

EVALUASI SALURAN DRAINASE DI KAWASAN JALAN KEBUN KOPI PASAR VII DESA MARINDAL I KECAMATAN PATUMBAK

Bayu Adjie Prasetyo¹⁾, Anisah Lukman²⁾, Darlina Tanjung³⁾

¹⁾Alumni, ^{2,3)}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UISU

Universitas Islam Sumatera Utara

bayuadjieprasetyo777@gmail.com; anisah@ft.uisu.ac.id; darlinatanjung@yahoo.com

Abstrak

Drainase merupakan suatu sistem untuk menyalurkan air hujan. Sistem ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat, terutama di daerah berkependudukan padat seperti perkotaan. Evaluasi saluran drainase diperlukan untuk mengetahui kapasitas penampang dengan menghitung debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional. Menghitung curah hujan rencana dengan metode distribusi yang dipilih yaitu metode Log Pearson Type III. Dari hasil evaluasi debit banjir rancangan periode ulang didapat Q2 sebesar 2,0698 m³/det, Q5 sebesar 2,3950 m³/det, Q10 sebesar 2,6258 m³/det. Evaluasi saluran drainase pada Jalan Kebun Kopi Pasar VII Desa Marindal I Kecamatan Patumbak dilakukan dengan perhitungan hidrolika sederhana. Dari perhitungan kapasitas saluran eksisting didapat Q kanan sebesar 1,4142 m³/det dan Q kiri sebesar 0,4008 m³/det. Hasil evaluasi menunjukkan saluran drainase pada Jalan Kebun Kopi Pasar VII Desa Marindal I Kecamatan Patumbak tidak dapat menampung debit banjir rancangan Q2, Q5, dan Q10. Maka dilakukan evaluasi untuk saluran kanan dan kiri, sehingga didapat debit saluran perencanaan ulang Q kanan sebesar 2,7500 m³/det dan Q kiri sebesar 2,8680 m³/det. Maka saluran drainase perencanaan ulang dapat digunakan 2 hingga 10 tahun kedepan.

Kata-Kata Kunci : Saluran Drainase, Debit, Banjir, Metode Rasional

I. Pendahuluan

Pertambahan kawasan kumuh merupakan masalah yang dihadapi oleh hampir disemua kota metropolitan dan di kota-kota besar di Indonesia, hal yang sama juga terjadi di negara-negara berkembang lainnya. Kondisi kawasan permukiman kumuh secara umum dapat dicermati dari kondisi fisiknya, kondisi sosial-ekonomi dan budaya masyarakat, dan dampak turunan dari kondisi-kondisi tersebut.

Jalan Kebun Kopi pasar VII Desa Marindal I yang berada di Kec. Patumbak yang sistem drainasenya sangat mengganggu aktivitas penduduk ini karena apabila hujan deras menyebabkan tingginya volume air dalam drainase sehingga keluar ke jalan Raya dan sangat mengganggu juga bisa menyebabkan kemacetan. Resapan air hujan yang kurang baik terjadi genangan air Selain itu saluran drainase yang telah adapun efisiensinya telah berkurang karena adanya pembuangan sampah di saluran drainase. Akibatnya setiap musim hujan air dari saluran drainase meluap ke jalan disekitar saluran drainase.

Penataan dan peningkatan efisiensi jaringan drainase kota, adalah masalah banjir dan genangan air serta segala akibat yang timbul karenanya dapat segera dikurangi atau bila mungkin dihilangkan, yang menimbulkan banyak gangguan pada masyarakat. Sehingga kawasan tersebut tidak mengganggu aktivitas masyarakat.

Sistem drainase disuatu kawasan semestinya sudah dirancang dan diperhitungkan untuk menghitung debit aliran air yang normal, terutama pada saat musim hujan agar kawasan tersebut tidak mengalami genangan air atau banjir.

II. Metode Penelitian

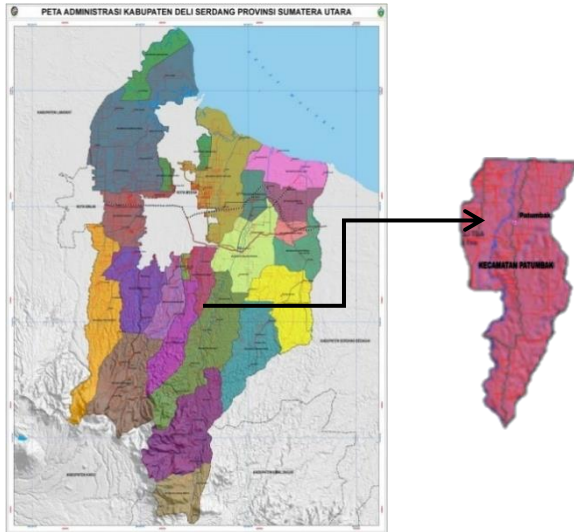
Dalam merencanakan saluran drainase, terlebih dahulu harus dilakukan beberapa tahap, mulai persiapan, survey serta investigasi dari suatu daerah atau lokasi yang bersangkutan, guna memperoleh data yang berhubungan dengan perencanaan yang lengkap dan teliti. Untuk mengatur pelaksanaan perencanaan perlu adanya metodologi yang baik dan benar, karena metodologi merupakan acuan untuk menentukan langkah-langkah kegiatan yang perlu diambil dalam perencanaan, seperti survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi wilayah studi agar didapatkan hasil yang optimal.

2.1 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian ini di ambil pada Jalan Kebun Kopi Pasar VII Desa Marindal I Kecamatan Patumbak Kabupaten Deli Serdang karena di wilayah ini rawan terjadinya banjir atau genangan air. Desa Marindal I mempunyai luas 8,15 Km² dan dengan jumlah penduduk sebanyak 35.152 orang . Data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah Kecamatan Patumbak di dapat melalui Stasiun Klimatologi Kabupaten Deli Serdang. Peta lokasi studi dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

Penggunaan lahan di sekitar lokasi studi adalah sebagai berikut :

- Bangunan perumahan penduduk
- Fasilitas umum (lapangan sepak bola)
- Usaha-usaha kecil menengah
- Jalan beraspal



Gambar 1. Peta Kecamatan Patumbak
Sumber : Administrasi Deli Serdang

2.2 Letak Geografis

Secara geografis Desa Marindal 1 Kecamatan Patumbak berada di Kabupaten Deli Serdang dan batasan administratif wilayah Desa Marindal 1 Kecamatan Patumbak berbatasan dengan beberapa kecamatan yang ada di Kabupaten Deli Serdang, dan juga berbatasan dengan kecamatan yang ada di Kota Medan. Adapun mengenai batas administratif Desa Marindal 1 Kecamatan Patumbak adalah sebagai berikut :

- Sebelah Utara berbatasan dengan Kelurahan Harjosari II Kecamatan Medan Amplas.
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Sigarag-gara Kecamatan Patumbak.
- Sebelah Timur berbatasan dengan Desa Patumbak Kampung Kecamatan Patumbak.
- Sebelah Barat berbatasan dengan Desa Mekar Sari Kecamatan Deli Tua.

Luas wilayah Kecamatan Patumbak adalah 46,79 km² yang terdiri dari 8 desa, 52 dusun atau lingkungan, dengan berpusat di Desa Patumbak I. Desa yang memiliki luas wilayah administratif terbesar adalah Desa Marindal 1 dengan luas 8,15 km², sedangkan wilayah dengan luas terkecil adalah Desa Sigara-gara yang memiliki luas 3,04 km².

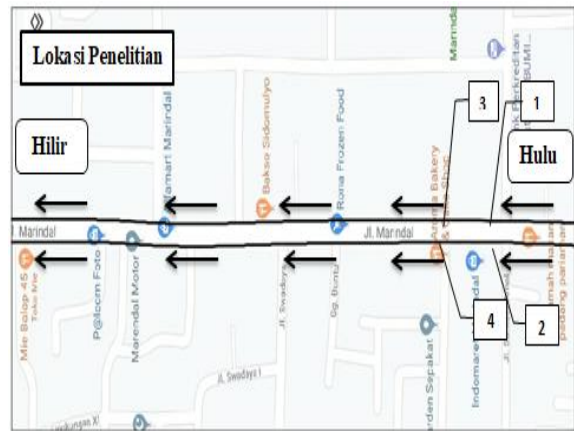
2.3 Pengolahan Data dan Pengambilan Data

Pengolahan data untuk mencari dan mengevaluasi hasil kejadian berdasarkan parameter hidrologi dan hidraulika yang dihitung secara umum untuk tiap-tiap elemen, dan merupakan masukan untuk pemograman sebagai *input*. Setelah pemasukan (*input*) dari parameter hidrologi dan hidraulika dalam pemograman ini kemudian di proses (*process*) berdasarkan perhitungan yang dicari dan menghasilkan keluaran (*output*) berupa gambaran keseluruhan drainase dari hasil yang didapat baik secara dua dimensi maupun tiga dimensi sebagai pengaliran dan pemasukan (*inlet*) sampai ke

pembuangan (*outlet*) sehingga mempermudah pengamatan gambar dalam bentuk digital.

Secara umum data yang akan digunakan dapat di klarifikasikan menjadi dua yaitu sebagai berikut :

1. Data primer adalah data utama yang digunakan untuk evaluasi, dari dimensi penampang saluran, untuk mendapatkan dimensi penampang saluran maka dilakukan pengukuran secara langsung dilapangan dengan mengukur penampang saluran dengan meteran sehingga didapat panjang dan tinggi dari saluran drainase tersebut. Adapun lokasi yang ditinjau dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut :



(Titik 1 ditutup untuk berjualan)



(Titik 2 tersumbat tidak mengalir)



(Titik 3 ditutup untuk berjualan)



(Titik 4 tersumbat tidak mengalir)

Gambar 2. Peta Topografi Jalan Kebun Kopi Pasar VII Marindal 1

Sumber : Google Map dan Dokument Pribadi

2. Data sekunder ialah data berupa data lokasi studi serta data curah hujan bulanan berdasarkan beberapa stasiun penakar curah hujan dari 2009 hingga 2018 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Deli Serdang. Berikut tabel curah hujan Kabupaten Deli Serdang :

Tabel 1. Data Curah Hujan Stasiun Klimatologi Kabupaten Deli Serdang

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2009	103	4	44	57	58	31	58	49	97	61	50	19
2010	71	48	40	24	20	47	69	48	40	41	66	80
2011	78	35	64	64	39	40	54	98	59	58	63	60
2012	40	50	42	57	83	65	65	46	60	75	60	33
2013	29	66	53	63	27	58	58	33	32	70	21	111
2014	20	22	35	31	46	34	34	91	66	41	57	165
2015	42	46	10	12	39	86	86	50	52	46	90	43
2016	23	71	9	9	40	49	49	54	84	47	57	34
2017	37	6	40	44	22	32	32	82	34	84	65	135
2018	29	40	18	68	35	62	62	33	56	147	76	106

Sumber : Stasiun Klimatologi Kabupaten Deli Serdang

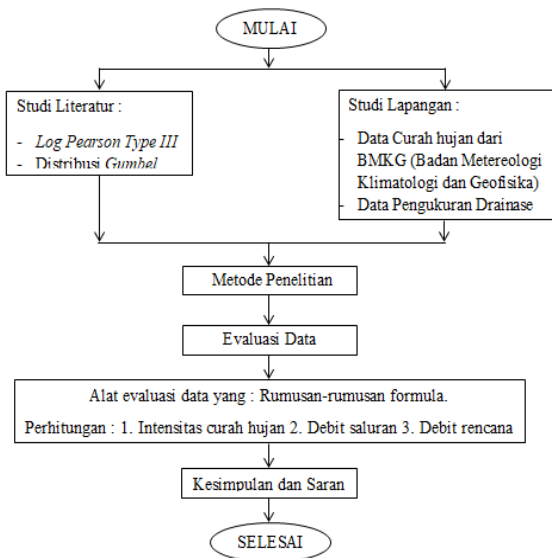
Tabel 2. Data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Klimatologi Kabupaten Deli Serdang :

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
2009	52,6
2010	79,6
2011	59,3
2012	56,3
2013	51,8
2014	53,5
2015	50,2
2016	43,8
2017	51,1
2018	61,1
n = 10 tahun	Total = 559,2

Sumber : Stasiun Klimatologi Kabupaten Deli Serdang

2.4 Bagan Alir Penelitian

Metodologi penelitian dilakukan di Jalan Kebun Kopi Pasar VII Marindal 1 Kecamatan Patumbak dimana area tersebut mengalami banjir atau genangan yang cukup luas dan permukaan yang tinggi sampai menutupi badan jalan, diakibatkan dengan curah hujan yang tinggi pada daerah tangkapan air (*catment area*) yang bermasalah, dalam penulisan ini pengolahan data tersebut dianalisis dengan menggunakan metode rasional. Hal ini dapat dilihat pada bagan alir penelitian di bawah ini :



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Evaluasi Curah Hujan Rencana

Evaluasi curah hujan rencana adalah untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan ke *n* yang mana akan digunakan untuk mencari debit banjir rancangan. Jika didalam suatu area terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan area. Untuk mendapatkan harga curah hujan area dapat dihitung dengan metode rata-rata aljabar :

Dari data curah hujan rata-rata maksimum tersebut kemudian dihitung pola distribusi sebarannya dengan menggunakan perhitungan evaluasi frekuensi. Distribusi sebaran yang akan dicari evaluasi frekuensi antara lain adalah distribusi *Gumbel*, distribusi log normal, dan distribusi *Log Pearson Type III*.

3.2 Evaluasi Frekuensi

Evaluasi frekuensi adalah prosedur memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu ataupun masa yang akan datang. Prosedur tersebut dapat digunakan menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi hujan secara teoritis dengan distribusi hujan secara empiris. Hujan rancangan ini digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang diperlukan dalam memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir). dapat dilihat pada tabel 4.2 dan tabel 4.3.

3.2.1 Distribusi Gumbel

Perhitungan evaluasi frekuensi untuk distribusi *Gumbel* dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Perhitungan evaluasi frekuensi untuk distribusi Gumbel

Tahun	X_i	X	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
2009	52,6	55,92	-3,32	11,0	-36,6	121,5
2010	79,6	55,92	23,68	560,7	13278,4	314432,0
2011	59,3	55,92	3,38	11,4	38,6	130,5
2012	56,3	55,92	0,38	0,1	0,1	0,0
2013	51,8	55,92	-4,12	17,0	-69,9	288,1
2014	53,5	55,92	-2,42	5,9	-14,2	34,3
2015	50,2	55,92	-5,72	32,7	-187,1	1070,5
2016	43,8	55,92	-12,12	146,9	-1780,4	21578,0
2017	51,1	55,92	-4,82	23,2	-112,0	539,7
2018	61,0	55,92	5,08	25,8	131,1	666,0
N	559,2			834,8	11248	338860,7

Sumber : Hasil Perhitungan

Parameter Statistik

Curah Hujan Rata-rata (X) :

$$X = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{559,2}{10} = 55,92$$

Standart Deviasi (S):

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - X_i)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{834,8}{9}} = 9,63$$

Koefisien Skewness (Cs):

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - X)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(11248)}{(9)(8)(9,63)^3} = 1,74$$

Koefisien Kurtosis (Ck):

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum (X_i - X)^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10}(338860,7)}{(9,63)^4} = 3,94$$

Koefisien Variasi (Cv):

$$C_v = \frac{S}{X} = \frac{9,63}{55,92} = 0,17$$

3.2.2 Distribusi Log Pearson Type III

Perhitungan evaluasi frekuensi untuk distribusi *Log Pearson Type III* dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4. Perhitungan evaluasi frekuensi distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III :

Tahun	X_i	$Y_i = \text{Log} X_i$	$\frac{\text{Log} Y_i - \text{Log} X_i}{\text{Log} X_i}$	$(\frac{\text{Log} Y_i - \text{Log} X_i}{\text{Log} X_i})^2$	$(\frac{\text{Log} Y_i - \text{Log} X_i}{\text{Log} X_i})^3$	$(\frac{\text{Log} Y_i - \text{Log} X_i}{\text{Log} X_i})^4$
2009	52,6	1,721	-1,485	2,206	-3,276	4,866
2010	79,6	1,901	-1,622	2,631	-4,267	6,921
2011	59,3	1,773	-1,524	2,324	-3,542	5,399
2012	56,3	1,751	-1,507	2,272	-3,425	5,162
2013	51,8	1,714	-1,480	2,191	-3,243	4,801
2014	53,5	1,728	-1,491	2,222	-3,313	4,938
2015	50,2	1,701	-1,470	2,161	-3,177	4,670
2016	43,8	1,641	-1,426	2,034	-2,901	4,138
2017	51,1	1,708	-1,476	2,178	-3,214	4,744
2018	61,0	1,785	-1,534	2,352	-3,607	5,532
$\Sigma=10$	559,2	17,424	-15,016	22,571	-33,966	51,171

Sumber : Hasil Perhitungan

Parameter Logaritma

Standart Deviasi (S) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - X_i)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{22,571}{9}} = 1,584$$

Koefisien Skewness (Cs):

$$C_s = \frac{n \sum (Y_i - X_i)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(-33,966)}{(9)(8)(1,584)^3} = -1,186$$

Koefisien Kurtosis (Ck):

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum (Y_i - X_i)^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10}(51,171)}{(1,584)^4} = 0,812$$

Koefisien Variasi (Cv):

$$C_v = \frac{S}{X} = \frac{1,584}{55,92} = 0,028$$

Tabel 5. Hasil pengukuran dispersi Stasiun Klimatologi Kabupaten Deli Serdang

No	Dispersi	Hasil Dispersi	
		Parameter Statistik	Parameter Logaritma
1	S	9,63	1,584
2	Cs	1,74	-1,186
3	Ck	3,94	0,812
4	Cv	0,17	0,028

Sumber : Hasil Perhitungan

3.3 Pemilihan Jenis Sebaran

Pemilihan jenis sebaran untuk menentukan jenis distribusi yang memenuhi dan tidak memenuhi yang dapat digunakan sebagai parameter statistik, dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6. Ketentuan dalam pemilihan distribusi

Jenis Sebaran	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$ $C_k = 3$	1,74 3,94	Tidak memenuhi
Log Normal	$C_s \approx 3 C_v + C_v^2 = 3$ $C_k = 5,383$	1,186 0,812	Tidak memenuhi
Gumbel	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$	1,74 3,94	Tidak memenuhi
Log Pearson Type III	$C_s \neq 0$	1,186	Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan dari seluruh hasil perhitungan di atas, maka dapat di simpulkan bahwa parameter statistiknya menggunakan metode *Log Pearson Type III*.

3.4 Pengukuran Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan dengan metode *Log Pearson Type III* dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini :

Tabel 7. Evaluasi frekuensi distribusi Log Pearson Type III

Tahun	X_i	$\text{Log} X_i$	$\text{Log} X_i - \text{Log} \bar{X}$	$(\text{Log} X_i - \text{Log} \bar{X})^2$	$(\text{Log} X_i - \text{Log} \bar{X})^3$
2009	52,60	1,720986	-0,02141	0,0005	-0,00001
2010	79,60	1,900913	0,15851	0,0251	0,00398
2011	59,30	1,773055	0,03065	0,0009	0,00003
2012	56,30	1,750508	0,00811	0,0001	0,00000
2013	51,80	1,71433	-0,02807	0,0008	-0,00002
2014	53,50	1,728354	-0,01405	0,0002	0,00000
2015	50,20	1,700704	-0,04170	0,0017	-0,00007
2016	43,80	1,641474	-0,10093	0,0102	-0,00103
2017	51,10	1,708421	-0,03398	0,0012	-0,00004
2018	61,00	1,78533	0,04293	0,0018	0,00008
Σ	559,20	17,4240	0,00007	0,04250	0,00292
\bar{X}	55,92	1,74240	0,00001	0,00425	0,00029

Sumber : Hasil Perhitungan

1. Hitung harga logaritma rata-rata berdasarkan persamaan 2.9 :
$$\text{Log} \bar{X} = \frac{\sum \text{Log} X_i}{n} = \frac{17,42407}{10} = 1,74240$$
2. Hitung simpangan baku (Sd) berdasarkan persamaan di atas.

$$S_d = \sqrt{\frac{\Sigma(\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,04250}{9}} = 0,06871$$

3. Hitung koefisien kemencengan (Cs) berdasarkan persamaan di atas :
- $$C_s = n \cdot \frac{\Sigma(\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{X})^3}{(-1) \cdot (n-2) S_d^3} = 10 \cdot \frac{0,00292}{(9) \cdot (8) \cdot (0,06871)^3} = 1,25023$$

Nilai Cs yang sudah didapat, dipakai untuk mencari nilai T pada lampiran table nilai frekuensi K_T untuk distribusi *Log Pearson Type III*, maka didapat nilai K_T adalah dapat dilihat pada Table 8.

Tabel 8. Nilai Faktor Frekuensi (K_T)

No	Periode	Cs	Nilai K_T
1	2	1,25023	-0,1640
2	5	1,25023	0,758
3	10	1,25023	1,340
4	20	1,25023	1,809
5	25	1,25023	2,043
6	50	1,25023	2,542

Sumber : Tabel Nilai Faktor Frekuensi (K_T)

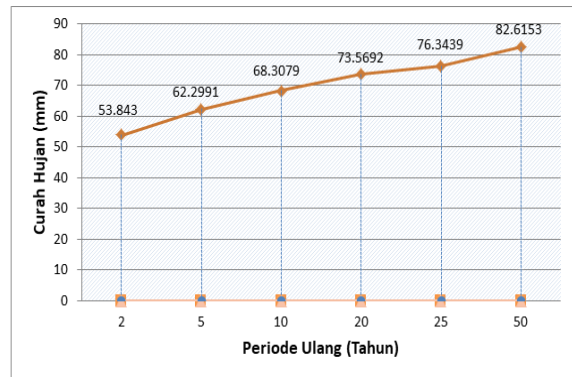
4. Hitung logaritma curah hujan rancangan periode ulang tertentu berdasarkan persamaan 2.13 :
- Hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun (X_2)
 $\text{Log } X_2 = \text{Log}\bar{X} + (K_T \cdot S_d)$
 $= 1,74240 + (-0,1640 \cdot 0,06871)$
 $X_2 = 53,8430 \text{ mm}$
 - Hujan rencana untuk periode ulang 5 tahun (X_5)
 $\text{Log } X_5 = \text{Log}\bar{X} + (K_T \cdot S_d)$
 $= 1,74240 + (0,758 \cdot 0,06871)$
 $X_5 = 62,2991 \text{ mm}$
 - Hujan rencana untuk periode ulang 10 tahun (X_{10})
 $\text{Log } X_{10} = \text{Log}\bar{X} + (K_T \cdot S_d)$
 $= 1,74240 + (1,340 \cdot 0,06871)$
 $X_{10} = 68,3079 \text{ mm}$
 - Hujan rencana untuk periode ulang 20 tahun (X_{20})
 $\text{Log } X_{20} = \text{Log}\bar{X} + (K_T \cdot S_d)$
 $= 1,74240 + (1,809 \cdot 0,06871)$
 $X_{20} = 73,5692 \text{ mm}$
 - Hujan rencana untuk periode ulang 25 tahun (X_{25})
 $\text{Log } X_{25} = \text{Log}\bar{X} + (K_T \cdot S_d)$
 $= 1,74240 + (2,043 \cdot 0,06871)$
 $X_{25} = 76,3439 \text{ mm}$
 - Hujan rencana untuk periode ulang 50 tahun (X_{50})
 $\text{Log } X_{50} = \text{Log}\bar{X} + (K_T \cdot S_d)$
 $= 1,74240 + (2,542 \cdot 0,06871)$
 $X_{50} = 82,6153 \text{ mm}$

Hasil perhitungan priode curah hujan rencana dapat dilihat pada Tabel 9 dan Gambar 4.

Tabel 9. Hasil perhitungan curah hujan rencana metode distribusi *Log Pearson Type III*.

Periode Ulang (Tahun)	Faktor Frekuensi (K_T)	$\text{Log}\bar{X}$	Simpangan Baku (Sd)	Hujan Rencana (mm)
2	-0,1640	1,74240	0,06871	53,8430
5	0,758	1,74240	0,06871	62,2991
10	1,340	1,74240	0,06871	68,3079
20	1,809	1,74240	0,06871	73,5692
25	2,043	1,74240	0,06871	76,3439
50	2,542	1,74240	0,06871	82,6153

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4. Grafik curah hujan rencana metode distribusi *Log Pearson Type III*

Sumber : Hasil Perhitungan

Dapat dilihat pada grafik di atas curah hujan rencana akan naik pada periode 2 hingga 50 tahun kedepan.

3.5 Evaluasi Debit Rencana

Untuk menghitung debit rencana pada studi ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase.

Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas pengaliran dari saluran drainase kawasan Jalan Kebun Kopi Pasar VII Desa Marindal I adalah 30,15 Ha, karena luas pengalirannya tidak lebih dari 80 Ha. Maka rumus untuk menghitung debit rancangan metode rasional berdasarkan persamaan di atas adalah sebagai berikut :

$$Q = \frac{1}{36} C.I.A = 0,278 C.I.A$$

Di mana :

- Q = Debit banjir rencana (m^3/det)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas curah hujan selama t jam (mm/jam)
- A = Luas daerah aliran (Ha) (Km^2)

Pada drainase di sekitar kawasan Jalan Kebun Kopi Pasar VII Desa Marindal I, digunakan koefisien pengalirannya (C) sebesar 0,7 sesuai pada tabel.

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam satu satuan waktu, seperti mm/jam untuk curah hujan jangka pendek, dan besarnya intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan. Beberapa rumus yang menyatakan hubungan antara intensitas dan lamanya curah hujan adalah sebagai berikut :

Metode Dr. Mononobe

Rumus untuk mencari Intensitas curah hujan Dr. Mononobe berdasarkan persamaan 2.20, sebagai berikut :

$$I = \frac{R}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t_c = Durasi (lamanya) curah hujan (menit) / (jam)

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun (Q₂), data yang harus diketahui sebagai berikut :

Waktu konsentrasi (t_c) dapat dihitung berdasarkan persamaan di atas, sebagai berikut :

$$t_c = \left(\frac{0,87 \cdot L^2}{1000 \cdot S} \right)^{0,385}$$

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 2000^2}{1000 \times 0,01} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 135,99 \text{ jam}$$

Intensitas hujan dapat diestimasi dengan menggunakan rumus Mononobe berdasarkan persamaan di atas seperti berikut :

$$I = \frac{R}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = \frac{53,8430}{24} \times \left[\frac{24}{135,99} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 0,7058 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas curah hujan untuk periode 2,5,dan 10 tahun dapat dilihat Tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan intensitas curah hujan

No	Periode	R24 (mm)	t _c	I (mm/jam)
1	2	53,8430	135,99	0,7058
2	5	62,2991	135,99	0,8167
3	10	68,3079	135,99	0,8954

Sumber : Hasil Perhitungan

Luas daerah tangkapan (Cathment Area) drainase di Jalan Kebun Kopi Pasar VII Desa Marindal I adalah = 30,15 Ha. Koefisien pengaliran (C) = 0,7 → wilayah perumahan dapat dilihat pada Tabel 11.

Jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah :

$$Q = \frac{1}{36} C \cdot I \cdot A = 0,278 C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,278 \cdot 0,7 \cdot 0,7058 \cdot 15.07$$

$$Q = 2,0698 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan kala ulang 2,5, dan 10 tahun dapat dilihat didalam Tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan Q rencana 2,5, dan 10 tahun

No	Periode	L (m)	C	t _c (jam)	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /det)
1	2	2000	0,7	135,99	0,7058	15,07	2,0698
2	5	2000	0,7	135,99	0,8167	15,07	2,3950
3	10	2000	0,7	135,99	0,8954	Plot Area	2,6258

Sumber : Hasil Perhitungan

3.7 Evaluasi Hidrolika

Evaluasi hidrolika penampang saluran drainase di Jalan Kebun Kopi Pasar VII Desa Marindal I Kecamatan Patumbak dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan < Q saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir.

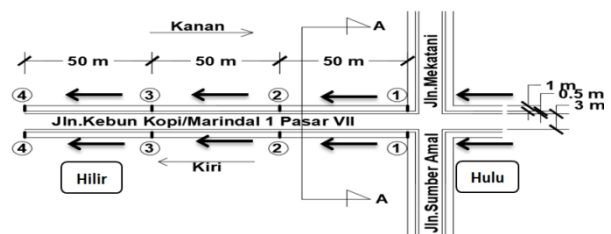
Data-data yang diperlukan dalam analisis penampang drainase adalah:

1. Potongan melintang saluran
2. Data debit yang melalui saluran
3. Angka manning penampang saluran

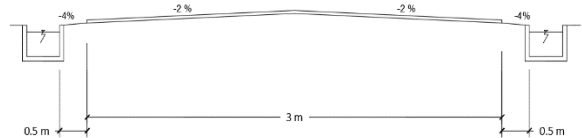
Perhitungan Kapasitas Penampang Saluran Drainase Eksisting

- Drainase Sekunder

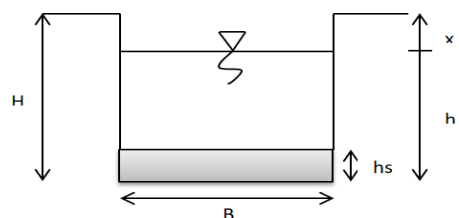
Berdasarkan hasil survei yang dilakukan dilapangan data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 12 dan 13, adapun denah lokasi dapat dilihat pada Gambar 5 dan dimensi penampang saluran dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 5. Denah Lokasi



Gambar 6. Potongan Melintang A – A



Gambar 7. Dimensi penampang saluran drainase sekunder

Adapun data hasil survey saluran drainase sekunder dilapangan bagian kanan dan kiri dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13 sebagai berikut :

Tabel 12. Hasil survey 4 titik saluran drainase sekunder bagian kanan

No	Saluran	B (cm)	H (cm)	h (cm)	hs/lumpu r (cm)
1	Sekunder Kanan	105	55	26	35
2		120	62	65	40
3		95	78	35	50
4		110	72	57	45

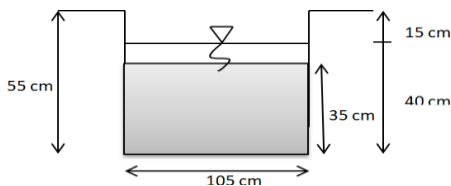
Sumber : Data hasil survey lapangan

Tabel 13. Hasil survey 4 titik saluran drainase sekunder bagian kiri

No.	Saluran	B cm	H cm	h (cm)	hs/lumpur (cm)
1	Sekunder Kiri	75	31	40	15
2		85	70	47	35
3		100	45	35	20
4		90	60	48	27

Sumber : Data hasil survey lapangan

- Perhitungan Debit Eksisting Saluran Drainase Sekunder Penampang Bagian Kanan
Gambar penampang saluran drainase sekunder bagian kanan pada titik 1



Gambar 8. Dimensi penampang saluran drainase kanan titik 1

Perhitungan debit saluran drainase bagian kanan pada titik 1

Data yang diperoleh dari survey lapangan :

$$B = 105 \text{ cm} = 1,05 \text{ m}$$

$$H = 55 \text{ cm} = 0,55 \text{ m}$$

Luas permukaan (A) berdasarkan persamaan :

$$A = B \times H$$

$$A = 1,05 \times 0,55 = 0,5775 \text{ m}^2$$

Keliling basah saluran (P) berdasarkan persamaan:

$$P = B + 2H$$

$$P = 1,05 + (2 \cdot 0,55) = 2,15 \text{ m}$$

Jari-jari hidrolis (R) berdasarkan persamaan

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,5775}{2,15} = 0,2686 \text{ m}$$

Kekerasan Manning (V) berdasarkan persamaan untuk koefisien pengaliran pasangan batu (n)= 0,017

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

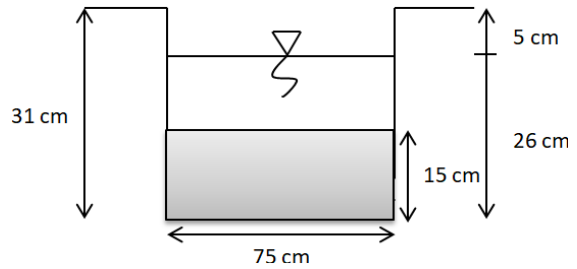
$$V = \frac{1}{0,017} \cdot 0,2686^{\frac{2}{3}} \cdot 0,01^{\frac{1}{2}} = 2,4488 \text{ m/det}$$

Debit eksisting penampang saluran (Q) berdasarkan persamaan

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,5775 \times 2,4488 = 1,4141 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Perhitungan Debit Eksisting Saluran Drainase Sekunder Penampang Bagian Kiri
Gambar penampang saluran drainase sekunder bagian kiri pada titik 1



Gambar 9. Dimensi penampang saluran drainase kiri titik 1

Perhitungan debit saluran drainase bagian kiri pada titik 1

Data yang diperoleh dari survey lapangan :

$$B = 75 \text{ cm} = 0,75 \text{ m}$$

$$H = 31 \text{ cm} = 0,31 \text{ m}$$

Luas permukaan (A) berdasarkan persamaan

$$A = B \times H$$

$$A = 0,75 \times 0,31 = 0,2325 \text{ m}^2$$

Keliling basah saluran (P) berdasarkan persamaan

$$P = B + 2H$$

$$P = 0,75 + (2 \cdot 0,31) = 1,37 \text{ m}$$

Jari-jari hidrolis (R) berdasarkan persamaan

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,2325}{1,37} = 0,1697 \text{ m}$$

Kekerasan Manning (V) berdasarkan persamaan untuk koefisien pengaliran pasangan batu (n)= 0,017 berdasarkan tabel

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

$$V = \frac{1}{0,017} \cdot 0,1697^{\frac{2}{3}} \cdot 0,01^{\frac{1}{2}} = 2,4488 \text{ m/det}$$

Debit eksisting penampang saluran(Q) berdasarkan persamaan 2.2

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,2325 \times 2,4488 = 0,5693 \text{ m}^3/\text{det}$$

Adapun hasil perhitungan debit eksisting bagian kanan dan kiri dihitung menggunakan excel yang dapat dilihat pada Tabel 14 dan 15 sebagai berikut:

Tabel 14. Hasil perhitungan saluran drainase sekunder penampang bagian kanan

Saluran	B (m)	H (m)	Luas Permukaan (A)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Kekerasan Manning (V)	Q (m ³ /det)
Sekunder Kanan	1,05	0,55	0,5775	2,15	0,2686	2,4488	1,4142
	1,20	0,62	0,744	2,44	0,3049	2,6648	1,9826
	0,95	0,78	0,741	2,51	0,2952	2,6080	1,9325
	1,10	0,72	0,792	2,54	0,3118	2,7049	2,1422
Jumlah			2,8545	9,64	1,1806	10,427	7,4716
Rata-rata			0,7136	2,41	0,2951	2,6066	1,8679

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 15. Hasil perhitungan saluran drainase sekunder penampang bagian kiri

Saluran	B (m)	H (m)	Luas Permukaan (A)	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis (R)	Kekerasan Manning (V)	Q (m ³ /det)
Sekunder Kanan	0,75	0,3	0,225	1,35	0,1667	1,7815	0,4008
	0,85	0,7	0,595	2,25	0,2644	2,4235	1,4420
	1,0	0,45	0,45	1,9	0,2368	2,2518	1,0133
	0,9	0,6	0,54	2,1	0,2571	2,3787	1,2845
Jumlah			1,81	7,6	0,9251	8,835	4,1406
Rata-rata			0,4525	1,90	0,2313	2,2088	1,0351

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari pengolahan evaluasi hidrolika dan evaluasi hidrologi didapat hasil bahwa jika $Q_{Eks} > Q_{Ras}$ = Memenuhi, atau sebaliknya jika $Q_{Eks} < Q_{Ras}$ = Tidak memenuhi seperti dalam Tabel 16 dan Tabel 17 berikut ini :

Tabel 16. Perbandingan Q Eksisting dan Q Rasional saluran sekunder kanan

Saluran	Titik Penampang Saluran	Total Q Eksisting (m ³ /det)	Total Q Rasional (m ³ /det)	Q % Perbedaan	Keterangan
Sekunder Kanan	1	1,4142	2,0698	-0,006556	Tidak Memenuhi
	2	1,9826	2,0698	-0,000872	Tidak Memenuhi
	3	1,9325	2,0698	-0,001373	Tidak Memenuhi
	4	2,1422	2,0698	0,000724	Memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 17. Perbandingan Q Eksisting dan Q Rasional saluran sekunder kiri

Saluran	Titik Penampang Saluran	Total Q Eksisting (m ³ /det)	Total Q Rasional (m ³ /det)	Q % Perbedaan	Keterangan
Sekunder Kiri	1	0,4008	2,0698	-0,01669	Tidak Memenuhi
	2	1,4420	2,0698	-0,006278	Tidak Memenuhi
	3	1,0133	2,0698	-0,010565	Tidak Memenuhi
	4	1,2845	2,0698	-0,007853	Tidak Memenuhi

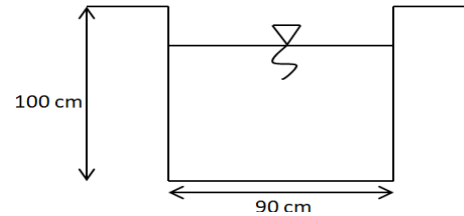
Sumber : Hasil Perhitungan

Dilihat dari hasil perhitungan perbandingan dari Q Eksisting dengan Q Rasional saluran drainase di Jalan Kebun Kopi Pasar VII Desa Marindal I tidak mampu menahan debit banjir curah hujan. Maka penulis menyarankan untuk perencanaan ulang drainase karena banyak yang tidak memenuhi.

3.8 Perencanaan Ulang

Penulis menyarankan menggunakan saluran drainase dengan penampang persegi dengan dimensi sebagai berikut :

- Perhitungan Debit Saluran Drainase Sekunder Perencanaan Ulang Bagian Kanan



Gambar 10. Dimensi penampang saluran drainase perencanaan ulang kanan

Data saluran drainase perencanaan ulang bagian kanan :

$$B = 90 \text{ cm} = 0,9 \text{ m}$$

$$H = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$$

Luas permukaan (A) berdasarkan persamaan

$$A = B \times H$$

$$A = 0,9 \times 1 = 0,9 \text{ m}^2$$

Keliling basah saluran (P) berdasarkan persamaan

$$P = B + 2H$$

$$P = 0,9 + (2 \cdot 1) = 2,9 \text{ m}$$

Jari-jari hidrolis (R) berdasarkan persamaan

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,9}{2,9} = 0,3103 \text{ m}$$

Kekerasan Manning (V) berdasarkan persamaan untuk koefisien pengaliran penulis menyarankan menggunakan beton (n) = 0,015 berdasarkan tabel.

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

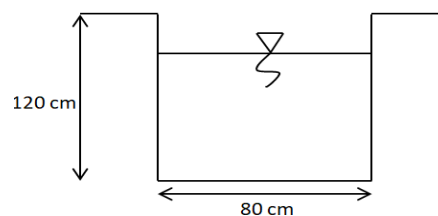
$$V = \frac{1}{0,015} \cdot 0,3103^{\frac{2}{3}} \cdot 0,01^{\frac{1}{2}} = 3,0556 \text{ m/det}$$

Debit rencana penampang saluran (Q) berdasarkan persamaan

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,9 \times 3,0556 = 2,7500 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Perhitungan Debit Saluran Sekunder Perencanaan Ulang Bagian Kiri



Gambar 11. Dimensi penampang saluran drainase perencanaan ulang kiri

Data saluran drainase perencanaan ulang bagian kiri :

$$B = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$$

$$H = 110 \text{ cm} = 1,2 \text{ m}$$

Luas permukaan (A) berdasarkan persamaan

$$A = B \times H$$

$$A = 0,8 \times 1,2 = 0,96 \text{ m}^2$$

Keliling basah saluran (P) berdasarkan persamaan

$$P = B + 2H$$

$$P = 0,8 + (2 \cdot 1,2) = 3,2 \text{ m}$$

Jari-jari hidrolis (R) berdasarkan persamaan

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0,96}{3,2} = 0,3 \text{ m}$$

Kekerasan Manning (V) berdasarkan persamaan untuk koefisien pengaliran penulis menyarankan menggunakan beton (n) = 0,015 berdasarkan tabel.

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

$$V = \frac{1}{0,015} \cdot 0,3^{\frac{2}{3}} \cdot 0,01^{\frac{1}{2}} = 2,9876 \text{ m/det}$$

Debit rencana penampang saluran (Q) berdasarkan persamaan

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0,96 \times 2,9876 = 2,8680 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk membandingkan Q Perencanaan ulang dengan Q Eksisting bagian kanan maupun Q Eksisting bagian kiri dapat dilihat pada Tabel 18 berikut ini :

Tabel 18. Perbandingan Q Perencanaan ulang dan Q Eksisting

Saluran	Titik Saluran	Q Eksisting Kanan (m ³ /det)	Q Perencanaan Kanan (m ³ /det)	Q Eksisting Kiri (m ³ /det)	Q Perencanaan Kiri (m ³ /det)
Sekunder	1	1,4142	2,7500	0,4008	2,8680
	2	1,9826	2,7500	1,4420	2,8680
	3	1,9325	2,7500	1,0133	2,8680
	4	2,1422	2,7500	1,2845	2,8680

Sumber : Hasil Perhitungan

Dilihat dari hasil Q Perencanaan ulang > Q Rasional maka dapat memenuhi, adapun perbandingan hasil perhitungan Q Perencanaan ulang dengan Q Periode ulang dapat dilihat pada Tabel 19 sebagai berikut ini :

Tabel 19. Perbandingan Q Perencanaan ulang dan Q Periode ulang

Nama Saluran	Q Perencanaan Kanan (m ³ /det)	Q Perencanaan Kiri (m ³ /det)	Q Periode Ulang (m ³ /det)			Keterangan
			2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	
Drainase Sekunder	2,7500	2,8680	2,0698	2,3950	2,6258	Dapat digunakan 2-10 tahun

Sumber : Hasil Perhitungan

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan dan hasil perhitungan dari data yang didapat, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan evaluasi saluran drainase dengan periode 2, 5 dan 10 tahun data yang didapat dari saluran bagian kanan Q Eksisting = 1,4142 m³/det < Q Rasional = 2,0698 m³/det maka tidak memenuhi, dari bagian kiri maupun kanan tidak dapat menampung besarnya debit banjir rencana pada kawasan tersebut.
2. Dari hasil pengamatan langsung di lapangan untuk kondisi saluran drainase, masih banyak yang belum tertata dan juga banyak yang ditutup masyarakat untuk berjualan sehingga tidak layak, maka saluran drainase harus direncanakan ulang agar dapat mampu menampung debit air dan air limpasan.
3. Banjir dan genangan yang terjadi di Jalan Kebun Kopi Pasar VII Desa Marindal 1 karena kurangnya pemeliharaan dan juga tidak adanya titik resapan air pada saluran drainase serta banyaknya sampah dan sedimen yang ada, sehingga menyebabkan saluran drainase tidak mampu menampung debit air dan air limpasan.

Daftar Pustaka

- [1]. Abdeldayem, S. 2005. Agricultural Drainage: Towards an Integrated Approach, Irrigation and Drainage Systems. 19:71-87.
- [2]. Hardjosuprpto, M. 1998. Drainase Perkotaan Volume I. ITB-Press, Bandung.
- [3]. Hendrasarie, N. 2005. Evaluasi banjir pada aarea drainase Kali Kepiting dan Kali Kenjeran Surabaya Timur. J. Rekayasa Perencanaan 2(1): 1-17.
- [4]. Kodoatie, R. J. 2003. Manajemen dan Rekayasa Infrakstruktur. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- [5]. Linsley, R. K. 1986. Hidrologi Untuk Insinyur. Erlangga, Jakarta.
- [6]. Long, A. R. 2007. Drainage Evaluation at the U. S. 50 Joint Sealant Experiment. J. Transportation Engineering 1(1): 133.
- [8]. Riman. 2011. Evaluasi sistem drainase perkotaan di kawasan kota metropolis Surabaya. J. Widya Teknika 19(2): 39-46
- [9]. Suhardjono. 2013. Drainase Perkotaan. Universitas Brawijaya, Malang.
- [10]. Sunjoto. 1987. Sistem Drainase Air Hujan yang Berwawasan Lingkungan. Makalah Seminar Pengkajian Sistem Hidrologi dan Hidrolika. PAU Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [11]. Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. ANDI. Yogyakarta.
- [12]. Triadmodjo, B. 1993. Hidrolika II. Beta Offset, Yogyakarta.