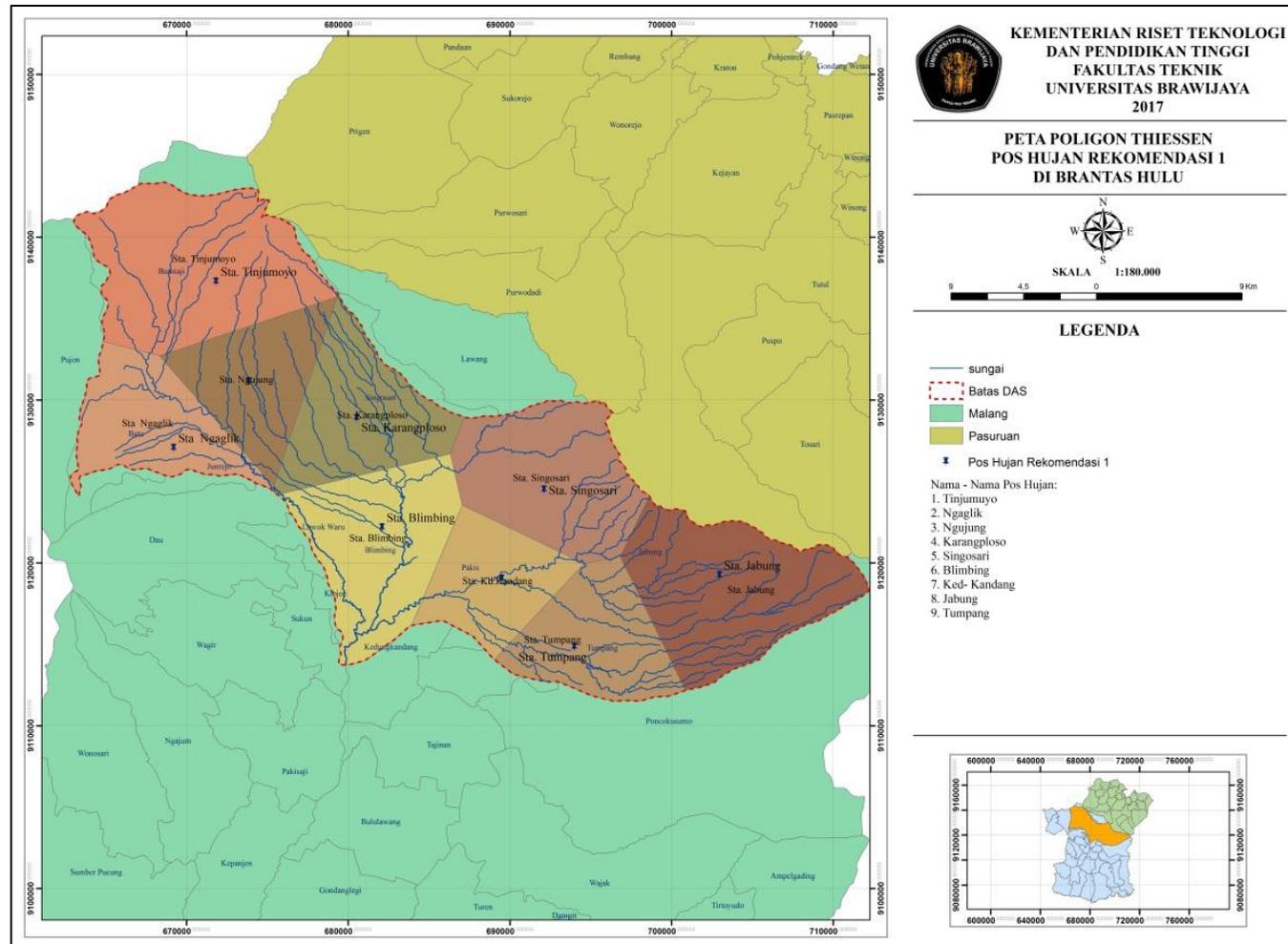
No	Tahun	CH. Maks (mm)
1	2006	47,6
2	2007	82,5
3	2008	65,6
4	2009	48,6
5	2010	72,0
6	2011	49,4
7	2012	69,9
8	2013	97,9
9	2014	48,1
10	2015	45,4

Sumber : Hasil Analisis (2017)

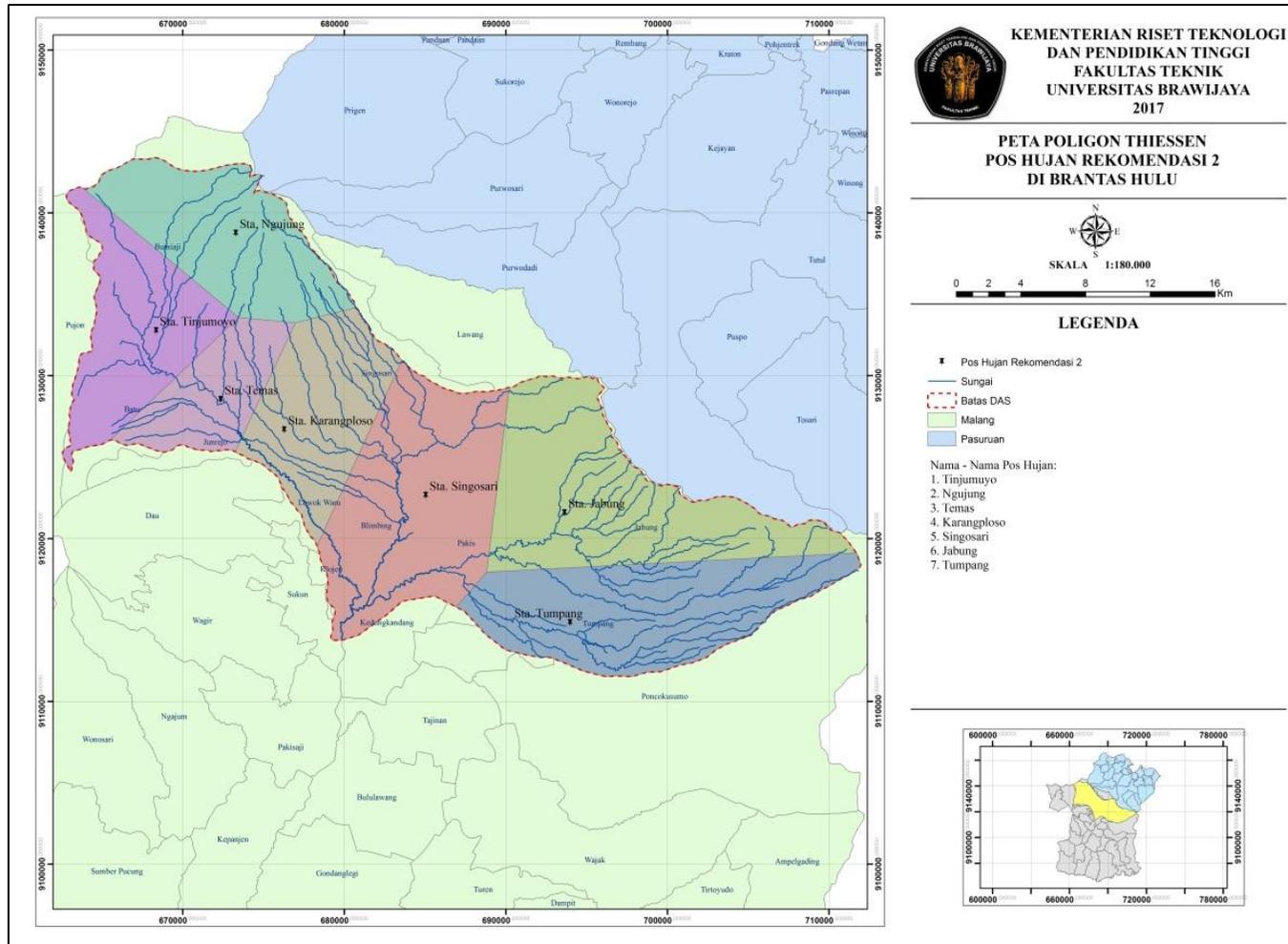
**Tabel 4.59 Curah Hujan Harian Daerah Maksimum Tahunan setelah diurutkan  
(Rekomendasi II)**

No	Tahun	CH. Maks (mm)
1	2013	97,9
2	2007	82,5
3	2010	72,0
4	2012	69,9
5	2008	65,6
6	2011	49,4
7	2009	48,6
8	2014	48,1
9	2006	47,6
10	2015	45,4

Sumber : Hasil Analisis (2017)



**Gambar 4.33. Peta Poligon Thiessen DAS Brantas Hulu Rekomendasi I**



**Gambar 4.34. Peta Poligon Thiessen DAS Brantas Hulu Rekomendasi II**

#### 4.8. Pembahasan

Penelitian ini membahas tentang evaluasi dan sebaran kerapatan jaringan stasiun hujan. Evaluasi dilakukan dengan 2 metode yaitu metode Stepwise dan Kriging. Analisis metode Stepwise pada DAS Brantas Hulu dilakukan pada DAS yang memiliki stasiun hujan dan stasiun debit. Analisis stepwise dilakukan untuk mengetahui stasiun-stasiun yang dominan dan yang kurang dominan. Stasiun yang dominan dapat ditingkatkan / revitalisasi, sedangkan stasiun yang kurang dominan dapat di relokasi atau tidak akan digunakan dalam pengelolaan SDA. Metode Stepwise terdiri dari 2 analisis yaitu Metode Stepwise berdasarkan Pedoman Rasionalisasi Pos Hidrologi Kementerian Pekerjaan Umum dan Metode Stepwise Berdasarkan Statistika Analisis Regresi dengan SPSS 21.

Evaluasi sebaran stasiun hujan dilakukan dengan Metode Stepwise berdasarkan Pedoman Rasionalisasi Pos Hidrologi Kementerian Pekerjaan Umum pada stasiun hujan yang sudah ada (eksisting). Metode ini menggunakan aplikasi SPSS 21. Dari hasil evaluasi 11 stasiun hujan eksisting dan 1 AWLR Gadang didapatkan 7 stasiun hujan terpilih yang paling dominan dan mempunyai korelasi terbesar dengan stasiun debit yaitu Stasiun Tumpang, Stasiun Ngaglik, stasiun Pendem, Stasiun Karangploso, Stasiun Jabung, Stasiun Kedungkandang dan Stasiun Tinjumoyo. Dengan hasil koefisien korelasi sebesar 0,850 yang mempunyai arti tingkat hubungan sangat kuat. Dan hubungan antar stasiun hujan dengan stasiun debit akan semakin signifikan.

Evaluasi sebaran stasiun hujan dilakukan dengan Metode Stepwise berdasarkan Statistika Analisis Regresi dengan SPSS 21 pada stasiun hujan yang sudah ada (eksisting). Dari hasil evaluasi 11 stasiun hujan eksisting dan 1 AWLR Gadang didapatkan 2 stasiun hujan terpilih yang paling dominan dan mempunyai korelasi terbesar dengan stasiun debit yaitu Stasiun Tumpang dan Stasiun Singosari. Dengan hasil koefisien korelasi sebesar 0,847 yang mempunyai arti tingkat hubungan sangat kuat. Dan hubungan antar stasiun hujan dengan stasiun debit akan semakin signifikan.

Dari luasan daerah pengaruh yang telah diketahui, selanjutnya dilakukan analisa kerapatan stasiun hujan berdasarkan standar WMO (*World Meteorological Organization*). Dari hasil analisa diketahui bahwa di DAS Brantas Hulu tidak terdapat stasiun hujan yang termasuk dalam kategori sulit. Untuk itulah dilakukan perencanaan letak stasiun hujan baru agar mendapatkan letak dan jumlah pos hujan yang paling optimal. Hasil evaluasi stasiun hujan eksisting dengan standar WMO dapat dilihat pada Tabel 4.60.

Dalam penelitian ini metode Kriging menggunakan dua rekomendasi yaitu rekomendasi I dan rekomendasi II. Dimana diantara kedua rekomendasi ini dicari nilai kesalahan relatif terendah. Rekomendasi I dan rekomendasi II dilakukan untuk memilih perencanaan mana yang sesuai untuk daerah penelitian. Pada rekomendasi I menggunakan 9 stasiun hujan yang terdiri dari 1 eksisting dan 8 perletakan baru. Dasar dari penentuan rekomendasi I adalah stasiun hujan yang mempunyai curah hujan tahunan rendah, memenuhi kerapatan minimum standar WMO dan kesalahan relatif antara curah hujan eksisting metode kriging. Rekomendasi II menggunakan 7 stasiun hujan yang terdiri dari 5 eksisting dan 2 perletakan baru. Dasar dari penentuan rekomendasi II untuk 5 stasiun hujan eksisting adalah memenuhi kerapatan minimum standar WMO dan memenuhi kesalahan relatif antara curah hujan eksisting metode kriging. Untuk 2 stasiun hujan perletakan baru adalah tidak memenuhi kerapatan minimum standar WMO dan tidak memenuhi kesalahan relatif antara curah hujan eksisting metode kriging.

Penentuan letak stasiun hujan rekomendasi dilakukan dengan cara simulasi yang didasarkan pada peta galat baku prediksi pos hujan eksisting yang terbentuk. Keoptimalan letak stasiun hujan rekomendasi dilihat dari perbandingan nilai RMSE dan MAE antara stasiun hujan eksisting dan stasiun hujan rekomendasi. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa nilai RMSE pos hujan rekomendasi II lebih kecil daripada stasiun hujan eksisting yaitu dengan nilai RMSE 124,88 (pada metode Spherical) serta nilai MAE 106,46 (pada metode Spherical). Perbandingan nilai ini dapat dilihat pada Tabel 4.61.

Analisa curah hujan rata-rata daerah dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.35. Dari hasil analisa berdasarkan metode Kriging, diketahui kerapatan stasiun hujan rekomendasi II standar WMO (pos hujan termasuk dalam kondisi ideal). Hal ini membuktikan bahwa penentuan letak dan jumlah stasiun hujan baru berdasarkan metode Kriging dapat diterapkan di DAS Brantas Hulu. Hasil analisa WMO dapat dilihat pada Tabel 4.63, Tabel 4.64, Tabel 4.65 dan Tabel 4.66 .

Dalam penelitian ini stasiun hujan eksisting sudah memenuhi standar WMO maka dilakukan pengurangan terhadap jumlah stasiun hujan eksisting. Pengurangan ini bertujuan untuk melihat jumlah minimum pos hujan di DAS Brantas Hulu yang optimal. Pengurangan dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan skala prioritas pengalihan dari stasiun hujan manual menjadi stasiun hujan otomatis.

Dari hasil pembahasan evaluasi sebaran stasiun hujan dari metode Stepwise dan Kriging menurut standar kerapatan WMO, metode Kriging lebih direkomendasikan karena hasil rekomendasi Kriging telah memenuhi standar kerapatan yang disyaratkan WMO.

Metode Kriging penempatan sebaran stasiun hujan lebih merata dibanding metode Stepwise. Karena metode Kriging parameter yang digunakan adalah interpolasi dengan membentuk grid (pola garis horizontal dan vertical yang memberikan koordinat untuk mencari titik pada gambar atau peta) secara geostatistik. Sedangkan metode Stepwise parameter yang digunakan adalah keakuratan data curah hujan dengan data debit.

**Tabel 4.60 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Stasiun Hujan Eksisting dengan Standar WMO (World Meteorological Organization)**

No	Nama Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh (Km <sup>2</sup> )	Koefisien Thiessen	Prosentase (%)	Luas Daerah (Km <sup>2</sup> ) Per Satu Stasiun Hujan
					Kondisi Ideal
					100 - 250 Km <sup>2</sup>
1	Tinjumoyo	100,53	0,149	14,91	Ideal
2	Ngaglik	34,70	0,051	5,15	Ideal
3	Ngujung	47,69	0,071	7,07	Ideal
4	Temas	25,13	0,037	3,73	Ideal
5	Pendem	9,37	0,014	1,39	Ideal
6	Karangploso	40,72	0,060	6,04	Ideal
7	Singosari	79,26	0,118	11,76	Ideal
8	Blimbing	38,79	0,058	5,75	Ideal
9	Kedungkandang	35,65	0,053	5,29	Ideal
10	Jabung	145,81	0,216	21,63	Ideal
11	Tumpang	116,55	0,173	17,29	Ideal
Jumlah		674,19	1,000	100,00	

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.61 Perbandingan Nilai RMSE dan MAE Pos Hujan Eksisting dan Stasiun Hujan Rekomendasi**

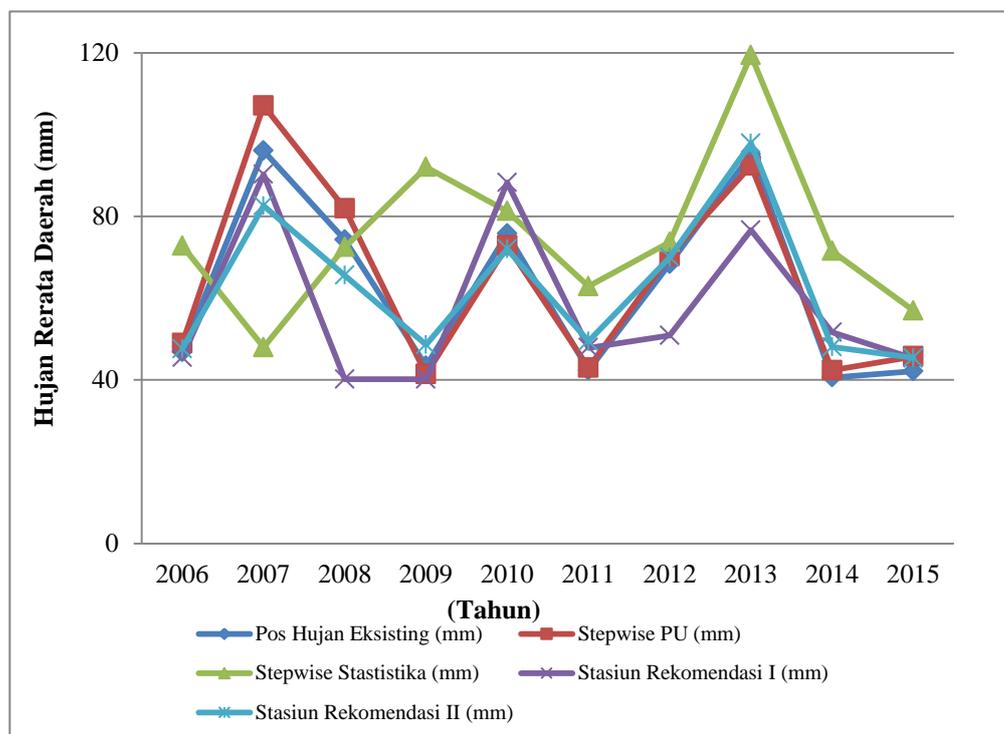
Model Semivariogram	RMSE			MAE		
	Eksisting	Rekomendasi I	Rekomendasi II	Eksisting	Rekomendasi I	Rekomendasi II
Spherical	139,13	137,22	124,88	121,29	105,59	106,46
Exponential	151,34	138,36	131,26	133,5	108,37	105,32
Gaussian	139,38	188,78	156,85	118,5	173,82	149,37

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.62 Perbandingan Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah**

No	Tahun	Curah Hujan Rerata Daerah				
		Pos Hujan Eksisting	Stepwise PU	Stepwise Stastistika	Stasiun Rekomendasi I	Stasiun Rekomendasi II
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	2006	46,786	48,944	72,800	45,463	47,584
2	2007	96,023	107,061	47,950	90,247	82,539
3	2008	74,272	81,935	72,450	40,166	65,567
4	2009	43,405	41,356	92,050	40,166	48,586
5	2010	75,721	72,838	81,250	88,239	71,993
6	2011	42,339	42,966	62,900	47,849	49,434
7	2012	68,352	70,280	73,700	50,875	69,935
8	2013	95,223	92,386	119,400	76,614	97,851
9	2014	40,577	42,333	71,500	51,635	48,057
10	2015	42,122	45,731	56,950	45,275	45,401

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Gambar 4.35 Perbandingan Hasil Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah**

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.63 Analisis Kerapatan Stasiun Hujan Berdasarkan Standar WMO  
(Metode Stepwise PU)**

No	Nama Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh (Km <sup>2</sup> )	Koefisien Thiessen	Prosentase (%)	Luas Daerah (Km <sup>2</sup> ) Per Satu Stasiun Hujan
					Kondisi Ideal
					100 - 250 Km <sup>2</sup>
1	Tinjumoyo	138,55	0,206	20,55	Ideal
2	Ngaglik	43,85	0,065	6,50	Ideal
3	Pendem	20,75	0,031	3,08	Ideal
4	Karangploso	118,27	0,175	17,54	Ideal
5	Kedungkandang	67,43	0,100	10,00	Ideal
6	Jabung	167,79	0,249	24,89	Ideal
7	Tumpang	117,55	0,174	17,44	Ideal
Jumlah		674,19	1,000	100,00	

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.64 Analisis Kerapatan Stasiun Hujan Berdasarkan Standar WMO  
(Metode Stepwise Statistika)**

No	Nama Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh (Km <sup>2</sup> )	Koefisien Thiessen	Prosentase (%)	Luas Daerah (Km <sup>2</sup> ) Per Satu Stasiun Hujan
					Kondisi Ideal
					100 - 250 Km <sup>2</sup>
1	Tumpang	235,87	0,350	34,99	Ideal
2	Singosari	438,32	0,650	65,01	Normal
Jumlah		674,19	1,000	100,00	

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.65 Analisis Kerapatan Stasiun Hujan Berdasarkan Standar WMO  
(Rekomendasi I)**

No	Nama Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh (Km <sup>2</sup> )	Koefisien Thiessen	Prosentase (%)	Luas Daerah (Km <sup>2</sup> ) Per Satu Stasiun Hujan
					Kondisi Ideal
					100 - 250 Km <sup>2</sup>
1	Blimbing	82,31	0,122	12,21	Ideal
2	Ngaglik	59,06	0,088	8,76	Ideal
3	Ngujung	56,83	0,084	8,43	Ideal
4	Karangploso	68,77	0,102	10,20	Ideal
5	Kedungkandang	50,93	0,076	7,55	Ideal
6	Jabung	99,29	0,147	14,73	Ideal
7	Tumpang	60,12	0,089	8,92	Ideal
8	Tinjumoyo	112,47	0,167	16,68	Ideal
9	Singosari	84,41	0,125	12,52	Ideal
Jumlah		674,19	1,000	100,00	

Sumber : Hasil Analisis (2017)

**Tabel 4.66 Analisis Kerapatan Stasiun Hujan Berdasarkan Standar WMO  
(Rekomendasi II)**

No	Nama Stasiun Hujan	Luas Daerah Pengaruh (Km <sup>2</sup> )	Koefisien Thiessen	Prosentase (%)	Luas Daerah (Km <sup>2</sup> ) Per Satu Stasiun Hujan
					Kondisi Ideal
					100 - 250 Km <sup>2</sup>
1	Karangploso	77,28	0,115	11,46	Ideal
2	Jabung	132,32	0,196	19,63	Ideal
3	Ngujung	90,03	0,134	13,35	Ideal
4	Singosari	129,12	0,192	19,15	Ideal
5	Temas	47,40	0,070	7,03	Ideal
6	Tumpang	117,08	0,174	17,37	Ideal
7	Tinjumoyo	80,96	0,120	12,01	Ideal
Jumlah		674,19	1,000	100,00	

Sumber : Hasil Analisis (2017)