

## Study System Drainase di Fakultas Teknik Universitas Lampung

Riko Berli Ardian<sup>1)</sup>

Ahmad Zakaria<sup>2)</sup>

Gatot Eko Susilo<sup>3)</sup>

### Abstract

*This study was conducted to determine how the existing drainage system is already optimal and how the capacity of the existing channels are still adequate or not.*

*In practical analysis of hydrology and hydraulics. Hydrological analysis using the data after the maximum rainfall was measured dispersion through the calculation of statistical parameters. Followed by choosing the type of distribution to get a way to process data rainfall measurement and calculation of rainfall intensity plan. Analisis hydraulics drainage discharge capacity of the existing form, after it created the system and the appropriate dimensions.*

*The results based on measurements obtained dispersion suitable distribution is the distribution of Log Pearson III and precipitation values obtained plans for a return period of 2 years at 101.7983739 mm watershed drainage coefficient obtained at 0.8961 with a basin area 501.32 m<sup>2</sup>. Values rain discharge for return period of 2 years with a rational method obtained value 2.1172 m<sup>3</sup> / sec. Qhujan value is 2.1172 m<sup>3</sup> / sec while the value Qteoritis is 0.0833 m<sup>3</sup> / sec. Because Qhujan larger than Qteoritis, it can be concluded that the existing drainage channels is not enough anymore to accommodate the existing flood discharge.*

*Keywords: drainage, hydrology analysis, hydraulics analysis, distribution log pearson III, drainage coefficient, discharge.*

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana sistem drainase yang ada apakah sudah optimal dan bagaimana pula kapasitas saluran yang ada apakah masih memadai atau tidak. Pada pelaksanaannya dilakukan analisis hidrologi dan hidrolika. Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan maksimum setelah itu dilakukan pengukuran dispersi melalui perhitungan parameter statistik. Dilanjutkan dengan pemilihan jenis distribusi untuk mendapatkan cara mengolah data pengukuran curah hujan rencana dan perhitungan intensitas hujan. Analisis hidrolika berupa kapasitas debit drainase eksisting, setelah itu di buat sistem dan dimensi yang sesuai.

Hasil penelitian berdasarkan pengukuran dispersi diperoleh distribusi yang cocok adalah Distribusi Log Pearson III dan diperoleh nilai curah hujan rencana untuk kala ulang 2 tahun sebesar 101,7983739 mm Koefisien pengaliran pada DAS diperoleh sebesar 0,8961 dengan luas DAS 501,32 m<sup>2</sup>. Nilai debit hujan untuk kala ulang 2 tahun dengan metode rasional diperoleh nilai 2,1172 m<sup>3</sup>/detik Nilai  $Q_{\text{hujan}}$  adalah 2,1172 m<sup>3</sup>/detik sedangkan nilai  $Q_{\text{teoritis}}$  adalah 0,0833 m<sup>3</sup>/detik. Karena  $Q_{\text{hujan}}$  lebih besar daripada  $Q_{\text{teoritis}}$ , dapat disimpulkan bahwa saluran drainase eksisting sudah tidak cukup lagi untuk menampung debit banjir yang ada.

Kata kunci: drainase, analisis hidrologi, analisis hidrolika, distribusi log pearson III, koefisien pengaliran, debit.

---

<sup>1)</sup> Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel: rikoberliardian074@gmail.com

<sup>2)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. surel: ahmadzakaria@unila.ac.id

<sup>3)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. surel: gatot89@yahoo.ca

## **1. PENDAHULUAN**

Drainase adalah istilah untuk tindakan teknis penanganan air kelebihan yang disebabkan oleh hujan, rembesan, kelebihan air irigasi, maupun air bangunan rumah tangga, dengan cara mengalirkan, menguras, membuang, meresapkan, serta usaha-usaha lainnya, dengan tujuan akhir untuk mengembalikan ataupun meningkatkan fungsi kawasan. Secara umum sistem drainase merupakan suatu rangkaian bangunan air yang berfungsi mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan.

Universitas Lampung (Unila) merupakan salah satu perguruan tinggi negeri di Provinsi Lampung yang terletak di kecamatan Raja Basa. Keberadaan kampus ini diiringi dengan berkembangnya daerah pemukiman-pemukiman baru di sekitar kampus. Perkembangan kawasan kampus Unila khususnya fakultas teknik yang tidak diikuti dengan perkembangan sistem drainase yang memadai, sehingga mengakibatkan pada setiap musim penghujan terjadi genangan. Genangan sering terjadi dibagian badan jalan depan gedung E Fakultas Teknik dan disamping mushola Fakultas Teknik, hal ini karena kurang baiknya sistem drainase yang ada dan tidak tersedianya kolam tampungan yang memadai.

## **2. METODE PENELITIAN**

### **2.1. Definisi Drainase**

Menurut Suripin (2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan. Sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut (Suhardjono 1948:1).

### **2.2. Analisis Hujan**

Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses analisis hidrologi, karena kedalaman curah hujan (*rainfall depth*) yang turun dalam suatu DAS akan dialihgramkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran antara (*interflow, sub-surface runoff*), maupun sebagai aliran air tanah (*groundwater flow*) (Harto,1993). Untuk meperoleh besaran hujan yang dapat dianggap sebagai kedalaman hujan, diperlukan sejumlah stasiun hujan dengan pola penyebaran yang telah diatur oleh WMO (*World Metereological Organization*). Alat pengukur hujan terdiri dari dua jenis, yaitu alat ukur hujan biasa (*manual rain gauge*) dan alat ukur hujan otomatis (*automatic rain gauge*) (Harto, 1993).

#### **2.2.1. Analisis Frekuensi dan Probabilitas Hujan**

Hujan adalah jatuhnya hydrometeor yang berupa partikel-partikel air dengan diameter 0.5 mm atau lebih. Jika jatuhnya sampai ketanah maka disebut hujan, akan tetapi apabila jatuhnya tidak dapat mencapai tanah karena menguap lagi maka jatuhnya tersebut disebut. Hujan juga dapat didefinisikan dengan uap yang mengondensasi dan jatuh ketanah dalam rangkaian proses hidrologi (Lakitan, 2002).

### 2.2.1.1. Distribusi Log Pearson Type III

Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan. Diakibatkan karena keadaan alur sungai yang belum stabil atau kapasitasnya lebih kecil dari volume air yang melimpas, bahkan ada beberapa alur yang dipersempit, pendangkalan dasar sungai dan kelongsoran tebing sungai, hal ini mengakibatkan berkurangnya kapasitas sungai untuk menampung air sehingga terjadilah banjir.

$$X = (\Sigma \log) / n \quad (1)$$

### 2.2.2. Analisis Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah perbandingan antara besarnya curah hujan dengan waktu (dinyatakan dalam satuan mm/jam). Kegunaan dari perhitungan intensitas hujan ini adalah untuk perhitungan hidrograf debit banjir rencana. Terdapat banyak rumus untuk menghitung intensitas hujan dalam durasi dan kala tertentu. Rumus-rumus empiris yang dapat digunakan untuk menghitung intensitas hujan sebagai berikut.

#### 2.2.2.1. Rumus Mononobe

Jika curah hujan yang ada adalah data curah hujan harian, maka untuk menghitung intensitas hujan dapat digunakan metode Mononobe (Joesron Loebis, 1992), yang dinyatakan dengan persamaan :

$$I = R_T / 24 (24/t)^{(2/3)} \quad (2)$$

### 2.2.3. Analisis Debit Limpasan

Salah satu penyebab terjadinya genangan-genangan air hujan pada suatu kawasan adalah volume limpasan air hujan tidak ditampung oleh saluran drainase yang ada, atau intensitas curah hujan yang terjadi melebihi dengan intensitas curah hujan yang digunakan dalam perencanaan drainase yang ada.

#### 2.2.3.1. Metode Rasional

Perhitungan debit banjir dengan metode rasional diberikan sebagai persamaan yang merupakan fungsi dari koefisien pengaliran, intensitas hujan, dan luas daerah pengaliran dengan rumusan sebagai berikut :

$$Q = (C.I.A) / 3,6 \quad (3)$$

### 2.2.4. Analisis Hidrolika

Untuk mengetahui apakah saluran drainase yang ada dimensinya sudah cukup untuk mengalirkan debit hujan yang ada, maka perlu dilakukan perhitungan terhadap kapasitas saluran drainase eksisting. Untuk nilai koefisien kekasaran gabungan dihitung dengan rumus Horton :

$$n_{gab} = (P_1 n_1^{1,5} + P_2 n_2^{1,5})^{(2/3)} / P^{(2/3)} \quad (4)$$

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Pengumpulan Data Sekunder**

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari instansi yang terkait diantaranya adalah sebagai berikut :

##### **a. Data Hidrologi**

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan dari stasiun Kemiling, data yang dipakai data curah hujan dari tahun 2006 – 2014 dan informasi banjir diambil dengan cara wawancara.

b. Data penunjang lainnya seperti Peta wilayah Kampus Universitas Lampung.

#### **3.2. Pengumpulan Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan, data tersebut antara lain adalah :

1. Data keadaan saluran drainase, baik drainase primer, sekunder maupun saluran lokal.
2. Data daerah pengaliran sungai atau saluran meliputi topografi, morfologi, dan tata guna lahan.
3. Data prasarana dan fasilitas Kampus Unila yang telah ada.
4. Data rencana pengembangan kampus (jika ada).

Dalam pengumpulan data primer dilakukan beberapa survei sebagai berikut:

1. Survei kondisi drainase yang ada
2. Survei daerah pengaliran sungai atau saluran
3. Survei data prasarana dan fasilitas kampus
4. Survei rencana pengembangan kampus

#### **3.3. Analisis Data**

##### **3.3.1. Analisis Kondisi Sistem Drainase yang Ada**

Dalam analisa kondisi existing sistem jaringan drainase akan di evaluasi pada tingkat makro yaitu jaringan drainase primer dan sekunder yang berdasarkan konsep, kriteria serta mempunyai tujuan dan prinsip dasar untuk penanganan dan pengendalian masalah genangan dan banjir kawasan.

##### **3.3.2. Analisa Hidrologi**

###### **3.3.2.1. Curah Hujan Maksimum**

Dalam studi ini dipergunakan metode Distribusi Gumbel dan Log Pearson Type III. Dan untuk mengetahui metode mana yang layak digunakan untuk perencanaan selanjutnya, akan dilakukan beberapa pengujian antara lain dengan melihat nilai  $C_k$  (Koefisien Kurtosis) dan  $C_s$  (Koefisien Skewnes) sesuai dengan yang telah disyaratkan pada Tabel 2.1. Jika dengan pengujian ini masih belum dapat ditentukan metode yang layak dipakai, maka dilakukan pengujian selanjutnya yaitu Chi Kudrat atau Smirnov Kolmogorov.

###### **3.3.2.2. Intensitas Curah Hujan**

Metode yang akan digunakan untuk menghitung Intensitas Hujan adalah Rumus Mononobe (Loebis 1992) dan Metode Talbott, Sherman dan Isiguro. Dari ketiga metode penghitungan intensitas hujan tersebut akan dipilih metode perhitungan intensitas hujan tersebut akan dipilih metode yang memiliki selisih terkecil terhadap nilai intensitas hujan awal. Nilai intensitas hujan terpakai tersebut nantinya akan digunakan sebagai data untuk membuat kurva IDF. Dari kurva IDF dapat diamati sebaran intensitas hujan menurut kala

ulang. Analisis IDF dilakukan untuk memperkirakan debit aliran puncak berdasarkan data hujan titik (satu stasiun pencatat hujan). Data yang digunakan adalah data hujan dengan intensitas tinggi yang terjadi dalam waktu singkat.

#### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

##### **4.1. Analisis Hidrologi**

###### **4.1.1. Data Curah Hujan**

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan yang diperoleh dari stasiun PH 005 yang terletak di Sumberejo dari tahun 2002 hingga tahun 2014. Data hujan yang digunakan hanya data hujan titik dikarenakan dalam teori drainase perkotaan, DAS yang ada relatif kecil. Selain itu bila menggunakan hujan kawasan, dibutuhkan data minimal dari tiga stasiun hujan sedangkan stasiun hujan yang ada letaknya terlalu jauh dan tidak berpengaruh pada lokasi perencanaan.

###### **4.1.2. Curah Hujan Maksimum**

Berdasarkan data curah hujan yang dimiliki kemudian ditentukan hujan maksimum di setiap tahunnya. Tabel 1 menunjukkan data curah hujan harian maksimum setiap tahunnya.

Tabel 1. Data curah hujan harian maksimum Stasiun PH 005 Sumberejo.

No.	Tahun	Hujan Maksimum
1.	2002	105,0
2.	2003	70,0
3.	2004	87,0
4.	2005	91,8
5.	2006	148,0
6.	2007	75,0
7.	2008	105,0
8.	2009	105,0
9.	2010	166,0
10.	2011	112,0
11.	2012	42,0
12.	2013	120,0
13.	2014	97,0

#### 4.1.3. Pengukuran Dispersi

Tidak semua nilai dalam variabel hidrologi sama dengan nilai rata-ratanya, tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-ratanya. Perhitungan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Statistik Curah Hujan.

Tahun	Hujan Maks	(Xi - X)	(Xi - X) <sup>2</sup>	(Xi - X) <sup>3</sup>	(Xi - X) <sup>4</sup>
2012	42,0	-59,8	3572,3609	-213517,2658	12761762,7338
2003	70,0	-31,8	1009,2840	-32064,1771	1018654,2404
2007	75,0	-26,8	716,5917	-19182,6090	513503,6874
2004	87,0	-14,8	218,1302	-3221,6149	47580,7743
2005	91,0	-10,8	115,9763	-1248,9759	13450,5094
2014	97,0	-4,8	22,7456	-108,4788	517,3606
2002	105,0	3,2	10,4379	33,7223	108,9491
2008	105,0	3,2	10,4379	33,7223	108,9491
2009	105,0	3,2	10,4379	33,7223	108,9491
2011	112,0	10,2	104,6686	1070,8407	10955,5240
2013	120,0	18,2	332,3609	6059,1957	110463,7989
2006	148,0	46,2	2137,2840	98808,2845	4567982,9978
2010	166,0	64,2	4125,5917	264989,9294	17020507,0069
<b>Jumlah</b>	<b>1323,0</b>	<b>0,0</b>	<b>12386,3077</b>	<b>101686,3</b>	<b>36065705,5</b>

#### 4.1.4. Pemilihan Jenis Distribusi

Ketentuan dalam pemilihan distribusi tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Ketentuan dalam pemilihan distribusi.

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Analisis	Kesimpulan
Normal	Cs = 0	0,3020	Tidak
	Ck = 0	2,6039	Tidak
Log Normal	Cs = 3 Cv + Cv <sup>3</sup> = 1,2412	0,3020	Tidak
	Ck = Cv <sup>8</sup> + 6Cv <sup>6</sup> + 15Cv <sup>4</sup> + 16Cv <sup>2</sup> + 3 = 5,9168	2,6039	Tidak
Gumbel	Cs = 1.14	0,3020	Tidak
	Ck = 5.4	2,6039	Tidak
Log Pearson III	Selain dari nilai di atas	0,3020	Dipilih
		2,6039	

#### 4.1.5. Pengukuran Curah Hujan Rencana

Dari perhitungan pemilihan distribusi curah hujan dipilih menggunakan metode Distribusi Log Pearson III untuk menghitung curah hujan rencana.

$$\bar{X} = (\sum \log) / n = 25,5362 / 13 = 1,9643$$

Tabel 4. Perhitungan Log Pearson III.

Hujan Maks	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xrt) <sup>2</sup>	(Log Xi - Log Xrt) <sup>3</sup>	(Log Xi - Log Xrt) <sup>4</sup>
42,0	1,6232	-0,3622	0,0312	-0,0475	0,0172
70,0	1,8451	-0,1404	0,0197	-0,0028	0,0004
75,0	1,8451	-0,1104	0,0122	-0,0013	0,0001
87,0	1,9395	-0,0459	0,0021	-0,0001	0,0000
91,0	1,9590	-0,0264	0,0007	-0,0000	0,0000
97,0	1,9868	-0,0452	0,0020	-0,0001	0,0000
105,0	2,0212	0,0357	0,0013	0,0000	0,0000
105,0	2,0212	0,0357	0,0013	0,0000	0,0000
105,0	2,0212	0,0357	0,0013	0,0000	0,0000
112,0	2,0492	0,0638	0,0041	0,0003	0,0000
120,0	2,0792	0,0937	0,0088	0,0008	0,0001
148,0	2,1703	0,1848	0,0341	0,0063	0,0012
166,0	2,2201	0,2346	0,0551	0,0129	0,0030
Jumlah		0,0000	0,2718	-0,0313	0,0221

Tabel 5. Perhitungan Curah Hujan Rencana.

T	Gs	Log T=Log R + S*Gs	Rt=10 <sup>log t</sup>
2	0,1480	2,007740841	101,7983739
5	0,8049	2,106601213	153,0642708
10	1,3250	2,184873827	175,6509755
20	1,7222	2,244650566	188,1976644
25	1,9213	2,275614183	216,6060913
50	2,3298	2,336091520	

#### 4.1.6. Pengukuran Curah Hujan Rencana

Tabel 6. Perhitungan Intensitas Hujan.

T	Rt=10 <sup>log t</sup>	t (jam)	I (mm/jam)
2	101,7983739	3	16,9663
5	153,0642708	3	21,3034
10	175,6509755	3	25,5107
20	188,1976644	3	29,2751
25	188,1976644	3	31,3662
50	216,6060913	3	36,1360

#### 4.1.7. Perhitungan Koefisien Pengaliran

Tabel 7. Perhitungan Koefisien Pengaliran.

Deksripsi lahan	Koefisien C	Luas (m <sup>2</sup> )	C x A
Hutan berbukit	0,70	0	0
Halaman	0,35	45018,7949	15756,5782
Perumahan/perkantoran	0,95	428425,3813	407004,1122
Hutan datar	0,40	0	0
Pertanian	0,50	0	0
Perkerasan	0,95	27,876	26481,75835
Total		501319,7113	449242,4488

#### 4.1.8. Perhitungan Debit Hujan

$$Q = (C.I.A) / 3,6$$

$$C = 0,8961$$

$$A = 0,50132 \text{ km}^2$$

Tabel 8. Perhitungan debit hujan dengan metode rasional.

T	I (mm/jam)	Q (m <sup>3</sup> /det)
2	16,9663	2,1172
5	21,3034	2,6585
10	25,5107	3,1834
20	29,2751	3,6532
25	31,3662	3,9141
50	36,1360	4.5094

## 4.2. Analisis Hidrolika

### 4.2.1. Kapasitas Debit Drainase Eksisting

Untuk mengetahui apakah saluran drainase yang ada dimensinya sudah cukup untuk mengalirkan debit hujan yang ada, maka perlu dilakukan perhitungan terhadap kapasitas saluran drainase eksisting. Kemudian nilai  $Q_{teoritis}$  dibandingkan dengan nilai  $Q_{hujan}$ . Apabila  $Q_{hujan}$  lebih kecil daripada  $Q_{teoritis}$  maka saluran drainase eksisting sudah cukup menampung debit hujan yang ada. Namun apabila  $Q_{hujan}$  lebih besar dibandingkan dengan  $Q_{teoritis}$  maka saluran drainase perlu didesain ulang. Nilai  $Q_{hujan}$  adalah 2,1172 m<sup>3</sup>/detik untuk kala ulang 2 tahunan sedangkan nilai  $Q_{teoritis}$  adalah m<sup>3</sup>/detik. Karena  $Q_{hujan}$  lebih besar daripada  $Q_{teoritis}$ , dapat disimpulkan bahwa saluran drainase eksisting sudah tidak cukup lagi untuk menampung debit banjir yang ada. Oleh karena itu diharapkan dengan adanya perencanaan saluran drainase yang baru ini dapat menampung seluruh debit banjir yang ada sehingga tidak terjadi banjir di kawasan sekitar yang lebih rendah.

### 4.2.2. Perencanaan Saluran Drainase Baru

Dikarenakan debit hujan melebihi debit yang dapat ditampung oleh saluran maka saluran yang direncanakan harus dapat menampung kelebihan debit yang melimpas. Untuk perencanaan pada study ini menggunakan saluran tipe U-ditch atau saluran tipe precast. Alasan memilih tipe U-ditch selain untuk mengurangi waktu pengerjaan juga dapat menjadi contoh saluran drainase yang baik untuk wilayah unila itu sendiri.

### 4.2.3. Rencana Anggaran Biaya

Harga satuan yang digunakan adalah daftar harga satuan Kota Bandar Lampung pada tahun 2015. Analisis harga satuan yang digunakan adalah Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 2015 Bidang Pekerjaan Umum.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan pengukuran dispersi diperoleh distribusi yang cocok adalah Distribusi Log Pearson III dan diperoleh nilai curah hujan rencana untuk kala ulang 2 tahun sebesar 101,7983739 mm. Dengan durasi hujan diperkirakan selama 3 jam diperoleh nilai intensitas hujan dengan rumus Mononobe untuk kala ulang 2 tahun sebesar 16,9663 mm/jam. Koefisien pengaliran pada DAS diperoleh sebesar 0,8961 dengan luas DAS 501,32 m<sup>2</sup>. Nilai debit hujan untuk kala ulang 2 tahun dengan metode rasional diperoleh nilai 2,1172 m<sup>3</sup>/detik. Nilai  $Q_{hujan}$  adalah 2,1172 m<sup>3</sup>/detik sedangkan nilai  $Q_{teoritis}$  adalah 0,0833 m<sup>3</sup>/detik. Karena  $Q_{hujan}$  lebih besar daripada  $Q_{teoritis}$ , dapat disimpulkan bahwa



saluran drainase eksisting sudah tidak cukup lagi untuk menampung debit banjir yang ada. Saluran drainase direncanakan menggunakan tipe freecast atau disebut U-ditch dengan dimensi 600 x 1500 yang dapat menampung debit sebesar 2,56 m<sup>3</sup>/detik. Perencanaan menggunakan aplikasi AutoCAD versi 2014. Rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk membuat saluran drainase kampus teknik Universitas Lampung sebesar Rp. 468.547.567.92,-

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Harto, Sri, 2004, Analisis Hidrologi, Gramedia Pustaka Utama, Yogyakarta.
- Joesron Loebis, 1992, *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Lakitan, B. 2002, *Dasar-dasar klimatologi*, RajaGrafindo Persada, Jakarta, 174 hlm.
- Suhardjono, 1984, *Drainasi*, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI, Yogyakarta, hal. 384

