

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Debit Terukur

Data debit air sungai dapat diketahui dari catatan elevasi muka air sungai dengan menggunakan garis liku debit atau rumus debit (aliran) yang sesuai dengan kondisi setempat. Data ini biasanya tersedia pada bangunan bendung dan stasiun AWLR atau bangunan sadap irigasi.

Data debit atau tinggi muka air sungai diperoleh dari 2 (dua) stasiun Hidrometri/AWLR yang terdapat di sungai Gajahwong. Nama-nama stasiun Hidrometri/AWLR tersebut beserta panjang data yang tersedia disajikan pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Nama-nama Stasiun Hidrometri dan Panjang Data Aliran

No	Nama Stasiun	Tipe	Tahun Berdiri	Lokasi	Panjang Data (Tahun)
1	Papringan	PDAO	1994	K. Gajahwong, Kec. Depok	1994-2004
2	Wonokromo	PDAO	2000	K. Gajahwong, Kec. Plered, Bantul	2003-2004

Dari hasil kedua stasiun hidrometri yang berada pada DAS Gajahwong tersebut, maka didapatkan data debit maksimum dan minimum dari tahun 1994-2004. Data debit dapat dilihat pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Debit Max Tahunan Stasiun Hidrometri

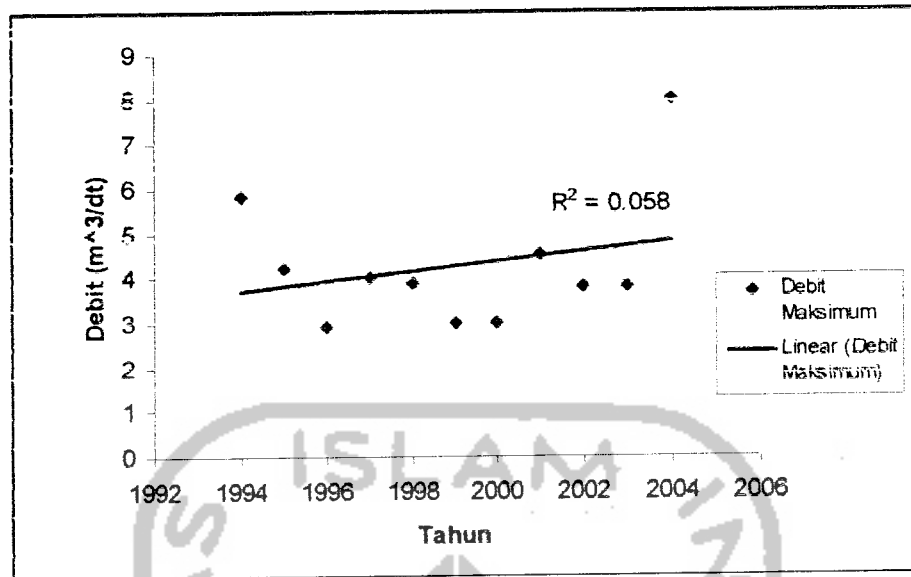
No	Tahun	Debit Max (m ³ /dt)		Debit Min (m ³ /dt)	
		Papringan	Wonokromo	Papringan	Wonokromo
1	1994	5,83	-	0,18	-
2	1995	4,24	-	0,22	-
3	1996	2,92	-	0,18	-
4	1997	4,02	-	0,02	-
5	1998	3,87	-	0,19	-
6	1999	2,98	-	0,02	-
7	2000	3,00	-	0,12	-
8	2001	4,54	-	0,26	-
9	2002	3,80	-	0,26	-
10	2003	3,80	10,2	0,09	0,24
11	2004	8,00	5,18	0,26	0,06

Sumber : Balai PSDA Progo-Opak-Oyo (2005).

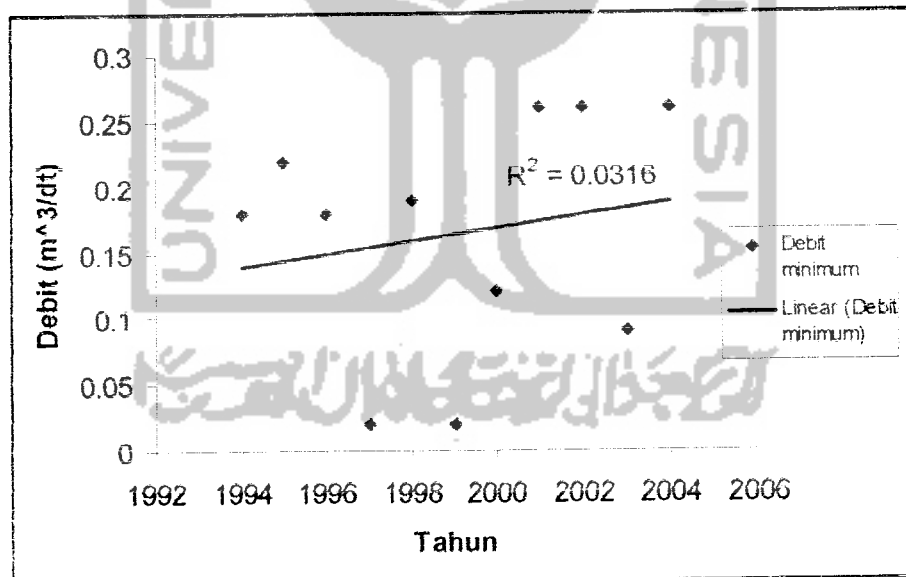
Perhitungan Stasiun Hidrometri Wonokromo tidak dapat dilanjutkan sebagai indikator dalam pemilihan jenis sebaran dikarenakan hanya memiliki data debit sebanyak dua tahun (2003-2004).

5.1.1 Uji hipotesis regresi debit maksimum dan minimum Papringan

Di karenakan Stasiun Hidrometri Wonokromo hanya memiliki data sebanyak 2 tahun, maka dibuat hubungan antara tahun dan debit berupa garis regresi yang diasumsikan pada Stasiun Hidrometri Papringan. Hasil hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan 5.2.



Gambar 5.1 Regresi Debit Maksimum AWLR Papringan



Gambar 5.2 Regresi Debit Minimum AWLR Papringan

1. H_0 : ada hubungan antara tahun dengan debit ($H_0 = 0$)
2. Tingkat signifikansi : 95%
3. Statistika uji

Tabel 5.3 Korelasi debit maksimum Papringan

		TAHUN	DEBIT
Pearson Correlation	TAHUN	1.000	.241
	DEBIT	.241	1.000
Sig. (1-tailed)	TAHUN	.	.238
	DEBIT	.238	.
N	TAHUN	11	11
	DEBIT	11	11

Tabel 5.4 Korelasi debit minimum Papringan

		DEBIT	TAHUN
Pearson Correlation	DEBIT	1.000	.178
	TAHUN	.178	1.000
Sig. (1-tailed)	DEBIT	.	.301
	TAHUN	.301	.
N	DEBIT	11	11
	TAHUN	11	11

4. Daerah penolakan
 - a. Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 ditolak
 - b. Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_0 diterima
5. Kesimpulan

Dilihat dari Tabel 5.3 dan 5.4 (kolom *sig. (1-tailed)*) didapat serangkaian angka probabilitas sebesar 0,238 dan 0,301 terlihat bahwa data tahun dan debit tidak berkorelasi secara signifikan dikarenakan probabilitas $0,238 > 0,05$ dan $0,301 > 0,05$ maka H_0 ditolak. Oleh karena itu, tidak ada hubungan antara debit dan tahun. Kejadian ini juga didukung dengan nilai $R=0,238$ untuk debit maksimum dan $R=0,301$ untuk debit minimum, sehingga hubungan antara debit dan tahun sangat lemah.

Dari data-data Tabel 5.2, maka kita bisa mendapatkan nilai parameter statistik. Sebagai contoh perhitungan untuk stasiun pencatat debit Papringan pada debit maksimum. Nilai parameter statistik dihitung sebagai berikut :

Dari data-data Tabel 5.2, maka kita bisa mendapatkan nilai parameter statistik. Sebagai contoh perhitungan untuk stasiun pencatat debit Papringan pada debit maksimum. Nilai parameter statistik dihitung sebagai berikut :

1. Jumlah Data $n = 11$

2. Debit total (m^3/dt)

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n Q_i \\ &= (5,83+4,24+2,92+4,02+3,87+2,98+3,00+4,54+3,80+3,80+8,00) \\ &= 47 \end{aligned}$$

3. Rerata Debit (m^3/dtk)

$$\begin{aligned} \bar{Q} &= \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i)}{n} \\ &= \frac{47}{11} \\ &= 4,273 \end{aligned}$$

4. $\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2$

$$\begin{aligned} &= (5,83-4,273)^2 + (4,24-4,273)^2 + (2,92-4,273)^2 + (4,02-4,273)^2 + (3,87-4,273)^2 \\ &\quad + (2,98-4,273)^2 + (3,00-4,273)^2 + (4,54-4,273)^2 + (3,80-4,273)^2 + (3,80-4,273)^2 \\ &\quad + (8,00-4,273)^2 \\ &= 22,184 \end{aligned}$$

5. $\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^3$

$$\begin{aligned} &= (5,83-4,273)^3 + (4,24-4,273)^3 + (2,92-4,273)^3 + (4,02-4,273)^3 + (3,87-4,273)^3 \\ &\quad + (2,98-4,273)^3 + (3,00-4,273)^3 + (4,54-4,273)^3 + (3,80-4,273)^3 + (3,80-4,273)^3 \\ &\quad + (8,00-4,273)^3 \\ &= 48,569 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6. \quad & \sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^4 \\
 &= (5,83-4,273)^4 + (4,24-4,273)^4 + (2,92-4,273)^4 + (4,02-4,273)^4 + (3,87-4,273)^4 \\
 &\quad + (2,98-4,273)^4 + (3,00-4,273)^4 + (4,54-4,273)^4 + (3,80-4,273)^4 + (3,80-4,273)^4 \\
 &\quad + (8,00-4,273)^4 \\
 &= 207,732
 \end{aligned}$$

7. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{22,184}{10}} \\
 &= 1,489
 \end{aligned}$$

8. Koefisien Variasi (Cv)

$$\begin{aligned}
 Cv &= \left(\frac{\sigma}{\bar{Q}} \right) \\
 &= \left[\frac{1,489}{4,273} \right] \\
 &= 0,349
 \end{aligned}$$

9. Koefisien Kemiringan (Cs)

$$\begin{aligned}
 Cs &= \left[\frac{n}{(n-1)(n-2)} \right] \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^3}{\sigma^3} \right] \\
 &= \left[\frac{11}{(10 \times 9)} \right] \left[\frac{48,569}{1,489^3} \right] \\
 &= 1,797
 \end{aligned}$$

10. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \left[\frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \right] \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^4}{\sigma^4} \right]$$

$$= \left[\frac{11^2}{(10 \times 9 \times 8)} \right] \left[\frac{207,732}{1,489^4} \right]$$

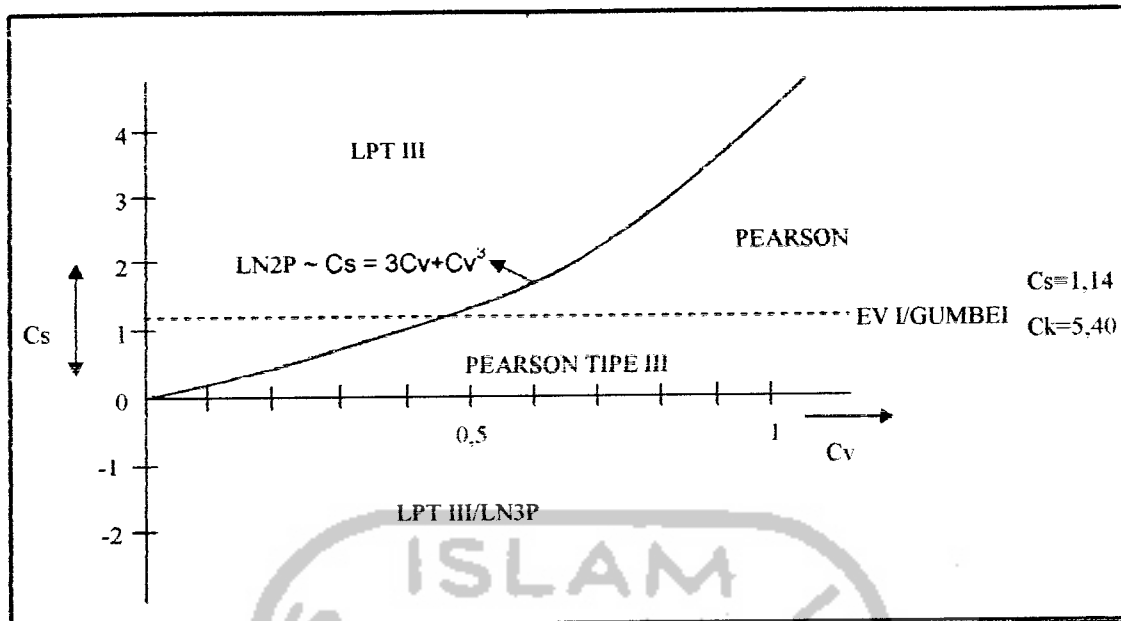
$$= 7,096$$

Pada debit minimum stasiun AWLR Papringan juga dilakukan perhitungan yang sama seperti contoh yang telah ada. Hasil dari data debit maksimum dan minimum dapat dilihat pada Tabel 5.5

Tabel 5.5 Perhitungan parameter statistik pada stasiun Papringan

No	Sifat Statistik	Simbol	Debit Max Papringan	Debit Min Papringan
1	Jumlah Data	n	11	11
2	Rerata Debit	\bar{Q}	4,273	0,164
3	Standar Deviasi	σ	1,489	0,090
4	Koefisien Variasi	Cv	0,349	0,550
5	Koefisien Kemiringan	Cs	1,797	-0,592
6	Koefisien Kurtosis	Ck	7,096	2,966

Dari hasil analisis sifat statistik debit didapat nilai koefisien kemiringan (Cs) yang digunakan untuk menentukan jenis sebaran, penentuannya dapat dilihat pada gambar 5.3



Sumber : Bambang Sulistiono, (2001)

Gambar 5.3 Pemilihan Jenis Sebaran

Hasil analisis dari nilai koefisien kemiringan (C_s) dengan jenis sebaran, maka distribusi frekuensi yang sesuai untuk stasiun hidrometri Papringan menggunakan pendekatan Log Pearson Tipe III.

Setelah diketahui menggunakan pendekatan Log Pearson Tipe III dengan nilai koefisien kemiringan (C_s) dari analisis sifat statistik data debit pada Tabel 5.5, maka dapat digunakan untuk mencari nilai k untuk distribusi Log Pearson Tipe III pada Tabel 5.6

Tabel 5.6 Nilai K_T untuk distribusi Pearson III dan Log-Pearson tipe III

Koef. Cs	Kala Ulang (Tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
3,0	-0,396	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051	4,97	7,25
2,5	-0,36	0,518	1,25	2,262	3,048	3,845	4,652	6,6
2,2	-0,33	0,574	1,284	2,24	2,97	3,705	4,444	6,2
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,91
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,66
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,78	3,388	3,99	5,39
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,11
1,2	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626	3,149	3,661	4,82
1,0	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022	3,489	4,54
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,78	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,25
0,7	-0,116	0,79	1,333	1,97	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,96
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,91	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,21	2,615	2,949	3,67
0,3	-0,05	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,38
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,4	2,67	3,235
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,09
-0,1	0,017	0,836	1,27	1,716	2	2,252	2,482	2,95
-0,2	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178	2,388	2,81
-0,3	0,05	0,853	1,245	1,643	1,89	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,54
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,4
-0,6	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,15
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,66	1,749	1,91
-1	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,8
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,27	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,28
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,13
-2	0,307	0,777	0,895	0,959	0,98	0,99	0,995	1
-2,2	0,33	0,752	0,844	0,888	0,9	0,905	0,907	0,91
-2,5	0,36	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,8	0,802
-3	0,396	0,636	0,66	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber : M.M.A. Shanin, (1976)

Nilai K_T tergantung koefisien C_s pada kala ulang (T) dalam tabel Log Person Tipe III didapat dari interpolasi nilai koefisien C_s dan nilai kala ulang (T).

5.1.2 Debit Rancangan Kala Ulang

$$Q_T = \bar{Q} + \sigma \times K_T$$

Dengan :

Q_T = Hujan dengan kala ulang tertentu

\bar{Q} = Rerata Debit

σ = Standar Deviasi

K_T = Faktor Frekuensi T Tahun

Dengan nilai $C_v = 0,349$ dan nilai $C_s = 1,797$ pada debit maksimum, serta nilai $C_v = 0,550$ dan nilai $C_s = -0,592$ pada debit minimum pada Stasiun Hidrometri Papringan, maka dari pembacaan “Tabel 5.6 faktor frekuensi untuk distribusi Log Pearson Tipe III diperoleh nilai K_T , sehingga Q_T dapat dihitung”.

Sebagai contoh perhitungan debit rancangan stasiun Papringan :

a. Debit maksimum

$$\bar{Q} = 4,273 \text{ m}^3/\text{dt}, \sigma = 1,489, K_T = -0,282$$

$$Q_T \text{ 2 th} = 4,273 + (1,489 \times -0,282)$$

$$Q_T \text{ 2 th} = 3,702 \text{ m}^3/\text{dt}$$

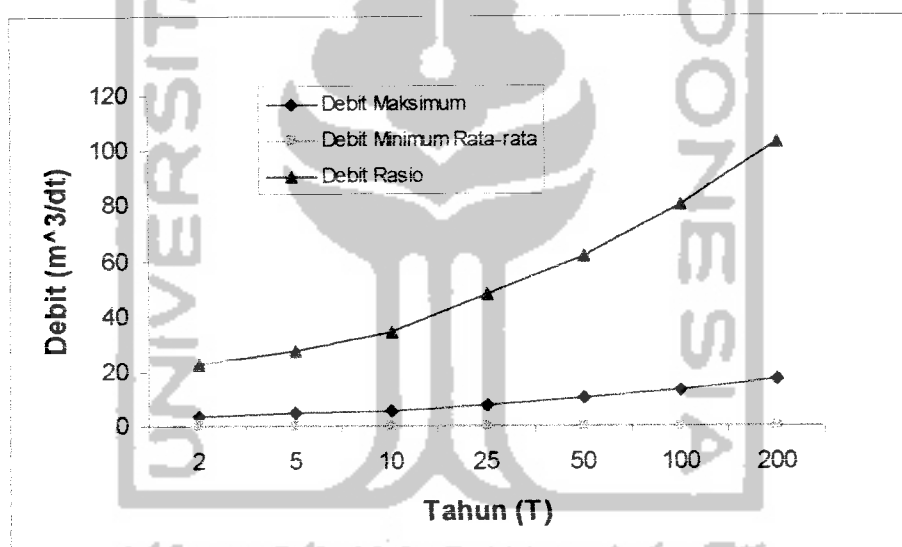
b. Rasio untuk $Q_T \text{ 2 th}$

$$\frac{Q_T \text{ Maks}}{Q_{\text{min}}} = \frac{3,702}{0,164} = 22,573$$

Dengan menggunakan cara yang sama, maka kita dapat mendapatkan debit rancangan pada kala ulang 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th dan 200 th serta rasio antara debit maksimum dan minimum. Hasil hitungan dari debit rancangan tersebut untuk stasiun Papringan dapat dilihat pada Tabel 5.7, sedangkan gambar grafik kala ulang debit dapat dilihat pada Gambar 5.4

Tabel 5.7 Analisis frekuensi debit stasiun Papringan

Tahun (Th)	Papringan				
	K_T		Q_T (m ³ /dt)		
	Max	Min	Max	Min rata-rata	Rasio
2	-0,282	0,098	3,702	0,164	22,573
5	0,644	0,857	4,498	0,164	27,427
10	1,318	1,201	5,598	0,164	34,134
25	2,193	1,531	7,823	0,164	47,701
50	2,847	1,725	10,177	0,164	62,055
100	3,497	1,886	13,185	0,164	80,396
200	4,144	2,023	16,909	0,164	103,104



Gambar 5.4 Kala Ulang Debit Stasiun Papringan

5.2 Debit Teoritik (HSS Gama I)

Data hujan memuat catatan tinggi hujan dari stasiun hujan. Data hujan dapat berasal dari stasiun hujan otomatis ataupun manual. Data hujan dari stasiun otomatis menginformasikan catatan hujan setiap waktu (kontinyu), data ini digunakan untuk distribusi hujan jam-jaman.

Pada penelitian ini data curah hujan dari keempat stasiun hujan yang berada pada DAS Gajahwong pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Nama-nama stasiun hujan dan panjang data hujan pada daerah AWLR Papringan DAS Gajahwong

No	Nama Stasiun	Tipe	Lokasi	Panjang Data
1	Angin-angin	OB	Donokerto, Turi Sleman	1994-2004
2	Kemput	OB	Candibinangun, Pakem, Sleman	1994-2004
3	Prumpung	OB	Maguwoharjo, Depok Sleman	1994-2004
4	Beran	OB	Sleman	1994-2004

Dari keempat stasiun hujan tersebut, maka didapatkan data curah hujan rata-rata maksimum harian dari tahun 1994-2004, data dapat dilihat pada Tabel 5.9

Tabel 5.9 Data curah hujan rata-rata maksimum harian th 1994-2004

No.Urut	Tahun	Hujan (mm)
1	2003	35,75
2	2001	50,25
3	2004	61
4	2002	66,375
5	1999	69,275
6	1994	70,7
7	1998	72,65
8	2000	74,075
9	1995	105,5
10	1996	107
11	1997	107,65

Sumber : Balai PSDA Progo-Opak-Oyo (2005)

Dari data Tabel 5.9 maka kita bisa mendapatkan nilai parameter statistik.

Nilai parameter statistik data hujan dihitung sebagai berikut :

1. Jumlah Data $n = 11$

2. Hujan total

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n X_i &= (35,75+50,25+61+66,375+69,275+70,7+72,65+74,075+105,5+107+107,65) \\ &= 820,225 \end{aligned}$$

3. Hujan rerata

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n (X_i)}{n} \\ &= \frac{820,225}{11} \\ &= 74,566 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 &= (35,75-74,566)^2 + (50,25-74,566)^2 + (61-74,566)^2 + (66,375-74,566)^2 + \\ & (69,275-74,566)^2 + (70,7-74,566)^2 + (72,65-74,566)^2 + (74,65-74,566)^2 + \\ & (105,5-74,566)^2 + (107-74,566)^2 + (107,65-74,566)^2 \\ &= 5499,359 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 &= (35,75-74,566)^3 + (50,25-74,566)^3 + (61-74,566)^3 + (66,375-74,566)^3 + \\ & (69,275-74,566)^3 + (70,7-74,566)^3 + (72,65-74,566)^3 + (74,65-74,566)^3 + \\ & (105,5-74,566)^3 + (107-74,566)^3 + (107,65-74,566)^3 \\ &= 23814,29 \end{aligned}$$

10. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \left[\frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \right] \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} \right]$$

$$= \left[\frac{11^2}{(10 \times 9 \times 8)} \right] \left[\frac{5879440}{23,451^4} \right]$$

$$= 3,267$$

Hasil analisis nilai dasar statistik data hujan DAS Gajahwong di AWLR Papringan disajikan pada Tabel 5.10

Tabel 5.10 Sifat statistik data hujan

No	Sifat Statistik	Simbol	DPS Gajahwong Di Muara
1	Jumlah Data	n	11
2	Rerata Seri Data	\bar{X}	74,566
3	Standar Deviasi	S	23,451
4	Koefisien Variasi	Cv	0,314
5	Koefisien Keniringan	Cs	0,266
6	Koefisien Kurtosis	Ck	3,267

Berdasarkan nilai statistik diatas, maka distribusi frekuensi yang sesuai untuk masing-masing seri data hujan adalah :

Data hujan DAS Gajahwong, nilai Cv = 0,314 dan nilai Cs = 0,226, nilai sifat dasar statistiknya tidak mendekati distribusi normal, log-normal dan gumbel, maka diperkirakan distribusi data hujan ini mendekati distribusi Pearson III. Untuk mendapatkan nilai K_T dengan menghubungkan nilai Cs dengan kala ulang tahun pada Tabel 5.6

5.2.1 Debit Rancangan Tahunan

$$X_T = \bar{X} + S \times K_T$$

Dengan :

X_T = Hujan dengan kala ulang tertentu, mm

\bar{X} = Rerata hujan dari seri data

S = Standar deviasi

K_T = Faktor frekuensi

Contoh untuk hitungan kala ulang 2 tahun dengan $\bar{X} = 74,566 \text{ m}^3/\text{dt}$
 $S = 23,451$, $K_T = -0,037$ maka nilai X_T untuk kala ulang 2 tahun :

$$X_T = 74,566 + (23,451 \times -0,037)$$

$$X_T = 73,698 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Dengan menggunakan cara yang sama, maka kita mendapatkan debit rancangan untuk kala ulang 5 th, 10 th, 25 th, 50 th, 100 th dan 200 th. Hasil dari debit rancangan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.11

Tabel 5.11 Kala ulang dan hujan harian rancangan

Tahun (T)	1/ T (%)	K	X_T
2	50	-0,037	73,698
5	20	0,828	93,983
10	10	1,303	105,122
25	4	1,826	117,387
50	2	2,173	125,524
100	1	2,491	132,982
200	0,5	2,787	139,923

Hidrograf Satuan Sintetik Gama I diturunkan untuk hujan 1 mm/jam. Dari pengukuran peta yang diperoleh dari Balai PSDA Progo-Opak-Oyo (peta topografi) maka diperoleh besaran-besaran parameter DAS yang disajikan pada Tabel 5.12

Tabel 5.12 Parameter DAS untuk Hitungan HSS Gama I

No	Parameter DAS	Simbol	Satuan	DAS Gajahwong
1	Luas DAS	A	Km ²	24,619
2	Panjang Sungai Utama	L	Km	24,066
3	Kemiringan Rerata Sungai Utama	I	Km/Km	0,027
4	Faktor Sumber	SF	-	0,435
5	Frekuensi Sumber	SN	-	0,526
6	Faktor Lebar	WF	-	3
7	Luas DAS Sebelah Hulu	RUA	-	0,499
8	Faktor Simetri	SIM	-	1,498
9	Jumlah Pertemuan Sungai	JN	-	9,000
10	Kerapatan Jaringan Kuras	D	Km/Km	0,978

Dengan Menggunakan Persamaan-persamaan HSS Gama I, parameter Hidrograf Satuan Sintetik dapat dihitung. Dibawah ini diberikan hitungan parameter HSS Gama I DAS Gajahwong.

1. Waktu Puncak (T_p)

$$T_p = 0,43 \left[\frac{L}{100SF} \right]^3 + 1,0665SIM + 1,2775$$

$$T_p = 0,43 \left[\frac{24,066}{100 \times 0,435} \right]^3 + (1,0665 \times 1,498) + 1,2775$$

$$= 2,906$$

2. Debit Puncak (Q_p)

$$Q_p = 0,1836A^{0,5886} T_p^{-0,4008} JN^{0,2381}$$

$$Q_p = 0,1836 \times 24,6193^{0,5886} \times 2,906^{-0,4008} \times 9^{0,2381}$$

$$= 1,332$$

3. Koefisien Tampunguan

$$K = 0,5617A^{0,1798} I^{-0,1446} SF^{-1,0897} D^{0,0452}$$

$$K = 0,5617 \times 24,6193^{0,1798} \times 0,0271^{-0,1446} \times 0,435^{-1,0897} \times 0,9775^{0,0452}$$

$$= 3,379$$

4. Waktu Dasar HSS (T_B)

$$T_B = 27,4132I^{0,1457} I^{-0,0986} SN^{0,7344} RUA^{0,2574}$$

$$T_B = 27,4132 \times 2,906^{0,1457} \times 0,0271^{-0,0986} \times 0,526^{0,7344} \times 0,4994^{0,2574}$$

$$= 25$$

5. Aliran Dasar (Q_B)

$$Q_B = 0,4751A^{0,6444} D^{0,9430}$$

$$Q_B = 0,4751 \times 24,6193^{0,6444} \times 0,9775^{0,9430}$$

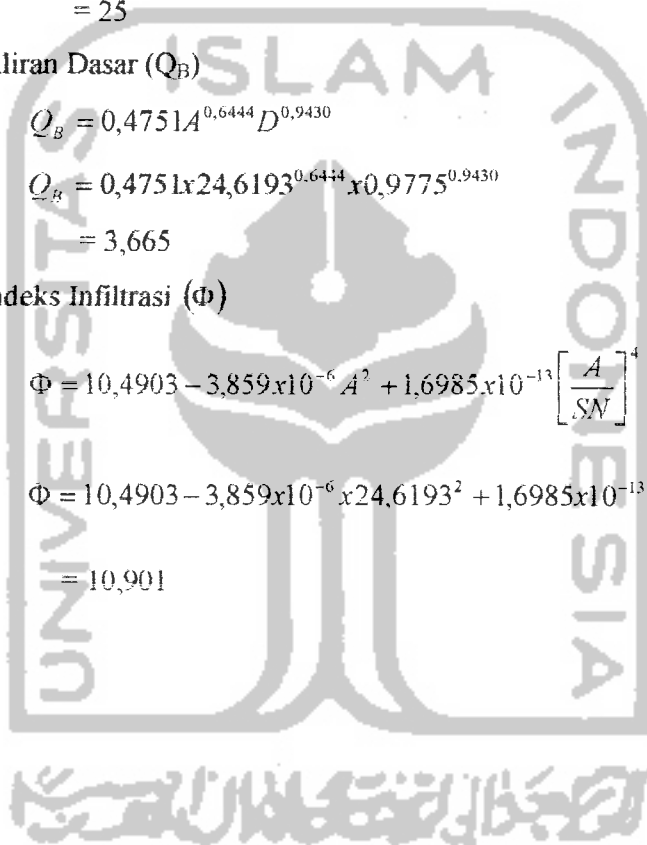
$$= 3,665$$

6. Indeks Infiltrasi (Φ)

$$\Phi = 10,4903 - 3,859 \times 10^{-6} A^2 + 1,6985 \times 10^{-13} \left[\frac{A}{SN} \right]^4$$

$$\Phi = 10,4903 - 3,859 \times 10^{-6} \times 24,6193^2 + 1,6985 \times 10^{-13} \left[\frac{24,6193}{0,526} \right]^4$$

$$= 10,901$$



Hasil hitungan parameter-parameter HSS Gama I DAS Gajahwong, dirangkum dan disajikan pada Tabel 5.13

Tabel 5.13 Analisis HSS Gama I

No	Parameter HSS Gama I	Simbol	Satuan	DAS GAjahwong
1	Waktu Naik	T_p	Jam	2,906
2	Debit Puncak	Q_p	m^3/dt	1,332
3	Waktu Dasar	T_B	Jam	25
4	Koefisien Tampung	K	Jam	3,379
5	Aliran Dasar	Q_B	m^3/dt	3,665
6	Indek Infiltrasi	Φ	Mm/jam	10,901

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) secara lengkap dibuat dengan cara sebagai berikut :

1. Berdasarkan teori HSS Gama I, sisi naik hidrograf satuan dianggap garis lurus.
2. Sisi-resesi dihitung berdasarkan besarnya (nilai) koefisien tampung (K) dan waktu-resesi (waktu turun, "t") hidrograf satuan, yaitu dihitung dengan rumus berikut :

$$Q_t = Q_p \cdot e^{-t/K}$$

Dengan : Q_t = Debit pada sisi turun, m^3/dt .

Q_p = Debit puncak, m^3/dt

e = Dasar logaritma natural (2,71828).

t = Interval waktu resesi, jam.

K = Koefisien tampung, jam.

Sebagai contoh perhitungan pada stasiun Papringan untuk jam ke 3 dengan $Q_p = 1,332 \text{ m}^3/\text{dt}$, $e = 2,71828$, $t = t - T_p = 3 - 2,906 = 0,094$, $K = 3,379$ maka nilai Q_T untuk jam ke 3 :

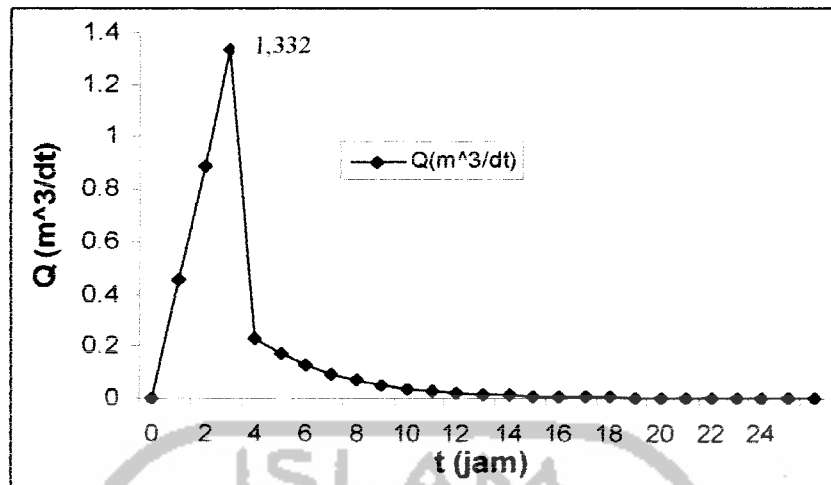
$$Q_T = 1,332 \times 2,71828^{(-0,094 / 3,379)}$$

$$= 0,232 \text{ m}^3/\text{dt}.$$

Tabel 5.14 Analisis hidrograf satuan sintetik Gama I Papringan

Jam	HSS Gama I (m ³ /dt) AWLR Papringan ke Hulu DAS Gajahwong
0	0
1	0,456
2	0,885
2,906	1,332
3	0,232
4	0,173
5	0,128
6	0,095
7	0,071
8	0,053
9	0,039
10	0,029
11	0,022
12	0,016
13	0,012
14	0,009
15	0,007
16	0,005
17	0,004
18	0,003
19	0,002
20	0,002
21	0,001
22	0,001
23	0,001
24	0,000
25	0,000





Gambar 5.5 Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) DAS Papringan

5.2.2 Hitungan Hidrograf Banjir Rencana

Berdasarkan data hujan rencana (hujan rencana yang telah didistribusikan kedalam tinggi hujan jam-jaman) dan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS), dapat diturunkan besarnya debit banjir rencana untuk beberapa kala ulang. Prinsip hitungan berdasarkan pada prinsip hidrograf satuan, yaitu berlaku sifat *linear time time-invariant* dan dengan menganggap kala ulang hujan sama dengan kala ulang banjir.

Hujan jam-jaman untuk hitungan hidrograf banjir rencana adalah berupa hujan efektif, yaitu hujan jam-jaman dikurangi infiltrasi, dalam hal ini dikurangi indeks infiltrasi (Φ)

Tabel 5.15 Hujan jam-jaman DAS Opak dan Oyo

Jam ke	Kedalaman Tiap Jam (%)	Kumulatif (%)
1	19,7	19,7
2	65,5	85,2
3	14,8	100

Sumber : PT Puser Bumi (1990)

Untuk keperluan pengalihragaman data hujan ke besaran debit banjir (hidrograf banjir), maka hujan rencana harus didistribusikan kedalam tinggi hujan jam-jaman. Untuk analisis hidrograf banjir pada pekerjaan ini, data hujan jam-jaman yang digunakan diperoleh dari hasil analisis studi terdahulu (Detail Desain Kali Opak dan Kali Oyo sepanjang 20 km, tahun 1990, oleh PT. Puser Bumi), seperti disajikan pada Tabel 5.15

Hasil hitungan hujan efektif (H_e) jam-jaman untuk berbagai kala ulang DAS Papringan disajikan pada Tabel 5.16

Tabel 5.16 Hujan efektif untuk berbagai kala ulang DAS Papringan

Kedalaman Tiap Jam		Hujan Efektif (HE) Jam-jaman Berbagai Kala Ulang (mm/jam)						
		H2th = 73,698	H5th = 93,983	H10th = 105,122	H25th = 117,387	H50th = 125,524	H100th = 132,982	H200th = 139,923
Jam ke	(i) %	H2th x i - Φ	H5th x i - Φ	H10th x i - Φ	H25th x i - Φ	H50th x i - Φ	H100th x i - Φ	H200th x i - Φ
1	19.7	3,618	7,614	9,808	12,224	13,827	15,296	16,664
2	65.5	37,371	50,658	57,954	65,987	71,317	76,202	80,749
3	14.8	0,006	3,008	4,657	6,472	7,677	8,780	9,808

Tabel 5.17 Hitungan hidrograf banjir rancangan DAS Papringan (kala ulang 2 tahun)

Jam ke	Aliran dasar Qb (m ³ /dt)	HSS U (m/dt)	Limpasan Langsung Untuk Kala Ulang 2 Tahun (m ³ /dt)			Debit Banjir Q2 th (m ³ /dt)
			t-1 = 3,618 mm/jam	t-2 = 37,371 mm/jam	t-3 = 0,006 mm/jam	
			Qt-1 = U x t-1	Qt-2 = U x t-2	Qt-3 = U x t-3	
0	3,665	0,000	0,000	-	-	3,665
1	3,665	0,456	1,650	0,000	-	5,315
2	3,665	0,885	3,202	17,041	0,000	23,908
2.906	3,665	1,332	4,819	33,073	0,003	41,560
3	3,665	0,232	0,839	49,778	0,005	54,288
4	3,665	0,173	0,626	8,670	0,008	12,969
5	3,665	0,128	0,463	6,465	0,001	10,595
6	3,665	0,095	0,344	4,783	0,001	8,793
7	3,665	0,071	0,257	3,550	0,001	7,473
8	3,665	0,053	0,192	2,653	0,001	6,511
9	3,665	0,039	0,141	1,981	0,000	5,787
10	3,665	0,029	0,105	1,457	0,000	5,228
11	3,665	0,022	0,080	1,084	0,000	4,829
12	3,665	0,016	0,058	0,822	0,000	4,545
13	3,665	0,012	0,043	0,598	0,000	4,306
14	3,665	0,009	0,033	0,448	0,000	4,146
15	3,665	0,007	0,025	0,336	0,000	4,027
16	3,665	0,005	0,018	0,262	0,000	3,945
17	3,665	0,004	0,014	0,187	0,000	3,866
18	3,665	0,003	0,011	0,149	0,000	3,825
19	3,665	0,002	0,007	0,112	0,000	3,784
20	3,665	0,002	0,007	0,075	0,000	3,747
21	3,665	0,001	0,004	0,075	0,000	3,743
22	3,665	0,001	0,004	0,037	0,000	3,706
23	3,665	0,001	0,004	0,037	0,000	3,706
24	3,665	0,000	0,000	0,037	0,000	3,702
25	3,665	0,000	0,000	0,000	0,000	3,665
26	3,665			0,000	0,000	3,665
27	3,665				0,000	3,665

Tabel 5.18 Hitungan hidrograf banjir rancangan DAS Papringan (kala ulang 5 tahun)

Jam ke	Aliran dasar Qb (m ³ /dt)	HSS U (m ³ /dt)	Limpasan Langsung Untuk Kala Ulang 5 Tahun (m ³ /dt)			Debit Banjir Q5 th (m ³ /dt)
			t-1 = 7,614 mm/jam	t-2 = 50,658 mm/jam	t-3 = 3,008 mm/jam	
			Qt-1 = U x t-1	Qt-2 = U x t-2	Qt-3 = U x t-3	
0	3,665	0,000	0,000	-	-	3,665
1	3,665	0,456	3,472	0,000	-	7,137
2	3,665	0,885	6,738	23,100	0,000	33,503
2,906	3,665	1,332	10,142	44,832	1,372	60,011
3	3,665	0,232	1,766	67,476	2,662	75,570
4	3,665	0,173	1,317	11,753	4,007	20,742
5	3,665	0,128	0,975	8,764	0,698	14,101
6	3,665	0,095	0,723	6,484	0,520	11,393
7	3,665	0,071	0,541	4,813	0,385	9,403
8	3,665	0,053	0,404	3,597	0,286	7,951
9	3,665	0,039	0,297	2,685	0,214	6,860
10	3,665	0,029	0,221	1,976	0,159	6,021
11	3,665	0,022	0,168	1,469	0,117	5,419
12	3,665	0,016	0,122	1,114	0,087	4,989
13	3,665	0,012	0,091	0,811	0,066	4,633
14	3,665	0,009	0,069	0,608	0,048	4,390
15	3,665	0,007	0,053	0,456	0,036	4,210
16	3,665	0,005	0,038	0,355	0,027	4,085
17	3,665	0,004	0,030	0,253	0,021	3,970
18	3,665	0,003	0,023	0,203	0,015	3,906
19	3,665	0,002	0,015	0,152	0,012	3,844
20	3,665	0,002	0,015	0,101	0,009	3,791
21	3,665	0,001	0,008	0,101	0,006	3,780
22	3,665	0,001	0,008	0,051	0,006	3,729
23	3,665	0,001	0,008	0,051	0,003	3,726
24	3,665	0,000	0,000	0,051	0,003	3,719
25	3,665	0,000	0,000	0,000	0,003	3,668
26	3,665			0,000	0,000	3,665
27	3,665				0,000	3,665

Tabel 5.19 Hitungan hidrograf banjir rancangan DAS Papringan (kala ulang 10 tahun)

Jam ke	Aliran dasar Qb (m ³ /dt)	HSS U (m/dt)	Limpasan Langsung Untuk Kala Ulang 10 Tahun (m ³ /dt)			Debit Banjir Q10 th (m ³ /dt)
			t-1 = 9,808 mm/jam	t-2 = 57,954 mm/jam	t-3 = 4,657 mm/jam	
			Qt-1 = U x t-1	Qt-2 = U x t-2	Qt-3 = U x t-3	
0	3,665	0,000	0,000	-	-	3,665
1	3,665	0,456	4,472	0,000	-	8,137
2	3,665	0,885	8,680	26,427	0,000	38,772
2,906	3,665	1,332	13,064	51,289	2,124	70,142
3	3,665	0,232	2,275	77,195	4,121	87,257
4	3,665	0,173	1,697	13,445	6,203	25,010
5	3,665	0,128	1,255	10,026	1,080	16,027
6	3,665	0,095	0,932	7,418	0,806	12,821
7	3,665	0,071	0,696	5,506	0,596	10,463
8	3,665	0,053	0,520	4,115	0,442	8,742
9	3,665	0,039	0,383	3,072	0,331	7,450
10	3,665	0,029	0,284	2,260	0,247	6,456
11	3,665	0,022	0,216	1,681	0,182	5,743
12	3,665	0,016	0,157	1,275	0,135	5,232
13	3,665	0,012	0,118	0,927	0,102	4,812
14	3,665	0,009	0,088	0,695	0,075	4,523
15	3,665	0,007	0,069	0,522	0,056	4,311
16	3,665	0,005	0,049	0,406	0,042	4,162
17	3,665	0,004	0,039	0,290	0,033	4,027
18	3,665	0,003	0,029	0,232	0,023	3,950
19	3,665	0,002	0,020	0,174	0,019	3,877
20	3,665	0,002	0,020	0,116	0,014	3,814
21	3,665	0,001	0,010	0,116	0,009	3,800
22	3,665	0,001	0,010	0,058	0,009	3,742
23	3,665	0,001	0,010	0,058	0,005	3,737
24	3,665	0,000	0,000	0,058	0,005	3,728
25	3,665	0,000	0,000	0,000	0,005	3,670
26	3,665			0,000	0,000	3,665
27	3,665				0,000	3,665

Tabel 5.20 Hitungan hidrograf banjir rancangan DAS Papringan (kala ulang 25 tahun)

Jam ke	Airain dasar	HSS	Limpasan Langsung Untuk Kala Ulang 25 Tahun (m ³ /dt)			Debit Banjir
	Qb (m ³ /dt)	U (m ³ /dt)	t-1 = 12,224 mm/jam	t-2 = 65,987 mm/jam	t-3 = 6,472 mm/jam	Q25 th (m ³ /dt)
			Qt-1 = U x t-1	Qt-2 = U x t-2	Qt-3 = U x t-3	
0	3,665	0,000	0,000	-	-	3,665
1	3,665	0,456	5,574	0,000	-	9,239
2	3,665	0,885	10,818	30,090	0,000	44,573
2.906	3,665	1,332	16,282	58,398	2,951	81,297
3	3,665	0,232	2,836	87,895	5,728	100,123
4	3,665	0,173	2,115	15,309	8,621	29,709
5	3,665	0,128	1,565	11,416	1,502	18,147
6	3,665	0,095	1,161	8,446	1,120	14,392
7	3,665	0,071	0,868	6,269	0,828	11,630
8	3,665	0,053	0,648	4,685	0,615	9,613
9	3,665	0,039	0,477	3,497	0,460	8,099
10	3,665	0,029	0,354	2,573	0,343	6,936
11	3,665	0,022	0,269	1,914	0,252	6,100
12	3,665	0,016	0,196	1,452	0,188	5,500
13	3,665	0,012	0,147	1,056	0,142	5,010
14	3,665	0,009	0,110	0,792	0,104	4,670
15	3,665	0,007	0,086	0,594	0,078	4,422
16	3,665	0,005	0,061	0,462	0,058	4,246
17	3,665	0,004	0,049	0,330	0,045	4,089
18	3,665	0,003	0,037	0,264	0,032	3,998
19	3,665	0,002	0,024	0,198	0,026	3,913
20	3,665	0,002	0,024	0,132	0,019	3,841
21	3,665	0,001	0,012	0,132	0,013	3,822
22	3,665	0,001	0,012	0,066	0,013	3,756
23	3,665	0,001	0,012	0,066	0,006	3,750
24	3,665	0,000	0,000	0,066	0,006	3,737
25	3,665	0,000	0,000	0,000	0,006	3,671
26	3,665			0,000	0,000	3,665
27	3,665				0,000	3,665

Tabel 5.21 Hitungan hidrograf banjir rancangan DAS Papringan (kala ulang 50 tahun)

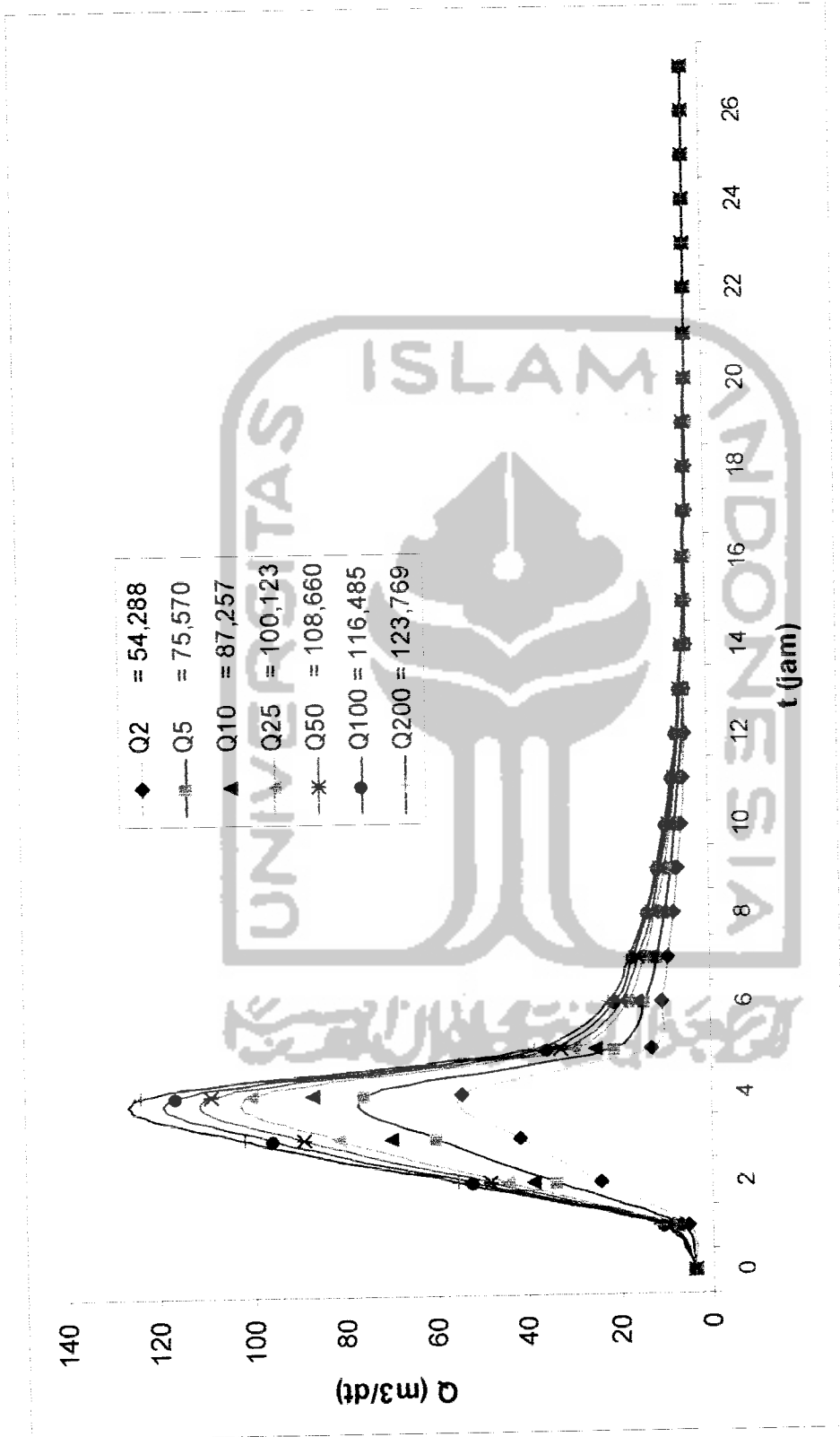
Jam ke	Aliran dasar	HSS	Limpasan Langsung Untuk Kala Ulang 50 Tahun (m ³ /dt)			Debit Banjir
	Qb (m ³ /dt)	U (m ³ /dt)	t-1 = 13,827 mm/jam	t-2 = 71,317 mm/jam	t-3 = 7,677 mm/jam	Q50 th (m ³ /dt)
			Qt-1 = U x t-1	Qt-2 = U x t-2	Qt-3 = U x t-3	
0	3,665	0,000	0,000	-	-	3,665
1	3,665	0,456	6,305	0,000	-	9,970
2	3,665	0,885	12,237	32,521	0,000	48,422
2,906	3,665	1,332	18,418	63,116	3,501	88,699
3	3,665	0,232	3,208	94,994	6,794	108,661
4	3,665	0,173	2,392	16,546	10,226	32,828
5	3,665	0,128	1,770	12,338	1,781	19,554
6	3,665	0,095	1,314	9,129	1,328	15,435
7	3,665	0,071	0,982	6,775	0,983	12,404
8	3,665	0,053	0,733	5,064	0,729	10,191
9	3,665	0,039	0,539	3,780	0,545	8,529
10	3,665	0,029	0,401	2,781	0,407	7,254
11	3,665	0,022	0,304	2,068	0,299	6,337
12	3,665	0,016	0,221	1,569	0,223	5,678
13	3,665	0,012	0,166	1,141	0,169	5,141
14	3,665	0,009	0,124	0,856	0,123	4,768
15	3,665	0,007	0,097	0,642	0,092	4,496
16	3,665	0,005	0,069	0,499	0,069	4,302
17	3,665	0,004	0,055	0,357	0,054	4,131
18	3,665	0,003	0,041	0,285	0,038	4,030
19	3,665	0,002	0,028	0,214	0,031	3,937
20	3,665	0,002	0,028	0,143	0,023	3,858
21	3,665	0,001	0,014	0,143	0,015	3,837
22	3,665	0,001	0,014	0,071	0,015	3,765
23	3,665	0,001	0,014	0,071	0,008	3,758
24	3,665	0,000	0,000	0,071	0,008	3,744
25	3,665	0,000	0,000	0,000	0,008	3,673
26	3,665			0,000	0,000	3,665
27	3,665				0,000	3,665

Tabel 5.22 Hitungan hidrograf banjir rancangan DAS Papringan (kala ulang 100 tahun)

Jam ke	Aliran dasar Qb (m ³ /dt)	HSS U (m ³ /dt)	Limpasan Langsung Untuk Kala Ulang 100 Tahun (m ³ /dt)			Debit Banjir Q100 th (m ³ /dt)
			t-1 = 15,296 mm/jam	t-2 = 76,202 mm/jam	t-3 = 8,780 mm/jam	
			Qt-1 = U x t-1	Qt-2 = U x t-2	Qt-3 = U x t-3	
0	3,665	0,000	0,000	-	-	3,665
1	3,665	0,456	6,975	0,000	-	10,640
2	3,665	0,885	13,537	34,748	0,000	51,950
2.906	3,665	1,332	20,374	67,439	4,004	95,482
3	3,665	0,232	3,549	101,501	7,770	116,485
4	3,665	0,173	2,646	17,679	11,695	35,685
5	3,665	0,128	1,958	13,183	2,037	20,843
6	3,665	0,095	1,453	9,754	1,519	16,391
7	3,665	0,071	1,086	7,239	1,124	13,114
8	3,665	0,053	0,811	5,410	0,834	10,720
9	3,665	0,039	0,597	4,039	0,623	8,924
10	3,665	0,029	0,444	2,972	0,465	7,546
11	3,665	0,022	0,337	2,210	0,342	6,554
12	3,665	0,016	0,245	1,676	0,255	5,841
13	3,665	0,012	0,184	1,219	0,193	5,261
14	3,665	0,009	0,138	0,914	0,140	4,858
15	3,665	0,007	0,107	0,686	0,105	4,563
16	3,665	0,005	0,076	0,533	0,079	4,354
17	3,665	0,004	0,061	0,381	0,061	4,169
18	3,665	0,003	0,046	0,305	0,044	4,060
19	3,665	0,002	0,031	0,229	0,035	3,959
20	3,665	0,002	0,031	0,152	0,026	3,874
21	3,665	0,001	0,015	0,152	0,018	3,850
22	3,665	0,001	0,015	0,076	0,018	3,774
23	3,665	0,001	0,015	0,076	0,009	3,765
24	3,665	0,000	0,000	0,076	0,009	3,750
25	3,665	0,000	0,000	0,000	0,009	3,674
26	3,665			0,000	0,000	3,665
27	3,665				0,000	3,665

Tabel 5.23 Hitungan hidrograf banjir rancangan DAS Papringan (kala ulang 200 tahun)

Jam ke	Aliran dasar Qb (m ³ /dt)	HSS U (m/dt)	Limpasan Langsung Untuk Kala Ulang 200 Tahun (m ³ /dt)			Debit Banjir Q200 th (m ³ /dt)
			t-1 = 16,664 mm/jam	t-2 = 80,749 mm/jam	t-3 = 9,808 mm/jam	
			Qt-1 = U x t-1	Qt-2 = U x t-2	Qt-3 = U x t-3	
						3,665
0	3,665	0,000	0,000	-	-	11,264
1	3,665	0,456	7,599	0,000	0,000	55,234
2	3,665	0,885	14,748	36,822	0,000	101,797
2,906	3,665	1,332	22,196	71,463	4,472	123,769
3	3,665	0,232	3,866	107,558	8,680	38,346
4	3,665	0,173	2,883	18,734	13,064	22,043
5	3,665	0,128	2,133	13,970	2,275	17,281
6	3,665	0,095	1,583	10,336	1,697	13,775
7	3,665	0,071	1,183	7,671	1,255	11,213
8	3,665	0,053	0,883	5,733	0,932	9,291
9	3,665	0,039	0,650	4,280	0,696	7,817
10	3,665	0,029	0,483	3,149	0,520	6,756
11	3,665	0,022	0,367	2,342	0,383	5,993
12	3,665	0,016	0,267	1,776	0,284	5,373
13	3,665	0,012	0,200	1,292	0,216	4,941
14	3,665	0,009	0,150	0,969	0,157	4,626
15	3,665	0,007	0,117	0,727	0,118	4,402
16	3,665	0,005	0,083	0,565	0,088	4,204
17	3,665	0,004	0,067	0,404	0,069	4,087
18	3,665	0,003	0,050	0,323	0,049	3,980
19	3,665	0,002	0,033	0,242	0,039	3,889
20	3,665	0,002	0,033	0,161	0,029	3,863
21	3,665	0,001	0,017	0,161	0,020	3,782
22	3,665	0,001	0,017	0,081	0,020	3,772
23	3,665	0,001	0,017	0,081	0,010	3,756
24	3,665	0,000	0,000	0,081	0,010	3,675
25	3,665	0,000	0,000	0,000	0,010	3,665
26	3,665			0,000	0,000	3,665
27	3,665				0,000	3,665



Gambar 5.6 Hidrograf Banjir Rancangan DAS Papringan

5.3 Analisis Ketinggian Muka Air Tanah

Penggunaan air tanah berlebihan telah mengakibatkan terjadinya penurunan muka air tanah, penurunan muka tanah (*land subsidence*). Di Kabupaten Sleman, Jogjakarta, sejak tahun 1997 sampai 1998 pada wilayah Kecamatan Pakembinangun dan Harjobinangun, kedalaman sumur harus ditambah 1 sampai 2 meter di bawah permukaan dasar sumur untuk mendapatkan air tanah pada musim kemarau. Kedalaman sumur rata-rata penduduk pada saat awal pembuatan antara 3 sampai 10 meter, jarak sumur dengan sungai ± 50 sampai 500 meter serta aliran air tanah dari sumur menuju sungai.

Di daerah Kotamadya Jogjakarta, pada wilayah Kecamatan Gondokusuman Dan Umbulharjo, sejak awal pembuatan sumur rata-rata belum pernah dilakukan penggalian. Jarak sumur ke sungai yang relatif cukup dekat antara 10 sampai 30 meter memiliki kedalaman muka air sumur rata-rata 3 sampai 5 meter, sedangkan jarak yang lebih jauh dari sungai antara 40 sampai 100 meter memiliki kedalaman muka air sumur rata-rata 10 sampai 13 meter dari dasar sumur dan aliran air tanah dari sumur menuju sungai.

Di Kabupaten Bantul, Jogjakarta, sejak tahun 2000 sampai 2004 pada wilayah Kecamatan Banguntapan dan Pleret, terjadi penurunan kedalaman sumur setinggi 1 sampai 3 meter di bawah permukaan dasar sumur untuk mendapatkan air tanah pada musim kemarau. Kedalaman sumur rata-rata penduduk pada saat awal pembuatan antara 6 sampai 12 meter, jarak sumur dengan sungai ± 20 sampai 300 meter dengan aliran air tanah dari sumur menuju sungai.

Eksplorasi sumur air tanah dengan jarak antar sumur yang rapat yaitu ± 5 sampai 10 meter telah meningkatkan penurunan muka air tanah.

Tabel 5.25 Ketinggian muka air tanah dibagian hulu DAS Gajahwong

No	I	II	III	IV	V
1	4	2	6	4	1
2	3	0,5	3,5	1,5	0,5
3	5	5	10	6	1
4	7	2	9	2	1
5	12	1	13	8	2
6	13	0,5	13,5	4,5	0,5
7	5	1	6	4	1
8	5	9	14	5,5	4
9	8	0	8	7	1
10	4	1	5	3	1
11	11	2	13	7	3
12	3,5	0,3	3,8	3	1
13	4	0,5	4,5	3	0,5
14	4	0,5	4,5	3,5	2,5
15	3	1	4	3	1
16	10	2	12	4	1
17	4	1	5	2	1
18	2,5	0	2,5	2,5	1
19	4	0	4	2	0,25
20	5	0	5	3	1
Rata-rata	5,850	1,465	7,315	3,925	1,263

Tabel 5.26 Ketinggian muka air tanah dibagian tengah DAS Gajahwong

No	I	II	III	IV	V
21	4	0	4	2	1
22	3	1	4	3	2
23	4	0,25	4,25	1	1
24	4	1	5	2	1
25	4	0	4	1	0,6
26	3	0	3	2	0,75
27	13	0	13	2	1
28	11	0	11	2	1
29	10	0	10	2	1
30	13	0	13	2	1
31	12	0	12	2	1
32	4	0	4	2	1,5
33	5	0	5	3	1
Rata-rata	6,923	0,173	7,096	2,000	1,065

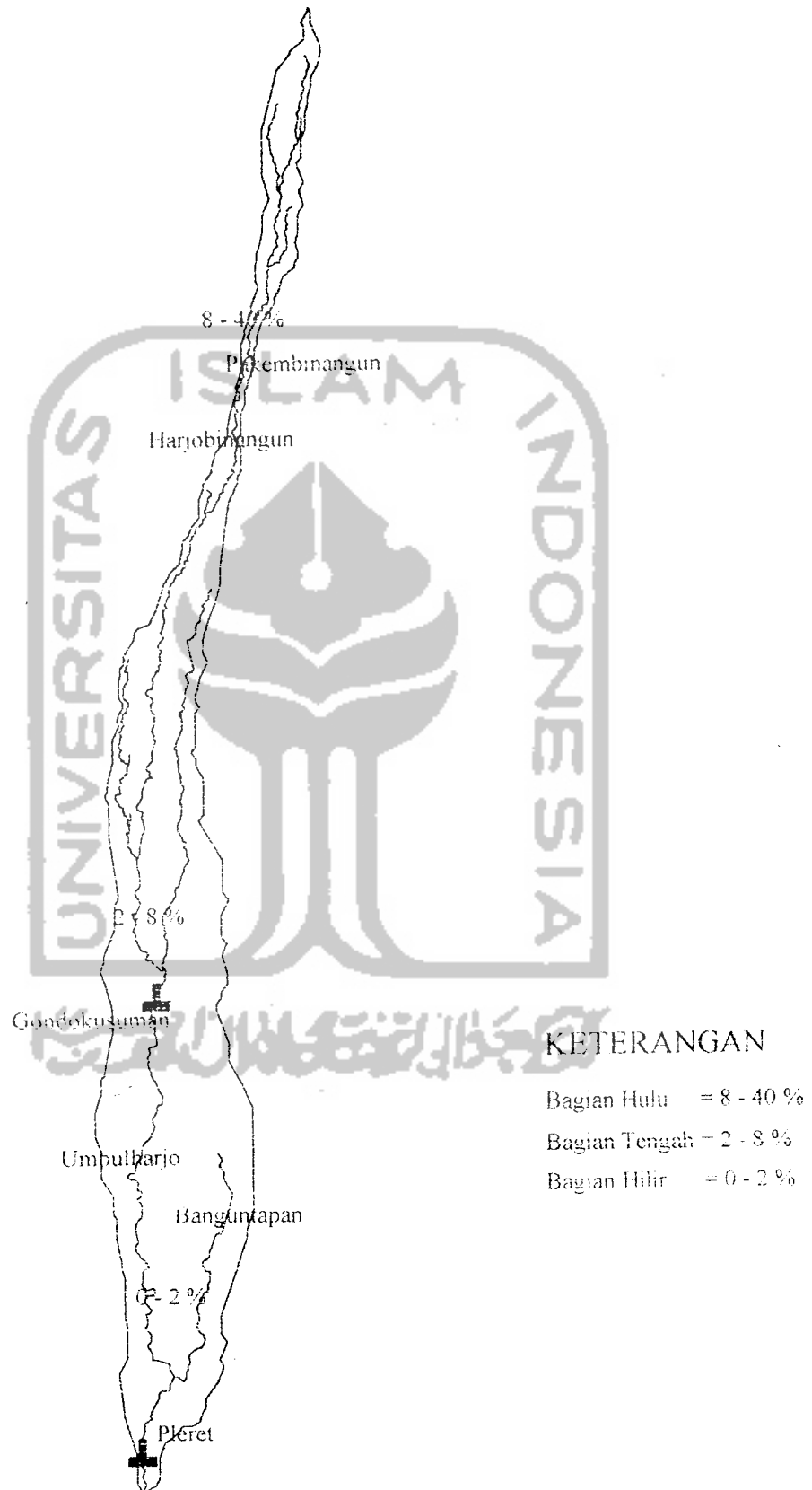
Tabel 5.27 Ketinggian muka air tanah dibagian hilir DAS Gajahwong

No	I	II	III	IV	V
34	6	3	9	4	2
35	14	1,5	15,5	5	1
36	7	0,5	7,5	1,5	0,5
37	12	2	14	2	0,5
38	5	1	6	1,5	1
39	6	1	7	1	0,5
40	6	0	6	4	1,5
41	7	0	7	3	1
42	7	0	7	4	1
43	5	0	5	4	2
44	7	0	7	4	0,5
45	7	0	7	2	1
46	9	0	9	2	1
47	9	0	9	4	2
48	3	0	3	3	0,5
49	2	0	2	1,5	1
50	6	1	7	4	3
Rata-rata	6,941	0,588	7,529	2,941	1,176

Keterangan :

- I = kedalaman sumur awal pembuatan (m)
- II = Penambahan kedalaman sumur (m)
- III = Kedalaman sumur saat sekarang (m)
- IV = Ketinggian air sumur saat musim penghujan (m)
- V = Ketinggian air sumur saat musim kemarau (m)

PETA DAERAH PENELITIAN ANALISIS KETINGGIAN MUKA AIR TANAH



5.4 Pembahasan

Pada tugas akhir ini penelitian dilakukan sepanjang DAS Gajahwong dari hulu sungai yaitu lereng gunung merapi hingga hilir sungai yang terletak pada kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul.

Penelitian ini melihat terjadinya fenomena perubahan debit dan muka air tanah (fungsi muka air sumur) DAS Gajahwong.

5.4.1 Debit

Penelitian dilakukan pada stasiun pencatat debit yang ada pada DAS Gajahwong yaitu pada stasiun Papringan dan stasiun Wonokromo menggunakan metode terukur dan teoritik, tetapi analisis perhitungan Wonokromo tidak dapat dilanjutkan dikarenakan hanya memiliki data debit terukur yang sedikit yaitu antara tahun 2003 sampai 2004 saja.

Metode terukur dengan data debit yang diperoleh dari Balai PSDA Progo-Opak-Oyo pada stasiun pencatat debit Papringan dan Wonokromo.

Sedangkan metode teoritik (Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1) menggunakan data curah hujan harian rata-rata maksimum dan peta topografi yang diperoleh dari Balai PSDA Progo-Opak-Oyo Jogjakarta.

Dari hasil penelitian tugas akhir ini, debit terukur pada stasiun Papringan berdasarkan pada data debit selama 11 tahun yaitu dari tahun 1994 sampai 2004.

Berdasarkan analisis debit maksimum DAS Gajahwong yaitu DAS Papringan didapatkan data debit rancangan kala ulang. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5.28.

Tabel 5.28 Analisis debit rancangan kala ulang DAS Papringan

Tahun (T)	Debit Maksimum Papringan (m^3/dtk)
2	3,702
5	4,498
10	5,598
25	7,823
50	10,177
100	13,185
200	16,909

Dari hasil debit rancangan kala ulang, maka didapatkan nilai rasio antara debit maksimum dan minimum rata-rata Papringan yang dapat dilihat pada Tabel 5.29

Tabel 5.29 Analisis rasio debit rancangan kala ulang DAS Papringan

Tahun (T)	Rasio Papringan
2	22,573
5	27,427
10	34,134
25	47,701
50	62,055
100	80,396
200	103,104

Sedangkan perhitungan untuk debit rancangan dengan menggunakan metode terukur (data terukur) dan teoritik (peta topografi dan data curah hujan) dapat dilihat pada Tabel 5.30

Tabel 5.30 Analisis debit rancangan terukur dan teoritik

Tahun (T)	Terukur Papringan (m ³ /dtk)	Teoritik Papringan (m ³ /dtk)
2	3,702	54,288
5	4,498	75,570
10	5,598	87,257
25	7,823	100,123
50	10,177	108,661
100	13,185	116,485
200	16,909	123,769

5.4.2 Tinggi muka air tanah (tinggi muka air sumur)

Penelitian dilakukan dengan menyebarkan kuisioner sebanyak 50 buah pada warga yang bertempat tinggal pada daerah sekitar aliran sungai Gajahwong baik di daerah hulu, tengah maupun hilir.

Tabel 5.31 Analisis rata-rata ketinggian muka air tanah

Daerah Penelitian	I	II	III	IV	V
Bagian Hulu	5,850	1,465	7,315	3,925	1,263
Bagian Tengah	6,923	0,173	7,096	2	1,065
Bagian Hilir	6,941	0,588	7,529	2,941	1,176

Dari data analisis rata-rata pada Tabel 5.31 menunjukkan bahwa pada DAS Gajahwong terjadi penambahan kedalaman sumur sebesar 1 sampai 2 meter, dimana pada awal pembuatan kedalaman sumur tersebut berkisar antara 5 sampai 7 meter, dan pada saat sekarang kedalaman sumur bertambah menjadi 6 sampai 8 meter, yang mana ketinggian muka air tanah pada saat musim penghujan berkisar antara 2 sampai 4 meter dan 1 sampai 2 meter pada saat musim kemarau yang diukur dari dasar sumur sampai tinggi muka air sumur.

Keterangan :

- I = kedalaman sumur awal pembuatan (m)
- II = Penambahan kedalaman sumur (m)
- III = Kedalaman sumur saat sekarang (m)
- IV = Ketinggian air sumur saat musim penghujan (m)
- V = Ketinggian air sumur saat musim kemarau (m)