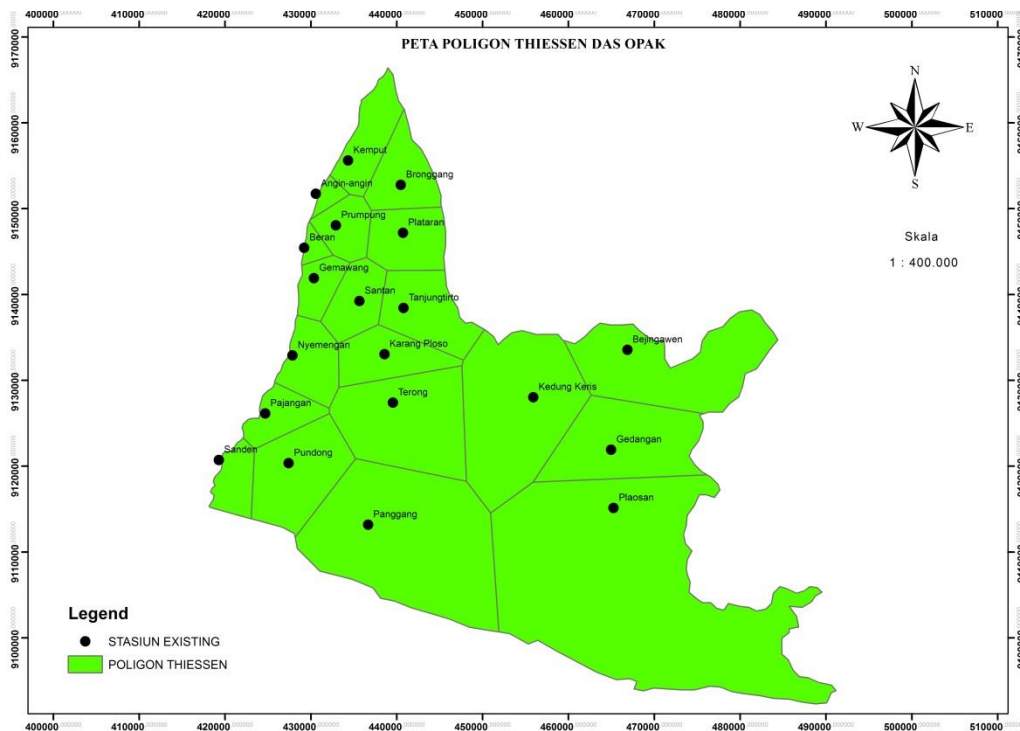


## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi dilakukan beberapa analisis yaitu analisis curah hujan rerata daerah, analisis kerapatan stasiun hujan, analisis jarak antar stasiun dan analisis koefisien korelasi, analisis koefisien variasi dan peta jaringan kagan rodga. Adapun hasil berdasarkan pengumpulan data sekunder untuk stasiun hujan diDAS Opak-Oyo terdapat 20 stasiun hujan. Dapat kita lihat pada Gambar 5.1 peta poligon thiennes DAS Kali Opak berikut :



Gambar 5.1 Peta Poligon Thiessen DAS Kali Opak-Oyo

Berdasarkan Gambar 4.1 Peta DAS Kali Opak-Oyo Dan Sebaran Stasiun Hujan dan Gambar 5.1 dapat kita lihat stasiun hujan yang berada diDAS Opak-Oyo perlu dilakukan rekomendasi penambahan beberapa stasiun pos hujan.

**B. Analisis Kerapatan Jaringan Stasiun Hujan Berdasarkan Standar WMO  
(World Meteorological Organization)**

Analisis kerapatan stasiun hujan berdasarkan standar WMO, didasarkan pada luasan daerah pengaruh masing-masing stasiun. Berdasarkan pengumpulan data – data sekunder untuk stasiun hujan diDAS Opak-Oyo terdapat 20 stasiun hujan dan Berdasarkan hasil analisis terdapat 3 stasiun hujan dengan kondisi sulit, yaitu : stasiun sanden, stasiun beran dan stasiun angin-angin. Yang dimaksud dalam kondisi sulit yaitu kondisi dimana stasiun yang tidak termasuk dalam DAS kali Opak-Oyo atau kondisi dimana stasiun hujan yang tidak terlalu berpengaruh di DAS Kali Opak-Oyo. Berikut ini hasil dari nilai luas daerah pengaruh (km<sup>2</sup>) persatu pos hujan menurut standar WMO, yakni :

Tabel 5.1 Hasil Analisis Kerapatan Stasiun Hujan berdasarkan Standar WMO

NO	Stasiun	Koordinat		Luas Poligon Thiessen (km <sup>2</sup> )
		X	Y	
1	Panggung	110,4252	-8,0225	311,8973
2	Pundong	110,3414	-7,9575	106,8522
3	Pajangan	110,3167	-7,905	39,099
4	Nyemengan	110,3456	-7,8439	52,4294
5	Gemawang	110,3683	-7,7625	29,8754
6	Prumpung	110,3917	-7,7069	37,8864
7	Kemput	110,4047	-7,6386	57,4691
8	Terong	110,4517	-7,8939	156,1005
9	Karang Ploso	110,4428	-7,8428	61,9938
10	Santan	110,4164	-7,7867	48,0622
11	Tanjung tirta	110,4631	-7,7942	77,6275
12	Plataran	110,4625	-7,7148	61,8912
13	Bronggang	110,4603	-7,6644	57,8259
14	Kedung Keris	110,6	-7,8883	218,9135
15	Bejingawen	110,6994	-7,8383	172,2552
16	Plaosan	110,6847	-8,005	631,9212

Lanjutan Tabel 5.1 Hasil Analisis Kerapatan Stasiun Hujan berdasarkan Standar WMO

17	Gedangan	110,6822	-7,9436	140,0318
18	Beran	110,3581	-7,7306	9,1892
19	Sanden	110,2677	-7,9539	33,4791
20	Angin - Angin	110,3706	-7,6736	9,3847

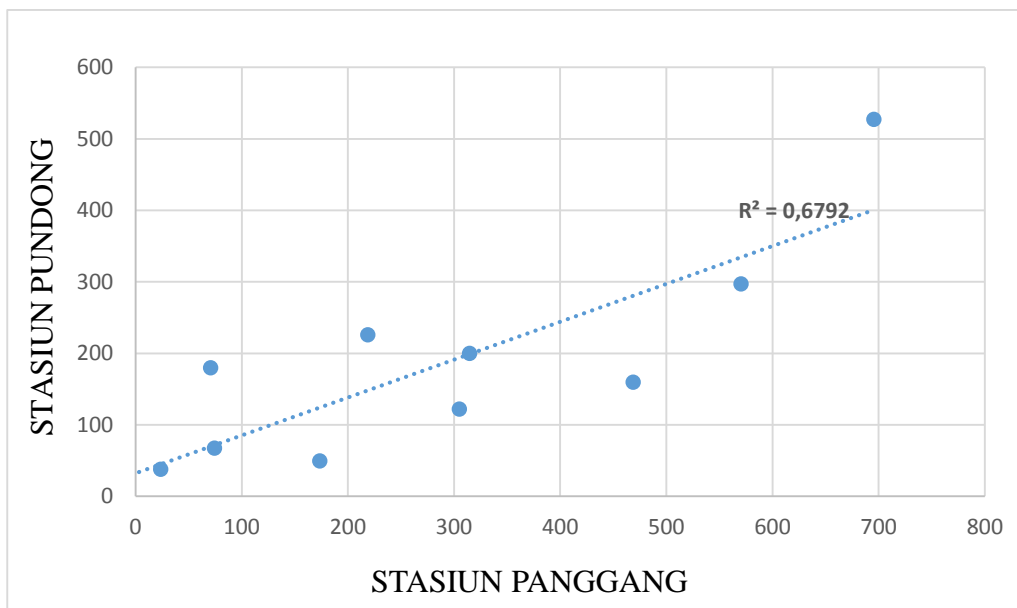
Sumber: Hasil Analisa

Pada umumnya daerah hujan yang terjadi lebih luas dibandingkan dengan daerah hujan yang diwakili oleh stasiun penakar hujan atau sebaliknya, maka dengan memperhatikan pertimbangan ekonomi, topografi dan lain-lain harus ditempatkan stasiun hujan dengan kerapatan optimal yang bisa memberikan data dengan baik untuk analisis selanjutnya. Untuk tujuan ini, Kriteria Badan Meteorologi Dunia atau WMO (*World Meteorological Organization*) menyarankan kerapatan minimum jaringan stasiun hujan untuk daerah pegunungan beriklim sedang, mediteran dan daerah tropis 100 – 250 km<sup>2</sup>/stasiun.

Dari hasil evaluasi menggunakan standar WMO (*World Meteorological Organization*) terdapat 2 stasiun yang tidak memenuhi kerapatan yang disarankan oleh standar WMO yaitu stasiun panggang dan stasiun plaosan. Untuk itu perlu dilakukannya rasionalisasi untuk mendapatkan sebaran dan jumlah stasiun hujan yang efektif.

### C. Jarak Antar Stasiun Dan Koefisien Korelasi

Dengan jaringan stasiun hujan yang tersedia dapat di cari nilai jarak antar stasiun hujan dan koefisien korelasi antar stasiun. Jarak antar stasiun hujan dapat dilakukan dengan menggunakan *software ArcGIS 10.1*. dan nilai korelasi dapat dicari menggunakan data curah hujan. Penelitian ini menggunakan data curah hujan pada tahun 2013 dengan cara membuat grafik regresi hubungan antara data curah hujan bulanan dengan antara kedua stasiun. Berikut adalah salah satu contoh stasiun curah hujan daerah Panggang dengan daerah Pundong, seperti terlihat pada Gambar 5.2 berikut :



Gambar 5.2 Contoh Hasil Korelasi Antar Stasiun (Stasiun Panggang-Stasiun Pundong)

Setelah didapat nilai Korelasi antar stasiun hujan, kemudian hasil Dari nilai Gambar 5.2 dapat kita rekapilasi nilai korelasi antar stasiun hujan kedalam tabel supaya lebih mudah untuk mengetahui hasil korelasi antar stasiun hujan. dapat kita lihat pada tabel 5.2 berikut. Kemudian kita juga dapat menentukan jarak antar stasiun hujan dengan menggunakan Peta DAS Kali Opak-Oyo dan sebaran stasiun hujan yang terlihat pada Gambar 4.1.

Tabel 5.2 Rekapilasi Nilai Korelasi Antar Stasiun Hujan DAS Kali Opak-Oyo

NO	STASIUN	PANGGANG	PUNDONG	PAJANGAN	NYEMENGAN	GEMAWANG	PRUMPUNG	KEMPUT	TERONG	KARANG PLOSO	SANTAN	TANJUNG TIRTO	PLATARAN	BRONGGANG	KEDUNG KERIS	BEJINGAWEN	PLAOSAN	GEDANGAN	BERAN	SANDEN	ANGIN-ANGIN
1	PANGGANG	1	0,6792	0,4974	0,7649	0,6548	0,4568	0,3958	0,0423	0,5793	0,6423	0,302	0,1906	0,5331	0,8046	0,3311	0,4618	0,654	0,4268	0,75	0,6266
2	PUNDONG		1	0,5747	0,7546	0,4736	0,4112	0,2889	0,0052	0,4524	0,3855	0,1914	0,2863	0,4207	0,4954	0,4094	0,112	0,5491	0,3449	0,5398	0,659
3	PAJANGAN			1	0,5122	0,245	0,6158	0,1853	0,1868	0,2465	0,4311	0,7292	0,3451	0,619	0,3589	0,3553	0,4959	0,4863	0,6635	0,2913	0,6024
4	NYEMENGAN				1	0,6005	0,3794	0,5204	0,0717	0,8567	0,6048	0,1853	0,0639	0,5888	0,7408	0,5399	0,479	0,8134	0,458	0,629	0,7701
5	GEMAWANG					1	0,4727	0,5363	0,0034	0,6386	0,8217	0,2611	0,274	0,3356	0,5669	0,1816	0,5577	0,3796	0,3889	0,6148	0,712
6	PRUMPUNG						1	0,162	0,002	0,2645	0,5631	0,5385	0,5935	0,4778	0,4305	0,3862	0,4509	0,4098	0,7219	0,2438	0,7612
7	KEMPUT							1	0,2808	0,7232	0,4628	0,0926	0,0274	0,6311	0,4475	0,054	0,5903	0,398	0,3825	0,7103	0,5957
8	TERONG								1	0,1983	0,0746	0,0043	0,2598	0,4059	0,1939	0,0144	0,4437	0,2106	0,0411	0,1735	0,0232
9	KARANG PLOSO									1	0,6548	0,0946	0,0007	0,5993	0,6861	0,3496	0,6875	0,6843	0,239	0,6718	0,1015
10	SANTAN										1	0,4417	0,099	0,4521	0,7933	0,581	0,6691	0,6274	0,5073	0,6001	0,7752
11	TANJUNG TIRTO											1	0,5247	0,1869	0,2893	0,4086	0,2261	0,238	0,3772	0,069	0,3065
12	PLATARAN												1	0,0295	0,034	0,0508	0,0022	0,0147	0,425	0,0203	0,2504
13	BRONGGANG													1	0,6495	0,2509	0,6219	0,7123	0,4388	0,6762	0,6273
14	KEDUNG KERIS														1	0,4086	0,6194	0,8093	0,3477	0,6883	0,5704
15	BEJINGAWEN															1	0,2589	0,718	0,5035	0,1279	0,5965
16	PLAOSAN																1	0,4993	0,5311	0,4756	0,5982
17	GEDANGAN																	1	0,4662	0,5254	0,6692
18	BERAN																		1	0,2376	0,7298
19	SANDEN																			1	0,5774
20	ANGIN-ANGIN																				1

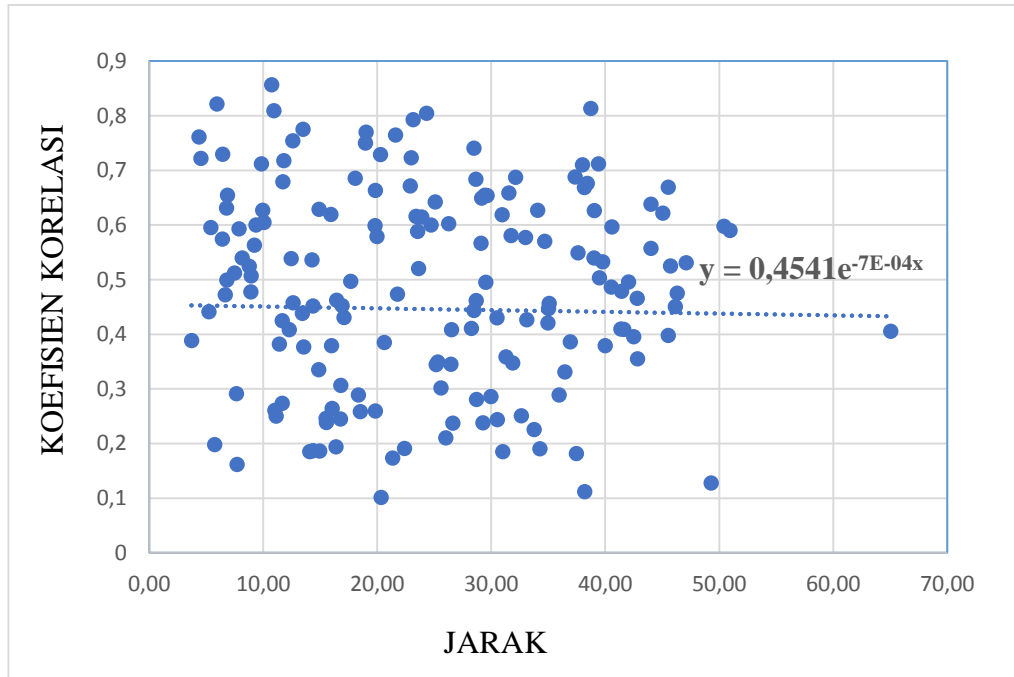
Sumber: Hasil Analisa

Tabel 5.3 Hasil Jarak Antar Stasiun DAS Kali Opak-Oyo

NO	STASIUN	PANGGANG	PUNDONG	PAJANGAN	NYEMENGAN	GEMAWANG	PRUMPUNG	KEMPUT	TERONG	KARANG PLOSO	SANTAN	TANJUNG TIRTO	PLATARAN	BRONGGANG	KEDUNG KERIS	BEJINGAWEN	PLAOSAN	GEDANGAN	BERAN	SANDEN	ANGIN-ANGIN
1	PANGGANG	0,00	11,70	17,66	21,61	29,42	35,08	42,50	14,51	19,96	25,09	25,58	34,26	39,77	24,31	36,44	28,66	29,63	33,11	18,95	39,04
2	PUNDONG		0,00	6,41	12,57	21,76	28,25	35,94	14,04	16,90	20,62	22,37	29,97	34,95	29,51	41,61	38,20	37,60	25,16	8,14	31,55
3	PAJANGAN			0,00	7,47	16,75	23,41	31,01	14,93	15,51	17,09	20,26	26,47	30,95	31,29	42,84	42,04	40,52	19,82	7,65	26,26
4	NYEMENGAN				0,00	9,34	15,97	23,61	12,94	10,72	10,05	14,07	19,23	23,53	28,48	39,02	41,41	38,71	12,61	14,89	19,03
5	GEMAWANG					0,00	6,66	14,27	17,19	43,99	5,93	11,02	11,64	14,84	29,08	37,46	43,99	39,98	3,71	23,90	9,83
6	PRUMPUNG						0,00	7,69	21,70	16,04	9,23	12,45	7,86	8,91	30,49	36,91	46,15	41,36	4,53	30,54	4,36
7	KEMPUT							0,00	28,69	22,96	16,42	18,36	10,56	6,76	35,01	39,29	50,93	45,53	11,39	38,00	5,40
8	TERONG								0,00	5,73	12,48	11,10	19,83	65,05	16,36	28,00	28,47	26,00	20,80	21,34	25,94
9	KARANG PLOSO									0,00	6,85	5,82	14,31	19,81	18,05	25,30	32,14	28,65	15,53	22,88	20,33
10	SANTAN										0,00	5,21	9,43	14,35	23,15	31,73	38,18	34,06	8,94	24,72	13,48
11	TANJUNG TIRTO											0,00	8,77	14,34	18,34	26,52	33,77	29,27	13,55	27,86	16,78
12	PLATARAN												0,00	5,58	24,45	29,48	40,36	35,02	11,65	34,06	11,12
13	BRONGGANG													0,00	29,15	32,64	45,05	39,39	13,44	38,41	9,95
14	KEDUNG KERIS														0,00	12,28	15,92	10,93	31,87	37,34	34,69
15	BEJINGAWEN															0,00	18,50	11,79	39,48	49,28	40,58
16	PLAOSAN																0,00	6,79	47,09	46,31	50,42
17	GEDANGAN																	0,00	42,80	45,71	45,52
18	BERAN																		0,00	26,63	6,44
19	SANDEN																			0,00	33,00
20	ANGIN-ANGIN																				0,00

Sumber : Hasil Analisa

Berdasarkan dari data Jarak Antar Stasiun DAS Kali Opak-Oyo didapat nilai rata-rata jarak antar stasiun yaitu : 21,848 km. dari kedua hasil data dapat dihitung parameter Kagan dengan membuat persamaan Exponensial antara jarak stasiun dan korelasi stasiun hujan seperti pada Gambar 5.3 berikut



Gambar 5.3 Grafik Hubungan Antara Jarak Stasiun Dan Korelasi

Berdasarkan Gambar 5.3 Grafik Hubungan Antara Jarak Stasiun Dan Korelasi di peroleh persamaan sebagai berikut :

$$r(o) = 0,4541^{-0,007x} \quad (5.1)$$

Persamaan tersebut, dapat di peroleh nilai parameter Kagan dengan melakukan pemadanan antara persamaan yang dihasilkan dengan rumus dasar yang diterapkan oleh Kagan. Nilai parameter yang diperoleh adalah 0,4541 untuk koefisien korelasi ( $r(o)$ ) dan 1257,101908 Km untuk jarak pos yang menyebabkan korelasi berkurang ( $d(o)$ ). Dapat diperoleh besaran  $d(o)$  dengan menggunakan nilai rata-rata  $d$  dan  $r(d)$  dan persamaan (5.1). maka sebelum mencari nilai-nilai tersebut kita terlebih dahulu menghitung Koefisien Variasi.

#### D. Koefisien Variasi

Untuk mendapatkan nilai koefisien variasi hujan diperoleh dengan merata-ratakan seluruh data hujan dan selanjutnya dihitung standar deviasi dan rata-ratanya.

*Dengan rumus :*

$$N = \left(\frac{Cv}{E}\right)^2 \quad (5.2)$$

$$Cv = \frac{100\sigma}{\rho} \quad (5.3)$$

$$\sigma = \left[\frac{n}{n-1} \{p^2 - \{p\}^2\}\right]^{1/2} \quad (5.4)$$

$$\rho = \frac{\sum p}{n} \quad (5.5)$$

*dengan :*

$N$  : jumlah stasiun

$Cv$  : koefisien variasi hujan didasarkan pada stasiun hujan yang ada

$E$  : persentasi kesalahan yang diijinkan

$\rho$  : hujan rerata tahunan

$N$  : jumlah stasiun hujan yang ada

$\sigma$  : standar deviasi

*Penyelesaian :*

- $\rho = \frac{243,12+155,5+133,8+188,1+247,71+242,08+1+\dots}{20} = 176,853 \text{ mm}$
- $\rho^2 = \frac{243,12^2+155,5^2+133,8^2+188,1^2+247,71^2+\dots}{20} = 36495,18457 \text{ mm}$
- $\sigma = \left[\frac{20}{20-1} \{36495,18457 - \{176,853\}^2\}\right]^{1/2} = 76,03906971$
- $Cv = \frac{100 \times 76,03906971}{176,853} = 42,99563463$

Melalui nilai standar deviasi dan hasil rata-ratanya diperoleh nilai koefisien variasi hujan sebesar 42,99563463.



## E. Kesalahan Perataan dan Kesalahan Interpolasi

Dari hasil parameter yang diperoleh, dapat dilakukan analisis terhadap jaringan pos hujan yang ada pada DAS Kali Opak-Oyo. Analisis yang dilakukan meliputi kesalahan interpolasi, kesalahan rata-rata dan jarak antara pos serta jumlah pos yang ideal yang tersedia berdasarkan tingkat kesalahannya. Berikut dapat dilihat dari tabel 5.4.

Keterangan :

- n (jumlah sta)
- $Cv$  (koefisien variasi)
- $r(0)$
- A (luas das KM)
- $d(0)$  (Radius korelasi)
- Z1 (kesalahan perataan %)
- Z2 (Kesalahan Interpolasi %)
- L (Jarak antar stasiun km)

Dengan rumus :

$$Z1 = Cv \cdot \sqrt{\frac{[1-r(0)+(0,23\frac{\sqrt{A}}{d(0)\sqrt{n}})]}{n}}$$

$$Z2 = Cv \cdot \sqrt{\frac{1}{3}[1 - r(0)] + 0,52\frac{r(0)}{d(0)}\sqrt{\frac{A}{n}}}$$

$$L = 1,07 \sqrt{\frac{a}{n}}$$

Penyelesaian :

$$Z1 = 42,99563463 \cdot \sqrt{\frac{[1-0,4541+(0,23\frac{\sqrt{2314,1844}}{(1257,1019\sqrt{20})})]}{20}} = 32,0224 \%$$

$$Z2 = 42,99563463 \cdot \sqrt{\frac{1}{3}[1 - 0,4541] + 0,52\frac{0,4541}{1257,1019}\sqrt{\frac{2314,1844}{20}}} = 18,7908 \%$$

$$L = 1,07 \sqrt{\frac{2314,1844}{20}} = 51,4734 \text{ KM}$$

Tabel 5.4 Perhitungan Jumlah Pos, Kesalahan Perhitungan, Kesalahan Interpolasi Dan Jarak Antar Pos Pada DAS Kali Opak-Oyo

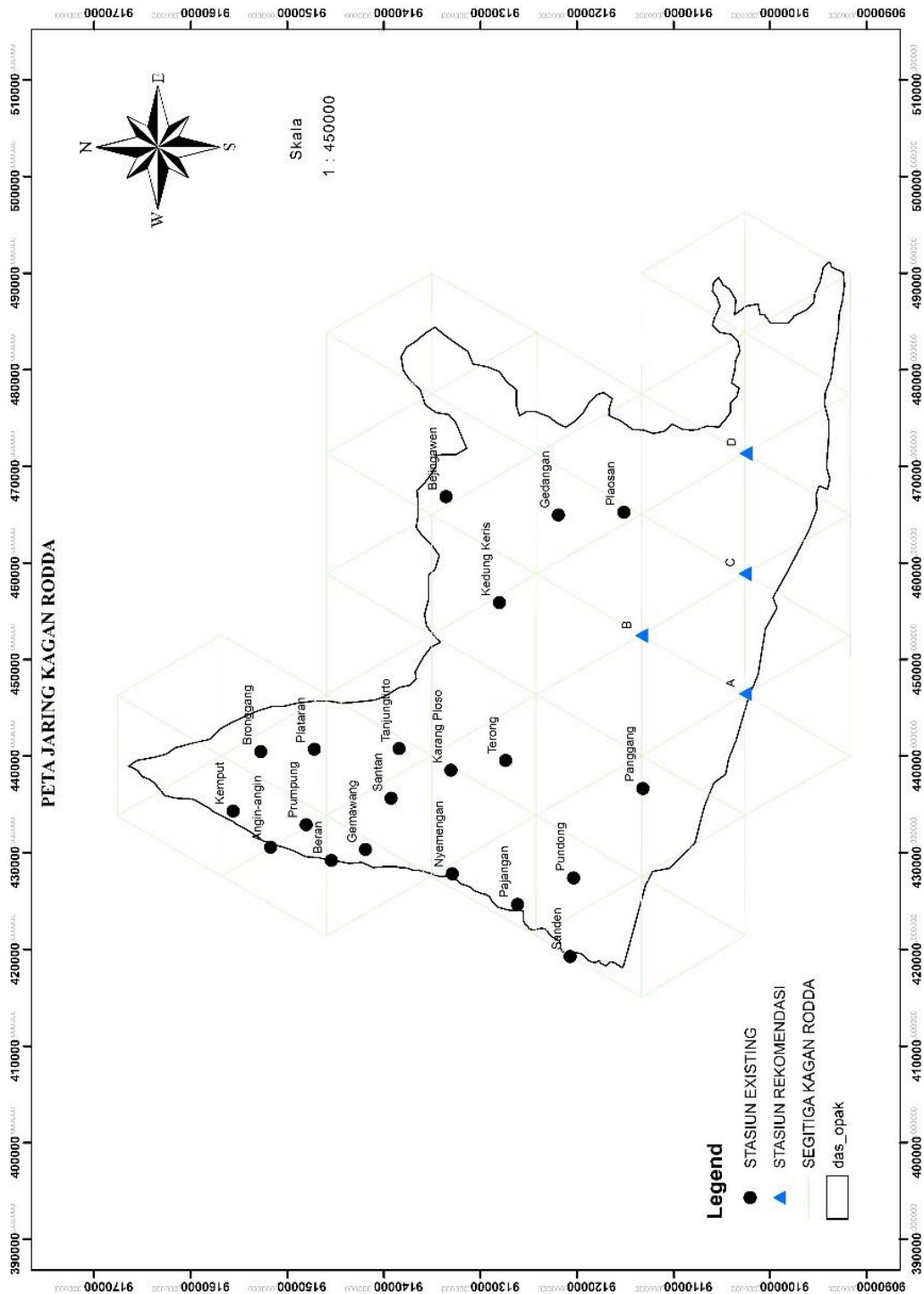
n	$C_v$	$r(0)$	A (KM)	d(0)	Z1 (%)	Z2 (%)	L (km)
1	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	32,0224	18,7908	51,4734
2	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	22,5906	18,6601	36,3972
3	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	18,4261	18,6019	29,7182
4	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	15,9476	18,5672	25,7367
5	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	14,257 9	18,5434	23,0196
6	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	13,0116	18,5259	21,0139
7	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	12,0435	18,5122	19,4551
8	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	11,2634	18,5012	18,1986
9	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	10,6175	18,4921	17,1578
10	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	10,0713	18,4843	16,2773
11	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	9,6015	18,4777	15,5198
12	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	9,1918	18,4719	14,8591
13	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	8,8304	18,4668	14,2761
14	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	8,5085	18,4622	13,7568
15	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	8,2193	18,4581	13,2904
16	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	7,9578	18,4544	12,8683
17	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	7,7198	18,4510	12,4841
18	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	7,5018	18,4479	12,1324
19	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	7,3014	18,4451	11,8088
20	42,9956	0,4541	2314,1844	1257,1019	7,1162	18,4424	11,5098

Sumber : Hasil Analisa

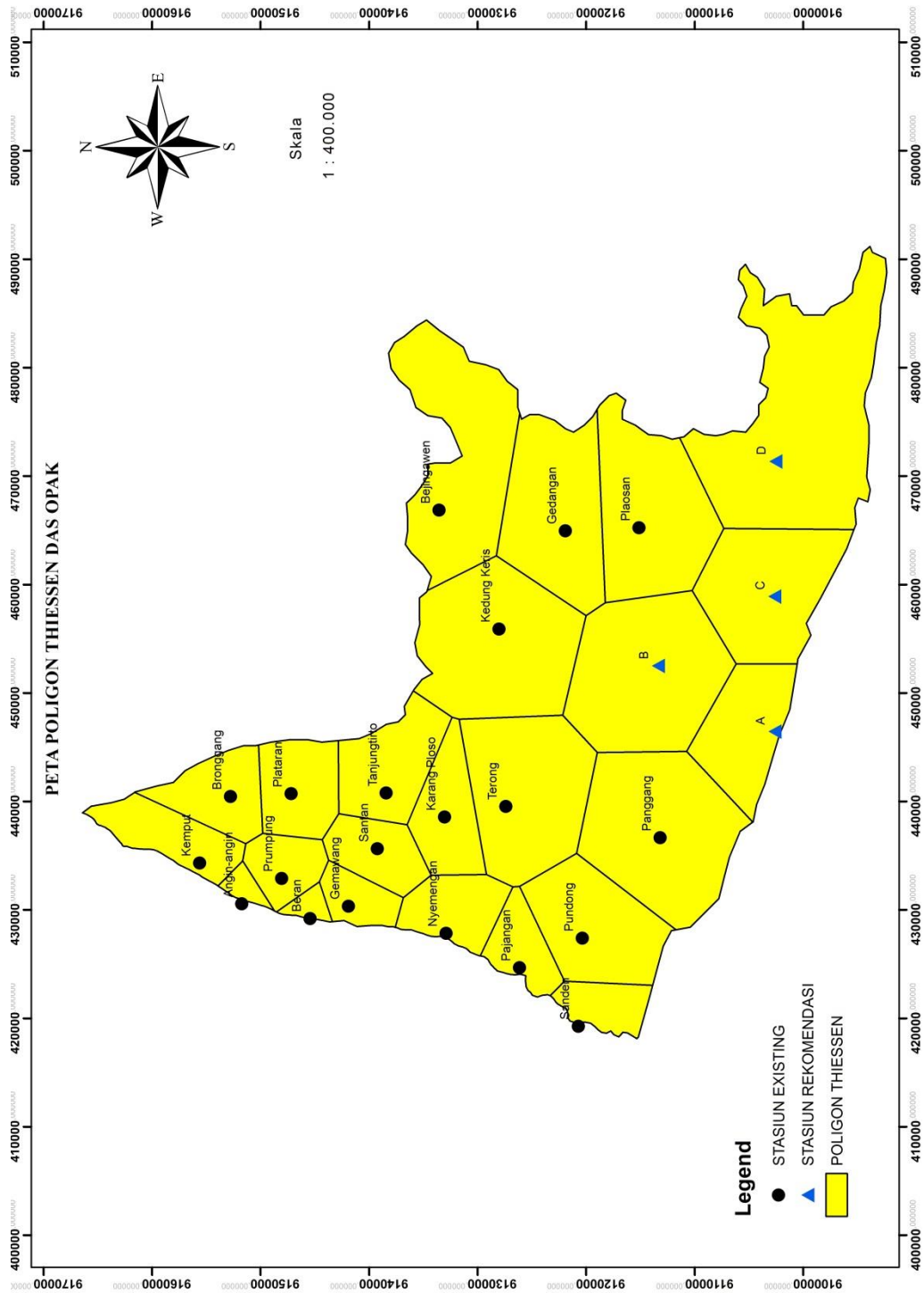
Berdasarkan Tabel 5.4 jumlah stasiun hujan yang tersedia di lokasi DAS Kali Opak-Oyo sebanyak 17 stasiun hujan dengan nilai kesalahan < 5% yaitu sebesar 7,7198 %. Nilai tersebut sudah cukup kecil dan sudah cukup baik untuk di pertahankan, namun distribusi lokasi penyebarannya posnya perlu ditinjau kembali sesuai dengan metode Kagan dengan jarak antar pos hujan 12,4841 Km. Selanjutnya dapat digambar jaring-jaring segitiga sama sisi dengan panjang sisi sama dengan jarak antar stasiun hujan (L).

#### F. Rekomendasi Stasiun Pos Baru

Berdasarkan dari peta jaring kagan Rodda dengan luas 2314,1844 Km<sup>2</sup> terdapat sebaran pos yang sudah sesuai dengan reposisi atau sudah sesuai dengan penempatan semula, sehingga kita hanya memerlukan beberapa penambahan atau Rekomendasi sebaran pos hujan baru. Yang dapat kita lihat seperti pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Peta DAS Kali Opak-Oyo Dan Rekomendasi Pos Baru Dengan Peta Jaring Kagan-Rodda



Gambar 5.5 Peta Polygon Thiessen DAS Kali Opak-Oyo Dan Rekomendasi Pos Baru Dengan Peta Jaring Kagan-Rodda

Berdasarkan Gambar 5.4 peta jaring segitiga stasiun baru metode Kagan Rodda pada DAS kali Opak-Oyo dan Gambar 5.5 peta poligon Thiessen das kali opak-oyo dan rekomendasi pos baru dengan peta jaring kagan-rodda, terdapat 20 stasiun hujan dan kami merekomendasikan 4 pos stasiun hujan. sehingga untuk jumlah keseluruhan Stasiun hujan DAS Kali Opak-Oyo yaitu 24 Stasiun hujan dan sudah termasuk pada Rekomendasi Pos baru, dapat dilihat pada Tabel 5.5 Hasil rekomendasi Pos Stasiun hujan baru berdasarkan Kerapatan Stasiun Hujan menurut Standar WMO, berikut :

Tabel 5.5 Hasil rekomendasi pos stasiun hujan baru berdasarkan Kerapatan Stasiun Hujan menurut Standar WMO

NO	Stasiun	Koordinat		Luas Poligon Thiessen (km <sup>2</sup> )
		X	Y	
1	Panggung	110,4252	-8,0225	177,6686
2	Pundong	110,3414	-7,9575	106,8510
3	Pajangan	110,3167	-7,905	39,099
4	Nyemengan	110,3456	-7,8439	52,4294
5	Gemawang	110,3683	-7,7625	29,8754
6	Prumpung	110,3917	-7,7069	37,8864
7	Kemput	110,4047	-7,6386	57,4691
8	Terong	110,4517	-7,8939	149,1522
9	Karang Ploso	110,4428	-7,8428	61,9938
10	Santan	110,4164	-7,7867	48,0622
11	Tanjung tirta	110,4631	-7,7942	77,6275
12	Plataran	110,4625	-7,7148	61,8912
13	Bronggang	110,4603	-7,6644	57,8259
14	Kedung Keris	110,6	-7,8883	179,5488
15	Bejingawen	110,6994	-7,8383	172,2558
16	Plaosan	110,6847	-8,005	149,4090
17	Gedangan	110,6822	-7,9436	137,8038
18	Beran	110,3581	-7,7306	9,1892
19	Sanden	110,2677	-7,9539	33,4791

Lanjutan Tabel 5.5 Hasil rekomendasi pos stasiun hujan baru berdasarkan  
Kerapatan Stasiun Hujan menurut Standar WMO

20	Angin - Angin	110,3706	-7,6736	9,3847
21	A	110,514	-8,118	83,1818
22	B	110,569	-8,021	177,6108
23	C	110,627	-8,118	128,9389
24	D	110,74	-8,119	275,5495

Sumber : Hasil Analisa











