

ANALISA KAPASITAS TAMPUNG SALURAN DRAINASE PADA JALAN MANGGIS KECAMATAN TANJUNG REDEB KABUPATEN BERAU

Muhammad Hilman Rasis
Dr. Ir. Yayuk Sri Sundari, MT
Purwanto, ST, MT

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

ABSTRACT

Banjir yang dialami oleh Kabupaten Berau khususnya pada jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb akhir – akhir ini merupakan imbas dari semakin banyaknya lahan yang tertutup oleh bangunan – bangunan baru yang tak berlandaskan strategi perencanaan dari sistem drainase yang ada. pada musim hujan debit air yang memasuki badan sungai sebagai saluran drainase yang utama juga menjadi lebih besar dan berakibat pada tidak mencukupi kapasitas saluran yang ada dan berakibat pada tidak mencukupinya kapasitas saluran yang ada dan akibat dari itu saluran drainase tidak berfungsi secara baik sehingga meluap.

Salah satu upaya yang dilakukan untuk penanggulangan banjir dengan menganalisa dimensi saluran jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb dengan menggunakan metode (Distribusi Normal) dan (Log Pearson Tipe III). Analisa ini melalui tahapan seperti ini, pengumpulan data curah hujan 10 tahun, pengumpulan data actual lapangan (catchment area) sampai pada menganalisa saluran dimensi yang ada pada jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb.

Kata Kunci : Banjir, Strategi Perencanaan, Analisa Saluran

ABSTRACT

The flood experienced by the district of Berau, especially on the Manggis street in Tanjung Redeb sub-district, has recently been the impact of the increasing number of land covered by new buildings that are not based on the planning strategy of the existing drainage system. in the rainy season the flow of water entering the river body as the main drainage channel also becomes larger and results in inadequate channel capacity and results in inadequate channel capacity and consequently drainage channels are not functioning properly to overflow.

One effort was made to overcome the flood by analyzing the dimension of Manggis street channel Tanjung Redeb sub district using the method (Normal Distribution) and (Log Pearson Type III). This analysis is through stages like this, 10 years of rainfall data collection, actual field data collection (catchment area) to analyze channel dimension on Manggis street, Tanjung Redeb subdistrict.

Keywords: Flood, Planning Strategy, Channel Analysis

PENDAHULUAN

Latar belakang

Banjir yang dialami oleh Kabupaten Berau khususnya pada jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb akhir – akhir ini merupakan imbas dari semakin banyaknya

lahan yang tertutup oleh bangunan – bangunan baru yang tak berlandaskan strategi perencanaan dari sistem drainase yang ada. pada musim hujan debit air yang memasuki badan sungai sebagai saluran drainase yang utama juga menjadi lebih besar dan berakibat pada tidak mencukupi kapasitas saluran yang ada dan berakibat pada tidak mencukupinya

kapasitas saluran yang ada dan akibat dari itu saluran drainase tidak berfungsi secara baik sehingga meluap.

Pada lokasi jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb Kabupaten Berau, saluran drainase tidak dapat menampung debit air yang meluap sehingga menyebabkan banjir. Oleh karena itu, sangat diperlukan analisa saluran sebagai solusi untuk menanggulangi permasalahan limpasan air hujan di jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb Kabupaten Berau.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah ini adalah sebagai berikut ini :

1. Berapakah debit banjir rancangan pada kala ulang 2 dan 5 tahun pada drainase di jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb Kabupaten Berau?
2. Berapakah kapasitas saluran existing di jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb Kabupaten Berau ?
3. Berapakah dimensi saluran yang mampu menampung debit banjir pada kala ulang 5 tahun?

Batasan Masalah Penelitian

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

1. Penelitian ini dilakukan pada Jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb Kabupaten Berau.
2. Perhitungan curah hujan rancangan di jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb Kabupaten Berau dengan Metode Distribusi Normal dan Metode log Person Type III untuk kala ulang 2 dan 5 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 dan 5 tahun pada jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb Kabupaten Berau

2. Mendapatkan hasil perhitungan dimensi saluran drainase kala ulang 2 dan 5 tahun pada ruas jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb Kabupaten Berau.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari Penelitian Evaluasi Kapasitas Daya Tampung Saluran Drainase Jalan A.W. Syahranie Pada Kota Samarinda Meliputi :

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

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Drainase

Secara umum, sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Diurut dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (inceptor), saluran pengumpul (collector drain), saluran pembawa (convenyor drain), saluran induk (main drain) dan badan penerima air (receiving waters).

Analisa Hidrologi

1. Metode Distribusi Normal

Distribusi Normal juga disebut sebaran Gauss yang sering dipakai untuk analisis frekuensi hujan harian maksimum, dimana sebarannya mempunyai sifat khusus bahwa besarnya koefisien asimetris (*skewness*) $C_s = 0$ dan (*koefisien kortosis*) $C_k = 3$. (Dr.Ir. Drs. Nugroho Hadisusanto, Dipl. H.)

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 .

Catchman Area

Menurut Chay Asdak dalam buku Hidrologi dan Pengelolaan DAS mendefinisikan DAS adalah suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggungan gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkan ke laut melalui sungai utama.

Intensitas curah hujan

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

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

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 : $t_c = t_0 + t_d$

Koefisien Pengaliran/Limpasan (C)

Salah satu konsep penting dalam upaya mengendalikan banjir adalah koefisien aliran permukaan (runoff) yang biasa dilambangkan dengan C. Koefisien C didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan (Arsyad, 2006)., maka nilai koefisien pengaliran (C) yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut (*Suripin, 2004*).:

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

Debit Banjir Rancangan

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) :

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

Kapasitas Saluran

Perhitungan dimensi saluran digunakan rumus kontinuitas dan rumus Manning, dengan rumus berikut: ($Q = A .V$). Sedangkan kecepatan maksimum yang diperbolehkan tidak akan menimbulkan penggerusan pada bahan saluran.

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

Kemiringan Saluran

Kemiringan saluran samping jalan ditentukan berdasarkan bahan yang digunakan, hubungan antara bahan yang digunakan dengan kemiringan saluran samping jalan arah memanjang yang dikaitkan dengan erosi aliran. Untuk mencari kemiringan dasar dari saluran adalah menggunakan rumus : $S = t_1 - t_2 / L \times 100$.

Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan untuk saluran terbuka dengan permukaan diperkeras ditentukan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan antara lain : ukuran saluran, kecepatan aliran, arah belokan saluran dan debit banjir. Tinggi jagaan biasanya diambil antara 15 sampai 60 cm. Tabel 2.16.

Tabel 2. Tinggi Jagaan

No.	Debit (m3/det)	Tinggi jagaan minimum (m)
1	0,00 – 0,30	0,30
2	0,30 – 0,50	0,40
3	0,50-1,50	0,50
4	1,50-15,00	0,60
5	15,00-25,00	0,75
6	> 25,00	1,00

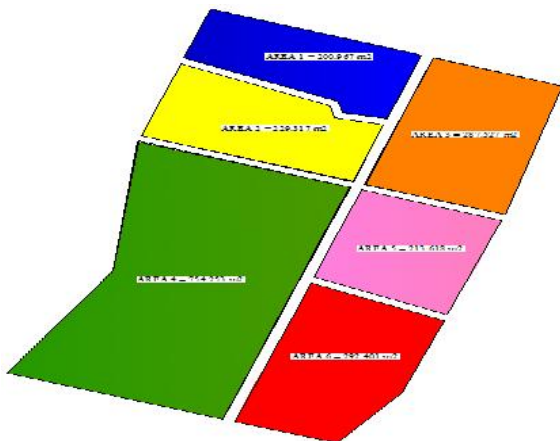
(Perencanaan Sistem Drainase Jalan, 2006).

METODOLOGI

Lokasi kajian berada di daerah permukiman yang padat sehingga dipilih projek penelitian di Lokasi penelitian berada di wilayah jalan Naga, Kel. Timbau, Kec. Tenggarong, Kutai Kartanegara dengan panjang penanganan saluran drainase bagian kanan dan kiri keseluruhan yang akan diteliti 5,239 Km.

Tabel 3. Hasil Survey Lapangan

Nam Sal.	L (m)	T (m)	B (m)	y (m)	w (m)	s (%)	n	Bentuk Penampang
Sal.1	330	0,8	0,7	0,43	0,27	0,002	0,019	Trapesium
Sal.2	295	0,9	0,8	0,46	0,34	0,002	0,021	Trapesium
Sal. 3	655	1,0	0,8	0,54	0,36	0,001	0,021	Trapesium
Sal.4	1203	1,1	0,9	0,61	0,39	0,001	0,019	Trapesium
Sal.5	451	0,8	0,6	0,46	0,34	0,002	0,019	Trapesium
Sal.6	721	0,8	0,7	0,46	0,34	0,001	0,021	Trapesium



Gambar 1. Catchman Area di Jalan Manggis, 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 Dist. Normal	Cs = 0	Cs = 1,52	Tidak Dapat Diterima
	Ck = 3	Ck = 0,66	
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

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan distribusi curah hujan dengan menggunakan *Metode Distribusi Normal* 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)	F _{og} (X) (mm)	P _{og} - M _g (n-1)	F _{og} (x)	f _g (x) - N _g (n)/N _g	P _{og} (x)	Δ P _{og} (x)
1	81.1	1.9009	0.0969	0.9091	-1.2100	0.1111	0.8889
2	83.4	1.9212	0.1818	0.8182	-1.3756	0.2222	0.7778
3	88.7	1.9479	0.2777	0.7223	-0.7174	0.3333	0.6667
4	94.2	1.9741	0.3636	0.6364	-0.3597	0.4444	0.5556
5	100.1	2.0004	0.4545	0.5455	-0.0025	0.5556	0.4444
6	100.9	2.0039	0.5455	0.4545	0.0443	0.6667	0.3333
7	101.0	2.0043	0.6364	0.3636	0.0501	0.7778	0.2222
8	103.5	2.0149	0.7273	0.2727	0.1939	0.8889	0.1111
9	117.0	2.0682	0.8182	0.1818	0.9147	1.0000	0.0000
10	145.3	2.1623	0.9091	0.0909	2.1883	1.1111	-0.1111

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 DATAS SUB KELOMPOK	JUMLAH DATA		(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² / E _i
		O _i	E _i		
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 >=	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

Square Kritis, Persamaan distribusi teoritis dapat diterima

Catcment Area

Gambar 2. Grafik Perhitungan Area



Tabel 9. Perhitungan Koordinat

ARLA 1			
COORDINATE (X-Y)			
X	Y	X _N Y _{N 1}	X _{N+1} Y _N
305.880	-147.110	(44.308.553.280,00)	(44.036.937.170,00)
299.347	-144.856	(44.075.552.933,00)	(43.243.137.400,00)
298.525	-147.239	(44.597.515.325,00)	(44.657.146.983,00)
303.297	-149.393	(45.174.532.398,00)	(45.328.525.274,00)
303.418	-149.944	(45.582.182.722,00)	(45.700.333.002,00)
304.803	-150.229	(41.839.569.330,00)	(45.952.046.520,00)
305.880	-147.110	(44.998.006.800,00)	(44.998.006.800,00)
305.880	-147.110		
		(313.875.942.788,00)	(313.916.133.149,00)
LUAS		200.951.805	M2
LUAS		20.10	Ha

Tabel 10. Luasan Area

Area	Luas Area (m ²)
Area 1	200.967
Area 2	229.317
Area 3	287.527
Area 4	754.253
Area 5	213.618
Area 6	292.401

Intensitas Curah Hujan

Perhitungan Intensitas Curah hujan dilampirkan dengan table dibawah ini :

Tabel 11. Perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 5 tahun

Saluran	L (m)	Slope	Tc (Jam)	Tc (menit)	R24 (mm)	I (mm/jam)
Saluran 1	330	0,001667	0,146	8,735	113,92	142,710
Saluran 2	295	0,001525	0,139	8,346	113,92	147,120
Saluran 3	655	0,001099	0,200	12,001	113,92	115,480
Saluran 4	1203	0,001347	0,307	18,444	113,92	86,710
Saluran 5	451	0,001685	0,161	9,848	113,92	131,748
Saluran 6	721	0,001359	0,214	12,839	113,92	110,399

Perhitungan Debit Aliran

Perhitungan debit aliran dilampirkan pada table dibawah :

Tabel 12. Perhitungan Debit Aliran Periode Ulang 5 Tahun

SALURAN	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Qhr (m ³ /dt)
Saluran 1	0,394	142,710	0,20245	3,163
Saluran 2	0,468	147,120	0,23064	4,410
Saluran 3	0,345	115,480	0,28916	3,184
Saluran 4	0,495	86,710	0,75967	9,026
Saluran 5	0,345	131,748	0,21565	2,727
Saluran 6	0,470	110,399	0,29565	4,263

Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Dengan Dimensi Existing

Perhitungan drainase ini dilampirkan dalam table dibawah ini :

Tabel 13. Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Pada Kondisi Existing

SALURAN	DIMENSI EXISTING										
	B (m)	t (m)	y (m)	m	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	S	V	Q (m ³ /dt)
Saluran 1	0,70	0,70	0,42	0,0500	0,2102	1,5611	0,1987	0,015	0,00157	0,3317	0,227
Saluran 2	0,80	0,80	0,46	0,0500	0,3786	1,7211	0,2210	0,015	0,00153	0,6777	0,257
Saluran 3	0,80	0,90	0,54	0,0500	0,4612	1,8894	0,2446	0,015	0,00110	0,6175	0,285
Saluran 4	0,90	1,00	0,61	0,0500	0,5362	2,1261	0,2757	0,015	0,00135	0,3182	0,480
Saluran 5	0,60	0,90	0,46	0,0500	0,2572	1,5295	0,1949	0,015	0,00159	0,7263	0,216
Saluran 6	0,70	0,90	0,46	0,0500	0,3326	1,6211	0,2052	0,015	0,00139	0,6107	0,203

Tabel 14. Saluran Drainase yang direncanakan hingga 2023 (5 Tahun)

SALURAN	DIMENSI SALURAN DRAINASE PERIODE ULANG 5 TAHUN										Debit rencana (m ³ /dt)	KETERANGAN	
	B (m)	t (m)	y (m)	m	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	S	V			
Saluran 1	1,30	1,90	1,50	0,1500	2,2375	4,3303	1,5279	0,019	0,00067	1,0391	3,210	4,164	Cekap
Saluran 2	1,40	2,50	2,10	0,1500	3,62,5	5,6473	2,6378	0,021	0,00053	1,3780	4,965	4,410	Cekap
Saluran 3	1,30	2,40	2,00	0,1500	2,2200	5,3447	2,5937	0,021	0,00030	1,1215	3,380	3,184	Cekap
Saluran 4	2,10	3,40	2,80	0,1500	5,0760	7,2259	3,6132	0,019	0,00035	1,9327	9,387	9,026	Cekap
Saluran 5	1,30	2,40	1,60	0,0500	2,2283	4,8043	2,4912	0,019	0,00060	1,3432	3,265	2,727	Cekap
Saluran 6	1,40	2,50	2,10	0,1500	3,62,5	5,6473	2,6378	0,021	0,00036	1,3046	4,635	4,263	Cekap

PENUTUP

Kesimpulan

- Debit terbesar pada banjir rancangan periode ulang 2 dan 5 tahun Jalan Manggis Kecamatan Tanjung Redeb Kabupaten Berau dapat disimpulkan sebagai berikut :
 - Periode ulang 2 tahun = 7,716 m³/detik.
 - Periode ulang 5 tahun = 9,026 m³/detik.

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

- Saluran 1 = 0,227 m³/detik
- Saluran 2 = 0,257 m³/detik
- Saluran 3 = 0,285 m³/detik
- Saluran 4 = 0,480 m³/detik
- Saluran 5 = 0,216 m³/detik
- Saluran 6 = 0,203 m³/detik

3. Kapasitas drainase yang mampu menampung debit banjir rancangan periode ulang 5 tahun sebagai berikut :

- Saluran Terbuka (Trapesium)
- Lebar Bawah Saluran (B) : 1,30 m.
 - Lebar Atas Saluran (T) : 1,60 m
 - Tinggi Jagaan (w) : 0,40 m
 - Tinggi penampang basah (h) : 1,50 m
 - Tinggi Saluran (H) : 1,90 m
- Penampang yang digunakan yaitu berbentuk Trapesium.

Saran

Perlu adanya perubahan dimensi ukuran pada saluran yang mengalami Limpasan / banjir dan sebaiknya dilakukan pemeliharaan pada saluran agar sampah dan sedimentasi tidak menghambat derasnya aliran air.

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. Mengenal 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.