

**STUDI PERHITUNGAN SISTEM SALURAN DRAINASE PADA JALAN HAJI ISA III  
KECAMATAN TANJUNG REDEB KABUPATEN BERAU**

**Randy Fahliananta  
Dr. Ir. Yayuk Sri Sundari, MT  
Purwanto, ST, MT**

Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

**ABSTRACT**

*Kabupaten Berau banyak menyimpan potensi yang dapat dijadikan sebagai peluang usaha. Kabupaten ini memiliki banyak sekali wisata alam yang sangat cantik dan mempesona, Potensi wisata yang dimiliki Kabupaten Berau terbentuk dari kondisi geografis, sejarah dan budaya.*

*Pada jalan Haji Isa III – Kota Berau merupakan aksen jalan yang sering mengalami banjir sehingga perlu adanya penelitian, Untuk perhitungan hidrologi pada penelitian ini menggunakan metode distribusi gumbel dan metode log person type III. Dari hasil perhitungan hujan rancangan periode 2, 5, dan 10 tahun didapat nilai debit banjir rancangan untuk setiap saluran pada penelitian ini.*

*Untuk perhitungan hidrolika pada penelitian ini menggunakan metode manning. Sehingga dapat disimpulkan kondisi drainase tidak mampu menampung debit yang ada. Maka untuk periode 10 tahun harus merubah dimensi penampang saluran menjadi lebih besar dari dimensi existing.*

*Kata Kunci : Banjir, Penelitian, Debit Banjir rancangan.*

**ABSTRACT**

*Berau has many potentials that can be used as business opportunities. This regency has a lot of nature tourism that is very beautiful and fascinating, Berau Regency tourism potential is formed from geographical conditions, history and culture.*

*On the road Haji Isa III - Berau City is a road accent that often flooded so that the need for research, For the calculation of hydrology in this study using the method of gumbel distribution and log method person type III. From the results of the rainfall, the design period of 2, 5, and 10 years obtained flood discharge design value for each channel in this study.*

*For the calculation of hydraulics in this study using the method of manning. So that can beimpinapkan drainage condition is not able to accommodate the existing discharge. So for a period of 10 years must change the dimension of channel cross section to be greater than the existing dimension.*

*Keywords: Flood, Research, Flood Design.*

**PENDAHULUAN**

**Latar belakang**

Kabupaten Berau merupakan provinsi yang terletak di Provinsi Kalimantan Timur. Kabupaten Berau banyak menyimpan potensi yang dapat dijadikan sebagai peluang usaha. Kabupaten ini memiliki banyak sekali wisata

alam yang sangat cantik dan mempesona, Potensi wisata yang dimiliki Kabupaten Berau terbentuk dari kondisi geografis, sejarah dan budaya. Hal ini yang membuat perkembangan di dalam kota berau pun harus di perhatikan bukan hanya dari segi pariwisata tapi dari segi drainase perkotaannya. Tidak bisa di hindari kondisi banjir yang terjadi saat musim penghujan juga kerap membanjiri beberapa

kawasan di kabupaten berau, salah satunya pada Jalan Haji Isa III. Dari segi pengamatan yang dilakukan banyak sekali sampah dan sedimentasi yang menumpuk di beberapa titik saluran, bukan hanya sampah tapi saluran drainase juga sudah tidak memenuhi kapasitas daya tampungnya. maka dari itu perlu dilakukan penelitian agar saluran drainase ini dapat berfungsi secara optimal dan permasalahan banjir di Kabupaten Berau Dapat diatasi.

### **Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah ini adalah sebagai berikut ini :

1. Berapakah debit banjir rancangan pada kala ulang 2, 5 dan 10 tahun ?
2. Berapakah kapasitas saluran existing ?
3. Berapakah dimensi saluran yang mampu menampung debit banjir pada kala ulang 10 tahun?

### **Batasan Masalah Penelitian**

Sesuai rumusan masalah yang telah disebutkan diatas maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan pada Jalan Haji Isa III Kel. Karang Ambun Kec. Tanjung Redeb Kabupaten Berau.
2. Perhitungan curah hujan efektif dengan Metode Gumbel dan Metode log Person Type III untuk kala ulang 2, 5 dan 10 tahun.
3. Perhitungan dimensi saluran existing.
4. Tidak menghitung sedimentasi

### **Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan hasil perhitungan debit air yang harus ditampung oleh drainase untuk kala ulang 2, 5 dan 10 tahun pada Jalan Haji Isa III, Kel. Karang Ambun, Kec. Tanjung Redeb, Kabupaten Berau
2. Mendapatkan hasil perhitungan dimensi saluran drainase kala ulang 2, 5 dan 10 tahun pada Jalan Haji Isa III, Kel. Karang Ambun, Kec. Tanjung Redeb, Kabupaten Berau.

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari Penelitian studi perhitungan sistem saluran drainase pada jalan Haji Isa III - Berau Meliputi :

1. Mengetahui rancangan sistem pengendalian banjir yang sesuai untuk prediksi tahun 2, 5 dan 10 tahun.
2. Diharapkan menjadi saran atau pedoman bagi pemerintah dalam menentukan kebijakan daerah yang diteliti di bidang infrastruktur kota serta mengatasipasi keadaan dimasa yang akan datang.
3. Masukkan Masukkan bagi pemerintah dalam menanggapi banjir yang terjadi di Berau.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pengertian Drainase**

Drainase adalah suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Maksud dan tujuan drainase adalah membuang air di atas permukaan tanah yang beriebihan, menurunkan dan menjaga permukaan air agak tidak terjadi genangan, sehingga akibat negatif dengan adanya genangan dan luapan air dapat dihindari (Suhardjono, 1981:3).

### **Hidrologi**

Analisa hidrologi dalam pekerjaan ini meliputi analisa evapotranspirasi, kebutuhan air tanaman, modulus drainasi serta analisa hidrotopografi. Guna analisa tersebut dipakai data curah hujan harian, unsur iklim (yang berupa temperatur udara, kelembaban relatif, kecepatan angin dan penyinaran matahari) serta hasil pengamatan pasang surut muka air sungai. Data parameter/unsur iklim diambil dari stasiun Klimatologi Sepinggan.

### **Perhitungan Curah Hujan Rancangan Maksimum**

1. Metode Gumbel

Distribusi Gumbel digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir.

Distribusi Gumbel mempunyai koefisien kemencengan (Coefisien of Skwennes) atau  $C_s$  1,14 dan koefisien kurtosis (Coefisien Curtosis) atau  $C_k$  5,40. Pada metode ini biasanya menggunakan distribusi dan nilai ekstrim dengan distribusi dobel eksponensial.

2. Metode Log Pearson Tipe III

Adapun dalam studi ini, curah hujan rancangan dihitung dengan menggunakan metode Log Person Tipe III, karena metode ini dapat dipakai untuk semua sebaran data tanpa harus memenuhi syarat koefisien kemencengan (*skewness*) dan koefisien kepuncakan (*kurtosis*). Distribusi Log Person III mempunyai koefisien kemencengan (*Coefisien of Skwennes*) atau  $C_s$ , koefisien kurtosis (*Coefisien Curtosis*) atau  $C_k$  dan koefisien varians atau  $C_v$ .

**Uji Kesesuaian Frekuensi / Uji Kesesuaian Data**

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (the goodness of fittest test) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi tersebut, untuk keperluan analisis uji kesesuaian digunakan dua metode statistik, yaitu Uji Chi Square dan Uji Smirnov Kolmogorov (Suripin, 2004).

**Intensitas curah hujan**

Untuk menghitung intensitas curah hujan menggunakan rumus Metode Mononobe dengan rumus ( Suripin, 2004 ) :

$$I = R/24 \cdot (24/t_c)^{2/3}$$

Dimana :

I = Intensitas hujan selama waktu

konsentrasi (mm/jam).

R = Curah hujan (mm).

$t_c$  = Waktu konsentrasi (Jam).

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya intensitas curah hujan adalah kala ulang dan waktu konsentrasi.

**Kala ulang**

Adalah periode jatuhnya hujan pada intensitas hujan tertentu yang digunakan sebagai dasar periode perencanaan saluran.

**Tabel 1. Kala Ulang Desain untuk Drainase Kala Ulang Desain (Tahun)**

kelompok kota	kala ulang desain (tahun)			
	ca < 10 ha	ca : 10-100 ha	ca : 100-500 ha	ca > 500 ha
Metropolitan	1-2	2-5	5-10	10-25
Besar	1-2	2-5	2-5	5-15
Sedang	1-2	2-5	2-5	5-10
Kecil	1-2	1-2	1-2	2-5
sangat kecil	1	1	1	-

( Edisono, 1997 )

Saluran drainase terbagi menjadi dua, yaitu drainase wilayah perkotaan (drainase kota) dan drainase wilayah regional (drainase regional).

Drainase kota dibagi menjadi lima (Moduto,1998) :

1. Drainase Induk Utama (DPS > 100 ha)
2. Drainase Induk Madya (DPS 50 – 100 ha).
3. Drainase Cabang Utama (DPS 25 – 50 ha).
4. Drainase Cabang Madya (DPS 5 – 25 ha).
5. Drainase Tersier (DPS 0 – 5 ha).

**Waktu Konsentrasi (  $t_c$  )**

Waktu konsentrasi ( $t_c$ ) adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran.: Rumus :  $t_c = t_0 + t_d$

**Catchman Area**

Catchment area adalah daerah cakupan/tangkapan apabila terjadi hujan. Semakin besar catchment area maka semakin besar pula debit yang terjadi. Prinsip dasar dari penentuan daerah tangkapan adalah dengan prinsip beda tinggi. Air akan mengalir dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah. Untuk kawasan yang cenderung datar pembagian catchment area dapat diasumsikan terbagi rata pada tiap sisi menuju saluran drainase. Untuk daerah-daerah berbukit, penentuan catchment area berpatokan pada titik tertinggi, yang kemudian akan mengalir ketempat yang rendah berdasar alur topografi.

**Koefisien Pengaliran/Limpasan (C)**

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah yang turun di daerah tersebut (Subarkah, 1980).

Koefisien pengaliran ini merupakan cerminan dari karakteristik daerah pengaliran yang dinyatakan dengan angka 0-1 bergantung pada banyak faktor. Di samping faktor meteorologis, faktor daerah aliran, faktor yang mempunyai pengaruh besar terhadap koefisien pengaliran adalah campur tangan manusia dalam merencanakan tata guna lahan. (Sosrodarsono dan Takeda, 1999)

$$C = \frac{C1.A1+C2.A2+C3.A3+ \dots}{A1+A2+A3+ \dots}$$

**Debit Banjir Rancangan**

Debit banjir rancangan adalah debit banjir terbesar yang mungkin terjadi pada suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Debit banjir rancangan untuk perencanaan suatu system jaringan drainase diperhitungkan dari debit air hujan dan debit buangan penduduk dengan periode ulang T (tahun).

$$Q = 0,278.C.I.A$$

## Hidrolika

Perencanaan saluran drainase harus berdasarkan pertimbangan kapasitas tampungan saluran yang ada baik tinjauan hidrolis maupun elevasi kondisi lapangan. Tinjauan hidrolis dimaksudkan untuk melakukan evaluasi kapasitas tampungan saluran debit banjir ulang 10 tahun, sedangkan kondisi di lapangan adalah didasarkan pengamatan secara langsung di lapangan untuk mengetahui apakah saluran yang ada mampu atau tidak untuk mengalirkan air secara langsung pada saat hujan.

$$\text{Rumus : } V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

### Debit Air Rencana (Q)

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS (1973). Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya. Metode ini masih cukup akurat apabila diterapkan pada suatu wilayah perkotaan yang kecil sampai sedang. Persamaan matematik metode rasional dinyatakan dalam bentuk (Soewarno, 1995) :

$$\text{rumus : } Q = 0,278 \cdot C.I.A$$

### Kapasitas Saluran

Perhitungan dimensi saluran digunakan rumus kontinuitas dan rumus Manning, sebagai berikut (Edisono, 1997) :

$$\text{rumus : } Q = V \cdot A$$

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

### Penampang Saluran

Tipe saluran drainase ada dua macam, yaitu: saluran tertutup dan saluran terbuka. Dalam saluran tertutup kemungkinan dapat terjadi aliran bebas maupun aliran tertekan pada saat berbeda, misalnya gorong-gorong untuk drainase, pada saat normal alirannya bebas sedangkan pada saat banjir yang menyebabkan gorong-gorong penuh maka alirannya adalah tertekan.

Tabel 2. Penampang Saluran

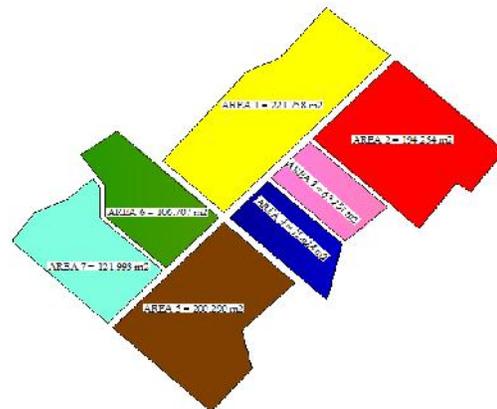
No	Bentuk Saluran	Fungsi	Lokasi
1	Trapesium	Untuk menyalurkan limbah air hujan dengan debit besar yang sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi kecil	Pada daerah yang masih cukup lahan
2	Persquri	Untuk menyalurkan limbah air hujan dengan debit besar yang sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi kecil	Pada daerah tidak kurang tersedia lahan
3	Setengah lingkaran	Untuk menyalurkan limbah air hujan dengan debit kecil	
4	Bulat lingkaran	Berfungsi baik untuk menyalurkan limbah air hujan maupun limbah air bekas atau keduanya	Pada tempat-tempat keramaian/ kesibukan (perumahan, pasar).

## METODOLOGI

Lokasi kajian berada di daerah perkotaan dengan permukiman yang padat dan sering terjadi banjir sehingga dipilih proyek penelitian di wilayah jalan Haji Isa III, Kel. Karang Ambun, Kec. Tanjung Redeb, Kabupaten Berau. dengan panjang penanganan saluran drainase bagian kanan dan kiri keseluruhan yang akan diteliti 5,240 Km.

Tabel 3. Hasil Survey Lapangan

No	L (m)	T (m)	B (m)	y (m)	w (m)	s (%)	n	Bentuk Penampang
Sal.1	800	1,00	0,90	0,61	0,39	0,002	0,019	Trapesium
Sal.2	400	1,00	0,80	0,61	0,39	0,002	0,021	Trapesium
Sal.3	184	0,90	0,70	0,46	0,34	0,001	0,021	Trapesium
Sal.4	184	0,80	0,70	0,46	0,34	0,003	0,021	Trapesium
Sal.5	534	0,80	0,60	0,32	0,28	0,001	0,019	Trapesium
	254	0,80	0,60	0,32	0,28	0,001	0,019	Trapesium
Sal.6	264	0,80	0,60	0,46	0,34	0,001	0,021	Trapesium



Gambar 1. Catchman Area di Jalan Haji Isa III, Kel. Karang Ambun, Tanjung Redeb, Berau

Dari hasil survey di lapangan di dapat dimensi saluran yang berbeda-beda di antara saluran bagian kanan dan kiri, maka dari itu diambil dimensi saluran terbesar dari masing-masing saluran kanan dan kiri.

**PEMBAHASAN**

Dalam studi ini dipakai data curah hujan harian Kabupaten Berau dari Stasiun Meteorologi Berau Provinsi Kalimantan Timur di mulai dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2017 (10 tahun)

**Tabel 4. Curah Hujan Harian Rata-Rata**

No.	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2008	145.3
2	2009	83.4
3	2010	94.2
4	2011	88.7
5	2012	117.0
6	2013	101.0
7	2014	81.1
8	2015	100.9
9	2016	100.1
10	2017	103.5

(Sumber : BMKG Berau, 2018)

Untuk mencari nilai curah hujan rancangan, Data curah hujan diolah dengan menggunakan 2 metode yaitu metode Gumbel dan Metode Log Person Type III.

**Tabel 5. Rekapitulasi Parameter Statistik**

Jenis Distr.	Syarat	Hasil	Ket.
Metode Gumbel	Cs 1,14	Cs = 1,52	Tidak Dapat Diterima
	Ck 5,4	Ck = 6,64	
Metode Log Person Type III	Cs 0	Cs = -1,06	Dapat Diterima
		Ck = 5,48	

( Sumber : Hasil Perhitungan )

**Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Hujan Rancangan**

NO	PERIODE ULANG	HUJAN RANCANGAN (mm) METODE LOG PEARSON TIPE III
1	2	97,39
2	5	113,92
3	10	125,78

( Sumber : Hasil Perhitungan )

Dari hasil perhitungan distribusi curah hujan dengan menggunakan *Metode Gumbel* dan *Metode Log Person Tipe III* diatas hujan rancangan yang dipakai adalah *Metode Log Person Tipe III*

**Uji Kesesuaian Frekuensi / Uji Kesesuaian Data**

**1. Uji Smirnov Kolmogorof**

**Tabel 7. Uji Kolmogorof**

NO	X (mm)	Log X (mm)	P(x) - M/(n+1)	P(x) - (Xi - Xi)/(n+1)	P(x) - M/(n-1)	P(x) -  P(x) - P(x)  (%)	Δ	
1	81.1	1.9090	0.0909	0.0909	-1.2100	0.1111	0.8889	0.0202
2	83.4	1.9212	0.1818	0.1818	-1.0756	0.2222	0.7778	0.0064
3	88.7	1.9479	0.2727	0.2727	-0.7134	0.3333	0.6667	0.0606
4	94.2	1.9741	0.3636	0.3636	-0.3597	0.4444	0.5556	0.0808
5	100.1	2.0004	0.4545	0.4545	-0.0025	0.5556	0.4444	0.1010
6	100.9	2.0039	0.5455	0.4545	0.0413	0.6667	0.3333	0.1212
7	101.0	2.0043	0.6364	0.3636	0.0501	0.7778	0.2222	0.1414
8	103.5	2.0149	0.7273	0.2727	0.1930	0.8889	0.1111	0.1616
9	117.0	2.0682	0.8182	0.1818	0.9147	1.0000	0.0000	0.1818
10	145.3	2.1623	0.9091	0.0909	2.1883	1.1111	-0.1111	0.2020

Nilai maks = 20,20 < tabel = 41 maka data dapat diterima dan memenuhi syarat.

**2. Uji Chi Square / Uji Chi-Kuadrat**

Uji ini ditetapkan untuk menguji simpangan dalam arah vertical.

**Tabel 8. Uji Chi Square**

NO	NILAI DATA SUB KOLMOPOR	JUMLAH DATA		(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> / E <sub>i</sub>
		O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>		
1	1,8774 <= 1,9407	2	2	0	0,00
2	1,9407 <P< 2,0040	4	2	4	2,00
3	2,0040 <P< 2,0673	2	2	0	0,00
4	2,0673 <P< 2,1306	1	2	1	0,50
5	2,1306 >= 2,1306	1	2	1	0,50
Jumlah		10	10		3,00

Harga Chi- Square = 3,00 %, Harga Chi - Square Kritis = 5,991 %, Interpretasi Hasil = Harga Chi - Square 3.00 < 5,991 Harga Chi



**Tabel 15. Saluran Drainase yang direncanakan hingga 2028 ( 10 Tahun )**

SALURAN	DIMENSI SALURAN DRAINASE PERIODIK 10 TAHUN										Maka menjadi Saluran terbuka		
	B (m)	T (m)	w (m)	h (m)	H (m)	Q (m <sup>3</sup> /detik)							
Saluran 1	1,30	1,50	1,00	1,60	2,00	2,393	4,160	2,305	0,000	0,000	1,393	3,77	0,462
Saluran 2	1,30	1,50	1,00	1,60	2,00	2,152	4,160	2,093	0,000	0,000	1,393	2,94	0,462
Saluran 3	1,30	1,50	1,00	1,60	2,00	1,231	3,100	2,306	0,000	0,000	0,697	1,73	0,205
Saluran 4	1,30	1,50	1,00	1,60	2,00	1,153	3,067	2,325	0,000	0,000	1,391	1,53	0,205
Saluran 5	1,30	1,50	1,00	1,60	2,00	1,402	3,447	2,025	0,000	0,000	0,353	3,23	0,078
Saluran 6	1,30	1,50	1,00	1,60	2,00	1,552	4,160	1,692	0,000	0,000	1,191	2,17	0,122
Saluran 7	1,30	1,50	1,00	1,60	2,00	2,310	4,160	2,301	0,000	0,000	1,218	2,96	0,158

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

1. Debit terbesar pada banjir rancangan periode ulang 2, 5 dan 10 tahun Jalan Haji Isa III, Kel. Karang Ambun, Kec. Tanjung Redeb, Kabupaten Berau dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Periode ulang 2 tahun = 2,693 m<sup>3</sup>/detik.
- b. Periode ulang 5 tahun = 3,150 m<sup>3</sup>/detik.
- c. Periode ulang 10 tahun = 3,477 m<sup>3</sup>/detik.

2. Kapasitas debit saluran existing banjir drainase adalah sebagai berikut :

- Saluran 1 = 0,559 m<sup>3</sup>/detik
- Saluran 2 = 0,462 m<sup>3</sup>/detik
- Saluran 3 = 0,205 m<sup>3</sup>/detik
- Saluran 4 = 0,307 m<sup>3</sup>/detik
- Saluran 5 = 0,078 m<sup>3</sup>/detik
- Saluran 6 = 0,122 m<sup>3</sup>/detik
- Saluran 7 = 0,158 m<sup>3</sup>/detik

3. Kapasitas drainase yang mampu menampung debit banjir rancangan periode ulang 10 tahun sebagai berikut :

Saluran Terbuka (Trapesium)

- Lebar Bawah Saluran (B) : 1,30 m.
- Lebar Atas Saluran (T) : 1,50 m
- Tinggi Jagaan (w) : 0,40 m
- Tinggi penampang basah (h) : 1,60 m
- Tinggi Saluran (H) : 2,00 m

Penampang yang digunakan yaitu berbentuk Trapesium.

**Saran**

Mengoptimalkan kapasitas saluran agar dapat berfungsi maksimal dalam menampung debit air hujan dan perlu adanya perubahan dimensi ukuran pada saluran yang mengalami limpasan/banjir.

**DAFTAR PUSTAKA**

Anonim, 1997. Drainase Perkotaan. Gunadarma. Jakarta.

Anonim, Data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kota Samarinda, Tahun 2017.

Anonim, Data dari Badan Standar Nasional Indonesia (SNI), Tahun 1994.

Anonim, Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan, Tahun 1990

Anonim, PP No. 37 Tentang Pengelolaan DAS, Pasal 1

Imam Subarkah, 1980. Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air, Idea Dharma, Bandung.

Martha, W. dan Adidarma, W, 1983. Menenal Dasar-Dasar Hidrologi, Nova, Bandung

Saifuddin Azwar, 1996. Tes Prestasi, Fungsi dan Pengembangan Pengukuran Prestasi Belajar, Pustaka Pelajar, Yogyakarta.

Suripin, M. Eng, 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Andi Offset, Yogyakarta.

Sosrodarsono Suyono dan Kensaku Takeda, 1999. Hidrologi untuk Pengairan, Pradya Paramitha, Bandung.

Soewarno, 1995. Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I dan II, Nova Offset, Bandung.

Ven Te Chow, 1985. Alih Bahasa, E.V. Nensi Rosalina, 1997. Hidrolika Saluran Terbuka, Erlangga, Jakarta.