

**STUDI KETERCUKUPAN KAPASITAS SALURAN JALAN PADA JALAN DENGAN  
KELANDAIAAN CUKUP TINGGI  
(Studi Kasus Jalan Kawah Ijen, Bondowoso)**

***STUDY OF SUFFICIENCY OF ROAD CHANNEL CAPACITY ON ROADS WITH HIGH ENOUGH  
GROWTH  
(Case Study of Ijen Crater Road, Bondowoso)***

Noor Salim<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember  
Korespondensi: [salimkzt@gmail.com](mailto:salimkzt@gmail.com)

**ABSTRAK**

Genangan air pada kawasan jalan raya menjadi penyebab terganggunya kelancaran lalu lintas kendaraan. Bahkan meluapnya air dari jalan tersebut yang besar memicu terjadinya banjir pada kawasan jalan tersebut. Permasalahan banjir pada kawasan jalan kawah ijen Bondowoso ini juga dipicu oleh ketidak mampuan saluran jalan yang berfungsi menampung debit air banjir yang terjadi pada kawasan jalan ini. Dari permasalahan ini maka diperlukan kajian berkenaan dengan studi ketercukupan kapasitas saluran jalan pada jalan dengan kelandaian cukup tinggi seperti yang terjadi pada kawasan jalan kawah ijen, Bondowoso ini. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Curah hujan harian rerata diperoleh hasilnya yaitu 100,461 mm dan Intensitas hujan rata-rata relatif tiap saluran untuk kala ulang 10 tahun yaitu 63,301 mm/jam. Debit banjir rencana diperhitungkan dari 2 hingga 100 tahun. Dalam analisis disain saluran drainase ini, debit banjir rancangan diperhitungkan hanya sampai 10 tahun, dan diperoleh debit banjir rencana sebesar 0,423 m<sup>3</sup>/ detik. Saluran yang diperlukan untuk menampung debit banjir adalah saluran persegi panjang dengan ukuran B = H = 0,6 m. Disarankan agar selalu melakukan kajian komprehensif berkenaan dengan perubahan badan jalan seiring dengan bertambahnya lalu lintas yang ada. Serta memelihara secara rutin dari saluran jalan yang ada dan memberi pengertian pada masyarakat sekitar jalan tersebut akan hidup bersih dan tidak membuang sampah sembarangan khususnya di saluran jalan tersebut.

**Kata Kunci: Banjir, Jalan Raya, Saluran,**

**ABSTRACT**

*Stagnant water in the highway area is the cause of disruption of the smooth flow of vehicle traffic. Even the overflowing of air from the road creates a large flood supply in the road area. The problem of flooding in the Ijen Bondowoso crater road area was also triggered by the inability of the channel that functions to fill the flood water discharge that occurs in this road area. From this problem, it is necessary to study regarding the adequacy of the capacity of the road channel on roads with a fairly high slope such as what happened in the area of Ijen Crater road, Bondowoso. From the results of this study it can be seen that the average daily rainfall is the result of 100,461 mm and the relative average rainfall intensity of each channel for the 10 year return period is 63,301 mm / hour. The flood discharge plan is calculated from 2 to 100 years. In this drainage design analysis, the design flood discharge is calculated for only 10 years, and a planned flood discharge is obtained of 0.423 m<sup>3</sup> / second. The channel required to fill the flood discharge is a rectangular channel with the size B = H = 0.6 m. It is recommended to always carry out a comprehensive study with regard to changes in the road body of the*

road along with the increase in existing traffic. As well as the infrastructure of the existing channel and feeding the community around the road, it will be clean and not littering, especially in the road channel.

**Keywords:** Channel, Flood, Highway

## PENDAHULUAN

Genangan air pada kawasan jalan raya menjadi penyebab terganggunya kelancaran lalu lintas kendaraan. Bahkan meluapnya air dari jalan tersebut yang besar memicu terjadinya banjir pada kawasan jalan tersebut. Banjir yang terjadi dikarenakan kawasan terdampak yang tidak bisa menyerap atau mengalirkan air hujan, sehingga air hujan tersebut berubah menjadi aliran permukaan. Besarnya debit banjir sangat dipengaruhi oleh intensitas hujan. Intensitas hujan yaitu tingginya curah hujan pada kurun waktu air terkonsentrasi (Loebis, 1992). Menurut Harto (1993) analisis intensitas, durasi dan frekwensi diperlukan seri data yang diperoleh dari data hujan. Jika dalam pengamatan intensitas hujan alatnya tidak tersedia, maka bisa dipakai cara empiris dengan memakai rumus-rumus eksperimental (Sosrodarsonodan Takeda, 1981). Dan untuk menghitung waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) dalam Triatmodjo (2009). Ada beberapa metode yang dipakai untuk menentukan debit banjir rencana. Salah satu yaitu metode Nakayasu. Yang dikembangkan di Jepang (Soemarto, 1987). Ini sesuai kajian Anik Sarminingsih (2018) hidrograf banjir terpilih yaitu hasil penggunaan metode HSS Nakayasu, yang mana waktu puncak banjir yang lebih sesuai dengan karakteristik DAS. Juga studi yang dilakukan Sihotang dkk (2011) HSS Nakayasu memperlihatkan debit ketika awal hujan, saat dan berakhirnya banjir.

Permasalahan banjir ini yang sering terjadi sebagai akibat dari buruknya lingkungan. Penataan lingkungan yang kurang baik berakibat hilangnya fungsi air secara benar dan menyebabkan terjadinya musibah. Hal yang menjadi penyebab banjir adalah alih fungsi lahan atau tanah dengan berbagai macam perkerasan di atasnya akan menyulitkan air hujan untuk meresap dan air hujan yang turun seluruhnya akan menjadi aliran permukaan. Yang pada awalnya kondisi tanah yang masih alami, penuh dengan rerumputan dan pohon akan mempermudah air hujan untuk meresap ke dalam tanah dan mengurangi aliran permukaan yang terjadi di saat hujan. Alih fungsi lahan ini juga terjadi di daerah kawasan jalan kawah ijen,

Bondowoso.

Permasalahan banjir pada kawasan jalan kawah ijen, Bondowoso ini juga dipicu oleh ketidakmampuan saluran jalan yang berfungsi menampung debit air banjir yang terjadi pada kawasan jalan tersebut. Berawal dari permasalahan ini semua maka diperlukan kajian berkenaan dengan studi ketercukupan kapasitas saluran jalan pada jalan dengan kelandaian cukup tinggi seperti yang terjadi pada kawasan jalan kawah ijen, Bondowoso ini.

## TINJAUAN PUSTAKA

Di dalam penentuan dimensi saluran jalan, secara mendasar dikatakan bahwa kapasitas saluran jalan tersebut harus bisa menampung dari debit banjir yang ada di kawasan jalan tersebut. Atau sederhananya dikatakan bahwa rumusnya adalah  $Q_{saluran} \geq Q_{rencana}$ . Dalam hal ini  $Q_{rencana}$  adalah Debit banjir rencana yang ada pada kawasan saluran jalan tersebut. Sementara  $Q_{saluran}$  merupakan kapasitas saluran jalan yang menampung debit banjir tersebut.

### Q Rencana

$Q_{rencana}$  atau / debit rencana adalah volume air yang direncanakan mengalir melewati suatu saluran jalan atau jalur air persatuan waktu yang didasarkan hasil kajian hidrologi dan hidrolika. Untuk mendapatkan debit rencana dipakai metode Rasional pertama kalinya dipakai hanya untuk memprediksi debit puncak (Wanielista, 1990).

$$Q = 0,2778 C I A \quad (1)$$

Dengan :

$Q$  : debit puncak ( $m^3/detik$ )

$C$  : koefisien run off, mengikuti karakteristik DAS

$I$  : intensitas curah hujan, saat durasi hujan ( $D$ ) = waktu konsentrasi ( $T_c$ ) ( $mm/jam$ )

$A$  : luas DAS ( $km^2$ )

### Q Saluran

$Q_{saluran}$  yang digunakan didasarkan rumusan sebagai berikut ini:

$$Q_s = A_s \cdot V \quad (2)$$

dimana:

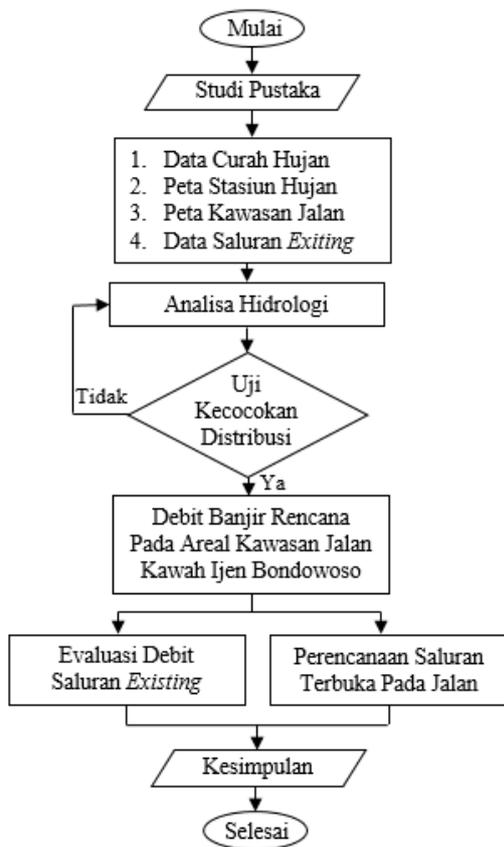
$A_s$  = luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)

$V$  = Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/detik)

## METODE

### Bagan Alur Penelitian

Di dalam penelitian evaluasi banjir pada kawasan perumahan Dan Solusinya ini secara ngkat diterangkan dalam bagan alur berikut ini.



Gambar 1. Alur penelitian

### Lokasi Penelitian

Tempat penelitian saluran badan jalan raya kawah ijen km. 27 – km. 29 Kabupaten Bondowoso, selengkapnya disajikan pada peta berikut ini.



Gambar 2. Lokasi penelitian

### Pengumpulan Data

Dalam studi ketercukupan kapasitas saluran jalan pada jalan dengan kelandaian cukup tinggi seperti yang terjadi pada kawasan jalan kawah ijen, Bondowoso ini, digunakan data primer dan sekunder. Data yang didapatkan di lokasi studi adalah data primer. Sedangkan data sekunder yang pada kajian ini yaitu berikut ini.

- a. Data curah hujan
- b. Peta tata guna lahan
- c. Peta daerah studi

### Analisa

#### • Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi dalam studi ini meliputi :

- a. Mengkalkulasi curah hujan rerata daerah maksimum
- b. Menguji Outlier data
- c. Menguji konsistensi
- d. Menganalisis frekuensi curah hujan
- e. Uji distribusi
- f. Menghitung debit rancangan

#### • Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika meliputi analisa sebagai berikut:

- a. Review Desain Saluran Existing
- b. Analisa Dimensi Saluran

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi studi ketercukupan saluran di Jalan raya kawah ijen Bondowoso ini dan data hujan yang dipakai yaitu stasiun sbr.gading, stasiun wonosroyo, stasiun taal, stasiun wonosari 1 yang

tersedia selama 10 tahun. Tabel 1 memperesetasikan data yang terbesar pada tiap stasiun persatu tahun.

**Tabel 1.** Data hujan

No	Nama Stasiun	Tahun (dalam mm)									
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Sbr.gading	83,0	91,0	91,0	92,0	69,0	105,0	87,0	104,0	112,0	82,0
2	Wonosroyo	90,0	130,0	68,0	95,0	85,0	83,0	83,0	89,0	87,0	106,0
3	Taal	76,0	51,0	60,0	45,0	60,0	132,0	60,0	132,0	60,0	65,0
4	Wonosari 1	80,0	93,0	44,0	92,0	77,0	81,0	92,0	77,0	81,0	83,5

Sumber : data curah hujan

**Analisis Curah Hujan Harian Maksimum**

Menurut Suripin 2004 dengan memakai rumus aljabar, di dapat hasil peritungan curah hujan maksimum harian di stasiun hujan Sbr.Gading, Wonosroyo, Taal dan Wonosari1 yaitu dengan menggunakan cara rata-rata aritmatik atau Aljabar, kenapa menggunakan cara rata-rata aritmatik karena peneliti sudah mencoba mencari curah hujan harian maksimum dengan menggunakan cara Poligon (Thiessen Polygon) tetapi tidak menemukan titik simpul untuk menentukan luasan DAS disetiap stasiun yang digunakan, dan cara rata-rata aritmatik yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata CH (Ri) 2006} &= \frac{R1+R2+R3+R4}{n} \\ &= \frac{83+90+76+80}{4} \\ &= 82,30 \text{ mm} \end{aligned}$$

**Tabel 2.** Hasil kalkulasi Curah hujan harian maksimum

No	Tahun	Hujan Harian
		Maksimum Tahunan (mm)
1	2006	82,3
2	2007	75,3
3	2008	115,8
4	2009	69,3
5	2010	79,3
6	2011	69,8
7	2012	80,5
8	2013	100,5
9	2014	85,0
10	2015	84,1

Sumber : Hasil Perhitungan

**Analisa Frekuensi dan Distribusi Data Hujan Rancangan**

Dalam hal ini dilakukan urutan sebagai berikut ini.

Langkah 1 = (Ri) curah hujan harian maksimum tahun 2006  
= 82.3 mm

Langkah 2 = (P) Plotting  
=  $\frac{m}{n+1} \times 100$   
=  $\frac{1}{10+1} \times 100$   
= 9,09 %

Langkah 3 = Ri – R(rerata)  
= 82,3 – 84.16  
= -1,91 mm

Langkah 4 = (Ri – R(rerata))<sup>2</sup>  
= (82,3 – 84,16)<sup>2</sup>  
= 3,66

Langkah 5 = (Ri – R(rerata))<sup>3</sup>  
= (82,3 – 84,16)<sup>3</sup>  
= -7,00

Langkah 6 = (Ri – R(rerata))<sup>4</sup>  
= (82,3 – 84,16)<sup>4</sup>  
= 13,38

Standart Deviasi (S) =  $\sqrt{\frac{\sum(Ri - \bar{R})^2}{n - 1}}$   
=  $\frac{3564,083}{10-1}$   
= 13,476

Koef. Skewness (Cs) = - 1,433

Koef. Kourtosis (Ck) =  $\frac{\frac{1}{n} \sum (Ri - R)^4}{S^4}$   
=  $\frac{1}{10} \times 2428875,454$   
=  $\frac{14,070^4}{14,070^4}$   
= 2,31

**Tabel 3.** Perhitungan analisa frekuensi

No	Tahun	R1 (mm)	P %	(R <sub>1</sub> - R)	(R <sub>1</sub> - R) <sup>2</sup>	(R <sub>1</sub> - R) <sup>3</sup>	(R <sub>1</sub> - R) <sup>4</sup>
1	2006	82,3	9,09	-1,91	3,66	-7,00	13,38
2	2007	75,3	18,18	-8,91	79,43	-707,94	6309,55
3	2008	115,8	27,27	31,59	997,77	31517,06	995545,28
4	2009	69,3	36,36	-14,91	222,38	-3316,28	49454,05
5	2010	79,3	45,45	-4,91	24,13	-118,55	582,39
6	2011	69,8	54,55	-14,41	207,72	-2993,77	43147,66
7	2012	80,5	63,64	-3,66	13,41	-49,13	179,93
8	2013	100,5	72,73	16,34	266,91	4360,71	71243,03
9	2014	85,0	81,82	0,84	0,70	0,59	0,49
10	2015	84,1	90,91	-0,04	0,00	0,00	0,00
Rata-rata		84,163			3564,083	-35558,35	2428875,454
S	=	13,476					
Cs	=	1,433					
Ck	=	2,317					

Sumber : Hasil Perhitungan

Koefisien kemencengan Cs diplotkan dengan kriteria dibawah ini :

1. Distribusi Normal ; Cs = 0, Ck = 3
2. Distribusi Log Normal ; Cs = 3 Cv, Cv = 0,6
3. Distribusi Gumbel ; Cs < 1,1396, Ck < 5,4002
4. Distribusi Log Pearson Type III ; atau yang tidak termasuk diatas

Dari kalkulasi didapat nilai Koefisien Kemencengan Cs dari hasil perhitungan sebesar 1,433, sesuai syarat pemilihan distribusi di atas, maka dalam analisa hidrologi data maksimum (banjir) dengan nilai ekstrim banyak digunakan Distribusi Distribusi Log Person III. Berikut langkah – langkah perhitungan Distribusi Log Person III dan sebagai contoh perhitungan menggunakan hujan harian maksimum pada tahun 2006 yaitu sebagai berikut :

- Langkah 1 = data hujan harian maksimum rata-rata tahun 2006 yaitu 82,3mm
- Langkah 2 = log X = log 82,3 = 1,915
- Langkah 3 = (log X – log X) = (1,915 – 19,200) = 0,005
- Langkah 4 = (log X – log X)<sup>2</sup> = (1,915 – 19,200)<sup>2</sup> = 0,00002
- Langkah 5 = (log X – log X)<sup>3</sup> = (1,915 – 19,200)<sup>3</sup> = 0,0000001

Dari kalkulasi nilai S dan G didapat dari rumus sebagai berikut :

$$S = \left( \frac{\sum (\log \bar{X} - \log X)^2}{n-1} \right)^{0,5} = \left( \frac{0,04220}{10-1} \right)^{0,5} = 0,0685$$

$$G = \frac{\sum (\log \bar{X} - \log X)^3}{(n-1)(n-2) \times s^3} = \frac{0,00246}{(10-1)(10-2) \times 0,0685^3} = 0,108$$

**Tabel 4.** Hasil perhitungan distribusi log person tipe III

No	Tahun	X (mm)	log X	(log $\bar{X}$ - logX)	(log $\bar{X}$ - logX) <sup>2</sup>	(log $\bar{X}$ - logX) <sup>3</sup>
1	2006	82,3	1,915	-0,005	0,00002	-0,0000001
2	2007	75,3	1,877	-0,044	0,00190	-0,0000825
3	2008	115,8	2,064	0,143	0,02059	0,0029536
4	2009	69,3	1,840	-0,080	0,00634	-0,0005048
5	2010	79,3	1,899	-0,021	0,00044	-0,0000093
6	2011	69,8	1,844	-0,076	0,00585	-0,0004477
7	2012	80,5	1,906	-0,014	0,00020	-0,0000029
8	2013	100,5	2,002	0,082	0,00674	0,0005538
9	2014	85,0	1,929	0,009	0,00009	0,0000008
10	2015	84,1	1,925	0,005	0,00002	0,0000001
Jumlah		841,60	19,200	0,000	0,04220	0,00246
Rata - rata	=	1,920				
S (distribusi)	=	0,0685				
G	=	0,108				

Sumber : Hasil Perhitungan

Koefisien kemencengan  $G = 0,108$ , didapatkan  $K$  periode ulang 10 tahun didapat nilai sebesar 1,190. Kalkulasi logaritma curah hujan rancangan periode  $T$  memakai rumusan :  $\text{Log } X_T \text{ 10 tahun} = \text{Log } X_{\text{rerata}} + (K \times S) = 1,920 + (1,190 \times 0,0685) = 2,002$ , sehingga  $X_{T \text{ 10 tahun}} = 100,461 \text{ mm}$

### Kalkulasi Waktu Konsentrasi (tc)

Kalkulasi waktu konsentrasi memakai rumusan dipakai rumusan Kirpich. Hasil perhitungan waktu konsentrasi (tc) tiap – tiap saluran berbeda tergantung panjang saluran serta beda tinggi dasar saluran.

$$S = \Delta H / L = 2,650 / 84,50 = 0,031$$

$$\begin{aligned} T_c &= 0,0195 \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77} \\ &= 0,0195 \left( \frac{84,5}{\sqrt{2,650}} \right)^{0,77} \\ &= 3,680 \text{ menit} \\ &= 0,4081 \text{ jam} \end{aligned}$$

### Kalkulasi Intensitas Hujan Rata – Rata ( I )

Kalkulasi hal ini dipergunakan rumusan dari metode Mononobe yang diperhitungkan dengan rumusan ini

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (3)$$

Dimana :

$I$  = intensitas curah hujan (mm/jam )

$R_{24}$  = curah hujan rancangan setempat

Curah hujan rancangan 10 tahun = 100,461 mm

$t_c$  = lama curah hujan (0,061 jam )

$$I = \frac{100,461}{24} \left( \frac{24}{0,4081} \right)^{2/3} = 63,301 \text{ mm/jam}$$

### Debit Banjir Rencana

Pada studi ini diadakan peninjauan rencana 10 tahun yaitu:

$$\begin{aligned} Q &= 0,2778 \cdot 0,6 \cdot 63,301 \cdot 401,0503 \\ &= 0,423 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

### Dimensi Saluran

( $Q$ ) Debit Rencana = Debit kebutuhan

$$0,4232 = (H \times B) \times K \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$0,4232 = H^2 \times 25 \times (H^2/3H)^{2/3} \times (0,0099)^{0,5}$$

$$0,4232 = H^{8/3} \times (0/2,08)^{2/3} \times 0,0997$$

$$0,4232 = H^{8/3} \times 1,9173$$

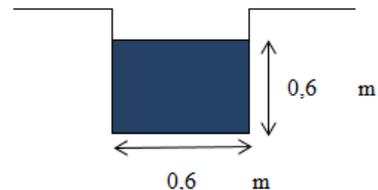
$$H^{8/3} = 0,4231/1,9173$$

$$H^{8/3} = 0,2207$$

$$H = (0,2207)^{0,375}$$

$$H = 0,57 \text{ m} \rightarrow \text{Dibulatkan} \rightarrow 0,6 \text{ m}$$

Dalam exaluasi ketercukupan dipakai saluran persegi yang diperlihatkan berikut ini :



Gambar 3. Saluran drainase

## PENUTUP

### Kesimpulan

Didasarkan hasil studi ketercukupan saluran di Jalan raya kawah ijen Bondowoso ini dapat disimpulkan adalah berikut ini

1. Curah hujan harian rerata daerah dari tahun 2005 hingga tahun 2014 diperoleh hasilnya yaitu 100,461 mm
2. Intensitas hujan rata-rata relatif tiap saluran untuk kala ulang 10 tahun yaitu 63,301 mm/jam.
3. Debit banjir rencana diperhitungkan dari 2 hingga 100 tahun. Dalam analisis disain saluran drainase ini, debit banjir rancangan diperhitungkan hanya sampai 10 tahun, dan diperoleh debit banjir rencana sebesar 0,423 m<sup>3</sup>/ detik.
4. Saluran yang diperlukan untuk menampung debit banjir adalah saluran persegi panjang dengan ukuran  $B = H = 0,6 \text{ m}$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Loebis, J., (1992), *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*, Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Sarminingsih, A, (2018), Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan, Jurnal MKPTL, Vol. 15 No.1 Maret 2018.
- Sihotang, R. dkk (2011), Analisis Banjir Rancangan dengan Metode HSS Nakayasu pada Bendungan Gintung, Proseding PESAT, Universitas Gunadharma Depok, 189 Oktober 2011.

- Soemarto, C. D. (1987). *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Surabaya.
- Sosrodarsono, suyono, (1999), *Hidrologi Untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Sri Harto, (1993), *Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I*, Departemen Pekerjaan Umum, Yogyakarta
- Subarkah, Imam, (1980), *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, ANDI, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B., (2009), *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta
- Wanielista, M. P., (1990), *Hydrologi and Water Quantity Control*, John Wiley and Sons, New York