

BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Penyiapan Data

Data hujan yang digunakan dalam studi ini adalah data hujan yang berasal dari 34 stasiun hujan di DAS Sampean di Kabupaten Bondowoso, Provinsi Jawa Timur. Adapun Stasiun Hujan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1. Data Stasiun Hujan DAS Sampean

No	Nama	Lintang	Bujur	Elevasi (m)	Dusun	Kecamatan	Kabupaten
1	Wringin	7° 50' 10,5"	113° 45' 53,4"	457	Jatisari	Wringin	Kab. Bondowoso
2	Wonosari II	7° 58' 28,9"	113° 40' 22,2"	429	Wonosari	Grujugan	Kab. Bondowoso
3	Maesan	8° 1' 15,9"	113° 41' 39,1"	358	Maesan	Maesan	Kab. Bondowoso
4	Ancar	7° 57' 34"	113° 47' 30"	350	Jetis	Curahdami	Kab. Bondowoso
5	Selolembu	7° 53' 40"	113° 47' 48"	304	Selolembu	Curahdami	Kab. Bondowoso
6	Sentral	7° 55' 18"	113° 49' 3,2"	267	Badean	Bondowoso	Kab. Bondowoso
7	Klabang	7° 52' 12,9"	113° 49' 13,1"	292	Klabang	Tegalampel	Kab. Bondowoso
8	Grujugan	7° 57' 22"	113° 49' 43,4"	284	Grujugan Lor	Grujugan	Kab. Bondowoso
9	Kesemek	7° 57' 45,72"	113° 52' 20,39"	360	Kesemek	Tenggarang	Kab. Bondowoso
10	Kejayan	7° 57' 36,29"	113° 52' 29,68"	360	Kejaayan	Pujer	Kab. Bondowoso
11	Wonosroyo	7° 56' 0,56"	113° 52' 57,58"	300	Tumpeng	Wonosari	Kab. Bondowoso
12	Wonosari	7° 52' 59,2"	113° 53' 37,8"	226	Wonosari	Wonosari	Kab. Bondowoso
13	Sukokerto	7° 59' 20,8"	113° 53' 53,9"	449	Maskuning	Pujer	Kab. Bondowoso
14	Maskuning Wetan	7° 59' 11,9"	113° 54' 21,9"	446	Maskuning Wetan	Pujer	Kab. Bondowoso
15	Jero	7° 52' 30"	113° 55' 10"	130	Gunung Anyar	Tapen	Kab. Bondowoso
16	Pakistan	7° 59' 21,6"	113° 55' 19,1"	482	Pakistan	Tlogo	Kab. Bondowoso
17	Tlogo	7° 59' 47,2"	113° 56' 10"	542	Tlogo	Tlogo	Kab. Bondowoso
18	Pinangpiat	7° 57' 7,3"	113° 56' 16,1"	461	Pecalongan	Sukosari	Kab. Bondowoso
19	Bluncong	7° 49' 1,52"	113° 56' 45,89"	110	Pandak	Klabang	Kab. Bondowoso
20	Taal	7° 51' 45,40"	113° 57' 2,63"	220	Taal	Tapen	Kab. Bondowoso
21	Pringduri	7° 49' 38,64"	113° 57' 36,11"	123	Besuk	Klabang	Kab. Bondowoso
22	Prajekan	7° 42' 10"	113° 58' 54"	94	Prajekan	Prajekan	Kab. Bondowoso
23	Glendengan	7° 49' 42,53"	113° 58' 37,02"	130	Botolinggo	Prajekan	Kab. Bondowoso
24	Talep	7° 47' 30,8"	113° 58' 38,2"	78	Walidono	Prajekan	Kab. Bondowoso
25	Sumber Gading	7° 58' 7,86"	113° 59' 14,96"	649	Sbr. Wringin	Sbr. Wringin	Kab. Bondowoso
26	Kolpoh	7° 47' 46,8"	114° 00' 17,2"	72	Sempol	Prajekan	Kab. Bondowoso
27	Ramban Wetan	7° 48' 29,6"	114° 1' 47,9"	98	Kranang	Cerme	Kab. Bondowoso

Lanjutan Tabel 4.1. Data Stasiun Hujan DAS Sampean

No	Nama	Lintang	Bujur	Elevasi (m)	Dusun	Kecamatan	Kabupaten
28	Pandan	7° 47' 39,1"	114° 2' 44,7"	106	Suling Wetan	Cerme	Kab. Bondowoso
29	Suling Wetan	7° 47' 58,8"	114° 2' 44,7"	114	Suling Wetan	Cerme	Kab. Bondowoso
30	Cerme	7° 46' 36,8"	114° 3' 8,1"	90	Cerme	Cerme	Kab. Bondowoso
31	Sumber Dumpyong	7° 52' 52,1"	113° 44' 46,8"	621	Sumber Dumpyong	Pakem	Kab. Bondowoso
32	Blimbing	7° 51' 22,1"	113° 43' 53,1"	527	Petung	Pakem	Kab. Bondowoso
33	Tamanan	8° 00' 50"	113° 49' 40,8"	351	Tamanan	Tamanan	Kab. Bondowoso
34	Clangap	8° 00' 21"	113° 52' 30,1"	411	Alas Sumur	Puyer	Kab. Bondowoso

Sumber : UPT PSDAWS Sampean, 20

4.2. Pengolahan Data Hujan

4.2.1. Uji Konsistensi Data

Untuk mengetahui konsistensi data hujan setiap stasiun hujan, dapat dilakukan dengan analisa kurva massa ganda yang umumnya disusun menurut urutan kronologis mundur, dimulai dari tahun terakhir. Uji ini bertujuan untuk membandingkan data dari stasiun hujan yang diamati dengan stasiun sekitarnya guna mendapatkan sebaran data yang seragam. Pada pengujian kali ini, bagian terpenting yang harus diperhatikan adalah penggunaan stasiun sekitar yang dipakai sebagai acuan oleh stasiun yang akan diuji. Mengingat sebaran hujan yang terjadi sangat bervariasi dari hulu hingga hilir DAS, maka stasiun sekitar yang digunakan juga harus merupakan stasiun terdekat yang sekiranya memiliki sebaran hujan kurang lebih sama. Stasiun terdekat yang bisa digunakan tentunya stasiun yang Poligon Thiessennya yang bersentuhan secara langsung satu sama lain, seperti Gambar 4.5. Adapun langkah – langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung komulatif nilai curah hujan tahunan dari stasiun hujan yang akan di hitung dengan komulatif curah hujan dari stasiun pembanding
2. Membandingkan harga komulatif curah hujan Stasiun dengan komulatif curah hujan rerata stasiun sekitar melalui panggambaran kurva massa ganda.
3. Jika terjadi penyimpangan data hujan dari stasiun yang diuji maka dilakukan koreksi. Penyimpangan data hujan dilihat dari kemiringan garis yang terbentuk. Berdasarkan RSNI T-02-2004 tentang tata cara penghitungan hujan maksimum boleh jadi dengan metode Hersfield menyatakan bahwa:
 - Pos dapat diterima jika Kurva Massa Ganda yang terbentuk berupa garis lurus atau terjadi penyimpangan kurang dari 5% atau dengan toleransi sudut $\pm 2^\circ$.
 - Pos ditolak atau perlu perbaikan data jika Kurva Massa Ganda yang terbentuk lebih dari 5% dari garis lurus.

4. Jika terdapat data yang tidak konsisten, maka dilakukan koreksi data menggunakan Persamaan (2-3) dan Persamaan (2-4). Berikut adalah contoh perhitungan uji konsistensi pada Stasiun Sumber Dumpyong:

- a. Setelah ada perubahan (α_2) = 48°
 b. Sebelum ada perubahan (α_1) = 45°
 c. $Fk = \frac{\tan \alpha_1}{\tan \alpha_2} = 0,9$
 d. $H_z = Fk \times (2011;2012;2013;2014;2015;2016)$
 = 105;125;131;88;107;104

Tabel 4.2. Stasiun Pembanding untuk Uji Konsistensi Stasiun Sumber Dumpyong

No	Tahun	Stasiun Pembanding	
		Wringin	Selolembu
1	2006	99	90
2	2007	114	70
3	2008	260	166
4	2009	90	132
5	2010	130	69
6	2011	112	90
7	2012	111	75
8	2013	80	118
9	2014	54	95
10	2015	105	91
11	2016	146	62

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

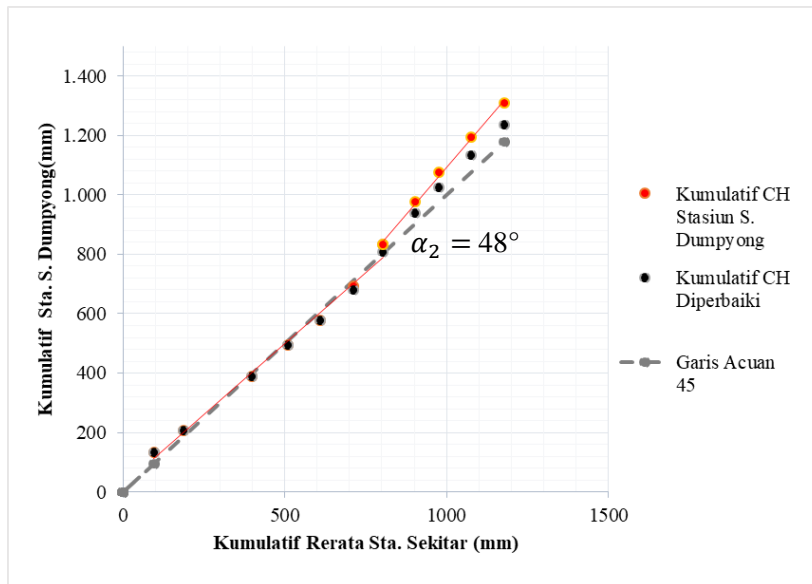
Tabel 4.3. Uji Konsistensi Data Hujan pada Stasiun Hujan Sumber Dumpyong

No	Tahun	CH Sumber Dumpyong (mm)	Kumulatif (mm)	Rerata Sekitar (mm)	Kumulatif (mm)	CH Diperbaiki (mm)	Kumulatif CH diperbaiki (mm)
1	2006	132	132	95	95	132	132
2	2007	74	206	92	187	74	206
3	2008	182	388	213	400	182	388
4	2009	108	496	111	511	108	496
5	2010	80	576	100	610	80	576
6	2011	117	693	101	711	105	681
7	2012	139	832	93	804	125	806
8	2013	145	977	99	903	131	937
9	2014	98	1.075	75	978	88	1.025
10	2015	119	1.194	98	1.076	107	1.132
11	2016	116	1.310	104	1.180	104	1.237

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Catatan: angka yang bercetak tebal merupakan curah hujan yang terkoreksi

Uji konsistensi dengan analisa kurva massa ganda data hujan stasiun Sumber Dumpyong disajikan pada Gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4.1 Kurva Massa Ganda Stasiun Hujan Sumber Dumpyong
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari grafik diatas terdapat garis yang tidak *trend* dan terjadi penyimpangan sudut dari batas toleransi ($43^\circ \leq \text{sudut} \leq 47^\circ$). Hal ini mungkin terjadi karena kesalahan pengamatan yang disebabkan oleh perubahan posisi atau cara pemasangan yang tidak baik dari alat ukur curah hujan. Maka dari itu data curah hujan pada stasiun Sumber Dumpyong harus diperbaiki dengan metode Kurva Massa Ganda. Untuk perhitungan stasiun hujan yang lain dapat dilihat di **Lampiran 2**.

4.2.2. Penyaringan (*Screening*) Data

A. Uji Ketidakadaan Trend

Uji Ketidakadaan Trend dalam studi ini dimaksudkan untuk mengetahui ada atau tidaknya trend dalam suatu deret berkala. Dalam studi ini memakai data hujan harian maksimal selama 11 tahun. Ketidakadaan trend dapat diuji dengan banyak cara, seperti: Uji korelasi peringkat metode Spearman, Uji Mann & Whitney, dan Uji Tanda dari Cox & Stuart. Uji Ketidakadaan Trend dalam studi ini memakai 2 metode yaitu:

➤ Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman

Trend dapat dipandang sebagai korelasi antara waktu dengan variat dari suatu variabel hidrologi. Oleh karena itu koefisien korelasinya dapat digunakan untuk menentukan ketidakadaan *trend* dari suatu deret berkala. Salah satu cara adalah dengan menggunakan koefisien korelasi peringkat metode Spearman. Adapun langkah langkahnya sebagai berikut:

1) Membuat hipotesis, dengan:

Hipotesis Nol (H_0) = tidak ada trend (R_t dan T_t independen, tidak saling bergantung)

Hipotesis Alternatif (H_a) = ada trend

- 2) Membuat peringkat terhadap rangkaian waktu yang disusun menurut urutan kronologis mundur
- 3) Membuat peringkat rangkaian data hujan dari nilai terkecil sampai yang terbesar
- 4) Menghitung nilai dt , sesuai Persamaan (2-5).
- 5) Menghitung jumlah dt^2 rangkaian data
- 6) Menghitung nilai Koefisien korelasi peringkat Spearman (KP) sesuai Persamaan (2-6).
- 7) Menghitung nilai distribusi t pada derajat kebebasan ($n-2$) untuk derajat kepercayaan 5% yang umumnya digunakan.

Berdasarkan Persamaan (2-5) sampai (2-7) maka dapat ditentukan nilai t yang digunakan untuk menentukan apakah variabel waktu dan variabel hidrologi itu saling bergantung (dependent) atau tidak bergantung (independent) Dalam hal ini yang diuji adalah T_t dan R_t . Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk stasiun hujan Sentral tahun 2006:

- 1) Peringkat Waktu Tahun 2006 (T_t) = 1
- 2) Peringkat dari variabel hidrologi dalam deret berkala (R_t) = 3
- 3) $dt = R_t - T_t$
 $= 3 - 1$
 $= 2$
 $dt^2 = 4$
- 4) Jumlah nilai dt^2 sebesar 166, kemudian dihitung nilai koefisien korelasi Spearman (KP) dan nilai t ,

$$5) \quad KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n}$$

$$= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (166)^2}{11^3 - 11}$$

$$= -0,006$$

$$6) \quad t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= -0,006 \left[\frac{11-2}{1-(-0,006)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= -0,017$$

Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Perhitungan Koefisien Korelasi Peringkat Spearman Stasiun Hujan Sentral

No	Tahun	Peringkat (Tt)	Xi	Peringkat (Rt)	dt	dt ²
1	2006	1	118	3	2	4
2	2007	2	75	8	6	36
3	2008	3	126	1	-2	4
4	2009	4	89	4	0	0
5	2010	5	64	11	6	36
6	2011	6	73	10	4	16
7	2012	7	59	2	-5	25
8	2013	8	125	6	-2	4
9	2014	9	72	9	0	0
10	2015	10	78	5	-5	25
11	2016	11	87	7	-4	16
Jumlah						166

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dengan melakukan pengujian dua sisi untuk derajat kepercayaan 5% ditolak pada derajat kebebasan $dk = n-2 = 8$, maka dari tabel distribusi t pada **Lampiran 5** diperoleh $t_{0,975} = + 2,306$ dan $t_{0,025} = -2,306$. Dari contoh perhitungan, maka nilai t terletak $-2,306 > -0,017 < 2,306$. Oleh karena itu Hipotesa Nol (H_0) diterima pada derajat kepercayaan 5% atau dapat dikatakan dua seri data (Rt dan Tt) adalah independen. Untuk tabel perhitungan lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 8**.

➤ Uji Mann & Whitney

Uji Mann dan Whitney digunakan untuk menguji apakah 2 kelompok data yang tidak berpasangan berasal dari populasi yang sama atau tidak. Berikut adalah tahapan perhitungan dan contoh perhitungan untuk menguji apakah satu set sampel data deret berkala menunjukkan adanya *trend* atau tidak:

- 1) Membuat hipotesis, dengan: Hipotesis Nol (H_0) tidak ada trend ,
- 2) Membagi satu seri data deret berkala menjadi dua bagian yang sama besar,
- 3) Membuat peringkat rangkaian data dari nilai terkecil sampai yang terbesar,
- 4) Menghitung jumlah peringkat rangkaian data tiap kelompok, misalnya: data hujan harian maksimum tahunan Stasiun Sentral, kelompok 1 sebesar 6 dan kelompok II sebesar 5, kemudian dipilih jumlah peringkat dari rangkaian data kelompok yang

paling besar (R_m) yaitu kelompok II sebesar 34. Berdasarkan Persamaan (2-8) dan Persamaan (2-9) dihitung parameter statistik:

$$\begin{aligned} U_1 &= N_1 - N_2 + \frac{N_1}{2}(N_1 + 1) - R_m \\ &= 6 - 5 + \frac{6}{2}(5 + 1) - 34 \\ &= 18 \\ U_2 &= N_1 N_2 - U_1 \\ &= (6)(5) - 18 \\ &= 12 \end{aligned}$$

5) Memilih nilai U_1 dan U_2 , yang nilainya lebih kecil sebagai U

Dari hasil perhitungan nilai U_2 ternyata lebih kecil dari U_1 , maka untuk perhitungan selanjutnya memakai U_2

6) Menghitung Uji Mann – Whitney, sebagai nilai Z :

$$\begin{aligned} Z &= \frac{U - N_1 N_2}{2} \\ &= \frac{12 - (6)(5)}{2} \\ &= \frac{12 - (6)(5)}{2} \\ &= -0,550 \end{aligned}$$

Tabel 4.5. Perhitungan Uji Mann – Whitney Stasiun Hujan Sentral

No	Tahun	Kelompok 1	Peringkat	No	Tahun	Kelompok 2	Peringkat
1	2006	118	3	7	2012	59	11
2	2007	75	7	8	2013	125	2
3	2008	126	1	9	2014	72	9
4	2009	89	4	10	2015	78	6
5	2010	64	10	11	2016	87	5
6	2011	73	8				
Jumlah		545	33			334	33

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan uji 2 sisi pada derajat kepercayaan 5% ditolak, dari **Lampiran 7** (nilai t_c untuk pengujian distribusi normal) diperoleh nilai $Z_c = 1,960$ dan $-1,960$. Oleh karena $-1,960 < -0,550 < 1,960$, maka H_0 dapat diterima pada derajat kepercayaan 5% atau dapat dikatakan bahwa kelompok 1 dan II tidak menunjukkan adanya trend. Dari 2 uji yang digunakan yaitu Uji Korelasi Peringkat metode Spearman dan Uji Mann – Whitney, data hujan harian maksimum seluruh stasiun hujan tidak menunjukkan adanya trend, sehingga dapat

digunakan untuk analisa lanjutan. Untuk tabel perhitungan lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 9**. Hasil Rekapitulasi Uji Ketidakadaan Trend disajikan pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

Tabel 4.6. Rekapitulasi Ketidakadaan Trend Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman

No	Stasiun Hujan	Kesimpulan	No	Stasiun Hujan	Kesimpulan
1	Wonosari II	√	18	Sukokerto	√
2	Kejayan	√	19	Wonosroyo	√
3	Sbr, Gading	√	20	Clangap	√
4	Glendengan	√	21	Kesemek	√
5	Wonosari	√	22	Pringduri	√
6	Wringin	√	23	Taal	√
7	Talep	√	24	Bluncong	√
8	Cerme	√	25	Jero	√
9	Grujugan	√	26	Klabang	√
10	Tamanan	√	27	Selolembu	√
11	Sentral	√	28	Sumber Dumpyong	√
12	Ancar	√	29	Blimbing	√
13	Maesan	√	30	Suling Wetan	√
14	Pinangpiat	√	31	Pandan	√
15	Tlogo	√	32	Ramban Wetan	√
16	Pakistan	√	33	Kolpoh	√
17	Maskuning Wetan	√	34	Prajekan	√

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.7. Rekapitulasi Ketidakadaan Trend Uji Mann-Whitney

No	Stasiun Hujan	Kesimpulan	No	Stasiun Hujan	Kesimpulan
1	Wonosari II	√	18	Sukokerto	√
2	Kejayan	√	19	Wonosroyo	√
3	Sbr, Gading	√	20	Clangap	√
4	Glendengan	√	21	Kesemek	√
5	Wonosari	√	22	Pringduri	√
6	Wringin	√	23	Taal	√
7	Talep	√	24	Bluncong	√
8	Cerme	√	25	Jero	√
9	Grujugan	√	26	Klabang	√
10	Tamanan	√	27	Selolembu	√
11	Sentral	√	28	Sumber Dumpyong	√
12	Ancar	√	29	Blimbing	√
13	Maesan	√	30	Suling Wetan	√
14	Pinangpiat	√	31	Pandan	√
15	Tlogo	√	32	Ramban Wetan	√
16	Pakistan	√	33	Kolpoh	√
17	Maskuning Wetan	√	34	Prajekan	√

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

B. Uji Stasioner

➤ Uji Kestabilan rata – rata (Uji t)

Uji T dalam studi ini digunakan untuk menguji kestabilan nilai rata – rata curah hujan deret berkala. Berdasarkan Persamaan (2-15) dan Persamaan (2-16), maka dapat ditentukan nilai t hitung untuk curah hujan deret berkala. Berikut adalah contoh perhitungan untuk Stasiun Hujan Sentral:

- Membuat Hipotesa

H_0 = kelompok I dan II tidak ada beda nyata pada derajat kepercayaan 5%

H_a = kelompok I dan II terdapat perbedaan nyata

- Menentukan derajat kepercayaan (α) : 5% (0,05)
- Menghitung rata – rata curah hujan kelompok 1 dan kelompok II

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 &= \frac{\sum \text{Curah Hujan}}{n} \\ &= \frac{545}{6}\end{aligned}$$

$$= 91 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\bar{X}_2 &= \frac{\sum \text{Curah Hujan}}{n} \\ &= \frac{421}{5}\end{aligned}$$

$$= 84 \text{ mm}$$

- Menghitung standar deviasi kelompok 1 dan kelompok II

$$\begin{aligned}S_1 &= \left| \frac{\sum_{i=1}^n (X_1 - \bar{X})^2}{n_1 - 1} \right|^{\frac{1}{2}} \\ &= \left| \frac{3835}{5} \right|^{\frac{1}{2}} \\ &= 25,56 \text{ mm/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_2 &= \left| \frac{\sum_{i=1}^n (X_2 - \bar{X})^2}{n_2 - 1} \right|^{\frac{1}{2}} \\ &= \left| \frac{2494,8}{4} \right|^{\frac{1}{2}}\end{aligned}$$

$$= 24,97 \text{ mm/tahun}$$

- Mencari nilai σ menggunakan persamaan 2-15

$$\begin{aligned}\sigma &= \left(\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= \left(\frac{6 \cdot (25,56)^2 + 5 \cdot (24,97)^2}{6 + 5 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= 65,32\end{aligned}$$

- Mencari nilai t hitung menggunakan Persamaan 2-16

$$\begin{aligned}t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{\frac{1}{2}}} \\ &= \frac{91 - 84}{65,32 \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{5} \right)^{\frac{1}{2}}} \\ &= 0,168\end{aligned}$$

dengan:

\bar{X}_1 = rerata dari sampel 1

\bar{X}_2 = rerata dari sampel 2

S_1 = simpangan baku dari sampel 1

S_2 = simpangan baku dari sampel 2

σ = standar deviasi populasi

n_1 = ukuran dari sampel 1

n_2 = ukuran dari sampel 2

Tabel 4.8. Hasil Perhitungan Uji Kestabilan Rata-rata (Uji T) Stasiun Hujan Sentral

No	Tahun	Kelompok I	$(X_1 - \bar{X})^2$	No	Tahun	Kelompok II	$(X_2 - \bar{X})^2$
1	2006	118	738,03	7	2012	59	635,04
2	2007	75	250,69	8	2013	125	1.664,64
3	2008	126	1.236,69	9	2014	72	148,84
4	2009	89	3,36	10	2015	78	38,44
5	2010	64	720,03	11	2016	87	7,84
6	2011	73	318,03				
Jumlah		545	3267,83			421	2494,80
Rerata		91				84	
T hitung					0,168		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari tabel Distribusi *t Student* pada **Lampiran 5** untuk derajat kebebasan $dk = n_1 + n_2 - 2 = 9$ dengan derajat kepercayaan α (*Level of Significance*) 5% uji 2 sisi, maka diperoleh nilai *t* tabel sebesar 2,262. Karena $-2,262 < 0,168 < 2,262$, maka H_0 diterima pada derajat kepercayaan 5% uji 2 sisi atau dapat disimpulkan bahwa 95% nilai rata rata antara 2 kelompok data hujan deret berkala stabil. Untuk tabel perhitungan lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 10**.

Tabel 4.9. Rekapitulasi Uji-t Stasiun Hujan di DAS Sampean

No	Stasiun Hujan	Kesimpulan	No	Stasiun Hujan	Kesimpulan
1	Wonosari II	√	18	Sukokerto	√
2	Kejayan	√	19	Wonosroyo	√
3	Sbr, Gading	√	20	Clangap	√
4	Glendengan	√	21	Kesemek	√
5	Wonosari	√	22	Pringduri	√
6	Wringin	√	23	Taal	√
7	Talep	√	24	Bluncong	√
8	Cerme	√	25	Jero	√
9	Grujugan	√	26	Klabang	√
10	Tamanan	√	27	Selolembu	√
11	Sentral	√	28	Sumber Dumpyong	√
12	Ancar	√	29	Blimbing	√
13	Maesan	√	30	Suling Wetan	√
14	Pinangpiat	√	31	Pandan	√
15	Tlogo	√	32	Ramban Wetan	√
16	Pakistan	√	33	Kolpoh	√
17	Maskuning Wetan	√	34	Prajeakan	√

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari Tabel diatas dapat disimpulkan bahwa data untuk seluruh stasiun hujan adalah data yang stasioner. Sehingga seluruh stasiun hujan tersebut dapat digunakan dalam analisa selanjutnya.

➤ Uji Kestabilan Varian (Uji F)

Uji F dalam studi ini digunakan untuk menguji kestabilan nilai varian curah hujan dalam 11 tahun. Berdasarkan Persamaan (2-17) maka dapat ditentukan nilai F hitung untuk kestabilan varian curah hujan harian maksimum. Adapun langkah – langkah serta contoh perhitungannya untuk Stasiun Hujan Sentral:

- Membuat Hipotesa
 - H_0 = kelompok I dan II tidak ada beda nyata pada derajat kepercayaan 5%
 - H_a = kelompok I dan II terdapat perbedaan nyata
- Menentukan derajat kepercayaan (α) : 5% (0,05)
- Menghitung rata – rata curah hujan kelompok 1 dan kelompok II

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum \text{Curah Hujan}}{n}$$

$$= \frac{545}{6}$$

$$= 91 \text{ mm}$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum \text{Curah Hujan}}{n}$$

$$= \frac{421}{5}$$

$$= 84 \text{ mm}$$

- Menghitung standar deviasi kelompok 1 dan kelompok II

$$S_1 = \left| \frac{\sum_{i=1}^n (X_1 - \bar{X})^2}{n_1 - 1} \right|^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left| \frac{3835}{5} \right|^{\frac{1}{2}}$$

$$= 25,56 \text{ mm/tahun}$$

$$S_2 = \left| \frac{\sum_{i=1}^n (X_2 - \bar{X})^2}{n_2 - 1} \right|^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left| \frac{2494,8}{4} \right|^{\frac{1}{2}}$$

$$= 24,97 \text{ mm/tahun}$$

- Mencari nilai F hitung menggunakan Persamaan 2-17

$$F = \frac{n_1 S_1^2 (n_2 - 1)}{n_2 S_2^2 (n_1 - 1)}$$

$$= \frac{6(25,561)^2 (5 - 1)}{5(24,974)^2 (6 - 1)}$$

$$= 1,006$$

dengan:

\bar{X}_1 = rerata dari sampel 1

\bar{X}_2 = rerata dari sampel 2

S_1 = simpangan baku dari sampel 1

S_2 = simpangan baku dari sampel 2

σ = standar deviasi populasi

n_1 = ukuran dari sampel 1

n_2 = ukuran dari sampel 2

Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Uji Kestabilan Varian (Uji F) Stasiun Hujan Sentral

No	Tahun	Kelompok I	$(X_1 - \bar{X})^2$	No	Tahun	Kelompok II	$(X_2 - \bar{X})^2$
1	2006	118	738,03	7	2012	59	635,04
2	2007	75	250,69	8	2013	125	1.664,64
3	2008	126	1.236,69	9	2014	72	148,84
4	2009	89	3,36	10	2015	78	38,44
5	2010	64	720,03	11	2016	87	7,84
6	2011	73	318,03				
Jumlah		545	3267,83			421	2494,80
Rerata		91				84	
T hitung				1,006			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari tabel Distribusi F pada **Lampiran 6**, untuk derajat kebebasan $dk_1 = n_1 - 1 = 5$ dan $dk_2 = n_2 - 1 = 4$ dengan derajat kepercayaan α (*Level of Significance*) 5% uji 2 sisi, maka diperoleh nilai F tabel sebesar 6,26. Karena $1,006 < 6,26$, maka H_0 diterima pada derajat kepercayaan 5% atau dapat disimpulkan bahwa 95% nilai varian antara 2 kelompok data hujan deret berkala adalah stationer atau tidak ada beda nyata. Untuk tabel perhitungan lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 11**.

Tabel 4.11. Rekapitulasi Uji F untuk α 5%

No	Stasiun Hujan	Kesimpulan	No	Stasiun Hujan	Kesimpulan
1	Wonosari II	√	18	Sukokerto	√
2	Kejayan	√	19	Wonosroyo	√
3	Sbr, Gading	√	20	Clangap	√
4	Glendengan	√	21	Kesemek	√
5	Wonosari	√	22	Pringduri	√
6	Wringin	√	23	Taal	√
7	Talep	√	24	Bluncong	√
8	Cerme	√	25	Jero	√
9	Grujugan	√	26	Klabang	√
10	Tamanan	√	27	Selolembu	√
11	Sentral	√	28	Sumber Dumpyong	√
12	Ancar	√	29	Blimbing	√
13	Maesan	√	30	Suling Wetan	√
14	Pinangpiat	√	31	Pandan	√
15	Tlogo	√	32	Ramban Wetan	√
16	Pakistan	√	33	Kolpoh	√
17	Maskuning Wetan	√	34	Prajeakan	√

Sumber : Hasil Perhitungan, 2017

Dari Tabel 4.11 dapat disimpulkan bahwa data hujan seluruh stasiun adalah stasioner. Sehingga stasiun – stasiun tersebut dapat digunakan dalam analisa selanjutnya.

C. Uji Persistensi

Uji Persistensi adalah ketidaktergantungan dari setiap nilai dalam deret berkala. Untuk melaksanakan pengujian persistensi harus dihitung besarnya koefisien korelasi serial. Metode untuk menentukan koefisien korelasi serial salah satunya adalah dengan metode Spearman. Adapun langkah – langkahnya sebagai berikut:

- Membuat hipotesis, dengan: Hipotesis Nol (H_0) = dua seri data (tahun dan curah hujan) adalah independen pada derajat kepercayaan tertentu (5%)
- Membuat peringkat rangkaian data hujan dari nilai terkecil sampai yang terbesar
- Menghitung nilai d_i yaitu perbedaan data ke X_i dan data ke $X_i + 1$
- Menghitung jumlah d_i^2 rangkaian data
- Menghitung nilai Koefisien korelasi peringkat Spearman (KP) sesuai Persamaan (2-18).
- Menghitung nilai distribusi t pada derajat kebebasan ($n-2$) untuk derajat kepercayaan 5% yang umumnya digunakan sesuai Persamaan (2-19)

Berdasarkan Persamaan (2-18) dan Persamaan (2-19) maka dapat ditentukan nilai t yang digunakan untuk menentukan apakah variabel waktu dan variabel hidrologi itu saling bergantung (dependent) atau tidak bergantung (independent). Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk stasiun hujan Sentral pada derajat kepercayaan 5% uji satu sisi:

$$\begin{aligned} \text{➤ } m &= n - 1 \\ &= 11 - 1 \\ &= 10 \end{aligned}$$

- Jumlah nilai d_i^2 untuk rangkaian data sebesar 250, kemudian dihitung nilai koefisien korelasi Spearman (KP) dan nilai t ,

$$\begin{aligned} \text{➤ } KP &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (d_i)^2}{m^3 - m} \\ &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (250)^2}{10^3 - 10} \\ &= -0.515 \\ \text{➤ } t &= KP \left[\frac{m-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

$$= -0.515 \left[\frac{10 - 2}{1 - (1 - (-0,515^2))} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= -1,901$$

Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Uji Persistensi

No	Tahun	Xi	Peringkat	di	di2
1	2006	118	3	0	0
2	2007	75	7	-4	16
3	2008	126	1	6	36
4	2009	89	4	-3	9
5	2010	64	10	-6	36
6	2011	73	8	2	4
7	2012	59	11	-3	9
8	2013	125	2	9	81
9	2014	72	9	-7	49
10	2015	78	6	3	9
11	2016	87	5	1	1
Jumlah					250

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dengan melakukan pengujian satu sisi untuk derajat kepercayaan 5% ditolak pada derajat kebebasan $dk = m - 2 = 8$, maka dari tabel distribusi t pada **Lampiran 5**, diperoleh $t_{0,95} = 1,860$. Dari perhitungan, maka nilai t_{hitung} terletak $-1,901 < 1,860$. Oleh karena itu Hipotesa Nol (H_0) diterima pada derajat kepercayaan 5% dengan kata lain dapat dikatakan bahwa 95% data pada tabel 4.12 adalah independen. Hasil perhitungan lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 12**.

Tabel 4.13. Hasil Rekapitulasi Uji Persistensi

No	Stasiun Hujan	Kesimpulan	No	Stasiun Hujan	Kesimpulan
1	Wonosari II	√	18	Sukokerto	√
2	Kejayan	√	19	Wonosroyo	√
3	Sbr, Gading	√	20	Clangap	√
4	Glendengan	√	21	Kesemek	√
5	Wonosari	√	22	Pringduri	√
6	Wringin	√	23	Taal	√
7	Talep	√	24	Bluncong	√
8	Cerme	√	25	Jero	√
9	Grujugan	√	26	Klabang	√
10	Tamanan	√	27	Selolembu	√
11	Sentral	√	28	Sumber Dumpyong	√
12	Ancar	√	29	Blimbing	√
13	Maesan	√	30	Suling Wetan	√
14	Pinangpiat	√	31	Pandan	√
15	Tlogo	√	32	Ramban Wetan	√
16	Pakistan	√	33	Kolpoh	√
17	Maskuning Wetan	√	34	Prajekan	√

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari hasil uji persistensi koefisien korelasi metode Spearman, bahwa seluruh stasiun hujan adalah independen atau dapat dikatakan seluruh data stasiun hujan bersifat acak. Sehingga dapat digunakan untuk analisa selanjutnya.

4.2.3. Uji Abnormalitas Data Hujan (*Inlier – Outlier Test*)

Data curah hujan yang diperoleh diuji abnormalitasnya untuk mengetahui apakah data maksimum dan minimum dari rangkaian data yang ada tersebut layak digunakan atau tidak. Uji Inlier - Outlier dilakukan dengan mencari ambang bawah (X_L) dan ambang atas (X_H). Nilai diluar ambang atas dipertimbangkan masak-masak untuk membuangnya. Berdasarkan RSNI T-02-2004 tentang tata cara penghitungan hujan maksimum boleh jadi dengan metode Hersfield menyatakan bahwa seri data yang mengandung outlier atas diuji keseragamannya, ketidaktergantungan dan stationaritas (uji penyaringan data secara statistik) dengan status :

- a) Uji diterima, maka nilai diluar ambang atas tidak dibuang.
- b) Uji ditolak, maka outlier atas dibuang sementara kemudian diuji lagi, jika:
 - hasil diterima maka outlier atas tidak dibuang.
 - hasil ditolak maka seri data dalam pos tersebut tidak digunakan.

Tabel 4.14. Data Hujan Harian Maksimum Tahunan Stasiun Wringin

No	Tahun	Curah Hujan (mm)
1	2006	99
2	2007	114
3	2008	260
4	2009	90
5	2010	130
6	2011	112
7	2012	111
8	2013	80
9	2014	54
10	2015	105
11	2016	146

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Langkah – langkah untuk menghitung Uji *Inlier – Outlier* adalah:

1. Data yang akan diuji adalah data hujan harian maksimum tahunan, dalam periode 2006 – 2016. Tujuan dari uji abnormalitas ini adalah untuk membuang data – data yang menyimpang dari ambang bawah (X_H) dan ambang atas (X_L). Contoh perhitungan Uji Inlier – Outlier:
 - Data diurutkan dari besar ke kecil,
 - Misalnya, data yang digunakan sebagai contoh perhitungan pada Stasiun Wringin.

- Dari tabel 2.1 (Nilai Kn untuk Uji Inlier – Outlier), untuk jumlah data sebesar (n) 11 diperoleh nilai Kn sebesar 2,088

- Menghitung harga Y dengan:

$$Y = \text{Log } X$$

$$Y_1 = \text{Log}(99) = 1,996$$

- Menghitung Y rerata (\bar{Y})

$$\bar{Y} = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{11}}{11} = \frac{22,451}{11} = 2,041$$

- Menghitung Deviasi Standar (Sy)

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = 0,169$$

- Menghitung batas atas dan batas bawah harga abnormalitas data:

$$Y_H = \bar{X} + Kn \cdot S_y \bar{X} = 2,041 + 2,088 \cdot 0,169 = 2,393$$

$$X_H = 10^{Y_H} = 10^{2,393} = 247 \text{ mm}$$

$$Y_L = \bar{X} - Kn \cdot S_y \bar{X} = 2,041 - 2,088 \cdot 0,169 = 1,689$$

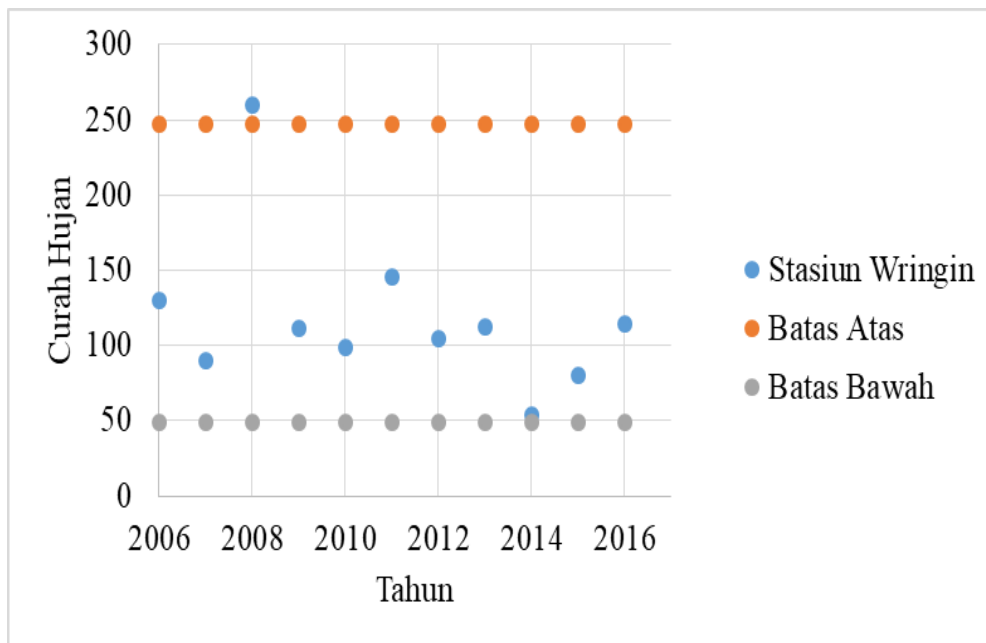
$$X_L = 10^{Y_L} = 10^{1,689} = 49 \text{ mm}$$

Tabel 4.15. Data Hujan Harian Maksimum Stasiun Wringin Terurut Nilai

Tahun	Curah Hujan (mm)	Y	Keterangan	
2008	260	2,415	Nilai Ambang Atas	
2016	146	2,164		
2010	130	2,114		
2006	99	2,057	X _H	247 mm
2007	114	2,049		
2011	112	2,045	Nilai Ambang Bawah	
2012	111	2,021		
2015	105	1,996		
2009	90	1,954	X _L	49 mm
2013	80	1,903		
2014	54	1,732		
Jumlah		22,451		
Stdev.		0,169		
Mean		2,041		
Kn		2,088		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan Tabel 4.15 diperoleh nilai batas ambang atas (X_H) sebesar 247 mm dan nilai batas ambang bawah (X_L) sebesar 49 mm.



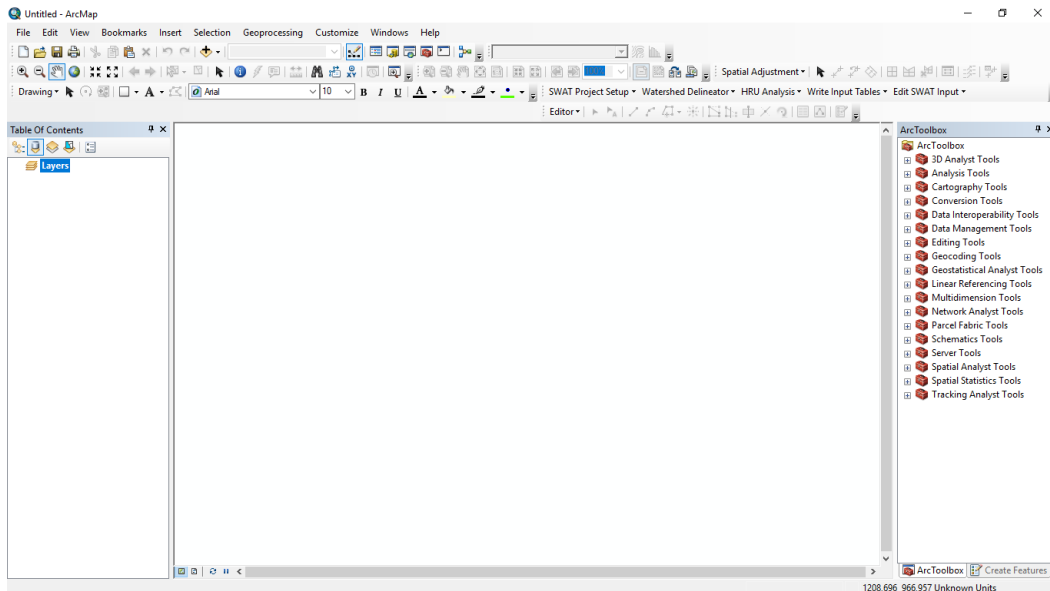
Gambar 4.2 Grafik uji *Inlier – Outlier* Stasiun Hujan Wringin
 Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Karena data deret berkala Stasiun Wringin lolos uji penyaringan (*screening*) data (dapat dilihat pada sub bab 4.2.2), maka data hujan tahun 2008 pada Stasiun Wringin yang berada diluar nilai batas ambang atas, tidak dibuang. Hal ini berlaku untuk semua uji *Inlier-Outlier* tiap stasiun hujan. Stasiun hujan lainnya yang mengandung nilai diluar ambang atas antara lain Wringin (2008), Wonosari II (2008), Taal (2013), Wonosroyo (2013), Pandan (2008), Prajekan (2008), R. Wetan (2008), Cerme (2008). Seluruh stasiun hujan tersebut lolos uji penyaringan data, maka tidak ada data hujan yang dibuang. Sehingga data hujan yang digunakan untuk analisa selanjutnya tetap 11 tahun. Untuk perhitungan lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 13**.

4.3. Analisa Curah Hujan Rerata Daerah/Wilayah

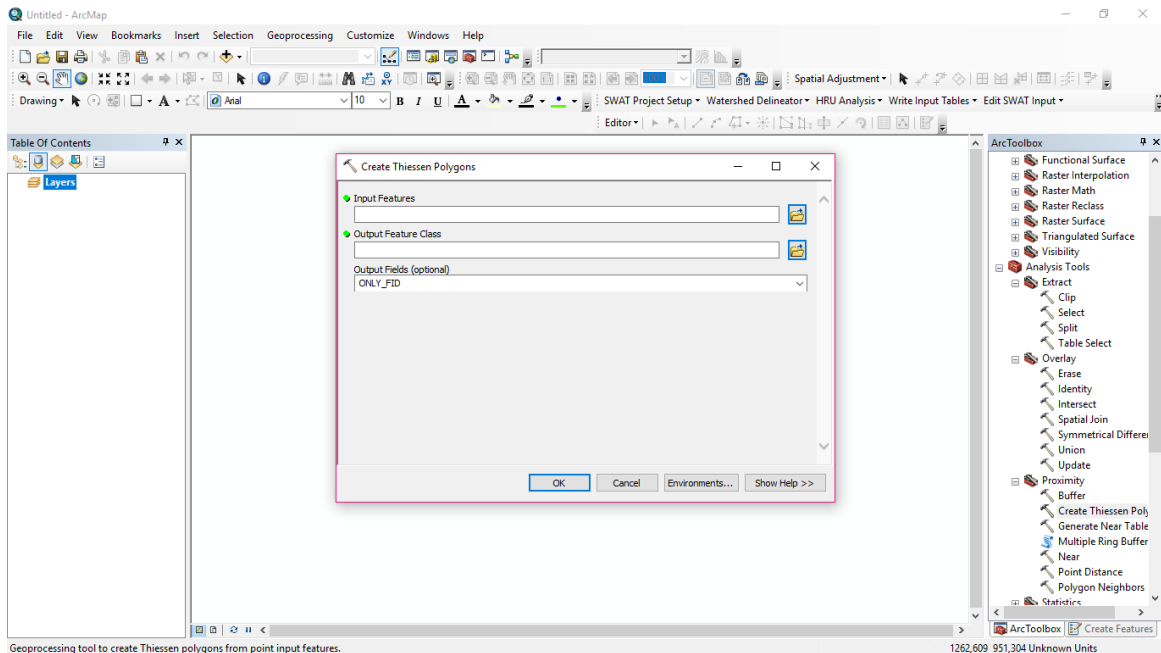
Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan daerah yang dinyatakan dalam milimeter (Sosrodarsono, 1987, p.27). Dalam studi ini perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah Maksimum menggunakan metode *Polygon Thiessen*. Karena cara ini memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan, dengan pengertian bahwa setiap stasiun hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luasan tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi (*weighting factor*) bagi hujan di stasiun yang bersangkutan. Langkah penggunaan metode *Thiessen* dengan bantuan *software* ArcMap 10.1 adalah sebagai berikut:

1. Buka *software* ArcMap 10.1,



Gambar 4.3 Tampilan Menu Awal *Software* ArcMap 10.1

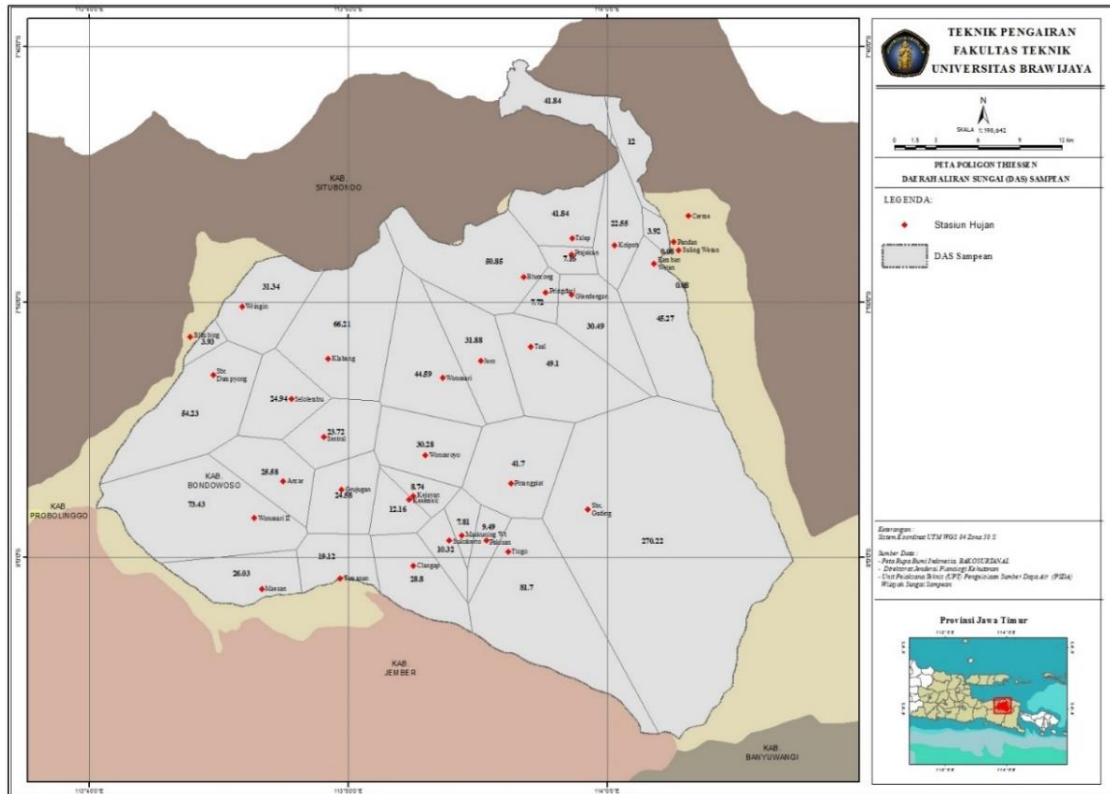
2. Masukkan data shp batas DAS dalam *software* ArcMap10.1
3. Dalam *toolbar Geoprocessing* pilih menu arc tool box.
4. Pilih *analysis tools* lalu pilih *proximity* lalu pilih *Create Thiessen Polygons*.
5. Pada pilihan *Input Feature*, masukkan data shp batas DAS



Gambar 4.4 *Create Thiessen Box*

6. Klik OK.

Hasil penggambaran *Polygon Thiessen* daerah studi disajikan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Peta Polygon Thiessen DAS Sampean
Sumber: Hasil Penggambaran, 2017

Tabel 4.16. Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan DAS Sampean

No	Nama	Luas Thiessen (km ²)	Faktor Koreksi	Luas Pengaruh (%)
1	Wonosari II	73,43	0,060	6,01%
2	Kejayan	8,74	0,007	0,72%
3	Sbr, Gading	270,22	0,221	22,12%
4	Glendengan	30,49	0,025	2,50%
5	Wonosari	44,59	0,036	3,65%
6	Wringin	31,34	0,026	2,56%
7	Talep	41,84	0,034	3,42%
8	Cerme	12,00	0,010	0,98%
9	Grujugan	24,58	0,020	2,01%
10	Tamanan	19,12	0,016	1,56%
11	Sentral	23,72	0,019	1,94%
12	Ancar	25,58	0,021	2,09%
13	Maesan	26,03	0,021	2,13%
14	Pinangpiat	41,70	0,034	3,41%
15	Tlogo	81,70	0,067	6,69%
16	Pakistan	9,49	0,008	0,78%
17	Maskuning Wt	7,81	0,006	0,64%
18	Sukokerto	10,32	0,008	0,84%

Lanjutan Tabel 4.16. Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan DAS Sampean

No	Nama	Luas Thiessen (km ²)	Faktor Koreksi	Luas Pengaruh (%)
19	Wonosroyo	30,28	0,025	2,48%
20	Clangap	28,80	0,024	2,36%
21	Kesemek	12,16	0,010	1,00%
22	Pringduri	7,72	0,006	0,63%
23	Taal	49,10	0,040	4,02%
24	Bluncong	50,85	0,042	4,16%
25	Jero	31,88	0,026	2,61%
26	Klabang	66,21	0,054	5,42%
27	Selolembu	24,94	0,020	2,04%
28	Sbr. Dumpyong	54,23	0,044	4,44%
29	Blimbing	3,93	0,003	0,32%
30	Suling Wetan	0,08	0,000	0,01%
31	Pandan	3,92	0,003	0,32%
32	Ramban Wetan	45,27	0,037	3,70%
33	Kolpoh	22,55	0,018	1,85%
34	Prajekan	7,16	0,006	0,59%
Jumlah		1.224,18	1	100%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Sebagai contoh misalnya perhitungan hujan harian daerah maksimum tanggal 19 Januari 2006 sebagai berikut:

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

$$\bar{R} Fk_n = \frac{A_n}{\sum A}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} \bar{R} &= R_1 Fk_1 + R_2 Fk_2 + R_3 Fk_3 + \dots R_{34} Fk_{34} \\ &= (118 \times 0,0194) + (30 \times 0,0032) + (14 \times 0,02560) + (18 \times 0,0204) + (29 \times 0,0444) + \\ &\quad (16 \times 0,0542) + (75 \times 0,0209) + (53 \times 0,0601) + (45 \times 0,0156) + (14 \times 0,0201) + \\ &\quad (34 \times 0,0084) + (64 \times 0,0219) + (59 \times 0,0341) + (16 \times 0,0064) + (43 \times 0,0669) + \\ &\quad (34 \times 0,0078) + (76 \times 0,0402) + (65 \times 0,0248) + (60 \times 0,0261) + (47 \times 0,0100) + \\ &\quad (48 \times 0,0072) + (38 \times 0,2212) + (80 \times 0,0365) + (25 \times 0,003) + (11 \times 0,0340) + \\ &\quad (67 \times 0,0059) + (42 \times 0,0250) + (22 \times 0,0370) + (20 \times 0,0001) + (117 \times 0,0416) + \\ &\quad (61 \times 0,0063) + (24 \times 0,0098) + (75 \times 0,0185) + (29 \times 0,0236) \\ &= 46,212 \text{ mm} \end{aligned}$$

dengan:

$$\bar{R} = \text{Curah hujan maksimum rata-rata (mm)}$$

A_n = Luas tiap stasiun (km^2)

ΣA = Luas total DAS (km^2)

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n (mm)

Fk_n = Faktor koreksi luas Poligon *Thiessen* tiap stasiun

Dengan cara yang sama dapat diperoleh hasil perhitungan curah hujan rata-rata daerah maksimum DAS Sampean untuk jaringan eksisting berdasarkan metode *Polygon Thiessen* seperti pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18. Untuk hasil perhitungan lainnya dapat dilihat pada **Lampiran 14**.

Tabel 4.18. Perhitungan Curah Hujan Daerah Maksimum DAS Sampean Tahun 2006

Table with 30 columns representing months from 19 Januari to 31 Maret and 34 rows representing different meteorological stations. The table contains numerical data for each station-month combination.

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.17. Perhitungan Curah Hujan Rerata Daerah Maksimum Tahunan metode Polygon Thiessen DAS Sampean

Table with 34 columns representing different meteorological stations and 34 rows representing months from 19 Januari to 31 Maret. The table contains numerical data for each station-month combination.

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

4.4. Evaluasi Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan

Tujuan dari evaluasi kerapatan jaringan stasiun hujan adalah untuk menentukan jumlah ideal stasiun hujan yang dibutuhkan dalam suatu DAS. Evaluasi kerapatan jaringan stasiun hujan pada studi ini mengacu pada Standar WMO.

4.4.1. Standar WMO

Menurut standar yang diberikan oleh WMO, untuk dataran pegunungan tropis cukup diwakili 1 stasiun hujan saja tiap luasan 100 - 250 Km². Berdasarkan Tabel 2.3, maka jumlah ideal stasiun hujan yang dibutuhkan pada DAS Sampean seluas 1.224,18 Km² dengan daerah pegunungan tropis adalah 12 stasiun hujan. Analisanya dilakukan berdasarkan luas wilayah tiap stasiun dengan metode *Thiessen*. Berikut merupakan interpretasi luas pengaruh masing-masing stasiun hujan di DAS Sampean:

Tabel 4.19. Kerapatan Stasiun Hujan DAS Sampean

No	Stasiun Hujan	Luas <i>Thiessen</i> (km ²)	Luas Pengaruh (%)
1	Wonosari II	73,43	6,01%
2	Kejayan	8,74	0,72%
3	Sbr, Gading	270,22	22,12%
4	Glendengan	30,49	2,50%
5	Wonosari	44,59	3,65%
6	Wringin	31,34	2,56%
7	Talep	41,84	3,42%
8	Cerme	12,00	0,98%
9	Grujugan	24,58	2,01%
10	Tamanan	19,12	1,56%
11	Sentral	23,72	1,94%
12	Ancar	25,58	2,09%
13	Maesan	26,03	2,13%
14	Pinangpiat	41,70	3,41%
15	Tlogo	81,70	6,69%
16	Pakistan	9,49	0,78%
17	Maskuning Wt	7,81	0,64%
18	Sukokerto	10,32	0,84%
19	Wonosroyo	30,28	2,48%
20	Clangap	28,80	2,36%
21	Kesemek	12,16	1,00%
22	Pringduri	7,72	0,63%
23	Taal	49,10	4,02%
24	Bluncong	50,85	4,16%
25	Jero	31,88	2,61%
26	Klabang	66,21	5,42%
27	Selolembu	24,94	2,04%

Lanjutan Tabel 4.19. Kerapatan Stasiun Hujan DAS Sampean

No	Stasiun Hujan	Luas <i>Thiessen</i> (km ²)	Luas Pengaruh (%)
28	Sbr. Dumpyong	54,23	4,44%
29	Blimbing	3,93	0,32%
30	Suling Wetan	0,08	0,01%
31	Pandan	3,92	0,32%
32	Ramban Wetan	45,27	3,70%
33	Kolpoh	22,55	1,85%
34	Prajeakan	7,16	0,59%
Jumlah		1.224,18	100%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan Tabel 4.19, dapat disimpulkan bahwa seluruh stasiun hujan di DAS Sampean tidak ada yang memenuhi standar WMO 100 – 250 km². Oleh karena itu, akan dilakukan analisa rasionalisasi stasiun hujan guna mendapatkan jumlah stasiun yang ideal sesuai Standar WMO dan sebaran stasiun hujan yang merata berdasarkan metode Kagan-Rodda.

4.5. Rasionalisasi Stasiun Hujan Metode Kagan Rodda

Rasionalisasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah proses, cara, perbuatan menjadikan bersifat rasional atau proses, cara, perbuatan merasionalkan (sesuatu yang mungkin semula tidak rasional). Rasionalisasi Stasiun Hujan Kagan – Rodda pada DAS Sampean berdasarkan data curah hujan rata – rata harian maksimum dari metode *Polygon Thiessen*. Pada dasarnya cara ini mempergunakan analisis statistik dan mengaitkan kerapatan jaringan stasiun hujan dengan kesalahan relatif hujan rata-rata daerah (Z_1) tidak boleh melebihi 10% dan kesalahan interpolasi (Z_3). Kagan menetapkan jaringan stasiun hujan yang memenuhi kriteria kesalahan yang ditetapkan tersebut. Kriteria penempatan pos hujan menurut Kagan (Harto, 1993, p.29), tergantung pada jarak antar stasiun (l) yang diperoleh dari hasil hubungan jarak stasiun terhadap korelasi hujan dari masing – masing stasiun hujan. Adapun langkah – langkah perhitungan dalam perencanaan jaringan Kagan – Rodda adalah sebagai berikut:

- 1) Dari hasil perhitungan curah hujan rerata daerah *polygon thiessen* dan berdasarkan Persamaan (2-38) sampai (2-40), dapat dihitung koefisien variasi curah hujan harian. Contoh perhitungan koefisien variasi pada DAS Sampean adalah sebagai berikut:
 - a) Menghitung nilai rata- rata hujan dengan cara aljabar sesuai Persamaan (2-38)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$= \frac{643,487}{11}$$

$$= 58,499 \text{ mm}$$

b) Menghitung standar deviasi sesuai Persamaan (2-39)

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

$$= \sqrt{\frac{6.306,142}{11-1}}$$

$$= 25,112$$

c) Menghitung koefisien variasi sesuai Persamaan (2-40)

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}}$$

$$= 0,429$$

Tabel 4.20. Koefisien Variasi Curah Hujan Rerata Harian Maksimum

No	Tahun	CH (mm)	$(X_i - \bar{X})^2$
1	2006	65,903	54,826
2	2007	33,240	637,989
3	2008	122,202	4.058,044
4	2009	47,111	129,677
5	2010	49,976	72,637
6	2011	43,642	220,714
7	2012	61,920	11,704
8	2013	82,795	590,309
9	2014	44,191	204,713
10	2015	49,831	75,126
11	2016	42,675	250,402
Jumlah		643,487	6.306,142
Xrerata		58,499	
Std Deviasi		25,112	
Koef Variasi		0,429	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

2) Sesuai Persamaan (2-41), dapat dihitung koefisien korelasi hujan harian maksimum tahunan. Adapun contoh perhitungan koefisien korelasi antara Stasiun Hujan Blimbing dengan Stasiun Hujan Sentral:

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

$$= \frac{11(116.430) - (1.238)(966)}{\sqrt{[(11(164.576)) - (1.238)^2(11(90.714) - (966)^2)]}}$$

$$= 0,633$$

Tabel 4.21. Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi antara Stasiun Hujan Blimbing dengan Stasiun Sentral

No	Tahun	Blimbing Xi	Xi ²	Sentral Yi	Yi ²	X * Y
1	2006	160	25.600	118	13.924	18.880
2	2007	75	5.625	75	5.625	5.625
3	2008	211	44.521	126	15.876	26.586
4	2009	89	7.921	89	7.921	7.921
5	2010	79	6.241	64	4.096	5.056
6	2011	180	32.400	73	5.329	13.140
7	2012	80	6.400	59	3.481	4.720
8	2013	115	13.225	125	15.625	14.375
9	2014	61	3.721	72	5.184	4.392
10	2015	69	4.761	78	6.084	5.382
11	2016	119	14.161	87	7.569	10.353
Jumlah		1.238	164.576	966	90.714	116.430
r		0,633				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan	Jarak (km)	r	
1	Blimbing	Sentral	11,95	0,633
2	Wringin	Sentral	11,099	0,356
3	Selolembu	Sentral	3,577	0,674
4	Sbr.Dumpy	Sentral	9,036	0,737
5	Klabang	Sentral	5,701	0,411
6	Ancar	Sentral	4,299	0,355
7	Wonosari II	Sentral	7,648	0,479
8	Tamanan	Sentral	10,275	-0,333
9	Grujugan	Sentral	4,013	0,723
10	Sukokerto	Sentral	11,646	0,040
11	Maesaan	Sentral	11,839	-0,092
12	Pinang pait	Sentral	13,719	0,500
13	Maskuning	Sentral	12,143	-0,126
14	Tlogo	Sentral	11,506	-0,115
15	Pakisan	Sentral	13,767	0,077
16	Taal	Sentral	16,115	0,774
17	Wonosroyo	Sentral	7,329	0,704
18	Jero	Sentral	12,439	0,828
19	Kesemek	Sentral	7,646	0,589
20	Kejaayan	Sentral	7,581	0,619
21	Sbr.Gading	Sentral	19,494	0,126
22	Wonosari	Sentral	9,471	0,558
23	Pandan	Sentral	28,586	0,626

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
24	Talep	Sentral	22,77	0,773
25	Prajeakan	Sentral	22,014	0,692
26	Glendengan	Sentral	20,422	0,877
27	R Wetan	Sentral	26,628	0,619
28	S Wetan	Sentral	28,615	0,749
29	Bluncong	Sentral	18,336	0,792
30	Pringduri	Sentral	18,9	0,787
31	Cerme	Sentral	30,478	0,580
32	Kolpoh	Sentral	24,907	0,723
33	Clangap	Sentral	11,285	-0,238
34	Wringin	Blimbing	4,268	0,649
35	Selolembu	Blimbing	8,497	0,511
36	Sbr.Dumpy	Blimbing	3,237	0,730
37	Klabang	Blimbing	9,924	0,286
38	Ancar	Blimbing	12,388	0,108
39	Wonosari II	Blimbing	13,923	0,617
40	Tamanan	Blimbing	20,483	0,133
41	Grujugan	Blimbing	15,439	0,485
42	Sukokerto	Blimbing	23,591	-0,383
43	Maesaan	Blimbing	18,696	0,343
44	Pinang pait	Blimbing	25,137	0,456
45	Maskuning	Blimbing	24,091	-0,051
46	Tlogo	Blimbing	27,427	0,291
47	Pakistan	Blimbing	25,696	0,323
48	Taal	Blimbing	24,21	0,366
49	Wonosroyo	Blimbing	18,766	0,352
50	Jero	Blimbing	20,707	0,401
51	Kesemek	Blimbing	19,586	0,119
52	Kejaayan	Blimbing	19,53	0,161
53	Sbr.Gading	Blimbing	30,898	0,071
54	Wonosari	Blimbing	18,172	0,068
55	Pandan	Blimbing	35,004	0,577
56	Talep	Blimbing	28,042	0,607
57	Prajeakan	Blimbing	27,723	0,607
58	Glendengan	Blimbing	27,263	0,419
59	R Wetan	Blimbing	33,37	0,545
60	S Wetan	Blimbing	35,251	0,369
61	Bluncong	Blimbing	24,072	0,615
62	Pringduri	Blimbing	25,422	0,365
63	Cerme	Blimbing	36,47	0,468
64	Kolpoh	Blimbing	30,868	0,476
65	Clangap	Blimbing	22,948	0,173
66	Selolembu	Wringin	7,575	0,444
67	Sbr.Dumpy	Wringin	5,375	0,633
68	Klabang	Wringin	7,191	0,758
69	Ancar	Wringin	12,994	0,108
70	Wonosari II	Wringin	15,356	0,706

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
71	Tamanan	Wringin	20,873	-0,105
72	Grujugan	Wringin	15,035	0,505
73	Sukokerto	Wringin	22,445	-0,326
74	Maesaan	Wringin	20,503	0,538
75	Pinang pait	Wringin	23,004	0,683
76	Maskuning	Wringin	22,795	0,147
77	Tlogo	Wringin	25,929	0,100
78	Pakistan	Wringin	24,527	0,488
79	Taal	Wringin	20,733	0,334
80	Wonosroyo	Wringin	16,889	0,224
81	Jero	Wringin	17,415	0,345
82	Kesemek	Wringin	18,324	0,219
83	Kejaayan	Wringin	18,357	-0,026
84	Sbr.Gading	Wringin	28,632	0,198
85	Wonosari	Wringin	15,164	0,344
86	Pandan	Wringin	31,011	0,757
87	Talep	Wringin	23,989	0,688
88	Prajeakan	Wringin	23,709	0,796
89	Glendengan	Wringin	23,437	0,332
90	R Wetan	Wringin	29,442	0,767
91	S Wetan	Wringin	31,288	0,429
92	Bluncong	Wringin	20,126	0,611
93	Pringduri	Wringin	21,576	0,339
94	Cerme	Wringin	31,408	0,802
95	Kolpoh	Wringin	26,58	0,652
96	Clangap	Wringin	22,376	0,177
97	Sbr.Dumpy	Selolembu	5,821	0,743
98	Klabang	Selolembu	3,931	0,388
99	Ancar	Selolembu	5,978	0,309
100	Wonosari II	Selolembu	9,008	0,739
101	Tamanan	Selolembu	13,415	-0,494
102	Grujugan	Selolembu	7,46	0,423
103	Sukokerto	Selolembu	15,178	0,296
104	Maesaan	Selolembu	13,905	-0,084
105	Pinang pait	Selolembu	16,742	0,368
106	Maskuning	Selolembu	15,634	0,123
107	Tlogo	Selolembu	18,94	0,075
108	Pakistan	Selolembu	17,215	0,283
109	Taal	Selolembu	17,43	0,479
110	Wonosroyo	Selolembu	10,328	0,481
111	Jero	Selolembu	13,721	0,543
112	Kesemek	Selolembu	11,122	0,315
113	Kejaayan	Selolembu	11,09	0,200
114	Sbr.Gading	Selolembu	22,525	-0,265
115	Wonosari	Selolembu	10,834	0,324
116	Pandan	Selolembu	29,427	0,803

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
117	Talep	Selolembu	23,085	0,780
118	Prajekan	Selolembu	22,478	0,838
119	Glendengan	Selolembu	21,298	0,580
120	R Wetan	Selolembu	27,569	0,735
121	S Wetan	Selolembu	29,539	0,602
122	Bluncong	Selolembu	18,715	0,748
123	Pringduri	Selolembu	19,61	0,815
124	Cerme	Selolembu	31,181	0,654
125	Kolpoh	Selolembu	25,521	0,784
126	Clangap	Selolembu	14,85	0,045
127	Klabang	Sbr.Dumpy	8,252	0,636
128	Ancar	Sbr.Dumpy	9,153	0,331
129	Wonosari II	Sbr.Dumpy	10,765	0,711
130	Tamanan	Sbr.Dumpy	17,427	-0,216
131	Grujugan	Sbr.Dumpy	12,32	0,468
132	Sukokerto	Sbr.Dumpy	20,603	0,184
133	Maesaan	Sbr.Dumpy	15,86	0,222
134	Pinang pait	Sbr.Dumpy	22,552	0,540
135	Maskuning	Sbr.Dumpy	21,149	0,397
136	Tlogo	Sbr.Dumpy	24,536	0,204
137	Pakistan	Sbr.Dumpy	22,795	0,464
138	Taal	Sbr.Dumpy	22,661	0,606
139	Wonosroyo	Sbr.Dumpy	16,13	0,584
140	Jero	Sbr.Dumpy	19,025	0,603
141	Kesemek	Sbr.Dumpy	16,672	0,244
142	Kejaayan	Sbr.Dumpy	15,586	0,293
143	Sbr.Gading	Sbr.Dumpy	28,338	0,208
144	Wonosari	Sbr.Dumpy	16,292	0,491
145	Pandan	Sbr.Dumpy	34,087	0,761
146	Talep	Sbr.Dumpy	27,349	0,748
147	Prajekan	Sbr.Dumpy	26,904	0,846
148	Glendengan	Sbr.Dumpy	26,123	0,722
149	R Wetan	Sbr.Dumpy	32,343	0,735
150	S Wetan	Sbr.Dumpy	34,274	0,611
151	Bluncong	Sbr.Dumpy	23,167	0,850
152	Pringduri	Sbr.Dumpy	24,333	0,730
153	Cerme	Sbr.Dumpy	35,989	0,665
154	Kolpoh	Sbr.Dumpy	30,03	0,791
155	Clangap	Sbr.Dumpy	19,813	0,214
156	Ancar	Klabang	9,447	0,613
157	Wonosari II	Klabang	8,249	0,558
158	Tamanan	Klabang	15,922	-0,399
159	Grujugan	Klabang	9,547	0,395
160	Sukokerto	Klabang	15,726	0,017
161	Maesaan	Klabang	17,339	0,296
162	Pinang pait	Klabang	15,82	0,692
163	Maskuning	Klabang	15,962	0,311

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
164	Tlogo	Klabang	18,938	-0,153
165	Pakistan	Klabang	17,314	0,376
166	Taal	Klabang	14,428	0,457
167	Wonosroyo	Klabang	9,818	0,428
168	Jero	Klabang	10,836	0,446
169	Kesemek	Klabang	11,627	0,386
170	Kejaayan	Klabang	11,734	0,287
171	Sbr.Gading	Klabang	21,442	0,431
172	Wonosari	Klabang	8,249	0,605
173	Pandan	Klabang	25,941	0,731
174	Talep	Klabang	19,839	0,653
175	Prajekan	Klabang	18,852	0,757
176	Glendengan	Klabang	17,907	0,556
177	R Wetan	Klabang	24,153	0,743
178	S Wetan	Klabang	26,1	0,591
179	Bluncong	Klabang	15,088	0,670
180	Pringduri	Klabang	16,145	0,494
181	Cerme	Klabang	27,614	0,797
182	Kolpoh	Klabang	21,944	0,804
183	Clangap	Klabang	16,178	0,020
184	Wonosari II	Ancar	3,355	0,199
185	Tamanan	Ancar	8,099	0,017
186	Grujugan	Ancar	4,183	0,095
187	Sukokerto	Ancar	12,56	-0,050
188	Maesaan	Ancar	7,942	0,048
189	Pinang pait	Ancar	16,176	0,219
190	Maskuning	Ancar	13,297	-0,227
191	Tlogo	Ancar	16,774	-0,481
192	Pakistan	Ancar	15,051	-0,264
193	Taal	Ancar	20,116	0,326
194	Wonosroyo	Ancar	10,262	0,428
195	Jero	Ancar	16,507	0,343
196	Kesemek	Ancar	9,29	0,120
197	Kejaayan	Ancar	9,046	0,285
198	Sbr.Gading	Ancar	21,75	0,237
199	Wonosari	Ancar	13,568	0,397
200	Pandan	Ancar	32,691	0,646
201	Talep	Ancar	27,025	0,658
202	Prajekan	Ancar	26,245	0,580
203	Glendengan	Ancar	24,553	0,233
204	R Wetan	Ancar	30,705	0,571
205	S Wetan	Ancar	32,69	0,471
206	Bluncong	Ancar	22,593	0,565
207	Pringduri	Ancar	23,087	0,279
208	Cerme	Ancar	34,623	0,709
209	Kolpoh	Ancar	29,093	0,635
210	Clangap	Ancar	11,086	-0,416

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
211	Tamanan	Wonosari II	7,479	-0,333
212	Grujugan	Wonosari II	6,506	0,613
213	Sukokerto	Wonosari II	13,938	0,144
214	Maesaan	Wonosari II	5,15	0,418
215	Pinang pait	Wonosari II	18,381	0,729
216	Maskuning	Wonosari II	14,789	0,254
217	Tlogo	Wonosari II	18,181	0,194
218	Pakisan	Wonosari II	16,54	0,574
219	Taal	Wonosari II	23,227	0,407
220	Wonosroyo	Wonosari II	12,95	0,430
221	Jero	Wonosari II	19,678	0,479
222	Kesemek	Wonosari II	11,38	0,609
223	Kejaayan	Wonosari II	11,06	0,385
224	Sbr.Gading	Wonosari II	23,689	-0,072
225	Wonosari	Wonosari II	16,772	0,379
226	Pandan	Wonosari II	35,849	0,821
227	Talep	Wonosari II	30,314	0,717
228	Prajekan	Wonosari II	29,512	0,766
229	Glendengan	Wonosari II	27,742	0,577
230	R Wetan	Wonosari II	33,843	0,830
231	S Wetan	Wonosari II	35,824	0,574
232	Bluncong	Wonosari II	25,886	0,747
233	Pringduri	Wonosari II	26,322	0,550
234	Cerme	Wonosari II	37,811	0,709
235	Kolpoh	Wonosari II	32,32	0,662
236	Clangap	Wonosari II	11,795	0,368
237	Grujugan	Tamanan	6,4	-0,152
238	Sukokerto	Tamanan	8,226	-0,467
239	Maesaan	Tamanan	5,64	0,249
240	Pinang pait	Tamanan	13,921	-0,269
241	Maskuning	Tamanan	9,175	-0,244
242	Tlogo	Tamanan	12,086	0,090
243	Pakisan	Tamanan	10,721	-0,266
244	Taal	Tamanan	21,541	-0,203
245	Wonosroyo	Tamanan	10,753	-0,170
246	Jero	Tamanan	18,604	-0,218
247	Kesemek	Tamanan	7,892	-0,355
248	Kejaayan	Tamanan	7,487	-0,044
249	Sbr.Gading	Tamanan	18,292	0,179
250	Wonosari	Tamanan	16,204	-0,318
251	Pandan	Tamanan	33,939	-0,313
252	Talep	Tamanan	29,512	-0,221
253	Prajekan	Tamanan	28,604	-0,349
254	Glendengan	Tamanan	26,299	-0,390
255	R Wetan	Tamanan	31,867	-0,345
256	S Wetan	Tamanan	33,77	-0,380

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
257	Bluncong	Tamanan	25,389	-0,235
258	Pringduri	Tamanan	25,272	-0,580
259	Cerme	Tamanan	36,049	-0,280
260	Kolpoh	Tamanan	30,985	-0,458
261	Clangap	Tamanan	5,267	0,017
262	Sukokerto	Grujugan	8,501	-0,001
263	Maesaan	Grujugan	9,148	0,160
264	Pinang pait	Grujugan	12,046	0,765
265	Maskuning	Grujugan	9,185	0,018
266	Tlogo	Grujugan	12,663	0,171
267	Pakistan	Grujugan	10,927	0,440
268	Taal	Grujugan	16,982	0,813
269	Wonosroyo	Grujugan	6,454	0,611
270	Jero	Grujugan	13,582	0,862
271	Kesemek	Grujugan	5,112	0,832
272	Kejaayan	Grujugan	4,863	0,612
273	Sbr.Gading	Grujugan	17,574	0,242
274	Wonosari	Grujugan	10,816	0,682
275	Pandan	Grujugan	29,628	0,492
276	Talep	Grujugan	24,483	0,676
277	Prajeakan	Grujugan	23,597	0,573
278	Glendengan	Grujugan	21,615	0,793
279	R Wetan	Grujugan	27,594	0,575
280	S Wetan	Grujugan	29,563	0,728
281	Bluncong	Grujugan	20,114	0,646
282	Pringduri	Grujugan	20,322	0,676
283	Cerme	Grujugan	31,642	0,570
284	Kolpoh	Grujugan	26,263	0,572
285	Clangap	Grujugan	7,51	0,108
286	Maesaan	Sukokerto	13,797	-0,125
287	Pinang pait	Sukokerto	5,993	0,024
288	Maskuning	Sukokerto	0,948	0,618
289	Tlogo	Sukokerto	4,253	0,195
290	Pakistan	Sukokerto	2,615	0,294
291	Taal	Sukokerto	15,156	0,266
292	Wonosroyo	Sukokerto	6,398	0,331
293	Jero	Sukokerto	13,15	0,244
294	Kesemek	Sukokerto	4,125	0,264
295	Kejaayan	Sukokerto	4,097	0,293
296	Sbr.Gading	Sukokerto	10,096	-0,045
297	Wonosari	Sukokerto	11,751	0,431
298	Pandan	Sukokerto	26,811	0,092
299	Talep	Sukokerto	23,514	0,057
300	Prajeakan	Sukokerto	22,418	0,062
301	Glendengan	Sukokerto	19,792	0,317
302	R Wetan	Sukokerto	24,747	0,117
303	S Wetan	Sukokerto	26,553	0,247

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
304	Bluncong	Sukokerto	19,764	0,229
305	Pringduri	Sukokerto	19,159	0,428
306	Cerme	Sukokerto	28,973	0,023
307	Kolpoh	Sukokerto	24,355	0,162
308	Clangap	Sukokerto	3,162	0,368
309	Pinang pait	Maesaan	19,278	0,561
310	Maskuning	Maesaan	14,741	0,129
311	Tlogo	Maesaan	17,723	0,335
312	Pakisan	Maesaan	16,334	0,541
313	Taal	Maesaan	25,948	0,077
314	Wonosroyo	Maesaan	15,123	0,132
315	Jero	Maesaan	22,67	0,003
316	Kesemek	Maesaan	12,697	0,052
317	Kejaayan	Maesaan	12,301	-0,133
318	Sbr.Gading	Maesaan	23,89	0,345
319	Wonosari	Maesaan	19,957	0,263
320	Pandan	Maesaan	38,551	0,303
321	Talep	Maesaan	33,616	0,192
322	Prajekan	Maesaan	32,713	0,222
323	Glendengan	Maesaan	30,646	-0,053
324	R Wetan	Maesaan	36,469	0,470
325	S Wetan	Maesaan	38,443	0,209
326	Bluncong	Maesaan	29,259	0,290
327	Pringduri	Maesaan	29,42	-0,152
328	Cerme	Maesaan	40,607	0,415
329	Kolpoh	Maesaan	35,319	0,075
330	Clangap	Maesaan	10,903	0,496
331	Maskuning	Pinang pait	5,131	0,188
332	Tlogo	Pinang pait	4,921	0,313
333	Pakisan	Pinang pait	4,485	0,716
334	Taal	Pinang pait	10,001	0,708
335	Wonosroyo	Pinang pait	6,426	0,675
336	Jero	Pinang pait	9,109	0,691
337	Kesemek	Pinang pait	7,001	0,687
338	Kejaayan	Pinang pait	7,325	0,493
339	Sbr.Gading	Pinang pait	5,788	0,533
340	Wonosari	Pinang pait	9,044	0,730
341	Pandan	Pinang pait	20,942	0,626
342	Talep	Pinang pait	18,257	0,676
343	Prajekan	Pinang pait	17,116	0,670
344	Glendengan	Pinang pait	14,343	0,673
345	R Wetan	Pinang pait	18,892	0,771
346	S Wetan	Pinang pait	20,652	0,817
347	Bluncong	Pinang pait	14,966	0,738
348	Pringduri	Pinang pait	14,013	0,589
349	Cerme	Pinang pait	23,113	0,743
350	Kolpoh	Pinang pait	18,742	0,691

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
351	Clangap	Pinang pait	9,137	0,375
352	Tlogo	Maskuning	3,479	0,503
353	Pakistan	Maskuning	1,762	0,671
354	Taal	Maskuning	14,527	0,135
355	Wonosroyo	Maskuning	6,388	0,095
356	Jero	Maskuning	12,67	0,082
357	Kesemek	Maskuning	4,513	0,028
358	Kejaayan	Maskuning	4,564	0,044
359	Sbr.Gading	Maskuning	9,157	0,203
360	Wonosari	Maskuning	11,492	0,266
361	Pandan	Maskuning	26,022	0,078
362	Talep	Maskuning	22,887	0,2383
363	Prajeakan	Maskuning	21,779	0,156
364	Glendengan	Maskuning	19,115	0,245
365	R Wetan	Maskuning	23,962	0,079
366	S Wetan	Maskuning	25,75	0,022
367	Bluncong	Maskuning	19,222	0,162
368	Pringduri	Maskuning	18,546	0,266
369	Cerme	Maskuning	28,187	0,010
370	Kolpoh	Maskuning	23,644	0,163
371	Clangap	Maskuning	4,084	0,703
372	Pakistan	Tlogo	1,748	0,791
373	Taal	Tlogo	14,904	0,240
374	Wonosroyo	Tlogo	9,133	0,275
375	Jero	Tlogo	13,909	0,173
376	Kesemek	Tlogo	7,865	-0,072
377	Kejaayan	Tlogo	7,971	0,029
378	Sbr.Gading	Tlogo	6,439	0,323
379	Wonosari	Tlogo	13,389	0,059
380	Pandan	Tlogo	25,276	-0,071
381	Talep	Tlogo	23,098	0,007
382	Prajeakan	Tlogo	21,948	0,063
383	Glendengan	Tlogo	19,133	0,069
384	R Wetan	Tlogo	23,27	0,003
385	S Wetan	Tlogo	24,921	0,139
386	Bluncong	Tlogo	19,887	0,144
387	Pringduri	Tlogo	18,9	0,197
388	Cerme	Tlogo	27,45	-0,082
389	Kolpoh	Tlogo	23,403	0,009
390	Clangap	Tlogo	6,82	0,901
391	Taal	Pakistan	14,384	0,420
392	Wonosroyo	Pakistan	7,555	0,385
393	Jero	Pakistan	12,99	0,362
394	Kesemek	Pakistan	6,123	0,294
395	Kejaayan	Pakistan	6,224	0,132
396	Sbr.Gading	Pakistan	7,576	0,387
397	Wonosari	Pakistan	12,166	0,433

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
398	Pandan	Pakistan	25,365	0,314
399	Talep	Pakistan	22,696	0,292
400	Prajeakan	Pakistan	21,563	0,413
401	Glendengan	Pakistan	18,813	0,376
402	R Wetan	Pakistan	23,326	0,436
403	S Wetan	Pakistan	25,053	0,427
404	Bluncong	Pakistan	19,254	0,434
405	Pringduri	Pakistan	18,413	0,432
406	Cerme	Pakistan	27,539	0,345
407	Kolpoh	Pakistan	23,228	0,370
408	Clangap	Pakistan	5,493	0,870
409	Wonosroyo	Taal	10,864	0,912
410	Jero	Taal	3,719	0,984
411	Kesemek	Taal	13,656	0,662
412	Kejaayan	Taal	14,06	0,718
413	Sbr.Gading	Taal	12,441	0,544
414	Wonosari	Taal	6,674	0,870
415	Pandan	Taal	12,646	0,495
416	Talep	Taal	8,361	0,735
417	Prajeakan	Taal	7,262	0,618
418	Glendengan	Taal	4,76	0,879
419	R Wetan	Taal	10,622	0,579
420	S Wetan	Taal	12,599	0,907
421	Bluncong	Taal	5,065	0,797
422	Pringduri	Taal	4,031	0,847
423	Cerme	Taal	14,667	0,604
424	Kolpoh	Taal	9,445	0,723
425	Clangap	Taal	17,922	0,123
426	Jero	Wonosroyo	7,862	0,890
427	Kesemek	Wonosroyo	3,066	0,567
428	Kejaayan	Wonosroyo	3,429	0,784
429	Sbr.Gading	Wonosroyo	12,375	0,579
430	Wonosari	Wonosroyo	5,715	0,776
431	Pandan	Wonosroyo	23,43	0,536
432	Talep	Wonosroyo	18,839	0,733
433	Prajeakan	Wonosroyo	23,43	0,605
434	Glendengan	Wonosroyo	15,604	0,789
435	R Wetan	Wonosroyo	21,373	0,605
436	S Wetan	Wonosroyo	23,32	0,605
437	Bluncong	Wonosroyo	14,666	0,928
438	Pringduri	Wonosroyo	14,522	0,790
439	Cerme	Wonosroyo	25,496	0,597
440	Kolpoh	Wonosroyo	20,293	0,736
441	Clangap	Wonosroyo	8,053	0,190
442	Kesemek	Jero	10,863	0,731
443	Kejaayan	Jero	11,25	0,764
444	Sbr.Gading	Jero	13,152	0,423

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
445	Wonosari	Jero	2,97	0,825
446	Pandan	Jero	16,184	0,549
447	Talep	Jero	11,003	0,784
448	Prajeakan	Jero	10,056	0,655
449	Glendengan	Jero	8,066	0,904
450	R Wetan	Jero	14,202	0,604
451	S Wetan	Jero	16,188	0,901
452	Bluncong	Jero	6,81	0,813
453	Pringduri	Jero	6,75	0,870
454	Cerme	Jero	18,133	0,622
455	Kolpoh	Jero	12,685	0,748
456	Clangap	Jero	15,564	0,064
457	Kejaayan	Kesemek	0,406	0,768
458	Sbr.Gading	Kesemek	12,463	0,137
459	Wonosari	Kesemek	8,777	0,688
460	Pandan	Kesemek	26,063	0,419
461	Talep	Kesemek	21,782	0,520
462	Prajeakan	Kesemek	20,769	0,394
463	Glendengan	Kesemek	18,416	0,761
464	R Wetan	Kesemek	23,993	0,509
465	S Wetan	Kesemek	25,908	0,689
466	Bluncong	Kesemek	17,673	0,534
467	Pringduri	Kesemek	17,437	0,590
468	Cerme	Kesemek	28,166	0,467
469	Kolpoh	Kesemek	23,099	0,484
470	Clangap	Kesemek	5,065	0,022
471	Sbr.Gading	Kejaayan	12,728	0,401
472	Wonosari	Kejaayan	9,129	0,594
473	Pandan	Kejaayan	26,47	0,302
474	Talep	Kejaayan	22,178	0,489
475	Prajeakan	Kejaayan	21,167	0,309
476	Glendengan	Kejaayan	18,819	0,757
477	R Wetan	Kejaayan	24,4	0,318
478	S Wetan	Kejaayan	26,314	0,676
479	Bluncong	Kejaayan	18,06	0,578
480	Pringduri	Kejaayan	17,835	0,571
481	Cerme	Kejaayan	28,572	0,302
482	Kolpoh	Kejaayan	23,504	0,481
483	Clangap	Kejaayan	4,785	0,031
484	Wonosari	Sbr.Gading	14,033	0,564
485	Pandan	Sbr.Gading	20,259	0,005
486	Talep	Sbr.Gading	19,623	0,171
487	Prajeakan	Sbr.Gading	18,464	0,127
488	Glendengan	Sbr.Gading	15,583	0,337
489	R Wetan	Sbr.Gading	18,389	0,137
490	S Wetan	Sbr.Gading	19,803	0,471
491	Bluncong	Sbr.Gading	17,411	0,315

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

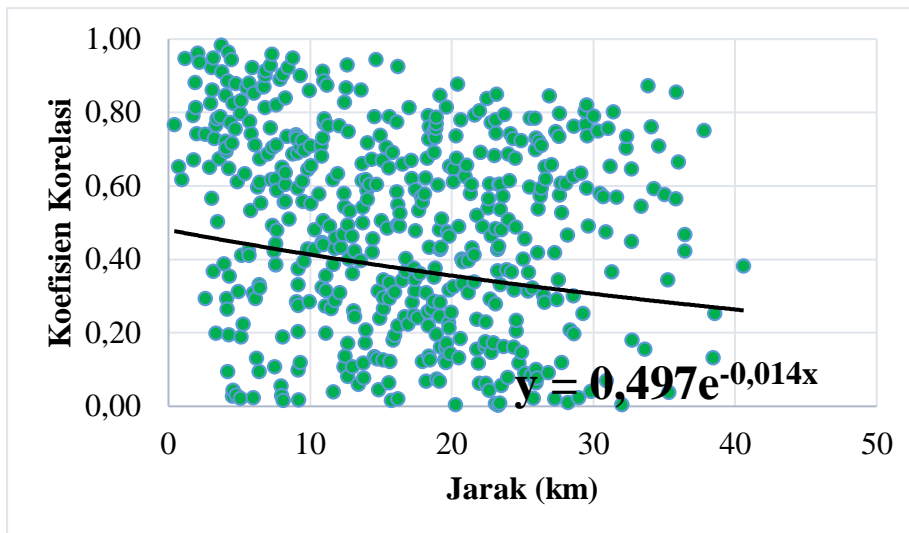
No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
492	Pringduri	Sbr.Gading	15,95	0,193
493	Cerme	Sbr.Gading	22,388	0,230
494	Kolpoh	Sbr.Gading	19,184	0,284
495	Clangap	Sbr.Gading	13,067	0,260
496	Pandan	Wonosari	19,131	0,482
497	Talep	Wonosari	13,667	0,615
498	Prajekan	Wonosari	12,795	0,531
499	Glendengan	Wonosari	10,985	0,772
500	R Wetan	Wonosari	17,161	0,621
501	S Wetan	Wonosari	19,148	0,842
502	Bluncong	Wonosari	9,306	0,706
503	Pringduri	Wonosari	9,558	0,697
504	Cerme	Wonosari	21,055	0,657
505	Kolpoh	Wonosari	15,549	0,649
506	Clangap	Wonosari	13,745	0,118
507	Talep	Pandan	7,206	0,929
508	Prajekan	Pandan	7,306	0,959
509	Glendengan	Pandan	8,17	0,556
510	R Wetan	Pandan	2,074	0,961
511	S Wetan	Pandan	0,702	0,693
512	Bluncong	Pandan	10,943	0,887
513	Pringduri	Pandan	9,818	0,645
514	Cerme	Pandan	2,175	0,937
515	Kolpoh	Pandan	4,182	0,886
516	Clangap	Pandan	29,838	0,041
517	Prajekan	Talep	1,166	0,948
518	Glendengan	Talep	4,052	0,694
519	R Wetan	Talep	6,094	0,746
520	S Wetan	Talep	7,615	0,838
521	Bluncong	Talep	4,434	0,945
522	Pringduri	Talep	4,37	0,773
523	Cerme	Talep	8,44	0,923
524	Kolpoh	Talep	3,067	0,923
525	Clangap	Talep	26,237	-0,007
526	Glendengan	Prajekan	2,887	0,651
527	R Wetan	Prajekan	5,903	0,922
528	S Wetan	Prajekan	7,62	0,746
529	Bluncong	Prajekan	3,766	0,911
530	Pringduri	Prajekan	3,333	0,765
531	Cerme	Prajekan	8,785	0,949
532	Kolpoh	Prajekan	3,145	0,949
533	Clangap	Prajekan	25,169	0,090
534	R Wetan	Glendengan	6,271	0,597
535	S Wetan	Glendengan	8,244	0,824
536	Bluncong	Glendengan	3,634	0,789
537	Pringduri	Glendengan	1,872	0,882
538	Cerme	Glendengan	10,071	0,553

Lanjutan Tabel 4.22. Jarak Antar Stasiun dan Koefisien Korelasi

No	Stasiun Hujan		Jarak (km)	r
539	Kolpoh	Glendengan	4,689	0,756
540	Clangap	Glendengan	22,626	0,044
541	S Wetan	R Wetan	1,986	0,786
542	Bluncong	R Wetan	9,317	0,901
543	Pringduri	R Wetan	8,011	0,651
544	Cerme	R Wetan	4,226	0,965
545	Kolpoh	R Wetan	3,084	0,862
546	Clangap	R Wetan	27,768	0,119
547	Bluncong	S Wetan	11,179	0,888
548	Pringduri	S Wetan	9,956	0,845
549	Cerme	S Wetan	2,588	0,783
550	Kolpoh	S Wetan	4,554	0,848
551	Clangap	S Wetan	25,6	0,094
552	Pringduri	Bluncong	1,917	0,814
553	Cerme	Bluncong	12,531	0,868
554	Kolpoh	Bluncong	6,865	0,914
555	Clangap	Bluncong	22,318	0,164
556	Cerme	Pringduri	11,604	0,618
557	Kolpoh	Pringduri	6,007	0,852
558	Clangap	Pringduri	21,868	0,118
559	Kolpoh	Cerme	5,67	0,880
560	Clangap	Cerme	31,99	0,005
561	Clangap	Kolpoh	27,245	0,021

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Dari Tabel 4.22 terdapat 57 nilai korelasi bernilai negatif. Stasiun yang menyebabkan nilai koefisien korelasi bernilai negatif adalah Stasiun Tamanan, Sukokerto, Maskuning Wetan, dan Kesemek. Korelasi hujan antar stasiun bernilai negatif disebabkan adanya variasi curah hujan antar stasiun yang cukup besar. Nilai korelasi bernilai negatif tidak digunakan untuk analisa selanjutnya, karena nilai tersebut tidak dapat dikalkulasikan ke dalam grafik lengkung eksponensial (analisa selanjutnya). Kemudian berdasarkan Tabel 4.22, digambarkan grafik hubungan antar jarak stasiun dengan koefisien korelasi dalam sebuah grafik lengkung eksponensial, seperti pada Gambar 4.6 berikut ini:



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Faktor Korelasi dengan Jarak Antar Stasiun

Berdasarkan Gambar 4.6, didapatkan nilai $r_{(d)} = 0,497 \cdot e^{-0,014d}$. Dari persamaan tersebut nilai korelasi $r_{(0)}$ sebesar 0,497 dan nilai radius korelasi $d_{(0)} = 71,429$ km. Besaran nilai radius korelasi $d_{(0)}$ dapat diperoleh dari nilai rata-rata d dan $r_{(d)}$ sesuai Persamaan (2-34). Berikut adalah perhitungan untuk nilai radius korelasi $d_{(0)}$:

$$r_{(0)} \cdot e^{\frac{-d}{d_{(0)}}} = 0,497 e^{-0,014d}, \text{ maka nilai } d_{(0)} \text{ adalah}$$

$$\frac{-d}{d_{(0)}} = -0,014 d$$

$$d_{(0)} = 71,429 \text{ km}$$

3) Sesuai Persamaan (2-35) dan Persamaan (2-36) maka dapat ditentukan besarnya jumlah stasiun yang dibutuhkan untuk tingkat kesalahan perataan $Z_1 < 10\%$ dan kesalahan interpolasi Z_3 . Berikut adalah contoh perhitungan nilai Z_1 dan Z_3 untuk jumlah stasiun 12 (n):

- Misalnya untuk n = 12 stasiun hujan
- Luas DAS Sampean(A) = 1.224,18 km²
- Koefisien variasi (Cv) = 0,429
- $d_{(0)}$ = 71,429 km
- $r_{(0)}$ = 0,497

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

$$= 9,1\%$$

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

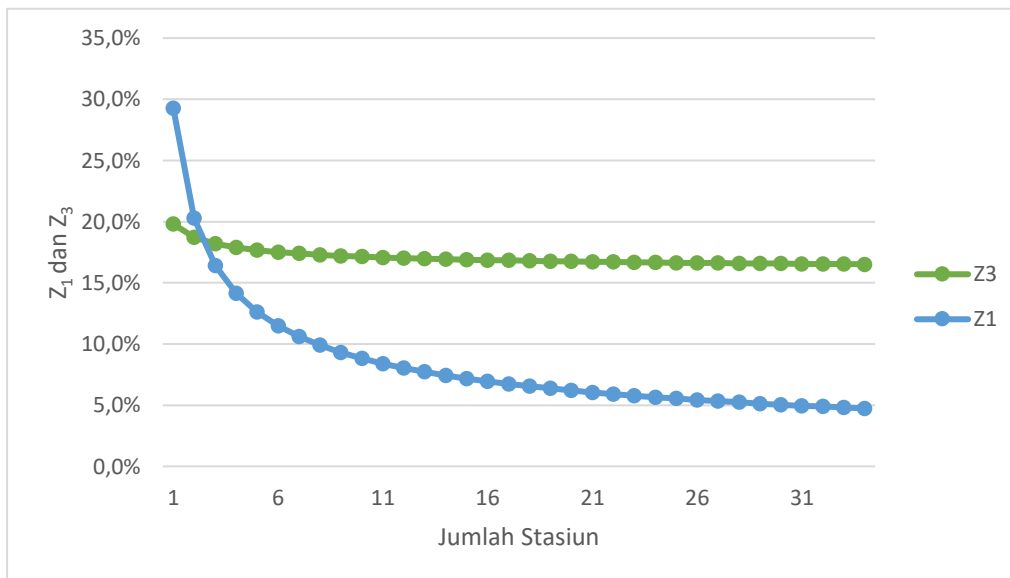
$$= 19,4\%$$

Tabel 4.23. Rekapitulasi Kesalahan Perataan (Z_1) dan Kesalahan Interpolasi (Z_3)

n	Cv	$r_{(0)}$	A	$d_{(0)}$	Z_1	Z_3
1	0,429	0,497	1224,18	71,429	33,7%	23,3%
2	0,429	0,497	1224,18	71,429	23,2%	21,8%
3	0,429	0,497	1224,18	71,429	18,7%	21,1%
4	0,429	0,497	1224,18	71,429	16,1%	20,6%
5	0,429	0,497	1224,18	71,429	14,3%	20,3%
6	0,429	0,497	1224,18	71,429	13,0%	20,1%
7	0,429	0,497	1224,18	71,429	12,0%	19,9%
8	0,429	0,497	1224,18	71,429	11,2%	19,8%
9	0,429	0,497	1224,18	71,429	10,5%	19,7%
10	0,429	0,497	1224,18	71,429	10,0%	19,6%
11	0,429	0,497	1224,18	71,429	9,5%	19,5%
12	0,429	0,497	1224,18	71,429	9,1%	19,4%
13	0,429	0,497	1224,18	71,429	8,7%	19,3%
14	0,429	0,497	1224,18	71,429	8,4%	19,3%
15	0,429	0,497	1224,18	71,429	8,1%	19,2%
16	0,429	0,497	1224,18	71,429	7,8%	19,2%
17	0,429	0,497	1224,18	71,429	7,6%	19,1%
18	0,429	0,497	1224,18	71,429	7,4%	19,1%
19	0,429	0,497	1224,18	71,429	7,2%	19,0%
20	0,429	0,497	1224,18	71,429	7,0%	19,0%
21	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,8%	19,0%
22	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,6%	18,9%
23	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,5%	18,9%
24	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,4%	18,9%
25	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,2%	18,9%
26	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,1%	18,8%
27	0,429	0,497	1224,18	71,429	6,0%	18,8%
28	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,9%	18,8%
29	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,8%	18,8%
30	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,7%	18,7%
31	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,6%	18,7%
32	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,5%	18,7%
33	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,4%	18,7%
34	0,429	0,497	1224,18	71,429	5,3%	18,7%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Untuk menentukan kesalahan < 10% hanya dipakai untuk kesalahan perataan (Z_1). Hasil rasionalisasi dengan memakai jumlah ideal stasiun hujan sesuai standar WMO sebanyak (n) 12 stasiun, didapatkan kesalahan perataan (Z_1) sebesar 9,1% dan kesalahan interpolasi (Z_3) sebesar 19,4%. Penentuan 12 stasiun hujan tersebut sudah disesuaikan dengan standar WMO. Grafik hubungan antara jumlah stasiun hujan dengan Z_1 dan Z_3 disajikan dalam Gambar 4.7.

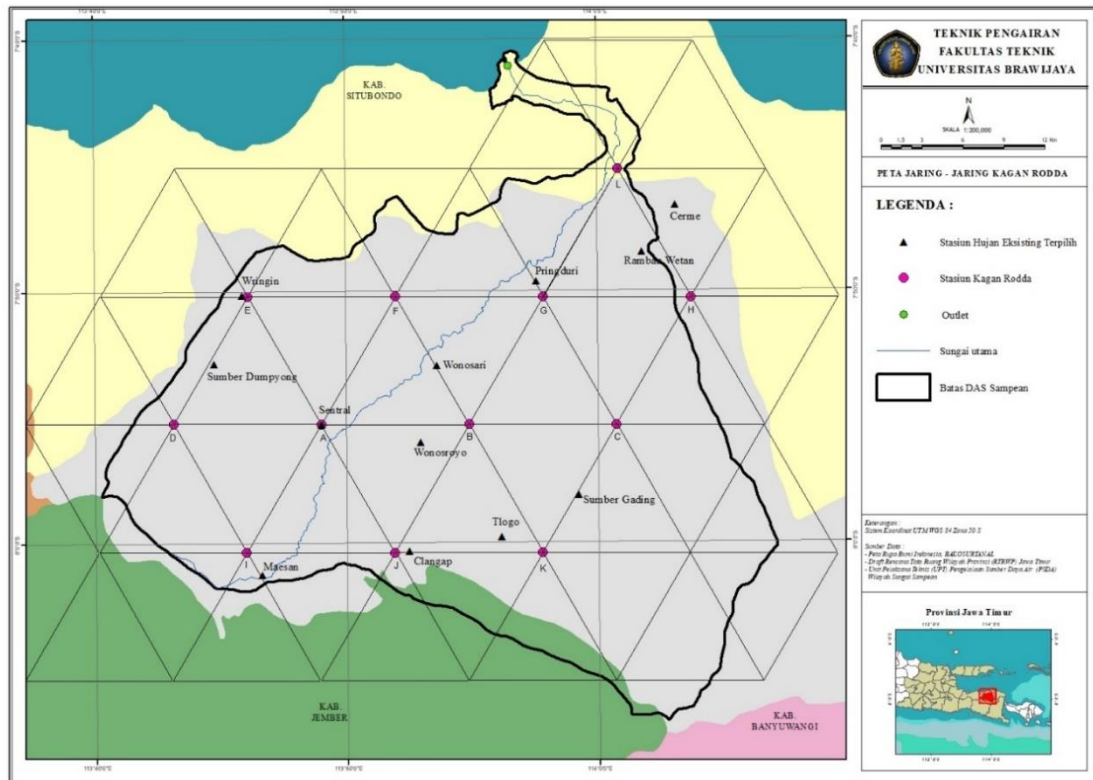


Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Jumlah Stasiun Dengan Z_1 dan Z_3

4) Dengan Persamaan (2-37) dapat dihitung panjang sisi segitiga Kagan – Rodda untuk masing – masing jumlah stasiun hujan yang telah direncanakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 L &= 1,07 \sqrt{\frac{A}{n}} \\
 &= 1,07 \sqrt{\frac{1224,18}{12}} \\
 &= 10,807 \text{ km}
 \end{aligned}$$

5) Dengan panjang sisi jaring – jaring segitiga Kagan – Rodda sebesar 10,807 km, maka dapat digambarkan jaringan stasiun hujan Kagan – Rodda. Selanjutnya gambar jaringan diplotkan diatas peta DAS dan stasiun hujan Sentral sebagai titik acuan. Penentuan simpul acuan pada Stasiun Sentral berdasarkan posisi stasiunnya yang harus tetap dipertahankan, karena berada di area UPT PSDAWS Sampean. Dengan mengacu pada stasiun Sentral, 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 pengeplotan jaring – jaring stasiun hujan Kagan – Rodda disajikan pada Gambar 4.8.



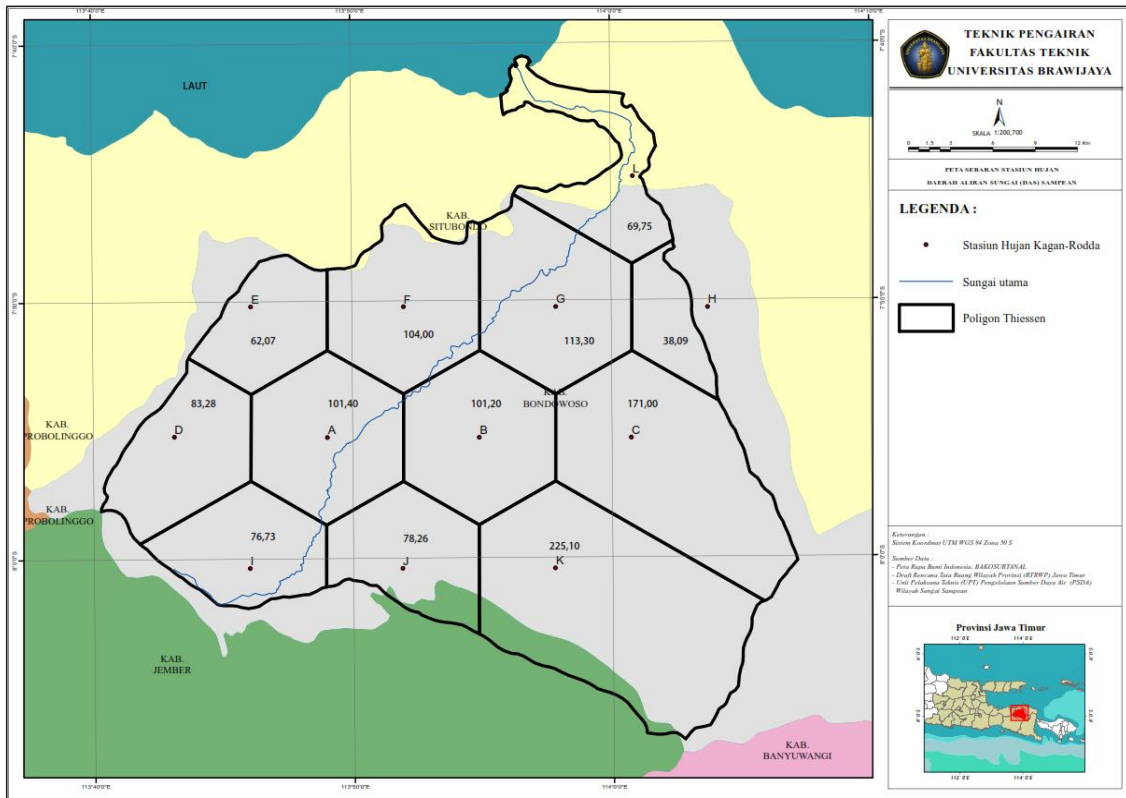
Gambar 4.8 Peta Jaringan Stasiun Hujan Metode Kagan – Rodda
Sumber: Hasil Penggambaran, 2017

Tabel 4.24. Titik Koordinat Stasiun Hujan Eksisting dan Rekomendasi Kagan - Rodda

No	Stasiun Eksisting	L. Selatan	B. Timur	Stasiun Kagan-Rodda	L. Selatan	B. Timur
1	Sentral	7° 55' 18"	113° 49' 3,2"	Stasiun A	7° 55' 18"	113° 49' 3,2"
2	Wonosroyo	7° 56' 0,6"	113° 52' 57,6"	Stasiun B	7° 55' 20,1"	113° 54' 53,6"
3	S. Gading	7° 58' 7,9"	113° 59' 15"	Stasiun C	7° 55' 22,3"	114° 00' 45,6"
4	S.Dumpyong	7° 52' 52,1"	113° 44' 46,8"	Stasiun D	7° 55' 14,8"	113° 43' 8,3"
5	Wringin	7° 50' 10,5"	113° 45' 53,4"	Stasiun E	7° 50' 12,7"	113° 46' 6,5"
6	Wonosari	7° 52' 59,2"	113° 53' 37,8"	Stasiun F	7° 50' 14,3"	113° 51' 60"
7	Pringduri	7° 49' 38,6"	113° 57' 36,1"	Stasiun G	7° 50' 16,4"	113° 57' 52,2"
8	R. Wetan	7° 48' 29,6"	114° 01' 47,9"	Stasiun H	7° 50' 18,9"	114° 3' 44"
9	Maesan	8° 01' 15,9"	113° 41' 39,1"	Stasiun I	8° 00' 22,1"	113° 46' 1,3"
10	Clangap	8° 00' 21"	113° 52' 30,1"	Stasiun J	8° 00' 24,2"	113° 51' 54,2"
11	Tlogo	7° 59' 47,2"	113° 56' 10"	Stasiun K	8° 00' 25,6"	113° 57' 47,6"
12	Cerme	7° 46' 36,8"	114° 03' 8,1"	Stasiun L	7° 45' 13"	113° 0' 52"

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat diketahui luasan pengaruh dari masing masing stasiun hujan rekomendasi Kagan-Rodda. Metode yang digunakan adalah metode *Thiessen* dengan bantuan *software Arcgis 10.1*. Hasil analisa disajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Peta Poligon Thiessen Stasiun Hujan Rekomendasi Kagan – Rodda
Sumber: Hasil Penggambaran, 2017

Tabel 4.25. Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan Rekomendasi Kagan-Rodda

No	Stasiun Hujan	Luas Thiessen (Km ²)	Luas Pengaruh (%)
1	Stasiun A	101,42	8,28%
2	Stasiun B	101,19	8,27%
3	Stasiun C	171,00	13,97%
4	Stasiun D	83,28	6,80%
5	Stasiun E	62,07	5,07%
6	Stasiun F	104,00	8,50%
7	Stasiun G	113,30	9,26%
8	Stasiun H	38,09	3,11%
9	Stasiun I	76,73	6,27%
10	Stasiun J	78,26	6,39%
11	Stasiun K	225,09	18,39%
12	Stasiun L	69,75	5,70%
Jumlah		1.224,18	100 %

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Selanjutnya jaringan ini akan dianalisa hubungannya dengan aspek topografi.

4.5.1. Modifikasi L Kagan Rodda

Modifikasi rumus L Kagan Rodda dilakukan untuk mengetahui panjang jaring-jaring segitiga Kagan Rodda (L) khusus di DAS Sampean sesuai Persamaan (2-37), berikut langkah-langkahnya:

1. Dari sub bab 4.5 diketahui L Kagan-Rodda sebesar 10,807 km,
2. Mengukur jarak antar stasiun terdekat lalu dirata-rata. Dari Tabel 4.26 diketahui jarak rata-rata (L asli) sebesar 10,329 km,
3. Menghitung koefisien (K) untuk rumus modifikasi L Kagan-Rodda dengan cara:

$$L_{\text{Kagan}} = K \cdot L_{\text{asli}}$$

$$10,807 = K \cdot 10,329$$

$$K = \frac{10,807}{10,329}$$

$$= 1,046$$

4. Setelah nilai K diketahui, maka dihitung rumus modifikasi L Kagan-Rodda dengan cara:

$$L_{\text{Kagan}} = 1,046 L_{\text{asli}}$$

$$L_{\text{asli}} = \frac{1}{1,046} L_{\text{Kagan}}$$

$$= 0,956 (1,07 \sqrt{\frac{A}{n}})$$

$$= 1,02 \sqrt{\frac{A}{n}}$$

Sehingga modifikasi rumus panjang jaring – jaring segitiga Kagan-Rodda (L) untuk DAS Sampean adalah $1,02 \sqrt{\frac{A}{n}}$ dengan panjang sisi jaring-jaring segitiga sebesar 10,615 km. Rumus tersebut hanya berlaku pada DAS Sampean saja.

4.6. Evaluasi Stasiun Hujan Metode Kagan – Rodda

Dari hasil pengeplotan stasiun hujan sesuai Gambar 4.9, 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 pada daerah studi, dapat ditentukan stasiun-stasiun hujan eksisting yang terdekat dengan stasiun hujan Kagan-Rodda. Adapun 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 Wonosroyo:

- Menghitung jarak (d) stasiun Wonosroyo ke titik simpul terdekat (Stasiun B), yaitu sebesar 3,790 km
- Dari grafik eksponensial (pada Gambar 4.6) didapatkan fungsi eksponensial $r_{(d)} = 0,497 e^{-0,014d}$, sehingga $r_{(0)} = 0,497$
- Menghitung nilai $r_{(d)}$ sesuai dengan fungsi eksponensial

$$r_{(d)} = 0,497 e^{-0,014d}$$

$$r_{(d)} = 0,497 e^{-0,014(3,790)}$$

$$r_{(d)} = 0,461$$
- Menghitung kesalahan relatifnya

$$KR = \frac{r_{(0)} - r_{(d)}}{r_{(0)}} \times 100\% = 5,29\%$$

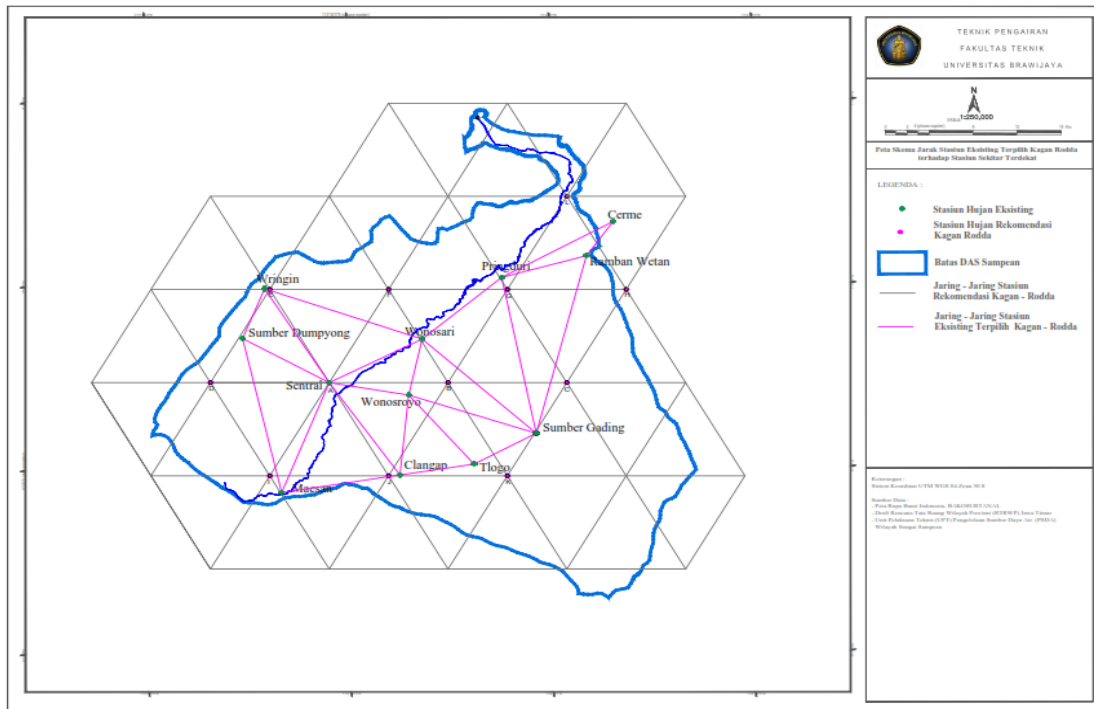
Tabel 4.26. Evaluasi Pola Sebaran Stasiun Hujan Eksisting Terpilih Kagan Rodda Berdasarkan $r_{(d)}$

No	Stasiun Hujan	Terdekat dengan titik simpul	Jarak dari titik simpul (d) / km	$r_{(0)}$	$r_{(d)}$	KR (%)	Keterangan
1	Sentral	Stasiun A	0	0,497	0,497	0,00%	Terpilih
2	Wonosroyo	Stasiun B	3,790	0,497	0,471	5,29%	Terpilih
3	S. Gading	Stasiun C	5,792	0,497	0,458	7,96%	Terpilih
4	S. Dumpyong	Stasiun D	5,306	0,497	0,461	7,32%	Terpilih
5	Wringin	Stasiun E	0,481	0,497	0,494	0,69%	Terpilih
6	Wonosari	Stasiun F	5,841	0,497	0,457	8,02%	Terpilih
7	Pringduri	Stasiun G	1,316	0,497	0,488	1,87%	Terpilih
8	R. Wetan	Stasiun H	4,949	0,497	0,463	6,84%	Terpilih
9	Maesan	Stasiun I	1,992	0,497	0,483	2,81%	Terpilih
10	Clangap	Stasiun J	1,043	0,497	0,490	1,48%	Terpilih
11	Tlogo	Stasiun K	3,244	0,497	0,475	4,54%	Terpilih
12	Cerme	Stasiun L	4,918	0,497	0,463	6,80%	Terpilih

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan Tabel 4.26, dapat disimpulkan bahwa stasiun- stasiun hujan tersebut memang stasiun pilihan Kagan-Rodda. 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 seperti pada Gambar 4.10, 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.



Gambar 4.10. Peta Skema Jaringan Stasiun Hujan Eksisting Terpilih Kagan-Rodda

Sumber: Hasil Penggambaran, 2017

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 (%)
1	Sentral	S Dumpyong	9,039	10,615	14,85%
2	Sentral	Wringin	11,100	10,615	4,57%
3	Sentral	Maesan	11,844	10,615	11,58%
4	Sentral	Clangap	11,284	10,615	6,30%
5	Sentral	Wonosroyo	7,325	10,615	30,99%
6	Sentral	Wonosari	9,507	10,615	10,44%
7	S Dumpyong	Wringin	5,375	10,615	49,36%
8	S Dumpyong	Maesan	15,860	10,615	49,41%
9	Wringin	Wonosari	15,185	10,615	43,05%
10	Maesan	Clangap	10,906	10,615	2,74%
11	Clangap	Wonosroyo	8,056	10,615	24,11%
12	Clangap	Tlogo	6,819	10,615	35,76%
13	Wonosroyo	Wonosari	5,747	10,615	45,86%
14	Wonosroyo	S Gading	12,213	10,615	15,05%
15	Wonosroyo	Tlogo	9,135	10,615	13,94%
16	Tlogo	S Gading	6,437	10,615	39,36%
17	S Gading	Pringduri	15,952	10,615	50,28%
18	S Gading	Ramban Wetan	18,393	10,615	73,27%
19	S Gading	Wonosari	14,028	10,615	32,15%
20	Pringduri	Ramban Wetan	8,012	10,615	24,52%
21	Pringduri	Cerme	11,603	10,615	9,31%
22	Pringduri	Wonosari	9,517	10,615	10,34%
23	Cerme	Ramban Wetan	4,233	10,615	60,12%
Rata-rata L Asli				10,329	
Rata-rata KR					28,58%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Berdasarkan Tabel 4.27, dapat disimpulkan bahwa stasiun hujan eksisting di DAS Sampean memang perlu dilakukan pergeseran sedemikian rupa sesuai metode Kagan-Rodda hasil modifikasi agar sebaran stasiun hujan merata di seluruh DAS. Hal ini terbukti dari nilai rata – rata kesalahan relatif stasiun hujan eksisting > 10% yaitu sebesar 28,58%. Lokasi stasiun hujan eksisting dan rekomendasi Kagan-Rodda modifikasi sesuai titik koordinat disajikan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28. Titik Koordinat Stasiun Hujan Eksisting dan Rekomendasi Kagan – Rodda Hasil Modifikasi

No	Stasiun Eksisting	L. Selatan	B. Timur	Stasiun Kagan-Rodda	L. Selatan	B. Timur
1	Sentral	7° 55' 18"	113° 49' 3,2"	Stasiun A'	7° 55' 18"	113° 49' 3,2"
2	Wonosroyo	7° 56' 0,6"	113° 52' 57,6"	Stasiun B'	7° 55' 19,5"	113° 54' 53,6"
3	S. Gading	7° 58' 7,9"	113° 59' 15"	Stasiun C'	7° 55' 22,3"	114° 00' 45,6"
4	S.Dumpyong	7° 52' 52,1"	113° 44' 46,8"	Stasiun D'	7° 55' 14,8"	113° 43' 8,3"
5	Wringin	7° 50' 10,5"	113° 45' 53,4"	Stasiun E'	7° 50' 12,5"	113° 46' 6,1"
6	Wonosari	7° 52' 59,2"	113° 53' 37,8"	Stasiun F'	7° 50' 14,3"	113° 51' 60"
7	Pringduri	7° 49' 38,6"	113° 57' 36,1"	Stasiun G'	7° 50' 15,4"	113° 57' 52,2"
8	R. Wetan	7° 48' 29,6"	114° 01' 47,9"	Stasiun H'	7° 50' 18,9"	114° 3' 44"
9	Maesan	8° 01' 15,9"	113° 41' 39,1"	Stasiun I'	8° 00' 20"	113° 46' 1,1"
10	Clangap	8° 00' 21"	113° 52' 30,1"	Stasiun J'	8° 00' 23,4"	113° 51' 54,3"
11	Tlogo	7° 59' 47,2"	113° 56' 10"	Stasiun K'	8° 00' 26,7"	113° 57' 45,6"
12	Cerme	7° 46' 36,8"	114° 03' 8,1"	Stasiun L'	7° 45' 13,2"	113° 0' 50"

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

4.7. Hubungan Jaringan Stasiun Hujan terhadap Faktor Topografi

Analisis akhir dalam studi ini ialah mencoba menemukan keterkaitan antara jaringan stasiun hujan terhadap faktor topografi yaitu elevasi, jarak dan slope. Keterkaitan yang dimaksudkan adalah hubungan antara parameter topografi terhadap hujan yang turun, serta hubungan antara parameter-parameter topografi.

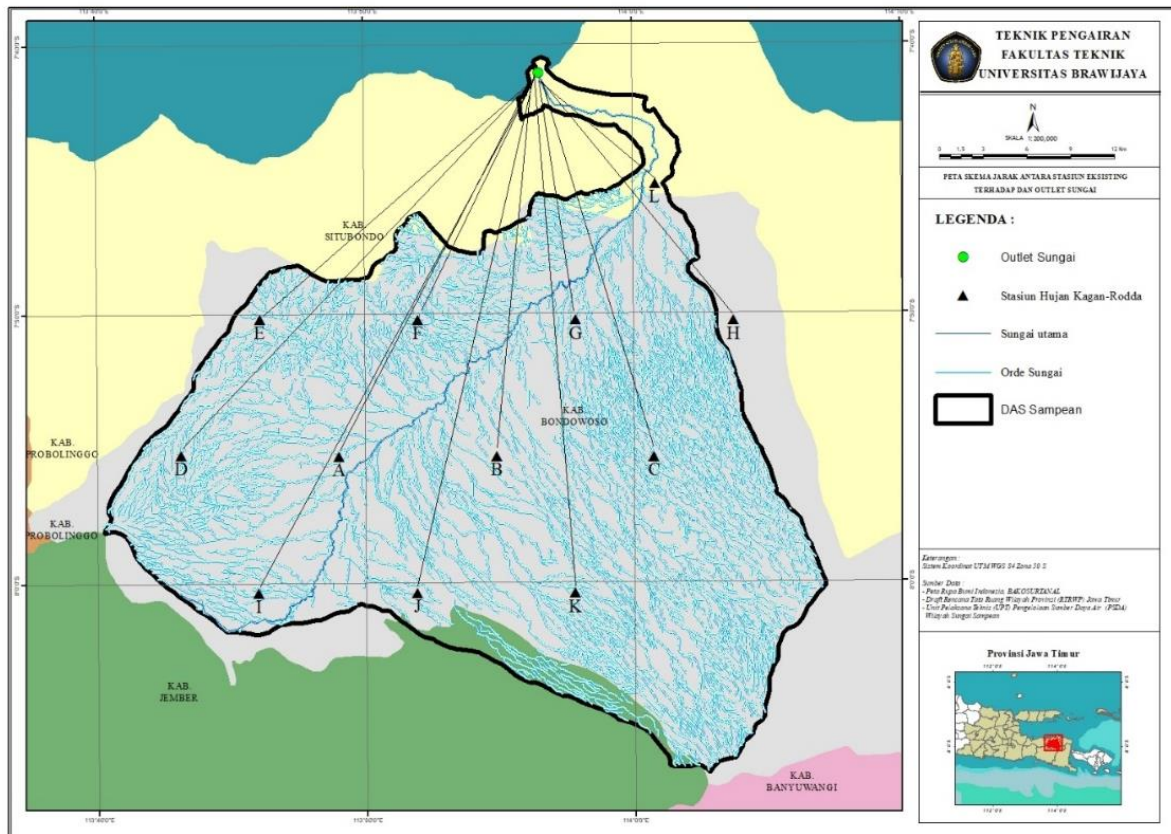
Tabel 4.29. Rerata Hujan Tahunan Stasiun Hujan Eksisting Terpilih Kagan – Rodda

No	Stasiun Hujan	Tahun											\bar{X}
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
1	Sentral	1526	1517	1662	1392	1790	1436	1376	1949	1156	1553	2122	1528
2	Wonosroyo	1597	1771	2161	1340	2765	1521	1533	2754	1359	1548	2310	1812
3	S. Gading	1862	2227	2364	1476	2665	1974	1780	2120	1388	1524	2276	2050
4	S. Dumpyong	2125	1676	1888	1838	2444	2085	2026	2787	1932	1991	2561	2012
5	Wringin	1506	1732	2171	1762	3.425	2.027	1.859	1.817	1482	1349	2634	2194
6	Wonosari	1169	1598	2089	1567	3132	1322	1342	2870	1380	1182	2030	1746
7	Pringduri	1760	1140	1728	1176	1670	865	1027	2351	1304	1377	1923	1338
8	R Wetan	1479	1028	2031	907	1751	707	765	1982	959	873	997	1238
9	Maesaan	1889	1356	1697	1380	2223	1689	1836	2369	1976	1326	2197	1724
10	Clangap	1032	1373	1478	1336	2748	2094	2388	3240	2052	1367	2134	1778
11	Tlogo	1645	1930	1973	1503	3264	1490	2027	2449	1591	1740	2598	1976
12	Cerme	1205	878	1897	776	1283	452	598	1760	761	734	1067	1013

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

4.7.1. Hubungan Aspek Topografi terhadap Curah Hujan

Curah hujan rerata dibuat model regresi liniernya (sebagai variabel terikat) terhadap elevasi stasiun, jarak, serta *slope* antara stasiun hujan Kagan-Rodda terhadap outlet sungai Sampean (sebagai variabel tak terikat).

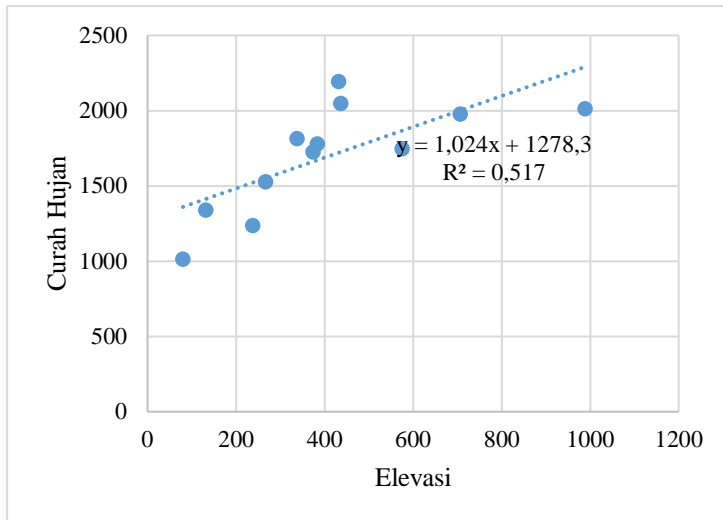


Gambar 4.11 Peta Skema Jarak Stasiun Kagan-Rodda ke Outlet Sungai Sampean. Sumber: Hasil Penggambaran, 2017

Tabel 4.30. Curah Hujan Terhadap Parameter Topografi Stasiun Hujan Kagan Rodda

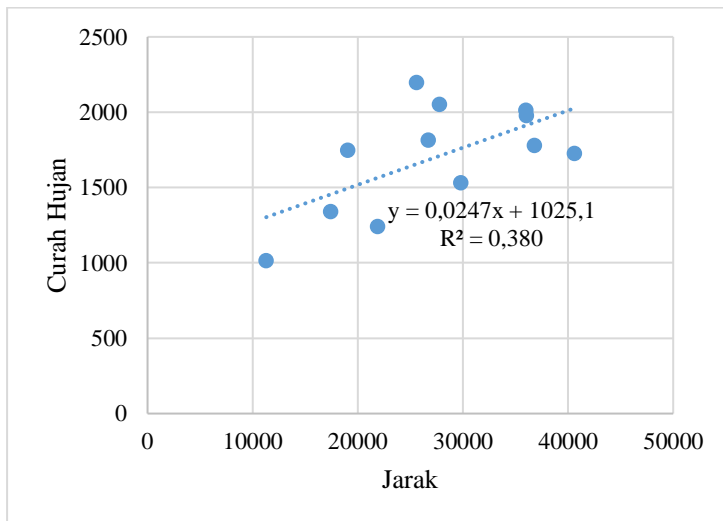
No	Rerata Hujan	Stasiun Hujan Kagan Rodda	Elevasi (m)	Jarak (m)	Slope
1	1528	Stasiun A	267	29.794	0,0090
2	1813	Stasiun B	338	26.701	0,0127
3	2050	Stasiun C	437	27.773	0,0157
4	2012	Stasiun D	988	35.994	0,0274
5	2194	Stasiun E	432	25.558	0,0169
6	1745	Stasiun F	575	19.022	0,0302
7	1338	Stasiun G	132	17.426	0,0076
8	1238	Stasiun H	238	21.877	0,0109
9	1724	Stasiun I	374	40.580	0,0092
10	1778	Stasiun J	384	36.816	0,0104
11	1976	Stasiun K	706	36.017	0,0196
12	1013	Stasiun L	80	11.292	0,0071

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017



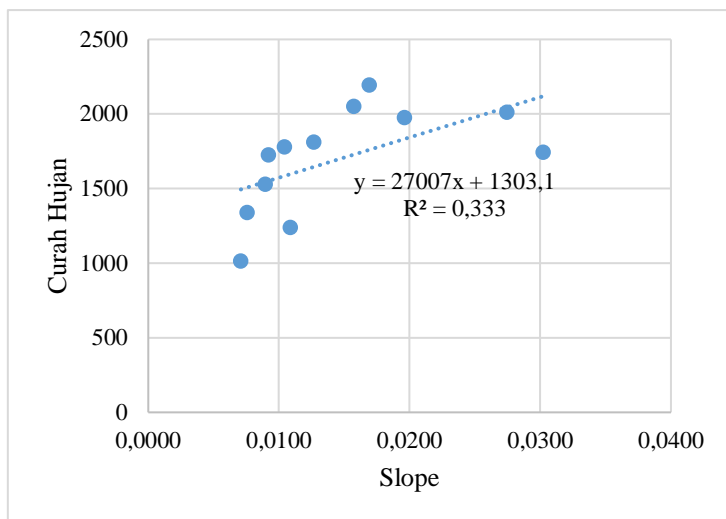
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Elevasi terhadap Curah Hujan
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Hubungan antara elevasi terhadap curah hujan dapat dikatakan cukup kuat dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,517. Semakin tinggi elevasi stasiun hujan, maka hujan yang turun juga cukup bertambah besar pada titik tersebut .



Gambar 4.13 Grafik Hubungan Jarak terhadap Curah Hujan
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Hubungan antara jarak terhadap curah hujan dapat dikatakan lemah dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,380. Semakin jauh stasiun hujan dari outlet sungai, maka hujan yang turun belum tentu ikut bertambah besar pada titik tersebut.



Gambar 4.14 Grafik Hubungan Slope terhadap Curah Hujan
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Hubungan antara slope terhadap curah hujan dapat dikatakan lemah dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,333. Semakin besar slope stasiun hujan terhadap outlet sungai, maka hujan yang turun belum tentu ikut bertambah besar pada titik tersebut.

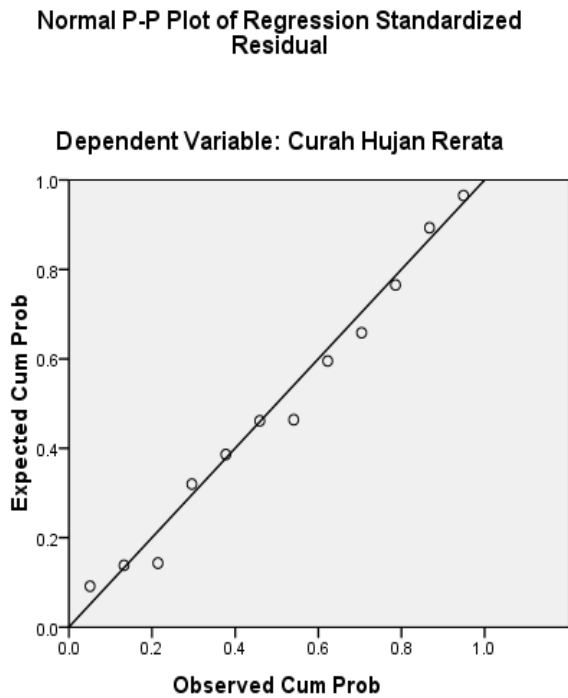
Berdasarkan grafik hubungan 3 parameter topografi terhadap curah hujan di DAS Sampean, parameter topografi yang memiliki hubungan yang paling kuat adalah elevasi dengan $R^2 = 0,517$. Terbukti bahwa semakin tinggi elevasi, maka hujan yang turun bertambah besar karena adanya pengaruh klimatologi. Kemudian jarak memiliki hubungan yang lemah terhadap curah hujan ($R^2 = 0,380$). Penambahan jarak tidak selalu diikuti dengan penambahan curah hujan. Sedangkan *slope* memiliki hubungan yang paling lemah dibandingkan lainnya ($R^2 = 0,333$), karena bisa jadi kemiringan tiap stasiun terhadap outlet dalam DAS tersebut tidak seragam. Belum tentu stasiun yang lebih tinggi letaknya memiliki kemiringan yang lebih curam, karena mungkin kemiringan permukaan tanah dari hulu hingga hilir bernilai variatif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam perencanaan jaringan stasiun hujan yang baru di DAS Sampean, faktor topografi (elevasi) merupakan parameter yang cukup untuk dipertimbangkan, karena pengaruh elevasi terhadap hujan yang turun cukup kuat ($R^2 = 0,517$). Setelah didapatkan model regresi tiap parameter topografi terhadap curah hujan, maka akan dilakukan uji asumsi klasik guna mengetahui kelayakan model regresi linier hasil analisa dengan bantuan aplikasi SPSS 17.0, yaitu sebagai berikut:

A. Uji Asumsi Klasik

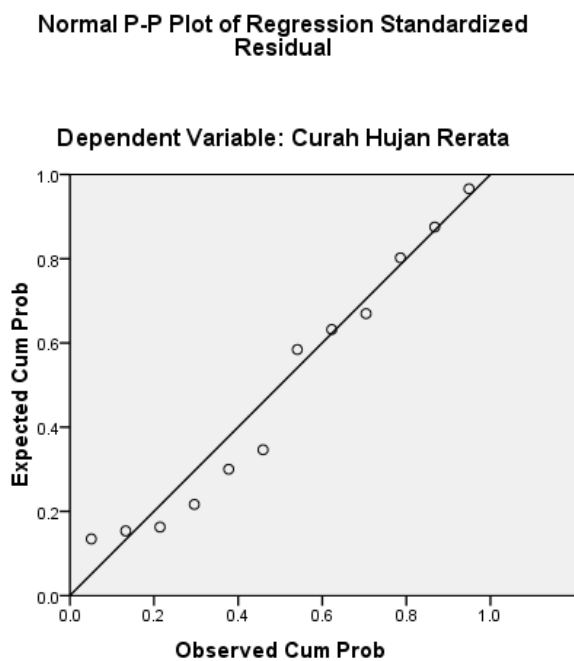
1. Uji Normalitas Residual

Uji Normalitas Residual digunakan untuk menguji apakah nilai residual yang dihasilkan dari regresi terdistribusi secara normal atau tidak. Pada studi ini, metode yang digunakan untuk mengetahui normalitas residual adalah metode Grafik. Hasil pengujian *Normal*

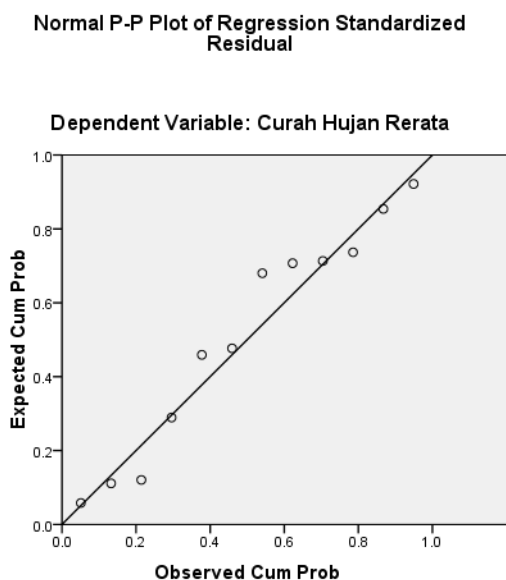
Probability dapat dilihat pada output regresi yang disajikan pada Gambar 4.15 - Gambar 4.17.



Gambar 4.15 Normal Probability Plot Model Regresi Elevasi terhadap Curah Hujan
 Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017



Gambar 4.16 Normal Probability Plot Model Regresi Jarak terhadap Curah Hujan
 Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017



Gambar 4.17 Normal Probability Plot Model Regresi Slope terhadap Curah Hujan
Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017

Dari hasil *Normal Probability Plot* seluruh model regresi di atas, dapat dilihat bahwa data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal, sehingga dapat disimpulkan data terdistribusi dengan normal dan seluruh model regresi telah memenuhi asumsi normalitas.

2. Uji Autokorelasi

Autokorelasi dimaksudkan untuk mengetahui apakah terjadi korelasi di antara data pengamatan atau tidak yang disusun menurut runtutan waktu. Pada studi ini metode yang digunakan untuk mengetahui autokorelasi adalah dengan menggunakan uji Durbin Watson.

➤ Uji *Durbin-Watson*

Apabila nilai statistik *Durbin-Watson* mendekati angka 2 maka dapat dinyatakan bahwa data pengamatan tersebut tidak memiliki autokorelasi, dalam sebaliknya maka dinyatakan terjadi autokorelasi. Nilai *Durbin Watson* dapat dilihat pada *Model Summary* yang disajikan pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31. *Model Summary* Model Regresi Elevasi terhadap Curah Hujan

Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.719 ^a	.517	.468	260.828207	2.276

a. Predictors: (Constant), Elevasi

b. Dependent Variable: Curah Hujan Rerata

Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017

Berikut langkah – langkah pengujiannya:

a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatif

H_0 : Tidak terjadi autokorelasi

H_a : Terjadi Autokorelasi

b. Menentukan taraf signifikansi yaitu 0,05

c. Menentukan nilai dL dan dU berdasarkan tabel Durbin – Warson pada **Lampiran 17** dengan signifikansi 0,05, $n = 12$ dan $K = 1$ ($n =$ jumlah data dan $k =$ jumlah variabel independen). Dari Tabel didapat $dL = 0,971$ dan $dU = 1,331$.

d. Pengambilan Keputusan

- $dU < d < 4 - dU$, maka H_0 diterima (tidak terjadi autokorelasi)

- $d < dL$ atau $4 - dL$, maka H_0 ditolak (terjadi autokorelasi)

- $dL < d < dL$ atau $4 - dU < d < 4 - dL$, maka tidak ada kesimpulan

e. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa nilai d (*Durbin – Watson*) sebesar 2,276 (Tabel 4.31) terletak pada daerah $dU < d < 4-dU$ atau $1,331 < 2,276 < 2,669$, maka H_0 diterima, kesimpulannya yaitu tidak terjadi autokorelasi dalam model regresi tersebut. Rekapitulasi hasil uji autokorelasi seluruh model regresi disajikan pada Tabel 4.32.

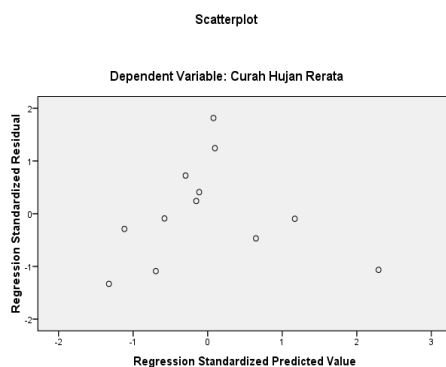
Tabel 4.32. Rekapitulasi Hasil Uji Autokorelasi Seluruh Model Regresi Linier

Variabel Independen (X)	Nilai Durbin Watson	Kesimpulan
Elevasi	2,276	√
Jarak	1,791	√
Slope	1,664	√

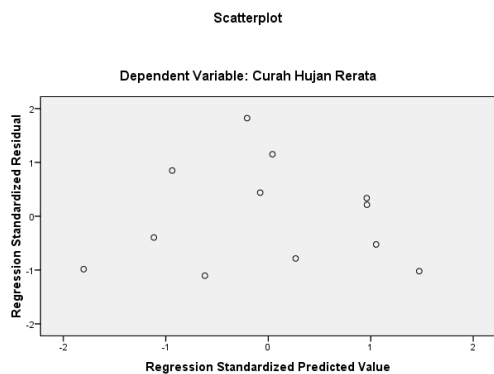
Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017

3. Uji Heteroskedastisitas

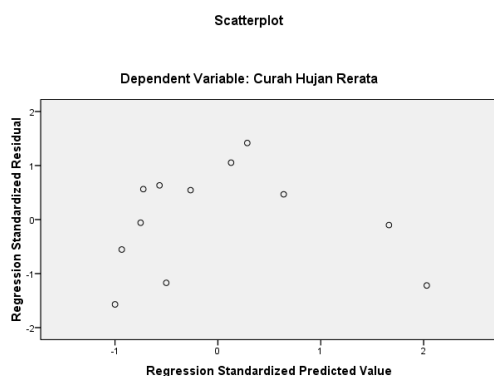
Uji ini digunakan untuk mengecek apakah variasi residual sama atau tidak untuk sebuah pengamatan. Pada studi ini metode yang digunakan untuk mengetahui heterokedasitas adalah dengan metode grafik. Jika ada pola tertentu seperti titik-titik yang ada membentuk suatu pola yang jelas, maka terjadi heteroskedastisitas. Grafik hasil uji heterokedastisitas seluruh model regresi disajikan pada Gambar 4.18 - Gambar 4.20.



Gambar 4.18 Scatterplot Uji Heterokedasitas Model Regresi Elevasi terhadap Curah Hujan
Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017



Gambar 4.19 Scatterplot Uji Heterokedasitas Model Regresi Jarak terhadap Curah Hujan
Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017



Gambar 4.20 Scatterplot Uji Heterokedasitas Model Regresi Slope terhadap Curah Hujan
Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017

Berdasarkan hasil *scatterplot* dari Gambar 4.18 – 4.20, grafik tidak menunjukkan pola yang jelas. Maka dapat disimpulkan bahwa seluruh model regresi linier tidak memiliki heterokedasitas.

Tabel 4.33. Rekapitulasi Hasil Uji Asumsi Klasik Seluruh Model Regresi Linier

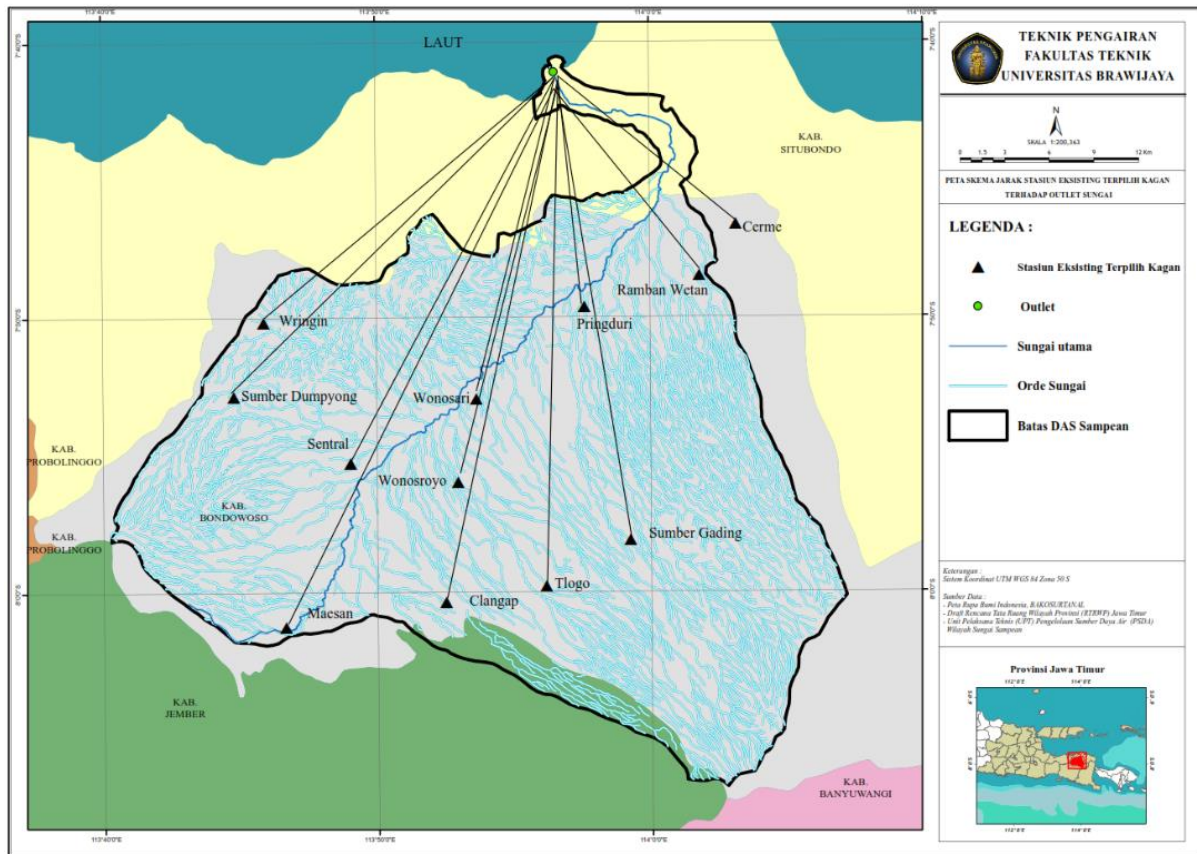
Variabel Independen (X)	R ²	Normalitas	Autokorelasi	Heteroskedastisitas
Elevasi	0,517	√	√	√
Jarak	0,380	√	√	√
Slope	0,333	√	√	√

Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017

Berdasarkan Tabel 4.33, dapat disimpulkan bahwa seluruh model regresi linier memenuhi uji asumsi klasik.

4.7.2. Hubungan Antar Parameter Topografi Stasiun Eksisting Terpilih Kagan Rodda

Analisa regresi ini dilakukan untuk mengetahui keterkaitan antar variabel topografi yang ada, yaitu elevasi dan slope sebagai variabel bebas, kemudian L (jarak) stasiun eksisting terpilih Kagan – Rodda terhadap outlet sungai sebagai variabel terikat.

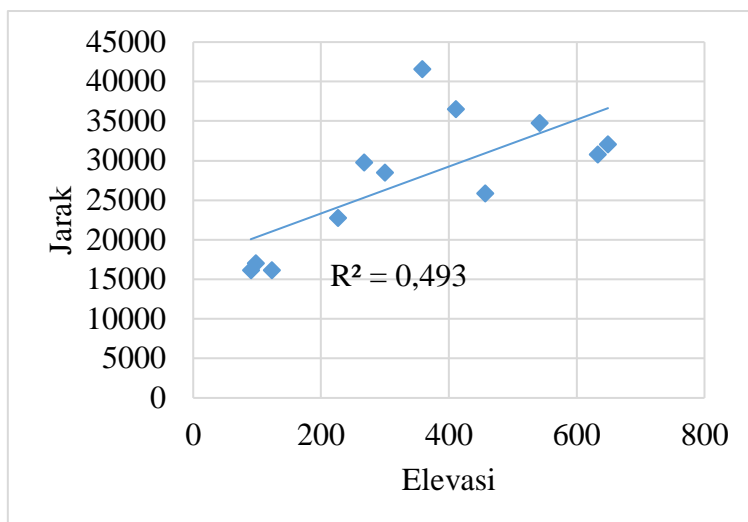


Gambar 4.21 Peta Skema Jarak Stasiun Hujan Eksisting ke Outlet Sungai
Sumber: Hasil Penggambaran, 2017

Tabel 4.34. Parameter Topografi Stasiun Hujan Eksisting Terpilih Kagan Rodda

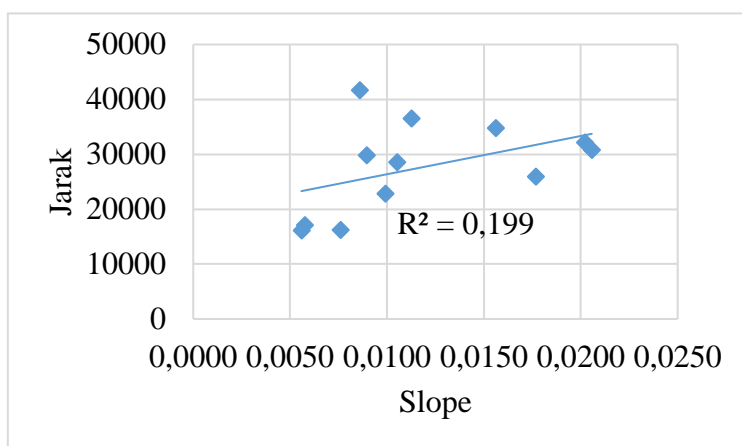
No	Stasiun Hujan	Jarak (m)	Elevasi (m)	Slope
1	Sentral	29.794	267	0,0090
2	Wonosroyo	28.511	300	0,0105
3	S. Gading	32.091	649	0,0202
4	S. Dumpyong	30.777	633	0,0206
5	Wringin	25.866	457	0,0177
6	Wonosari	22.765	226	0,0099
7	Pringduri	16.155	123	0,0076
8	R. Wetan	17.001	98	0,0058
9	Maesan	41.599	358	0,0086
10	Clangap	36.519	411	0,0113
11	Tlogo	34.744	542	0,0156
12	Cerme	16.116	90	0,0056

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017



Gambar 4.22 Grafik hubungan jarak terhadap elevasi
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Hubungan antara elevasi terhadap jarak dapat dikatakan cukup lemah dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,493. Semakin tinggi elevasi stasiun hujan, maka jarak stasiun hujan terhadap outlet juga cukup bertambah besar.



Gambar 4.23 Grafik hubungan jarak terhadap slope
Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

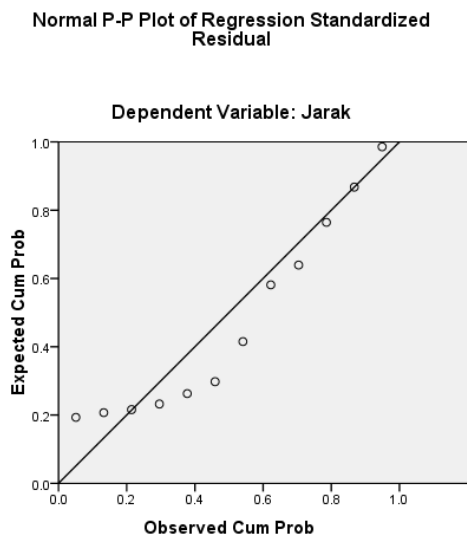
Hubungan antara *slope* terhadap jarak dapat dikatakan sangat lemah dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,199. Semakin besar *slope* stasiun hujan terhadap outlet, jarak stasiun terhadap outlet belum tentu ikut bertambah besar. Hal ini kemungkinan dikarenakan kemiringan tiap stasiun hujan terhadap outlet sungai Sampean tidak seragam. Belum tentu stasiun yang lebih jauh dari outlet sungai memiliki kemiringan yang lebih curam, karena mungkin kemiringan permukaan tanah dari hulu ke hilir sangat variatif.

Setelah didapatkan model regresi tiap hubungan aspek topografi terhadap curah hujan, maka akan dilakukan perhitungan uji asumsi klasik dengan bantuan aplikasi SPSS 17.0 untuk mengetahui kelayakan model regresi linier hasil analisa yaitu sebagai berikut:

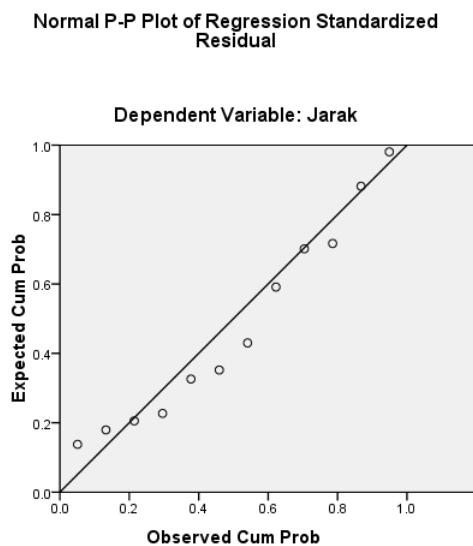
A. Uji Asumsi Klasik

1. Uji Normalitas Residual

Uji Normalitas Residual digunakan untuk menguji apakah nilai residual yang dihasilkan dari regresi terdistribusi secara normal atau tidak. Pada studi ini, metode yang digunakan untuk mengetahui normalitas residual adalah metode Grafik. Hasil pengujian *Normal Probability* dapat dilihat pada output regresi yang disajikan pada Gambar 4.24 dan Gambar 4.25



Gambar 4.24 Normal Probability Plot Model Regresi Elevasi terhadap Jarak
Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017



Gambar 4.25 Normal Probability Plot Model Regresi Slope terhadap Jarak
Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017

Dari hasil *Normal Probability Plot* seluruh model regresi di atas, dapat dilihat bahwa data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal, sehingga dapat

disimpulkan data terdistribusi dengan normal dan seluruh model regresi telah memenuhi asumsi normalitas.

2. Uji Autokorelasi

Autokorelasi dimaksudkan untuk mengetahui apakah terjadi korelasi di antara data pengamatan atau tidak yang disusun menurut runtutan waktu. Pada studi ini metode yang digunakan untuk mengetahui autokorelasi adalah dengan menggunakan uji Durbin Watson dan *Uji Run Test*.

➤ Uji Durbin-Watson

Apabila nilai statistik Durbin-Watson mendekati angka 2 maka dapat dinyatakan bahwa data pengamatan tersebut tidak memiliki autokorelasi, dan sebaliknya maka dinyatakan terjadi autokorelasi.

Tabel 4.35. *Model Summary* Model Regresi Elevasi terhadap Jarak

Model Summary ^b					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.702 ^a	.493	.443	6221.50957	1.214

a. Predictors: (Constant), Elevasi

b. Dependent Variable: Jarak

Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017

Berikut langkah – langkah pengujiannya:

a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternative

H_0 : Tidak terjadi autokorelasi

H_a : Terjadi Autokorelasi

b. Menentukan taraf signifikansi yaitu 0,05

c. Menentukan nilai dL dan dU berdasarkan tabel Durbin – Warson dapat dilihat pada **Lampiran 17** dengan signifikansi 0,05, $n = 12$ dan $K = 1$ ($n =$ jumlah data dan $k =$ jumlah variabel independen). Dari Tabel didapat $dL = 0,971$ dan $dU = 1,331$.

d. Pengambilan Keputusan

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

e. Kesimpulan

Dapat diketahui bahwa nilai d (Durbin – Watson) sebesar 1,214 (Tabel 4.35) terletak pada daerah $dL < d < dU$ atau $0,970 < 1,214 < 1,331$, maka tidak ada kesimpulan dalam model regresi tersebut. Rekapitulasi hasil uji autokorelasi seluruh model regresi disajikan pada Tabel 4.36.

➤ *Run Test*

Hasil uji autokorelasi dengan *Durbin-Watson* tidak menghasilkan kesimpulan yang pasti atau model regresi tidak meyakinkan, maka perlu pengujian lebih lanjut dengan menggunakan *run test*. Jika nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* menunjukkan lebih dari 0,05 maka tidak terdapat autokorelasi Hasil *run test* untuk seluruh model regresi disajikan pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36. *Run Test* Seluruh Model Regresi

Runs Test	
	Unstandardized Residual
Test Value ^a	-194.41224
Cases < Test Value	6
Cases >= Test Value	6
Total Cases	12
Number of Runs	6
Z	-.303
Asymp. Sig. (2-tailed)	.762

a. Median

Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017

Dari Tabel 4.36, dapat disimpulkan bahwa seluruh model regresi tidak mengalami autokorelasi. Hal ini dibuktikan dengan nilai *Asymp. Sig (2-tailed)* $0,762 > 0,05$.

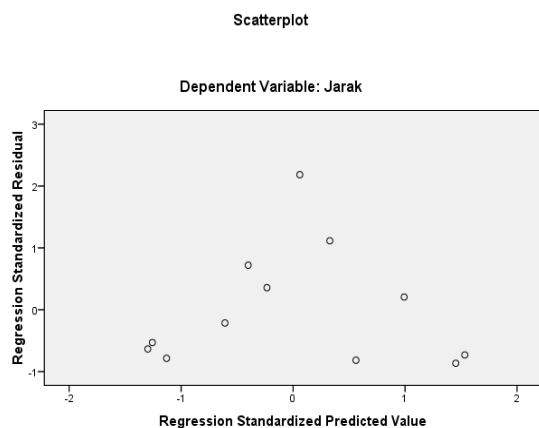
Tabel 4.37. Rekapitulasi Hasil Uji Autokorelasi Seluruh Model Regresi Linier

Variabel Independen (X)	Nilai <i>Durbin Watson</i>	Kesimpulan	Nilai <i>Run Test</i>	Kesimpulan
Elevasi	1,214	Tidak ada kesimpulan	0,762	Tidak mengalami Autokorelasi
Slope	1,277	Tidak ada kesimpulan		

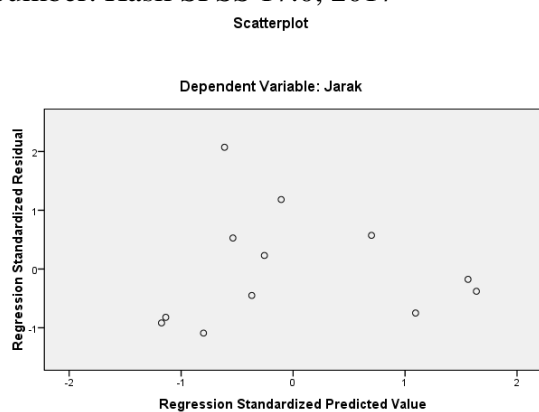
Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017

3. Uji Heteroskedastisitas

Uji ini digunakan untuk mengecek apakah variasi residual sama atau tidak untuk sebuah pengamatan. Pada studi ini metode yang digunakan untuk mengetahui heterokedastisitas adalah dengan metode grafik. Jika ada pola tertentu seperti titik-titik yang ada membentuk suatu pola yang jelas, maka terjadi heteroskedastisitas.



Gambar 4.26 Scatterplot Uji Heterokedasitas Model Regresi Elevasi terhadap Jarak
Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017



Gambar 4.27 Scatterplot Uji Heterokedasitas Model Regresi Slope terhadap Jarak
Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017

Berdasarkan hasil *scatterplot* dari Gambar 4.26 dan 4.27, grafik tidak menunjukkan pola yang jelas. Maka dapat disimpulkan bahwa seluruh model regresi linier tidak memiliki heterokedasitas.

Tabel 4.38. Rekapitulasi Hasil Uji Asumsi Klasik Seluruh Model Regresi Linier

Variabel Independen (X)	R ²	Normalitas	Autokorelasi	Heterokedasitas
Elevasi	0,517	√	√	√
Slope	0,333	√	√	√

Sumber: Hasil SPSS 17.0, 2017

Berdasarkan Tabel 4.38, dapat disimpulkan bahwa seluruh model regresi linier memenuhi uji asumsi klasik lolos semua uji asumsi yang dilakukan.