

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Data Hujan

4.1.1. Kualitas Data

Dalam menyiapkan data perlu diperhatikan adanya kesulitan dalam akses data dan ketidaktepatan data karena hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas data. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menelaah satu demi satu kemungkinan sumber kesalahan dan mengupayakan kesalahan yang ditimbulkan sekecil mungkin. Sumber-sumber kesalahan yang mempengaruhi kualitas data pada umumnya disebabkan oleh hal berikut:

1. Kelalaian petugas
2. Data hilang atau rusak
3. Data tidak terbaca atau meragukan
4. Kesalahan administrasi

4.1.2. Data Hujan yang Hilang

Data hujan yang digunakan dalam studi merupakan data hujan yang terdapat pada Sub DAS Widas dengan jumlah stasiun 43. Data letak stasiun hujan tercantum pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.1
Lokasi Stasiun Hujan

NAMA POS	KECAMATAN	Sub DAS	KABUPATEN	PROVINSI	Elevasi	BT	LS
Badong	Ngetos	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+154	111° 51' 05" BT	07° 40' 40" LS
Banaran	Paco	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+56	111° 56' 26,89" BT	07° 39' 21,74" LS
Bangle	Lengkong	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+54	112° 03' 42,91" BT	07° 30' 33,69" LS
Baron	Tanjunganom	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+51	112° 01' 48" BT	07° 36' 22" LS
Kacangan	Berbek	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+99	111° 51' 51,36" BT	07° 39' 45,49" LS
Dingin	Ngronggot	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+52	112° 03' 02" BT	07° 40' 01" LS
Genjeng	Loceret	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+220	111° 52' 45,05" BT	07° 43' 18,74" LS
Glatik	Wilangan	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+84	111° 49' 37,93" BT	07° 32' 43,18" LS
Gondang	Gondang	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+69	111° 57' 23,47" BT	07° 30' 57,40" LS
Gunung Krikil	Lengkong	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+88	112° 04' 59,13" BT	07° 29' 25,52" LS
Jati	Loceret	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+71	111° 53' 31,50" BT	07° 38' 50,16" LS
Kedung Lumbung	Lengkong	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+47	112° 04' 59,62" BT	07° 30' 40,09" LS
Kedung Pingit	Rejoso	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+79	111° 54' 14,97" BT	07° 30' 27,62" LS
Kedung Maron	Rejoso	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+76	111° 51' 49,57" BT	07° 31' 46,59" LS
Kedung Rejo	Saradan	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+76	111° 50' 03,17" BT	07° 32' 44,55" LS
Kedungsuko	Tanjunganom	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+53	111° 58' 11,18" BT	07° 39' 22,03" LS
Klodan	Ngetos	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+635	111° 49' 41,39" BT	07° 44' 38,10" LS
Lengkong	Lengkong	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+45	112° 04' 33,89" BT	07° 32' 06,86" LS
Logawe	Lengkong	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+61	112° 04' 44,35" BT	07° 29' 56,23" LS
Matokan	Rejoso	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+71	111° 55' 32,07" BT	07° 30' 14,94" LS
Mlilir	Berbek	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+83	111° 52' 25,30" BT	07° 39' 40,23" LS
Nganjuk	Nganjuk	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+57	111° 54' 16,79" BT	07° 35' 13,14" LS
Ngasem	Jatikalen	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+44	112° 07' 06" BT	07° 31' 00" LS
Ngrambek	Gondang	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+57	111° 57' 33,25" BT	07° 32' 41,67" LS
Ngudikan	Wilangan	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+75	111° 50' 22,53" BT	07° 33' 19,13" LS
Pace	Pace	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+68	111° 54' 59,85" BT	07° 40' 39,04" LS
Paluombo	Sawahan	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+320	111° 48' 00,59" BT	07° 41' 32,54" LS
Patihan	Loceret	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+63	111° 54' 10,99" BT	07° 39' 00,95" LS
Prambon	Prambon	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+58	112° 01' 22,48" BT	07° 43' 35,01" LS
Prayungan	Lengkong	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+44	112° 06' 08" BT	07° 30' 45" LS
Rejoso	Rejoso	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+66	111° 54' 24,81" BT	07° 31' 19,61" LS

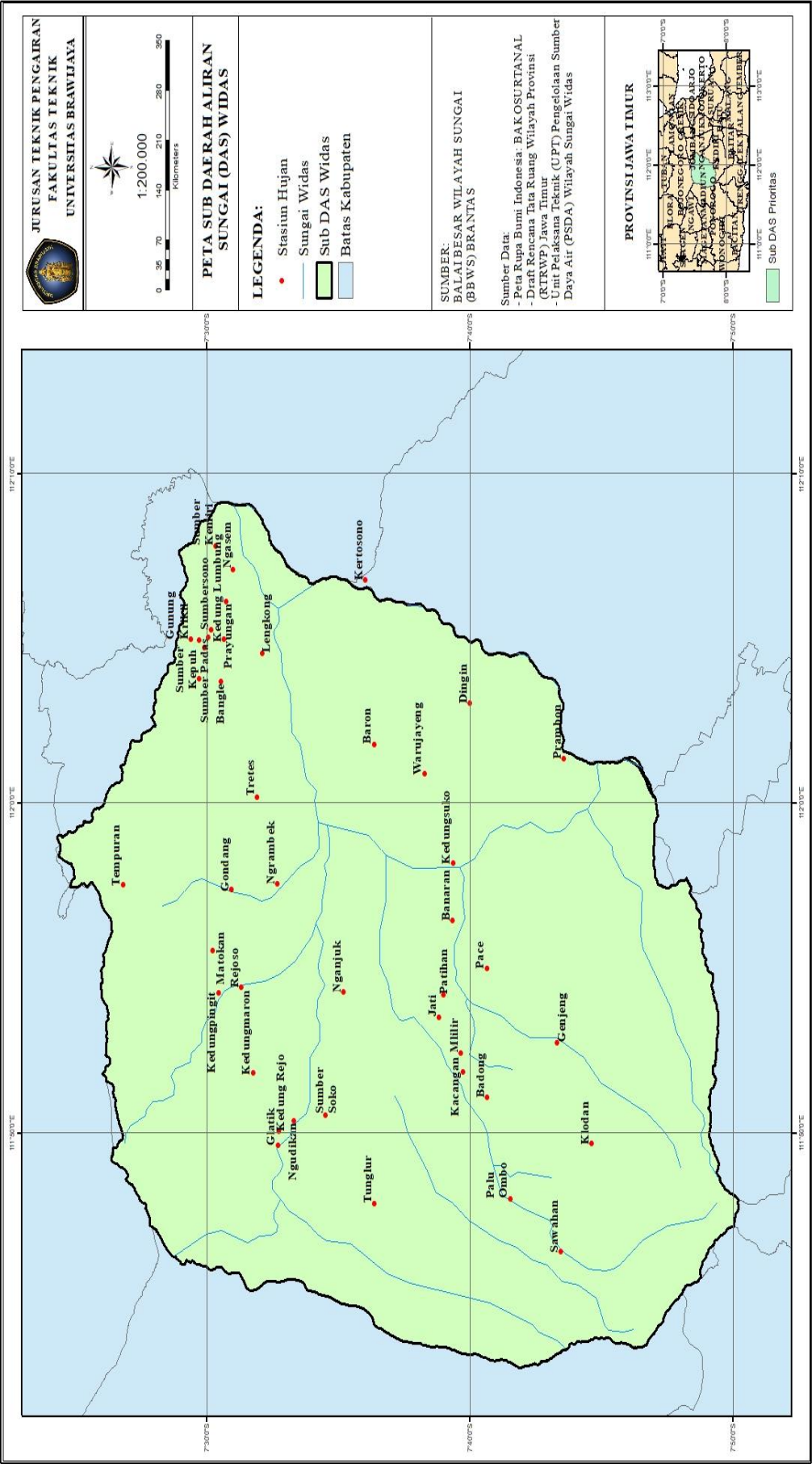
Sumber: Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur

Lanjutan Tabel 4.1
Lokasi Stasiun Hujan

NAMA POS	KECAMATAN	Sub DAS	KABUPATEN	PROVINSI	Elevasi	BT	LS
Sawahan	Sawahan	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+572	111° 46' 24,18" BT	07° 43' 28,45" LS
Sekar Pudak	Lengkong	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+64	112° 04' 56,91" BT	07° 29' 43,68" LS
Sumber Kepuh	Lengkong	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+64	112° 03' 47,33" BT	07° 29' 43,97" LS
Sumber Kemiri	Jatikalen	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+55	112° 07' 49,28" BT	07° 30' 21,17" LS
Sumber Padas	Lengkong	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+58	112° 05' 02" BT	07° 30' 05" LS
Sumber Soko	Bagor	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+72	111° 50' 32,42" BT	07° 34' 31,62" LS
Sumber Sono	Lengkong	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+55	112° 05' 17,23" BT	07° 30' 11,86" LS
Tempuran	Ngluyu	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+181	111° 57' 32,34" BT	07° 26' 49,88" LS
Tretes	Gondang	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+63	112° 00' 12,28" BT	07° 31' 55,98" LS
Tunglur	Wilangan	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+131	111° 47' 51" BT	07° 36' 23" LS
Warujayeng	Tanjunganom	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+53	112° 00' 54,46" BT	07° 38' 17,28" LS
Kertosono*	Kertosono	Widas	Kab. Nganjuk	Provinsi Jawa Timur	+46	112 ° 06' 48" BT	07 ° 36' 03" LS

Sumber: Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur

Keterangan: * → merupakan Stasiun Hujan yang berada di luar Sub DAS Widas



Gambar 4.1 Peta Sub DAS Widas dan Stasiun Hujan
Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas

Untuk menganalisa hujan daerah diperlukan data yang lengkap dari masing-masing stasiun. Seringkali pada suatu daerah DAS terdapat data yang tidak lengkap atau data hilang. Jika ini terjadi, maka data hujan yang hilang harus dilengkapi lebih dahulu. Untuk mengurangi kesulitan analisis karena data yang hilang tersebut, kemudian dicoba untuk dapat memperkirakan besaran data yang hilang tersebut dengan membandingkannya dengan menggunakan data stasiun lain disekitarnya. Untuk melengkapi data hujan yang hilang bisa dilakukan jika (Triatmodjo B, 2008, p.40):

1. Disekitarnya ada pos penakar (minimal 2) yang lengkap datanya.
2. Pos penakar yang datanya hilang diketahui hujan rata-rata tahunannya.

Secara umum, pengisian data hujan yang hilang dapat menggunakan 2 cara, yaitu:

a. Perbandingan normal (normal ratio)

Tabel 4.2

Data Hujan Hilang Stasiun Sekar Pudak Bulan Februari Tahun 2010

Tahun	Bulan	Stasiun			
		Sekar Pudak	Sumber Sono	Sumber Padas	Logawe
2009	November	224	254	214	241
2009	desember	192	217	182	237
2010	Januari	340	436	389	412
2010	Februari	401	422	362	450
2010	Maret	Px	547	469	518
Total		1157	1329	1147	1340
Rata-rata			332	287	335

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Contoh Perhitungan:

$$n = 3$$

Dengan persamaan (2-1) maka dapat dihitung Px yaitu:

$$\begin{aligned}
 P_x &= \frac{1}{n} \left(\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \frac{P_3}{N_3} \right) N_x \\
 &= \frac{1}{3} \left(\frac{547}{1329} + \frac{469}{1147} + \frac{518}{1340} \right) 1157 \\
 &= 465,518 \text{ mm/bulan}
 \end{aligned}$$

$$10\% P_x = 46,55 \text{ mm}$$

$$90\% P_x = 418,966 \text{ mm/bulan}$$

Dikarenakan hasil data hujan yang dicari berdasarkan rata-rata 3 stasiun terdekat yaitu Sumber Sono, Sumber Padas, dan Logawe hasilnya $< 90\% P_x$. Karena berdasarkan persyaratan bahwa nilai rata-rata stasiun terdekat harus $> 90\% P_x$. Maka metode Normal Ratio tidak digunakan.

b. Reciprocal method

Tabel 4.3

Data Hujan Hilang Stasiun Tempuran Bulan Februari Tahun 2010

Februari	Stasiun Dicari	Stasiun Terdekat	Jarak/L (meter)	Tinggi CH Bulanan
2010	Tempuran	Matokan	7299,5	328
		Gondang	7608,8	408
		Kedung Pingit	9020,2	418
				379,4777

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Contoh Perhitungan (persamaan 2-2):

$$P_x = \frac{\sum \left(\frac{P_i}{L_i^2} \right)}{\sum \left(\frac{1}{L_i^2} \right)}$$

$$P_x = \frac{\sum \left(\frac{328}{7299,5^2} + \frac{408}{7608,8^2} + \frac{418}{9020,2^2} \right)}{\sum \left(\frac{1}{7299,5^2} + \frac{1}{7608,8^2} + \frac{1}{9020,2^2} \right)}$$

$$= 379,48 \text{ mm/bulan}$$

4.1.3. Uji Konsistensi Data Hujan

Data curah hujan tahunan dari setiap stasiun akan diuji kepanggahannya (konsistensi) menggunakan lengkung massa ganda. Pada uji konsistensi, pertambahan kumulatif data setiap stasiun akan dibandingkan dengan pertambahan kumulatif data pada stasiun lainnya sebagai pembanding (stasiun lain dianggap benar sehingga dijadikan acuan).

Tabel 4.4

Uji Konsistensi Stasiun Hujan Kedung Pingit

Tahun	Stasiun Kedung Pingit		Stasiun Sekitar	
	CH Tahunan (mm/tahun)	Kumulatif (mm/tahun)	CH Rata-Rata (mm/tahun)	Kumulatif (mm/tahun)
1997	1249	1249	1902	1902
1998	3016	4265	1943	3845
1999	1781	6046	1888	5733
2000	1777	7823	1891	7624
2001	1678	9501	1896	9519
2002	1681	11182	1906	11425
2003	1685	12867	1934	13359
2004	2164	15031	1973	15331
2005	2065	17096	1976	17308
2006	1737	18833	1982	19290
2007	1740	20573	2016	21306
2008	1768	22341	2049	23355
2009	1978	24319	2073	25428
2010	2943	27262	2143	27571

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

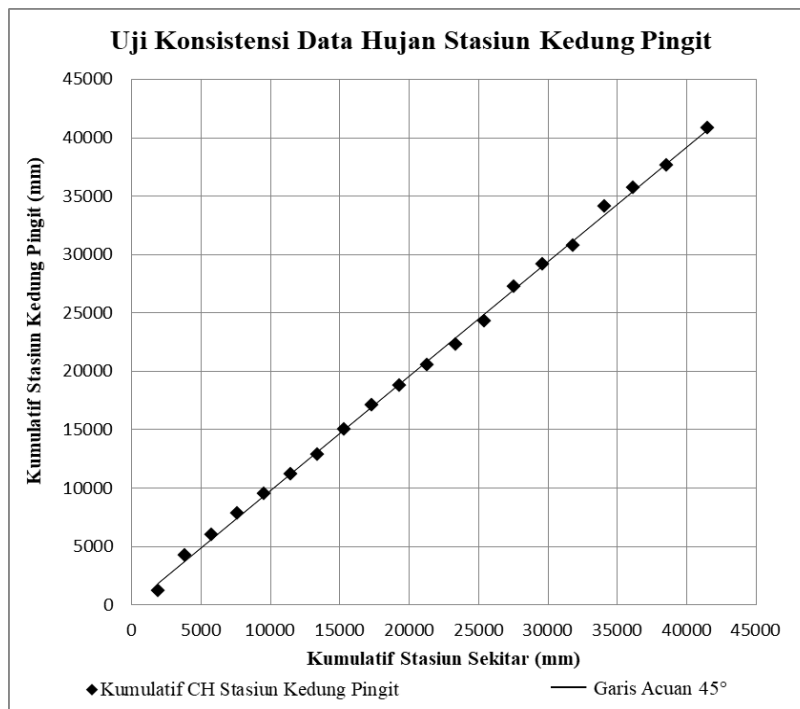
Lanjutan Tabel 4.4
Uji Konsistensi Stasiun Hujan Kedung Pingit

Tahun	Stasiun Kedung Pingit		Stasiun Sekitar	
	CH Tahunan (mm/tahun)	Kumulatif (mm/tahun)	CH Rata-Rata (mm/tahun)	Kumulatif (mm/tahun)
2011	1927	29189	2071	29642
2012	1573	30762	2145	31787
2013	3345	34107	2306	34093
2014	1599	35706	2075	36167
2015	1970	37676	2378	38545
2016	3150	40826	2979	41524

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Contoh Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Besar sudut} &= \tan \left(\frac{40826-1249}{41524-1902} \right) \\
 &= \tan 0,999 \\
 &= 44,967^\circ
 \end{aligned}$$



Gambar 4.2 Kurva Massa Ganda Stasiun Hujan Kedung Pingit

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Berikut merupakan contoh stasiun hujan yang dimana pada kurva massa ganda besar sudut $< 42^\circ$.

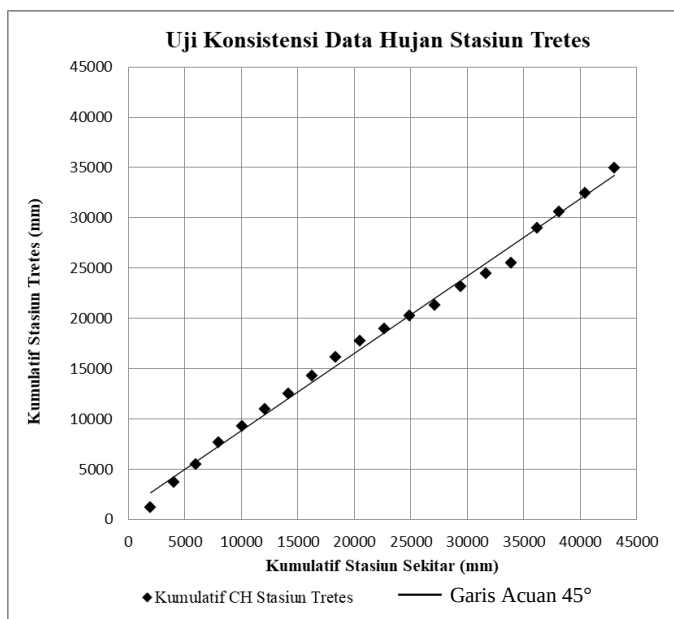
Tabel 4.5
Uji Konsistensi Stasiun Hujan Tretes

Tahun	Stasiun Tretes		Stasiun Sekitar	
	CH Tahunan (mm/tahun)	Kumulatif (mm/tahun)	CH Rata-Rata (mm/tahun)	Kumulatif (mm/tahun)
1997	1233	1233	1979	1979
1998	2480	3713	2025	4004
1999	1773	5486	2002	6006
2000	2171	7657	2020	8025
2001	1610	9267	2034	10059
2002	1709	10976	2060	12119
2003	1497	12473	2072	14191
2004	1820	14293	2096	16287
2005	1827	16120	2097	18384
2006	1614	17734	2127	20511
2007	1191	18925	2154	22665
2008	1372	20297	2200	24865
2009	1025	21322	2252	27117
2010	1823	23145	2327	29443
2011	1293	24438	2209	31653
2012	1094	25532	2204	33857
2013	3482	29014	2349	36205
2014	1573	30587	1961	38166
2015	1879	32466	2252	40418
2016	2501	34967	2598	43016

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Contoh Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Besar sudut} &= \tan\left(\frac{34967-1233}{43016-1979}\right) \\
 &= \tan 0,822 \\
 &= 39,422^\circ
 \end{aligned}$$



Gambar 4.3 Kurva Massa Ganda Stasiun Hujan Tretes Sebelum Terkoreksi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Agar menjadi 45° ($\tan 45^\circ = 1$), maka dicari faktor koreksi yaitu:

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{1,000}{0,822} \\ &= 1,216 \end{aligned}$$

Tabel 4.6

Uji Konsistensi Stasiun Hujan Tretes Setelah Dikalikan Faktor Koreksi (FK)

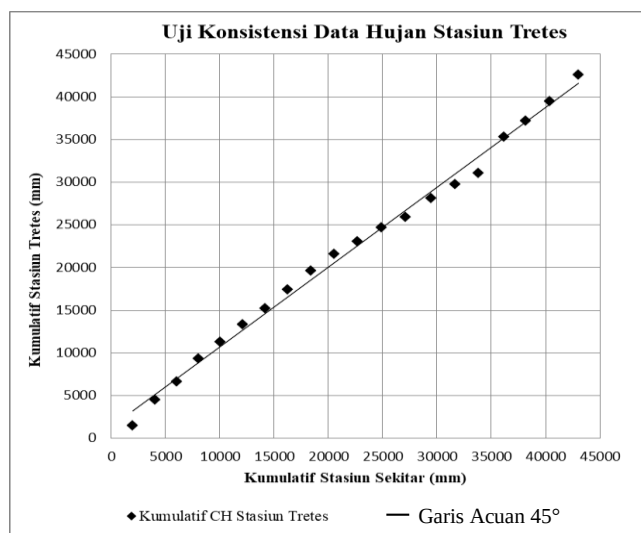
Tahun	Stasiun Tretes		Stasiun Sekitar	
	CH Tahunan (mm/tahun)	Kumulatif (mm/tahun)	CH Rata-Rata (mm/tahun)	Kumulatif (mm/tahun)
1997	1500	1500	1979	1979
1998	3017	4517	2025	4004
1999	2157	6674	2002	6006
2000	2641	9315	2020	8025
2001	1958	11273	2034	10059
2002	2079	13352	2060	12119
2003	1821	15173	2072	14191
2004	2214	17387	2096	16287
2005	2223	19609	2097	18384
2006	1963	21573	2127	20511
2007	1449	23021	2154	22665
2008	1669	24690	2200	24865
2009	1247	25937	2252	27117
2010	2218	28155	2327	29443
2011	1573	29728	2209	31653
2012	1331	31059	2204	33857
2013	4236	35295	2349	36205
2014	1914	37208	1961	38166
2015	2286	39494	2252	40418
2016	3042	42536	2598	43016

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Contoh Perhitungan:

CH Tahun 1997 = $1233 \times 1,216$

= 1500 mm/bulan



Gambar 4.4 Kurva Massa Ganda Stasiun Hujan Tretes Setelah Terkoreksi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

4.1.4. Penyaringan Data Hujan

4.1.4.1. Uji Ketidakadaan Trend

Uji ketidakadaan 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 sama jenis.

Uji ketiadaan trend dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain Uji Korelasi Peringkat (KP) dengan Metode Spearman, Uji Mann dan Whitney, dan Uji Tanda dengan Metode Cox dan Stuart.

➤ Uji Korelasi Peringkat (Metode Spearman)

Tabel 4.7

Uji Ketidakadaan Trend (Metode Spearman) Stasiun Hujan Kedung Pingit

Stasiun Kedung Pingit					
Tahun	Peringkat Tt	Hujan (mm)	Peringkat Rt	dt	dt ²
1997	1	1249	20	19	361
1998	2	3016	3	1	1
1999	3	1781	10	7	49
2000	4	1777	11	7	49
2001	5	1678	17	12	144
2002	6	1681	16	10	100
2003	7	1685	15	8	64
2004	8	2164	5	-3	9
2005	9	2065	6	-3	9
2006	10	1737	14	4	16
2007	11	1740	13	2	4
2008	12	1768	12	0	0
2009	13	1978	7	-6	36
2010	14	2943	4	-10	100
2011	15	1927	9	-6	36
2012	16	1573	19	3	9
2013	17	3345	1	-16	256
2014	18	1599	18	0	0
2015	19	1970	8	-11	121
2016	20	3150	2	-18	324
Total					1688

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Contoh Perhitungan:

$$n = 20$$

Dengan persamaan (2-5) dan (2-6) didapatkan nilai KP:

$$\begin{aligned}
 KP &= 1 - \left(\frac{6 \times \sum dt^2}{n^3 - n} \right) \\
 &= 1 - \left(\frac{6 \times 1688}{20^3 - 20} \right) = -0,220 \\
 t &= KP \left(\frac{n-2}{1-KP^2} \right)^{0,5} \\
 &= -0,220 \left(\frac{20-2}{1-(-0,220)^2} \right)^{0,5} = -0,9548 \\
 dk &= n-2 \\
 &= 20-2 = 18
 \end{aligned}$$

Hipotesis nol (H_0) : data tidak ada trend (R_t dan T_t adalah independen tidak saling bergantung)

Dengan melaksanakan pengujian dua sisi untuk derajat kepercayaan 5% pada derajat kebebasan $dk = 18$ sesuai dengan tabel distribusi-t (**Lampiran 3**), maka diperoleh $t_{0,975} = +2,101$ dan $-t_{0,975} = -2,101$. Dari perhitungan maka nilai t terletak $-2,101 < -0,9548 < +2,101$. Oleh karena itu dapat dikatakan dua seri data (R_t dan T_t) adalah independen dan menunjukkan ketidakadaan trend.

➤ Uji Mann dan Whitney

Tabel 4.8

Uji Ketidakadaan Trend (Mann dan Whitney) Stasiun Hujan Kedung Pingit

Kedung Pingit				
Tahun	Kelompok	Hujan (mm)	Peringkat R_t	Jumlah
1997	XA	1249	1	93
1998		3016	18	
1999		1781	11	
2000		1777	10	
2001		1678	4	
2002		1681	5	
2003		1685	6	
2004		2164	16	
2005		2065	15	
2006		1737	7	
2007	XB	1740	8	117
2008		1768	9	
2009		1978	14	
2010		2943	17	
2011		1927	12	
2012		1573	2	
2013		3345	20	
2014		1599	3	
2015		1970	13	
2016		3150	19	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Contoh Perhitungan dengan persamaan (2-7), (2-8) dan (2-9):

$$N_1 = 10$$

$$N_2 = 10$$

$$R_m = 93$$

$$\begin{aligned} U_1 &= N_1 \cdot N_2 + \frac{N_1}{2} (N_1 + 1) - R_m \\ &= 10 \cdot 10 + \frac{10}{2} (10 + 1) - 93 \\ &= 62 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_2 &= N_1 \cdot N_2 - U_1 \\ &= 10 \cdot 10 - 62 \\ &= 38 \end{aligned}$$

$$U = 38 \text{ (dipilih berdasarkan nilai terkecil antara } U_1 \text{ dan } U_2)$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{U - \frac{N_1 \cdot N_2}{2}}{\left(\frac{1}{12} (N_1 \cdot N_2 (N_1 + N_2 + 1)) \right)^{\frac{1}{2}}} \\ &= \frac{38 - \frac{10 \cdot 10}{2}}{\left(\frac{1}{12} (10 \cdot 10 (10 + 10 + 1)) \right)^{\frac{1}{2}}} \\ &= -0,9071 \end{aligned}$$

Hipotesis nol (H_0) : data tidak ada trend.

Berdasarkan uji satu sisi pada derajat kepercayaan 5% diperoleh nilai $Z_c = 1,645$ dan $-1,645$ (**Tabel 2.1**). Dari perhitungan maka nilai Z terletak $-1,645 < -0,9071 < +1,645$. Dengan demikian H_0 diterima atau dengan kata lain menunjukkan ketidakadaan trend.

➤ Uji Tanda (Metode Cox dan Stuart)

Tabel 4.9

Uji Ketidakadaan Trend (Cox dan Stuart) Stasiun Hujan Kedung Pingit

Kedung Pingit						
Tahun	Kelompok I (mm)	Tahun	Kelompok II (mm)	Tahun	Kelompok III (mm)	Tanda III - I
1997	1249	2004	2164	2010	2943	+
1998	3016	2005	2065	2011	1927	-
1999	1781	2006	1737	2012	1573	-
2000	1777	2007	1740	2013	3345	+
2001	1678	2008	1768	2014	1599	-
2002	1681	2009	1978	2015	1970	+
2003	1685			2016	3150	+

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tanda III-I = Didapatkan dari perbandingan nilai kelompok 3 dan kelompok 1. Untuk nilai plus diberi tanda (+) dan nilai minus diberi tanda (-)

Contoh Perhitungan:

Data tahun 1997 (Kelompok 1) = 1249 mm

Data tahun 2010 (Kelompok 3) = 2943 mm

Tanda III-I = 2943 - 1249

= 1694 mm, maka diberi tanda (+)

S (jumlah tanda +) = 4

$$Z = \frac{S - \frac{n}{6}}{\left(\frac{n}{12}\right)^2}$$

$$= \frac{4 - \frac{20}{6}}{\left(\frac{20}{12}\right)^2}$$

$$= 0,1291$$

Hipotesis nol (H_0) : tidak ada trend

Nilai Z_c (**Tabel 2.1**) untuk derajat kepercayaan satu sisi sebesar 5% adalah +1,645 dan - 1,645. Dari perhitungan nilai Z terletak $-1,645 < 0,1291 < 1,645$ maka H_0 diterima atau dapat dikatakan menunjukkan ketidakadaan trend.

4.1.4.2. Uji Stasioner

➤ Uji-T (*Tee-test*), t

Pengujian yang pada umumnya digunakan untuk menguji sampel ukuran kecil, menguji rata-rata dua kelompok sampel, dan lain lain (Soewarno, 1995:18). Uji t termasuk jenis uji untuk sampel kecil.

Tabel 4.10

Uji-t Stasiun Hujan Kedung Pingit

Kedung Pingit					
No.	A		No.	B	
	Tahun	Hujan (mm)		Tahun	Hujan (mm)
1	1997	1249	11	2007	1740
2	1998	3016	12	2008	1768
3	1999	1781	13	2009	1978
4	2000	1777	14	2010	2943
5	2001	1678	15	2011	1927
6	2002	1681	16	2012	1573
7	2003	1685	17	2013	3345
8	2004	2164	18	2014	1599
9	2005	2065	19	2015	1970
10	2006	1737	20	2016	3150

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari data diatas didapatkan Hipotesa nol (H_0) nilai varian kelompok 1 dan kelompok 2 tidak ada beda nyata pada derajat kepercayaan 5%.

Membuat Hipotesis, dengan: H_0 : tidak ada perbedaan

H_1 : terdapat perbedaan

Contoh Perhitungan dengan persamaan (2-12) dan (2-13):

$$N_1 = 10$$

$$N_2 = 10$$

$$S_1 = 466,998$$

$$S_2 = 674,523$$

$$dk_1 = n_1 - 1 = 9$$

$$dk_2 = n_2 - 1 = 9$$

$$\bar{x}_1 = 1883$$

$$\bar{x}_2 = 2199$$

$$dk_{total} = dk_1 + dk_2 = 18$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \left| \frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right|^{\frac{1}{2}} \\ &= \left| \frac{10 \times (466,998^2) + 10 \times (674,523^2)}{10 + 10 - 2} \right|^{\frac{1}{2}} \\ &= 611,4959 \\ t &= \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sigma \left| \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right|} \\ &= \frac{|1883 - 2199|}{611,4959 \left| \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right|} \\ &= 1,1555\end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan Uji-t dengan derajat kebebasan (dk) = 18, dan derajat kepercayaan 0,025 (**Lampiran 3**) pada uji dua arah maka diperoleh nilai t tabel = 2,1009. Karena nilai t hitung = 1,1555 < t tabel = 2,1009 maka hipotesis nol diterima.

➤ Uji-F (*Alf-test*), F

Uji F digunakan untuk menguji nilai varian dan untuk menguji sampel dalam analisis varian. Menguji dua set sampel data apakah berasal dari populasi yang sama atau tidak juga dapat menggunakan pengujian distribusi-F.

Tabel 4.11
Uji F Stasiun Hujan Kedung Pingit

Kedung Pingit					
No.	A		No.	B	
	Tahun	Hujan (mm)		Tahun	Hujan (mm)
1	1997	1249	11	2007	1740
2	1998	3016	12	2008	1768
3	1999	1781	13	2009	1978
4	2000	1777	14	2010	2943
5	2001	1678	15	2011	1927
6	2002	1681	16	2012	1573
7	2003	1685	17	2013	3345
8	2004	2164	18	2014	1599
9	2005	2065	19	2015	1970
10	2006	1737	20	2016	3150

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari data diatas didapatkan Hipotesa nol (H_0) nilai varian kelompok 1 dan kelompok 2 tidak ada beda nyata pada derajat kepercayaan 5%

$$N_1 = 10$$

$$N_2 = 10$$

$$S_1 = 466,998$$

$$S_2 = 674,523$$

$$dk_1 = n_1 - 1 = 9$$

$$dk_2 = n_2 - 1 = 9$$

$$\bar{x}_1 = 1883$$

$$\bar{x}_2 = 2199$$

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} \\
 &= \frac{10 \cdot 466,998^2 (10 - 1)}{10 \cdot 674,523^2 (10 - 1)} \\
 &= 0,001026
 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan Uji F dengan derajat kebebasan (dk) = 18, dan derajat kepercayaan 5% pada uji dua arah maka diperoleh nilai F tabel = 3,18 (**Lampiran 4**). Karena nilai F hitung = 0,001026 < F tabel = 3,18 maka hipotesis nol (H_0) diterima. Dengan memperhatikan Uji F dan Uji-t tersebut maka deret berkala adalah stasioner yang dimana memiliki arti nilai rata-rata serta nilai variannya stabil.

4.1.4.3. 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.

Tabel 4.12

Uji Persistensi Stasiun Kedung Pingit

Tahun	Kedung pingit			di	di ²
	Peringkat Tt	Hujan (mm)	Peringkat Rt		
1997	1	1249	20	0	0
1998	2	3016	3	17	289
1999	3	1781	10	-7	49
2000	4	1777	11	-1	1
2001	5	1678	17	-6	36
2002	6	1681	16	1	1
2003	7	1685	15	1	1
2004	8	2164	5	10	100
2005	9	2065	6	-1	1
2006	10	1737	14	-8	64
2007	11	1740	13	1	1
2008	12	1768	12	1	1
2009	13	1978	7	5	25
2010	14	2943	4	3	9
2011	15	1927	9	-5	25
2012	16	1573	19	-10	100
2013	17	3345	1	18	324
2014	18	1599	18	-17	289
2015	19	1970	8	10	100
2016	20	3150	2	6	36
Total				1452	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Hipotesis nol (H_0) : dua seri data (tahun dan curah hujan) pada derajat kepercayaan 5% adalah independen.

Contoh Perhitungan dengan persamaan (2-15) dan (2-16):

$$m = 20$$

$$dk = 20 - 2 = 18$$

$$KS = 1 - \left(\frac{6 \times \sum di^2}{m^3 - m} \right)$$

$$= 1 - \left(\frac{6 \times 1452}{20^3 - 20} \right)$$

$$= -0,092$$

$$\begin{aligned}
 t &= KS \left(\frac{m-2}{1-KS^2} \right)^{0,5} \\
 &= -0,092 \left(\frac{20-2}{1-((-0,092)^2)} \right)^{0,5} \\
 &= -0,3908
 \end{aligned}$$

Berdasarkan uji satu sisi untuk derajat kepercayaan 5% pada derajat kebebasan dk = 18 sesuai dengan tabel (**Lampiran 3**), maka diperoleh $t_{0,975} = + 1,734$ dan $- t_{0,975} = -1,734$ dan hipotesis nol (H_0) diterima. Dari perhitungan maka nilai t terletak $-1,734 < -0,3908 < +1,734$. Oleh karena itu dapat dikatakan data independen atau data tersebut bersifat acak.

4.1.4.4. Uji *Inlier-Outlier*

Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah data maksimum dan minimum dari rangkaian data yang ada layak digunakan atau tidak. Data hujan dapat dilihat pada tabel 4.13 dan langkah pengujiannya pada Stasiun Hujan Kedung Pingit sebagai berikut:

Tabel 4.13

Uji *Inlier-Outlier* Stasiun Hujan Kedung Pingit

No.	Tahun	CH Tahunan	Log (X)
1	1997	1249	3,097
2	1998	3016	3,479
3	1999	1781	3,251
4	2000	1777	3,250
5	2001	1678	3,225
6	2002	1681	3,226
7	2003	1685	3,227
8	2004	2164	3,335
9	2005	2065	3,315
10	2006	1737	3,240
11	2007	1740	3,241
12	2008	1768	3,247
13	2009	1978	3,296
14	2010	2943	3,469
15	2011	1927	3,285
16	2012	1573	3,197
17	2013	3345	3,524
18	2014	1599	3,204
19	2015	1970	3,294
20	2016	3150	3,498

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Contoh Perhitungan:

$$\text{Log } X = \text{Log } (1249) = 3,097$$

$$\bar{X} = 3,295$$

$$S = 0,113$$

$$K_n = 2,385$$

$$Y_H = \bar{X} + k_n \cdot S = 3,295 + (2,385 \cdot 0,113) = 3,565$$

$$Y_L = \bar{X} - k_n \cdot S = 3,295 - (2,385 \cdot 0,113) = 3,024$$

$$X_H = 10^{Y_H} = 10^{3,565} = 3676,415$$

$$X_L = 10^{Y_L} = 10^{3,024} = 1057,975$$

Kemudian menentukan data yang dapat digunakan dan tidak dapat digunakan sesuai nilai batas atas dan batas bawah.

Pada perhitungan dapat dilihat bahwa data hujan dari stasiun hujan Kedung Pingit tidak terdapat data menyimpang dari nilai batas atas dan batas bawah. Namun untuk pengujian data pada stasiun hujan lainnya terdapat data menyimpang dengan jumlah beberapa tahun sehingga data dari tahun-tahun tersebut harus dieleminasi pada seluruh pos hujannya. Sehingga setelah dilakukan uji *Inlier-Outlier* pada seluruh pos hujan hanya diperoleh panjang data selama 4 tahun. Untuk mengatasi masalah ini dapat dilakukan dengan penambahan data, namun karena keterbatasan data pada studi ini sehingga pengujian ini diabaikan dan data hujan yang dapat digunakan untuk analisis selanjutnya tetap dengan panjang data 20 tahun.

Tabel 4.14
Rekapitulasi Uji Penyaringan Data Hujan Kumulatif Tahunan

Stasiun	Uji Trend			Uji Persistensi	Uji t	Uji F
	Metode Spearman	Metode Mann&Whitney	Metode Cox&Stuart			
	2 sisi	1 sisi	1 sisi	1 sisi		
Kedung pingit	√	√	√	√	√	√
Kedung maron	√	√	√	√	√	√
Tempuran	√	√	√	√	√	√
Matokan	√	√	√	√	√	√
Bangle	√	√	√	√	√	√
Sumber kepuh	√	√	√	√	√	√
Tretes	√	√	√	√	√	√
Gondang	√	√	√	√	√	√
Rejoso	√	√	√	√	√	√
Nganjuk	√	√	√	√	√	√
Tunglur	√	√	√	√	√	√
Jati	√	√	√	√	√	√
Kacangan	√	√	√	√	√	√
Palu ombo	√	√	√	√	√	√
Sawahan	√	√	√	X	√	√
Klodan	√	√	√	√	√	√
Sekar pudak	√	√	√	√	√	√
Gunung krikil	√	√	√	√	√	√
Ked. Lumbung	√	√	√	√	√	√
Smb.Padas	√	√	√	√	√	√
Logawe	√	√	√	√	√	√
Sumber sono	√	√	√	√	√	√
Lengkong	√	√	√	√	√	√
Kedung rejo	√	√	√	√	X	√
Baron	√	√	X	√	√	√
Kertosono	X _{0.05}	X	X	√	X	√
Warujayeng	√	√	√	√	√	√
Prambon	√	√	√	√	√	√
Dingin	√	√	√	√	√	√
Prayungan	√	√	√	√	√	√
Ngasem	√	√	√	√	√	√
Sumber Kemiri	√	√	√	√	√	√
Sumber soko	√	√	√	√	√	√
Pace	√	√	√	√	√	√
Mlilir	√	√	√	√	√	√
Ngudikan	√	√	√	√	√	√
Ngrambek	X	X	X	√	X	√
Glatik	√	√	√	√	√	√
Kedungsuko	√	√	√	√	√	√
Patihan	√	√	√	√	√	√
Badong	√	√	√	√	√	√
Banaran	√	√	√	√	√	√
Genjeng	√	√	√	√	√	√

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.15
Rekapitulasi Uji Penyaringan Data Hujan Rerata Tahunan

Stasiun	Uji Trend			Uji Persistensi	Uji t	Uji F
	Metode Spearman	Metode Mann&Whitney	Metode Cox&Stuart			
	2 sisi	1 sisi	1 sisi	1 sisi		
Kedung pingit	√	√	√	√	√	√
Kedung maron	√	√	√	√	√	√
Tempuran	√	√	√	√	√	√
Matokan	√	√	√	√	√	√
Bangle	√	√	√	√	√	√
Sumber kepuh	√	√	√	√	√	√
Tretes	√	√	√	√	√	√
Gondang	√	√	√	√	√	√
Rejoso	√	√	√	√	√	√
Nganjuk	√	√	√	√	√	√
Tunglur	√	√	√	√	√	√
Jati	√	√	√	√	√	√
Kacangan	√	√	√	√	√	√
Palu ombo	√	√	√	√	√	√
Sawahana	√	√	√	X	√	√
Klodan	√	√	√	√	√	√
Sekar pudak	√	√	√	√	√	√
Gunung krikil	√	√	√	√	√	√
Ked. Lumbung	√	√	√	√	√	√
Smb.Padas	√	√	√	√	√	√
Logawe	√	√	√	√	√	√
Sumber sono	√	√	√	√	√	√
Lengkong	√	√	√	√	√	√
Kedung rejo	√	√	√	√	X	√
Baron	√	√	X	√	√	√
Kertosono	X ₀	X	X	√	X	√
Warujayeng	√	√	√	√	√	√
Prambon	√	√	√	√	√	√
Dingin	√	√	√	√	√	√
Prayungan	√	√	√	√	√	√
Ngasem	√	√	√	√	√	√
Sumber Kemiri	√	√	√	√	√	√
Sumber soko	√	√	√	√	√	√
Pace	√	√	√	√	√	√
Mlilir	√	√	√	√	√	√
Ngudikan	√	√	√	√	√	√
Ngrambek	X	X	X	√	X	√
Glatik	√	√	√	√	√	√
Kedungsuko	√	√	√	√	√	√
Patihan	√	√	√	√	√	√
Badong	√	√	√	√	√	√
Banaran	√	√	√	√	√	√
Genjeng	√	√	√	√	√	√

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.16
Rekapitulasi Uji Penyaringan Data Hujan Kumulatif Bulanan

Stasiun	Uji Trend			Uji Persistensi	Uji t	Uji F
	Metode	Metode	Metode			
	Spearman	Mann&Whitney	Cox&Stuart			
	2 sisi	1 sisi	1 sisi	1 sisi		
Kedung pingit	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kedung maron	X	X	X	X	✓	✓
Tempuran	✓	✓	✓	X	✓	✓
Matokan	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bangle	✓	✓	✓	X	✓	✓
Sumber kepuh	✓	✓	✓	X	✓	✓
Tretes	✓	✓	✓	X	✓	✓
Gondang	✓	✓	✓	X	✓	✓
Rejoso	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nganjuk	✓	✓	X	X	✓	✓
Tunglur	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Jati	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kacangan	✓	✓	✓	X	✓	✓
Palu ombo	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Sawahan	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Klodan	✓	✓	✓	X	✓	✓
Sekar pudak	✓	✓	✓	X	✓	✓
Gunung krikil	✓	✓	✓	X	✓	✓
Ked. Lumbung	✓	✓	✓	X	✓	✓
Smb.Padas	✓	✓	X	X	✓	✓
Logawe	✓	✓	✓	X	✓	✓
Sumber sono	✓	✓	X	X	✓	✓
Lengkong	✓	✓	X	✓	✓	✓
Kedung rejo	X	X	X	X	X	✓
Baron	✓	✓	X	X	✓	✓
Kertosono	✓	✓	X	X	✓	✓
Warujayeng	✓	✓	✓	X	✓	✓
Prambon	✓	X	X	X	X	✓
Dingin	✓	✓	✓	X	✓	✓
Prayungan	✓	✓	✓	X	✓	✓
Ngasem	✓	✓	✓	X	✓	✓
Sumber Kemiri	✓	✓	✓	X	✓	✓
Sumber soko	✓	✓	✓	X	✓	✓
Pace	✓	✓	✓	X	✓	✓
Mlilir	✓	✓	✓	X	✓	✓
Ngudikan	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ngrambek	X	X	X	X	X	✓
Glatik	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kedungsuko	✓	✓	✓	X	✓	✓
Patihan	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Badong	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Banaran	✓	✓	✓	X	✓	✓
Genjeng	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

4.2. Analisa Curah Hujan Rerata Daerah

Dalam studi ini perhitungan curah hujan rerata daerah menggunakan metode Poligon Thiessen. Cara ini didasarkan atas rata-rata timbang. Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan sumbu tegak lurus terhadap garis

penghubung antara dua pos penakar. Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan (2-20).

$$R = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$= \sum_i^n \frac{A_i d_i}{A}$$

Tabel 4.17

Faktor Koreksi Luas Pengaruh Poligon Thiessen

No	Stasiun Hujan	Luas (km ²)	Fk	%
1	Kedung pingit	44,488	0,02905	2,905
2	Kedung maron	55,969	0,03654	3,654
3	Tempuran	64,489	0,04211	4,211
4	Matokan	21,827	0,01425	1,425
5	Bangle	14,508	0,00947	0,947
6	Sumber kepuh	25,358	0,01656	1,656
7	Tretes	50,368	0,03289	3,289
8	Gondang	25,855	0,01688	1,688
9	Rejoso	19,346	0,01263	1,263
10	Nganjuk	52,042	0,03398	3,398
11	Tunglur	92,39	0,06032	6,032
12	Jati	16,923	0,01105	1,105
13	Kacangan	18,142	0,01184	1,184
14	Palu ombo	55,27	0,03609	3,609
15	Sawahan	97,094	0,06339	6,339
16	Klodan	108,159	0,07062	7,062
17	Sekar pudak	0,678	0,00044	0,044
18	Gunung krikil	4,303	0,00281	0,281
19	Ked. Lumbung	4,014	0,00262	0,262
20	Smb.Padas	0,563	0,00037	0,037
21	Logawe	1,594	0,00104	0,104
22	Sumber sono	2,728	0,00178	0,178
23	Lengkong	35,339	0,02307	2,307
24	Kedung rejo	78,554	0,05129	5,129
25	Baron	54,77	0,03576	3,576
27	Warujayeng	31,398	0,02050	2,050
28	Prambon	85,768	0,05600	5,600
29	Dingin	48,252	0,03150	3,150
30	Prayungan	7,939	0,00518	0,518
31	Ngasem	14,371	0,00938	0,938
32	Sumber Kemiri	12,656	0,00826	0,826

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.17
Faktor Koreksi Luas Pengaruh Poligon Thiessen

No	Stasiun Hujan	Luas (km ²)	Fk	%
33	Sumber soko	32,368	0,02113	2,113
34	Pace	39,88	0,02604	2,604
35	Mlilir	10,687	0,00698	0,698
36	Ngudikan	7,984	0,00521	0,521
37	Ngrambek	40,892	0,02670	2,670
38	Glatik	5,832	0,00381	0,381
39	Kedungsuko	46,335	0,03025	3,025
40	Patihan	13,706	0,00895	0,895
41	Badong	27,07	0,01767	1,767
42	Banaran	25,345	0,01655	1,655
43	Genjeng	107,378	0,07011	7,011
Total		1531,62	1	100

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Contoh Perhitungan (Stasiun Hujan Kedung Pingit):

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{A}{\sum A} \\
 &= \frac{44,488}{1531,62} \\
 &= 0,029
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan gambar *Poligon Thiessen* dengan masing-masing daerah pengaruhnya untuk setiap stasiun hujan eksisting.

Gambar 4.5 Poligon Thiessen Stasiun Hujan Eksisting

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berikut merupakan contoh perhitungan hujan rerata maksimum daerah untuk tahun 1997:

$$\begin{aligned}
 d &= (1249 \times 0,029) + (887 \times 0,037) + (1528 \times 0,042) + (1259 \times 0,014) + (1142 \times \\
 &0,009) + (1028 \times 0,017) + (1499,92 \times 0,033) + (1333,94 \times 0,017) + (888 \times \\
 &0,034) + (1113 \times 0,060) + (1294,47 \times 0,011) + (1146,21 \times 0,012) + (1564,47 \times \\
 &0,036) + (1197,80 \times 0,063) + (1127,23 \times 0,071) + (1104,90 \times 0,00044) + \\
 &(1104,64 \times 0,003) + (1088,58 \times 0,003) + (1221,60 \times 0,00037) + (1142 \times 0,001) \\
 &+ (1093 \times 0,002) + (1282,86 \times 0,023) + (838 \times 0,051) + (1238 \times 0,036) + (1098 \\
 &\times 0,019) + (1265 \times 0,020) + (1360 \times 0,056) + (985,37 \times 0,032) + (1107,10 \times \\
 &0,005) + (1267,79 \times 0,009) + (1124,82 \times 0,008) + (971,87 \times 0,021) + (1070,30 \times \\
 &0,026) + (1084,62 \times 0,007) + (1002 \times 0,005) + (1080,52 \times 0,027) + (1111 \times \\
 &0,004) + (1375,22 \times 0,030) + (1151,12 \times 0,009) + (1137,26 \times 0,018) + (949,67 \times \\
 &0,017) + (1224,38 \times 0,070) \\
 &= 1178,415 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.18
Rekapitulasi Hujan Rerata Daerah

Tahun	CH. Thiessen
1997	1178,415
1998	2813,180
1999	1790,676
2000	2080,730
2001	1736,748
2002	1659,835
2003	1687,390
2004	1794,826
2005	1748,327
2006	1636,319
2007	1677,235
2008	1772,795
2009	1550,781
2010	2803,426
2011	1747,383
2012	1634,315
2013	3454,773
2014	1425,604
2015	1884,105
2016	2725,882

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

4.3. Analisa Kerapatan Jaringan Stasiun Penakar Hujan dengan Standart WMO

Berdasarkan standart yang telah ditetapkan oleh WMO, Sub DAS Widas yang merupakan daerah tropis dengan ketentuan 100-250 km²/stasiun, dengan luas $\pm 1531,62$ km² hanya membutuhkan 15 stasiun hujan dengan membagi luas Sub DAS Widas dengan ketentuan minimum standart WMO. Luas daaerah pengaruh didasarkan pada luasan daerah pengaruh pada masing-masing stasiun hujan dengan menggunakan *Polygon Thiessen*. Hasil analisa dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.19

Analisa Kerapatan Stasiun Hujan Berdasarkan Standart WMO

No	Nama Pos Hujan	Luas Daerah Pengaruh	Prosentase	Luas Daerah (Km ²) Per Satu Pos Hujan		
				Kondisi Ideal	Kondisi Normal	Kondisi Sulit
		(Km ²)	(%)	100-250	300 - 1000	1000 - 5000
1	Kedung pingit	44,488	3,635	-	-	-
2	Kedung maron	55,969	4,573	-	-	-
3	Tempuran	64,489	5,269	-	-	-
4	Matokan	21,827	1,784	-	-	-
5	Bangle	14,508	1,185	-	-	-
6	Sumber kepuh	25,358	2,072	-	-	-
7	Tretes	50,368	4,116	-	-	-
8	Gondang	25,855	2,113	-	-	-
9	Rejoso	19,346	1,581	-	-	-
10	Nganjuk	52,042	4,252	-	-	-
11	Tunglur	92,39	7,549	-	-	-
12	Jati	16,923	1,383	-	-	-
13	Kacangan	18,142	1,482	-	-	-
14	Palu ombo	55,27	4,516	-	-	-
15	Sawahan	97,094	7,934	-	-	-
16	Klodan	108,159	8,838	Ideal	-	-
17	Sekar pudak	0,678	0,055	-	-	-
18	Gunung krikil	4,303	0,352	-	-	-
19	Ked. Lumbung	4,014	0,328	-	-	-
20	Smb.Padas	0,563	0,046	-	-	-
21	Logawe	1,594	0,130	-	-	-
22	Sumber sono	2,728	0,223	-	-	-
23	Lengkong	35,339	2,888	-	-	-
24	Kedung rejo	78,554	6,419	-	-	-
25	Baron	54,77	4,475	-	-	-
26	Kertosono	28,988	2,369	-	-	-
27	Warujayeng	31,398	2,566	-	-	-
28	Prambon	85,768	7,008	-	-	-

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.19
Analisa Kerapatan Stasiun Hujan Berdasarkan Standart WMO

No	Nama Pos Hujan	Luas Daerah Pengaruh (Km ²)	Prosentase (%)	Luas Daerah (Km ²) Per Satu Pos Hujan		
				Kondisi Ideal 100-250	Kondisi Normal 300 - 1000	Kondisi Sulit 1000 - 5000
29	Dingin	48,252	3,943	-	-	-
30	Prayungan	7,939	0,649	-	-	-
31	Ngasem	14,371	1,174	-	-	-
32	Sumber Kemiri	12,656	1,034	-	-	-
33	Sumber soko	32,368	2,645	-	-	-
34	Pace	39,88	3,259	-	-	-
35	Mlilir	10,687	0,873	-	-	-
36	Ngudikan	7,984	0,652	-	-	-
37	Ngrambek	40,892	3,341	-	-	-
38	Glatik	5,832	0,477	-	-	-
39	Kedungsuko	46,335	3,786	-	-	-
40	Patihan	13,706	1,120	-	-	-
41	Badong	27,07	2,212	-	-	-
42	Banaran	25,345	2,071	-	-	-
43	Genjeng	107,378	8,774	Ideal	-	-

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berdasarkan dari hasil analisa, diketahui 2 stasiun hujan yang ada di Sub DAS Widas berada pada kondisi ideal dan sisanya dapat dikatakan memiliki kondisi yang sangat ideal dilihat dari luas daerah pengaruhnya. Selanjutnya, hasil dari analisa dengan standart WMO ini akan digunakan sebagai acuan dalam analisa kerapatan stasiun hujan berdasarkan metode *Kagan – Rodda* dan *Kriging*.

4.4. Rasionalisasi Jaringan Stasiun Hujan dengan Metode *Kagan-Rodda*

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Rasionalisasi adalah proses, cara, perbuatan menjadikan bersifat rasional atau proses, cara, perbuatan merasionalkan (sesuatu yang mungkin semula tidak rasional). Rasionalisasi Stasiun Hujan Kagan – Rodda pada Sub DAS Widas berdasarkan data curah hujan kumulatif tahunan. Pada dasarnya cara ini mempergunakan analisis relative yang mengaitkan kerapatan jaringan stasiun hujan dengan kesalahan interpolasi dan kesalahan perataan (*Interpolation error and averaging error*).

Langkah – langkah dalam perhitungan metode *Kagan – Rodda* adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai rata-rata hujan daerah dari *Polygon Thiessen* dengan persamaan (2-29):

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \\ &= \frac{38802,75}{20} = 1940,137\end{aligned}$$

2. Menghitung standar deviasi dengan persamaan (2-30):

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \\ &= 563,010\end{aligned}$$

3. Menghitung koefisien variasi dengan persamaan (2-31):

$$\begin{aligned}C_v &= \left(\frac{S}{\bar{X}} \right) \\ &= \frac{563,010}{1940,137} \\ &= 0,2902\end{aligned}$$

Tabel 4.20
Koefisien Variasi Curah Hujan Rerata Daerah

No	Tahun	X	(Xi - Xrerata) ²
1	1997	1178,415	580220,361
2	1998	2813,180	762203,748
3	1999	1790,676	22338,580
4	2000	2080,730	19766,374
5	2001	1736,748	41367,251
6	2002	1659,835	78569,390
7	2003	1687,390	63881,484
8	2004	1794,826	21115,287
9	2005	1748,327	36791,279
10	2006	1636,319	92305,665
11	2007	1677,235	69117,431
12	2008	1772,795	28003,373
13	2009	1550,781	151598,087
14	2010	2803,426	745267,759
15	2011	1747,383	37154,227
16	2012	1634,315	93527,527
17	2013	3454,773	2294121,052
18	2014	1425,604	264744,438
19	2015	1884,105	3139,606
20	2016	2725,882	617394,740
Jumlah		38802,748	6022627,658
Rerata		1940,137	
Sd		563,0101	
Cv		0,2902	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

4. Menghitung koefisien korelasi hujan kumulatif tahunan dengan persamaan (2-32):

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

$$= \frac{(20 \cdot 69877751) - (34139 \cdot 38746)}{\sqrt{((20 \cdot 63705655) - (34139^2)) \times ((20 \cdot 83749848) - (38746^2))}} = 0,5445$$

Tabel 4.21

Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Tahun	Kedung Maron		Prambon		X * Y
		Xi	Xi ²	Yi	Yi ²	
1	1997	887	786.769	1.360	1.849.600	1.206.320
2	1998	2.551	6.507.601	2.708	7.333.264	6.908.108
3	1999	1.617	2.614.689	2.432	5.914.624	3.932.544
4	2000	1.648	2.715.904	2.567	6.589.489	4.230.416
5	2001	1.727	2.982.529	1.262	1.592.644	2.179.474
6	2002	1.272	1.617.984	1.782	3.175.524	2.266.704
7	2003	1.150	1.322.500	2.703	7.306.209	3.108.450
8	2004	1.799	3.236.401	1.685	2.839.225	3.031.315
9	2005	1.841	3.389.281	1.530	2.340.900	2.816.730
10	2006	1.312	1.721.344	1.638	2.683.044	2.149.056
11	2007	1.348	1.817.104	1.589	2.524.921	2.141.972
12	2008	1.951	3.806.401	1.462	2.137.444	2.852.362
13	2009	1.374	1.887.876	1.501	2.253.001	2.062.374
14	2010	2.429	5.900.041	2.491	6.205.081	6.050.639
15	2011	1.490	2.220.100	1.490	2.220.100	2.220.100
16	2012	1.414	1.999.396	1.373	1.885.129	1.941.422
17	2013	2.437	5.938.969	3.872	14.992.384	9.436.064
18	2014	1.227	1.505.529	1.274	1.623.076	1.563.198
19	2015	1.679	2.819.041	1.717	2.948.089	2.882.843
20	2016	2.986	8.916.196	2.310	5.336.100	6.897.660
Jumlah		34139	34.139	63.705.655	38.746	83.749.848
r		0,5445				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berikut adalah tabel rekapitulasi untuk korelasi antara satu stasiun dengan seluruh stasiun yang ada di Sub DAS Widas.

Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
1	Kedung Pingit	Kedung Maron	5,0751	0,913802
2	Kedung Pingit	Tempuran	9,0202	0,878677
3	Kedung Pingit	Matokan	2,3957	0,963727
4	Kedung Pingit	Bangle	17,413	0,886634
5	Kedung Pingit	Sumber Kepuh	17,599	0,870124
6	Kedung Pingit	Tretes	11,286	0,793843
7	Kedung Pingit	Gondang	5,8511	0,826613
8	Kedung Pingit	Rejoso	1,6254	0,946375
9	Kedung Pingit	Nganjuk	8,7715	0,867225
10	Kedung Pingit	Tunglur	16,054	0,877802
11	Kedung Pingit	Jati	15,496	0,757361
12	Kedung Pingit	Kacangan	17,694	0,839581
13	Kedung Pingit	Palu Ombo	23,429	0,883483
14	Kedung Pingit	Sawahan	27,993	0,887743
15	Kedung Pingit	Klodan	27,44	0,88867
16	Kedung Pingit	Sekar Pudak	19,728	0,896722
17	Kedung Pingit	Gunung Krikil	19,841	0,874476
18	Kedung Pingit	Kedung Lumbung	19,768	0,858875
19	Kedung Pingit	Sumber Padas	19,849	0,868968
20	Kedung Pingit	Logawe	19,32	0,869413
21	Kedung Pingit	Sumber Sono	20,31	0,865162
22	Kedung Pingit	Lengkong	19,218	0,89963
23	Kedung Pingit	Kedungrejo	8,7913	0,826193
24	Kedung Pingit	Baron	17,646	0,859022
25	Kedung Pingit	Kertosono	25,279	0,836861
26	Kedung Pingit	Warujayeng	18,925	0,85689
27	Kedung Pingit	Prambon	27,51	0,704092
28	Kedung Pingit	Dingin	23,901	0,849673
29	Kedung Pingit	Prayungan	21,867	0,807513
30	Kedung Pingit	Ngasem	23,659	0,805627
31	Kedung Pingit	Sumber Kemiri	24,967	0,824466
32	Kedung Pingit	Sumber Soko	10,136	0,680275
33	Kedung Pingit	Pace	18,833	0,828682
34	Kedung Pingit	Mlilir	17,306	0,856927
35	Kedung Pingit	Ngudikan	8,8623	0,909179
36	Kedung Pingit	Ngrambek	7,3423	0,852791
37	Kedung Pingit	Glatik	9,4594	0,83992
38	Kedung Pingit	Kedungsuko	17,943	0,881683
39	Kedung Pingit	Patihan	15,77	0,800737
40	Kedung Pingit	Badong	19,693	0,728515
41	Kedung Pingit	Banaran	16,899	0,907209

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22

Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
42	Kedung Pingit	Genjeng	23,849	0,839962
43	Kedung Maron	Tempuran	13,912	0,752695
44	Kedung Maron	Matokan	7,3796	0,893103
45	Kedung Maron	Bangle	21,984	0,73493
46	Kedung Maron	Sumber Kepuh	22,325	0,712208
47	Kedung Maron	Tretes	15,414	0,723036
48	Kedung Maron	Gondang	10,384	0,748297
49	Kedung Maron	Rejoso	4,8309	0,904676
50	Kedung Maron	Nganjuk	7,7866	0,851953
51	Kedung Maron	Tunglur	11,207	0,854557
52	Kedung Maron	Jati	13,382	0,757232
53	Kedung Maron	Kacangan	14,712	0,817572
54	Kedung Maron	Palu Ombo	19,321	0,826288
55	Kedung Maron	Sawahan	23,756	0,870495
56	Kedung Maron	Klodan	24,025	0,802733
57	Kedung Maron	Sekar Pudak	24,432	0,747161
58	Kedung Maron	Gunung Krikil	24,592	0,718984
59	Kedung Maron	Kedung Lumbung	24,307	0,677232
60	Kedung Maron	Sumber Padas	24,494	0,736426
61	Kedung Maron	Logawe	23,994	0,687386
62	Kedung Maron	Sumber Sono	24,932	0,716007
63	Kedung Maron	Lengkong	23,44	0,824914
64	Kedung Maron	Kedungrejo	3,7162	0,884413
65	Kedung Maron	Baron	20,202	0,779768
66	Kedung Maron	Kertosono	28,645	0,698172
67	Kedung Maron	Warujayeng	20,568	0,735365
68	Kedung Maron	Prambon	27,964	0,544476
69	Kedung Maron	Dingin	25,603	0,745486
70	Kedung Maron	Prayungan	26,386	0,611467
71	Kedung Maron	Ngasem	28,132	0,67028
72	Kedung Maron	Sumber Kemiri	29,54	0,67298
73	Kedung Maron	Sumber Soko	5,5943	0,689153
74	Kedung Maron	Pace	17,366	0,799896
75	Kedung Maron	Mlilir	14,592	0,810087
76	Kedung Maron	Ngudikan	3,899	0,920188
77	Kedung Maron	Ngrambek	10,671	0,714556
78	Kedung Maron	Glatik	4,3942	0,930955
79	Kedung Maron	Kedungsuko	18,237	0,787416
80	Kedung Maron	Patihan	14,03	0,827412
81	Kedung Maron	Badong	16,443	0,756926
82	Kedung Maron	Banaran	16,364	0,85579

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
83	Kedung Maron	Genjeng	21,331	0,743282
84	Tempuran	Matokan	7,2995	0,889572
85	Tempuran	Bangle	13,28	0,849943
86	Tempuran	Sumber Kepuh	12,681	0,831614
87	Tempuran	Tretes	10,605	0,738458
88	Tempuran	Gondang	7,6088	0,815564
89	Tempuran	Rejoso	10,086	0,822738
90	Tempuran	Nganjuk	16,582	0,734486
91	Tempuran	Tunglur	25,052	0,851968
92	Tempuran	Jati	23,327	0,627445
93	Tempuran	Kacangan	26,019	0,723381
94	Tempuran	Palu Ombo	32,287	0,847878
95	Tempuran	Sawahan	36,885	0,762192
96	Tempuran	Klodan	35,851	0,800008
97	Tempuran	Sekar Pudak	14,639	0,854269
98	Tempuran	Gunung Krikil	14,51	0,836928
99	Tempuran	Kedung Lumbung	15,43	0,842646
100	Tempuran	Sumber Padas	15,034	0,839528
101	Tempuran	Logawe	14,43	0,840488
102	Tempuran	Sumber Sono	15,546	0,879739
103	Tempuran	Lengkong	16,182	0,874836
104	Tempuran	Kedungrejo	17,56	0,782763
105	Tempuran	Baron	19,244	0,807294
106	Tempuran	Kertosono	24,061	0,682494
107	Tempuran	Warujayeng	22,007	0,761679
108	Tempuran	Prambon	31,674	0,63779
109	Tempuran	Dingin	26,321	0,763304
110	Tempuran	Prayungan	17,382	0,797444
111	Tempuran	Ngasem	19,194	0,810762
112	Tempuran	Sumber Kemiri	19,999	0,807282
113	Tempuran	Sumber Soko	19,156	0,582145
114	Tempuran	Pace	25,898	0,821255
115	Tempuran	Mlilir	25,469	0,76592
116	Tempuran	Ngudikan	17,794	0,74148
117	Tempuran	Ngrambek	10,807	0,772384
118	Tempuran	Glatik	18,148	0,710076
119	Tempuran	Kedungsuko	23,137	0,835517
120	Tempuran	Patihan	23,292	0,739564
121	Tempuran	Badong	28,13	0,678989
122	Tempuran	Banaran	23,184	0,855848
123	Tempuran	Genjeng	31,629	0,746687
124	Matokan	Bangle	15,06	0,83246
125	Matokan	Sumber Kepuh	15,214	0,832963

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22

Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
126	Matokan	Tretes	9,1343	0,812499
127	Matokan	Gondang	3,656	0,837817
128	Matokan	Rejoso	2,8634	0,931089
129	Matokan	Nganjuk	9,447	0,847122
130	Matokan	Tunglur	18,1	0,900665
131	Matokan	Jati	16,254	0,775371
132	Matokan	Kacangan	18,788	0,853567
133	Matokan	Palu Ombo	24,997	0,905588
134	Matokan	Sawahan	29,602	0,881238
135	Matokan	Klodan	28,612	0,891568
136	Matokan	Sekar Pudak	17,344	0,842632
137	Matokan	Gunung Krikil	17,452	0,81298
138	Matokan	Kedung Lumbung	17,418	0,838553
139	Matokan	Sumber Padas	17,476	0,814493
140	Matokan	Logawe	16,942	0,831548
141	Matokan	Sumber Sono	17,941	0,830888
142	Matokan	Lengkong	16,963	0,873204
143	Matokan	Kedungrejo	11,081	0,815376
144	Matokan	Baron	16,123	0,805506
145	Matokan	Kertosono	23,317	0,786675
146	Matokan	Warujayeng	17,811	0,801999
147	Matokan	Prambon	26,823	0,70522
148	Matokan	Dingin	22,679	0,798
149	Matokan	Prayungan	19,519	0,779957
150	Matokan	Ngasem	21,32	0,75704
151	Matokan	Sumber Kemiri	22,603	0,793417
152	Matokan	Sumber Soko	12,106	0,665922
153	Matokan	Pace	19,198	0,867531
154	Matokan	Mlilir	18,285	0,882404
155	Matokan	Ngudikan	11,049	0,885637
156	Matokan	Ngrambek	5,8413	0,793856
157	Matokan	Glatik	11,773	0,847154
158	Matokan	Kedungsuko	17,5	0,872947
159	Matokan	Patihan	16,349	0,821036
160	Matokan	Badong	20,874	0,759546
161	Matokan	Banaran	16,882	0,910817
162	Matokan	Genjeng	24,617	0,862906
163	Bangle	Sumber Kepuh	1,5334	0,962036
164	Bangle	Tretes	6,9347	0,771718
165	Bangle	Gondang	11,656	0,787856
166	Bangle	Rejoso	17,168	0,837351
167	Bangle	Nganjuk	19,362	0,71896
168	Bangle	Tunglur	31,092	0,797866

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
169	Bangle	Jati	24,164	0,648242
170	Bangle	Kacangan	27,624	0,713063
171	Bangle	Palu Ombo	35,27	0,813237
172	Bangle	Sawahan	39,751	0,746345
173	Bangle	Klodan	36,581	0,854872
174	Bangle	Sekar Pudak	2,74	0,949875
175	Bangle	Gunung Krikil	3,1379	0,946203
176	Bangle	Kedung Lumbung	2,36	0,926917
177	Bangle	Sumber Padas	2,58	0,937958
178	Bangle	Logawe	2,207	0,954355
179	Bangle	Sumber Sono	2,9685	0,939543
180	Bangle	Lengkong	3,2611	0,910622
181	Bangle	Kedungrejo	25,451	0,734448
182	Bangle	Baron	11,265	0,789579
183	Bangle	Kertosono	11,599	0,792391
184	Bangle	Warujayeng	15,149	0,856724
185	Bangle	Prambon	24,385	0,825768
186	Bangle	Dingin	17,473	0,933849
187	Bangle	Prayungan	4,4618	0,895706
188	Bangle	Ngasem	6,2787	0,929706
189	Bangle	Sumber Kemiri	7,5632	0,936282
190	Bangle	Sumber Soko	25,312	0,726895
191	Bangle	Pace	24,554	0,771488
192	Bangle	Mlilir	26,708	0,733417
193	Bangle	Ngudikan	25,058	0,806276
194	Bangle	Ngrambek	11,995	0,853586
195	Bangle	Glatik	26,209	0,655589
196	Bangle	Kedungsuko	19,153	0,916009
197	Bangle	Patihan	23,456	0,72474
198	Bangle	Badong	29,777	0,637711
199	Bangle	Banaran	21,019	0,868788
200	Bangle	Genjeng	30,967	0,816509
201	Sumber Kepuh	Tretes	7,7405	0,754151
202	Sumber Kepuh	Gondang	11,983	0,74703
203	Sumber Kepuh	Rejoso	17,495	0,821415
204	Sumber Kepuh	Nganjuk	20,204	0,721838
205	Sumber Kepuh	Tunglur	31,777	0,751049
206	Sumber Kepuh	Jati	25,257	0,641084
207	Sumber Kepuh	Kacangan	28,691	0,695146
208	Sumber Kepuh	Palu Ombo	36,277	0,792633
209	Sumber Kepuh	Sawahan	40,791	0,704504
210	Sumber Kepuh	Klodan	37,773	0,822262
211	Sumber Kepuh	Sekar Pudak	2,1333	0,933449

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
212	Sumber Kepuh	Gunung Krikil	2,2732	0,925666
213	Sumber Kepuh	Kedung Lumbung	2,7628	0,927056
214	Sumber Kepuh	Sumber Padas	2,3787	0,912727
215	Sumber Kepuh	Logawe	1,7883	0,946601
216	Sumber Kepuh	Sumber Sono	2,8864	0,934859
217	Sumber Kepuh	Lengkong	4,6159	0,872387
218	Sumber Kepuh	Kedungrejo	25,869	0,733297
219	Sumber Kepuh	Baron	12,763	0,773582
220	Sumber Kepuh	Kertosono	12,894	0,824855
221	Sumber Kepuh	Warujayeng	16,636	0,871637
222	Sumber Kepuh	Prambon	25,913	0,748454
223	Sumber Kepuh	Dingin	19,006	0,878056
224	Sumber Kepuh	Prayungan	4,7027	0,873082
225	Sumber Kepuh	Ngasem	6,5235	0,872344
226	Sumber Kepuh	Sumber Kemiri	7,5055	0,910349
227	Sumber Kepuh	Sumber Soko	25,922	0,582849
228	Sumber Kepuh	Pace	25,815	0,788315
229	Sumber Kepuh	Mlilir	27,796	0,66606
230	Sumber Kepuh	Ngudikan	25,543	0,760974
231	Sumber Kepuh	Ngrambek	12,701	0,86337
232	Sumber Kepuh	Glatik	26,616	0,599152
233	Sumber Kepuh	Kedungsuko	20,531	0,899145
234	Sumber Kepuh	Patihan	24,595	0,698481
235	Sumber Kepuh	Badong	30,858	0,570144
236	Sumber Kepuh	Banaran	22,301	0,84026
237	Sumber Kepuh	Genjeng	32,227	0,798089
238	Tretes	Gondang	5,4793	0,661167
239	Tretes	Rejoso	10,711	0,841759
240	Tretes	Nganjuk	12,468	0,78859
241	Tretes	Tunglur	24,159	0,851296
242	Tretes	Jati	17,687	0,780238
243	Tretes	Kacangan	21,066	0,678703
244	Tretes	Palu Ombo	28,578	0,817783
245	Tretes	Sawahan	33,117	0,751504
246	Tretes	Klodan	30,365	0,736778
247	Tretes	Sekar Pudak	9,6263	0,769822
248	Tretes	Gunung Krikil	9,9351	0,746942
249	Tretes	Kedung Lumbung	9,1125	0,805667
250	Tretes	Sumber Padas	9,5141	0,772103
251	Tretes	Logawe	9,1164	0,745187
252	Tretes	Sumber Sono	9,8812	0,753541
253	Tretes	Lengkong	8,0271	0,883013
254	Tretes	Kedungrejo	18,733	0,586931

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
255	Tretes	Baron	8,6831	0,775799
256	Tretes	Kertosono	14,309	0,611261
257	Tretes	Warujayeng	11,785	0,729241
258	Tretes	Prambon	21,582	0,8175
259	Tretes	Dingin	15,782	0,729096
260	Tretes	Prayungan	11,121	0,804713
261	Tretes	Ngasem	12,8	0,779436
262	Tretes	Sumber Kemiri	14,31	0,821622
263	Tretes	Sumber Soko	18,408	0,637064
264	Tretes	Pace	18,706	0,739763
265	Tretes	Mlilir	20,206	0,749437
266	Tretes	Ngudikan	18,259	0,803866
267	Tretes	Ngrambek	5,0733	0,683175
268	Tretes	Glatik	19,501	0,746136
269	Tretes	Kedungsuko	14,197	0,863169
270	Tretes	Patihan	17,12	0,775725
271	Tretes	Badong	23,25	0,75753
272	Tretes	Banaran	15,338	0,818054
273	Tretes	Genjeng	25,057	0,874881
274	Gondang	Rejoso	5,5197	0,839693
275	Gondang	Nganjuk	9,7198	0,744884
276	Gondang	Tunglur	20,2	0,741789
277	Gondang	Jati	16,171	0,584642
278	Gondang	Kacangan	19,153	0,734013
279	Gondang	Palu Ombo	26,046	0,805929
280	Gondang	Sawahan	30,671	0,884378
281	Gondang	Klodan	28,918	0,861617
282	Gondang	Sekar Pudak	14,085	0,784485
283	Gondang	Gunung Krikil	14,252	0,756861
284	Gondang	Kedung Lumbung	13,995	0,746437
285	Gondang	Sumber Padas	14,15	0,748151
286	Gondang	Logawe	13,647	0,774985
287	Gondang	Sumber Sono	14,592	0,765948
288	Gondang	Lengkong	13,367	0,73688
289	Gondang	Kedungrejo	13,894	0,686483
290	Gondang	Baron	12,853	0,726668
291	Gondang	Kertosono	19,688	0,58166
292	Gondang	Warujayeng	14,981	0,703277
293	Gondang	Prambon	24,4	0,642594
294	Gondang	Dingin	19,661	0,730752
295	Gondang	Prayungan	16,086	0,706574
296	Gondang	Ngasem	17,859	0,734581
297	Gondang	Sumber Kemiri	19,219	0,719771

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
298	Gondang	Sumber Soko	14,216	0,663737
299	Gondang	Pace	18,403	0,743366
300	Gondang	Mlilir	18,48	0,792694
301	Gondang	Ngudikan	13,619	0,751239
302	Gondang	Ngrambek	3,2172	0,721487
303	Gondang	Glatik	14,637	0,665379
304	Gondang	Kedungsuko	15,571	0,789299
305	Gondang	Patihan	15,984	0,728368
306	Gondang	Badong	21,329	0,67879
307	Gondang	Banaran	15,59	0,8099
308	Gondang	Genjeng	24,321	0,746392
309	Rejoso	Nganjuk	7,1783	0,906917
310	Rejoso	Tunglur	15,251	0,907024
311	Rejoso	Jati	13,937	0,80018
312	Rejoso	Kacangan	16,237	0,836693
313	Rejoso	Palu Ombo	22,209	0,910493
314	Rejoso	Sawahan	26,802	0,934038
315	Rejoso	Klodan	26,023	0,838798
316	Rejoso	Sekar Pudak	19,602	0,859166
317	Rejoso	Gunung Krikil	19,761	0,83082
318	Rejoso	Kedung Lumbung	19,5	0,824001
319	Rejoso	Sumber Padas	19,669	0,836967
320	Rejoso	Logawe	19,166	0,801628
321	Rejoso	Sumber Sono	20,11	0,834054
322	Rejoso	Lengkong	18,729	0,895942
323	Rejoso	Kedungrejo	8,4348	0,756785
324	Rejoso	Baron	16,458	0,862419
325	Rejoso	Kertosono	24,389	0,725747
326	Rejoso	Warujayeng	17,53	0,843815
327	Rejoso	Prambon	25,967	0,756253
328	Rejoso	Dingin	22,536	0,815426
329	Rejoso	Prayungan	21,585	0,776869
330	Rejoso	Ngasem	23,344	0,809205
331	Rejoso	Sumber Kemiri	24,729	0,811937
332	Rejoso	Sumber Soko	9,2492	0,705486
333	Rejoso	Pace	17,219	0,834703
334	Rejoso	Mlilir	15,81	0,890271
335	Rejoso	Ngudikan	8,2855	0,904364
336	Rejoso	Ngrambek	6,3031	0,747359
337	Rejoso	Glatik	9,1619	0,866071
338	Rejoso	Kedungsuko	16,364	0,903965
339	Rejoso	Patihan	14,179	0,832532
340	Rejoso	Badong	18,272	0,779573

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
341	Rejoso	Banaran	15,277	0,935525
342	Rejoso	Genjeng	22,303	0,885806
343	Nganjuk	Tunglur	12,019	0,890709
344	Nganjuk	Jati	6,81	0,907389
345	Nganjuk	Kacangan	9,4801	0,907044
346	Nganjuk	Palu Ombo	16,395	0,906766
347	Nganjuk	Sawahan	21,008	0,902838
348	Nganjuk	Klodan	19,299	0,834783
349	Nganjuk	Sekar Pudak	22,08	0,798918
350	Nganjuk	Gunung Krikil	22,401	0,762443
351	Nganjuk	Kedung Lumbung	21,417	0,758654
352	Nganjuk	Sumber Padas	21,928	0,764
353	Nganjuk	Logawe	21,562	0,725366
354	Nganjuk	Sumber Sono	22,262	0,745379
355	Nganjuk	Lengkong	19,764	0,837341
356	Nganjuk	Kedungrejo	9,0156	0,737938
357	Nganjuk	Baron	13,992	0,91618
358	Nganjuk	Kertosono	23,077	0,67192
359	Nganjuk	Warujayeng	13,438	0,828014
360	Nganjuk	Prambon	20,197	0,669055
361	Nganjuk	Dingin	18,367	0,750218
362	Nganjuk	Prayungan	23,307	0,71456
363	Nganjuk	Ngasem	24,83	0,726545
364	Nganjuk	Sumber Kemiri	26,473	0,733814
365	Nganjuk	Sumber Soko	6,995	0,663252
366	Nganjuk	Pace	10,098	0,868924
367	Nganjuk	Mlilir	8,8883	0,884041
368	Nganjuk	Ngudikan	7,9897	0,865217
369	Nganjuk	Ngrambek	7,6106	0,77765
370	Nganjuk	Glatik	9,7107	0,83561
371	Nganjuk	Kedungsuko	10,492	0,835739
372	Nganjuk	Patihan	7,0007	0,864929
373	Nganjuk	Badong	11,635	0,783693
374	Nganjuk	Banaran	8,6155	0,861099
375	Nganjuk	Genjeng	15,181	0,87623
376	Tunglur	Jati	11,374	0,855335
377	Tunglur	Kacangan	9,642	0,834901
378	Tunglur	Palu Ombo	9,5138	0,949848
379	Tunglur	Sawahan	13,338	0,87747
380	Tunglur	Klodan	15,581	0,839006
381	Tunglur	Sekar Pudak	33,758	0,819657
382	Tunglur	Gunung Krikil	34,028	0,791049
383	Tunglur	Kedung Lumbung	33,246	0,809293

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
384	Tunglur	Sumber Padas	33,672	0,81594
385	Tunglur	Logawe	33,26	0,761558
386	Tunglur	Sumber Sono	34,039	0,807173
387	Tunglur	Lengkong	31,734	0,935312
388	Tunglur	Kedungrejo	7,8391	0,77037
389	Tunglur	Baron	25,656	0,850055
390	Tunglur	Kertosono	34,857	0,675548
391	Tunglur	Warujayeng	24,269	0,802227
392	Tunglur	Prambon	28,189	0,778595
393	Tunglur	Dingin	28,714	0,840186
394	Tunglur	Prayungan	35,195	0,786099
395	Tunglur	Ngasem	36,771	0,829453
396	Tunglur	Sumber Kemiri	38,379	0,828792
397	Tunglur	Sumber Soko	6,0158	0,7833
398	Tunglur	Pace	15,318	0,87792
399	Tunglur	Mlilir	10,363	0,901134
400	Tunglur	Ngudikan	7,3131	0,904238
401	Tunglur	Ngrambek	19,1	0,734229
402	Tunglur	Glatik	7,5064	0,901668
403	Tunglur	Kedungsuko	19,788	0,897665
404	Tunglur	Patihan	12,617	0,893374
405	Tunglur	Badong	9,8837	0,844104
406	Tunglur	Banaran	16,738	0,922661
407	Tunglur	Genjeng	15,631	0,910323
408	Jati	Kacangan	3,5084	0,924757
409	Jati	Palu Ombo	11,302	0,89199
410	Jati	Sawahan	15,639	0,768951
411	Jati	Klodan	12,806	0,744769
412	Jati	Sekar Puduk	26,894	0,736944
413	Jati	Gunung Krikil	27,298	0,701787
414	Jati	Kedung Lumbung	25,915	0,732778
415	Jati	Sumber Padas	26,614	0,734433
416	Jati	Logawe	26,353	0,676225
417	Jati	Sumber Sono	26,861	0,691307
418	Jati	Lengkong	23,786	0,785543
419	Jati	Kedungrejo	12,92	0,643092
420	Jati	Baron	15,884	0,821146
421	Jati	Kertosono	24,947	0,602449
422	Jati	Warujayeng	13,614	0,696532
423	Jati	Prambon	16,879	0,696936
424	Jati	Dingin	17,62	0,664036
425	Jati	Prayungan	27,566	0,70846
426	Jati	Ngasem	28,844	0,708408

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
427	Jati	Sumber Kemiri	30,592	0,737789
428	Jati	Sumber Soko	9,6547	0,637952
429	Jati	Pace	4,3035	0,876724
430	Jati	Mlilir	2,5461	0,878171
431	Jati	Ngudikan	11,703	0,783722
432	Jati	Ngrambek	13,53	0,694631
433	Jati	Glatik	13,355	0,779229
434	Jati	Kedungsuko	8,6275	0,825637
435	Jati	Patihan	1,2549	0,880571
436	Jati	Badong	5,6165	0,807689
437	Jati	Banaran	5,4623	0,830053
438	Jati	Genjeng	8,3728	0,874876
439	Kacangan	Palu Ombo	7,7996	0,91135
440	Kacangan	Sawahan	12,143	0,828421
441	Kacangan	Klodan	9,832	0,838445
442	Kacangan	Sekar Pudak	30,359	0,799294
443	Kacangan	Gunung Krikil	30,755	0,762161
444	Kacangan	Kedung Lumbung	29,403	0,766049
445	Kacangan	Sumber Padas	30,09	0,771225
446	Kacangan	Logawe	29,819	0,759246
447	Kacangan	Sumber Sono	30,344	0,745736
448	Kacangan	Lengkong	27,291	0,778233
449	Kacangan	Kedungrejo	13,35	0,76777
450	Kacangan	Baron	19,326	0,833349
451	Kacangan	Kertosono	28,319	0,660639
452	Kacangan	Warujayeng	16,864	0,71888
453	Kacangan	Prambon	18,869	0,660265
454	Kacangan	Dingin	20,559	0,717449
455	Kacangan	Prayungan	31,068	0,706449
456	Kacangan	Ngasem	32,352	0,719257
457	Kacangan	Sumber Kemiri	34,099	0,724323
458	Kacangan	Sumber Soko	9,9412	0,669225
459	Kacangan	Pace	6,0064	0,931368
460	Kacangan	Mlilir	1,0527	0,934163
461	Kacangan	Ngudikan	12,177	0,806271
462	Kacangan	Ngrambek	16,714	0,755523
463	Kacangan	Glatik	13,603	0,799735
464	Kacangan	Kedungsuko	11,663	0,813769
465	Kacangan	Patihan	4,4928	0,894818
466	Kacangan	Badong	2,1961	0,805318
467	Kacangan	Banaran	8,4759	0,878977
468	Kacangan	Genjeng	6,7546	0,829183
469	Palu Ombo	Sawahan	4,6269	0,886784

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22

Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
470	Palu Ombo	Klodan	6,4836	0,86933
471	Palu Ombo	Sekar Pudak	38,009	0,882086
472	Palu Ombo	Gunung Krikil	38,387	0,850812
473	Palu Ombo	Kedung Lumbung	37,113	0,87179
474	Palu Ombo	Sumber Padas	37,767	0,866275
475	Palu Ombo	Logawe	37,473	0,834749
476	Palu Ombo	Sumber Sono	38,039	0,853685
477	Palu Ombo	Lengkong	35,056	0,906933
478	Palu Ombo	Kedungrejo	16,65	0,757041
479	Palu Ombo	Baron	27,094	0,844517
480	Palu Ombo	Kertosono	36,006	0,676426
481	Palu Ombo	Warujayeng	24,464	0,774228
482	Palu Ombo	Prambon	24,86	0,764143
483	Palu Ombo	Dingin	27,768	0,816938
484	Palu Ombo	Prayungan	38,816	0,829707
485	Palu Ombo	Ngasem	40,128	0,863413
486	Palu Ombo	Sumber Kemiri	41,868	0,86754
487	Palu Ombo	Sumber Soko	13,743	0,734332
488	Palu Ombo	Pace	12,953	0,951671
489	Palu Ombo	Mlilir	8,8157	0,941272
490	Palu Ombo	Ngudikan	15,77	0,869033
491	Palu Ombo	Ngrambek	23,96	0,778401
492	Palu Ombo	Glatik	16,534	0,847051
493	Palu Ombo	Kedungsuko	19,137	0,910176
494	Palu Ombo	Patihan	12,27	0,950545
495	Palu Ombo	Badong	5,8774	0,868373
496	Palu Ombo	Banaran	16,028	0,957707
497	Palu Ombo	Genjeng	9,3077	0,925542
498	Sawahan	Klodan	6,4107	0,900803
499	Sawahan	Sekar Pudak	42,488	0,766564
500	Sawahan	Gunung Krikil	42,878	0,725014
501	Sawahan	Kedung Lumbung	41,546	0,725583
502	Sawahan	Sumber Padas	42,227	0,734159
503	Sawahan	Logawe	41,949	0,71632
504	Sawahan	Sumber Sono	42,485	0,724897
505	Sawahan	Lengkong	39,42	0,79769
506	Sawahan	Kedungrejo	20,889	0,735799
507	Sawahan	Baron	31,197	0,802407
508	Sawahan	Kertosono	39,926	0,676708
509	Sawahan	Warujayeng	28,332	0,750166
510	Sawahan	Prambon	27,528	0,678373
511	Sawahan	Dingin	31,236	0,758376
512	Sawahan	Prayungan	43,205	0,700192

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
513	Sawahan	Ngasem	44,468	0,723077
514	Sawahan	Sumber Kemiri	46,222	0,711382
515	Sawahan	Sumber Soko	18,162	0,715497
516	Sawahan	Pace	16,638	0,781354
517	Sawahan	Mlilir	13,101	0,889769
518	Sawahan	Ngudikan	20,094	0,910976
519	Sawahan	Ngrambek	28,554	0,725154
520	Sawahan	Glatik	20,693	0,852455
521	Sawahan	Kedungsuko	22,951	0,838944
522	Sawahan	Patihan	16,498	0,824315
523	Sawahan	Badong	10,042	0,764208
524	Sawahan	Banaran	19,965	0,847761
525	Sawahan	Genjeng	11,675	0,847485
526	Klodon	Sekar Pudak	39,274	0,840555
527	Klodon	Gunung Krikil	39,714	0,810191
528	Klodon	Kedung Lumbung	38,142	0,837142
529	Klodon	Sumber Padas	38,931	0,798965
530	Klodon	Logawe	38,729	0,853106
531	Klodon	Sumber Sono	39,127	0,810469
532	Klodon	Lengkong	35,79	0,822174
533	Klodon	Kedungrejo	21,931	0,795183
534	Klodon	Baron	26,984	0,772641
535	Klodon	Kertosono	35,218	0,804986
536	Klodon	Warujayeng	23,713	0,782744
537	Klodon	Prambon	21,57	0,717105
538	Klodon	Dingin	25,969	0,839172
539	Klodon	Prayungan	39,616	0,805223
540	Klodon	Ngasem	40,703	0,770667
541	Klodon	Sumber Kemiri	42,484	0,802127
542	Klodon	Sumber Soko	18,697	0,712241
543	Klodon	Pace	12,214	0,823047
544	Klodon	Mlilir	10,439	0,838776
545	Klodon	Ngudikan	20,896	0,874929
546	Klodon	Ngrambek	26,335	0,875095
547	Klodon	Glatik	21,963	0,745584
548	Klodon	Kedungsuko	18,394	0,85754
549	Klodon	Patihan	13,249	0,804089
550	Klodon	Badong	7,7503	0,688136
551	Klodon	Banaran	15,776	0,818397
552	Klodon	Genjeng	6,1332	0,860651
553	Sekar Pudak	Gunung Krikil	0,56202	0,996021
554	Sekar Pudak	Kedung Lumbung	1,7349	0,97125
555	Sekar Pudak	Sumber Padas	0,67329	0,989738

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
556	Sekar Pudak	Logawe	0,54491	0,982269
557	Sekar Pudak	Sumber Sono	1,0666	0,961812
558	Sekar Pudak	Lengkong	4,4548	0,917701
559	Sekar Pudak	Kedungrejo	27,958	0,725827
560	Sekar Pudak	Baron	13,538	0,83151
561	Sekar Pudak	Kertosono	12,14	0,740529
562	Sekar Pudak	Warujayeng	17,441	0,824637
563	Sekar Pudak	Prambon	26,371	0,782517
564	Sekar Pudak	Dingin	19,289	0,894059
565	Sekar Pudak	Prayungan	2,7793	0,920826
566	Sekar Pudak	Ngasem	4,6001	0,9549
567	Sekar Pudak	Sumber Kemiri	5,4088	0,951445
568	Sekar Pudak	Sumber Soko	27,94	0,6833
569	Sekar Pudak	Pace	27,208	0,85791
570	Sekar Pudak	Mlilir	29,439	0,807742
571	Sekar Pudak	Ngudikan	27,611	0,800217
572	Sekar Pudak	Ngrambek	14,66	0,883424
573	Sekar Pudak	Glatik	28,709	0,701894
574	Sekar Pudak	Kedungsuko	21,688	0,888462
575	Sekar Pudak	Patihan	26,175	0,810107
576	Sekar Pudak	Badong	32,509	0,734642
577	Sekar Pudak	Banaran	23,66	0,92103
578	Sekar Pudak	Genjeng	33,618	0,863098
579	Gunung Krikil	Kedung Lumbung	2,2909	0,964802
580	Gunung Krikil	Sumber Padas	1,216	0,987895
581	Gunung Krikil	Logawe	1,0466	0,979886
582	Gunung Krikil	Sumber Sono	1,5279	0,956559
583	Gunung Krikil	Lengkong	5,0165	0,902649
584	Gunung Krikil	Kedungrejo	28,141	0,692993
585	Gunung Krikil	Baron	14,072	0,802414
586	Gunung Krikil	Kertosono	12,659	0,719257
587	Gunung Krikil	Warujayeng	17,975	0,80669
588	Gunung Krikil	Prambon	26,928	0,764504
589	Gunung Krikil	Dingin	19,85	0,884618
590	Gunung Krikil	Prayungan	3,228	0,910282
591	Gunung Krikil	Ngasem	4,8533	0,950878
592	Gunung Krikil	Sumber Kemiri	5,4897	0,946034
593	Gunung Krikil	Sumber Soko	28,186	0,673893
594	Gunung Krikil	Pace	27,669	0,825474
595	Gunung Krikil	Mlilir	29,843	0,779258
596	Gunung Krikil	Ngudikan	27,816	0,766132
597	Gunung Krikil	Ngrambek	14,939	0,87005
598	Gunung Krikil	Glatik	28,888	0,669319

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
599	Gunung Krikil	Kedungsuko	22,185	0,857962
600	Gunung Krikil	Patihan	26,594	0,772678
601	Gunung Krikil	Badong	32,91	0,712519
602	Gunung Krikil	Banaran	24,126	0,89912
603	Gunung Krikil	Genjeng	34,081	0,842636
604	Kedung Lumbung	Sumber Padas	1,0804	0,961166
605	Kedung Lumbung	Logawe	1,4264	0,97478
606	Kedung Lumbung	Sumber Sono	1,0216	0,967766
607	Kedung Lumbung	Lengkong	2,7799	0,90567
608	Kedung Lumbung	Kedungrejo	27,747	0,678391
609	Kedung Lumbung	Baron	12,035	0,807268
610	Kedung Lumbung	Kertosono	10,462	0,761307
611	Kedung Lumbung	Warujayeng	15,929	0,812736
612	Kedung Lumbung	Prambon	24,719	0,809441
613	Kedung Lumbung	Dingin	17,605	0,852461
614	Kedung Lumbung	Prayungan	2,1018	0,971459
615	Kedung Lumbung	Ngasem	3,9226	0,931758
616	Kedung Lumbung	Sumber Kemiri	5,2339	0,972398
617	Kedung Lumbung	Sumber Soko	27,52	0,601155
618	Kedung Lumbung	Pace	26,011	0,850916
619	Kedung Lumbung	Mlilir	28,46	0,775911
620	Kedung Lumbung	Ngudikan	27,329	0,747799
621	Kedung Lumbung	Ngrambek	14,185	0,890507
622	Kedung Lumbung	Glatik	28,508	0,635835
623	Kedung Lumbung	Kedungsuko	20,343	0,892028
624	Kedung Lumbung	Patihan	25,141	0,783671
625	Kedung Lumbung	Badong	31,53	0,672254
626	Kedung Lumbung	Banaran	22,446	0,881234
627	Kedung Lumbung	Genjeng	32,405	0,897158
628	Sumber Padas	Logawe	0,60449	0,967039
629	Sumber Padas	Sumber Sono	0,51229	0,957228
630	Sumber Padas	Lengkong	3,8415	0,920814
631	Sumber Padas	Kedungrejo	27,989	0,715841
632	Sumber Padas	Baron	13,019	0,811879
633	Sumber Padas	Kertosono	11,468	0,701272
634	Sumber Padas	Warujayeng	16,92	0,786636
635	Sumber Padas	Prambon	25,778	0,783938
636	Sumber Padas	Dingin	18,675	0,879352
637	Sumber Padas	Prayungan	2,3674	0,922603
638	Sumber Padas	Ngasem	4,1602	0,970451
639	Sumber Padas	Sumber Kemiri	5,1526	0,960188
640	Sumber Padas	Sumber Soko	27,888	0,682078
641	Sumber Padas	Pace	26,834	0,843537

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
642	Sumber Padas	Mlilir	29,16	0,783956
643	Sumber Padas	Ngudikan	27,614	0,790041
644	Sumber Padas	Ngrambek	14,575	0,859801
645	Sumber Padas	Glatik	28,744	0,706169
646	Sumber Padas	Kedungsuko	21,247	0,88726
647	Sumber Padas	Patihan	25,871	0,809843
648	Sumber Padas	Badong	32,23	0,744371
649	Sumber Padas	Banaran	23,278	0,917296
650	Sumber Padas	Genjeng	33,239	0,849295
651	Logawe	Sumber Sono	1,1166	0,947055
652	Logawe	Lengkong	4,0258	0,874769
653	Logawe	Kedungrejo	27,505	0,699972
654	Logawe	Baron	13,026	0,762595
655	Logawe	Kertosono	11,888	0,765542
656	Logawe	Warujayeng	16,929	0,789675
657	Logawe	Prambon	25,903	0,773778
658	Logawe	Dingin	18,842	0,878463
659	Logawe	Prayungan	2,9702	0,921544
660	Logawe	Ngasem	4,7642	0,924779
661	Logawe	Sumber Kemiri	5,7213	0,938502
662	Logawe	Sumber Soko	27,453	0,638042
663	Logawe	Pace	26,664	0,823152
664	Logawe	Mlilir	28,898	0,759721
665	Logawe	Ngudikan	27,146	0,757425
666	Logawe	Ngrambek	14,16	0,888666
667	Logawe	Glatik	28,258	0,627804
668	Logawe	Kedungsuko	21,151	0,862809
669	Logawe	Patihan	25,631	0,757412
670	Logawe	Badong	31,967	0,677967
671	Logawe	Banaran	23,116	0,87316
672	Logawe	Genjeng	33,074	0,834073
673	Sumber Sono	Lengkong	3,7744	0,902725
674	Sumber Sono	Kedungrejo	28,413	0,732619
675	Sumber Sono	Baron	13,055	0,841985
676	Sumber Sono	Kertosono	11,14	0,726238
677	Sumber Sono	Warujayeng	16,949	0,824196
678	Sumber Sono	Prambon	25,701	0,759532
679	Sumber Sono	Dingin	18,567	0,845903
680	Sumber Sono	Prayungan	1,8599	0,948695
681	Sumber Sono	Ngasem	3,6479	0,933443
682	Sumber Sono	Sumber Kemiri	4,6705	0,959448
683	Sumber Sono	Sumber Soko	28,275	0,605315
684	Sumber Sono	Pace	27,007	0,841179

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
685	Sumber Sono	Mlilir	29,407	0,741911
686	Sumber Sono	Ngudikan	28,026	0,745332
687	Sumber Sono	Ngrambek	14,95	0,862392
688	Sumber Sono	Glatik	29,169	0,639206
689	Sumber Sono	Kedungsuko	21,359	0,897285
690	Sumber Sono	Patihan	26,101	0,760103
691	Sumber Sono	Badong	32,478	0,616971
692	Sumber Sono	Banaran	23,444	0,881969
693	Sumber Sono	Genjeng	33,405	0,848281
694	Lengkong	Kedungrejo	26,718	0,802148
695	Lengkong	Baron	9,3431	0,870263
696	Lengkong	Kertosono	8,3382	0,746106
697	Lengkong	Warujayeng	13,219	0,866412
698	Lengkong	Prambon	21,939	0,826719
699	Lengkong	Dingin	14,836	0,90638
700	Lengkong	Prayungan	3,8273	0,87905
701	Lengkong	Ngasem	5,0956	0,919608
702	Lengkong	Sumber Kemiri	6,8136	0,928237
703	Lengkong	Sumber Soko	26,176	0,748854
704	Lengkong	Pace	23,604	0,868659
705	Lengkong	Mlilir	26,32	0,812465
706	Lengkong	Ngudikan	26,194	0,870394
707	Lengkong	Ngrambek	12,94	0,838471
708	Lengkong	Glatik	27,49	0,82523
709	Lengkong	Kedungsuko	17,786	0,932196
710	Lengkong	Patihan	22,943	0,858654
711	Lengkong	Badong	29,381	0,781278
712	Lengkong	Banaran	20,033	0,931648
713	Lengkong	Genjeng	29,968	0,879493
714	Kedungrejo	Baron	22,615	0,736952
715	Kedungrejo	Kertosono	31,4	0,738196
716	Kedungrejo	Warujayeng	22,428	0,71567
717	Kedungrejo	Prambon	28,858	0,477609
718	Kedungrejo	Dingin	27,38	0,734317
719	Kedungrejo	Prayungan	29,806	0,615951
720	Kedungrejo	Ngasem	31,521	0,649455
721	Kedungrejo	Sumber Kemiri	32,98	0,661348
722	Kedungrejo	Sumber Soko	3,4093	0,576325
723	Kedungrejo	Pace	17,181	0,828941
724	Kedungrejo	Mlilir	13,493	0,667776
725	Kedungrejo	Ngudikan	1,2169	0,809963
726	Kedungrejo	Ngrambek	13,798	0,783278
727	Kedungrejo	Glatik	0,7749	0,802538

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
728	Kedungrejo	Kedungsuko	19,31	0,755582
729	Kedungrejo	Patihan	13,835	0,782891
730	Kedungrejo	Badong	14,728	0,60645
731	Kedungrejo	Banaran	16,948	0,776235
732	Kedungrejo	Genjeng	20,105	0,614318
733	Baron	Kertosono	9,2141	0,679197
734	Baron	Warujayeng	3,9032	0,89029
735	Baron	Prambon	13,325	0,714661
736	Baron	Dingin	7,0998	0,77072
737	Baron	Prayungan	13,065	0,811617
738	Baron	Ngasem	13,888	0,788573
739	Baron	Sumber Kemiri	15,669	0,80242
740	Baron	Sumber Soko	20,984	0,606631
741	Baron	Pace	14,793	0,826205
742	Baron	Mlilir	18,29	0,78715
743	Baron	Ngudikan	21,75	0,783213
744	Baron	Ngrambek	10,334	0,815495
745	Baron	Glatik	23,367	0,721203
746	Baron	Kedungsuko	8,6459	0,868841
747	Baron	Patihan	14,834	0,78207
748	Baron	Badong	21,242	0,646876
749	Baron	Banaran	11,285	0,834114
750	Baron	Genjeng	20,995	0,82319
751	Kertosono	Warujayeng	11,595	0,840621
752	Kertosono	Prambon	17,098	0,590581
753	Kertosono	Dingin	10,072	0,756532
754	Kertosono	Prayungan	9,8457	0,721152
755	Kertosono	Ngasem	9,3246	0,621483
756	Kertosono	Sumber Kemiri	10,668	0,716723
757	Kertosono	Sumber Soko	30,036	0,420226
758	Kertosono	Pace	23,302	0,656908
759	Kertosono	Mlilir	27,271	0,598484
760	Kertosono	Ngudikan	30,625	0,719399
761	Kertosono	Ngrambek	18,095	0,866499
762	Kertosono	Glatik	32,167	0,565197
763	Kertosono	Kedungsuko	16,98	0,776363
764	Kertosono	Patihan	23,838	0,574158
765	Kertosono	Badong	30,129	0,398935
766	Kertosono	Banaran	19,992	0,653874
767	Kertosono	Genjeng	29,097	0,688204
768	Warujayeng	Prambon	9,7986	0,749921
769	Warujayeng	Dingin	5,043	0,868795
770	Warujayeng	Prayungan	16,895	0,784345

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
771	Warujayeng	Ngasem	17,612	0,762748
772	Warujayeng	Sumber Kemiri	19,381	0,811537
773	Warujayeng	Sumber Soko	20,288	0,603719
774	Warujayeng	Pace	11,708	0,746854
775	Warujayeng	Mlilir	15,812	0,68845
776	Warujayeng	Ngudikan	21,427	0,757963
777	Warujayeng	Ngrambek	12,014	0,84522
778	Warujayeng	Glatik	23,138	0,630373
779	Warujayeng	Kedungsuko	5,3852	0,872498
780	Warujayeng	Patihan	12,439	0,666415
781	Warujayeng	Badong	18,59	0,525015
782	Warujayeng	Banaran	8,4364	0,787496
783	Warujayeng	Genjeng	17,627	0,803113
784	Prambon	Dingin	7,2475	0,851684
785	Prambon	Prayungan	25,222	0,842734
786	Prambon	Ngasem	25,472	0,858799
787	Prambon	Sumber Kemiri	27,116	0,860093
788	Prambon	Sumber Soko	25,992	0,786273
789	Prambon	Pace	12,912	0,680158
790	Prambon	Mlilir	17,973	0,742749
791	Prambon	Ngudikan	27,697	0,7364
792	Prambon	Ngrambek	21,265	0,640192
793	Prambon	Glatik	29,45	0,612356
794	Prambon	Kedungsuko	9,7349	0,864291
795	Prambon	Patihan	15,676	0,697775
796	Prambon	Badong	19,672	0,667961
797	Prambon	Banaran	11,941	0,801552
798	Prambon	Genjeng	15,864	0,848891
799	Dingin	Prayungan	18,007	0,821353
800	Dingin	Ngasem	17,89	0,902191
801	Dingin	Sumber Kemiri	19,87	0,88475
802	Dingin	Sumber Soko	25,105	0,845878
803	Dingin	Pace	14,823	0,766019
804	Dingin	Mlilir	19,524	0,750602
805	Dingin	Ngudikan	26,35	0,865968
806	Dingin	Ngrambek	16,843	0,803769
807	Dingin	Glatik	28,077	0,738327
808	Dingin	Kedungsuko	8,9931	0,872479
809	Dingin	Patihan	16,379	0,773315
810	Dingin	Badong	22,007	0,699001
811	Dingin	Banaran	12,169	0,869155
812	Dingin	Genjeng	19,859	0,817355
813	Prayungan	Ngasem	1,8369	0,923164

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
814	Prayungan	Sumber Kemiri	3,1902	0,972557
815	Prayungan	Sumber Soko	29,514	0,586638
816	Prayungan	Pace	27,431	0,78331
817	Prayungan	Mlilir	30,105	0,724681
818	Prayungan	Ngudikan	29,369	0,722837
819	Prayungan	Ngrambek	16,183	0,86431
820	Prayungan	Glatik	30,569	0,584387
821	Prayungan	Kedungsuko	21,585	0,8886
822	Prayungan	Patihan	26,743	0,740745
823	Prayungan	Badong	33,17	0,598553
824	Prayungan	Banaran	23,86	0,821649
825	Prayungan	Genjeng	33,792	0,886796
826	Ngasem	Sumber Kemiri	1,7843	0,969614
827	Ngasem	Sumber Soko	31,145	0,758944
828	Ngasem	Pace	28,493	0,808986
829	Ngasem	Mlilir	31,372	0,771372
830	Ngasem	Ngudikan	31,059	0,782108
831	Ngasem	Ngrambek	17,834	0,782273
832	Ngasem	Glatik	32,287	0,686817
833	Ngasem	Kedungsuko	22,508	0,897665
834	Ngasem	Patihan	27,976	0,812186
835	Ngasem	Badong	34,427	0,750036
836	Ngasem	Banaran	24,927	0,907076
837	Ngasem	Genjeng	34,805	0,849752
838	Sumber Kemiri	Sumber Soko	32,704	0,680126
839	Sumber Kemiri	Pace	30,275	0,824621
840	Sumber Kemiri	Mlilir	33,123	0,74936
841	Sumber Kemiri	Ngudikan	32,553	0,766875
842	Sumber Kemiri	Ngrambek	19,373	0,85033
843	Sumber Kemiri	Glatik	33,741	0,646929
844	Sumber Kemiri	Kedungsuko	24,292	0,923741
845	Sumber Kemiri	Patihan	29,735	0,797973
846	Sumber Kemiri	Badong	36,181	0,680631
847	Sumber Kemiri	Banaran	26,708	0,882854
848	Sumber Kemiri	Genjeng	36,589	0,895396
849	Sumber Soko	Pace	13,95	0,641236
850	Sumber Soko	Mlilir	10,092	0,776683
851	Sumber Soko	Ngudikan	2,2475	0,816294
852	Sumber Soko	Ngrambek	13,335	0,515099
853	Sumber Soko	Glatik	3,7266	0,775675
854	Sumber Soko	Kedungsuko	16,653	0,70661
855	Sumber Soko	Patihan	10,646	0,737731
856	Sumber Soko	Badong	11,361	0,791854

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.22
Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
857	Sumber Soko	Banaran	14,053	0,783509
858	Sumber Soko	Genjeng	16,696	0,711279
859	Pace	Mlilir	5,0694	0,871836
860	Pace	Ngudikan	15,965	0,791333
861	Pace	Ngrambek	15,4	0,790257
862	Pace	Glatik	17,637	0,793885
863	Pace	Kedungsuko	6,323	0,863074
864	Pace	Patihan	3,3649	0,943456
865	Pace	Badong	7,1974	0,814562
866	Pace	Banaran	3,5714	0,927665
867	Pace	Genjeng	6,4136	0,846606
868	Mlilir	Ngudikan	12,297	0,840255
869	Mlilir	Ngrambek	15,951	0,680061
870	Mlilir	Glatik	13,801	0,854304
871	Mlilir	Kedungsuko	10,615	0,814748
872	Mlilir	Patihan	3,4567	0,882285
873	Mlilir	Badong	3,0705	0,891519
874	Mlilir	Banaran	7,426	0,915914
875	Mlilir	Genjeng	6,74	0,886116
876	Ngudikan	Ngrambek	13,254	0,735791
877	Ngudikan	Glatik	1,7576	0,935247
878	Ngudikan	Kedungsuko	18,184	0,856951
879	Ngudikan	Patihan	12,622	0,866807
880	Ngudikan	Badong	13,606	0,804895
881	Ngudikan	Banaran	15,774	0,882136
882	Ngudikan	Genjeng	18,931	0,83331
883	Ngrambek	Glatik	14,572	0,60124
884	Ngrambek	Kedungsuko	12,354	0,8164
885	Ngrambek	Patihan	13,198	0,711211
886	Ngrambek	Badong	18,909	0,540809
887	Ngrambek	Banaran	12,458	0,748024
888	Ngrambek	Genjeng	21,472	0,788177
889	Glatik	Kedungsuko	19,941	0,744078
890	Glatik	Patihan	14,309	0,87517
891	Glatik	Badong	14,889	0,874604
892	Glatik	Banaran	17,523	0,870067
893	Glatik	Genjeng	20,35	0,756121
894	Kedungsuko	Patihan	7,3899	0,84273
895	Kedungsuko	Badong	13,279	0,71765
896	Kedungsuko	Banaran	3,1963	0,910696
897	Kedungsuko	Genjeng	12,36	0,896733
898	Patihan	Badong	6,4615	0,903603
899	Patihan	Banaran	4,2138	0,922937

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

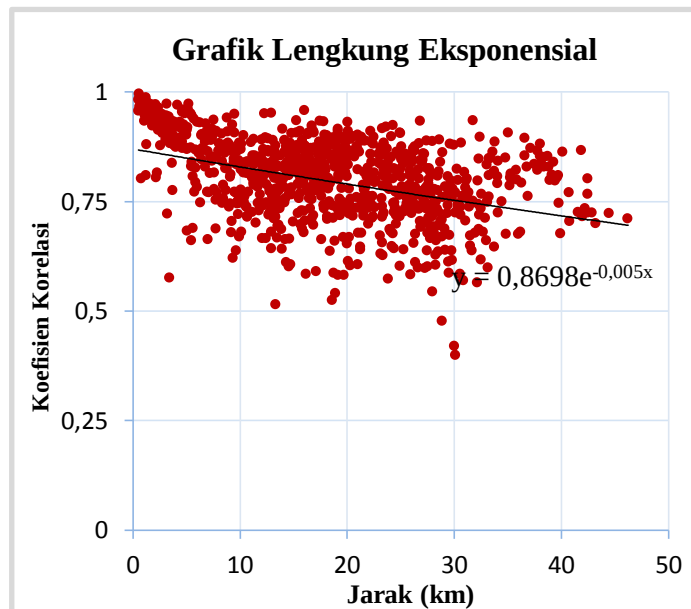
Lanjutan Tabel 4.22

Rekapitulasi Koefisien Korelasi Hujan Kumulatif Tahunan

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
900	Patihan	Genjeng	8,3459	0,840966
901	Badong	Banaran	10,154	0,882065
902	Badong	Genjeng	5,7604	0,772561
903	Banaran'	Genjeng	9,9614	0,884431

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

5. Selanjutnya digambarkan grafik hubungan antar stasiun dengan koefisien korelasi dalam sebuah grafik lengkung eksponensial. Nilai koefisien korelasi yang bernilai negatif tidak diikutsertakan atau dihapuskan disajikan pada (**Gambar 4.6**)



Gambar 4.6 Hubungan Koefisien Korelasi dan Jarak Antar Stasiun Hujan

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

6. Berdasarkan gambar grafik di atas, diperoleh nilai persamaan $y = 0,8698e^{-0,005x}$. Dari persamaan tersebut nilai $r_{(0)} = 0,8698$ dan nilai $d_{(0)} = 200$. Berikut perhitungan nilai $d_{(0)}$:

$$r_{(0)} \cdot e^{\frac{-d}{d_{(0)}}} = 0,8698 e^{-0,005d}, \text{ maka nilai } d_{(0)} \text{ adalah}$$

$$\frac{-d}{d_{(0)}} = -0,005 d$$

$$d_{(0)} = 200 \text{ km}$$

Kemudian dimasukkan dalam perhitungan kesalahan perataan dan kesalahan interpolasi dengan ditentukan besarnya jumlah stasiun yang dibutuhkan untuk tingkat kesalahan perataan $Z_1 < 10\%$ dan kesalahan interpolasi Z_3 . Didapatkan 11 stasiun hujan dari 15 stasiun hujan (Standart WMO) berdasarkan 2 stasiun hujan yang tidak memenuhi uji statistik data dan 2 stasiun hujan lainnya yang memiliki lokasi saling bersinggungan.

Berikut adalah contoh perhitungan nilai Z_1 dengan persamaan (2-26) dan Z_3 dengan persamaan (2-27) untuk jumlah stasiun 11 (n):

n = 11 stasiun hujan

Luas Sub DAS Widas (A) = 1531,62 km²

Koefisien variasi (Cv) = 0,2902

$d_{(0)}$ = 200 km

$r_{(0)}$ = 0,8698

$$Z_1 = Cv \sqrt{\frac{1 - r_{(0)} + \left(\frac{0.23\sqrt{A}}{d_{(0)}\sqrt{n}} \right)}{n}} = 3,318$$

$$Z_3 = Cv \sqrt{\frac{1}{3} \left(1 - r_{(0)} \right) + \frac{0.52r_{(0)}\sqrt{\frac{A}{n}}}{d_{(0)}}} = 7,682$$

Tabel 4.23

Kesalahan Perataan (Z_1) dan Kesalahan Interpolasi (Z_3)

n	Cv	$r_{(0)}$	A (km ²)	d_0	$A^{0.5}$	$n^{0.5}$	$(A/n)^{0.5}$	Z_1 (%)	Z_3 (%)
1	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	1,000	39,136	12,147	10,539
2	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	1,414	27,673	8,260	9,447
3	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	1,732	22,595	6,621	8,921
4	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	2,000	19,568	5,670	8,591
5	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	2,236	17,502	5,032	8,359
6	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	2,449	15,977	4,566	8,184
7	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	2,646	14,792	4,208	8,045
8	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	2,828	13,837	3,922	7,931
9	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	3,000	13,045	3,686	7,835
10	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	3,162	12,376	3,488	7,753
11	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	3,317	11,800	3,318	7,682
12	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	3,464	11,298	3,170	7,620
13	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	3,606	10,854	3,040	7,564
14	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	3,742	10,460	2,925	7,514
15	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	3,873	10,105	2,822	7,469
16	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	4,000	9,784	2,729	7,428
17	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	4,123	9,492	2,644	7,391
18	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	4,243	9,224	2,567	7,356
19	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	4,359	8,978	2,496	7,324
20	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	4,472	8,751	2,430	7,295
21	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	4,583	8,540	2,370	7,267

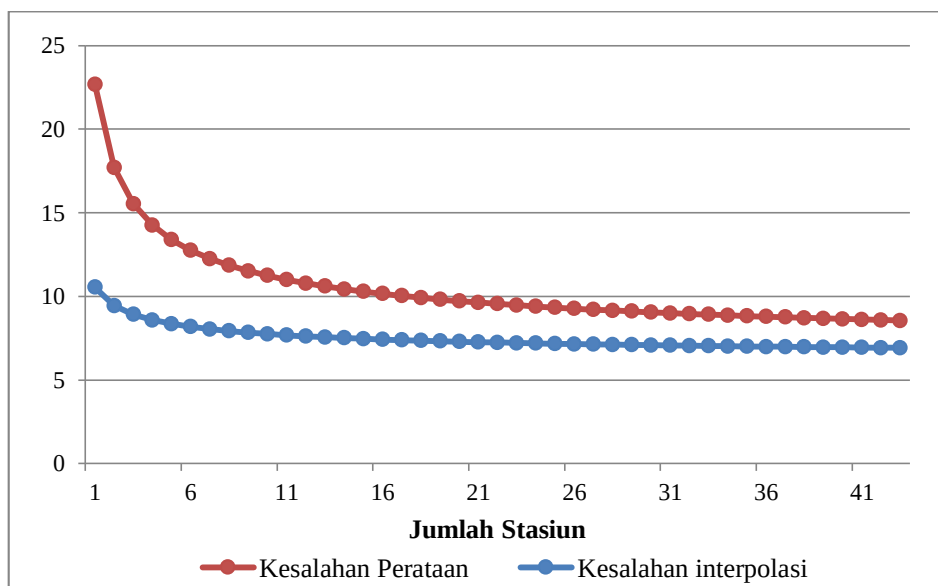
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.23

Kesalahan Perataan (Z_1) dan Kesalahan Interpolasi (Z_3)

n	Cv	$r_{(0)}$	A (km ²)	d ₀	A ^{0.5}	n ^{0.5}	(A/n) ^{0.5}	Z1 (%)	Z3 (%)
22	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	4,690	8,344	2,313	7,241
23	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	4,796	8,160	2,261	7,217
24	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	4,899	7,989	2,212	7,195
25	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	5,000	7,827	2,165	7,173
26	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	5,099	7,675	2,122	7,153
27	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	5,196	7,532	2,081	7,134
28	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	5,292	7,396	2,042	7,116
29	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	5,385	7,267	2,006	7,098
30	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	5,477	7,145	1,971	7,082
31	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	5,568	7,029	1,938	7,066
32	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	5,657	6,918	1,907	7,051
33	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	5,745	6,813	1,877	7,037
34	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	5,831	6,712	1,848	7,023
35	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	5,916	6,615	1,821	7,010
36	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	6,000	6,523	1,795	6,998
37	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	6,083	6,434	1,770	6,986
38	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	6,164	6,349	1,746	6,974
39	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	6,245	6,267	1,722	6,963
40	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	6,325	6,188	1,700	6,952
41	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	6,403	6,112	1,679	6,942
42	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	6,481	6,039	1,658	6,932
43	0,2902	0,8698	1531,62	200	39,136	6,557	5,968	1,638	6,922

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Gambar 4.7 Grafik Hubungan antara Jumlah Stasiun dengan Z_1 dan Z_3

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

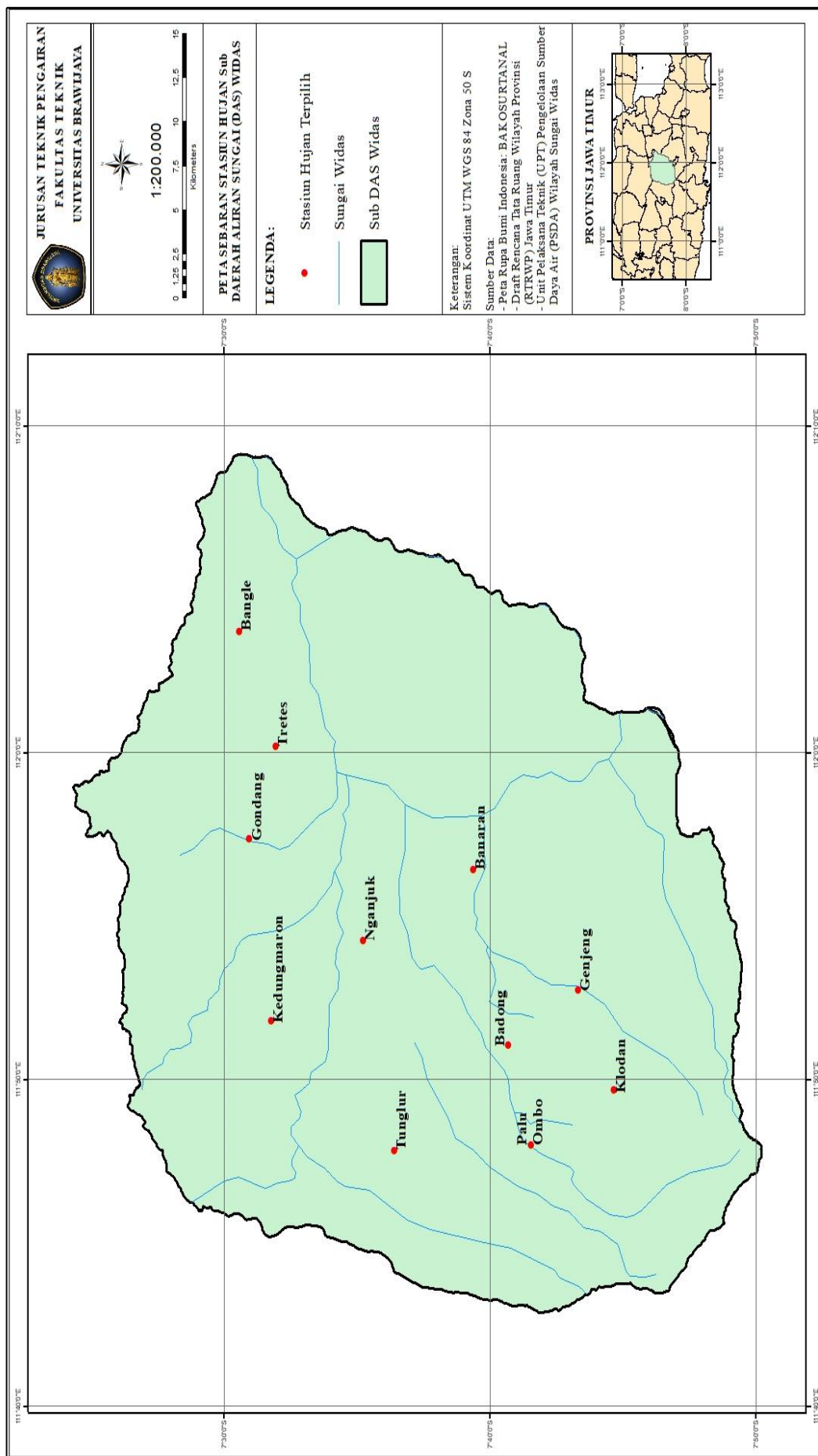
7. Dengan didapatkan jumlah stasiun menurut *Kagan–Rodda* sebanyak 11 stasiun, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai panjang sisi-sisi segitiga jaring-jaring *Kagan – Rodda* dengan persamaan (2-28):

$$\begin{aligned} L &= 1,07 \sqrt{\frac{A}{n}} \\ &= 1,07 \times (1531,62/11)^{0,5} \\ &= 12,6259 \text{ km} \end{aligned}$$

8. Dengan panjang sisi-sisi segitiga *Kagan – Rodda* sebesar 12,6259 km, maka dapat digambarkan jaring-jaring segitiga *Kagan – Rodda* yang selanjutnya di plot kan diatas peta Sub DAS Widas. Jaring-jaring segitiga *Kagan – Rodda* digeser sedemikian rupa dengan menggeser titik-titik simpul sesuai dengan jumlah stasiun yang ada pada Sub DAS Widas sehingga didapatkan 11 kali percobaan penggeseran titik simpul.

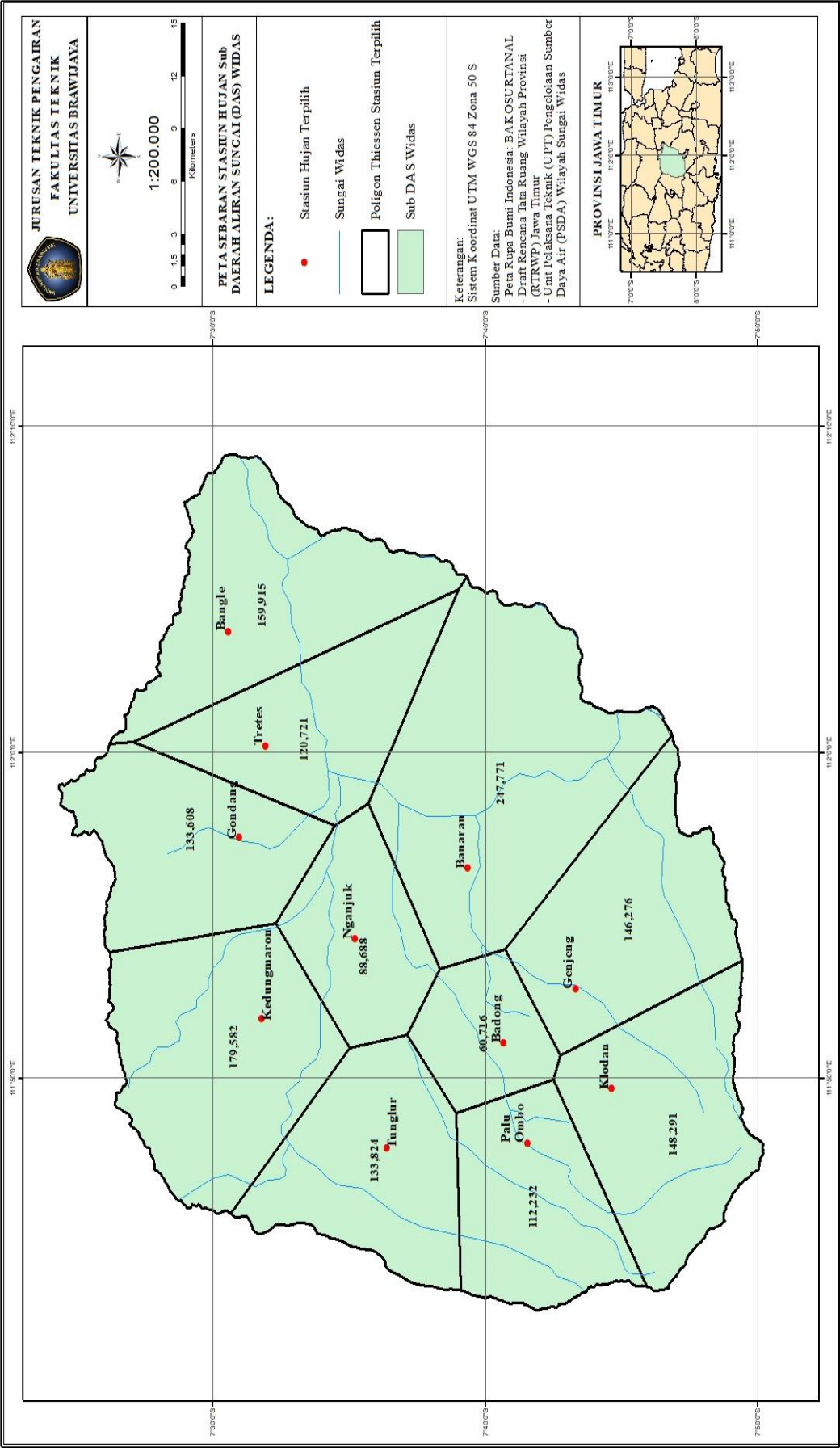
9. Selanjutnya pemilihan percobaan stasiun hujan *Kagan – Rodda* berdasarkan pada jaring-jaring dimana stasiun di dalamnya jumlahnya sesuai dengan perhitungan kesalahan perataan dan kesalahan interpolasi yaitu 11 stasiun hujan dan berdasarkan hasil penyaringan data yang baik. Hasil plot stasiun hujan terpilih dan plot *Poligon Thiessen* disajikan pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.

10. Selanjutnya gambar jaringan diplotkan diatas peta DAS dan stasiun hujan Nganjuk sebagai titik acuan. Penentuan simpul acuan pada Stasiun Nganjuk berdasarkan posisi stasiunnya yang harus tetap dipertahankan, karena berada di area UPT PSDAWS Widas. Dengan mengacu pada stasiun Nganjuk, maka simpul-simpul segitiga dalam DAS dapat ditentukan sesuai dengan jumlah stasiun hasil perhitungan, dan simpul – simpul tersebut merupakan lokasi stasiun hujan *Kagan – Rodda*. Hasil plot jaring-jaring *Kagan-Rodda* disajikan pada Gambar 4.10.

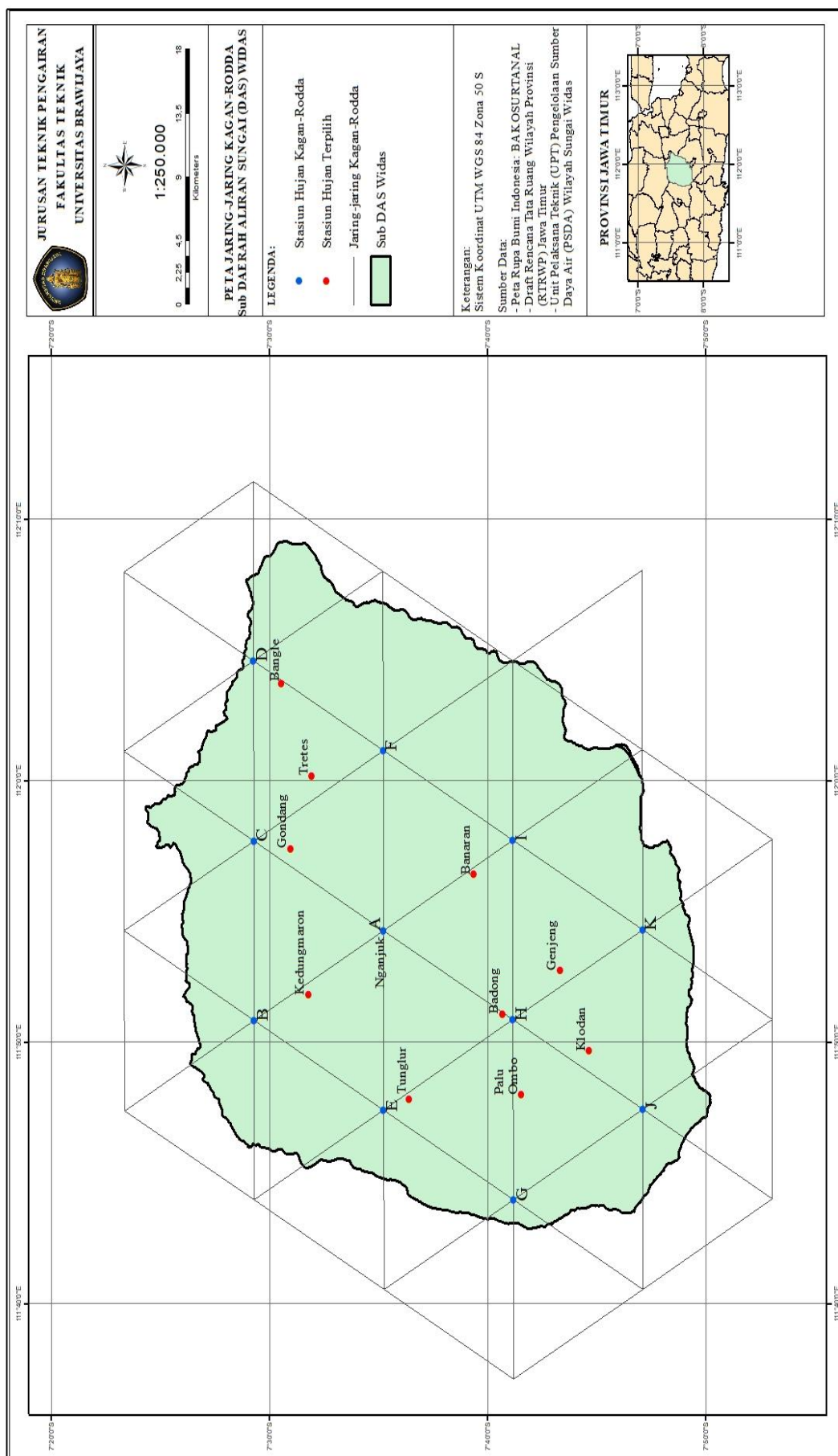


Gambar 4.8 Peta Stasiun Hujan Terpilih Berdasarkan Kagan-Rodda dan Kualitas Data

Sumber: Hasil Penggambaran, 2018



Gambar 4.9 Poligon Thiessen Stasiun Hujan Terpilih Berdasarkan Kagan-Rodda dan Kualitas Data
Sumber: Hasil Penggambaran, 2018



Gambar 4.10 Stasiun Hujan Terpilih dan Stasiun Hujan Rekomendasi dengan Jaring-Jaring Kagan-Rodda

Sumber: Hasil Penggambaran, 2018

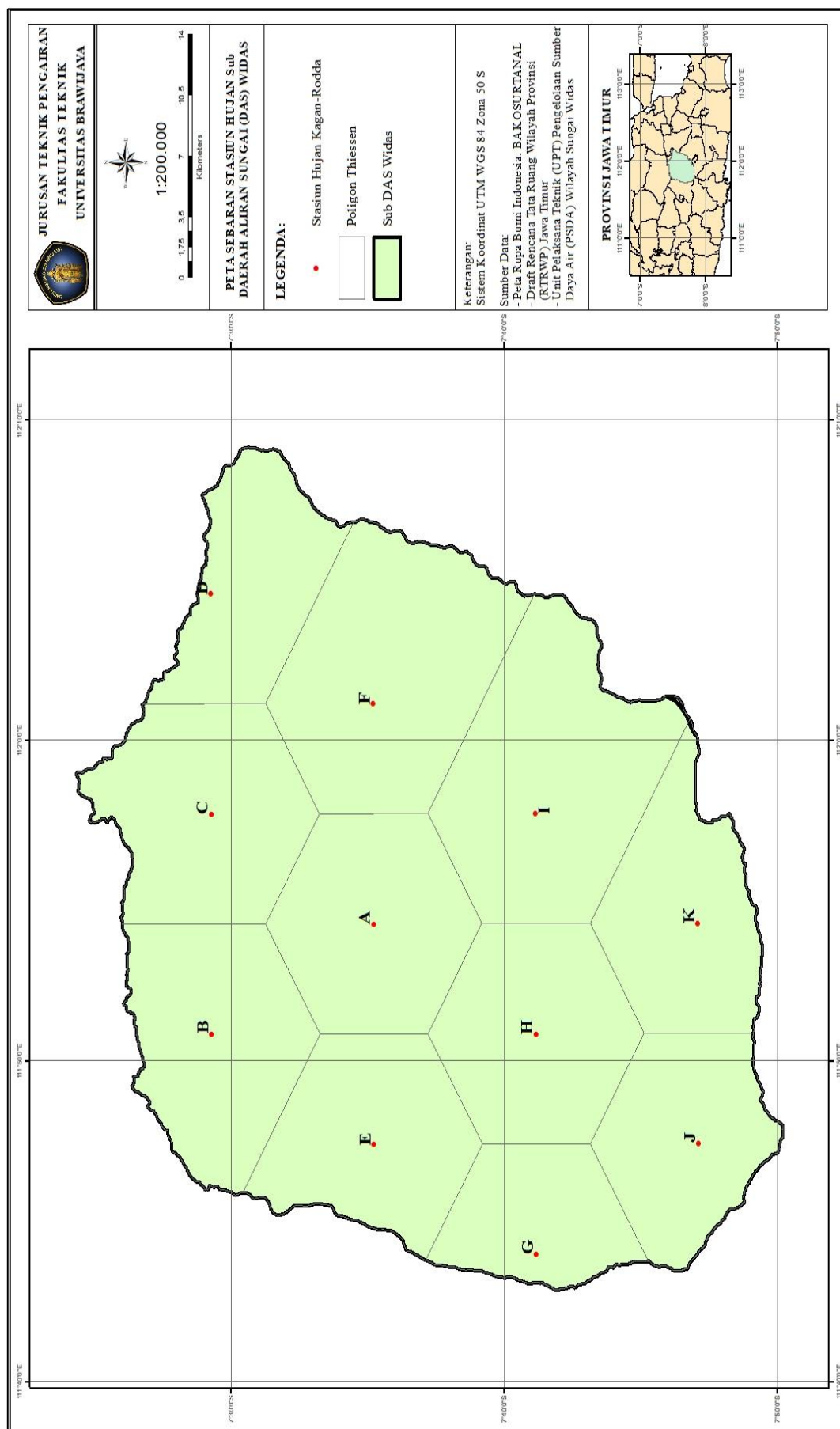
Tabel 4.24

Titik Koordinat Stasiun Hujan Eksisting dan Stasiun *Kagan-Rodda*

No	Stasiun Eksisting	Koordinat		Stasiun <i>Kagan-Rodda</i>	Koordinat	
		L. Selatan	B. Timur		L. Selatan	B. Timur
1	Nganjuk	07° 35' 13,14"	111° 54' 16,79"	A	07° 35' 13,14"	111° 54' 16,79"
2	Kedung Maron	07° 31' 46,59"	111° 51' 49,57"	B	07° 29' 15,769"	111° 50' 50,539"
3	Gondang	07° 30' 57,40"	111° 57' 23,47"	C	07° 29' 10,61"	111° 57' 44,863"
4	Bangle	07° 30' 33,69"	112° 03' 42,91"	D	07° 29' 13,969"	112° 04' 34,875"
5	Tunglur	07° 36' 23"	111° 47' 51"	E	07° 35' 18,00"	111° 47' 19,707"
6	Tretes	07° 31' 55,98"	112° 00' 12,28"	F	07° 35' 7,665"	112° 01' 8,543"
7	Palu Ombo	07° 41' 32,54"	111° 48' 00,59"	G	07° 41' 15,902"	111° 43' 53,093"
8	Badong	07° 40' 40"	111° 51' 05"	H	07° 41' 6,525"	111° 50' 47,612"
9	Banaran	07° 39' 21,74"	111° 56' 26,89"	I	07° 41' 14,267"	111° 57' 42,154"
10	Klodan	07° 44' 38,10"	111° 49' 41,39"	J	07° 47' 4,442"	111° 47' 25,33"
11	Genjeng	07° 43' 18,74"	111° 52' 45,05"	K	07° 46' 54,98"	111° 54' 28,575"

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berdasarkan **Gambar 4.10** dapat diketahui luasan pengaruh dari masing masing stasiun hujan rekomendasi *Kagan-Rodda*. Hasil analisa dan luas pengaruh stasiun hujan rekomendasi *Kagan-Rodda* disajikan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Poligon Thiessen Stasiun Hujan Rekomendasi Kagan-Rodda

Sumber: Hasil Penggambaran, 2018

Tabel 4.25

Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan Rekomendasi *Kagan-Rodda*

No	Stasiun Kagan-Rodda	Luas Thiessen (km)	Luas Pengaruh (%)
1	A	138,056	9,014
2	B	143,828	9,391
3	C	150,769	9,844
4	D	110,256	7,199
5	E	131,982	8,617
6	F	194,297	12,686
7	G	86,288	5,634
8	H	138,056	9,014
9	I	197,567	12,899
10	J	116,149	7,583
11	K	124,376	8,121
Jumlah		1531,62	100

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

4.4.1. Rumus Modifikasi *Kagan-Rodda*

Rumus modifikasi *Kagan-Rodda* didapatkan dari rumus asli *Kagan-Rodda* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. L_{Kagan} = 12,6259 km
2. L_{Asli} (rata-rata) = 9,841 km
3. Koefisien (K) untuk rumus modifikasi L *Kagan-Rodda*:

$$L_{Kagan} = K \cdot L_{Asli}$$

$$\begin{aligned}
 K \text{ (Koefisien)} &= \frac{L_{Kagan}}{L_{Asli}} \\
 &= \frac{12,6259}{9,841} \\
 &= 1,2830
 \end{aligned}$$

4. Koefisien untuk Rumus Kagan Modifikasi:

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien baru} &= K \times 1,07 \\
 &= 1,2830 \times 1,07 \\
 &= 1,3728
 \end{aligned}$$

$$\text{Rumus modifikasi} = 1,3728 \sqrt{\frac{A}{n}}$$

Rumus tersebut hanya untuk mengetahui rumus asli *Kagan-Rodda* terjadi perubahan atau tidak jika diterapkan pada Sub DAS Widas. Setelah dilakukan perhitungan terjadi perubahan pada koefisien, sehingga modifikasi rumus panjang jaring – jaring segitiga

Kagan-Rodda (L) untuk Sub DAS Widas adalah $1,3728 \sqrt{\frac{A}{n}}$ dengan panjang sisi jaring-

jaring segitiga sebesar 16,1989 km. Rumus tersebut hanya berlaku pada Sub DAS Widas saja.

4.5. Evaluasi Stasiun Hujan Metode Kagan-Rodda

Dari hasil pengeplotan stasiun hujan sesuai **Gambar 4.11**, didapatkan letak stasiun yang akan dipergunakan dalam perhitungan selanjutnya, sehingga perlu dilakukan evaluasi terhadap stasiun hujan hasil rekomendasi Kagan – Rodda. Dari hasil pengeplotan jaringan Kagan-Rodda dapat ditentukan stasiun-stasiun hujan eksisting yang terdekat dengan stasiun hujan Kagan-Rodda. Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Dari stasiun terpilih dihitung koefisien korelasi ($r_{(d)}$) untuk jarak (d) dengan persamaan eksponensial dari grafik eksponensial (**Gambar 4.6**). Stasiun yang terpilih adalah stasiun yang mempunyai koefisien korelasi yang mendekati koefisien korelasi untuk jarak stasiun 0 m ($r_{(0)}$) dengan kesalahan relatif < 10 %. Berikut contoh perhitungan pada Stasiun Kedung Maron:

- (d) stasiun Kedung Maron ke titik simpul terdekat (Stasiun B) = 4,929 km
- Dari grafik eksponensial (pada **Gambar 4.6**) didapatkan fungsi eksponensial

$$y = 0,8698 e^{-0,005d}, \text{ maka:}$$

$$r_{(0)} = 0,8698$$

$$r_{(d)} = 0,8698 e^{-0,005d}$$

$$r_{(d)} = 0,8698 e^{-0,005(4,929)}$$

$$r_{(d)} = 0,8486$$

- Kesalahan relatifnya

$$KR = \frac{r_{(0)} - r_{(d)}}{r_{(0)}} \times 100\% = 2,4345 \%$$

Tabel 4.26

Evaluasi Pola Sebaran Stasiun Hujan Eksisting terhadap Stasiun Hujan Rekomendasi Kagan-Rodda Berdasarkan $r_{(d)}$

No	Stasiun Hujan	Terdekat dengan titik simpul	Jarak dari titik simpul (d) (km)	$r_{(0)}$	$r_{(d)}$	KR (%)	Keterangan
1	Nganjuk	Stasiun A	0	0,8698	0	0,00	Terpilih
2	Kedung Maron	Stasiun B	4,929	0,8698	0,8486	2,43	Terpilih
3	Gondang	Stasiun C	3,146	0,8698	0,8562	1,56	Terpilih
4	Bangle	Stasiun D	2,860	0,8698	0,8574	1,42	Terpilih
5	Tunglur	Stasiun E	2,269	0,8698	0,8600	1,13	Terpilih
6	Tretes	Stasiun F	6,273	0,8698	0,8429	3,09	Terpilih
7	Palu Ombo	Stasiun G	7,424	0,8698	0,8381	3,64	Terpilih

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.26

Evaluasi Pola Sebaran Stasiun Hujan Eksisting terhadap Stasiun Hujan Rekomendasi *Kagan-Rodda* Berdasarkan $r_{(d)}$

No	Stasiun Hujan	Terdekat dengan titik simpul	Jarak dari titik simpul (d) (km)	$r_{(0)}$	$r_{(d)}$	KR (%)	Keterangan
8	Badong	Stasiun H	0,999	0,8698	0,8655	0,50	Terpilih
9	Banaran	Stasiun I	4,041	0,8698	0,8524	2,00	Terpilih
10	Klodan	Stasiun J	6,151	0,8698	0,8435	3,03	Terpilih
11	Genjeng	Stasiun K	7,521	0,8698	0,8377	3,69	Terpilih

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berdasarkan Tabel 4.26, dapat disimpulkan bahwa stasiun hujan rekomendasi *Kagan – Rodda* memperbaiki jarak antar stasiun agar tiap-tiap stasiun hujan dapat bekerja secara optimal dengan masing-masing luas pengaruhnya. Hal ini dibuktikan dengan stasiun hujan eksisting pilihan *Kagan-Rodda* mempunyai koefisien korelasi ($r_{(d)}$) yang mendekati koefisien korelasi untuk jarak stasiun 0 m ($r_{(0)}$) dengan kesalahan relatif < 10 %.

2. Stasiun hujan eksisting terpilih *Kagan-Rodda* dihitung jarak (L) antar stasiun sekitar terdekat kemudian dilakukan perhitungan kesalahan relatif untuk L stasiun hujan eksisting terpilih *Kagan Rodda* terhadap L *Kagan Rodda* modifikasi. Hasil evaluasi disajikan pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27

Evaluasi Pola Sebaran Stasiun Hujan Eksisting Terpilih *Kagan-Rodda* Berdasarkan Jarak Antar Stasiun

No	Stasiun Acuan	Stasiun Sekitar	L Asli (km)	L <i>Kagan-Rodda</i> Modifikasi (km)	KR (%)
1	Bangle	Gondang	11,656	16,1989	28,04
2	Bangle	Tretes	6,9347	16,1989	57,19
3	Gondang	Kedung Maron	10,348	16,1989	36,12
4	Gondang	Tretes	5,4793	16,1989	66,17
5	Gondang	Nganjuk	9,7198	16,1989	40,00
6	Kedung Maron	Nganjuk	7,7866	16,1989	51,93
7	Kedung Maron	Tunglur	11,207	16,1989	30,82
8	Kedung Maron	Tretes	15,414	16,1989	4,85
9	Nganjuk	Banaran	8,6155	16,1989	46,81
10	Nganjuk	Badong	11,635	16,1989	28,17
11	Nganjuk	Tretes	12,468	16,1989	23,03
12	Nganjuk	Tunglur	12,019	16,1989	25,80
13	Tunglur	Palu Ombo	9,5138	16,1989	41,27
14	Tunglur	Badong	9,8837	16,1989	38,99
15	Banaran	Badong	10,154	16,1989	37,32
16	Banaran	Genjeng	9,9614	16,1989	38,51

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.27

Evaluasi Pola Sebaran Stasiun Hujan Eksisting Terpilih *Kagan-Rodda* Berdasarkan Jarak Antar Stasiun

No	Stasiun Acuan	Stasiun Sekitar	L Asli (km)	L Kagan-Rodda Modifikasi (km)	KR (%)
17	Banaran	Tunglur	16,738	16,1989	3,33
18	Banaran	Tretes	15,338	16,1989	5,31
19	Badong	Palu Ombo	5,8774	16,1989	63,72
20	Badong	Klodan	7,7503	16,1989	52,16
21	Badong	Genjeng	5,7604	16,1989	64,44
22	Palu Ombo	Klodan	6,4836	16,1989	59,98
23	Palu Ombo	Genjeng	9,3077	16,1989	42,54
24	Genjeng	Klodan	6,1332	16,1989	62,14
Rata-rata L Asli				9,841	
Rata-rata KR				39,53%	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

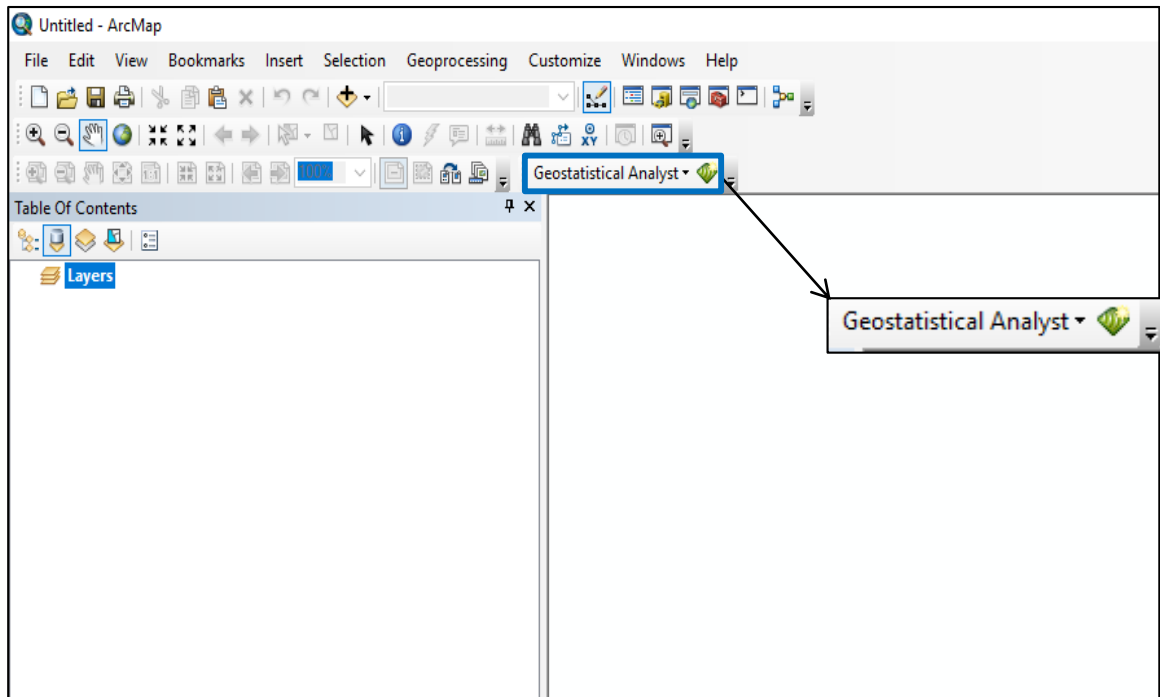
Berdasarkan Tabel 4.27, dapat disimpulkan bahwa stasiun hujan eksisting di Sub DAS Widas memang perlu dilakukan pergeseran sesuai metode *Kagan-Rodda* agar sebaran stasiun hujan merata di seluruh DAS. Hal ini terbukti dari nilai rata – rata kesalahan relatif stasiun hujan eksisting > 10% yaitu sebesar 39,53%. Selanjutnya jaringan ini akan dianalisa hubungannya dengan aspek topografi.

4.6. Rasionalisasi Stasiun Hujan dengan Metode *Kriging*

Kriging adalah metode geostatika yang menggunakan nilai yang sudah diketahui dan semivariogram untuk memprediksi nilai pada lokasi lain yang belum diukur. Langkah – langkah dalam pengerjaan metode *Kriging* adalah sebagai berikut:

1. Mulai ArcMap dan menambahkan *Geostatistical Analyst*

Klik tombol Start pada taskbar Windows, arahkan pada program ArcGis, kemudian klik ArcMap. Klik *Customize* kemudian klik Toolbars, centang *Geostatistical Analyst*. Setelah itu akan muncul seperti gambar berikut:

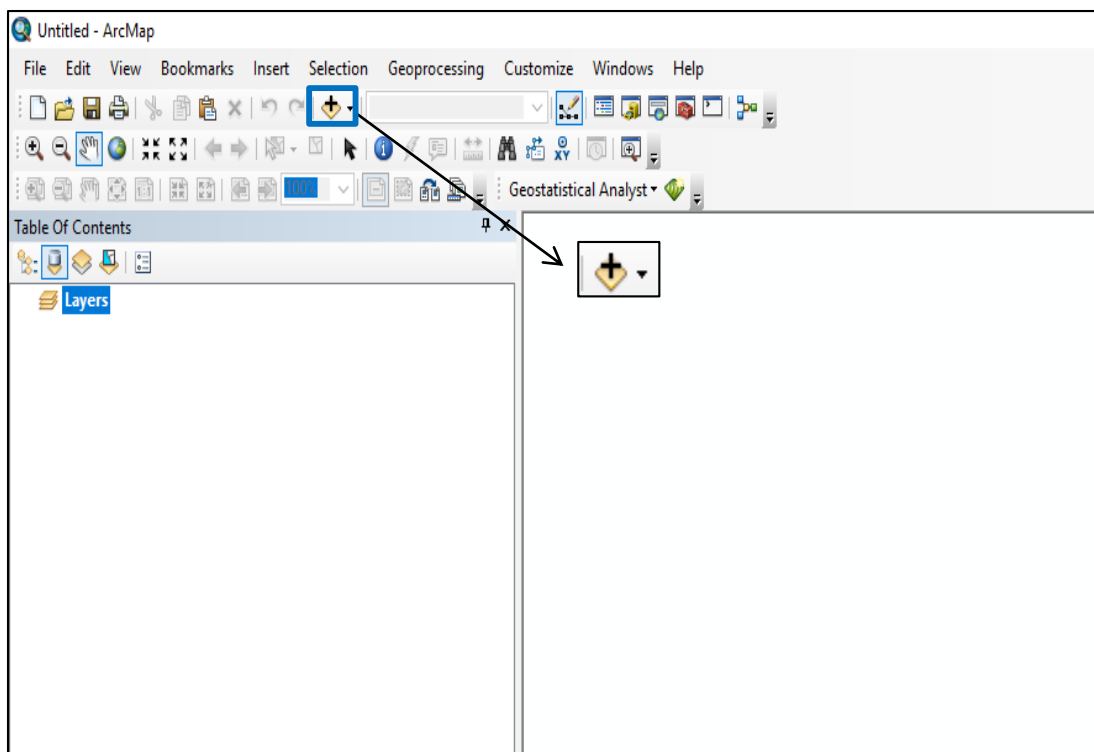


Gambar 4.12 Menambah Toolbar Goestatistical Analysisist

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

2. Menambahkan layer ke ArcMap

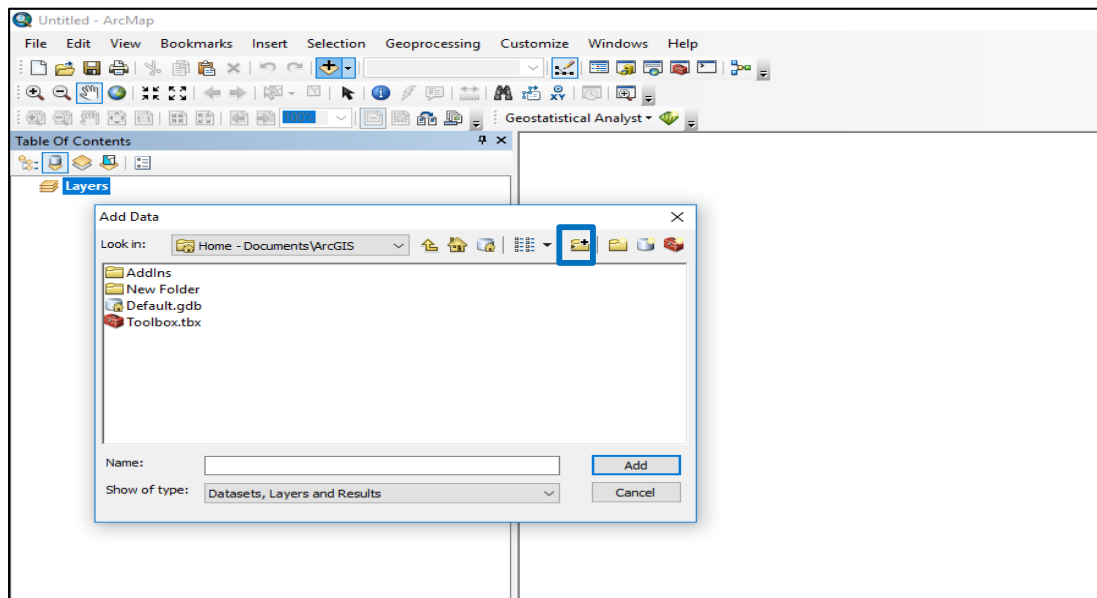
- Klik tombol Add data pada Toolbar Standart



Gambar 4.13 Menambah Data Pada ArcMap

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

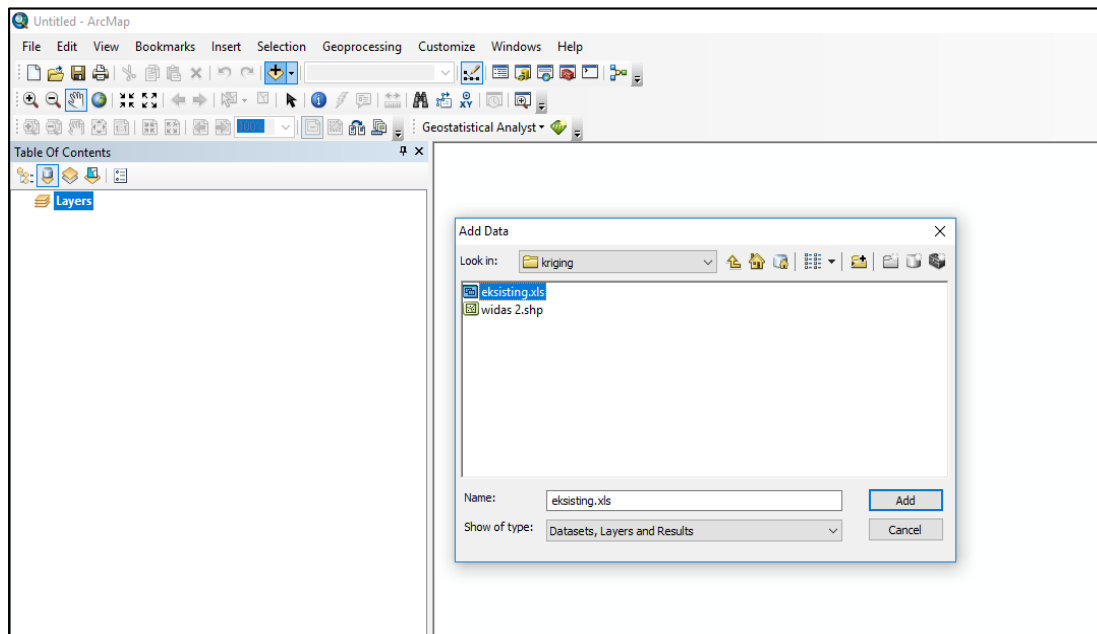
- Klik icon *connect to folder* untuk menambah data shp yang digunakan.



Gambar 4.14 Menambah Data Shp Pada ArcMap

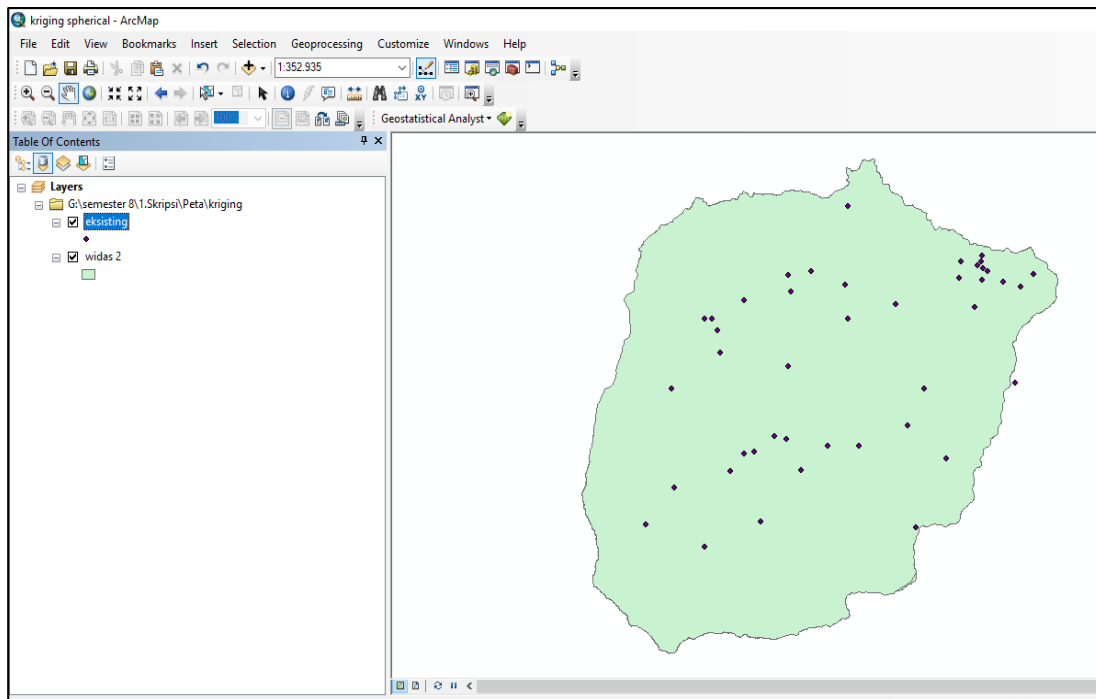
Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

- Klik Add, layer akan ditambahkan ke ArcMap. (Lakukan hal yang sama untuk menambahkan layer lain yang akan digunakan)



Gambar 4.15 Menambah Data Shp yang Digunakan Pada ArcMap

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

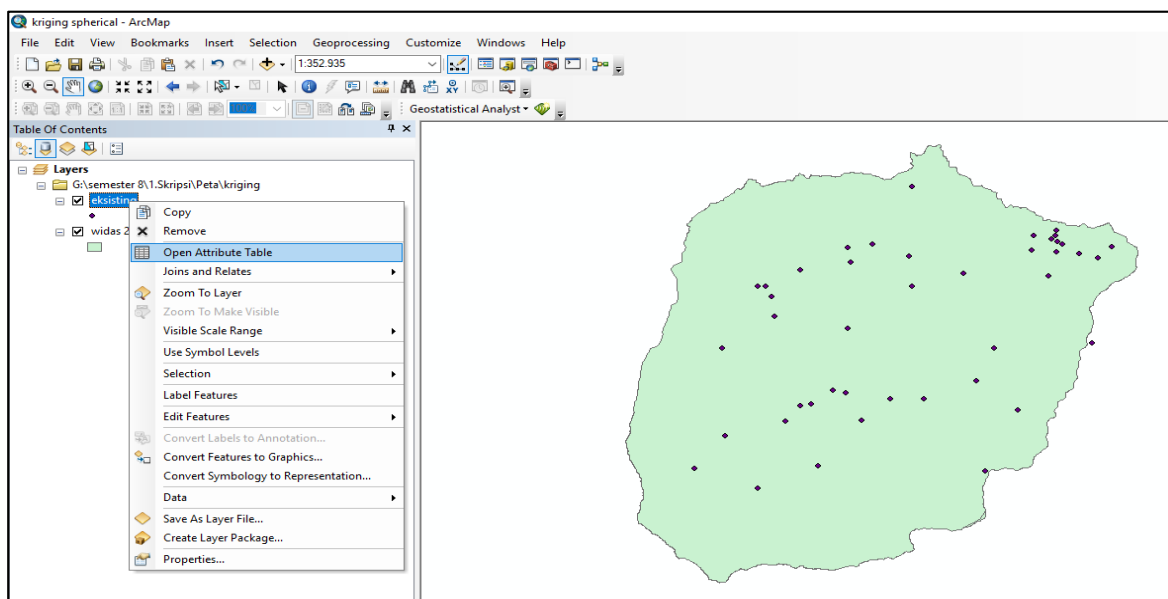


Gambar 4.16 Tampilan Layer yang Telah Ditambahkan Pada ArcMap

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

3. Memasukkan data curah hujan kumulatif tahunan yang telah dirata-rata untuk tiap stasiun hujan. Dalam perencanaan jaringan stasiun hujan dengan metode *Kriging* didasarkan pada curah hujan kumulatif tahunan yang telah dirata-rata. Langkah-langkah memasukkan data curah hujan sebagai berikut:

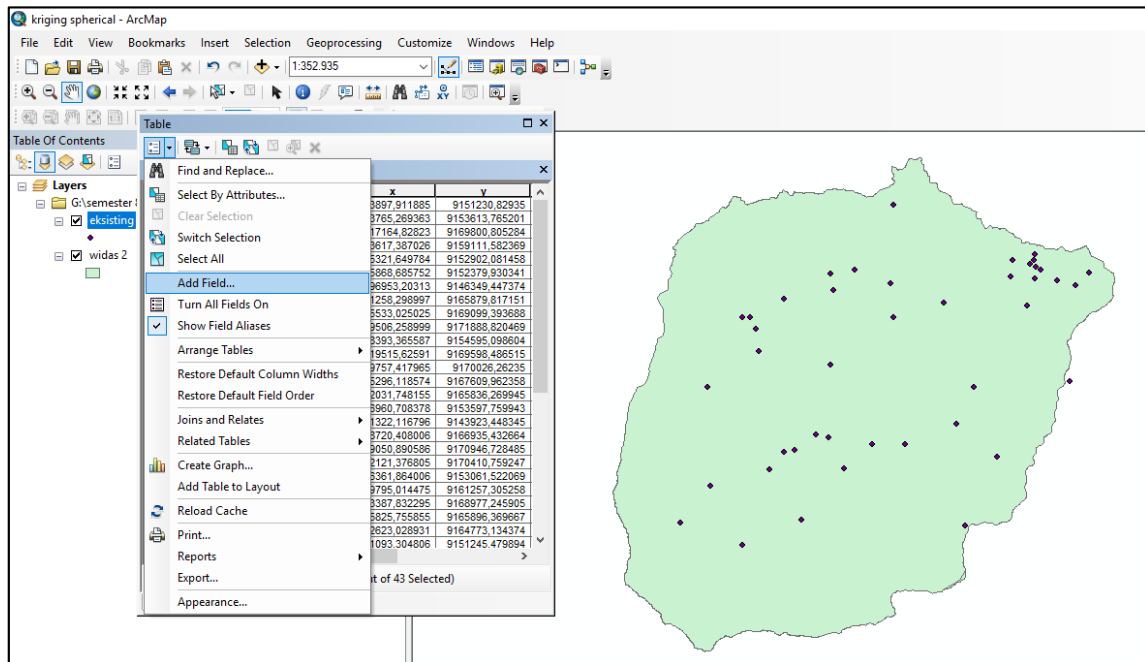
- Klik kanan pada layer “eksisting”, kemudian pilih *Open Attribute Table*.



Gambar 4.17 Membuka Menu *Open Attribute Table*

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

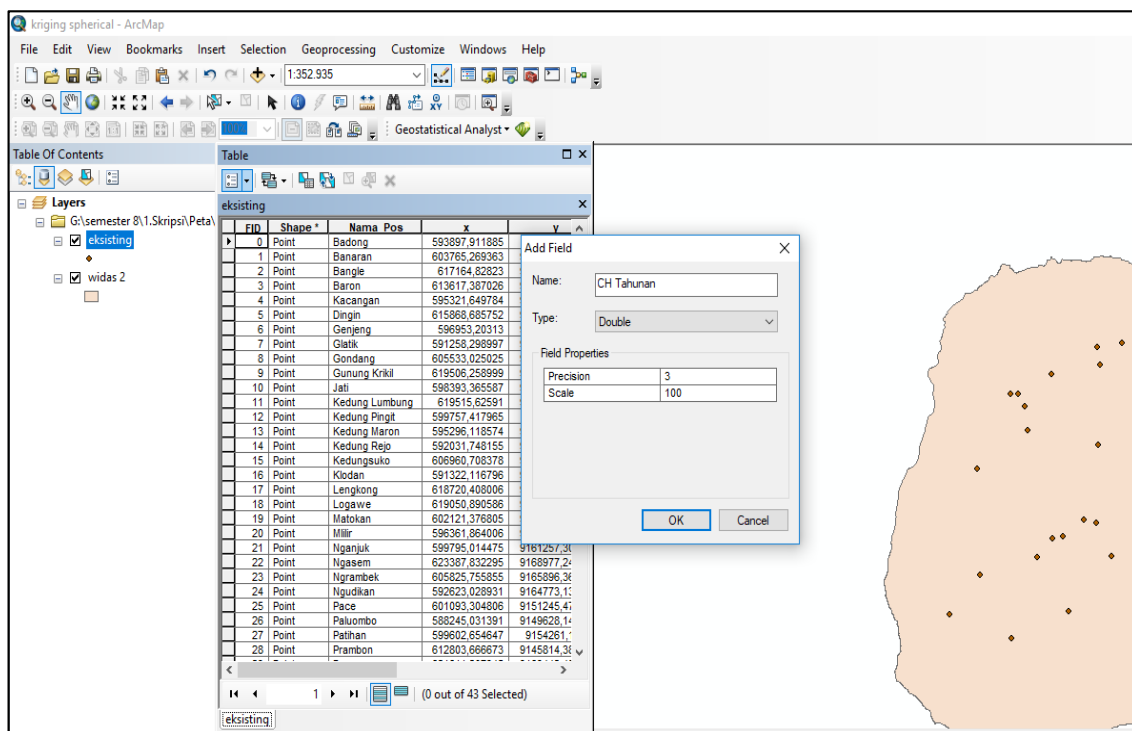
- Setelah tabel terbuka, kemudian klik *Option* lalu pilih *Add field*. (Untuk menambahkan kolom pada tabel yang berisi curah hujan)



Gambar 4.18 Tampilan Tabel yang Telah Dibuka

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

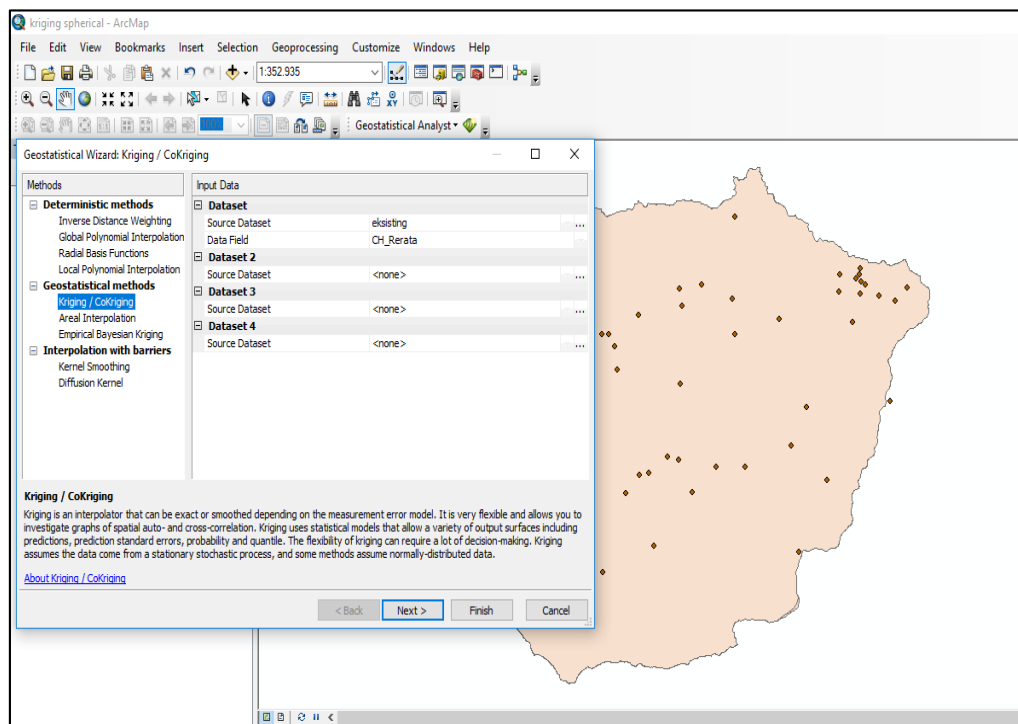
- Pada kolom “CH Tahunan” diisi data curah hujan kumulatif tahunan yang telah dirata-rata pada setiap stasiun hujan.



Gambar 4.19 Menambahkan Kolom Curah Hujan Pada Tabel

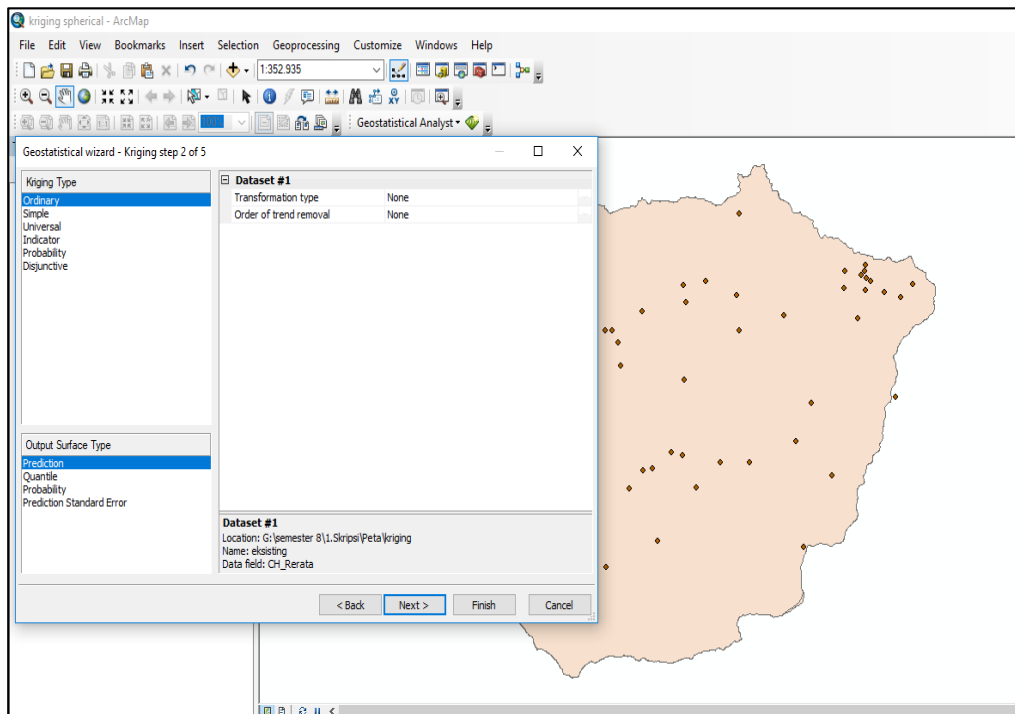
Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

4. Dari data curah hujan yang diperoleh, dilakukan permodelan semivariogram. Untuk mempermudah permodelan dilakukan *binning* (pengelompokan nilai semivariogram) pada semivariogram. Proses *binning* didasarkan pada jarak terjauh antar stasiun hujan. Jarak terjauh antar stasiun hujan yaitu 46,222 km (jarak antar stasiun hujan Sawahan dengan stasiun hujan Sumber Kemiri). Untuk pemilihan *lag* dan banyaknya *lag* dalam pemodelan semivariogram yaitu yang menghasilkan nilai perkalian 23,111 (setengah dari jarak terjauh antar stasiun hujan). Dari hasil percobaan didapat bahwa kombinasi *lag* 1890,463 m dan banyaknya *lag* 14 merupakan kombinasi terbaik yang menghasilkan nilai RMSE dan MAE yang terkecil. Semivariogram hasil *binning* disajikan pada Gambar 4.20 - Gambar 4.23.



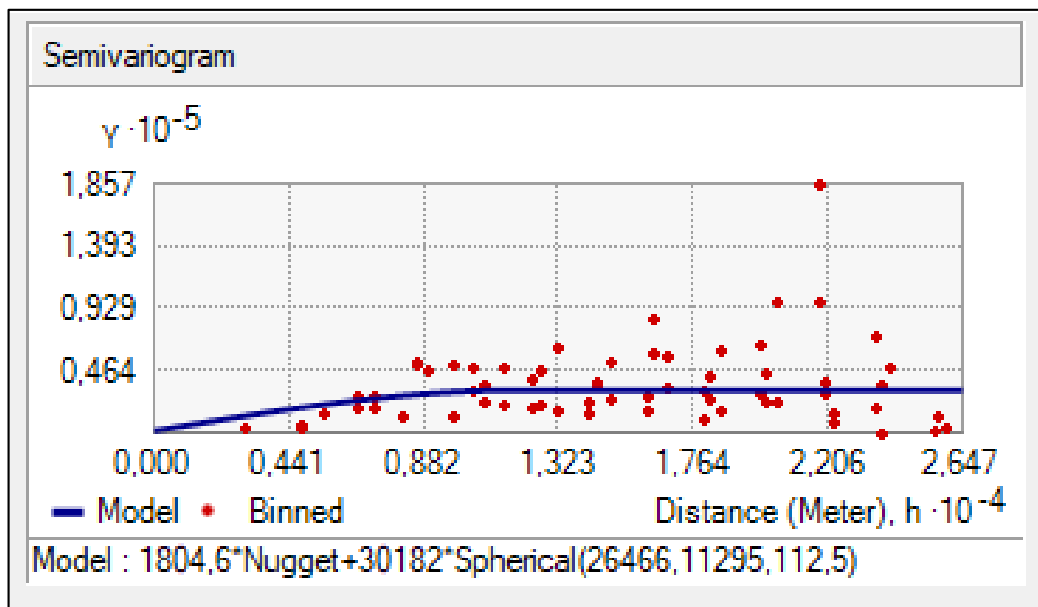
Gambar 4.20 Pemilihan Input Data, Metode dan Atribut

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2



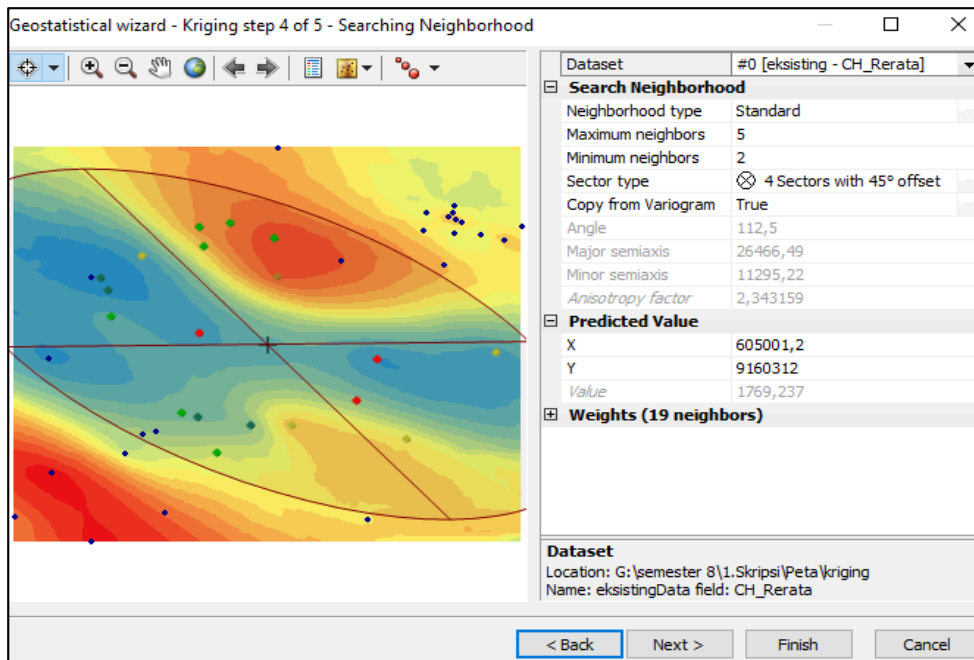
Gambar 4.21 Pemilihan Metode (*Ordinary Kriging*)

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2



Gambar 4.22 Semivariogram Curah Hujan Hasil *Binning*

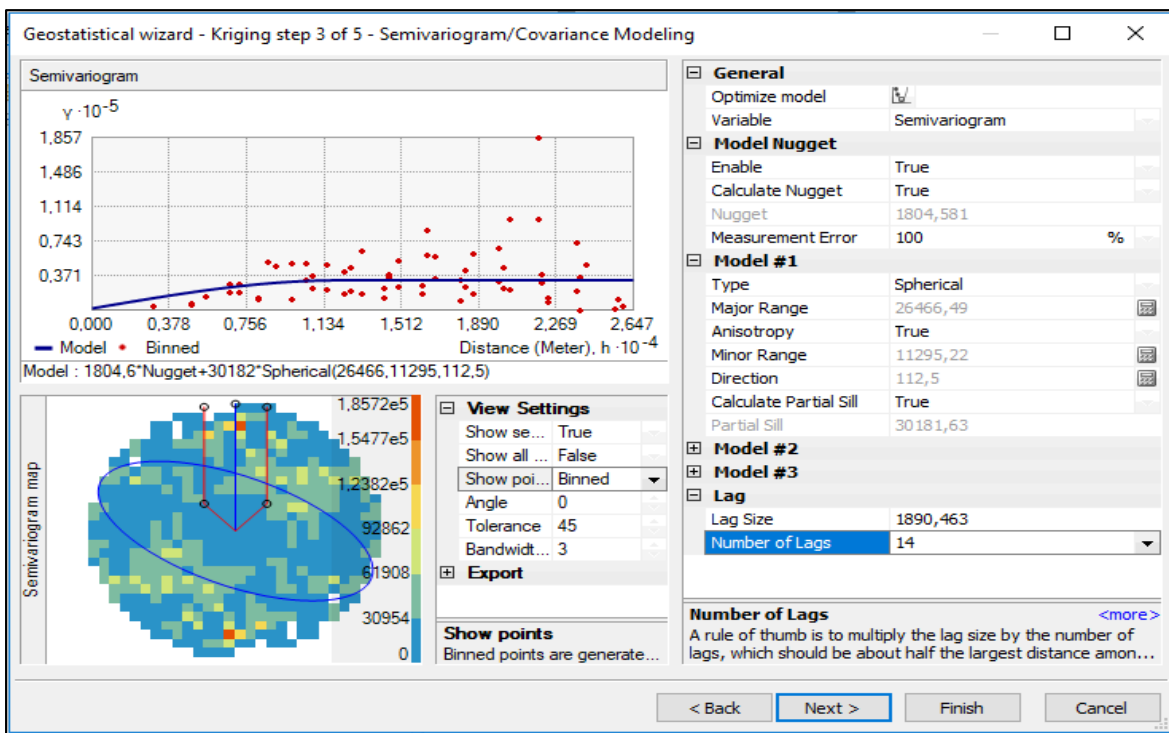
Sumber: Hasil Analisa Metode Kriging pada Aplikasi ArcMap GIS 10.2



Gambar 4.23 Semivariogram Curah Hujan Hasil *Binning*

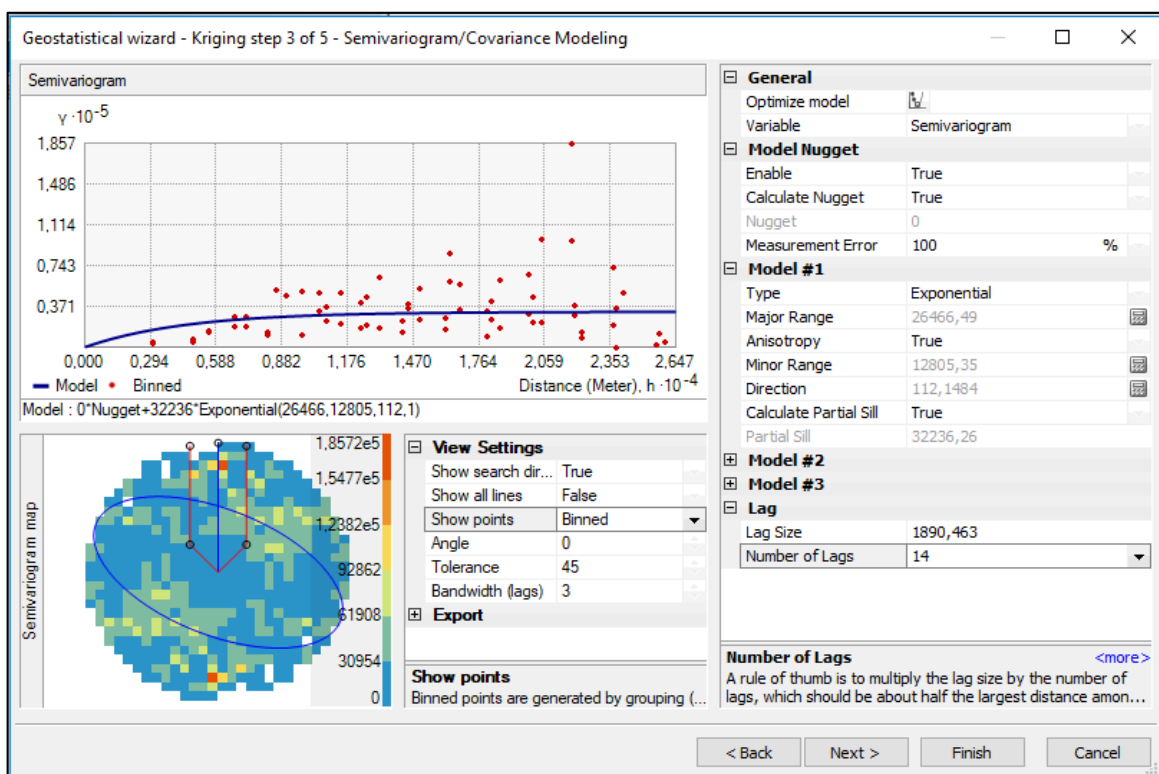
Sumber: Hasil Analisa Metode Kriging pada Aplikasi ArcMap GIS 10.2

5. Setelah *binning*, dilakukan permodelan semivariogram dengan menggunakan tiga model semivariogram baku yaitu *spherical*, *exponential*, dan *gaussian*. Ketiga model tersebut merupakan model yang sering digunakan dalam metode *Kriging*.



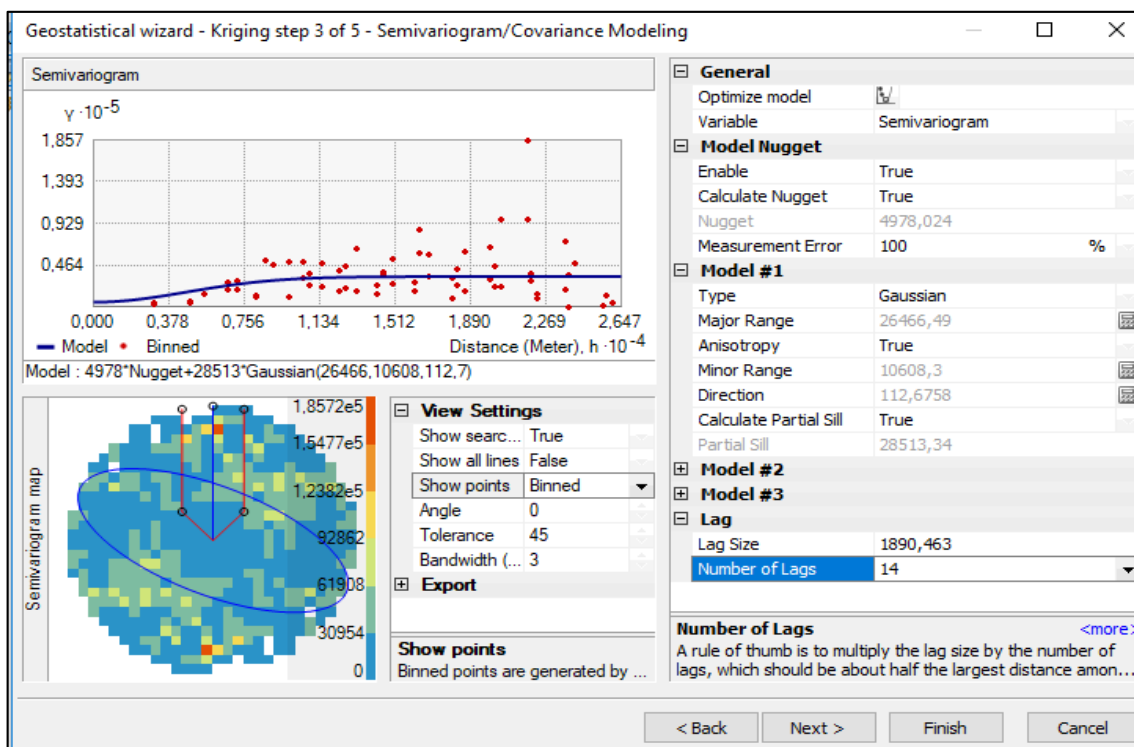
Gambar 4.24 Permodelan Semivariogram *Spherical*

Sumber: Hasil Analisa Metode *Kriging* pada Aplikasi ArcMap GIS 10.2



Gambar 4.25 Permodelan Semivariogram *Exponential*

Sumber: Hasil Analisa Metode *Kriging* pada Aplikasi ArcMap GIS 10.2



Gambar 4.26 Permodelan Semivariogram *Gaussian*

Sumber: Hasil Analisa Metode *Kriging* pada Aplikasi ArcMap GIS 10.2

6. Untuk mengetahui model semivariogram yang terbaik yang nanti akan digunakan dalam prediksi interpolasi kriging, maka dilakukan *cross validation* dengan melakukan

prediksi interpolasi kriging untuk setiap model semivariogram. RMSE dan MAE yang diperoleh dibandingkan untuk mendapatkan model semivariogram terbaik dan terkecil. Perhitungan *cross validation* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.28

Cross Validation Model Semivariogram Spherical

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya (mm/tahun)	Curah Hujan Prediksi (mm/tahun)	Galat (mm/tahun)	Kuadrat Galat	Galat Mutlak
1	Badong	1843,491	2009,8	-166,3	27648,9	166,3
2	Banaran	1805,369	1909,8	-104,5	10912,0	104,5
3	Bangle	1937,986	1927,9	10,1	102,1	10,1
4	Baron	1664,757	1859,8	-195,0	38026,1	195,0
5	Kacangan	1875,568	1822,5	53,1	2816,3	53,1
6	Dingin	1926,879	1880,3	46,6	2169,6	46,6
7	Genjeng	2104,604	2117,1	-12,5	155,4	12,5
8	Glatik	1651,016	1660,8	-9,7	94,9	9,7
9	Gondang	2177,788	2102,9	74,9	5609,7	74,9
10	Gunung Krikil	1878,568	1896,4	-17,9	318,7	17,9
11	Jati	1809,724	1788,8	20,9	436,2	20,9
12	Kedung Lumbung	1872,141	1936,9	-64,8	4199,0	64,8
13	Kedung Pingit	2041,309	1991,0	50,3	2530,4	50,3
14	Kedung Maron	1706,950	1793,1	-86,1	7419,9	86,1
15	Kedung Rejo	1641,514	1663,6	-22,1	487,8	22,1
16	Kedungsuko	2001,993	1839,0	163,0	26570,9	163,0
17	Klodan	2281,901	2100,2	181,7	33030,0	181,7
18	Lengkong	2001,584	1921,9	79,6	6343,1	79,6
19	Logawe	2025,932	1944,5	81,4	6629,6	81,4
20	Matokan	2040,477	2108,4	-68,0	4619,8	68,0
21	Mlilir	1823,257	1851,7	-28,5	811,5	28,5
22	Nganjuk	1705,217	1783,1	-77,9	6066,5	77,9
23	Ngasem	2012,639	1857,9	154,7	23941,2	154,7
24	Ngrambek	2152,200	1960,4	191,8	36800,1	191,8
25	Ngudikan	1676,087	1676,0	0,0	0,0	0,0
26	Pace	1898,294	1842,4	55,8	3118,8	55,8
27	Paluombo	2325,529	2014,7	310,8	96614,4	310,8
28	Patihan	1792,694	1815,4	-22,7	513,6	22,7
29	Prambon	1937,300	1993,7	-56,4	3182,8	56,4
30	Prayungan	1828,713	1961,3	-132,6	17579,8	132,6
31	Rejoso	1957,404	1989,8	-32,3	1046,3	32,3
32	Sawahan	2046,362	2258,4	-212,1	44968,6	212,1
33	Sekar Pudak	1872,082	1949,7	-77,6	6026,1	77,6
34	Sumber Kepuh	1858,942	1962,3	-103,3	10677,8	103,3
35	Sumber Kemiri	1897,999	1949,4	-51,4	2645,2	51,4
36	Sumber Padas	2052,190	1948,6	103,5	10722,5	103,5

Sumber: Hasil Perhitungan dan Analisa GIS, 2018

Lanjutan Tabel 4.28

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)		
37	Sumber Soko	1772,662	1670,5	102,2	10439,0	102,2
38	Sumber Sono	1952,250	1966,5	-14,3	203,1	14,3
39	Tempuran	1994,763	1955,5	39,3	1544,7	39,3
40	Tretes	2126,810	2090,6	36,3	1314,1	36,3
41	Tunglur	1667,768	1838,1	-170,3	28996,0	170,3
42	Warujayeng	1826,969	1836,8	-9,8	96,3	9,8
43	Kertosono*	1707,644	1879,2	-171,5	29425,5	171,5
		Jumlah			516854,4	3663,7

Sumber: Hasil Perhitungan dan Analisa GIS, 2018

Tabel 4.29

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	Badong	1843,491	2001,6	-158,1	24992,3	158,1
2	Banaran	1805,369	1905,2	-99,8	9962,2	99,8
3	Bangle	1937,986	1916,7	21,3	455,2	21,3
4	Baron	1664,757	1878,0	-213,2	45471,7	213,2
5	Kacangan	1875,568	1826,3	49,3	2426,4	49,3
6	Dingin	1926,879	1859,4	67,5	4553,4	67,5
7	Genjeng	2104,604	2072,4	32,3	1040,3	32,3
8	Glatik	1651,016	1661,1	-10,1	102,1	10,1
9	Gondang	2177,788	2083,4	94,4	8909,1	94,4
10	Gunung Krikil	1878,568	1866,1	12,4	155,0	12,4
11	Jati	1809,724	1791,3	18,4	339,1	18,4
12	Kedung Lumbung	1872,141	1938,6	-66,5	4419,5	66,5
13	Kedung Pingit	2041,309	1974,7	66,6	4435,5	66,6
14	Kedung Maron	1706,950	1810,5	-103,6	10722,8	103,6
15	Kedung Rejo	1641,514	1660,8	-19,3	371,2	19,3
16	Kedungsuko	2001,993	1833,2	168,8	28494,4	168,8
17	Klodan	2281,901	2088,9	193,1	37268,5	193,1
18	Lengkong	2001,584	1896,9	104,7	10954,5	104,7
19	Logawe	2025,932	1974,9	51,0	2605,3	51,0
20	Matokan	2040,477	2091,5	-51,0	2600,3	51,0
21	Mlilir	1823,257	1863,5	-40,2	1617,1	40,2
22	Nganjuk	1705,217	1802,1	-96,9	9390,2	96,9
23	Ngasem	2012,639	1852,7	160,0	25587,0	160,0
24	Ngrambek	2152,200	1970,7	181,5	32931,5	181,5
25	Ngudikan	1676,087	1680,1	-4,0	15,8	4,0

Sumber: Hasil Perhitungan dan Analisa GIS, 2018

Lanjutan Tabel 4.29

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)		
26	Pace	1898,294	1856,8	41,5	1725,9	41,5
27	Paluombo	2325,529	1999,9	325,6	106034,0	325,6
28	Patihan	1792,694	1814,0	-21,3	455,6	21,3
29	Prambon	1937,300	1933,3	4,0	16,4	4,0
30	Prayungan	1828,713	1951,5	-122,8	15081,5	122,8
31	Rejoso	1957,404	1988,0	-30,6	938,6	30,6
32	Sawahan	2046,362	2223,5	-177,1	31367,3	177,1
33	Sekar Puduk	1872,082	1957,5	-85,4	7296,2	85,4
34	Sumber Kepuh	1858,942	1969,8	-110,9	12289,4	110,9
35	Sumber Kemiri	1897,999	1976,4	-78,4	6146,7	78,4
36	Sumber Padas	2052,190	1976,5	75,7	5728,9	75,7
37	Sumber Soko	1772,662	1698,1	74,5	5555,0	74,5
38	Sumber Sono	1952,250	1990,2	-37,9	1438,7	37,9
39	Tempuran	1994,763	1980,4	14,4	206,3	14,4
40	Tretes	2126,810	2047,9	79,0	6234,7	79,0
41	Tunglur	1667,768	1864,6	-196,8	38746,8	196,8
42	Warujayeng	1826,969	1852,9	-25,9	671,9	25,9
43	Kertosono*	1707,644	1916,2	-208,5	43482,9	208,5
Jumlah					553237,0	3794,3

Sumber: Hasil Perhitungan dan Analisa GIS, 2018

Tabel 4.30

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	Badong	1843,491	2016,9	-173,4	30084,7	173,4
2	Banaran	1805,369	1908,6	-103,2	10656,6	103,2
3	Bangle	1937,986	1960,1	-22,1	490,4	22,1
4	Baron	1664,757	1844,3	-179,5	32217,7	179,5
5	Kacangan	1875,568	1810,3	65,2	4256,1	65,2
6	Dingin	1926,879	1903,0	23,9	569,7	23,9
7	Genjeng	2104,604	2146,8	-42,1	1776,3	42,1
8	Glatik	1651,016	1675,0	-24,0	575,3	24,0
9	Gondang	2177,788	2122,7	55,1	3033,6	55,1
10	Gunung Krikil	1878,568	1933,5	-55,0	3020,8	55,0
11	Jati	1809,724	1801,6	8,1	65,3	8,1
12	Kedung Lumbung	1872,141	1950,5	-78,4	6140,2	78,4
13	Kedung Pingit	2041,309	1997,8	43,5	1894,8	43,5

Sumber: Hasil Perhitungan dan Analisa GIS, 2018

Lanjutan Tabel 4.30
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)		
14	Kedung Maron	1706,950	1765,3	-58,4	3407,1	58,4
15	Kedung Rejo	1641,514	1670,2	-28,7	825,2	28,7
16	Kedungsuko	2001,993	1845,4	156,6	24537,0	156,6
17	Klodan	2281,901	2104,5	177,4	31460,3	177,4
18	Lengkong	2001,584	1925,1	76,5	5854,3	76,5
19	Logawe	2025,932	1909,5	116,5	13563,5	116,5
20	Matokan	2040,477	2109,7	-69,2	4791,8	69,2
21	Mlilir	1823,257	1814,3	8,9	80,1	8,9
22	Nganjuk	1705,217	1781,9	-76,7	5875,7	76,7
23	Ngasem	2012,639	1891,6	121,0	14645,7	121,0
24	Ngrambek	2152,200	1967,9	184,3	33951,9	184,3
25	Ngudikan	1676,087	1675,0	1,0	1,1	1,0
26	Pace	1898,294	1842,8	55,5	3080,7	55,5
27	Paluombo	2325,529	2005,2	320,4	102642,4	320,4
28	Patihan	1792,694	1830,3	-37,6	1412,7	37,6
29	Prambon	1937,300	1994,1	-56,8	3226,2	56,8
30	Prayungan	1828,713	1957,5	-128,8	16588,6	128,8
31	Rejoso	1957,404	1987,3	-29,9	892,0	29,9
32	Sawahan	2046,362	2304,7	-258,3	66712,8	258,3
33	Sekar Puduk	1872,082	1934,2	-62,1	3862,3	62,1
34	Sumber Kepuh	1858,942	1951,4	-92,5	8548,4	92,5
35	Sumber Kemiri	1897,999	1939,4	-41,4	1714,0	41,4
36	Sumber Padas	2052,190	1908,7	143,4	20577,8	143,4
37	Sumber Soko	1772,662	1656,8	115,9	13430,9	115,9
38	Sumber Sono	1952,250	1921,5	30,7	944,3	30,7
39	Tempuran	1994,763	1949,9	44,9	2012,7	44,9
40	Tretes	2126,810	2112,6	14,2	201,9	14,2
41	Tunglur	1667,768	1843,5	-175,7	30885,2	175,7
42	Warujayeng	1826,969	1823,4	3,6	12,7	3,6
43	Kertosono*	1707,644	1858,1	-150,5	22645,9	150,5
		Jumlah			533166,7	3711,0

Sumber: Hasil Perhitungan dan Analisa GIS, 2018

Berikut merupakan contoh perhitungan menggunakan *Cross Validation Semivariogram Spherical*:

- CH Sebenarnya = 1843,491 mm/tahun
- CH Prediksi = 2009,8 mm/tahun (hasil dari interpolasi Kriging pada stasiun hujan Badong)
- Galat = CH. Sebenarnya – CH. Prediksi
= 1843,491 – 2009,8

- = -166,3 mm/tahun
- Kuadrat Galat = Galat²
 = (-166,3)²
 = 27648,9 mm/tahun
- Galat Mutlak = |-166,3|
 = 166,3 mm/tahun

7. Dengan persamaan (2-44) dan (2-46) dapat dihitung nilai RMSE dan MAE untuk masing-masing model semivariogram sebagai berikut:

- Model *Spherical*

$$\begin{aligned} \text{RMSE} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{516854,4}{43}} \\ &= 109,635 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAE} &= \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \\ &= \frac{3663,7}{43} \\ &= 85,203 \end{aligned}$$

- Model *Exponential*

$$\begin{aligned} \text{RMSE} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{553237}{43}} \\ &= 113,428 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAE} &= \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \\ &= \frac{3794,3}{43} \\ &= 88,241 \end{aligned}$$

- Model *Gaussian*

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}}$$

$$\begin{aligned}
&= \sqrt{\frac{533166,7}{43}} \\
&= 111,352 \\
\text{MAE} &= \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \\
&= \frac{3711}{43} \\
&= 86,302
\end{aligned}$$

Perbandingan nilai RMSE dan MAE dari ketiga model semivariogram disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.31

Perbandingan Hasil *Cross Validation* Ketiga Model Semivariogram Stasiun Hujan Eksisting

Model Variogram	RMSE	MAE
Spherical	109,6	85,2
Exponential	113,4	88,2
Gaussian	111,4	86,3

Sumber: Hasil Perhitungan dan Analisa GIS, 2018

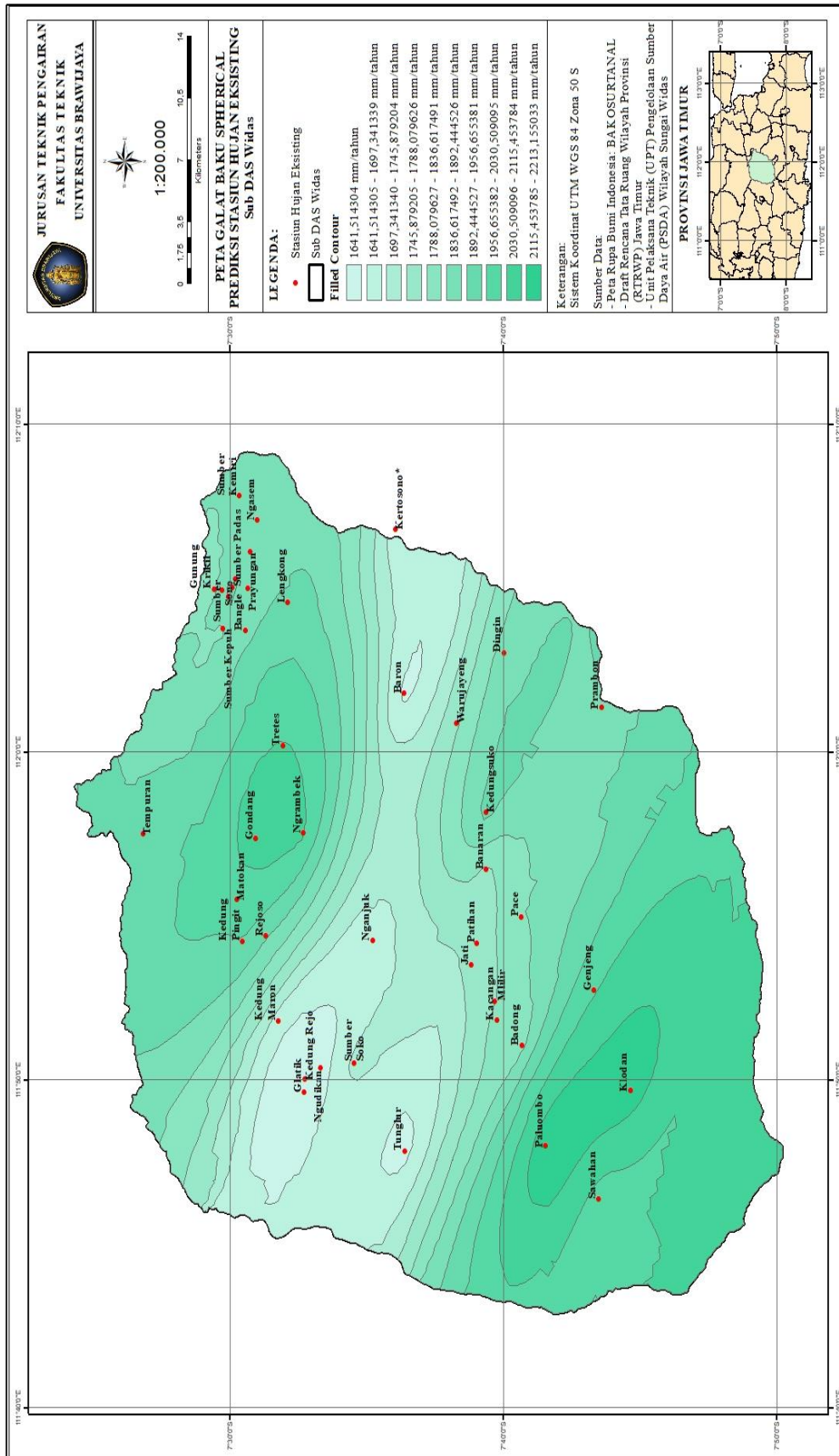
Berdasarkan tabel diatas, model variogram *Spherical* memiliki nilai RMSE dan MAE paling kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi spasial curah hujan di Kabupaten Nganjuk dapat dijelaskan oleh model semivariogram *Spherical*.

Dengan mempertimbangkan tingkat perkembangan jaringan stasiun hujan, keadaan jaringan stasiun hujan pada daerah studi dirasa kurang memenuhi, oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap pos hujan yang digunakan dalam analisa selanjutnya dengan mengurangi pos hujan yang ada.

8. Setelah dilakukan pemodelan semivariogram, model terpilih selanjutnya digunakan untuk membuat peta kontur galat baku prediksi (*predicition standart error map*). Tujuan membuat peta kontur untuk mengetahui besar kesalahan distribusi kontur jaringan stasiun hujan pada kondisi eksisting. Peta kontur galat baku prediksi hujan eksisting disajikan pada Gambar 4.27. Dari peta tersebut dapat dilihat bahwa pola penyebaran stasiun hujan mempengaruhi distribusi kontur. Pada daerah dengan kerapatan stasiun hujan yang rendah memiliki kesalahan distribusi kontur yang tinggi.

9. Penentuan letak stasiun hujan yang direkomendasikan dilakukan dengan mensimulasi yang didasarkan pada peta galat baku prediksi stasiun hujan eksisting dengan memperhatikan faktor tata guna lahan, faktor hidraulik dan faktor jaringan transportasi

guna memudahkan proses pembangunan, operasi maupun pemeliharaan stasiun hujan dan hasil perhitungan analisa bobot.



Gambar 4.27 Peta Galat Baku Prediksi Stasiun Hujan Eksisting dengan Aplikasi ArcGIS 10.2

Sumber: Hasil Penggambaran, 2018

Stasiun hujan rekomendasi pada Sub DAS Widas terdapat 2 rekomendasi terdiri dari rekomendasi A dan B dimana masing-masing dibagi menjadi 3 rekomendasi dengan mengurangi stasiun hujan. Pengurangan stasiun hujan dilakukan untuk mendapatkan jumlah minimum pos hujan yang dapat memberikan hasil optimal pada Sub DAS Widas, yaitu:

- **Rekomendasi A**

Pengurangan stasiun hujan dengan mengurangi stasiun hujan pada bangunan air dan stasiun hujan yang tidak lolos pada uji penyaringan data, yaitu:

- 1) Rekomendasi 1 terdapat 2 alternatif, yaitu:
 - a) Pengurangan stasiun hujan eksisting berdasarkan stasiun hujan yang tidak lolos pada uji penyaringan data dengan tidak mengurangi stasiun hujan yang terdapat pada bangunan air (2 stasiun hujan yang dihilangkan) dengan jumlah total 41 stasiun hujan.
 - b) Pengurangan stasiun hujan eksisting berdasarkan stasiun hujan yang tidak lolos pada uji penyaringan data termasuk dengan stasiun hujan yang terdapat pada bangunan air (5 stasiun hujan yang dihilangkan) dengan jumlah total 38 stasiun hujan.

Berdasarkan *Cross Validation* Model Semivariogram pada stasiun hujan rekomendasi I didapatkan nilai RMSE dan MAE. Maka yang digunakan pada rekomendasi I adalah yang memiliki nilai RMSE dan MAE terkecil yaitu 90,768 dan 71,375 dengan pengurangan stasiun hujan sebanyak 5 stasiun hujan.

Tabel 4.32

Nilai RMSE dan MAE Stasiun Hujan Rekomendasi I

Pengurangan Stasiun Hujan	Jumlah Stasiun Hujan	RMSE	MAE
2	41	100,708	76,145
5	38	90,768	71,375

Sumber: Hasil Perhitungan. 2018

- 2) Rekomendasi II yaitu pengurangan stasiun hujan sama dengan rekomendasi I (sebanyak 5 stasiun hujan) dan 3 stasiun hujan berdasarkan letak stasiun hujan yang tidak begitu mempengaruhi hasil curah hujan pada daerah tersebut dengan jumlah total 35 stasiun hujan.
- 3) Rekomendasi III yaitu pengurangan stasiun hujan sama dengan rekomendasi II dan 3 stasiun hujan berdasarkan letak stasiun hujan yang tidak begitu

mempengaruhi hasil curah hujan pada daerah tersebut dengan jumlah total 32 stasiun hujan.

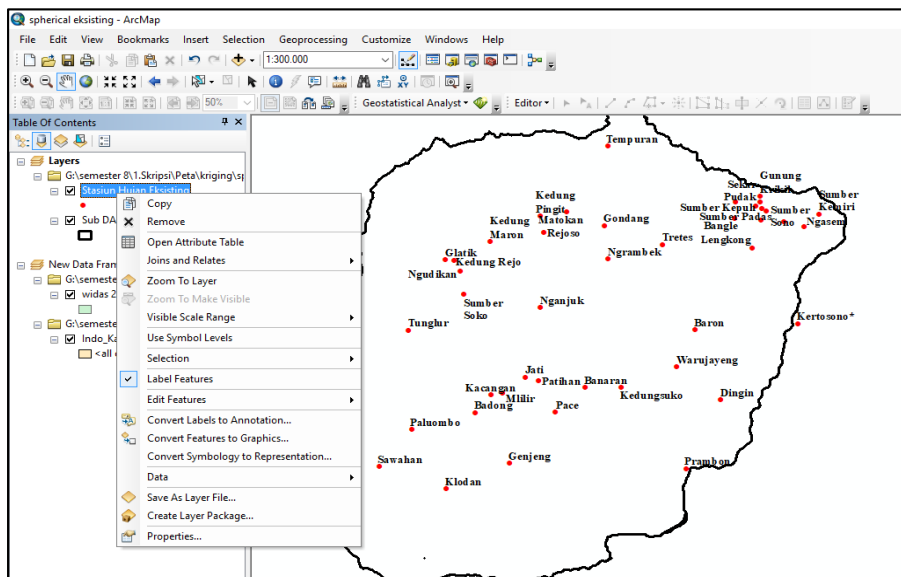
- **Rekomendasi B**

Pengurangan stasiun hujan dengan mengurangi stasiun hujan mempertimbangkan jaringan sungai, bangunan air dan stasiun hujan yang tidak lolos pada uji penyaringan data, yaitu:

- 1) Rekomendasi 1 yaitu pengurangan stasiun hujan eksisting berdasarkan stasiun hujan yang tidak lolos pada uji penyaringan data dengan tidak mengurangi stasiun hujan yang terletak dekat dengan jaringan sungai (3 stasiun hujan yang dihilangkan) dengan jumlah total 40 stasiun hujan..
- 2) Rekomendasi 2 yaitu pengurangan stasiun hujan sama dengan rekomendasi 1 (sebanyak 3 stasiun hujan) dan 3 stasiun hujan berdasarkan letak stasiun hujan yang tidak begitu dekat dengan jaringan sungai dan tidak terlalu mempengaruhi hasil curah hujan pada daerah tersebut dengan jumlah total 37 stasiun hujan..
- 3) Rekomendasi 2 yaitu Pengurangan hujan sama dengan rekomendasi 2 (sebanyak 6 stasiun hujan) dan 3 stasiun hujan berdasarkan letak stasiun hujan yang tidak begitu dekat dengan jaringan sungai dan tidak terlalu mempengaruhi hasil curah hujan pada daerah tersebut dengan jumlah total 34 stasiun hujan.

Langkah-langkah untuk mengplotkan stasiun hujan rekomendasi adalah sebagai berikut:

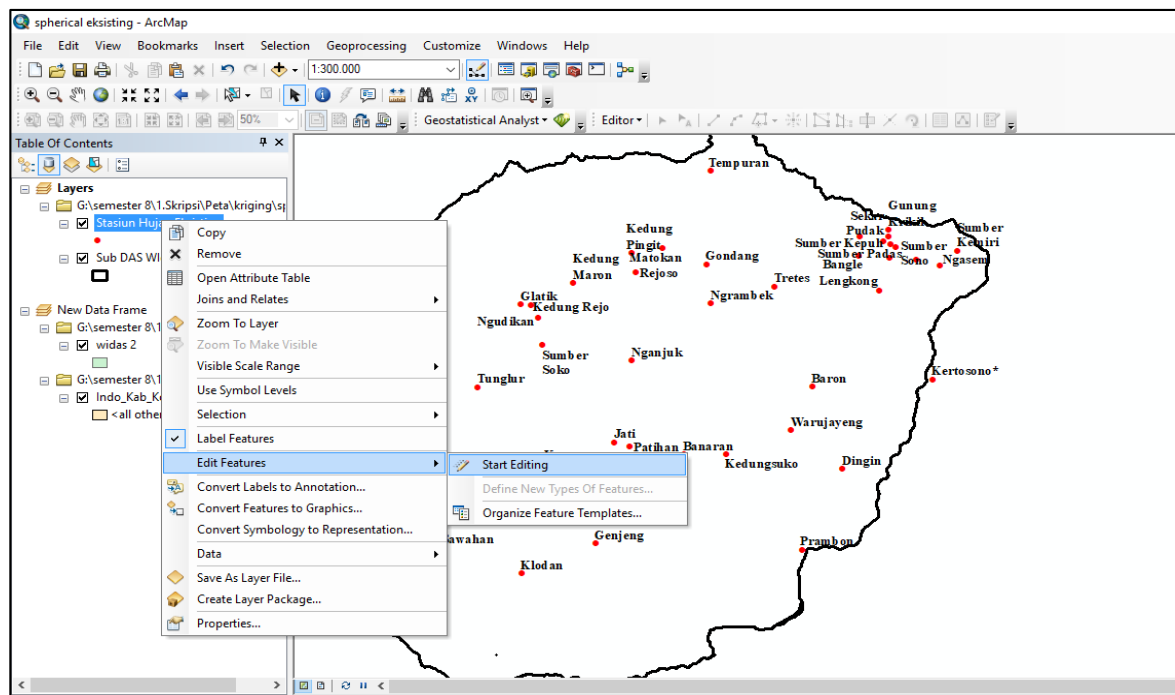
- Klik kanan pada layer yang akan diedit (misalnya layer stasiun hujan)



Gambar 4.28 Memulai Edit Pada Layer yang Akan Ditambah Atau Dikurangi

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

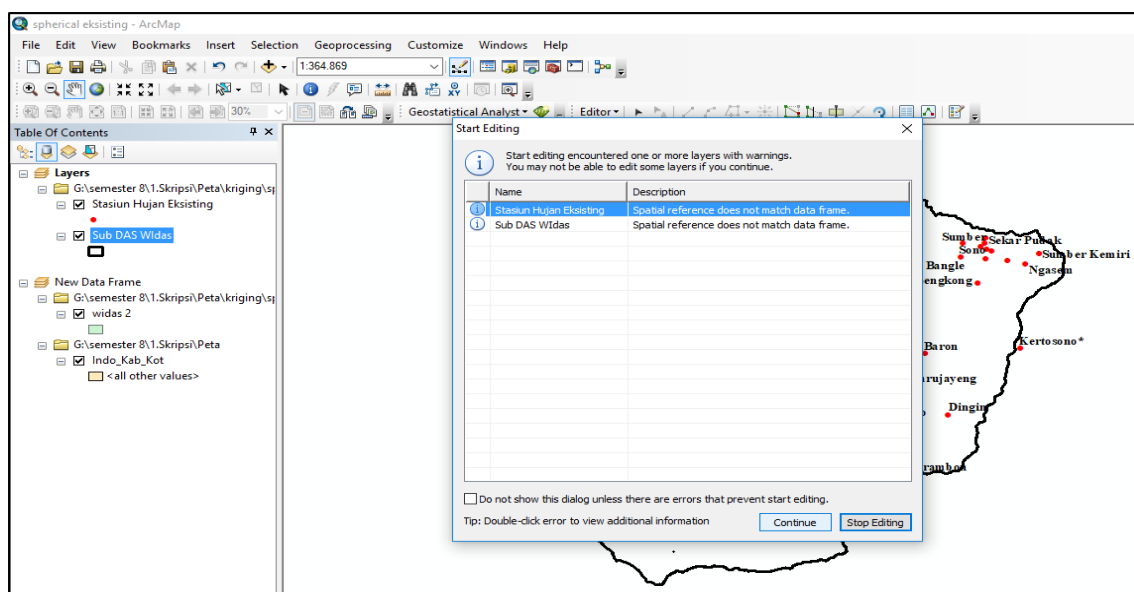
- Klik Edit Features, kemudian klik *Start Editing*.



Gambar 4.29 Tampilan *Start Editing*

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

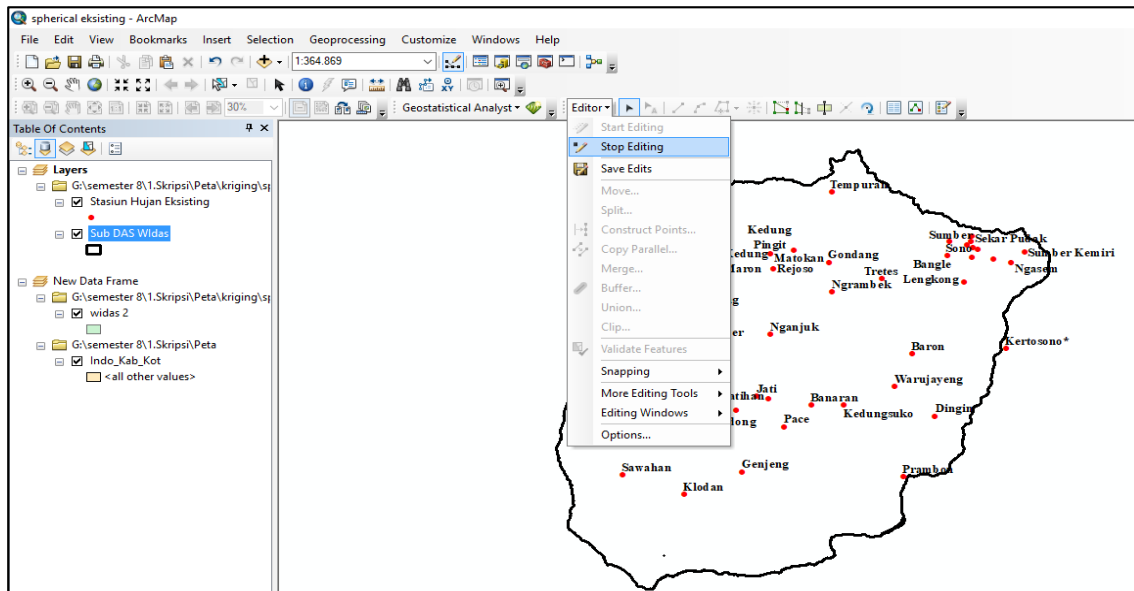
- Kemudian klik nama layer yang akan diedit, setelah itu klik Continue. Penambahan atau pengurangan stasiun hujan rekomendasi disesuaikan dengan hasil analisa bobot dan faktor tata guna lahan, faktor hidraulik serta faktor jaringan transportasi pada Kabupaten Nganjuk dengan meng-Klik pada titik yang akan ditambah atau dikurangi.



Gambar 4.30 Tampilan *Start Editing*

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

- Jika sudah selesai meng-edit, klik *Stop Editing* dan *Save Editing*.



Gambar 4.31 Tampilan Stop Editing dan Save Editing

Sumber: Aplikasi ArcMap GIS 10.2

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

Berdasarkan rekomendasi stasiun hujan diatas, maka didapatkan nilai RMSE dan MAE dari masing-masing rekomendasi. Rekomendasi yang dipilih yaitu rekomendasi A yang memiliki nilai RMSE dan MAE terkecil

Tabel 4.33

Nilai RMSE dan MAE Stasiun Hujan Rekomendasi A

Model Semivariogram	RMSE				MAE			
	Eksisting	Rekom. I	Rekom. II	Rekom. III	Eksisting	Rekom. I	Rekom. II	Rekom. III
<i>Spherical</i>	109,635	90,768	79,159	82,655	85,203	71,375	63,238	63,6
<i>Exponential</i>	113,428	98,027	86,477	92,022	88,241	76,223	67,518	70,4
<i>Gaussian</i>	111,352	87,271	75,613	75,646	86,302	69,164	60,990	61,6

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.34

Nilai RMSE dan MAE Stasiun Hujan Rekomendasi B

Model Semivariogram	RMSE				MAE			
	Eksisting	Rekom. I	Rekom. II	Rekom. III	Eksisting	Rekom. I	Rekom. II	Rekom. III
Spherical	109,635	104,313	97,598	100,658	85,203	80,092	76,978	79,270
Exponential	113,428	106,115	100,755	102,649	88,241	82,515	79,043	79,526
Gaussian	111,352	108,580	99,482	101,881	86,302	82,467	77,190	79,608

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berikut merupakan tabel perhitungan *Cross Validation* Model Semivariogram stasiun hujan rekomendasi A:

Tabel 4.35

Cross Validation Model Semivariogram *Spherical* pada Stasiun Hujan Rekomendasi I (38 Stasiun Hujan)

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya (mm/tahun)	Curah Hujan Prediksi (mm/tahun)	Galat (mm/tahun)	Kuadrat Galat	Galat Mutlak
1	Badong	1843,491	2010,2	-166,7	27778,4	166,7
2	Banaran	1805,369	1899,4	-94,1	8846,3	94,1
3	Bangle	1937,986	1928,9	9,1	82,7	9,1
4	Kacangan	1875,568	1823,4	52,2	2720,1	52,2
5	Dingin	1926,879	1905,6	21,2	451,1	21,2
6	Genjeng	2104,604	2107,9	-3,3	10,8	3,3
7	Glatik	1651,016	1696,7	-45,7	2086,2	45,7
8	Gondang	2177,788	2070,8	107,0	11448,6	107,0
9	Gunung Krikil	1878,568	1914,4	-35,8	1282,8	35,8
10	Jati	1809,724	1792,6	17,1	292,6	17,1
11	Kedung Lumbung	1872,141	1939,0	-66,9	4469,4	66,9
12	Kedung Pingit	2041,309	1988,2	53,1	2823,9	53,1
13	Kedung Maron	1706,950	1799,4	-92,4	8546,1	92,4
14	Kedungsuko	2001,993	1833,4	168,6	28431,6	168,6
15	Klodan	2281,901	2198,2	83,7	7003,9	83,7
16	Lengkong	2001,584	1961,9	39,7	1578,4	39,7
17	Logawe	2025,932	1935,9	90,1	8112,0	90,1
18	Matokan	2040,477	2100,5	-60,0	3605,8	60,0
19	Mlilir	1823,257	1847,0	-23,7	561,8	23,7
20	Nganjuk	1705,217	1773,6	-68,4	4680,7	68,4
21	Ngasem	2012,639	1875,8	136,8	18714,6	136,8
22	Ngudikan	1676,087	1685,3	-9,2	84,2	9,2
23	Pace	1898,294	1846,4	51,9	2688,8	51,9
24	Paluombo	2325,529	2060,4	265,1	70294,7	265,1
25	Patihan	1792,694	1817,6	-24,9	622,5	24,9
26	Prambon	1937,300	1975,2	-37,9	1436,6	37,9
27	Prayungan	1828,713	1964,3	-135,6	18379,5	135,6
28	Rejoso	1957,404	1950,2	7,2	51,6	7,2
29	Sekar Pudak	1872,082	1947,1	-75,0	5623,3	75,0
30	Sumber Kepuh	1858,942	1962,9	-103,9	10804,7	103,9
31	Sumber Kemiri	1897,999	1942,1	-44,1	1945,3	44,1
32	Sumber Padas	2052,190	1937,3	114,9	13196,2	114,9
33	Sumber Soko	1772,662	1674,0	98,7	9741,0	98,7
34	Sumber Sono	1952,250	1955,1	-2,8	7,9	2,8
35	Tempuran	1994,763	1961,6	33,1	1097,9	33,1
36	Tretes	2126,810	2094,1	32,7	1071,7	32,7
37	Tunglur	1667,768	1831,2	-163,4	26701,2	163,4
38	Warujayeng	1826,969	1903,1	-76,2	5802,5	76,2
		Jumlah			313077,3	2712,2

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.36

Cross Validation Model Semivariogram *Spherical* pada Stasiun Hujan Rekomendasi II (35 Stasiun Hujan)

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	Galat	Kuadrat Galat	Galat Mutlak
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	(mm/tahun)		
1	Banaran	1805,369	1884,6	-79,3	6284,8	79,3
2	Bangle	1937,986	1934,9	3,1	9,6	3,1
3	Kacangan	1875,568	1883,3	-7,7	60,0	7,7
4	Dingin	1926,879	1890,6	36,3	1317,8	36,3
5	Genjeng	2104,604	2131,1	-26,5	703,9	26,5
6	Glatik	1651,016	1705,0	-54,0	2917,6	54,0
7	Gondang	2177,788	2069,5	108,3	11726,7	108,3
8	Gunung Krikil	1878,568	1919,8	-41,2	1697,0	41,2
9	Jati	1809,724	1796,8	12,9	166,4	12,9
10	Kedung Lumbung	1872,141	1942,4	-70,2	4929,9	70,2
11	Kedung Pingit	2041,309	1984,2	57,1	3255,9	57,1
12	Kedung Maron	1706,950	1798,8	-91,9	8441,8	91,9
13	Kedungsuko	2001,993	1825,5	176,5	31160,3	176,5
14	Klodan	2281,901	2203,2	78,7	6193,8	78,7
15	Lengkong	2001,584	1961,6	40,0	1598,0	40,0
16	Logawe	2025,932	1933,0	92,9	8630,1	92,9
17	Matokan	2040,477	2097,2	-56,7	3219,8	56,7
18	Mlilir	1823,257	1864,4	-41,1	1692,5	41,1
19	Nganjuk	1705,217	1769,2	-64,0	4094,1	64,0
20	Ngasem	2012,639	1883,4	129,2	16700,8	129,2
21	Ngudikan	1676,087	1688,7	-12,6	159,0	12,6
22	Paluombo	2325,529	2130,0	195,5	38218,9	195,5
23	Patihan	1792,694	1811,4	-18,7	350,6	18,7
24	Prambon	1937,300	1957,6	-20,3	412,5	20,3
25	Prayungan	1828,713	1962,7	-134,0	17955,4	134,0
26	Rejoso	1957,404	1950,2	7,2	51,3	7,2
27	Sekar Puduk	1872,082	1947,0	-75,0	5618,7	75,0
28	Sumber Kepuh	1858,942	1958,7	-99,8	9953,2	99,8
29	Sumber Kemiri	1897,999	1948,8	-50,8	2583,4	50,8
30	Sumber Padas	2052,190	1933,6	118,6	14067,3	118,6
31	Sumber Soko	1772,662	1699,1	73,6	5418,1	73,6
32	Sumber Sono	1952,250	1949,0	3,2	10,4	3,2
33	Tempuran	1994,763	1982,3	12,5	155,4	12,5
34	Tretes	2126,810	2095,6	31,2	973,7	31,2
35	Warujayeng	1826,969	1919,6	-92,7	8589,1	92,7
Jumlah					219317,6	2213,3

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.37

Cross Validation Model Semivariogram *Spherical* pada Stasiun Hujan Rekomendasi III (32 Stasiun Hujan)

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya (mm/tahun)	Curah Hujan Prediksi (mm/tahun)	Galat (mm/tahun)	Kuadrat Galat	Galat Mutlak
1	Banaran	1805,369	1886,2	-80,9	6541,2	80,9
2	Bangle	1937,986	1939,9	-1,9	3,5	1,9
3	Kacangan	1875,568	1878,7	-3,1	9,7	3,1
4	Dingin	1926,879	1881,5	45,3	2055,7	45,3
5	Genjeng	2104,604	2104,8	-0,2	0,0	0,2
6	Glatik	1651,016	1701,3	-50,2	2523,8	50,2
7	Gondang	2177,788	2071,2	106,5	11351,2	106,5
8	Gunung Krikil	1878,568	1891,7	-13,1	171,2	13,1
9	Jati	1809,724	1793,3	16,4	268,6	16,4
10	Kedung Pingit	2041,309	1980,2	61,1	3730,7	61,1
11	Kedung Maron	1706,950	1778,6	-71,7	5137,9	71,7
12	Kedungsuko	2001,993	1818,4	183,6	33707,4	183,6
13	Klodian	2281,901	2224,8	57,1	3265,6	57,1
14	Lengkong	2001,584	1963,5	38,1	1449,7	38,1
15	Logawe	2025,932	1865,1	160,8	25860,3	160,8
16	Matokan	2040,477	2110,1	-69,6	4845,9	69,6
17	Mlilir	1823,257	1857,2	-33,9	1148,7	33,9
18	Nganjuk	1705,217	1775,9	-70,7	5000,6	70,7
19	Ngasem	2012,639	1864,4	148,3	21985,9	148,3
20	Ngudikan	1676,087	1679,1	-3,0	8,9	3,0
21	Paluombo	2325,529	2163,9	161,6	26117,6	161,6
22	Patihan	1792,694	1805,2	-12,5	156,6	12,5
23	Prambon	1937,300	1963,3	-26,0	678,2	26,0
24	Prayungan	1828,713	1975,6	-146,9	21566,6	146,9
25	Rejoso	1957,404	1961,2	-3,8	14,1	3,8
26	Sekar Pudak	1872,082	1927,3	-55,2	3045,2	55,2
27	Sumber Kepuh	1858,942	1962,6	-103,6	10738,5	103,6
28	Sumber Kemiri	1897,999	1971,8	-73,8	5451,0	73,8
29	Sumber Soko	1772,662	1686,4	86,2	7433,0	86,2
30	Tempuran	1994,763	2001,8	-7,1	50,1	7,1
31	Tretes	2126,810	2099,3	27,5	758,6	27,5
32	Warujayeng	1826,969	1943,3	-116,4	13542,7	116,4
		Jumlah			218618,9	2036,1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berikut merupakan contoh perhitungan menggunakan *Cross Validation* pada Stasiun Hujan Badong Rekomendasi I:

- CH Sebenarnya = 1843,491 mm/tahun

- CH Prediksi = 2010,2 mm/tahun (hasil dari interpolasi Kriging pada stasiun hujan Badong)
- Galat = CH. Sebenarnya – CH. Predikisi
= 1843,491 – 2010,2
= -166,7 mm/tahun
- Kuadrat Galat = Galat²
= (-166,7)²
= 27778,4 mm/tahun
- Galat Mutlak = |-166,7|
= 166,7 mm/tahun

Dengan persamaan (2-44) dan (2-46) dapat dihitung nilai RMSE dan MAE untuk masing-masing model semivariogram sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{313077,3}{38}}$$

$$= 90,768$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

$$= \frac{2712,2}{38}$$

$$= 71,375$$

11. Pengujian keoptimalan letak stasiun hujan rekomendasi dilakukan dengan membandingkan nilai RMSE dan MAE antara stasiun hujan eksisting dengan stasiun hujan rekomendasi. Perbandingan nilai RMSE dan MAE disajikan pada Tabel 4.35.

Tabel 4.38

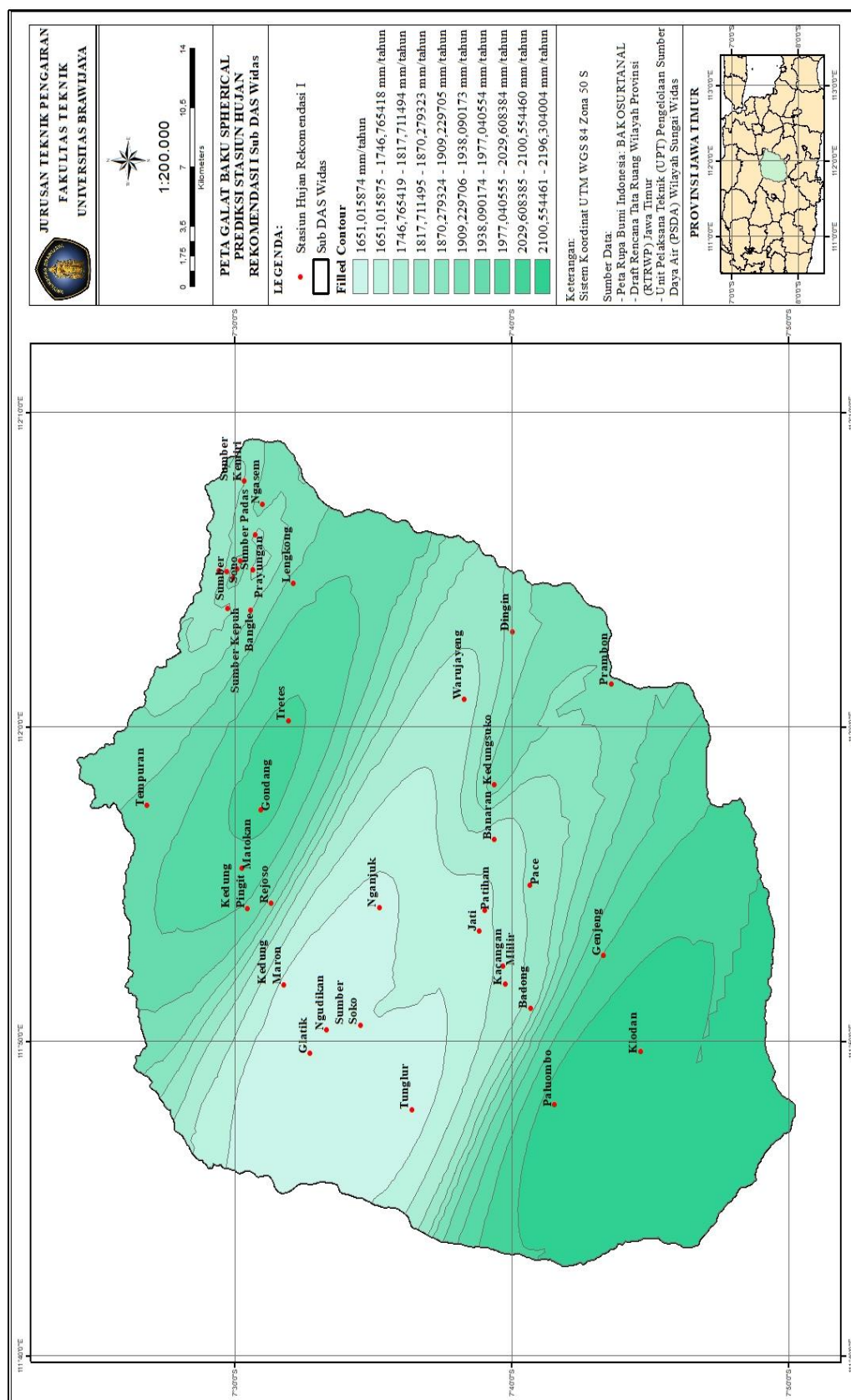
Perbandingan Nilai RMSE dan MAE Stasiun Hujan Eksisting dan Stasiun Hujan Rekomendasi

Model Semivariogram	RMSE				MAE			
	Eksisting	Rekomen. I	Rekomen. II	Rekomen. III	Eksisting	Rekomen. I	Rekomen. II	Rekomen. III
<i>Spherical</i>	109,635	90,768	79,159	82,655	85,203	71,375	63,238	63,6
<i>Exponential</i>	113,428	98,027	86,477	92,022	88,241	76,223	67,518	70,4
<i>Gaussian</i>	111,352	87,271	75,613	75,646	86,302	69,164	60,990	61,6

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

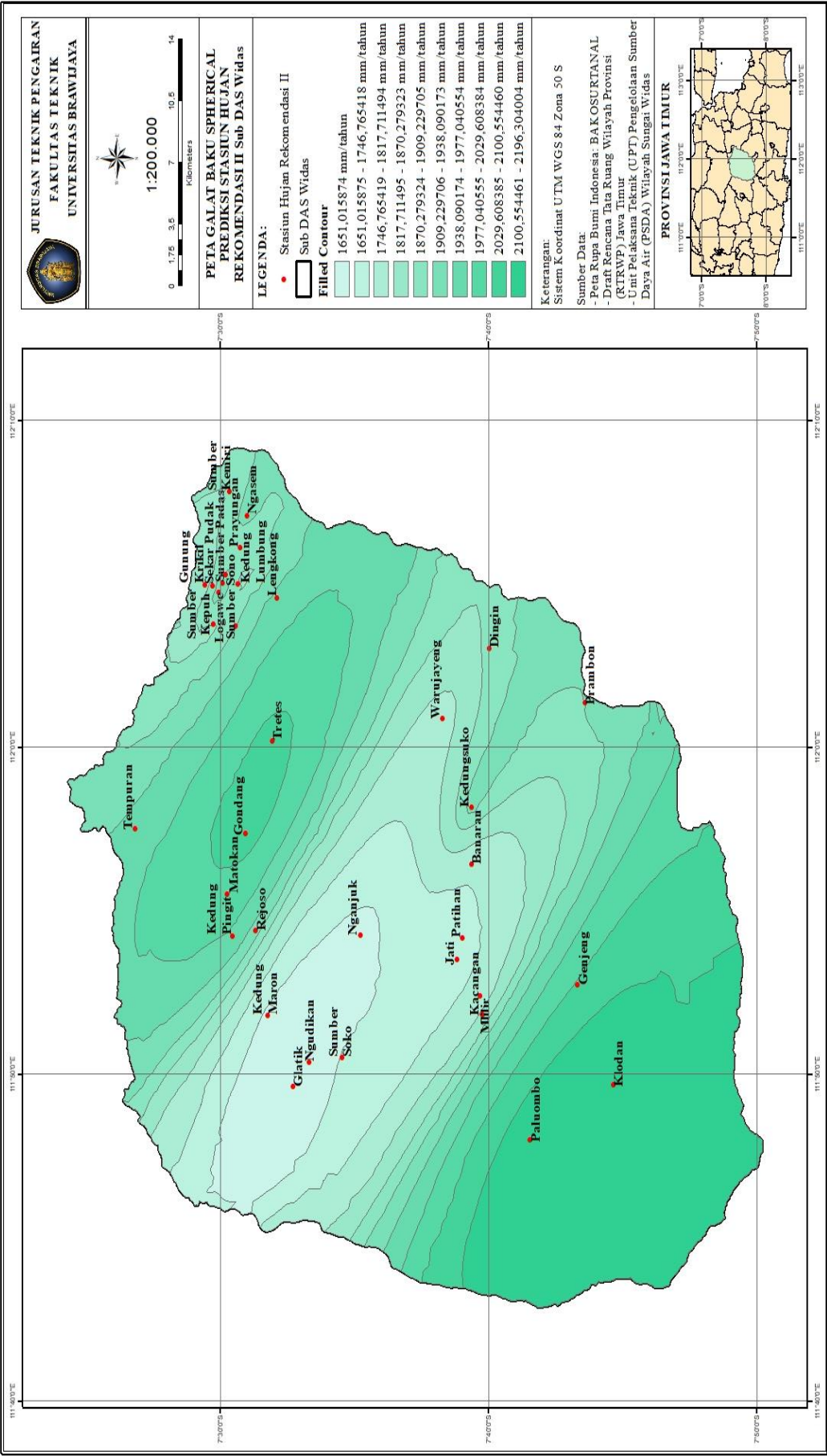
Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa nilai RMSE dan MAE pos hujan rekomendasi lebih kecil dibandingkan nilai RMSE dan MAE pos hujan eksisting, sehingga

pos rekomendasi hasil interpolasi kriging dapat diterima dan bisa diterapkan pada Sub DAS Widas. Untuk peta galat baku prediksi stasiun hujan rekomendasi disajikan pada Gambar 4.32, 4.33 dan 4.34.



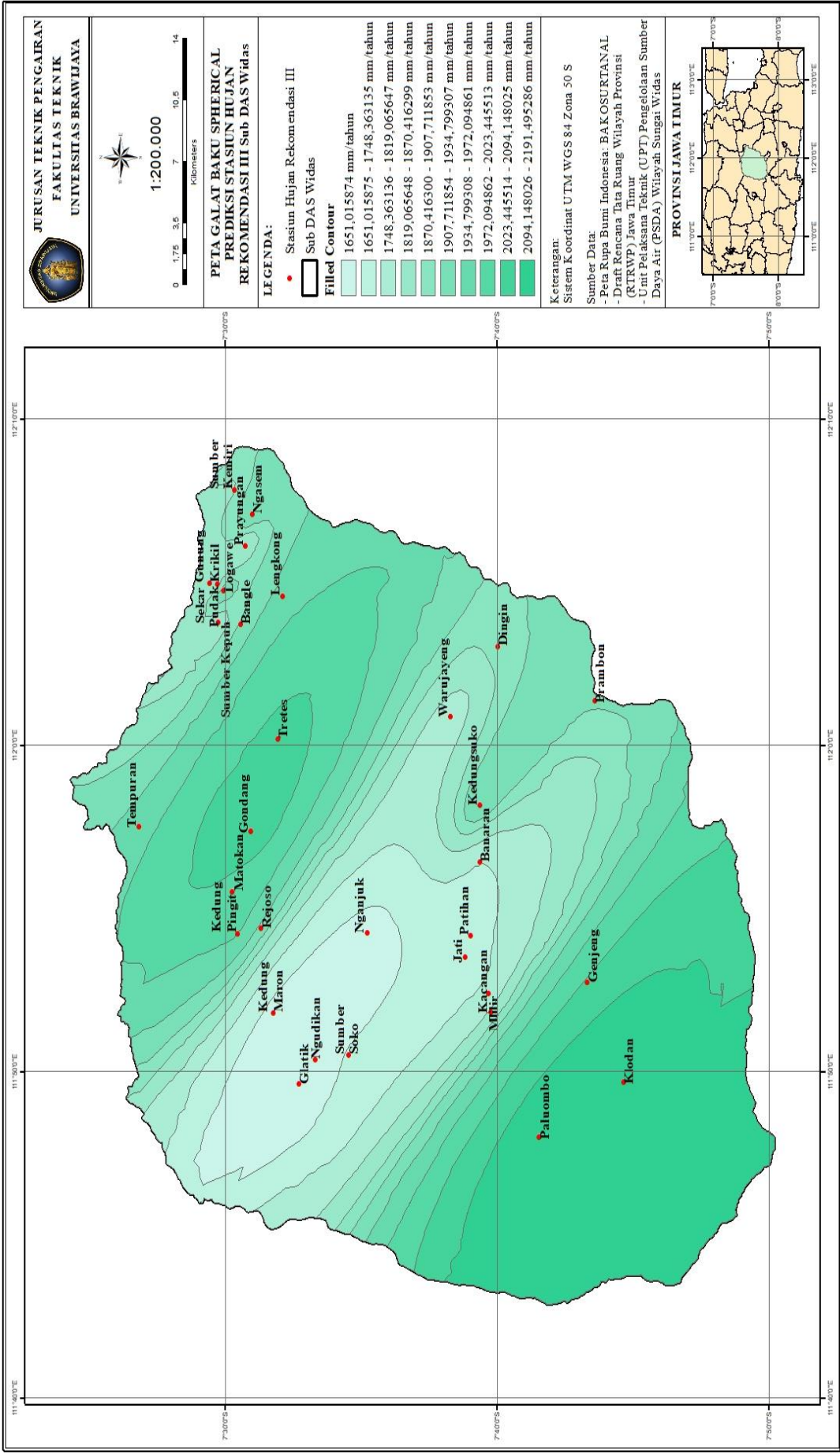
Gambar 4.32 Peta Galat Baku Prediksi Stasiun Hujan Rekomendasi I

Sumber: Hasil Penggambaran, 2018



Gambar 4.33 Peta Galat Baku Prediksi Stasiun Hujan Rekomendasi II

Sumber: Hasil Penggambaran, 2018



Gambar 4.34 Peta Galat Baku Prediksi Stasiun Hujan Rekomendasi III

Sumber: Hasil Penggambaran, 2018

4.7. Evaluasi Stasiun Hujan Metode Kriging

Untuk memperoleh keyakinan bahwa pos-pos yang dipilih dari hasil evaluasi berdasarkan analisa jaringan *Kriging* cukup mewakili dari jumlah pos hujan yang tersedia, maka dihitung Kesalahan Relatif. Penentuan kesalahan relatif curah hujan dilakukan dengan menggunakan persamaan (2-47) Stasiun Hujan Badong Rekomendasi I:

$$\begin{aligned}
 Kr &= \left(\frac{Xa - Xb}{Xa} \right) \times 100 \\
 &= \left(\frac{1843,491 - 2010,2}{1843,491} \right) \times 100 \\
 &= 9 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.39

Perhitungan Kesalahan Relatif Stasiun Hujan Rekomendasi I

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	KR (%)
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	
1	Badong	1843,491	2010,2	9,0%
2	Banaran	1805,369	1899,4	5,2%
3	Bangle	1937,986	1928,9	0,5%
4	Kacangan	1875,568	1823,4	2,8%
5	Dingin	1926,879	1905,6	1,1%
6	Genjeng	2104,604	2107,9	0,2%
7	Glatik	1651,016	1696,7	2,8%
8	Gondang	2177,788	2070,8	4,9%
9	Gunung Krikil	1878,568	1914,4	1,9%
10	Jati	1809,724	1792,6	0,9%
11	Kedung Lumbung	1872,141	1939,0	3,6%
12	Kedung Pingit	2041,309	1988,2	2,6%
13	Kedung Maron	1706,950	1799,4	5,4%
14	Kedungsuko	2001,993	1833,4	8,4%
15	Klodian	2281,901	2198,2	3,7%
16	Lengkong	2001,584	1961,9	2,0%
17	Logawe	2025,932	1935,9	4,4%
18	Matokan	2040,477	2100,5	2,9%
19	Mlilir	1823,257	1847,0	1,3%
20	Nganjuk	1705,217	1773,6	4,0%
21	Ngasem	2012,639	1875,8	6,8%
22	Ngudikan	1676,087	1685,3	0,5%
23	Pace	1898,294	1846,4	2,7%
24	Paluombo	2325,529	2060,4	11,4%
25	Patihan	1792,694	1817,6	1,4%
26	Prambon	1937,300	1975,2	2,0%
27	Prayungan	1828,713	1964,3	7,4%
28	Rejoso	1957,404	1950,2	0,4%
29	Sekar Puduk	1872,082	1947,1	4,0%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.39

Perhitungan Kesalahan Relatif Stasiun Hujan Rekomendasi I

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	KR (%)
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	
30	Sumber Kepuh	1858,942	1962,9	5,6%
31	Sumber Kemiri	1897,999	1942,1	2,3%
32	Sumber Padas	2052,190	1937,3	5,6%
33	Sumber Soko	1772,662	1674,0	5,6%
34	Sumber Sono	1952,250	1955,1	0,1%
35	Tempuran	1994,763	1961,6	1,7%
36	Tretes	2126,810	2094,1	1,5%
37	Tunglur	1667,768	1831,2	9,8%
38	Warujayeng	1826,969	1903,1	4,2%
Rata-rata KR				3,70%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.40

Perhitungan Kesalahan Relatif Stasiun Hujan Rekomendasi II

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	KR (%)
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	
1	Banaran	1805,369	1884,6	4,4%
2	Bangle	1937,986	1934,9	0,2%
3	Kacangan	1875,568	1883,3	0,4%
4	Dingin	1926,879	1890,6	1,9%
5	Genjeng	2104,604	2131,1	1,3%
6	Glatik	1651,016	1705,0	3,3%
7	Gondang	2177,788	2069,5	5,0%
8	Gunung Krikil	1878,568	1919,8	2,2%
9	Jati	1809,724	1796,8	0,7%
10	Kedung Lumbung	1872,141	1942,4	3,8%
11	Kedung Pingit	2041,309	1984,2	2,8%
12	Kedung Maron	1706,950	1798,8	5,4%
13	Kedungsuko	2001,993	1825,5	8,8%
14	Klodan	2281,901	2203,2	3,4%
15	Lengkong	2001,584	1961,6	2,0%
16	Logawe	2025,932	1933,0	4,6%
17	Matokan	2040,477	2097,2	2,8%
18	Mlilir	1823,257	1864,4	2,3%
19	Nganjuk	1705,217	1769,2	3,8%
20	Ngasem	2012,639	1883,4	6,4%
21	Ngudikan	1676,087	1688,7	0,8%
22	Paluombo	2325,529	2130,0	8,4%
23	Patihan	1792,694	1811,4	1,0%
24	Prambon	1937,300	1957,6	1,0%
25	Prayungan	1828,713	1962,7	7,3%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.40

Perhitungan Kesalahan Relatif Stasiun Hujan Rekomendasi II

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	KR (%)
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	
26	Rejoso	1957,404	1950,2	0,4%
27	Sekar Pudak	1872,082	1947,0	4,0%
28	Sumber Kepuh	1858,942	1958,7	5,4%
29	Sumber Kemiri	1897,999	1948,8	2,7%
30	Sumber Padas	2052,190	1933,6	5,8%
31	Sumber Soko	1772,662	1699,1	4,2%
32	Sumber Sono	1952,250	1949,0	0,2%
33	Tempuran	1994,763	1982,3	0,6%
34	Tretes	2126,810	2095,6	1,5%
35	Warujayeng	1826,969	1919,6	5,1%
Rata-rata KR				3,2%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.41

Perhitungan Kesalahan Relatif Stasiun Hujan Rekomendasi III

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	KR (%)
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	
1	Banaran	1805,369	1886,2	4,5%
2	Bangle	1937,986	1939,9	0,1%
3	Kacangan	1875,568	1878,7	0,2%
4	Dingin	1926,879	1881,5	2,4%
5	Genjeng	2104,604	2104,8	0,0%
6	Glatik	1651,016	1701,3	3,0%
7	Gondang	2177,788	2071,2	4,9%
8	Gunung Krikil	1878,568	1891,7	0,7%
9	Jati	1809,724	1793,3	0,9%
10	Kedung Pingit	2041,309	1980,2	3,0%
11	Kedung Maron	1706,950	1778,6	4,2%
12	Kedungsuko	2001,993	1818,4	9,2%
13	Klodian	2281,901	2224,8	2,5%
14	Lengkong	2001,584	1963,5	1,9%
15	Logawe	2025,932	1865,1	7,9%
16	Matokan	2040,477	2110,1	3,4%
17	Mlilir	1823,257	1857,2	1,9%
18	Nganjuk	1705,217	1775,9	4,1%
19	Ngasem	2012,639	1864,4	7,4%
20	Ngudikan	1676,087	1679,1	0,2%
21	Paluombo	2325,529	2163,9	6,9%
22	Patihan	1792,694	1805,2	0,7%
23	Prambon	1937,300	1963,3	1,3%
24	Prayungan	1828,713	1975,6	8,0%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.41

Perhitungan Kesalahan Relatif Stasiun Hujan Rekomendasi III

No	Nama Stasiun Hujan	Curah Hujan Sebenarnya	Curah Hujan Prediksi	KR (%)
		(mm/tahun)	(mm/tahun)	
25	Rejoso	1957,404	1961,2	0,2%
26	Sekar Pudak	1872,082	1927,3	2,9%
27	Sumber Kepuh	1858,942	1962,6	5,6%
28	Sumber Kemiri	1897,999	1971,8	3,9%
29	Sumber Soko	1772,662	1686,4	4,9%
30	Tempuran	1994,763	2001,8	0,4%
31	Tretes	2126,810	2099,3	1,3%
32	Warujayeng	1826,969	1943,3	6,4%
Rata-rata KR				3,3%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Rekomendasi II memiliki kesalahan relatif paling rendah dibandingkan rekomendasi yang lain dengan jumlah stasiun hujan sebanyak 35 stasiun hujan dan besar rata-rata kesalahan relatif 3,14%. Sehingga rekomendasi stasiun hujan yang dipilih atau direkomendasikan dalam studi ini adalah stasiun hujan rekomendasi II pada metode *Gaussian*.

Tabel 4.42

Rekapitulasi Kesalahan Relatif Stasiun Hujan Rekomendasi *Kriging*

Stasiun Hujan Kriging	Kesalahan Relatif Spherical	Kesalahan Relatif Exponential	Kesalahan Relatif Gaussian
Rekomendasi I	3,70%	3,94%	3,60%
Rekomendasi II	3,24%	3,45%	3,14%
Rekomendasi III	3,28%	3,60%	3,19%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

4.8. Hubungan Jaringan Stasiun Hujan Terhadap Faktor Topografi

Analisa terakhir dalam studi ini adalah mencoba menemukan keterkaitan antara jaringan stasiun hujan terhadap faktor topografi yaitu elevasi, jarak dan slope. Keterkaitan yang disebutkan yaitu keterkaitan antara hujan yang turun terhadap parameter topografi dan keterkaitan antara parameter-parameter topografi.

4.8.1. Hubungan Antar Parameter Topografi Stasiun Hujan Eksisting Terpilih *Kagan-Rodda*

Analisa regresi ini dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antar variabel topografi yaitu elevasi dan slope sebagai variabel bebas dan jarak (L) stasiun eksisting terhadap outlet sungai.



Gambar 4.35 Peta Skema Jarak Stasiun Hujan Eksisting Terpilih Kagan-Rodda dengan Outlet Sungai

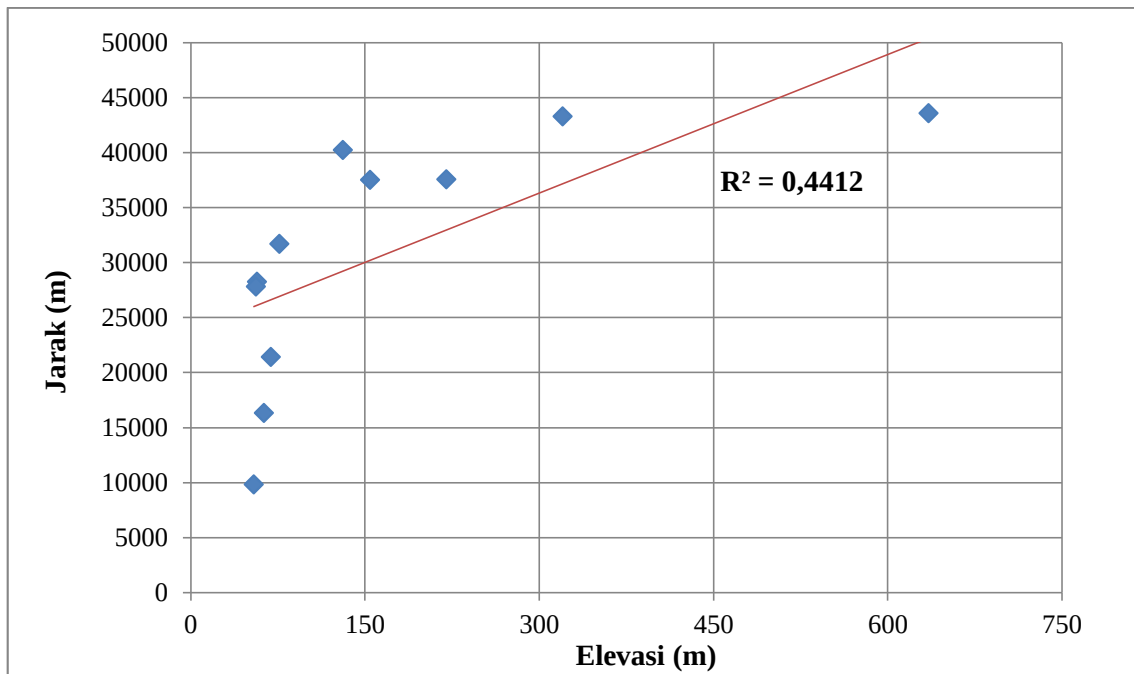
Sumber: Hasil Penggambaran, 2018

Tabel 4.43

Parameter Topografi Stasiun Hujan Eksisting Terpilih Kagan-Rodda

No.	Stasiun Hujan Terpilih Eksisting	Jarak Outlet (m)	Elevasi (m)	Slope
1	Nganjuk	28274	57	0,00202
2	Kedung Maron	31733	76	0,00239
3	Gondang	21464	69	0,00321
4	Bangle	9865	54	0,00547
5	Tunghur	40252	131	0,00325
6	Tretes	16379	63	0,00385
7	Palu Ombo	43314	320	0,00739
8	Badong	37555	154	0,00410
9	Banaran	27847	56	0,00201
10	Klodan	43592	635	0,01457
11	Genjeng	37608	220	0,00585

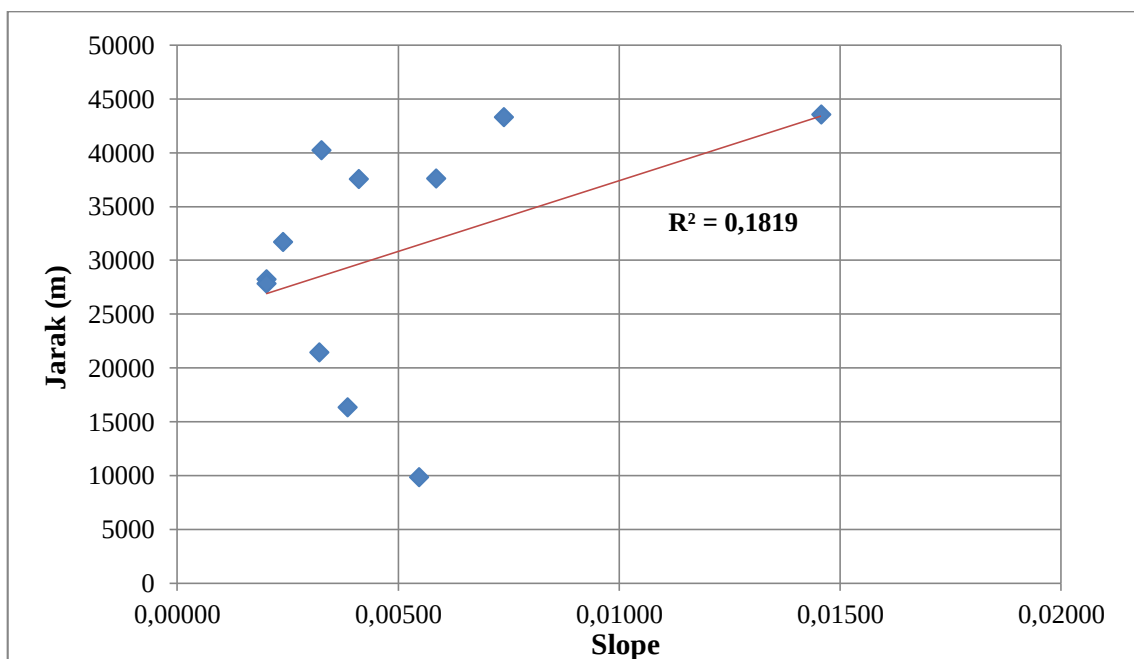
Sumber: Hasil Perhitungan 2018



Gambar 4.36 Grafik Hubungan Jarak dengan Elevasi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berdasarkan lokasi studi, hubungan antara jarak dengan elevasi dapat dikatakan cukup lemah dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,664. Semakin tinggi elevasi stasiun hujan maka jarak stasiun hujan terhadap outlet juga bertambah besar.



Gambar 4.37 Grafik Hubungan Jarak dengan Slope

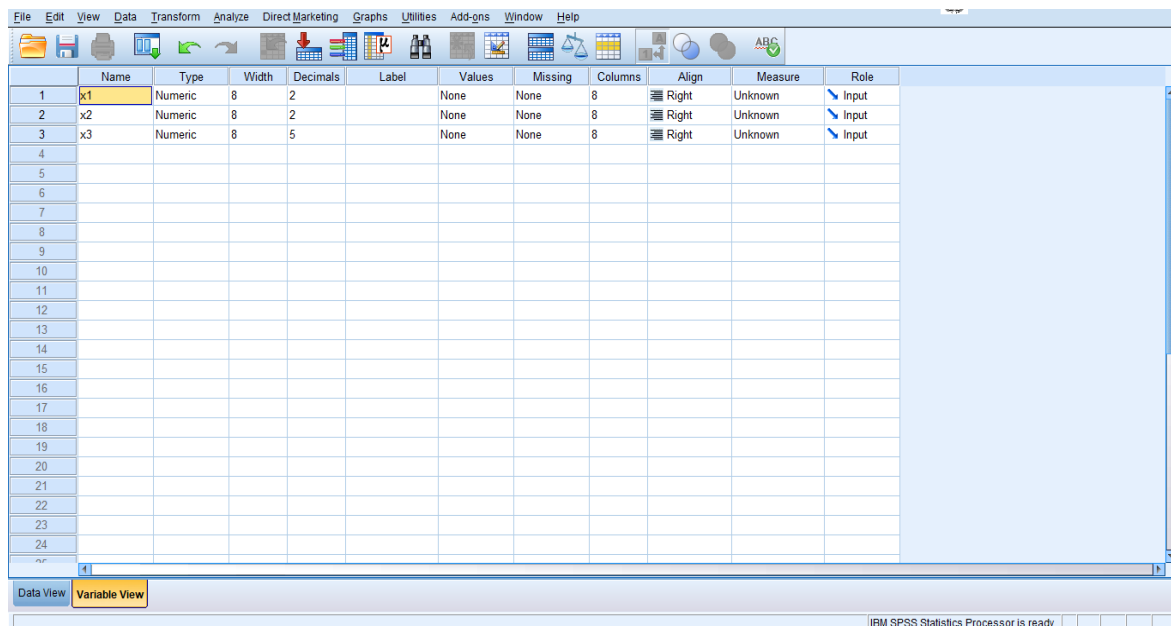
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berdasarkan lokasi studi, hubungan antara jarak dengan slope dapat dikatakan sangat lemah dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,4264. Semakin besar *slope* stasiun hujan

terhadap outlet, belum tentu jarak stasiun hujan terhadap outlet juga bertambah besar. Hal ini dikarenakan kemiringan setiap stasiun hujan terhadap outlet sungai Widas tidak seragam. Belum tentu stasiun yang lebih jauh lokasinya dari outlet sungai memiliki kemiringan yang lebih curam, karena kemungkinan permukaan tanah dari hulu sampai hilir memiliki kemiringan sangat variatif.

Setelah didapatkan model regresi tiap hubungan antar variabel topografi, maka akan dilakukan perhitungan uji asumsi klasik dengan bantuan aplikasi SPSS 21.0 untuk mengetahui kelayakan model regresi linier hasil analisa. Berikut langkah-langkah menganalisa dengan SPSS 21.0:

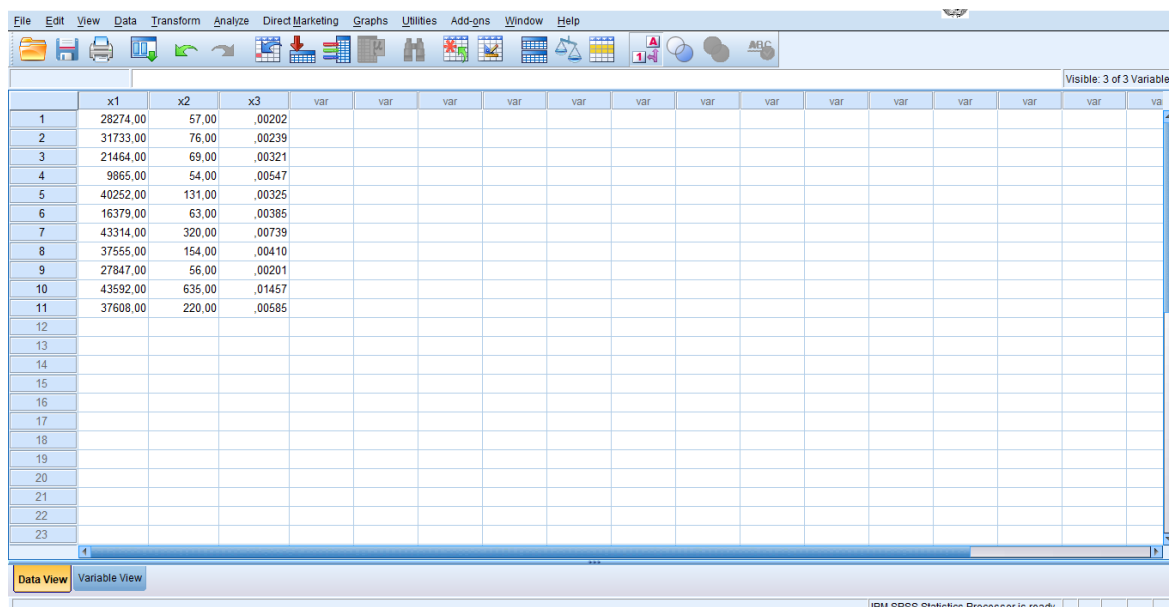
1. Membuka aplikasi SPSS 21.0, kemudian klik pada *Variable View*. Pada kolom *Name* isi dengan X_1 (Jarak), X_2 (Elevasi) dan X_3 (Slope).



Gambar 4.38 Tampilan Pengisian pada *Variable View*

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

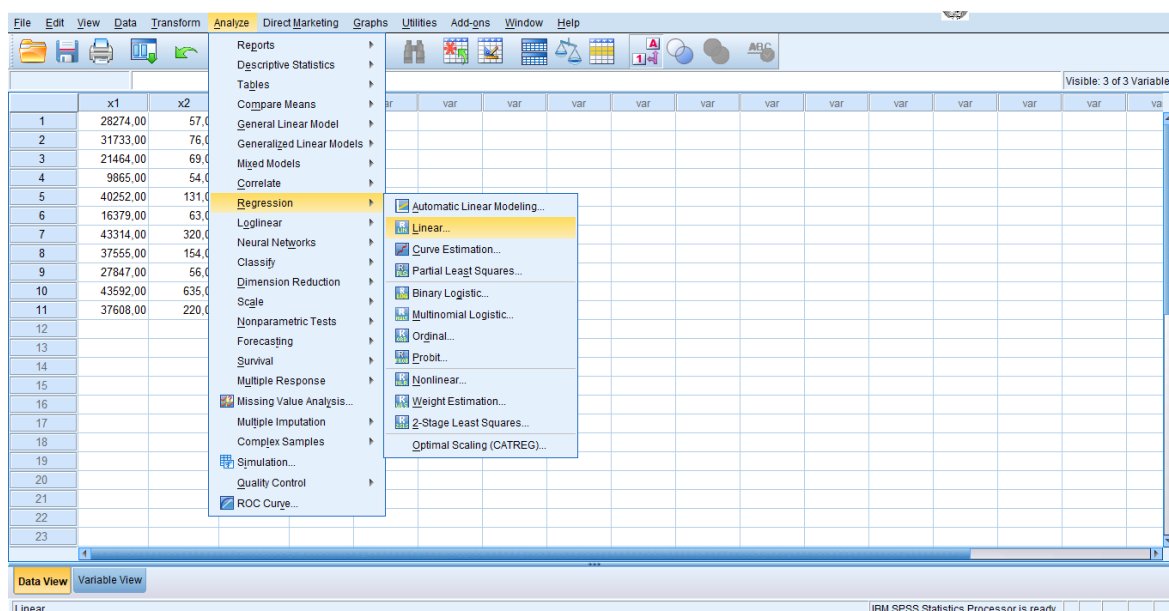
2. Klik *Data View* dan masukkan nilai sesuai variabel yang sudah diisi pada *Variable View*.



Gambar 4.39 Tampilan Pengisian pada *Data View*

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

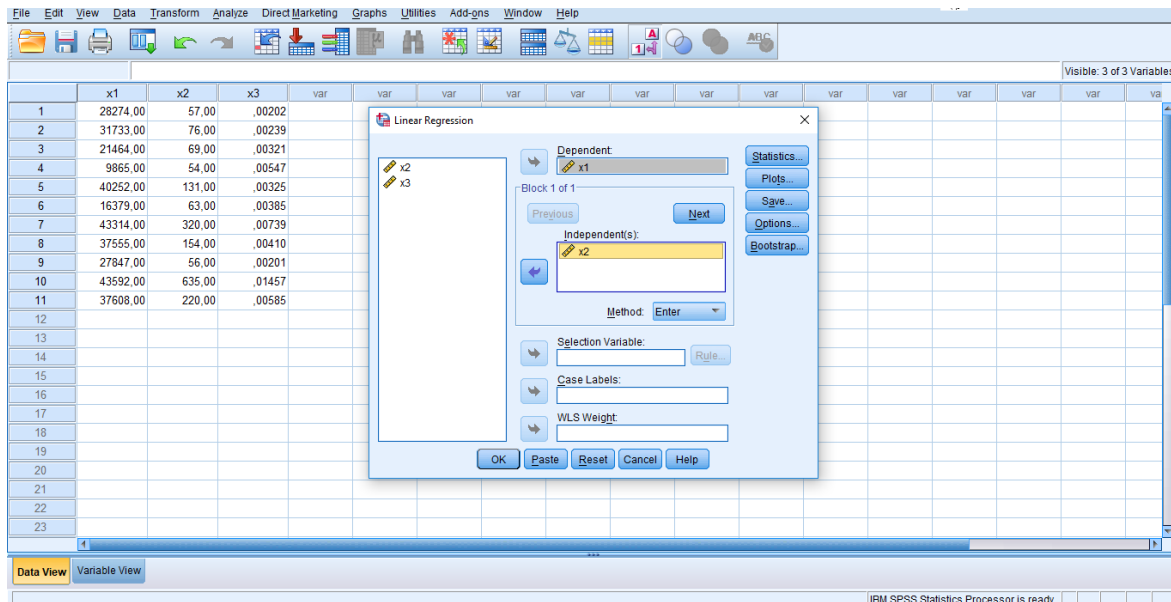
3. Untuk melakukan analisa, klik *Analyze* lalu pilih *Regression* dan selanjutnya pilih *Linier*.



Gambar 4.40 Analisa Regresi pada SPSS 21.0

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

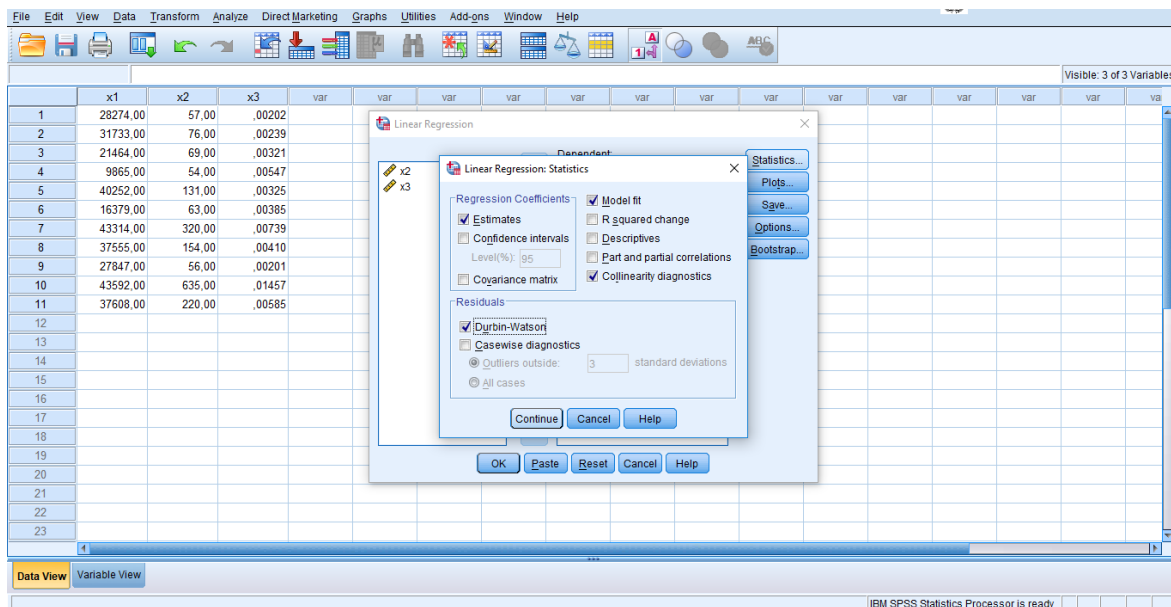
4. Masukkan X_1 (jarak) pada *dependent* dan X_2 (elevasi) pada *independent* untuk mengetahui regresi linier antara jarak terhadap elevasi.



Gambar 4.41 Tampilan Linear Regression SPSS

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

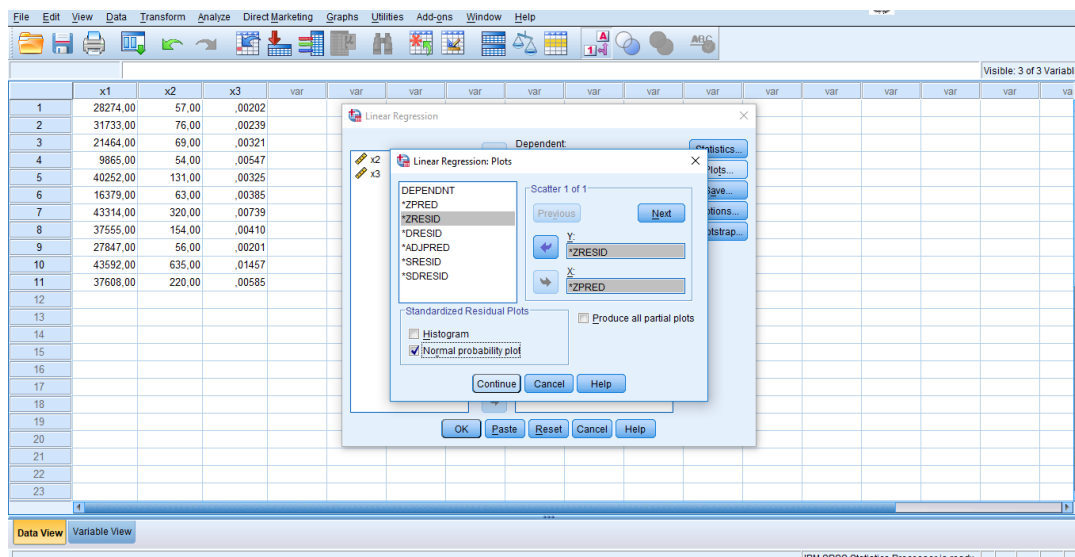
5. Selanjutnya, klik *Statistics* kemudian centang kotak pada pilihan *Estimates*, *Model fit*, *Collinearity Diagnostics* dan *Durbin – Watson*, lalu klik *Continue*.



Gambar 4.42 Tampilan Linear Regression Statistics SPSS

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

6. Kemudian klik *Plots* dan masukkan *ZPRED* ke kolom X dan *ZRESID* ke kolom Y dan centang pada *Normal Probability Plot* dan klik *Continue*.



Gambar 4.43 Tampilan *Linear Regression Plots* SPSS

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

7. Langkah terakhir klik OK.

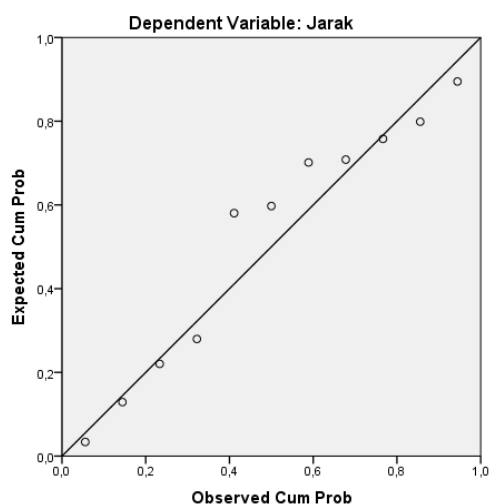
Nilai X_2 (elevasi) dan X_3 (*slope*) dimasukkan bergantian dengan X_1 (jarak) tetap. Dari hasil percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil untuk kombinasi faktor elevasi dan *slope* sebagai berikut:

4.8.1.1. Uji Asumsi Klasik

1. Uji Normalitas Residual

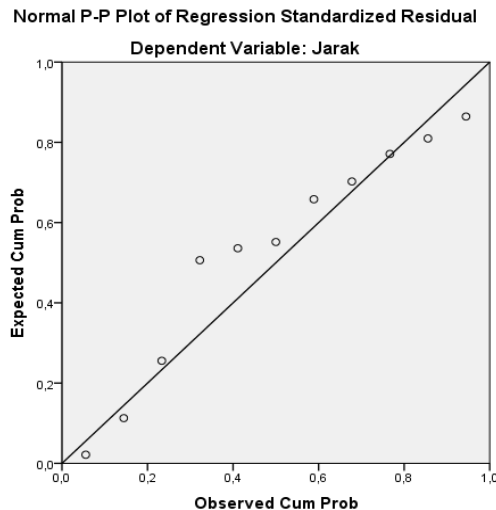
Uji Normalitas Residual digunakan untuk menguji nilai residual yang dihasilkan dari regresi terdistribusi secara normal atau tidak. Metode yang digunakan untuk mengetahui normalitas residual pada studi ini adalah metode Grafik. Hasil pengujian *Normal Probability* pada output regresi disajikan pada Gambar 4.44 dan Gambar 4.45.

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Gambar 4.44 *Normal Probability Plot* Model Regresi Elevasi terhadap Jarak

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.45 Normal Probability Plot Model Regresi Slope terhadap Jarak

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

Dari kedua model regresi grafik *Normal Probability Plot* diatas, dapat dikatakan bahwa data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal, maka dapat disimpulkan data terdistribusi dengan normal dan kedua model regresi telah memenuhi asumsi normalitas.

2. Uji Autokorelasi

Uji Autokorelasi untuk mengetahui terjadi korelasi diantara data pengamatan atau tidak yang disusun menurut runtutan waktu. Pada studi ini metode yang digunakan adalah uji *Durbin-Watson* dan Uji *Run Test*.

a. Uji *Durbin-Watson*

Tabel 4.44

Model Summary Regresi Elevasi terhadap Jarak

Model	R	R ²	R ² Adjusted	Std. Error of The Estimate	Durbin-Watson
1	0,664 ^a	0,441	0,379	8812,4543	2,724

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0, 2018

Keterangan: a = Elevasi

Dependent Variable = Jarak

Tabel 4.45

Model Summary Regresi Slope terhadap Jarak

Model	R	R ²	R ² Adjusted	Std. Error of The Estimate	Durbin-Watson
1	0,427 ^a	0,182	0,091	10663,06296	2,584

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0, 2018

Keterangan: a = Slope

Dependent Variable = Jarak

Berikut merupakan langkah-langkah pengujiannya:

- Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif
 H_0 : tidak terjadi autokorelasi
 H_a : terjadi autokorelasi
- Menentukan taraf signifikansi = 0,05
- Menentukan nilai dU berdasarkan tabel Durbin – Watson dapat dilihat pada Lampiran dengan signifikansi 0,05, $n = 11$ dan $K = 1$ (n adalah banyaknya data dan k adalah jumlah variabel independen). Berdasarkan Tabel, didapat nilai dU = 1,3241.
- Pengambilan keputusan
 - $dU < d < 4-dU$ maka H_0 diterima (tidak terjadi autokorelasi)
 - $d < dL$ atau $d > 4-dL$ maka H_0 ditolak (terjadi autokorelasi)
 - $dL < d < dL$ atau $4-dU < d < 4-dL$ maka tidak ada kesimpulan
- Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa nilai d (Durbin-Watson) *Model Summary* Regresi Elevasi terhadap Jarak sebesar 2,724 Maka H_0 ditolak dalam model regresi tersebut atau dapat dikatakan terjadi autokorelasi. Dan 2,584 nilai d (Durbin-Watson) *Model Summary* Regresi *Slope* terhadap Jarak, maka H_0 diterima dan tidak terjadi autokorelasi.

Tabel 4.46

Rekapitulasi Hasil Uji Autokorelasi Model Regresi Linier

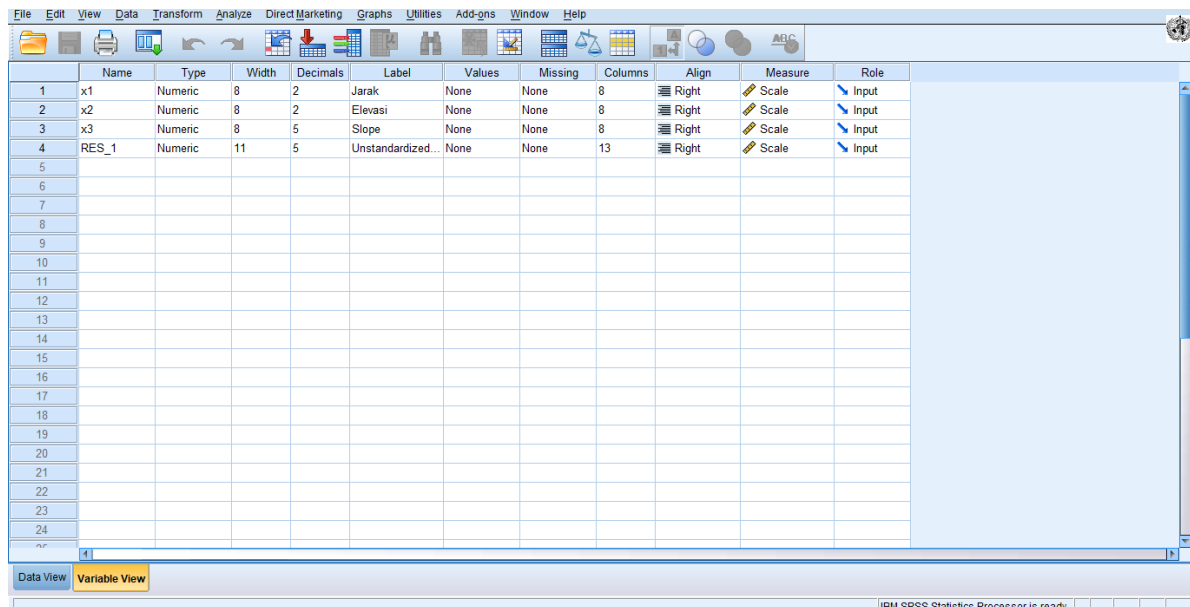
Variabel Independent	Nilai Durbin-Watson	Kesimpulan
Elevasi	2,724	H_0 ditolak, Terjadi korelasi
Slope	2,584	H_0 diterima, Tidak terjadi korelasi

Sumber: Hasil SPSS 21.0, 2018

b. Uji Run-Test

Hasil uji autokorelasi dengan *Durbin-Watson* tidak ada kesimpulan atau model regresi tidak meyakinkan, maka perlu pengujian lebih lanjut dengan menggunakan metode *run test*. Jika nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* menunjukkan lebih dari 0,05 maka tidak terdapat autokorelasi. Berikut merupakan langkah-langkah Analisa dengan SPSS 21.0:

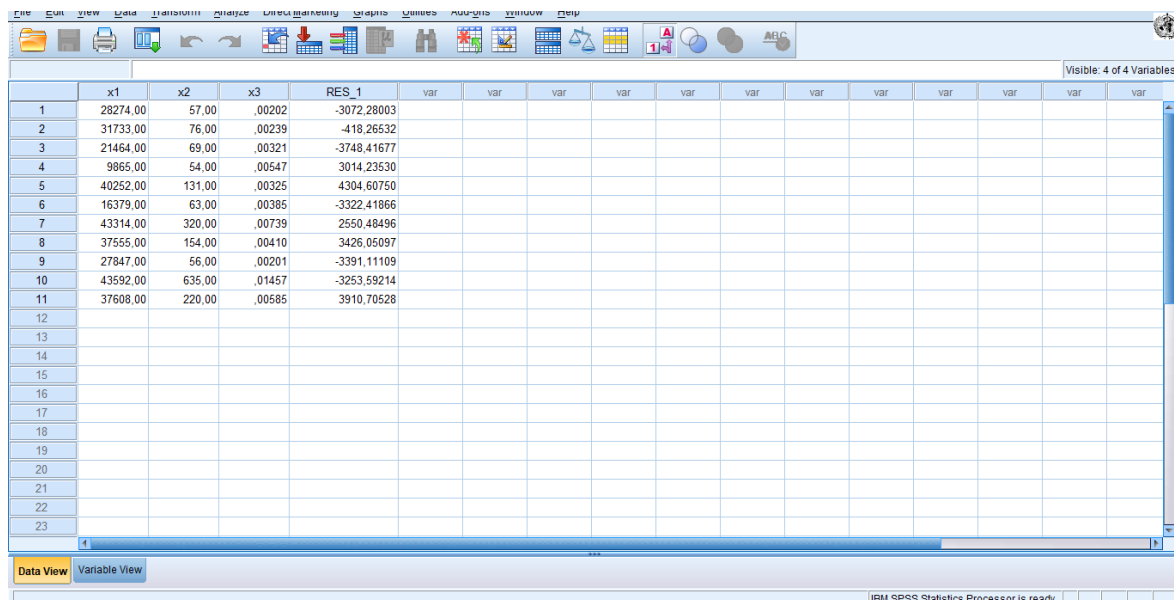
1. Membuka aplikasi SPSS 21.0, kemudian klik pada *Variable View*. Pada kolom *Name* isi dengan X_1 (Jarak), X_2 (Elevasi) dan X_3 (*Slope*).



Gambar 4.46 Tampilan Pengisian pada *Variable View*

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

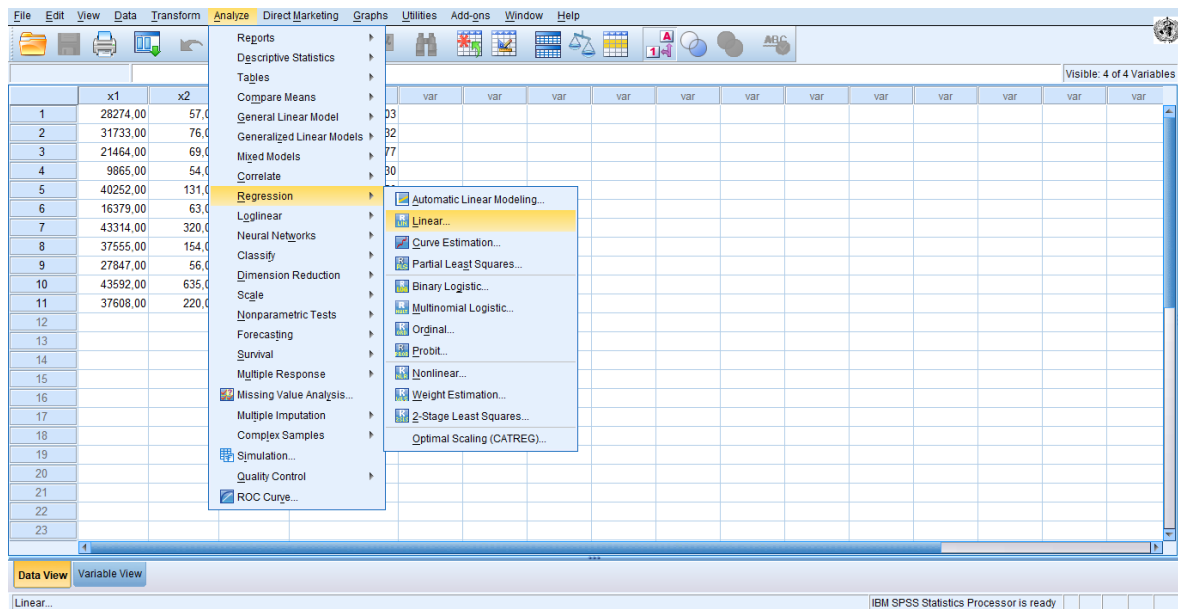
2. Klik *Data View* dan masukkan nilai sesuai variabel yang sudah diisi pada *Variable View*.



Gambar 4.47 Tampilan Pengisian pada *Data View*

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

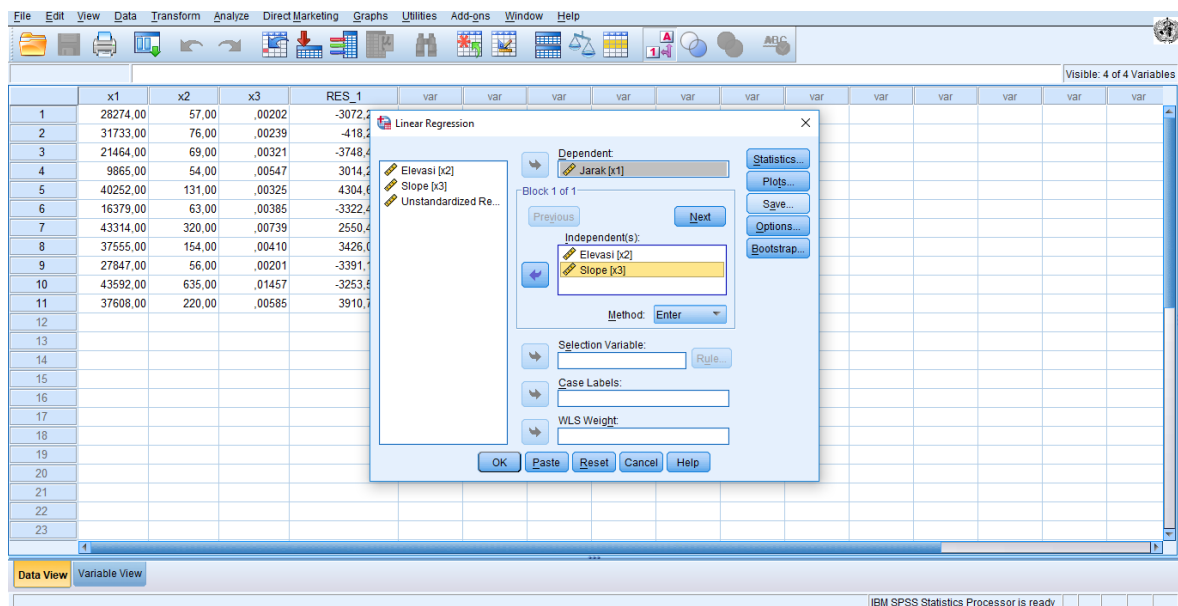
3. Untuk melakukan analisa, klik *Analyze* lalu pilih *Regression* dan selanjutnya pilih *Linier*.



Gambar 4.48 Analisa Regresi pada SPSS 21.0

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

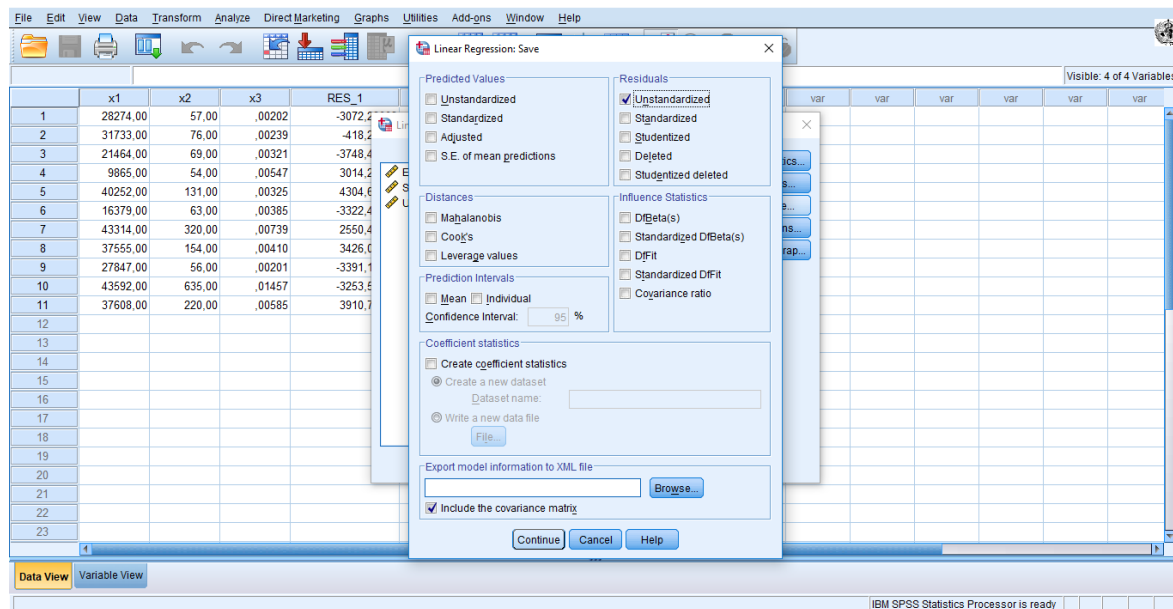
4. Masukkan X_1 (jarak) pada *dependent* dan X_2 (elevasi) dan X_3 (slope) pada *independent* untuk mengetahui regresi linier antara jarak terhadap elevasi.



Gambar 4.49 Tampilan Linear Regression Statistics SPSS

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

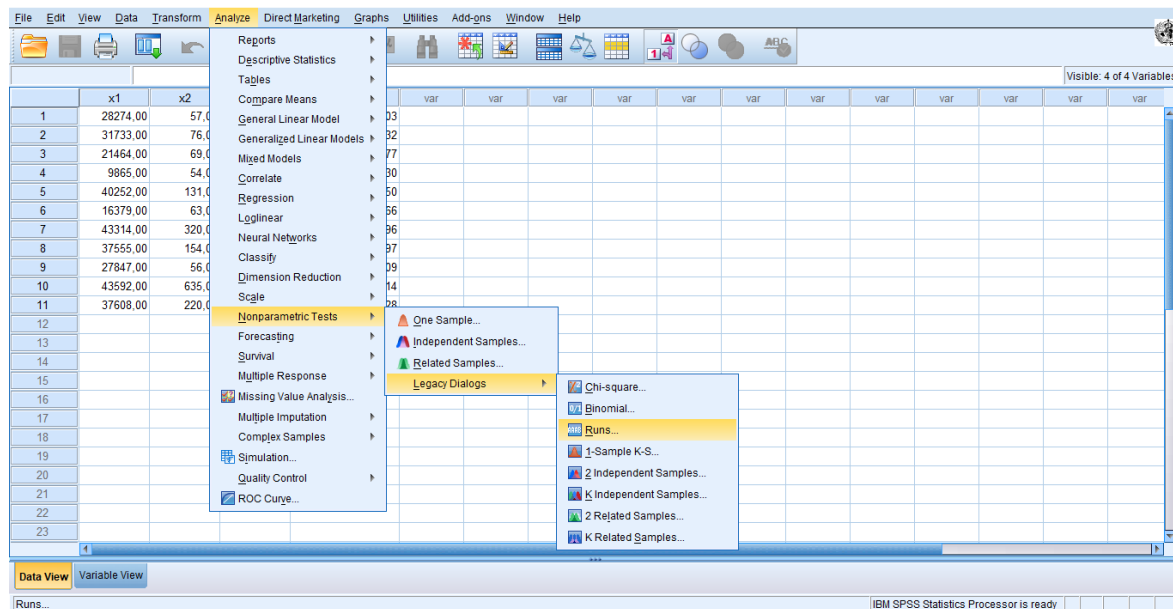
5. Selanjutnya, klik *Save* kemudian centang kotak pada pilihan *Unstandardized* lalu klik *Continue* dan klik *OK*.



Gambar 4.50 Tampilan Linear Regression Save SPSS

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

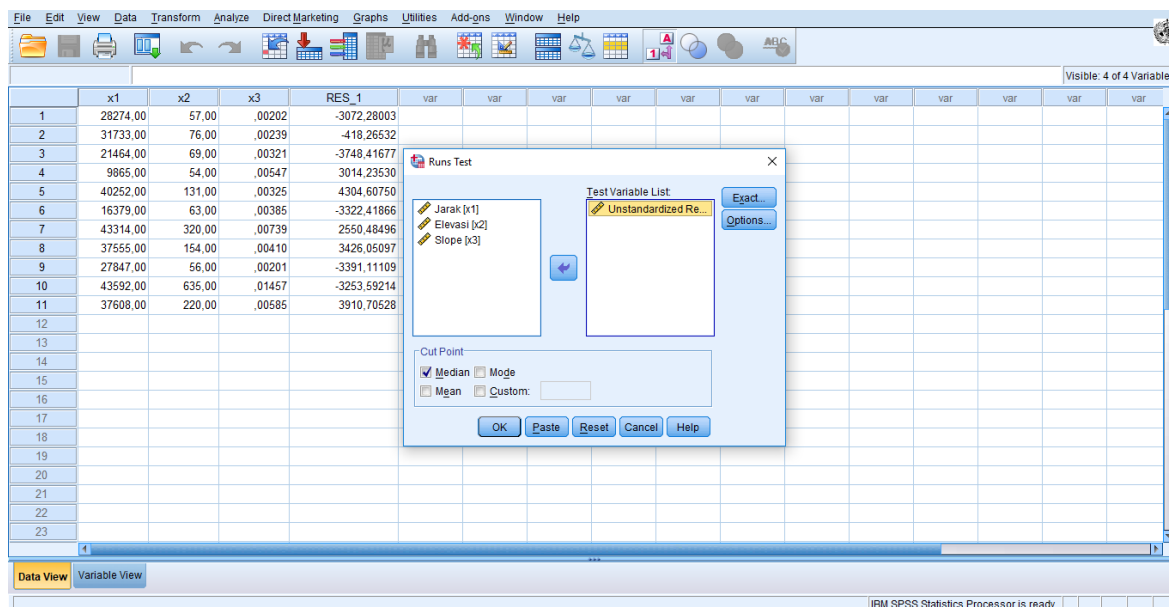
6. Lalu klik *Analyze* lalu pilih *Nonparametric Tests*, pilih *Legacy Change*, dan selanjutnya pilih *Run*.



Gambar 4.51 Analisa Run-Test SPSS

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

7. Kemudian masukkan *Unstandarized Residual* pada kolom *Test Variable List* dan klik OK.



Gambar 4.52 Tampilan Analisa Run-Test SPSS

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

Hasil *Run-Test* seluruh model regresi dibuktikan dengan nilai *Asymp. Sig (2-tailed)*. Jika nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* $> 0,05$ maka seluruh model regresi tidak mengalami autokorelasi. Berdasarkan analisa *Run-Test*, nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* $0,502 > 0,05$ maka model regresi tidak terjadi autokorelasi.

Tabel 4.47

Run Test Seluruh Model Regresi

Unstandardized Residual	
Test Value a	-418,26532
Cases , Test Value	5
Cases $\geq$ Test Value	6
Total Cases	11
Number of Runs	8
Z	0,671
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,502

Sumber: Hasil Aplikasi SPSS 21.0

Tabel 4.48

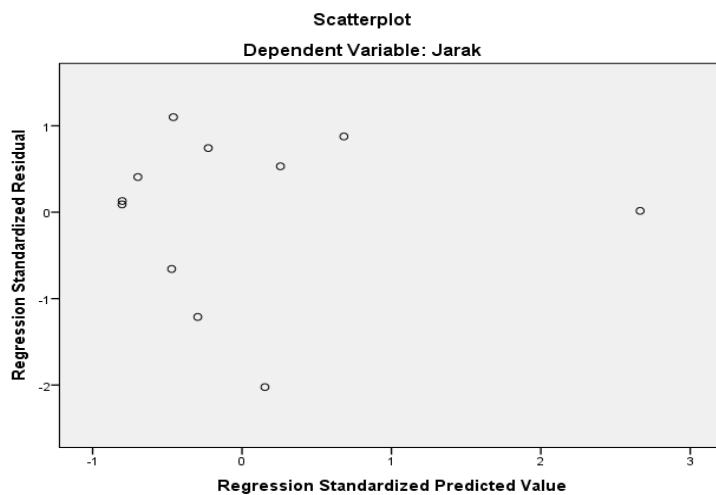
Rekapitulasi Hasil Uji Autokorelasi Seluruh Model Regresi Linier

Variabel Independent	Nilai Durbin-Watson	Kesimpulan	Nilai Run-Test	Kesimpulan
Elevasi	2,724	Tidak Ada Kesimpulan	0,502	H_0 diterima, Tidak Terjadi Autokorelasi
Slope	2,584	Tidak Ada Kesimpulan		

Sumber: Hasil Aplikasi SPSS 21.0

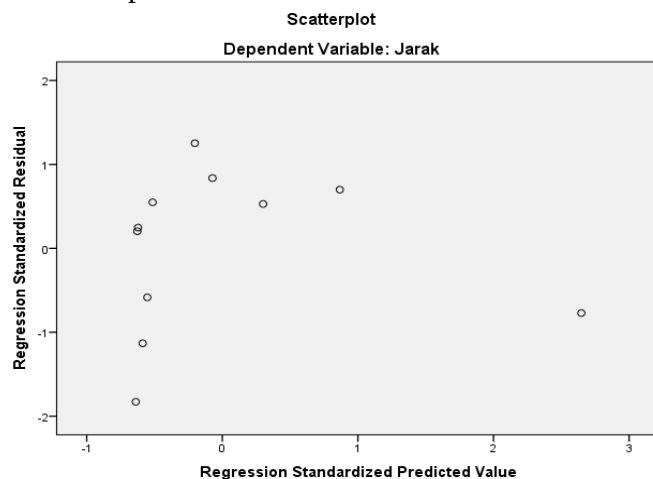
3. Uji Heteroskedastisitas

Uji Heteroskedastisitas digunakan untuk mengecek variasi residual sama atau tidak untuk sebuah pengamatan. Metode yang digunakan adalah metode grafik. Jika pola tertentu seperti titik-titik membentuk suatu pola yang jelas maka terjadi Heteroskedastisitas.



Gambar 4.53 Scatterplot Uji Heteroskedastisitas Model Regresi Elevasi terhadap Jarak

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.54 Scatterplot Uji Heteroskedastisitas Model Regresi Slope terhadap Jarak

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

Berdasarkan hasil scatterplot dari Gambar 4.53 dan Gambar 4.54, grafik tidak membentuk pola yang jelas. Maka dapat disimpulkan bahwa model regresi linier terjadi Heteroskedastisitas.

Tabel 4.49

Rekapitulasi Uji Asumsi Klasik Seluruh Model Regresi Linier

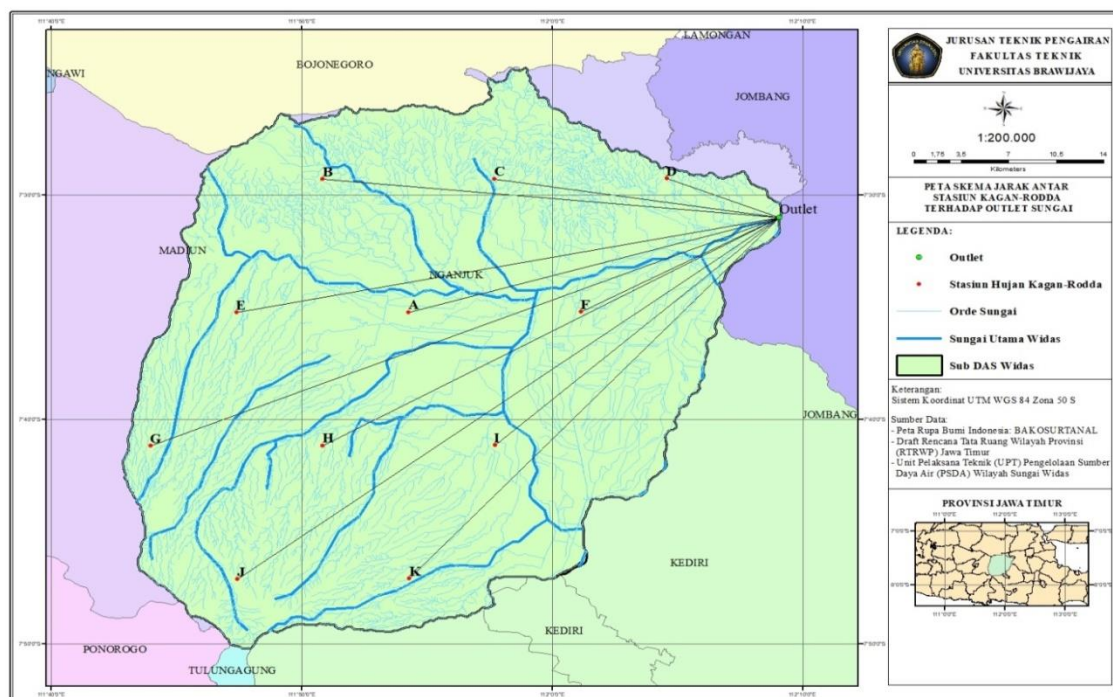
Variabel Independent	R	Normalitas	Autokorelasi	Heteroskedastisitas
Elevasi	0,664	✓	✓	✓
Slope	0,426	✓	✓	✓

Sumber: Hasil SPSS 21.0, 2018

Dapat disimpulkan bahwa seluruh model regresi linier memenuhi uji asumsi klasik dan lolos semua uji asumsi yang dilakukan.

4.8.2. Hubungan Aspek Topografi terhadap Curah Hujan Stasiun Hujan Kagan-Rodda

Curah hujan rerata digunakan untuk model regresi linier (sebagai variabel terikat) terhadap jarak, elevasi stasiun hujan, dan *slope* antara stasiun hujan Kagan-Rodda terhadap outlet sungai Widas (sebagai variabel tak terikat).



Gambar 4.55 Peta Skema Jarak Stasiun Hujan Kagan-Rodda dengan Outlet Sungai

Sumber: Hasil Penggambaran, 2018

Tabel 4.50

Rerata Hujan Tahunan Stasiun Hujan Eksisting Terpilih Kagan-Rodda

No.	Tahun	Stasiun Hujan							
		Nganjuk	Kedung Maron	Gondang	Bangle	Tunglur	Tretes	Palu Ombo	Badong
1	1997	888	887	1334	1142	1113	1500	1564	1137
2	1998	2711	2551	3165	2339	3061	3017	3718	3181
3	1999	1498	1617	2227	1802	1432	2157	2072	1700
4	2000	1767	1648	1834	2191	2184	2641	2561	2295
5	2001	1548	1727	2058	1496	1599	1958	2557	2856
6	2002	1643	1272	2402	1848	1084	2079	1896	1381
7	2003	1293	1150	1761	1867	1226	1821	1786	1907
8	2004	1091	1799	2247	2178	1463	2214	1724	1645
9	2005	1509	1841	2152	1705	1454	2223	2015	1663
10	2006	1457	1312	2280	1829	1047	1963	1937	1701
11	2007	1395	1348	2174	1607	1381	1449	2024	1149
12	2008	1466	1951	2015	1691	1600	1669	1964	1301
13	2009	1091	1374	1466	2103	1081	1247	1850	1083
14	2010	2509	2429	3395	2723	2529	2218	3335	2588
15	2011	1508	1490	2491	1949	1240	1573	2072	1285
16	2012	1687	1414	1605	1477	1323	1331	2237	1613
17	2013	2762	2437	3315	3322	3254	4236	4332	2906
18	2014	1564	1227	1447	1243	1100	1914	1635	1273
19	2015	2007	1679	1563	1798	1774	2286	1993	1544
20	2016	2711	2986	2625	2450	2411	3042	3238	2660
Rata-rata		1705	1707	2178	1938	1668	2127	2326	1843

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.50

Rerata Hujan Tahunan Stasiun Hujan Eksisting Terpilih *Kagan-Rodda*

No.	Tahun	Stasiun Hujan		
		Banaran	Klodan	Genjeng
1	1997	950	1127	1224
2	1998	2928	3017	3424
3	1999	1996	1675	1941
4	2000	2089	2046	2194
5	2001	1945	2027	1829
6	2002	1314	2200	1996
7	2003	1475	2198	2054
8	2004	1708	2099	1773
9	2005	1433	2360	1628
10	2006	1548	2062	1803
11	2007	1414	2315	1735
12	2008	1319	2491	2026
13	2009	1593	1796	1510
14	2010	2665	3515	2465
15	2011	1569	2056	1817
16	2012	1572	1946	2045
17	2013	3273	3997	4174
18	2014	1106	1755	1624
19	2015	1477	2076	2129
20	2016	2734	2880	2702
Rata-rata		1805	2282	2105

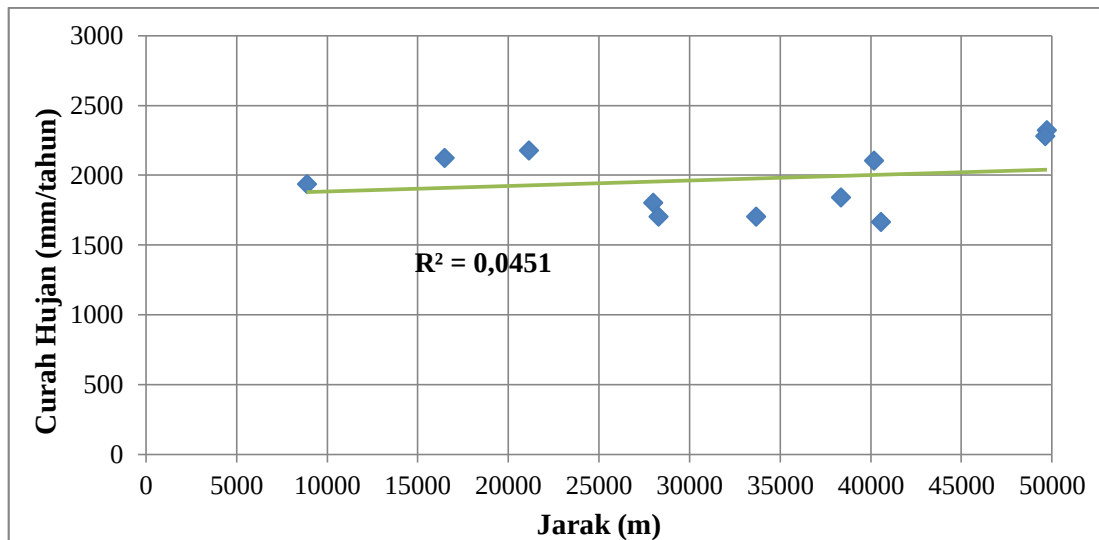
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.51

Curah Hujan terhadap Parameter Topografi Stasiun Hujan Kagan-Rodda

No.	Stasiun Hujan Kagan-Rodda	Curah Hujan (mm/tahun)	Jarak Outlet (m)	Elevasi (m)	Slope
1	A	1705	28274	57	0,00202
2	B	1707	33674	170	0,00505
3	C	2178	21137	95	0,00449
4	D	1938	8868,8	102	0,0115
5	E	1668	40572	129	0,00318
6	F	2127	16487	49	0,00297
7	G	2326	49722	440	0,00885
8	H	1843	38355	209	0,00545
9	I	1805	27999	56	0,002
10	J	2282	49616	140	0,02822
11	K	2105	40188	326	0,00811

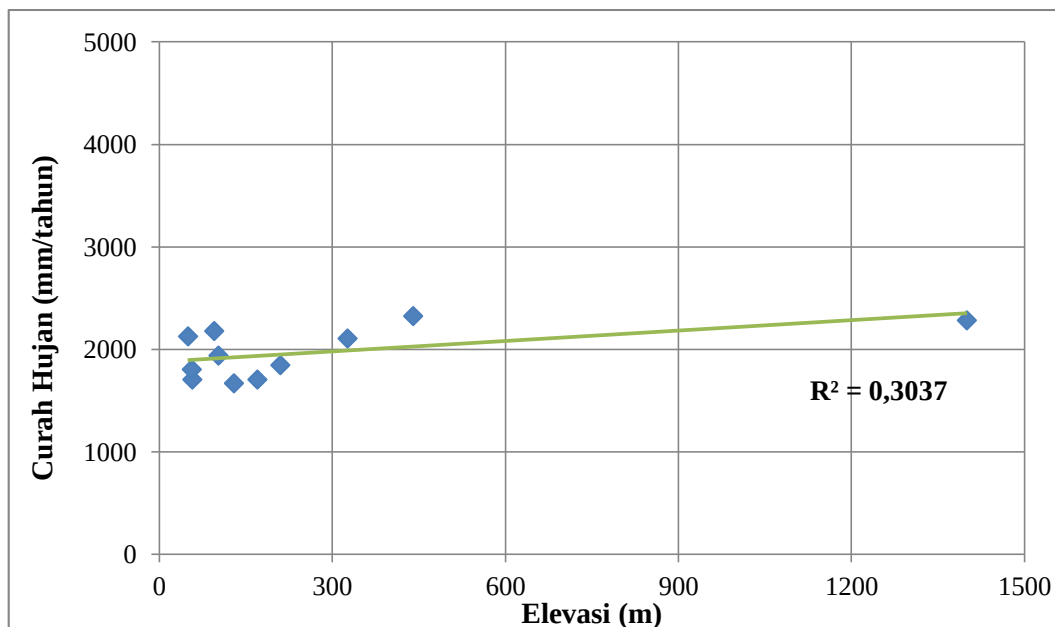
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 4.56 Grafik Hubungan Jarak terhadap Curah Hujan

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

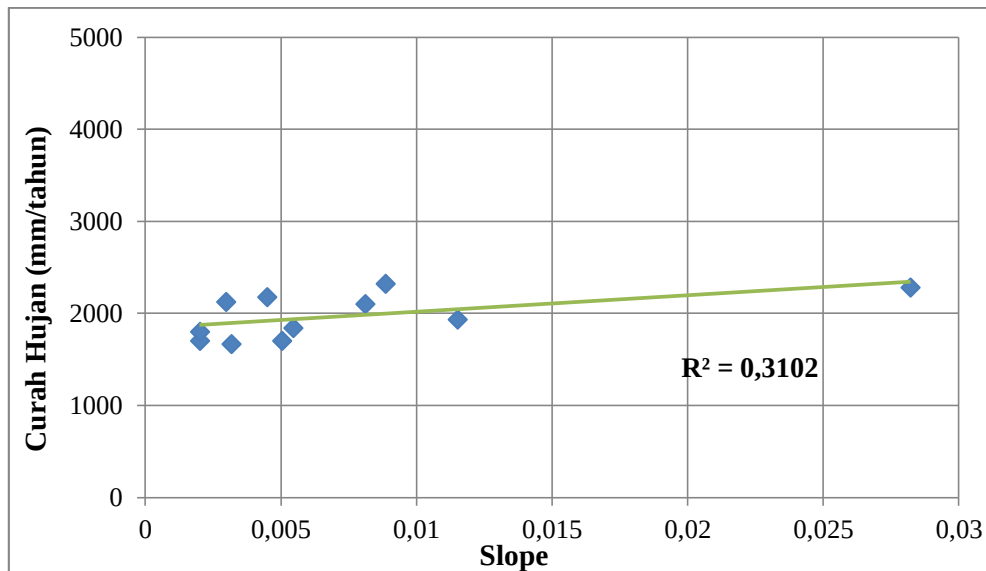
Berdasarkan lokasi studi, hubungan antara jarak dengan curah hujan dapat dikatakan sangat lemah dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,2123. Walaupun letak stasiun hujan semakin jauh dari outlet sungai, namun besar curah hujan yang turun tetap konstan. Maka pada Sub DAS Widas, tidak terdapat hubungan aspek topografi terhadap curah hujan dengan jarak.



Gambar 4.57 Grafik Hubungan Elevasi terhadap Curah Hujan

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berdasarkan lokasi studi, hubungan antara elevasi dengan curah hujan dapat dikatakan cukup lemah dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,551. Semakin tinggi elevasi stasiun hujan, maka hujan yang turun cukup bertambah besar pada titik tersebut.



Gambar 4.58 Grafik Hubungan Slope terhadap Curah Hujan

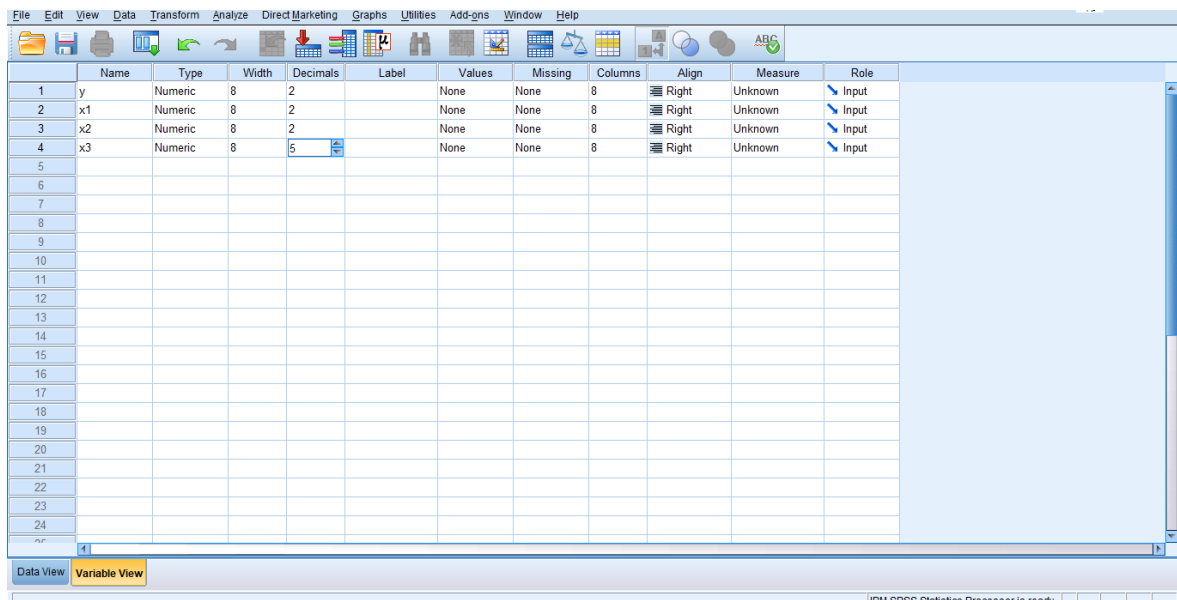
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Hubungan antara slope dengan curah hujan dapat dikatakan cukup lemah dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,557. Semakin besar *slope* stasiun hujan terhadap outlet sungai, maka hujan yang turun belum tentu bertambah besar pada titik tersebut.

Berdasarkan grafik hubungan 3 parameter topografi terhadap curah hujan di Sub DAS Widas, parameter topografi yang memiliki hubungan yang paling kuat adalah slope terhadap curah hujan dengan $R = 0,557$. Semakin besar *slope* stasiun hujan terhadap outlet sungai, belum tentu dapat mempengaruhi besar hujan yang turun pada titik tersebut. Kemudian elevasi memiliki hubungan yang lemah terhadap curah hujan ($R = 0,551$). Semakin tinggi elevasi tidak selalu diikuti dengan penambahan curah hujan. Sedangkan terhadap jarak tidak memiliki hubungan dibandingkan lainnya ($R = 0,2123$), karena belum tentu jarak semakin jauh dari outlet sungai maka semakin tinggi curah hujan. Selain itu kemungkinan hujan tidak merata, tergantung dengan ketinggian daerah pada titik tersebut.

Sehingga dapat disimpulkan dalam perencanaan jaringan stasiun hujan yang baru di Sub DAS Widas, faktor topografi (*slope*) merupakan parameter yang cukup untuk dipertimbangkan, karena pengaruh kemiringan terhadap hujan yang turun cukup kuat ($R = 0,557$). Setelah didapatkan model regresi tiap parameter topografi terhadap curah hujan, maka akan dilakukan uji asumsi klasik guna mengetahui kelayakan model regresi linier. Analisa dilakukan dengan bantuan aplikasi SPSS 21.0. Berikut merupakan langkah-langkah Analisa dengan SPSS 21.0:

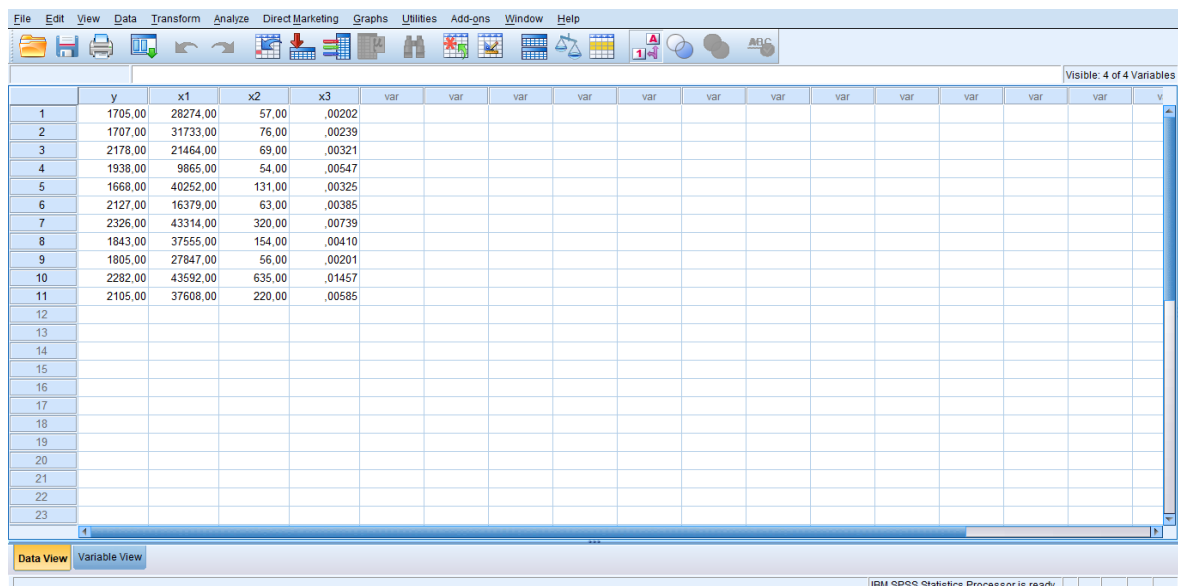
1. Membuka aplikasi SPSS 21.0, kemudian klik pada *Variable View*. Pada kolom *Name* isi dengan Y (Curah Hujan), X_1 (Jarak), X_2 (Elevasi) dan X_3 (*Slope*).



Gambar 4.59 Tampilan Pengisian pada *Variable View*

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

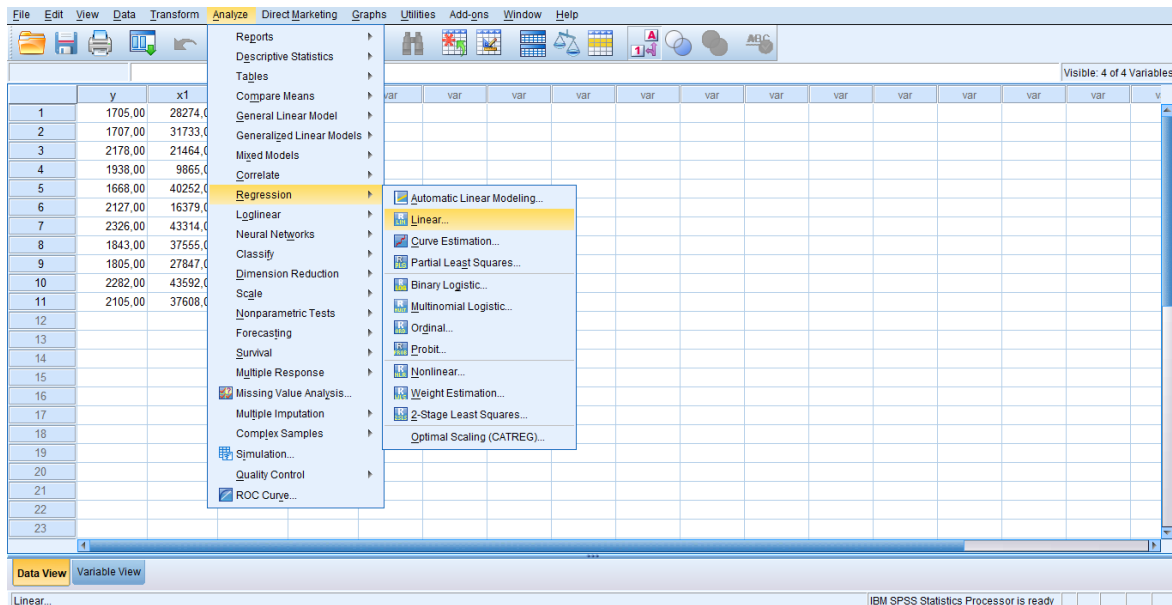
2. Klik *Data View* dan masukkan nilai sesuai variabel yang sudah diisi pada *Variable View*.



Gambar 4.60 Tampilan Pengisian pada *Data View*

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

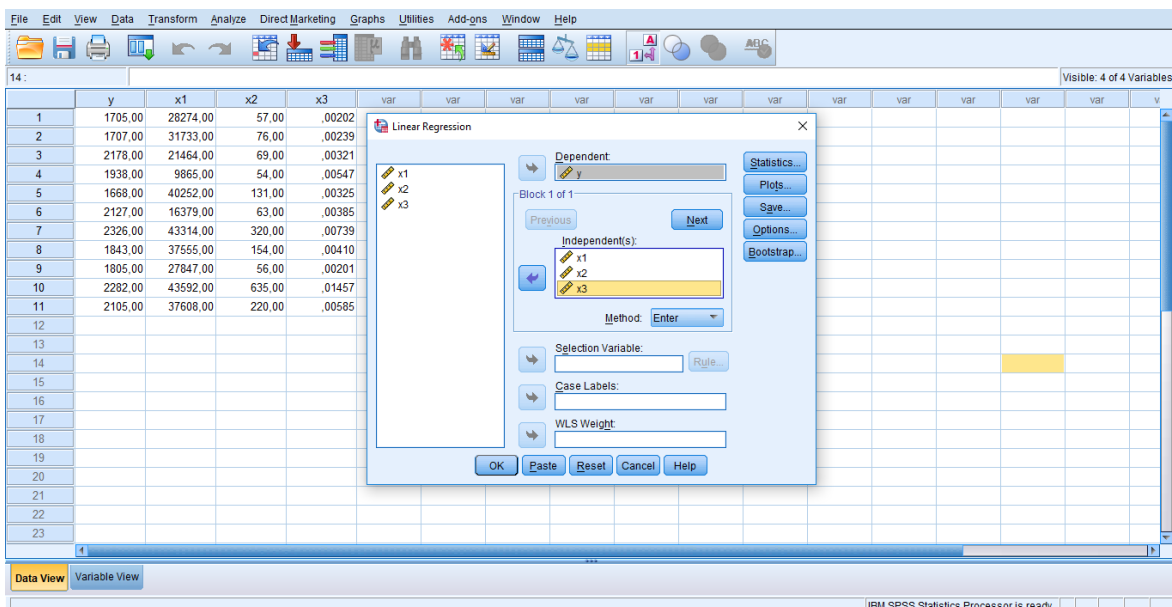
3. Untuk melakukan analisa, klik *Analyze* lalu pilih *Regression* dan selanjutnya pilih *Linier*.



Gambar 4.61 Analisa Regresi pada SPSS 21.0

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

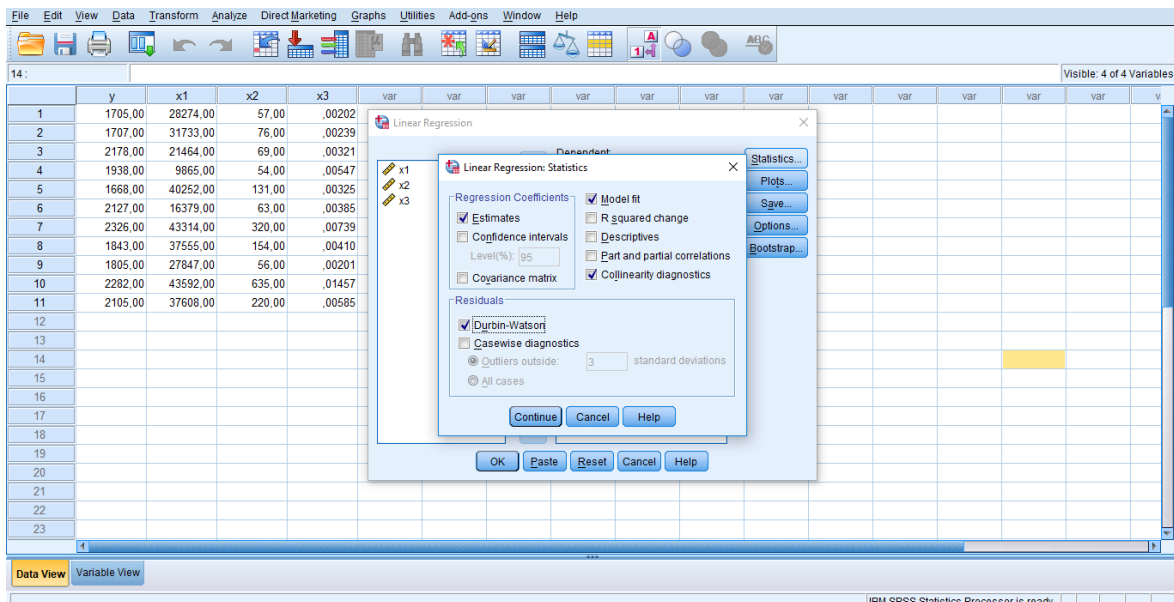
4. Masukkan Y (Curah Hujan) pada *dependent* dan X₁ (jarak) pada *independent* untuk mengetahui regresi linier antara jarak terhadap elevasi.



Gambar 4.62 Tampilan Linear Regression SPSS

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

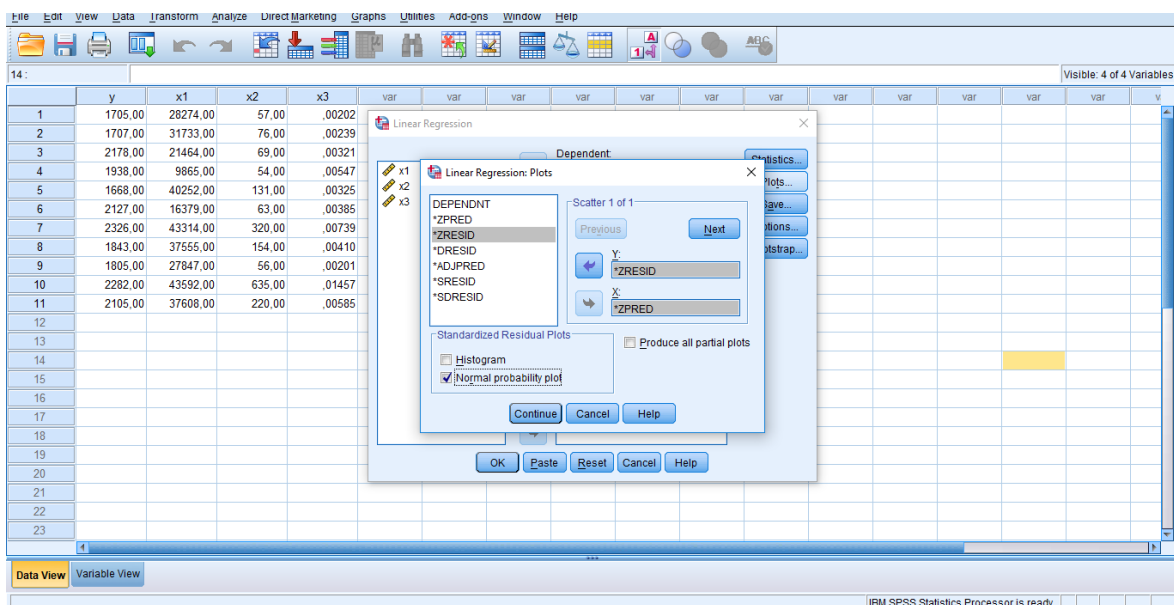
5. Selanjutnya, klik *Statistics* kemudian centang kotak pada pilihan *Estimates*, *Model Fit*, *Collinearity Diagnostics* dan *Durbin – Watson*, lalu klik *Continue*.



Gambar 4.63 Tampilan *Linear Regression Statistics* SPSS

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

6. Kemudian klik *Plots* dan masukkan *ZPRED* ke kolom X dan *ZRESID* ke kolom Y dan centang pada *Normal Probability Plot* dan klik *Continue*.



Gambar 4.64 Tampilan *Linear Regression Plots* SPSS

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

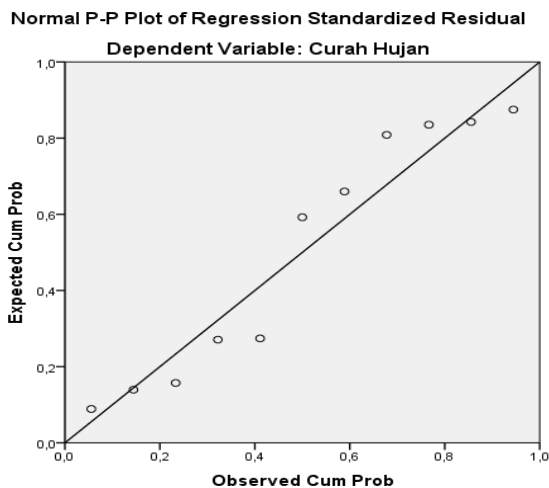
7. Langkah terakhir klik OK.

Nilai X_1 (jarak), X_2 (elevasi) dan X_3 (*slope*) dimasukkan bergantian dengan Y (curah hujan) tetap. Dari hasil percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil untuk kombinasi faktor elevasi dan *slope* sebagai berikut:

4.8.2.1. Uji Asumsi Klasik

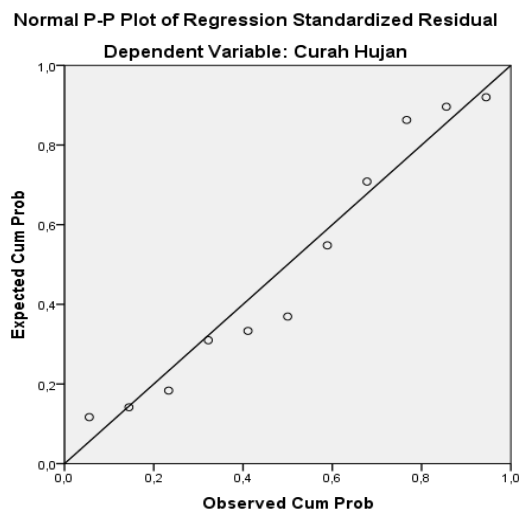
1. Uji Normalitas Residual

Uji Normalitas Residual digunakan untuk menguji nilai residual yang dihasilkan dari regresi terdistribusi secara normal atau tidak. Metode yang digunakan untuk mengetahui normalitas residual pada studi ini adalah metode Grafik. Hasil pengujian *Normal Probability* pada output regresi disajikan pada Gambar 4.65, Gambar 4.66 dan Gambar 4.67.



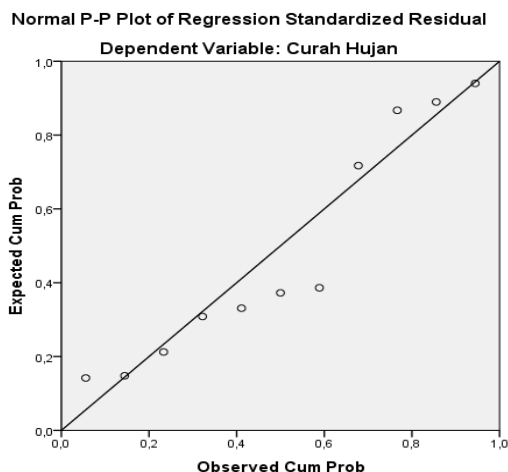
Gambar 4.65 Normal Probability Plot Model Regresi Jarak terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.66 Normal Probability Plot Model Regresi Elevasi terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.67 Normal Probability Plot Model Regresi Slope terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

Dari ketiga model regresi grafik *Normal Probability Plot* diatas, dapat dikatakan bahwa data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal, maka dapat disimpulkan data terdistribusi dengan normal dan kedua model regresi telah memenuhi asumsi normalitas.

2. Uji Autokorelasi

Uji Autokorelasi untuk mengetahui terjadi korelasi diantara data pengamatan atau tidak yang disusun menurut runtutan waktu. Pada studi ini metode yang digunakan adalah uji *Durbin-Watson*.

Tabel 4.52

Model Summary Regresi Jarak terhadap Curah Hujan

Model	R	R ²	R ² Adjusted	Std. Error of The Estimate	Durbin-Watson
1	0,213 ^a	0,045	-0,061	249,16486	2,04

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0, 2018

Keterangan: a = Jarak

Dependent Variable = Curah Hujan

Tabel 4.53

Model Summary Regresi Elevasi terhadap Curah Hujan

Model	R	R ²	R ² Adjusted	Std. Error of The Estimate	Durbin-Watson
1	0,551 ^a	0,304	0,226	212,79297	2,024

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0, 2018

Keterangan: a = Elevasi

Dependent Variable = Curah Hujan

Tabel 4.54

Model Summary Regresi *Slope* terhadap Curah Hujan

Model	R	R ²	R ² Adjusted	Std. Error of The Estimate	Durbin-Watson
1	0,557 ^a	0,31	0,233	211,80606	2,024

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0, 2018

Keterangan: a = *Slope*

Dependent Variable = Curah Hujan

Berikut merupakan langkah-langkah pengujiannya:

- Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif
 - H_0 : tidak terjadi autokorelasi
 - H_a : terjadi autokorelasi
- Menentukan taraf signifikansi = 0,05
- Menentukan nilai dU berdasarkan tabel Durbin – Watson dapat dilihat pada Lampiran dengan signifikansi 0,05, $n = 11$ dan $K = 1$ (n adalah banyaknya data dan k adalah jumlah variabel independen). Berdasarkan Tabel, didapat nilai dU = 1,3241.
- Pengambilan keputusan
 - $dU < d < 4-dU$ maka H_0 diterima (tidak terjadi autokorelasi)
 - $d < dL$ atau $d > 4-dL$ maka H_0 ditolak (terjadi autokorelasi)
 - $dL < d < dL$ atau $4-dU < d < 4-dL$ maka tidak ada kesimpulan
- Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa nilai d (Durbin-Watson) sebesar 2,04 dan 2,024 terletak pada daerah $dU < d < 4-dU$ atau $1,3241 < 2,04 < 2,6759$. Maka H_0 diterima dalam model regresi tersebut.

Tabel 4.55

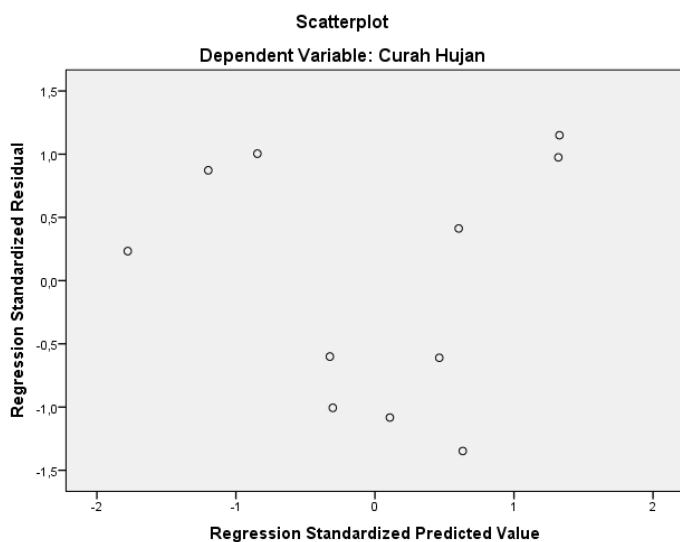
Rekapitulasi Hasil Uji Autokorelasi Model Regresi Linier

Variabel Independent	Nilai <i>Durbin-Watson</i>	Kesimpulan
Jarak	2,04	H_0 diterima, Tidak terjadi korelasi
Elevasi	2,024	H_0 diterima, Tidak terjadi korelasi
<i>Slope</i>	2,024	H_0 diterima, Tidak terjadi korelasi

Sumber: Hasil SPSS 21.0, 2018

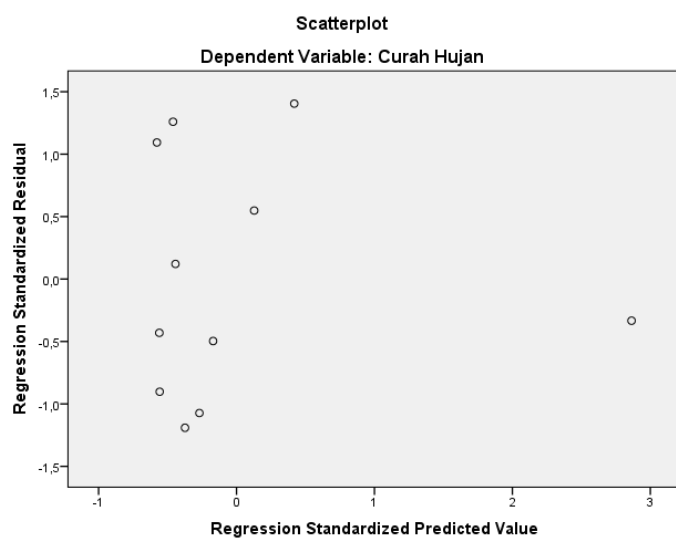
b. Uji Heteroskedastisitas

Uji Heteroskedastisitas digunakan untuk mengecek variasi residual sama atau tidak untuk sebuah pengamatan. Metode yang digunakan adalah metode grafik. Jika pola tertentu seperti titik-titik membentuk suatu pola yang jelas maka terjadi Heteroskedastisitas.



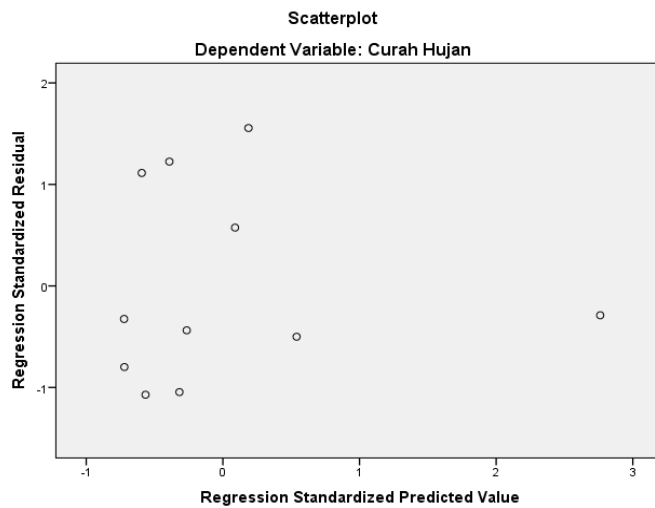
Gambar 4.68 Scatterplot Uji Heteroskedastisitas Model Regresi Jarak terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.69 Scatterplot Uji Heteroskedastisitas Model Regresi Elevasi terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.70 Scatterplot Uji Heteroskedastisitas Model Regresi *Slope* terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

Berdasarkan hasil *scatterplot* dari Gambar 4.68, Gambar 4.69 dan Gambar 4.70, grafik tidak membentuk pola yang jelas. Maka dapat disimpulkan bahwa model regresi linier terjadi Heteroskedastisitas.

Tabel 4.56

Rekapitulasi Uji Asumsi Klasik Seluruh Model Regresi Linier

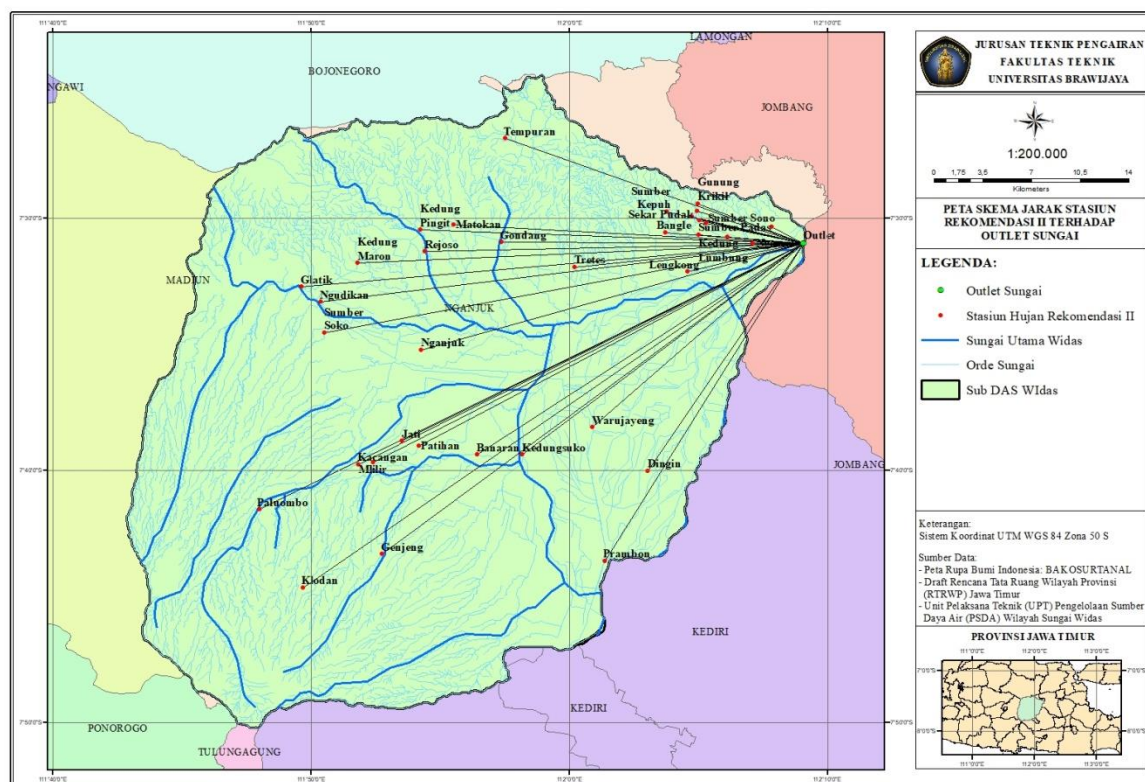
Variabel Independent	R	Normalitas	Autokorelasi	Heteroskedastisitas
Jarak	0,2123	√	√	√
Elevasi	0,551	√	√	√
Slope	0,557	√	√	√

Sumber: Hasil SPSS 21.0, 2018

Dapat disimpulkan bahwa seluruh model regresi linier memenuhi uji asumsi klasik dan lolos semua uji asumsi yang dilakukan.

4.8.3. Hubungan Antar Parameter Topografi Stasiun Hujan *Kriging* Rekomendasi II

Analisa regresi ini dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antar variabel topografi yaitu elevasi dan *slope* sebagai variabel bebas dan jarak (L) stasiun eksisting terhadap outlet sungai.



Gambar 4.71 Peta Skema Jarak Stasiun Hujan Rekomendasi II Kriging dengan Outlet Sungai

Sumber: Hasil Penggambaran, 2018

Tabel 4.57

Parameter Topografi Stasiun Hujan Kriging Rekomendasi II

No.	Stasiun Hujan Rekomendasi II	Jarak Outlet (m)	Elevasi (m)	Slope
1	Banaran	27847	56	0,00201
2	Bangle	9865	54	0,00547
3	Kacangan	35519	99	0,00279
4	Dingin	19972	52	0,00260
5	Genjeng	37608	220	0,00585
6	Glatik	35876	84	0,00234
7	Gondang	21464	69	0,00321
8	Gunung Krikil	8039	88	0,01095
9	Jati	32013	71	0,00222
10	Kedung Lumbung	7505	47	0,00626
11	Kedung Pingit	27262	79	0,00290
12	Kedung Maron	31733	76	0,00239
13	Kedungsuko	25251	53	0,00210
14	Klodan	43592	635	0,01457
15	Lengkong	8518,3	45	0,00528
16	Logawe	8187	61	0,00745
17	Matokan	24919	71	0,00285
18	Mlilir	34520	83	0,00240
19	Nganjuk	28274	57	0,00202

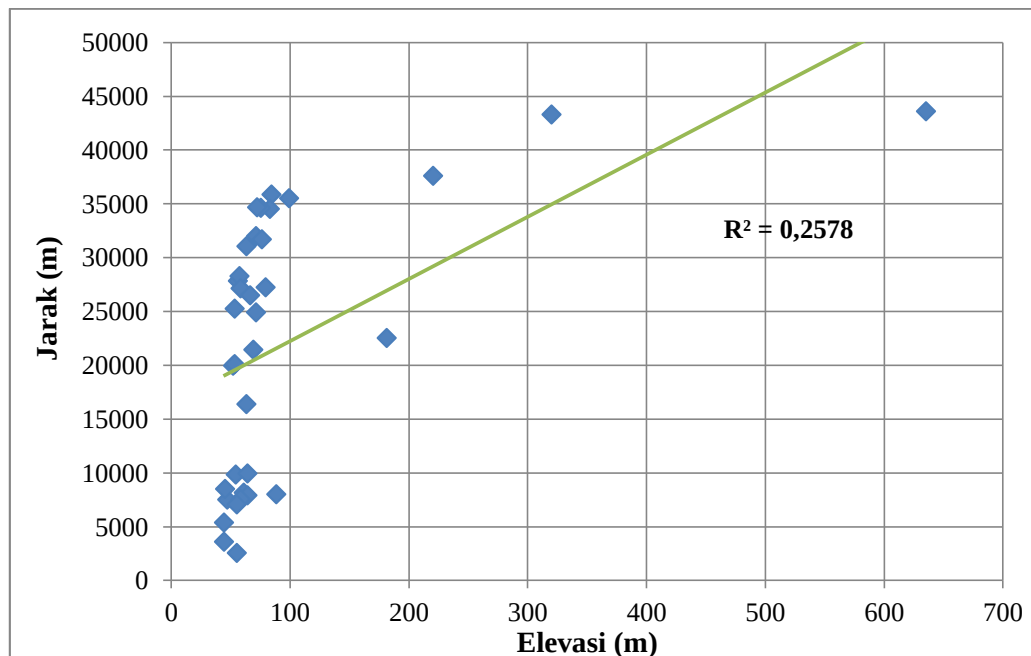
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.57

Parameter Topografi Stasiun Hujan *Kriging* Rekomendasi II

No.	Stasiun Hujan Rekomendasi II	Jarak Outlet (m)	Elevasi (m)	Slope
20	Ngasem	3605	44	0,01221
21	Ngudikan	34632	75	0,00217
22	Paluombo	43314	320	0,00739
23	Patihan	31093	63	0,00203
24	Prambon	27157	58	0,00214
25	Prayungan	5403,3	44	0,00814
26	Rejoso	26498	66	0,00249
27	Sekar Puduk	7919,4	64	0,00808
28	Sumber Kepuh	9974,6	64	0,00642
29	Sumber Kemiri	2573,9	55	0,02137
30	Sumber Padas	7598,1	58	0,00763
31	Sumber Soko	34678	72	0,00208
32	Sumber Sono	7096,7	55	0,00775
33	Tempuran	22546	181	0,00803
34	Tretes	16379	63	0,00385
35	Warujayeng	20128	53	0,00263

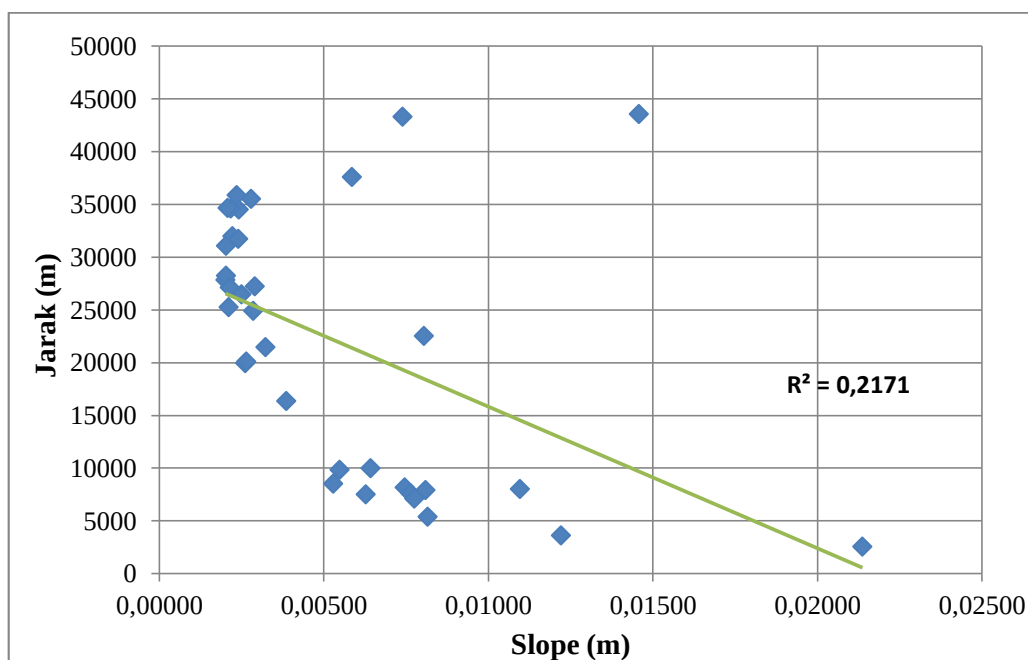
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 4.72 Grafik Hubungan Jarak dengan Elevasi

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berdasarkan lokasi studi, hubungan antara jarak dengan elevasi dapat dikatakan lemah dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,508. Semakin tinggi elevasi stasiun hujan maka jarak stasiun hujan terhadap outlet juga cukup bertambah besar.



Gambar 4.73 Grafik Hubungan Jarak dengan Slope

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

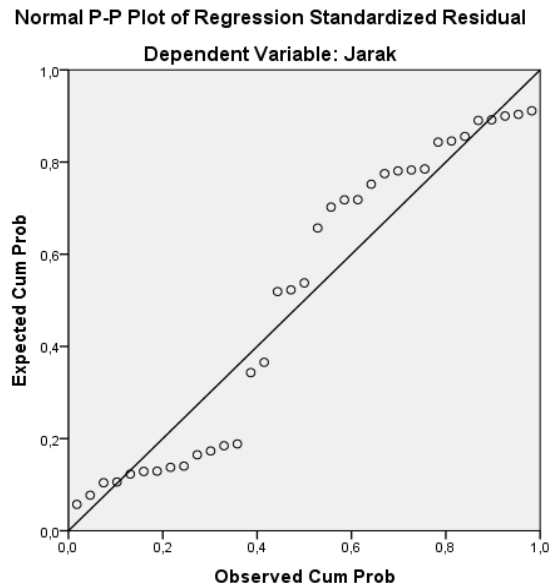
Berdasarkan lokasi studi, hubungan antara jarak dengan slope dapat dikatakan sangat lemah dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,465. Semakin besar *slope* stasiun hujan terhadap outlet, belum tentu jarak stasiun hujan terhadap outlet juga bertambah besar. Hal ini dikarenakan kemiringan setiap stasiun hujan terhadap outlet sungai Widas tidak seragam. Belum tentu stasiun yang lebih jauh lokasinya dari outlet sungai memiliki kemiringan yang lebih curam, karena kemungkinan permukaan tanah dari hulu sampai hilir memiliki kemiringan sangat variatif.

Setelah didapatkan model regresi tiap hubungan antar variabel topografi, maka akan dilakukan perhitungan uji asumsi klasik dengan bantuan aplikasi SPSS 21.0 untuk mengetahui kelayakan model regresi linier hasil analisa. Untuk langkah-langkah analisa dengan aplikasi SPSS 21.0 sama seperti sebelumnya (Gambar 4.38 - Gambar 4.43).

4.8.3.1. Uji Asumsi Klasik

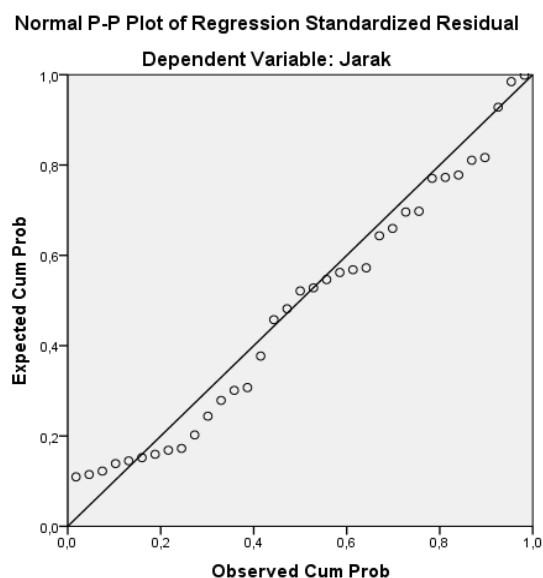
1. Uji Normalitas Residual

Uji Normalitas Residual digunakan untuk menguji nilai residual yang dihasilkan dari regresi terdistribusi secara normal atau tidak. Metode yang digunakan untuk mengetahui normalitas residual pada studi ini adalah metode Grafik. Hasil pengujian *Normal Probability* pada output regresi disajikan pada Gambar 4.74 dan Gambar 4.75.



Gambar 4.74 Normal Probability Plot Model Regresi Elevasi terhadap Jarak

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.75 Normal Probability Plot Model Regresi Slope terhadap Jarak

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

Dari kedua model regresi grafik *Normal Probability Plot* diatas, dapat dikatakan bahwa data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal, maka dapat disimpulkan data terdistribusi dengan normal dan kedua model regresi telah memenuhi asumsi normalitas.

2. Uji Autokorelasi

Uji Autokorelasi untuk mengetahui terjadi korelasi diantara data pengamatan atau tidak yang disusun menurut runtutan waktu. Pada studi ini metode yang digunakan adalah uji *Durbin-Watson*.

Tabel 4.58

Model Summary Regresi Elevasi terhadap Jarak

Model	R	R ²	R ² Adjusted	Std. Error of The Estimate	Durbin-Watson
1	0,508 ^a	0,258	0,235	10803,21738	2,037

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0, 2018

Keterangan: a = Elevasi

Dependent Variable = Jarak

Tabel 4.59

Model Summary Regresi Slope terhadap Jarak

Model	R	R ²	R ² Adjusted	Std. Error of The Estimate	Durbin-Watson
1	0,466 ^a	0,217	0,193	11096,95208	2,275

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0, 2018

Keterangan: a = Slope

Dependent Variable = Jarak

Berikut merupakan langkah-langkah pengujiannya:

- Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif
 H_0 : tidak terjadi autokorelasi
 H_a : terjadi autokorelasi
- Menentukan taraf signifikansi = 0,05
- Menentukan nilai dU berdasarkan tabel Durbin – Watson dapat dilihat pada Lampiran dengan signifikansi 0,05, $n = 35$ dan $K = 1$ (n adalah banyaknya data dan k adalah jumlah variabel independen). Berdasarkan Tabel, didapat nilai $dU = 1,5191$.
- Pengambilan keputusan
 - $dU < d < 4-dU$ maka H_0 diterima (tidak terjadi autokorelasi)
 - $d < dL$ atau $d > 4-dL$ maka H_0 ditolak (terjadi autokorelasi)
 - $dL < d < dL$ atau $4-dU < d < 4-dL$ maka tidak ada kesimpulan
- Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa nilai d (Durbin-Watson) sebesar 2,037 dan 2,275 terletak pada daerah $dU < d < 4-dU$ atau $1,5191 < 2,037 < 2,4809$ dan $1,5191 < 2,275 < 2,4809$. Maka H_0 diterima dalam model regresi tersebut.

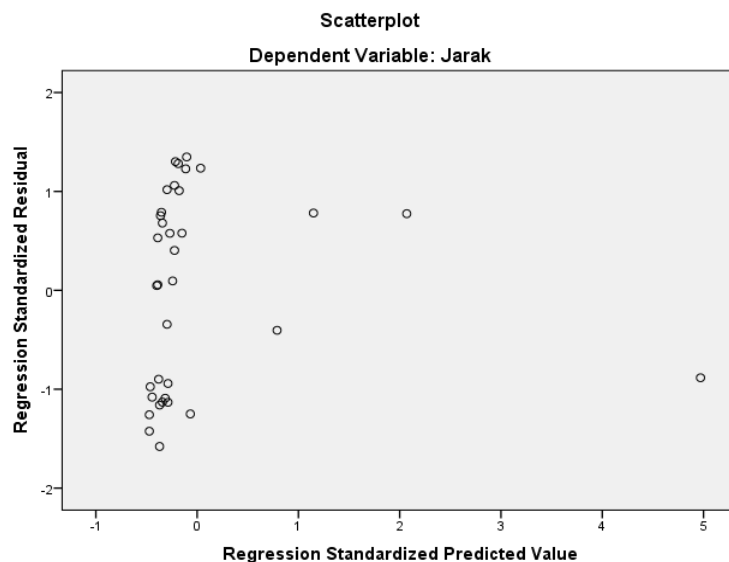
Tabel 4.60
Rekapitulasi Hasil Uji Autokorelasi Model Regresi Linier

Variabel Independent	Nilai <i>Durbin-Watson</i>	Kesimpulan
Elevasi	2,037	H_0 diterima, Tidak terjadi korelasi
<i>Slope</i>	2,275	H_0 diterima, Tidak terjadi korelasi

Sumber: Hasil SPSS 21.0, 2018

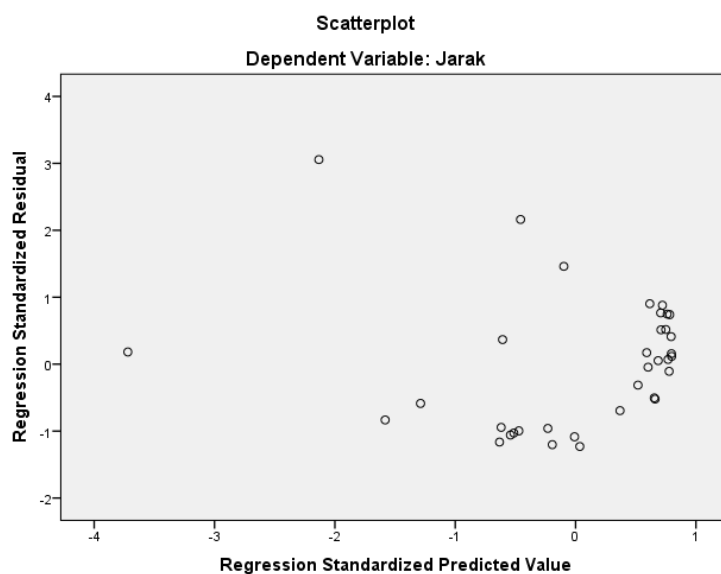
3. Uji Heteroskedastisitas

Uji Heteroskedastisitas digunakan untuk mengecek variasi residual sama atau tidak untuk sebuah pengamatan. Metode yang digunakan adalah metode grafik. Jika pola tertentu seperti titik-titik membentuk suatu pola yang jelas maka terjadi Heteroskedastisitas.



Gambar 4.76 Scatterplot Uji Heteroskedastisitas Model Regresi Elevasi terhadap Jarak

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.77 Scatterplot Uji Heteroskedastisitas Model Regresi *Slope* terhadap Jarak

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

Berdasarkan hasil scatterplot dari Gambar 4.76 dan Gambar 4.77, grafik tidak membentuk pola yang jelas. Maka dapat disimpulkan bahwa model regresi linier terjadi Heteroskedastisitas.

Tabel 4.61

Rekapitulasi Uji Asumsi Klasik Seluruh Model Regresi Linier

Variabel Independent	R	Normalitas	Autokorelasi	Heteroskedastisitas
Elevasi	0,508	√	√	√
Slope	0,465	√	√	√

Sumber: Hasil SPSS 21.0, 2018

Dapat disimpulkan bahwa seluruh model regresi linier memenuhi uji asumsi klasik dan lolos semua uji asumsi yang dilakukan.

4.8.4. Hubungan Aspek Topografi terhadap Curah Hujan Stasiun Hujan *Kriging* Rekomendasi II

Curah hujan rerata digunakan untuk model regresi linier (sebagai variabel terikat) terhadap jarak, elevasi stasiun hujan, dan *slope* antara stasiun hujan Kagan-Rodda terhadap outlet sungai Widas (sebagai variabel tak terikat).

Tabel 4.62

Rerata Hujan Tahunan Stasiun Hujan *Kriging* Rekomendasi II

No	Tahun	Stasiun								
		Banaran	Bangle	Kacangan	Dingin	Genjeng	Glatik	Gondang	Gunung Krikil	Jati
1	1997	950	1142	1146	985	1224	1111	1334	1105	1294
2	1998	2928	2339	2661	2558	3424	2472	3165	2384	2646
3	1999	1996	1802	1685	1955	1941	1654	2227	1735	1470
4	2000	2089	2191	1807	2223	2194	1821	1834	1941	2148
5	2001	1945	1496	1834	1657	1829	1925	2058	1778	1757
6	2002	1314	1848	1358	1776	1996	1171	2402	1730	1438
7	2003	1475	1867	1724	2188	2054	1461	1761	1766	1710
8	2004	1708	2178	1287	1981	1773	1636	2247	2024	1114
9	2005	1433	1705	1789	1442	1628	1712	2152	1479	1607
10	2006	1548	1829	1980	1304	1803	1121	2280	1791	1719
11	2007	1414	1607	1673	1620	1735	1357	2174	1367	1415
12	2008	1319	1691	1651	1743	2026	1703	2015	1453	1596
13	2009	1593	2103	1459	2026	1510	1288	1466	2064	1143
14	2010	2665	2723	2757	3118	2465	2198	3395	2518	2155
15	2011	1569	1949	1565	1606	1817	1274	2491	2024	1419
16	2012	1572	1477	2256	1344	2045	1410	1605	1751	2264
17	2013	3273	3322	2915	3420	4174	2208	3315	3107	3072
18	2014	1106	1243	1484	911	1624	1476	1447	1441	1485
19	2015	1477	1798	1676	2148	2129	1591	1563	1820	1840
20	2016	2734	2450	2804	2533	2702	2431	2625	2293	2901
Rata-rata		1805	1938	1876	1927	2105	1651	2178	1879	1810

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.62

Rerata Hujan Tahunan Stasiun Hujan *Kriging* Rekomendasi II

No	Tahun	Stasiun								
		Kedung Lumbung	Kedung Pingit	Kedung Maron	Kedungsuko	Klodian	Lengkong	Logawe	Matokan	Mlilir
1	1997	1089	1249	887	1375	1127	1283	1142	1259	1085
2	1998	2420	3016	2551	2707	3017	2784	2427	3167	3393
3	1999	1737	1781	1617	1901	1675	1991	1789	1847	1625
4	2000	1838	1777	1648	2581	2046	2520	1968	1780	1825
5	2001	1638	1678	1727	1424	2027	1850	1890	1834	1889
6	2002	1629	1681	1272	1839	2200	1414	1876	1492	1262
7	2003	1664	1685	1150	1677	2198	1617	1977	1594	1839
8	2004	1976	2164	1799	1822	2099	2042	2265	2191	1264
9	2005	1370	2065	1841	1577	2360	1699	1640	2154	1747
10	2006	1782	1737	1312	1733	2062	1490	2041	1851	1822
11	2007	1454	1740	1348	1823	2315	1386	1684	2138	1416
12	2008	1430	1768	1951	1764	2491	1670	1554	1781	1583
13	2009	1925	1978	1374	1562	1796	1714	2194	1710	1319
14	2010	2499	2943	2429	2834	3515	2903	2784	2746	2708
15	2011	1905	1927	1490	1840	2056	1927	2038	1747	1487
16	2012	1745	1573	1414	1570	1946	1405	1841	1650	1780
17	2013	3835	3345	2437	3993	3997	3883	3567	3487	3087
18	2014	1467	1599	1227	1234	1755	1385	1540	1520	1355
19	2015	1760	1970	1679	1661	2076	2227	1850	1876	1425
20	2016	2281	3150	2986	3122	2880	2843	2452	2986	2552
Rata-rata		1872	2041	1707	2002	2282	2002	2026	2040	1823

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.62

Rerata Hujan Tahunan Stasiun Hujan *Kriging* Rekomendasi II

No	Tahun	Stasiun							
		Nganjuk	Ngasem	Ngudikan	Paluombo	Patihan	Prambon	Prayungan	Rejoso
1	1997	888	1268	1002	1564	1151	1360	1107	1188
2	1998	2711	2684	2335	3718	2542	2708	2466	3084
3	1999	1498	2044	1558	2072	1814	2432	1748	2074
4	2000	1767	2596	1792	2561	2038	2567	1874	1999
5	2001	1548	1900	1657	2557	2457	1262	1104	1685
6	2002	1643	1900	1577	1896	1431	1782	1675	1765
7	2003	1293	1985	1634	1786	1379	2703	1681	1547
8	2004	1091	2144	1675	1724	1297	1685	1992	1795
9	2005	1509	1369	1710	2015	1557	1530	1230	1744
10	2006	1457	1585	1071	1937	1356	1638	1360	1750
11	2007	1395	1270	1466	2024	1338	1589	1110	1684
12	2008	1466	1502	1731	1964	1618	1462	1327	1832
13	2009	1091	2034	1400	1850	1200	1501	1683	1674
14	2010	2509	2925	2328	3335	2748	2491	2673	2551
15	2011	1508	2065	1262	2072	1288	1490	1892	1869
16	2012	1687	1787	1345	2237	1889	1373	1784	1430
17	2013	2762	3782	2516	4332	3307	3872	4720	3080
18	2014	1564	1333	1386	1635	1210	1274	1397	1657
19	2015	2007	1655	1571	1993	1486	1717	1520	1776
20	2016	2711	2424	2505	3238	2746	2310	2231	2964
Rata-rata		1705	2013	1676	2326	1793	1937	1829	1957

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.62

Rerata Hujan Tahunan Stasiun Hujan *Kriging* Rekomendasi II

No	Tahun	Stasiun								
		Sekar Puduk	Sumber Kepuh	Sumber Kemiri	Sumber Padas	Sumber Soko	Sumber Sono	Tempuran	Tretes	Warujayeng
1	1997	1105	1028	1125	1222	972	1093	1528	1500	1265
2	1998	2387	2165	2433	2616	2693	2565	2976	3017	2393
3	1999	1739	1743	1824	1906	1942	1949	1626	2157	1848
4	2000	1930	2029	2206	2272	2367	2111	2204	2641	1851
5	2001	1764	1512	1549	1965	1839	1458	1734	1958	1022
6	2002	1726	1908	1697	1799	1616	1719	1432	2079	1732
7	2003	1730	1573	1715	1918	2359	1365	1037	1821	1527
8	2004	1960	2132	1962	2321	1621	2195	2438	2214	1580
9	2005	1475	1528	1254	1483	1940	1502	1971	2223	1349
10	2006	1755	1831	1444	1831	1207	1724	1909	1963	1617
11	2007	1421	1882	1208	1408	1296	1490	1896	1449	1775
12	2008	1439	1514	1474	1552	1759	1579	1385	1669	1608
13	2009	1983	2133	1840	2113	1430	2122	1837	1247	1731
14	2010	2580	2465	2516	2824	2629	2771	3217	2218	2631
15	2011	1964	1907	1956	2197	1420	2132	2012	1573	1866
16	2012	1739	1535	1685	1958	1453	1943	1500	1331	1352
17	2013	3154	3318	4164	3586	2444	3812	3519	4236	3066
18	2014	1462	1307	1075	1557	751	1378	1481	1914	1185
19	2015	1765	1887	1662	1836	1663	1721	1816	2286	2475
20	2016	2363	2563	2389	2680	2051	2416	2377	3042	2666
Rata-rata		1872	1859	1898	2052	1773	1952	1995	2127	1827

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.63

Curah Hujan terhadap Parameter Topografi Stasiun *Kriging* Rekomendasi II

No.	Stasiun Hujan Rekomendasi II	Jarak Outlet (m)	Elevasi (m)	Slope	Curah Hujan (mm/tahun)
1	Banaran	27847	56	0,00201	1805,369
2	Bangle	9865	54	0,00547	1937,986
3	Kacangan	35519	99	0,00279	1875,568
4	Dingin	19972	52	0,00260	1926,879
5	Genjeng	37608	220	0,00585	2104,604
6	Glatik	35876	84	0,00234	1651,016
7	Gondang	21464	69	0,00321	2177,788
8	Gunung Krikil	8039	88	0,01095	1878,568
9	Jati	32013	71	0,00222	1809,724
10	Kedung Lumbung	7505	47	0,00626	1872,141
11	Kedung Pingit	27262	79	0,00290	2041,309
12	Kedung Maron	31733	76	0,00239	1706,950
13	Kedungsuko	25251	53	0,00210	2001,993
14	Klodan	43592	635	0,01457	2281,901
15	Lengkong	8518,3	45	0,00528	2001,584
16	Logawe	8187	61	0,00745	2025,932
17	Matokan	24919	71	0,00285	2040,477
18	Mlilir	34520	83	0,00240	1823,257
19	Nganjuk	28274	57	0,00202	1705,217
20	Ngasem	3605	44	0,01221	2012,639
21	Ngudikan	34632	75	0,00217	1676,087
22	Paluombo	43314	320	0,00739	2325,529

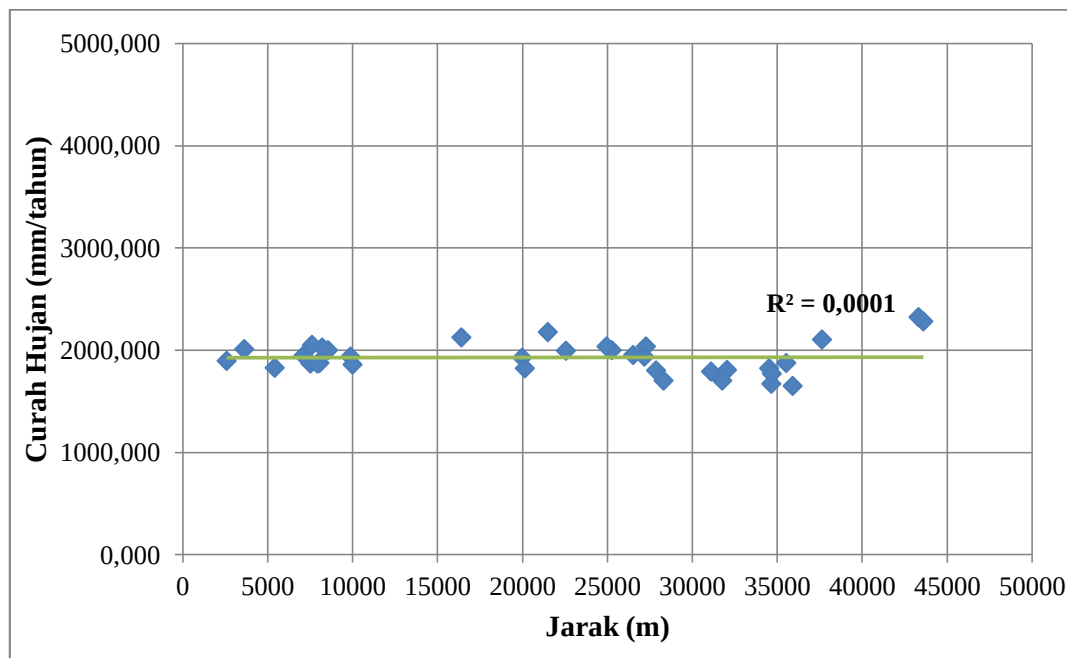
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Lanjutan Tabel 4.63

Curah Hujan terhadap Parameter Topografi Stasiun Hujan *Kriging* Rekomendasi II

No.	Stasiun Hujan Rekomendasi II	Jarak Outlet (m)	Elevasi (m)	Slope	Curah Hujan (mm/tahun)
23	Patihan	31093	63	0,00203	1792,694
24	Prambon	27157	58	0,00214	1937,300
25	Prayungan	5403,3	44	0,00814	1828,713
26	Rejoso	26498	66	0,00249	1957,404
27	Sekar Pudak	7919,4	64	0,00808	1872,082
28	Sumber Kepuh	9974,6	64	0,00642	1858,942
29	Sumber Kemiri	2573,9	55	0,02137	1897,999
30	Sumber Padas	7598,1	58	0,00763	2052,190
31	Sumber Soko	34678	72	0,00208	1772,662
32	Sumber Sono	7096,7	55	0,00775	1952,250
33	Tempuran	22546	181	0,00803	1994,763
34	Tretes	16379	63	0,00385	2126,810
35	Warujayeng	20128	53	0,00263	1826,969

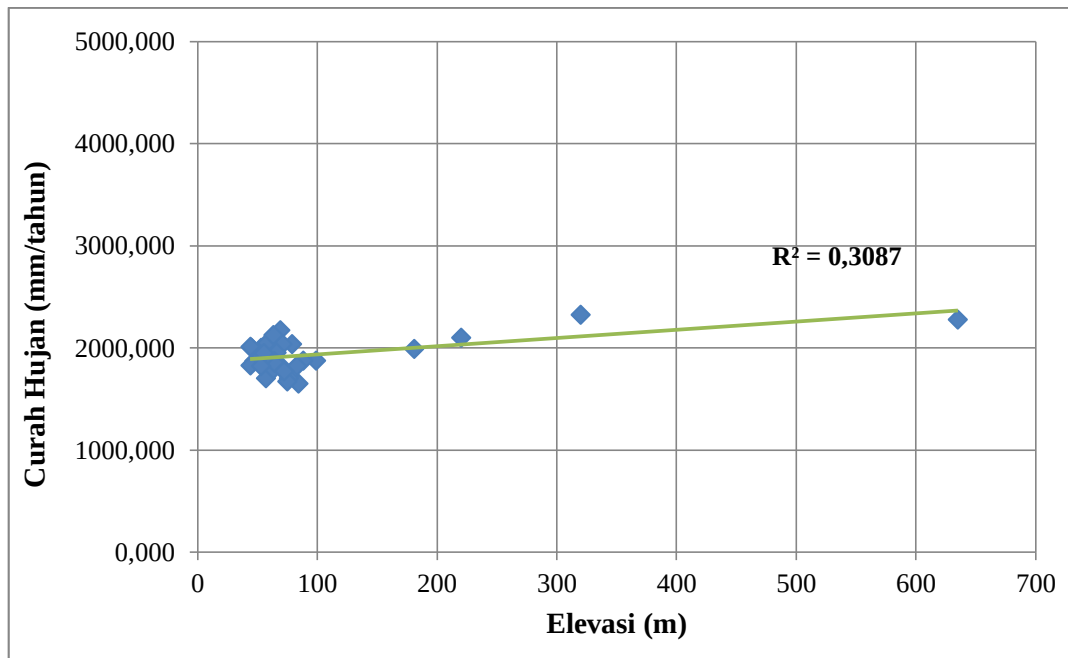
Sumber: Hasil Perhitungan, 2018



Gambar 4.78 Grafik Hubungan Jarak terhadap Curah Hujan

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

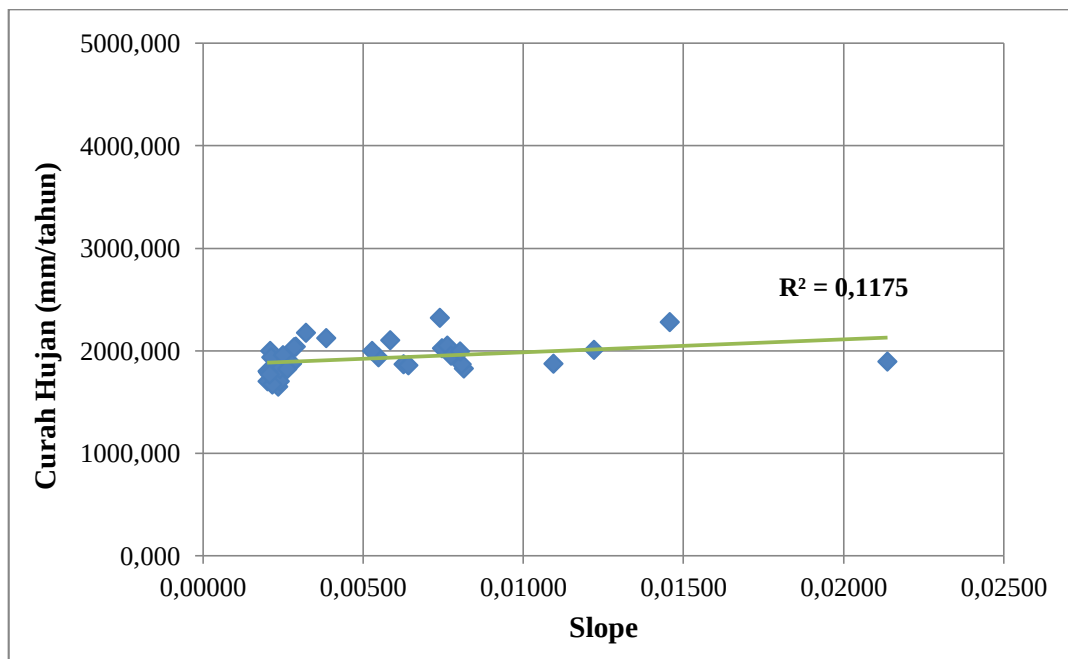
Berdasarkan lokasi studi, hubungan antara jarak dengan curah hujan dapat dikatakan tidak ada hubungan dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,01. Karena letak stasiun hujan semakin jauh dari outlet sungai, namun besar curah hujan yang turun tetap konstan. Maka pada Sub DAS Widas, tidak terdapat hubungan aspek topografi terhadap curah hujan dengan jarak.



Gambar 4.79 Grafik Hubungan Elevasi terhadap Curah Hujan

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berdasarkan lokasi studi, hubungan antara elevasi dengan curah hujan dapat dikatakan cukup lemah dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,556. Semakin tinggi elevasi stasiun hujan, maka hujan yang turun cukup bertambah besar pada titik tersebut.



Gambar 4.80 Grafik Hubungan Slope terhadap Curah Hujan

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Hubungan antara *slope* dengan curah hujan dapat dikatakan lemah dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,3427. Semakin besar *slope* stasiun hujan terhadap outlet sungai, maka hujan yang turun belum tentu bertambah besar pada titik tersebut.

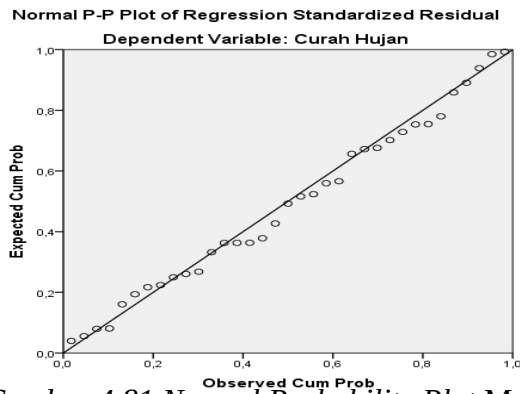
Berdasarkan grafik hubungan 3 parameter topografi terhadap curah hujan di Sub DAS Widas, parameter topografi yang memiliki hubungan yang paling kuat adalah elevasi terhadap curah hujan dengan $R = 0,556$. Semakin besar *elevasi* stasiun hujan terhadap outlet sungai, dapat mempengaruhi besar hujan yang turun pada titik tersebut. Kemudian *slope* memiliki hubungan yang lemah terhadap curah hujan ($R = 0,3427$). Semakin besar kemiringan tidak selalu diikuti dengan penambahan curah hujan. Sedangkan terhadap jarak tidak memiliki hubungan dibandingkan lainnya ($R = 0,01$), karena belum tentu jarak semakin jauh dari outlet sungai maka semakin tinggi curah hujan. Selain itu kemungkinan hujan tidak merata, tergantung dengan ketinggian daerah pada titik tersebut.

Sehingga dapat disimpulkan dalam perencanaan jaringan stasiun hujan yang baru di Sub DAS Widas, faktor topografi (*elevasi*) merupakan parameter yang cukup untuk dipertimbangkan, karena pengaruh kemiringan terhadap hujan yang turun cukup kuat ($R = 0,556$). Setelah didapatkan model regresi tiap parameter topografi terhadap curah hujan, maka akan dilakukan uji asumsi klasik guna mengetahui kelayakan model regresi linier. Analisa dilakukan dengan bantuan aplikasi SPSS 21.0. Untuk langkah-langkah analisa dengan aplikasi SPSS 21.0 sama seperti sebelumnya (Gambar 4.59 - Gambar 4.64). Nilai X_1 (jarak), X_2 (*elevasi*) dan X_3 (*slope*) dimasukkan bergantian dengan Y (curah hujan) tetap. Dari hasil percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil untuk kombinasi faktor jarak, *elevasi* dan *slope* sebagai berikut:

4.8.4.1. Uji Asumsi Klasik

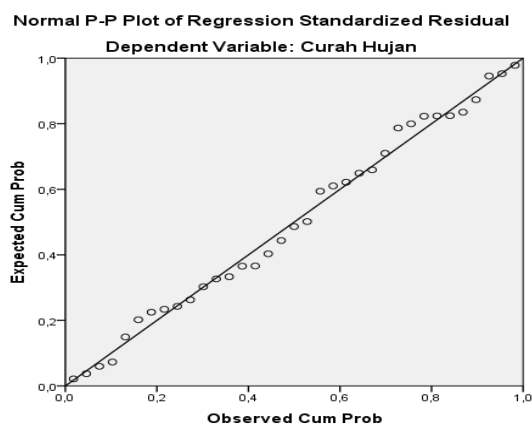
1. Uji Normalitas Residual

Uji Normalitas Residual digunakan untuk menguji nilai residual yang dihasilkan dari regresi terdistribusi secara normal atau tidak. Metode yang digunakan untuk mengetahui normalitas residual pada studi ini adalah metode Grafik. Hasil pengujian *Normal Probability* pada output regresi disajikan pada Gambar 4.81, Gambar 4.82 dan Gambar 4.83.



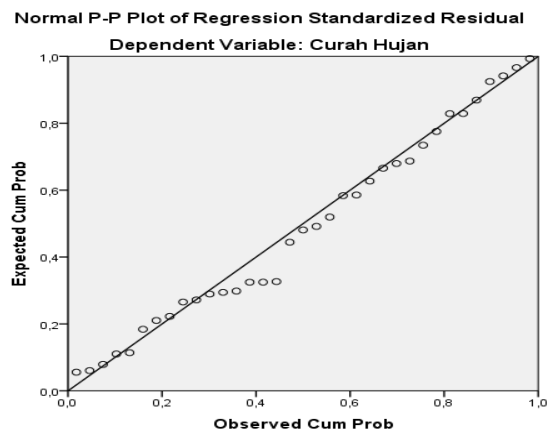
Gambar 4.81 Normal Probability Plot Model Regresi Jarak terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.82 Normal Probability Plot Model Regresi Elevasi terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.83 Normal Probability Plot Model Regresi Slope terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

Dari ketiga model regresi grafik *Normal Probability Plot* diatas, dapat dikatakan bahwa data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal, maka dapat disimpulkan data terdistribusi dengan normal dan kedua model regresi telah memenuhi asumsi normalitas.

2. Uji Autokorelasi

Uji Autokorelasi untuk mengetahui terjadi korelasi diantara data pengamatan atau tidak yang disusun menurut runtutan waktu. Pada studi ini metode yang digunakan adalah uji *Durbin-Watson* dan uji *Run-Test*.

a. Uji *Durbin-Watson*

Tabel 4.64

Model Summary Regresi Jarak terhadap Curah Hujan

Model	R	R ²	R ² Adjusted	Std. Error of The Estimate	Durbin-Watson
1	0,010 ^a	0,0001	-0,03	160,40506	2,709

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0, 2018

Keterangan: a = Jarak

Dependent Variable = Curah Hujan

Tabel 4.65

Model Summary Regresi Elevasi terhadap Curah Hujan

Model	R	R ²	R ² Adjusted	Std. Error of The Estimate	Durbin-Watson
1	0,556 ^a	0,309	0,228	133,37823	3,066

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0, 2018

Keterangan: a = Elevasi

Dependent Variable = Curah Hujan

Tabel 4.66

Model Summary Regresi Slope terhadap Curah Hujan

Model	R	R ²	R ² Adjusted	Std. Error of The Estimate	Durbin-Watson
1	0,343 ^a	0,117	0,091	150,69682	2,699

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0, 2018

Keterangan: a = Slope

Dependent Variable = Curah Hujan

Berikut merupakan langkah-langkah pengujiannya:

- Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif
 H_0 : tidak terjadi autokorelasi
 H_a : terjadi autokorelasi
- Menentukan taraf signifikansi = 0,05
- Menentukan nilai dU berdasarkan tabel Durbin – Watson dapat dilihat pada Lampiran dengan signifikansi 0,05, n = 35 dan K = 1 (n adalah banyaknya data dan k adalah jumlah variabel independen). Berdasarkan Tabel, didapat nilai dU = 1,5191.
- Pengambilan keputusan
 - dU < d < 4-dU maka H_0 diterima (tidak terjadi autokorelasi)

- $d < d_L$ atau $d > 4-d_L$ maka H_0 ditolak (terjadi autokorelasi)
- $d_L < d < d_L$ atau $4-d_U < d < 4-d_L$ maka tidak ada kesimpulan

▪ Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa nilai d (Durbin-Watson) sebesar 2,709, 3,066 dan 2,699 maka model regresi ditolak atau dapat dikatakan model regresi terjadi autokorelasi.

b. Uji Run-Test

Hasil uji autokorelasi dengan *Durbin-Watson* tidak ada kesimpulan atau model regresi tidak meyakinkan, maka perlu pengujian lebih lanjut dengan menggunakan metode *run test*. Jika nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* menunjukkan lebih dari 0,05 maka tidak terdapat autokorelasi. Langkah-langkah Analisa sama seperti sebelumnya (Gambar 4.46 – Gambar 4.52) dengan SPSS 21.0.

Hasil *Run-Test* seluruh model regresi dibuktikan dengan nilai *Asymp. Sig (2-tailed)*. Jika nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* $> 0,05$ maka seluruh model regresi tidak mengalami autokorelasi. Berdasarkan analisa *Run-Test*, nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* $0,039 < 0,05$ maka model regresi terjadi autokorelasi.

Tabel 4.67

Run Test Seluruh Model Regresi

	Unstandardized Residual
Test Value a	-22,40028
Cases , Test Value	17
Cases $\geq$ Test Value	18
Total Cases	35
Number of Runs	25
Z	2,066
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,039

Sumber: Hasil Aplikasi SPSS 21.0

Tabel 4.68

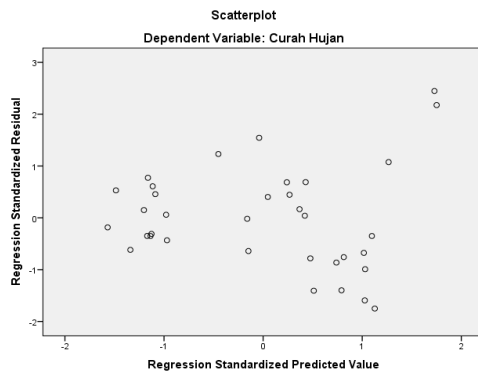
Rekapitulasi Hasil Uji Autokorelasi Seluruh Model Regresi Linier

Variabel Independent	Nilai <i>Durbin-Watson</i>	Kesimpulan	Nilai <i>Run-Test</i>	Kesimpulan
Jarak	2,709	Tidak Ada Kesimpulan	0,039	H_0 ditolak, Terjadi Autokorelasi
Elevasi	3,066	Tidak Ada Kesimpulan		
<i>Slope</i>	2,699	Tidak Ada Kesimpulan		

Sumber: Hasil Aplikasi SPSS 21.0

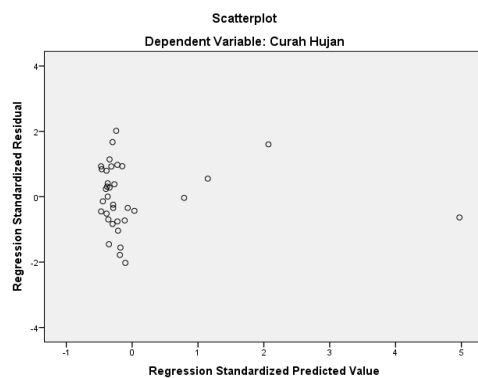
3. Uji Heteroskedastisitas

Uji Heteroskedastisitas digunakan untuk mengecek variasi residual sama atau tidak untuk sebuah pengamatan. Metode yang digunakan adalah metode grafik. Jika pola tertentu seperti titik-titik membentuk suatu pola yang jelas maka terjadi Heteroskedastisitas.



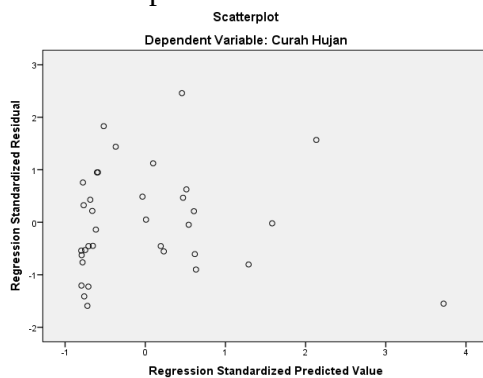
Gambar 4.84 Scatterplot Uji Heteroskedastisitas Model Regresi Jarak terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.85 Scatterplot Uji Heteroskedastisitas Model Regresi Elevasi terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0



Gambar 4.86 Scatterplot Uji Heteroskedastisitas Model Regresi Slope terhadap Curah Hujan

Sumber: Aplikasi SPSS 21.0

Berdasarkan hasil *scatterplot* dari Gambar 4.84, Gambar 4.85 dan Gambar 4.86, grafik tidak membentuk pola yang jelas. Maka dapat disimpulkan bahwa model regresi linier terjadi Heteroskedastisitas.

Tabel 4.69
Rekapitulasi Uji Asumsi Klasik Seluruh Model Regresi Linier

Variabel Independent	R	Normalitas	Autokorelasi	Heteroskedastisitas
Jarak	0,01	√	x	√
Elevasi	0,556	√	x	√
<i>Slope</i>	0,343	√	x	√

Sumber: Hasil SPSS 21.0, 2018

Dapat disimpulkan bahwa model regresi linier kurang memenuhi uji asumsi klasik yang dilakukan karena pada uji autokorelasi ditolak atau dapat dikatakan terjadi autokorelasi (Tabel 4.68).

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)