

ANALISIS KURVA *IDF* (*INTENSITY-DURATION-FREQUENCY*) DAS GAJAHWONG YOGYAKARTA

Andrea Sumarah Asih¹ dan Garyesto Theopastus Habaita²

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, STTNAS Yogyakarta

Jln. Babarsari, CT., Depok, Sleman, Yogyakarta 55281

²Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, STTNAS Yogyakarta

Jln. Babarsari, CT., Depok, Sleman, Yogyakarta 55281

Email : andrea.sa21@gmail.com

ABSTRAK

Analisis hidrologi sangat dibutuhkan dalam perencanaan bangunan-bangunan hidraulik. Salah satu diantaranya perencanaan saluran drainase yang membutuhkan kurva *IDF* (*Intensity-Duration Frekuensi*) untuk dapat menghitung debit banjir rencana. Penelitian ini bertujuan menganalisis kurva *IDF* DAS Gajah Wong yang nantinya dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase beberapa kawasan yang terletak di DAS Gajah Wong salah satunya adalah kawasan Babarsari.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan data hujan harian sepanjang 13 tahun mulai dari tahun 2000 sampai dengan 2012 di stasiun Prumpung, Sopalan dan Santan. Data hujan dianalisis frekuensinya untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai, kemudian diuji dengan metode Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov untuk mengetahui apakah jenis distribusi sudah tepat atau belum. Berdasarkan jenis distribusi terpilih kemudian dapat dihitung besaran hujan rancangan dengan kala ulang tertentu. Hujan rancangan kemudian dianalisis menggunakan metode Mononobe sehingga didapatkan hubungan antara intensitas hujan dan durasi berdasarkan frekuensi kejadiannya. Penyajian secara grafik hubungan ini berupa kurva *IDF* (*Intensity-Duration-Frequency*) yang menyatakan besarnya perkiraan intensitas hujan untuk berbagai kala ulang.

Hasil penelitian data hujan menggunakan metode analisis frekuensi menunjukkan bahwa jenis distribusi yang sesuai dengan sebaran data di wilayah studi adalah distribusi normal. Sedangkan persamaan yang didapatkan dari kurva *IDF* menggunakan metode Mononobe untuk berbagai kala ulang diantaranya untuk kala ulang 5 tahun yaitu $y = 385.79 x^{-0.667}$ dan kala ulang 10 tahun yaitu $y = 429.96 x^{-0.667}$.

Kata kunci : intensitas, durasi, frekuensi, debit

PENDAHULUAN

Kajian terhadap sistem drainase suatu kota atau kawasan selalu diawali dengan analisis hidrologi berupa perkiraan besaran banjir yang terjadi. Asdak dalam Suroso, 2006 menyebutkan bahwa banjir adalah aliran/genangan air yang menimbulkan kerugian ekonomi atau bahkan menyebabkan kehilangan jiwa. Aliran/genangan air ini dapat terjadi karena adanya luapan-luapan pada daerah di kanan atau kiri sungai/saluran akibat alur sungai tidak memiliki kapasitas yang cukup bagi debit aliran yang lewat (Sudarwadi, 1987). Bencana banjir selain disebabkan akibat kerusakan ekosistem ataupun aspek lingkungan yang tidak terjaga akan tetapi juga disebabkan karena bencana alam itu sendiri seperti curah hujan yang tinggi.

Penentuan besaran banjir yang terjadi dapat dilakukan melalui analisis data debit atau data hujan yang tersedia. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung debit banjir dalam perencanaan bangunan pengendali banjir seperti saluran drainase maupun tanggul adalah metode Rasional. Akan tetapi metode Rasional baru dapat digunakan jika tersedia data intensitas hujan dalam durasi dan periode ulang tertentu yang dinyatakan dalam kurva *Intensity-Duration-Frequency* (*IDF*).

Sri Harto (1993) menyebutkan bahwa analisis *IDF* memerlukan analisis frekuensi dengan menggunakan seri data yang diperoleh dari rekaman data hujan. Dari analisis frekuensi didapatkan nilai hujan rencana yang kemudian dapat dianalisis hubungan antara intensitas dan durasi berdasarkan frekuensi kejadiannya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis curah hujan DAS Gajahwong, sehingga didapatkan perkiraan besarnya intensitas hujan untuk berbagai kala ulang. Besarnya perkiraan intensitas hujan ini dinyatakan dalam kurva *Intensity-Duration-Frequency* (*IDF*), yang nantinya dapat digunakan sebagai dasar perhitungan debit banjir rencana. Perhitungan debit banjir ini sangat bermanfaat sebagai informasi awal untuk perencanaan bangunan pengendali banjir diantaranya saluran drainase, tanggul, dan bangunan lainnya yang terdapat di DAS Gajahwong.

Kajian Pustaka

Pemilihan Seri Data Hujan

Hujan merupakan masukan utama kedalam suatu DAS, sehingga jumlah hujan yang terjadi dalam suatu DAS merupakan besaran yang sangat penting dalam sistem DAS tersebut. Data curah

hujan dapat berupa curah hujan harian atau curah hujan jam-jaman (Rachmad Jayadi, 2000). Penentuan debit banjir rancangan dapat dilakukan dengan menentukan hujan rancangan dengan analisis frekuensi dari seri kumpulan data hujan harian beberapa tahun. Dalam Sri Harto (1993), disebutkan bahwa penetapan seri data yang dipergunakan dalam analisis frekuensi dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut :

1. *Maximum annual series*

Dilakukan dengan mengambil data maksimum setiap tahunnya, yang berarti jumlah seri data akan sama dengan panjang data yang tersedia. Akibatnya, besar hujan/banjir maksimum kedua dalam satu tahun yang mungkin lebih besar dari hujan/banjir maksimum tahun lain yang tidak diikutkan dalam analisis. Hal seperti ini dianggap oleh sebagian pihak kurang realistis. Untuk mengatasi itu digunakan *partial annual series*.

2. *Partial annual series*

Ditetapkan dengan jalan menetapkan suatu batas bawah tertentu (*threshold*) dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu, misalnya resiko kegagalan, jenis proyek, daerah yang terkena imbas bila terjadi kegagalan, dan peraturan yang berlaku bila ada. Dalam hal ini batasan yang diambil diusahakan menghasilkan debit rancangan yang optimal baik dari segi keamanan struktur maupun dari segi ekonomi. Selanjutnya, besaran yang ada di atas batasan tersebut digunakan sebagai input dalam analisis frekuensi.

Analisis Frekuensi

Tujuan dalam analisis frekuensi adalah untuk memperkirakan besaran tinggi hujan dengan kala ulang tertentu dari hujan terukur dengan menggunakan cara statistik. Parameter statistik yang digunakan dalam analisis frekuensi adalah sebagai berikut :

Parameter Statistik

a. Rata-rata / mean.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \tag{1}$$

dengan n adalah jumlah pengamatan, \bar{x} adalah rata-rata data hujan maksimum tiap tahun, serta x_i adalah hujan maksimum tiap tahun.

b. Simpangan baku (standard deviation) atau varian (variance)

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \tag{2}$$

c. Koefisien asimetri / coefficient of skewness.

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \tag{3}$$

d. Koefisien varian /coefficient of variation.

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \tag{4}$$

e. Koefisien Kurtosis /coefficient of kurtosis.

$$C_k = \frac{n \sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \tag{5}$$

Distribusi statistik

Distribusi statistik yang akan dipakai dalam analisis frekuensi dapat ditentukan setelah parameter statistik diketahui. Adapun ciri dari distribusi statistik yang sering digunakan dalam analisis hidrologi antara lain (Rachmad Jayadi, 2000).

a. Distribusi Normal

Distribusi Normal memiliki ciri khas $C_s \approx 0$ dan $C_k \approx 3$

b. Distribusi Log Normal

Ciri khas distribusi Log Normal adalah $C_s \approx 3$ C_v dan $C_s > 0$

c. Distribusi Gumbel

Ciri khas distribusi Gumbel adalah $C_s = 1,1396$ dan $C_k = 5,4002$.

d. Distribusi Log Pearson III

Dapat dipilih jika nilai koefisien *skewness* tidak mendekati nilai satupun dari nilai koefisien yang telah ditetapkan pada distribusi di atas.

Uji kesesuaian distribusi

Uji kesesuaian distribusi dilakukan untuk menetapkan apakah distribusi yang dipilih sesuai dengan distribusi data.

a. Uji Chi-kuadrat

Pengujian ini merupakan pengecekan terhadap penyimpangan rerata dari data yang dianalisis berdasarkan distribusi terpilih. Penyimpangan tersebut diukur dari perbedaan antara nilai probabilitas setiap variat χ menurut hitungan dengan pendekatan empiris. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut ini (Rachmad Jayadi, 2000).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \left[\frac{(Ef_i - Of_i)^2}{Ef_i} \right] \tag{6}$$

dengan χ^2 adalah harga Chi-kuadrat, Ef adalah frekuensi yang diharapkan untuk kelas i , Of adalah frekuensi terbaca pada kelas i , dan k adalah jumlah kelas.

Syarat uji Chi-kuadrat adalah harga χ^2 harus lebih kecil dari harga χ^2_{kritik} yang besarnya tergantung pada derajat kebebasan (DK) dan derajat nyata (α). Pada analisis frekuensi umumnya digunakan nilai $\alpha = 5 \%$, sedangkan DK didapat dengan rumus berikut ini.

$$DK = K - (P + 1) \quad (7)$$

dengan DK adalah derajat kebebasan, K adalah jumlah kelas, dan P adalah jumlah parameter distribusi terpilih.

b. Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan ini sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*nonparametrik test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Pengujian ini lebih sederhana, yaitu dengan membandingkan probabilitas untuk tiap variat dari distribusi empiris dan probabilitas dari distribusi teoritisnya sehingga mendapatkan nilai perbedaan delta (Δ) tertentu. Nilai delta yang tertinggi harus lebih kecil dari nilai delta kritik sebagai syarat bahwa distribusi tertentu tersebut dapat diterima.

$$\Delta_{\text{maks}} = |P(x) - P(x_i)| < \Delta_{\text{kritik}} \quad (8)$$

dengan $P(x)$ adalah peluang teoritis dan $P(x_i)$ adalah peluang empiris (lapangan).

Analisis Intenstitas Hujan

Karakteristik hujan terdiri dari intensitas, durasi, kedalaman dan frekuensi. Semua karakteristik tersebut saling berkaitan. Analisis hubungan dua parameter hujan yang penting berupa intensitas dan durasi dapat dihubungkan secara statistik dengan suatu frekuensi kejadiannya. Penyajian secara grafik hubungan ini adalah berupa kurva *Intensity-Duration-Frequency (IDF)* (Joesron Loebis, 1992).

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut terkonsentrasi (Joesron Loebis, 1992). Intensitas curah hujan dinotasikan dengan huruf I dengan satuan mm/jam. Besarnya intensitas curah hujan sangat diperlukan dalam perhitungan debit banjir rencana berdasar metode Rasional. Durasi adalah lamanya suatu kejadian hujan (Sudjarwadi, 1987). Intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak sangat luas (Sudjarwadi, 1987). Hujan yang meliputi daerah luas, jarang sekali dengan intensitas tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit.

Sri Harto (1993) menyebutkan bahwa analisis IDF memerlukan analisis frekuensi dengan menggunakan seri data yang diperoleh dari rekaman data hujan. Jika tidak tersedia waktu untuk mengamati besarnya intensitas hujan atau disebabkan oleh karena alatnya tidak ada, dapat ditempuh cara-cara empiris dengan mempergunakan

rumus-rumus eksperimental seperti rumus Talbot, Sherman dan Ishigura (Suyono dan Takeda, 1999). Apabila di lapangan terdapat data hujan jam-jaman, maka intensitas curah hujan dihitung menggunakan metode Talbot (Joesron Loebis, 1992).

Seandainya data curah hujan yang ada adalah data curah hujan harian, maka untuk menghitung intensitas hujan dapat digunakan metode Mononobe (Joesron Loebis, 1992) sebagai berikut :

$$R_T = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{2/3} \quad (9)$$

dengan R_T adalah intensitas hujan pada durasi T jam (mm/jam), R_{24} adalah curah hujan harian maksimum (mm), dan T adalah durasi hujan (jam).

METODE PENELITIAN

Lokasi, Waktu dan Data

Lokasi penelitian adalah DAS Gajahwong yang terletak di wilayah propinsi DIY. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari Balai Sumber Daya Air Progo-Opak-Oyo Dinas Pengairan dan Balai SABO Propinsi DIY dengan lama pencatatan selama 13 tahun mulai tahun 2000 sampai dengan tahun 2012. Data tersebut berupa data hujan jam-jaman dan data hujan harian stasiun Prumpung, Sopalan dan Santan, data debit debit harian sungai di Papringan dan Tambak Bayan, dan peta DAS.



Gambar 1. Peta Lokasi DAS Gajahwong

Alat dan Metode Analisis

Alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini adalah program *Excel Visual Basic For*

Application (Kurniawan, 1998). Adapun tahapan penelitian meliputi analisis hujan harian maksimum DAS, analisis frekuensi dan analisis intensitas hujan (kurva IDF).

Analisis hujan harian maksimum DAS dilakukan menggunakan metode *partial annual series* berdasarkan data curah hujan yang tersedia. Data hujan maksimum tersebut selanjutnya dianalisis frekuensinya untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai, kemudian diuji dengan metode Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov untuk mengetahui apakah jenis distribusi sudah tepat. Berdasarkan jenis distribusi terpilih kemudian dapat dihitung besarnya hujan rancangan dengan kala ulang tertentu.

Hujan rancangan kemudian dianalisis menggunakan metode Mononobe sehingga didapatkan hubungan antara intensitas hujan dan durasi berdasarkan frekuensi kejadiannya, yang disajikan secara grafik berupa kurva *Intensity-Duration-Frequency (IDF)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis hujan harian maksimum DAS

Mengingat panjang data hujan harian yang tersedia hanya 13 tahun maka pemilihan seri hujan dipilih cara *partial annual series*. Dalam analisis hujan harian maksimum DAS Gajahwong ini tahapan yang dilakukan berturut-turut adalah

Tabel 1. Hujan maksimum harian rata-rata

Tahun	Kejadian		Nama Stasiun			Hujan harian rata-rata	Hujan maks harian rata-rata
	Bulan	Tanggal	Santan	Prumpung	Sopalan		
2000	3	20	82	34	0	38.667	53.333
	4	2	40	107	13	53.333	
	1	1	1	13	30	14.667	
2001	1	7	129	31	25	61.667	68.000
	12	3	0	192	12	68.000	
	4	5	31	30	45	35.333	
2002	1	23	80	23	2	35.000	58.167
	2	6	60	108	6.5	58.167	
	2	20	22	53	50	41.667	
2003	2	27	196	7	11	71.333	71.333
	3	21	0	76	21	32.333	
	2	26	0	5	89.5	31.500	
2004	1	30	110	0	0.5	36.833	56.833
	11	29	13	90	9.5	37.500	
	12	27	86	2	82.5	56.833	
2005	1	21	145	44	98.5	95.833	95.833
	12	17	0	107	71.5	59.500	
	1	21	145	44	98.5	95.833	
2006	2	27	92	33	5	43.333	64.667
	4	10	33	161	0	64.667	
	3	16	19	11	111	47.000	
2007	12	28	157	13	0	56.667	56.667
	12	26	47	81	0	42.667	
	-	-	0	0	0	0.000	
2008	-	-	68	0	0	22.667	22.667
	-	-	0	0	0	0.000	
	-	-	0	0	0	0.000	
2009	2	3	98	0	2	33.333	33.333
	-	-	0	0	0	0.000	
	2	2	19	0	47	22.000	
2010	12	7	167	8	10	61.667	61.667
	10	31	0	50	0	16.667	
	12	6	88	1	69.5	52.833	
2011	11	3	97	1	0	32.667	32.667
	12	9	5	74	0	26.333	
	-	-	0	0	0	0.000	
2012	11	24	129	40	17	62.000	62.000
	11	22	0	113	0	37.667	
	3	2	0	7	55.5	20.833	

menentukan hujan maksimum harian pada tahun

tertentu di salah satu stasiun hujan, kemudian mencari besarnya curah hujan pada tanggal-bulan-tahun yang sama untuk stasiun hujan yang lain. Kemudian hujan DAS dihitung rata-ratanya. Langkah tersebut kemudian diulang pada tahun yang sama untuk stasiun hujan yang lain, begitu seterusnya sampai panjang data yang tersedia (Suripin, 2004).

Dari hasil rata-rata yang diperoleh, dipilih nilai yang tertinggi setiap tahun. Data hujan yang terpilih setiap tahun merupakan hujan maksimum harian DAS untuk tahun yang bersangkutan. Hasil analisis hujan harian maksimum rata-rata dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi hujan dilakukan guna menentukan periode ulang hujan rencana yang tertentu, yaitu menunjukkan kemungkinan besarnya curah hujan akan tersamai atau terlampaui selama periode waktu tertentu. Tahapan analisis frekuensi dilakukan berdasarkan data hujan maksimum yang terdapat pada Tabel.1 kemudian dianalisis menggunakan program *Excel Visual Basic For Application* (Kurniawan, 1998).

Dari analisis frekuensi kemudian didapatkan nilai-nilai parameter statistik meliputi nilai rerata (mean) sebesar 56.7052; standar deviasi 18.8962; koefisien skewness -0.0128; koefisien kurtosis 0.8161; serta koefisien varian 0.8161. Berdasarkan nilai-nilai parameter statistik tersebut dapat disimpulkan bahwa jenis distribusi yang sesuai untuk DAS Gajahwong adalah distribusi Normal.

Tabel 2. Nilai Parameter Statistik

Parameter statistik	Nilai
Nilai Rerata (Mean)	56.7052
Standar Deviasi	18.8962
Koefisien Skewness	-0.0128
Koefisien Kurtosis	0.8161
Koefisien Variasi	0.3332
Nilai Tengah	58.1670

Kemudian setelah dilakukan pengujian Chi Kuadrat maupun Smirnov Kolmogorov didapatkan nilai curah hujan untuk berbagai kala ulang (*return period*) seperti yang terdapat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Curah hujan untuk berbagai kala ulang

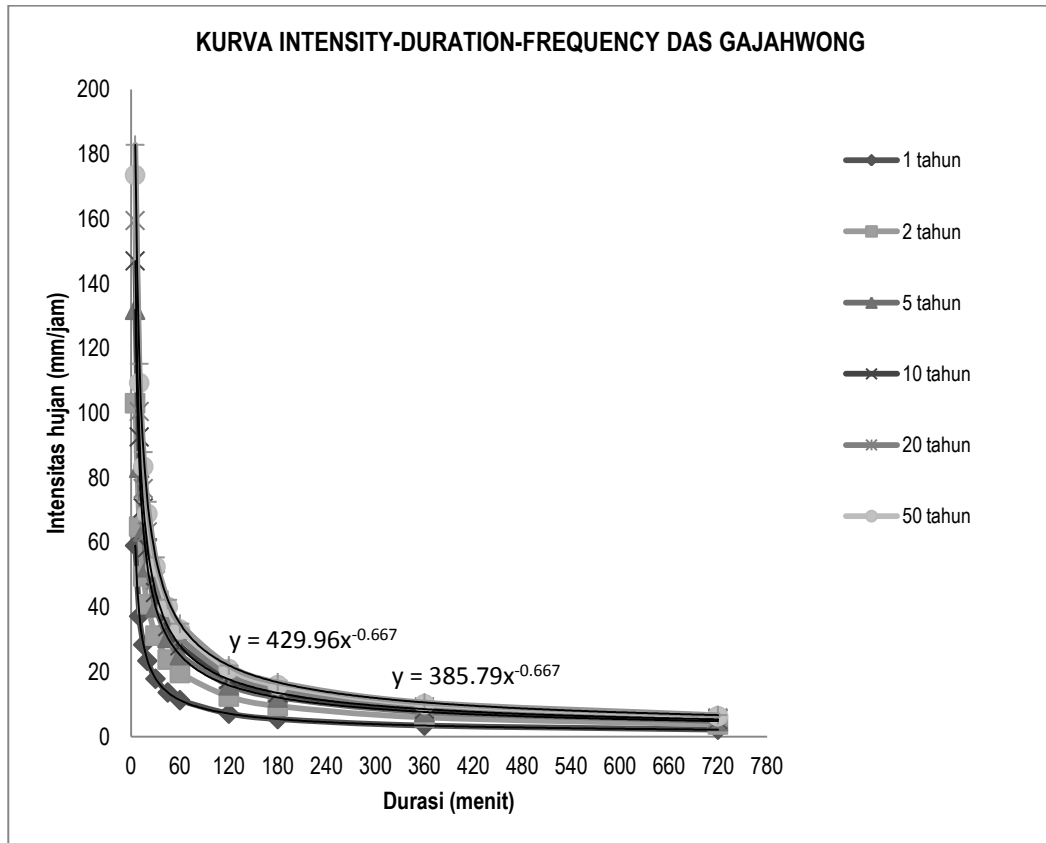
Kala ulang (tahun)	Hujan (mm)
1	32.4887
2	56.7052
5	72.6086
10	80.9216
20	87.7866
50	95.5132
100	100.6643

Analisis Kurva IDF

Setelah didapatkan nilai hujan rencana untuk beberapa kala ulang, data tersebut kemudian didistribusikan ke dalam satuan waktu yang lebih kecil menggunakan metode Mononobe. Adapun hasil analisis intensitas hujan jam-jaman untuk berbagai periode ulang di DAS Gajahwong dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut ini.

Tabel 4. Intensitas hujan jam-jaman (mm/jam) untuk berbagai kala ulang.

Durasi (menit)	Intensitas hujan (mm/jam) untuk berbagai kala ulang (tahun)						
	1	2	5	10	20	50	100
5	59.04	103.04	131.94	147.04	159.52	173.56	182.92
10	37.19	64.91	83.12	92.63	100.49	109.34	115.23
15	28.38	49.54	63.43	70.69	76.69	83.44	87.94
20	23.43	40.89	52.36	58.35	63.31	68.88	72.59
30	17.88	31.21	39.96	44.53	48.31	52.56	55.40
45	13.64	23.81	30.49	33.98	36.87	40.11	42.28
60	11.26	19.66	25.17	28.05	30.43	33.11	34.90
120	7.10	12.38	15.86	17.67	19.17	20.86	21.98
180	5.41	9.45	12.10	13.49	14.63	15.92	16.78
360	3.41	5.95	7.62	8.50	9.22	10.03	10.57
720	2.15	3.75	4.80	5.35	5.81	6.32	6.66



Gambar 2. Kurva *Intensity-Duration-Frequency (IDF)* DAS Gajahwong

KESIMPULAN

Hasil penelitian data hujan menggunakan metode analisis frekuensi menunjukkan bahwa jenis distribusi yang sesuai dengan sebaran data di wilayah studi adalah distribusi normal. Sedangkan persamaan yang didapatkan dari kurva *IDF* menggunakan metode Mononobe untuk berbagai kala ulang diantaranya untuk kala ulang 5 tahun yaitu $y = 385.79 x^{-0.667}$ dan kala ulang 10 tahun yaitu $y = 429.96 x^{-0.667}$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Depdikbud yang telah mendanai penelitian Dosen Pemula di DAS Gajahwong, Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

Joesron Loebis, 1992, *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
Kurniawan, A., 1998, *Analisis Frekuensi Dalam Bidang Sumberdaya Air Dengan*

Menggunakan Program Excel Visual Basic For Application, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil, UGM, Yogyakarta.

Rachmad Jayadi, 2000, *Hidrologi I*, Pengenalan Hidrologi, UGM, Yogyakarta.

Suroso, 2006, *Analisis Curah Hujan Untuk Membuat Kurva Intensity-Duration-Frequency (IDF) di Kawasan Rawan Banjir Kabupaten Banyumas*, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.3, No.1, Januari 2006, Universitas Muhammadiyah Malang.

Suyono S., dan Takeda, 1999, *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramitha, Jakarta.

Sri Harto Br., 1993, *Analisis Hidrologi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Yogyakarta.

Sri Harto Br., 2000, *Hidrologi : Teori, Masalah, Penyelesaian*, Nafiri, Yogyakarta.

Sudjarwadi, 1987, *Teknik Sumber Daya Air*, PAU Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta.