

## **ANALISIS KAPASITAS SALURAN DRAINASE SEKUNDER DAN PENANGANAN BANJIR DI JL GATOT SUBROTO DENPASAR**

Ida Ayu Asrina Dewi<sup>1</sup>, IGN. Kerta Arsana<sup>2</sup>, IGN Oka Suputra<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

E-mail: dayuasriedewie@yahoo.com

**Abstrak:** Saat ini banjir dan genangan air seringkali terjadi di beberapa wilayah di Kota Denpasar. Hal ini sering menimbulkan kerugian berupa terganggunya aktivitas masyarakat, terganggunya arus lalu lintas (kemacetan) dan kerugian material. Berbagai permasalahan muncul sebagai akibat dari perkembangan pembangunan yang sangat pesat dan tidak terkontrol yang berdampak pada penyempitan area resapan sehingga pada musim hujan limpasan permukaan langsung menuju saluran drainase. Penelitian dilakukan di Jalan Gatot Subroto dimana sering terjadi banjir pada saat musim penghujan penelitian dilakukan dengan menganalisis kapasitas saluran yang ada sehingga sehingga nantinya diperoleh dimensi saluran yang baru. Data sekunder didapat dari Badan Meteorologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar berupa data curah hujan harian maksimum. Metode perhitungan analisis curah hujan rencana menggunakan Metode Log Person Type III dimana curah hujan harian maksimum rata-rata menggunakan data dari stasiun Sanglah dan Ngurah Rai dengan aljabar rata-rata. Selanjutnya untuk perhitungan debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional Dari hasil analisis diperoleh bahwa kapasitas saluran sudah tidak mampu menampung debit banjir rencana dan penampang saluran yang dibutuhkan lebih besar daripada penampang saluran yang ada sehingga harus dilakukan pembesaran dimensi saluran sesuai dengan hasil perhitungan. Pembesaran dimensi penampang saluran dilakukan dari bagian hulu sampai bagian hilir, dan selanjutnya direncanakan pembuatan sodetan untuk mengurangi debit di bagian hilir. Saluran direncanakan dengan precast beton bertulang dengan penampang persegi dari yang semula menggunakan pasangan batu.

**Kata kunci :** banjir, dimensi saluran, sodetan

## **ANALYSIS AND DESIGN CAPACITY OF THE SECONDARY DRAINAGE CHANNEL IN JL GATOT SUBROTO DENPASAR**

**Abstract:** Currently flooding and standing water are common in some areas of the city of Denpasar. This often leads to a loss in the form of disruption of community activities, disruption of traffic flow (congestion) and material losses. Various problems arise as a result of the development progress is very rapid and uncontrolled, among other, have an impact on narrowing of the infiltration area during the rainy season so that surface water runoff directly into drainage channels This problem occurs in drainage located on Jalan Gatot Subroto. Channel capacity is not able to accommodate and channel flood discharge. This is due, among other sediments along the channel, piles of garbage along the channels, not all channels are normalized. Plan includes drainage channel dimensions obtained from the calculation of water discharge by looking at local conditions and catchment area. Secondary data was obtained from "Badan Meteorologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar" form of maximum daily rainfall data. The method of calculating rainfall analysis plan using Log Person Type III Method where the maximum daily rainfall mean using data from "stasiun Sanglah" and "stasiun Ngurah Rai" with average arithmetic. Furthermore, for the calculation of flood discharge design using Rational Method. From the results of calculations, the required cross section of the channel is larger than the existing channel cross section so that the channel dimensions should be enlarged in accordance with the results of the calculation. Changes dimensions of the channel carried from the upstream to the downstream, including "direct channel" cross section Channels are planned with precast reinforced concrete with square cross section.

**Keywords :** flood, channel dimensions, direct channel.

### **PENDAHULUAN**

Kota Denpasar merupakan pusat ibu kota yang padat penduduk sehingga menimbulkan berbagai macam permasalahan salah satunya banjir. Jalan Gatot Subroto merupakan salah satu jalan yang

terletak di kawasan denpasar. Jalan ini terus mengalami perkembangan diruas jalannya seperti banyaknya ruko, pertokoan serta pemukiman penduduk. Sebagai salah satu akses lalu lintas utama di Kota Denpasar, Jl. Gatot subroto menjadi salah satu jalan yang selalu padat dilalui kendaraan

dari berbagai daerah di Bali. Jl Gatot Subroto sendiri termasuk dalam sistem I drainase Kota Denpasar. Berdasarkan pengamatan dan menurut informasi warga setempat Titik banjir yang sering terjadi di Jl Gatot Subroto adalah terletak di simpang empat Jl Gatot Subroto I dengan Jl Gatot Subroto II. Banjir yang terjadi pada kawasan ini terjadi akibat adanya perubahan fungsi lahan dari kawasan tak terbangun menjadi kawasan terbangun yang cukup padat sehingga mengurangi daerah resapan di daerah tersebut, kemudian keadaan ini diperparah lagi dengan kondisi eksisting saluran drainase yang tidak berfungsi secara maksimal ketika menerima debit air sehingga menyebabkan kelebihan kapasitas pada saluran drainase. Air mengalir berasal dari utara yaitu dari Jl Gatot Subroto I dan dari punggung Jl Nangka. Dari permasalahan tersebut maka dipandang perlu untuk melakukan study kasus untuk mengevaluasi saluran drainase sekunder yang telah ada pada Jl Gatot Subroto I dan sepanjang Jl Gatot Subroto Utama dari simpang empat Jl Nangka sampai jembatan Tukad Jurang, hal ini diperlukan agar dapat dilakukan perbaikan terhadap saluran dengan membuat suatu model saluran berupa Sodetan dengan struktur precast yang nantinya mampu menampung debit air kemudian dialihkan dan dibuang pada saluran primer yaitu Tukad Jurang.

## RUMUSAN MASALAH

Adapun masalah yang akan dibahas adalah

1. Bagaimana Analisis kapasitas saluran drainase pada Jl Gatot Subroto I dan sepanjang Jl Gatot Subroto Utama dari simpang empat Jl Nangka sampai jembatan Tukad jurang?
2. Bagaimana solusi penanganan banjir pada titik banjir simpang empat Jl Gatot Subroto I dan Gatot Subroto II ?
3. Bagaimana perhitungan struktur dari saluran drainase sekunder di Jl Gatot Subroto I dan sepanjang Jl Gatot Subroto Utama dari simpang empat Jl Nangka sampai jembatan Tukad jurang?

## MATERI DAN METODE

### Sistem Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai system guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Menurut Suripin (2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan 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 Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu sistem drainase makro dan sistem drainase mikro sedangkan saluran drainase dibedakan menjadi 3 bagian yaitu saluran drainase primer, saluran drainase sekunder dan saluran drainase tersier

### Analisis Curah Hujan

Jumlah hujan yang terjadi dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan besaran yang sangat penting dalam sistem DAS tersebut, karena hujan merupakan masukan utama ke dalam suatu DAS. Maka pengukuran hujan harus dilakukan dengan secermat mungkin. Untuk memperoleh data-data atau perkiraan besaran hujan yang baik terjadi dalam suatu DAS, maka diperlukan sejumlah stasiun hujan.(Triatmodjo,2010)

### Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup. Analisis hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian siklus hidrologi, rekaman data dan kualitas data.(Triatmodjo,2010)

### Uji Konsistensi Data

Sebelum data hujan digunakan terlebih dahulu harus lewat pengujian untuk konsistensi data tersebut, karena hal ini dapat mempengaruhi ketelitian hasil analisa. Metode yang digunakan untuk pengujian data yaitu metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) yaitu pengujian dengan menggunakan data hujan tahunan rata rata dari stasiun itu sendiri yaitu dengan pengujian kumulatif penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya. (Sri Harto,1993)

### Penentuan Distribusi Frekuensi

Penentuan jenis distribusi frekuensi diperlukan untuk mengetahui suatu rangkaian data cocok untuk suatu sebaran tertentu dan tidak cocok untuk sebaran lain. Untuk mengetahui kecocokan terhadap suatu jenis sebaran tertentu, perlu dikaji terlebih dahulu ketentuan ketentuan yang ada (Suripin,2004)

### Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung maka intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi intensitasnya. Untuk menghitung intensitas curah hujan tersebut maka digunakan rumus Mononobe yaitu :

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

Selanjutnya, berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat dengan salah satu dari persamaan berikut : (Suripin,2004)

Rumus Sherman :  $I = \frac{a}{t^n}$

Rumus Ishiguro :  $I = \frac{a}{\sqrt{t+b}}$

Rumus Talbolt :  $I = \frac{a}{t+b}$

**Analisis Debit Banjir Rencana**

Metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana adalah Metode Rasional. Perhitungan debit rencana menggunakan Metode Rasional adalah sebagai berikut  $Q = 0,278.C.I.A$  (m<sup>3</sup>/detik) (Suripin,2004)

**Analisis Hidraulika**

Penentuan dimensi saluran baik yang ada (eksisting) atau yang direncanakan, berdasarkan debit maksimum yang akan dialirkan. Rumus yang digunakan adalah:  $Q = A \cdot V$  (Triatmodjo,2003)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Curah Hujan**

Data curah hujan yang diolah adalah curah hujan maksimum harian yang diperoleh dari BMKG selama 18 tahun dengan metode rata rata aljabar

**Tabel 1** Analisis Hujan Harian Maksimum

No	Tahun	Sta Sumerta Hujan 1 hari (mm)	Sta Sanglah Hujan 1 hari (mm)	Hujan Harian Maksimum Rata Rata (mm)
1	1994	159	60	109,5
2	1995	150	176,9	163,45
3	1996	137	159,6	148,3
4	1997	148	155	151,5
5	1998	93	77,5	85,25
6	1999	145	147,5	146,25
7	2000	110	227,8	168,9
8	2001	175	135,7	155,35
9	2002	129	80	104,5
10	2003	169,5	123,7	146,6
11	2004	243	112,1	177,55
12	2005	152	147,8	149,9
13	2006	131	106	118,5
14	2007	200	189,7	194,85
15	2008	130	106	118
16	2009	219,5	189,6	204,55
17	2010	134,7	89	111,85
18	2011	122,5	106	114,25
			total	2569,05

Sumber : Hasil Analisis, 2012

**Uji Konsistensi Data**

Metode yang digunakan untuk pengujian data yaitu metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) yaitu pengujian dengan menggunakan data hujan tahunan rata rata dari stasiun itu sendiri yaitu dengan pengujian kumulatif penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya. Berdasarkan

perhitungan dengan metode RAPS diperoleh hasil :

Untuk stasiun Sanglah  $Q/\sqrt{n} = 0,51 < 1,09$  (OK)

$R/\sqrt{n} = 0,89 < 1,31$  (OK)

Sehingga dari hasil diatas maka data tersebut sudah konsisten

**Analisis Curah Hujan**

Untuk menentukan Curah Hujan Rancangan di analisis Dengan menggunakan metode Log Person Type III dengan syarat yang sudah ada, diperoleh hasil pada tabel berikut

**Tabel 2** Analisis Log Person Type III

no	Kala Ulang T (Tahun)	Frekuensi (K)	Log Xt	hujan rancangan X (mm/hari)	pembulatan
1	2	0,050	2,149	140,929	141
2	5	0,853	2,230	169,824	170
3	10	1,245	2,270	186,209	186
4	25	1,643	2,311	204,644	205

Sumber : Hasil Analisis, 2012

**Analisis Intensitas Curah Hujan**

Untuk mendapatkan grafik IDF maka perlu dilakukan perbandingan hasil dari rumus rumus yang digunakan dalam mencari intensitas curah hujan untuk mendapatkan perbandingan paling kecil. Berikut ini hasil analisis perbandingan rumus rumus intensitas curah hujan

**Tabel 3** Perbandingan Rumus Intensitas Curah Hujan

periode ulang	taltolt		sherman		Ishiguro	
	Σα	Ma	α	Ma	Σα	Ma
2	41,308	4,131	-0,788	-0,079	-280,391	-28,039
5	49,799	4,980	-0,946	-0,095	-335,641	-33,564
10	54,504	5,450	-1,055	-0,105	-206,688	-20,669

Sumber : Hasil Analisis 2012

Dari tabel perbandingan kecocokan rumus intensitas curah hujan tersebut, dapat ditentukan bahwa untuk keadaan ini Rumus Sherman

**Tabel 4** Intensitas Curah hujan Dengan Metode Sherman

durasi t (menit)	periode ulang		
	2 tahun	5 tahun	10 tahun
	Intensitas Hujan (mm/jam)		
5	256,065	308,733	337,784
10	161,274	194,444	212,741
20	101,573	122,464	133,988
30	77,5039	93,4449	102,238
40	63,9719	77,1297	84,3874
60	48,8131	58,853	64,3909
120	30,7432	37,0665	40,5544
180	23,4583	28,2832	30,9446
240	19,3626	23,345	25,5417
300	16,6849	20,1166	22,0096

Sumber : Hasil Analisis 2012

**Debit Banjir Rencana**

Debit banjir rencana dihitung menggunakan metode rasional dengan periode ulang 5 tahun untuk saluran tersier pada Jl Gatot Subroto I dan 10 tahun untuk saluran sekunder pada Jl Gatot Subroto Utama sepanjang simpang empat Jl Nangka sampai Jembatan Tukad Jurang

Tabel 5 Perhitungan Debit Teoritis Periode Ulang 5 Tahun

kode saluran	I (5th)	A (km <sup>2</sup> )	C	Qt 5 th (m <sup>3</sup> /detik)
SS 1	120,8337	0,1925	0,7	4,526
SS 2	112,701	0,2763	0,7	6,060
SS 3	92,00293	0,3705	0,7	6,633
SS 4	107,3538	0,4034	0,7	8,427
SS 5	102,254	0,4364	0,7	8,684

Sumber : Hasil Analisis 2012

Tabel 6 Perhitungan Debit Teoritis Periode Ulang 10 Tahun

kode saluran	I (10th)	A (km <sup>2</sup> )	C	Qt 10 th (m <sup>3</sup> /detik)
SS 1	132,1998	0,1925	0,7	4,952
SS 2	123,302	0,2763	0,7	6,630
SS 3	100,6571	0,3705	0,7	7,257
SS4	117,452	0,4034	0,7	9,220
SS5	111,872	0,4364	0,7	9,501

Sumber : Hasil Analisis 2012

### Evaluasi Kapasitas Saluran Eksisting

Tabel 7 Evaluasi Kapasitas Saluran PU 5 th

kode saluran	A eks (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V hitung (m/dt)	Q eks (m <sup>3</sup> /detik)	Q 5 th (m <sup>3</sup> /detik)	KET
SS 1	0,64	2	0,267	1,386	0,887	4,526	TM
SS 2	0,72	1,9	0,277	1,316	0,947	6,060	TM
SS 3	0,72	1,9	0,277	1,201	0,865	6,633	TM
SS4	0,65	1,7	0,39	1,252	0,819	8,083	TM
SS5	0,30	1,7	0,39	1,496	0,979	8,027	TM

Sumber : Hasil Analisis 2012

Tabel 8 Evaluasi Kapasitas Saluran PU 10 Th

kode saluran	A eks (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V hitung (m/dt)	Q eks (m <sup>3</sup> /detik)	Q 10 th (m <sup>3</sup> /detik)	KET
SS 1	0,64	2	0,267	1,386	1,002	4,952	TM
SS 2	0,72	1,9	0,277	1,316	1,168	6,630	TM
SS 3	0,72	1,9	0,277	1,201	1,066	7,257	TM
SS4	0,65	1,7	0,39	1,252	0,819	8,843	TM
SS5	0,30	1,7	0,39	1,496	0,979	8,782	TM

Sumber : Hasil Analisis 2012

Dari tabel 7 dan 8 dapat ditarik kesimpulan bahwa kapasitas saluran drainase sudah tidak mampu (TM) debit rencana untuk periode ulang 5 dan 10 tahun

### Perhitungan Dimensi Teoritis

Dimensi teoritis diperoleh menggunakan cara trial & error, dimana jika  $n = 0,025$  (saluran pasangan batu). Berdasarkan hasil analisis Hidrolika maka diperoleh dimensi teoritis seperti pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9 Dimensi Teoritis Saluran tersier periode ulang 5 tahun

kode	S	Qt	B eks	H eks	B t	H t
SS1	0,002	4,526	0,8	0,8	1,5	1,59
SS2	0,004	6,060	0,8	0,9	1,5	1,52
SS3	0,003	6,663	0,8	0,9	1,6	1,7

Sumber : Hasil Analisis 2012

Tabel 10 Dimensi Teoritis Saluran sekunder periode ulang 10 tahun

kode	S	Qt	B eks	H eks	B t	H t
SS4	0,004	6,239	0,5	0,6	1,46	1,58
SS5	0,007	8,068	0,5	0,6	1,48	1,55

Sumber : Hasil Analisis 2012

### Perencanaan Precast Beton Bertulang

Untuk menganalisa struktur box culvert, beban-beban yang digunakan sebagai dasar analisa adalah sesuai dengan "Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan" adapun beban yang bekerja pada struktur boxculvert antara lain :

- tekanan tanah vertikal yang berasal dari tanah diatas gorong gorong
- tekanan tanah mendatar yang diberikan oleh tinggi timbunan di samping gorong gorong.
- beban hidup di atas gorong gorong dan gaya reaksi.

Dari hasil perhitungan akan diperoleh momen sebagai berikut:

Tabel 11 Analisis Momen Dan Gaya Lintang

bagian	titik	Rencana gaya penampang	
		M (tm)	S (t)
tembok samping	A	-0,985	0,825
	titik tengah	-0,719	0
	B	1,188	0,713
pelat puncak	B	-1,188	5,741
	titik tengah	2,315	0
	C	-1,188	5,741
pelat bawah	D	0,985	6,509
	titik tengah	1,781	0
	A	0,985	6,509

Sumber : Hasil Analisis 2012

Dalam penentuan tulangan suatu element struktur, telah diterapkan besarnya gaya-gaya yang bekerja, dimensi penampang, mutu baja, mutu beton dan modulus elastisitas baja. Prinsip penulangan beton adalah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2847-2002. Berikut merupakan hasil penulangan yang diperoleh berdasarkan analisis.

Tabel 12 hasil Penulangan

kode saluran	dimensi		tulangan yang dipasang	
	B	H	utama	bagi
SS1	1,5	1,6	Ø10-100	Ø8-100
SS2	1,5	1,6	Ø10-100	Ø8-100
SS3	1,7	1,6	Ø10-100	Ø8-100
SS4	1,5	1,6	Ø10-100	Ø8-100
SS5	1,5	1,6	Ø10-100	Ø8-100
Gorong-gorong	1,5	1,6	Ø10-100	Ø8-100

Sumber : Hasil Analisis 2012

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian yang telah penulis lakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan analisis, kapasitas saluran eksisting saluran drainase sekunder pada Jl Gatot Subroto I dan Jl Gatot Subroto utama sepanjang simpang empat Jl Nangka hingga jembatan Tukad Jurang tidak mampu menampung debit untuk periode ulang 5 pada saluran tersier dan 10 tahun pada saluran sekunder. Karena tidak mampu menampung debit teoritis maka perlu peningkatan dimensi
2. Kemiringan dasar saluran pada jalan Gatot Subroto utama sepanjang simpang empat Jl Nangka sampai jembatan Tukad Jurang mengikuti kemiringan bahu jalan kecuali pada segmen saluran sekunder 4 (SS4) yaitu mulai dari St 5 ke arah timur sejauh 504 m karena pada jarak tersebut ada kenaikan elevasi dengan disesuaikan elevasinya.
3. Dengan mengoptimalkan saluran sekunder pinggir jalan pada Jl Gatot Subroto Denpasar yang berfungsi sebagai sodetan maka air bisa langsung dialirkan ke barat menuju tukad jurang sehingga banjir dan genangan di Jl Gatot Subroto dapat diatasi
4. Untuk mendapatkan keamanan struktur pada saluran beton (precast) perlu dilakukan perhitungan pembebanan serta analisis struktur pada struktur precast dan penulangan yang diperlukan.

### Saran

Dari simpulan diatas ada beberapa hal yang dapat menjadi saran dalam penelitian ini, yaitu:

1. Perlunya pemeliharaan serta pengoprasian secara rutin pada saluran yang sudah ada agar tidak terjadi sedimentasi yang menghambat aliran.
2. Ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai tempat resapan air harus dijaga keberadaannya dan kelestariannya.
3. Dalam pengawasan pembangunan dan pemukiman harus disesuaikan dengan peruntukan lahan sesuai dengan RTRW yang sudah ada.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Jurnal Ilmiah yang berjudul "Analisis Kapasitas Saluran Drainase Sekunder Dan Penanganan Banjir Di Jl Gatot Subroto Denpasar ". Tersusunnya Jurnal Ilmiah ini adalah berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir IGN Kerta Arsana, MT , dan Bapak Ir IGN Oka Suputra, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Pembimbing II, Bapak Ibu beserta keluarga, teman-teman sipil angkatan 2008 dan semua pihak yang selalu memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian jurnal ilmiah ini

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. *Drainase Perkotaan*. Penerbit GUNADARMA, Jakarta.
- Bambang Triatmodjo, 2003, *Hidraulika II* , Beta Offset, Yogyakarta
- Bambang Triatmodjo, 2010, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. *SNI 03-2847-2002-Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987 *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*
- Nakazawa,Kazuto, 2000, *Mekanika Tanah Dan Teknik Pondasi*, Pradnya Paramita, Jakarta
- Sri Harto Br., 1993, *Analisis Hidrologi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Suripin,M. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*,Penerbit ANDI, Yogyakarta