

ANALISIS SISTEM DRAINASE PERKOTAAN AKIBAT CURAH HUJAN PADA KELURAHAN MULYOJATI KECAMATAN METRO BARAT KOTA METRO

(Studi Kasus Jalan Tangkil Dan Jalan Puskel – Jalan Arjuna)

Satrio Adhi Wicaksono¹, Eri Prawati², Agus Surandono³

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro^{1,2,3}

E-mail : adhiwicaksono@gmail.com¹, eriprawati@gmail.com²,
surandonoagus@gmail.com³,

ABSTRAK

Pada analisis kapasitas saluran drainase menggunakan data curah hujan 10 tahun terakhir dengan analisa frekuensi hujan menggunakan metode distribusi Log Person III untuk mendapatkan curah hujan rencana tiap tahun. Perhitungan debit banjir rencana pada analisis saluran drainasenya menggunakan metode Weduwen. Hasil perhitungan kapasitas saluran drainase memperlihatkan bahwa terdapat saluran yang tidak aman karena debit saluran eksisting (Q_s) lebih kecil dari debit banjir rencana (Q_r) pada saluran 1, saluran 6 dan saluran 14 sehingga saluran tersebut perlu untuk diredesain. Kapasitas saluran tidak aman pada saluran 1 terjadi pada kala ulang 2 sampai 100 tahun. Untuk kapasitas saluran tidak aman saluran 6 terdapat pada kala ulang 2, sampai 100 tahun. Untuk kapasitas tidak aman saluran 14 terdapat pada kala ulang 2 sampai 100 tahun. Untuk kapasitas saluran drainase lainnya sudah aman tetapi kondisinya perlu diperhatikan pada saluran terdapat rumput dan sedimen yang dapat mengurangi kapasitas dari saluran itu sendiri sehingga dapat menyebabkan genangan air di sekitar saluran. Untuk perhitungan redesain saluran 1, 6 dan 14 dapat ditinjau dari debit banjir rencana dan elevasi saluran yang telah dihitung sebelumnya sehingga dapat dengan mudah menentukan dimensi saluran ekonomis yang sesuai dengan debit rencananya.

Kata Kunci : Saluran Drainase, Debit Banjir, Kapasitas, Saluran Ekonomis

PENDAHULUAN

Sistem drainase adalah rangkaian kegiatan yang membentuk upaya pengaliran air, baik air permukaan (*limpasan/run off*), maupun air tanah (*undergroundwater*) dari suatu daerah atau kawasan. Sistem drainase merupakan bagian penting pada suatu kawasan perumahan. Suatu kawasan perumahan yang tertata dengan baik haruslah juga diikuti dengan penataan sistem drainase yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga tidak menimbulkan genangan.

Pengelolaan dan perawatan sistem drainase yang tidak mendapat prioritas banyak menimbulkan masalah dalam penanggulangan banjir. Sistem drainase yang ada sering tidak mampu menampung debit aliran yang terjadi. Sehingga air meluap dan menimbulkan banjir atau pun genangan. Salah satu alternatif penanggulangan banjir yang sering dilakukan adalah dengan perbaikan pada lokasi setempat. Pada kelurahan mulyojati kecamatan metro barat di kota metro tepatnya di beberapa ruas jalan telah menimbulkan genangan air yang dapat mencapai ketinggian 20 – 50 cm di permukaan jalan hingga masuk kedalam area rumah warga yang di

akibatkan limpasan dari saluran drainase saat hujan terjadi cukup lama. Contohnya genangan air yang terjadi pada sepanjang Jalan Puskel merupakan titik terparah hingga terdapat warga yang membuat penghambat dari karung yang berisi pasir agar mengurangi dan menghambat air untuk masuk ke dalam halaman rumah. Limpasan tersebut terjadi karena saluran drainase tidak mampu menahan debit air yang ada karena hujan yang deras sehingga dapat mengganggu aktivitas masyarakat dan bahkan dapat menimbulkan kerugian sosial ekonomi terutama yang menyangkut aspek-aspek kesehatan lingkungan permukiman.

KAJIAN LITERATUR

Pengertian Drainase

Drainase (*drainage*) yang berasal dari kata kerja 'to drain' yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air, adalah terminologi yang digunakan untuk menyatakan sistem-sistem yang berkaitan dengan penanganan masalah kelebihan air, baik diatas maupun dibawah permukaan tanah. Pengertian drainase perkotaan tidak terbatas pada teknik pembuangan air yang berlebihan namun lebih luas lagi menyangkut keterkaitannya dengan aspek kehidupan yang berada di dalam kawasan perkotaan. Semua hal yang menyangkut kelebihan air yang berada di kawasan kota sudah pasti dapat menimbulkan permasalahan drainase yang cukup komplek. Dengan semakin kompleknya permasalahan drainase di perkotaan, maka di dalam perencanaan dan pembangunan bangunan air untuk drainase perkotaan, keberhasilannya tergantung pada kemampuan masing-masing perencana. Dengan demikian di dalam proses pekerjaan memerlukan kerjasama dengan beberapa ahli di bidang lain yang terkait. (Anonim, 1997)

Banjir

Banjir adalah bencana akibat curah hujan yang tinggi dengan tidak diimbangi dengan saluran pembuangan air yang memadai sehingga merendam wilayah - wilayah yang tidak dikehendaki oleh masyarakat disekitar . Banjir bisa juga terjadi karena jebolnya sistem aliran air yang ada sehingga daerah yang rendah terkena dampak kiriman banjir (Aminudin, 2013).

Debit Banjir

Debit banjir rencana adalah debit terbesar yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Perhitungan debit banjir rencana untuk perencanaan saluran drainase perkotaan terdiri dari debit air hujan dan debit air kotor. Perhitungan debit banjir rencana diperlukan untuk menentukan kapasitas dan dimensi saluran dengan air yang mengalirinya. (Ubaidillah, dkk.,)

Metode Wedumen

$$Q_t = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A$$

Dimana:

$$\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta \cdot q_n \cdot + 7} \quad \beta = \frac{120 + (t+1)/(t+9) \cdot A}{120 + A}$$

$$q_n = \frac{Rn}{240} \left(\frac{67,65}{t+1,45} \right)$$

$$t = 0,25 \cdot L \cdot Q_t^{-0,125} \cdot I^{-0,25}$$

Keterangan:

Q_t = Debit banjir rencana (m3/det)

Rn = curah hujan maksimum (mm/hari)

α = Koefisien limpasan

β = Koefisien pengurangan daerah untuk curah hujan

q_n = Debit per satuan luas (m3/det km2)

A = Luas daerah pengaliran (km2)

t = Waktu (jam)

L = panjang sungai (km)

I = kemiringan dasar drainase rata-rata

Aliran Air

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka (open channel flow) maupun saluran tertutup (pipe flow). Pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas (free sur-face), permukaan bebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Sedangkan pada aliran pipa tidak terdapat permukaan yang bebas, oleh karena seluruh saluran diisi oleh air.

Karakteristik Hujan

Durasi

Durasi hujan adalah lama kejadian hujan (menitan, jam-jaman, harian) diperoleh terutama dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Dalam perencanaan drainase durasi hujan ini sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi. (Edisono dkk,1997)

Intensitas

Metode Haspers dan Der Wedumen

$$I = \frac{R}{t} ..$$

dimana :

I : intensitas hujan rencana (mm).

R : Curah Hujan menurut Haspers dan Der Weduwen (mm).

T : durasi hujan atau waktu konsentrasi (jam).

Curah Hujan

$$Ri = Xt \left(\frac{1218t+54}{Xt(1-t)+1272t} \right)$$

dimana :

Ri : curah hujan analisis distribusi frekuensi (mm)

Xt : nilai hujan rancangan yang terpilih (mm)

T : durasi curah hujan atau waktu konsentrasi (jam)

$$R = \sqrt{\frac{11300t}{t+3.12}} \cdot \left[\frac{Ri}{100} \right]$$

dimana :

R : Curah hujan menurut Haspers dan Der Weduwen (mm)

Ri : Nilai curah hujan distribusi frekuensi (mm)

t : durasi curah hujan atau waktu konsentrasi (mm)

Waktu Konsentrasi

$$tc = \left[\frac{0,87 \cdot L^2}{1000 \cdot S} \right]^{0,385}$$

dimana :

tc: waktu konsentrasi (jam)

L : panjang lintasan air dari titik terjauh ke titik ditinjau (km).

S : kemiringan rata-rata daerah lintasan air.

Tabel. 1 Kecepatan Untuk Saluran Alami

Kemiringan rata-rata dasar saluran (%)	Kecepatan rata-rata (meter l dt)
kurang dari 1	0,4
1 sampai 2	0,6
2 sampai 4	0,9
4 sampai 6	1,2
6 sampai 10	1,5
10 sampai 15	2,4

(Hasmar,2011)

Kecepatan Aliran

Rumus Manning

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

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

Dimana:

R : Jari-jari hidrolis

S : Kemiringan saluran

n : koefisien Manning

Tabel. 2 Koefisien Kekasaran Manning

Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
a. Baja	0,011-0,014
b. Baja Permukaan Gelombang	0,021-0,030
c. Semen	0,010-0,013
d. Beton	0,011-0,015
e. Pasangan Batu	0,017-0,030
f. Kayu	0,010-0,014
g. Bata	0,011-0,015
h. Aspal	0,013

(Wesli,2008)

METODE PENELITIAN

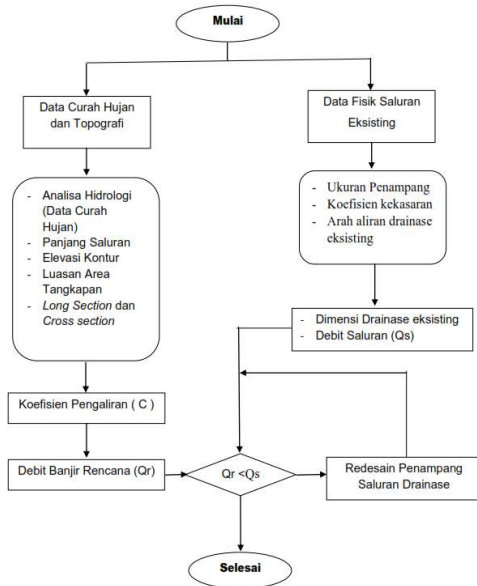
Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini peneliti ingin mengetahui kapasitas maksimal debit air pada saluran drainase dan juga kondisi eksisting saluran drainase pada Kelurahan Mulyojati Kecamatan Metro Barat di Kota Metro. Metode pengambilan data secara langsung pada lokasi yang sudah ditentukan. Data tersebut langsung akan di ambil dari lokasi penelitian yaitu pada ruas Jl.Tangkil dan

Jl.Puskel sampai Jl. Arjuna, Kelurahan Mulyojati, Kec. Metro Barat, Kota Metro.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan alur penelitian di bawah ini:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN

Gambaran Umum

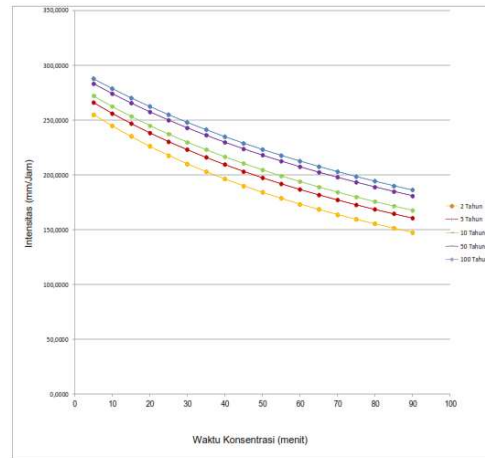
Kelurahan Metro terletak di Kecamatan Metro Barat Kota Metro dengan luas wilayah 2,95 Km². Lokasi penelitian terletak pada ruas Jalan Tangkil dan Jalan Puskel sampai Jalan Arjuna yang berada di komplek padat penduduk dan juga berdekatan dengan pasar margorejo. Untuk mengetahui gambaran yang lebih jelas untuk saluran drainase pada daerah yang ditinjau dapat dilihat pada gambar 12 yang menunjukkan denah lokasi studi dan arah aliran air hasil pengamatan di lapangan.

Hasil Penelitian

Tabel. 3 Rekapitulasi Intensitas Curah Hujan Berbagai Kala Ulang dan Durasi

		Curah Hujan Maksimum 24 Jam (R24) (mm/24 Jam)				
No.	Menit	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
		372 mm	415 mm	439 mm	485 mm	503 mm
		Intensitas Curah Hujan (mm/menit)				
(t)		I2	I5	I10	I50	I100
1	5	255,3592	266,1448	272,103	283,427	287,830
2	10	244,8592	256,2509	262,502	274,314	278,885
3	15	235,1886	247,0663	253,555	265,768	270,480
4	20	226,2529	238,5173	245,198	257,739	262,567
5	25	217,9713	230,5401	237,374	250,180	255,103
6	30	210,2746	223,0793	230,034	243,053	248,052
7	35	203,1029	216,0862	223,134	236,320	241,381
8	40	196,4042	209,5182	216,636	229,950	235,058
9	45	190,1333	203,3378	210,506	223,915	229,059
10	50	184,2505	197,5115	204,714	218,188	223,358
11	55	178,7208	192,0097	199,231	212,747	217,934
12	60	173,5133	186,8062	194,035	207,571	212,767
13	65	168,6007	181,8773	189,103	202,640	207,840
14	70	163,9586	177,2018	184,415	197,939	203,136
15	75	159,5653	172,7607	179,954	193,450	198,639
16	80	155,4013	168,5367	175,704	189,161	194,338
17	85	151,4490	164,5143	171,650	185,058	190,219
18	90	147,6929	160,6795	167,778	181,129	186,271

(Satrio Adhi Wicaksono, 2020)



Gambar 2. Kurva IDF Metode Van breen

Tabel. 4 Rekapitulasi Debit Rancangan Periode Ulang

Saluran	Debit Rancangan Periode Ulang (Qr)				
	2	5	10	50	100
S.1	0,5750	0,7197	0,8075	0,9900	1,0665
S.2	0,2894	0,3622	0,4064	0,4983	0,5368
S.3	0,1982	0,2480	0,2802	0,3434	0,3699
S.4	0,2009	0,2514	0,2821	0,3457	0,3725
S.5	0,4955	0,6243	0,7004	0,8586	0,9248
S.6	0,6621	0,8288	0,9299	1,1476	1,2363
S.7	0,5866	0,7341	0,8237	1,0098	1,0878
S.8	0,4856	0,6077	0,6818	0,8360	0,9005
S.9	0,3077	0,3850	0,4320	0,5294	0,5703
S.10	0,3077	0,3850	0,4320	0,5294	0,5703
S.11	0,3859	0,4862	0,5455	0,6688	0,7204

S.12	0,4792	0,5997	0,6730	0,8250	0,8888
S.13	0,4075	0,5098	0,5720	0,7011	0,7552
S.14	0,6578	0,8234	0,9240	1,1329	1,2205
S.15	0,5567	0,6969	0,7869	0,9648	1,0394
S.16	0,1996	0,2514	0,2821	0,3457	0,3725

(Satrio Adhi Wicaksono, 2020)

Tabel. 5 Rekapitulasi Debit Saluran Eksisting

No	Saluran	Panjang Saluran (m)	(Q _s)
1	S.1	165	0,6933 m ³ /dt
2	S.2	118	0,6035 m ³ /dt
3	S.3	70	0,6235 m ³ /dt
4	S.4	66	0,7705 m ³ /dt
5	S.5	118	1,2901 m ³ /dt
6	S.6	205	0,9638 m ³ /dt
7	S.7	150	1,1638 m ³ /dt
8	S.8	147	0,9102 m ³ /dt
9	S.9	51	0,5967 m ³ /dt
10	S.10	56	0,8947 m ³ /dt
11	S.11	183	2,3697 m ³ /dt
12	S.12	205	1,1844 m ³ /dt
13	S.13	77	2,1292 m ³ /dt
14	S.14	197	0,7719 m ³ /dt
15	S.15	148	1,7811 m ³ /dt
16	S.16	84	2,8980 m ³ /dt

(Satrio Adhi Wicaksono, 2020)

Tabel. 5 Perbandingan Nilai Qs dan Qr

Saluran	(Q _s)	Debit Rancangan Periode					Keterangan
		Ulang (Q _r)					
		2	5	10	50	100	
S.1	0,6933 m ³ /dt	0,5750	0,7197	0,8075	0,9900	1,0665	Tidak Aman
S.2	0,6035 m ³ /dt	0,2894	0,3622	0,4064	0,4983	0,5368	Aman
S.3	0,6235 m ³ /dt	0,1982	0,2480	0,2802	0,3434	0,3699	Aman
S.4	0,7705 m ³ /dt	0,2009	0,2514	0,2821	0,3457	0,3725	Aman
S.5	1,2901 m ³ /dt	0,4955	0,6243	0,7004	0,8586	0,9248	Aman
S.6	0,9638 m ³ /dt	0,6621	0,8288	0,9299	1,1476	1,2363	Tidak Aman
S.7	1,1638 m ³ /dt	0,5866	0,7341	0,8237	1,0098	1,0878	Aman
S.8	0,9102 m ³ /dt	0,4856	0,6077	0,6818	0,8360	0,9005	Aman
S.9	0,5967 m ³ /dt	0,3077	0,3850	0,4320	0,5294	0,5703	Aman
S.10	0,8947 m ³ /dt	0,3077	0,3850	0,4320	0,5294	0,5703	Aman
S.11	2,3697 m ³ /dt	0,3859	0,4862	0,5455	0,6688	0,7204	Aman
S.12	1,1844 m ³ /dt	0,4792	0,5997	0,6730	0,8250	0,8888	Aman
S.13	2,1292 m ³ /dt	0,4075	0,5098	0,5720	0,7011	0,7552	Aman
S.14	0,7719 m ³ /dt	0,6578	0,8234	0,9240	1,1329	1,2205	Tidak Aman
S.15	1,7811 m ³ /dt	0,5567	0,6969	0,7869	0,9648	1,0394	Aman
S.16	2,8980 m ³ /dt	0,1996	0,2514	0,2821	0,3457	0,3725	Aman

(Satrio Adhi Wicaksono, 2020)

Tabel.6 Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Saluran Ekonomis

No	Saluran	S	Debit Banjir Rencana			Dimensi Saluran Rencana				
			10	50	100	H	b	W	A	P
1	Saluran 1	0,839000	0,8075	0,9900	1,0665	0,28	0,56	0,09	0,16	0,31
2	Saluran 6	1,170000	0,9299	1,1476	1,2363	0,26	0,52	0,088	0,14	0,27
3	Saluran 14	0,762000	0,9240	1,1329	1,2205	0,29	0,58	0,095	0,17	0,34

(Satrio Adhi Wicaksono, 2020)

Keterangan:

- L = Panjang saluran (m)
- Q_r = Debit banjir rencana (m³/dtk)
- w = Tinggi jagaan (m)
- A = Luas penampang basah (m²)
- P = Keilling penampang basah (m)
- S = Kemiringan saluran (%)
- h = Tinggi muka air (m)

Pembahasan

Pada analisis kapasitas saluran drainase diatas menggunakan data curah hujan 10 tahun terakhir dengan analisa frekuensi hujan menggunakan metode distribusi Log Person III untuk mendapatkan curah hujan rencana tiap tahun. Perhitungan debit banjir rencana pada analisis saluran drainasenya menggunakan metode Weduwen. Metode ini juga mudah digunakan karena hanya mempertimbangkan nilai koefisien limpasan lahan, intensitas hujan dan luas daerah aliran, karena nilai dari waktu konsentrasi pada tiap saluran untuk mencari intensitas hujan rancangan dapat ditentukan dengan mudah.

Evaluasi kapasitas saluran drainase di daerah penelitian dilakukan dengan pertimbangan perhitungan parameter hujan dan kondisi lahan pada saat perencanaan saluran drainase. Intensitas hujan rancangan dan penggunaan lahan mengalami perubahan seiring kondisi saat ini.

Hasil perhitungan kapasitas saluran drainase diatas memperlihatkan bahwa terdapat saluran yang tidak aman karena debit saluran eksisting (Q_s) lebih kecil dari debit banjir rencana (Q_r) yaitu pada saluran 1, saluran 6 dan saluran 14. Kapasitas saluran tidak aman pada saluran 1 terjadi pada kala ulang 5 sampai 100 tahun. Untuk kapasitas saluran tidak aman saluran 6 terdapat pada kala ulang 50, sampai 100 tahun. Untuk kapasitas tidak aman saluran 14 terdapat pada kala ulang 5 sampai 100 tahun. Untuk kapasitas saluran drainase lainnya sudah aman tetapi kondisinya perlu diperhatikan terutama pada saluran terdapat rumput liar dan sedimen yang dapat mengurangi kapasitas dari saluran itu sendiri sehingga dapat menyebabkan genangan air di sekitar saluran.

Perlu adanya kesadaran masyarakat untuk perawatan guna menanggulangi terjadinya genangan air disekitar saluran tersebut. Untuk perhitungan redesain saluran 1, 6 dan 14 dapat ditinjau dari

debit banjir rencana dan elevasi saluran yang telah dihitung sebelumnya sehingga dapat dengan mudah menentukan dimensi saluran ekonomis yang sesuai dengan debit rencananya.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dari bab sebelumnya maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada ruas Jalan Tangkil, jalan puskel sampai arjuna terdapat 16 saluran yang mengalirkan air ke 3 saluran pembuang. Saluran drainase pada ruas Jalan Tangkil memiliki struktur bangunan yang baik tetapi terdapat ruas yang tidak memiliki saluran drainase dan banyak terdapat sedimen yang berasal dari limbah rumah tangga ataupun sampah disekitar sehingga menyebabkan kinerja saluran tidak maksimal. Kemudian pada ruas jalan Tangkil sampai jalan Arjuna merupakan area persawahan dengan kondisi saluran tidak cukup baik, baik karena terdapat saluran yang hancur dan terdapat yang tidak memiliki saluran drainase dengan tipe saluran rata-rata pasangan batu.
2. Arah aliran saluran drainase pada ruas jalan Tangkil menuju ke dua saluran pembuang yang mana saluran pembuang pertama berada di antara saluran ke 1 dan 6 dan saluran pembuang kedua berada di akhir dari saluran mengarah ke sungai yang berada di bagian hilir saluran. Arah aliran saluran drainase pada ruas jalan Puskel sampai jalan Arjuna menuju ke satu saluran pembuang yang mana saluran pembuang berada di akhir dari saluran 16 mengarah ke sungai yang berada di bagian hilir saluran.
3. Didapat kapasitas saluran eksisting (Qs) pada saluran 1 yaitu 0,6933 m³/dt, saluran 2 yaitu 0,6035 m³/dt, saluran 3 yaitu 0,6235 m³/dt, saluran 4 yaitu 0,7705 m³/dt, saluran 5 yaitu 1,2901 m³/dt, saluran 6 yaitu 0,9638 m³/dt, saluran 7 yaitu 1,1638 m³/dt, saluran 8

yaitu 0,9102 m³/dt, saluran 9 yaitu 0,5967 m³/dt, saluran 10 yaitu 0,8947 m³/dt, saluran 11 yaitu 2,3697 m³/dt, saluran 12 yaitu 1,1844 m³/dt, saluran 13 yaitu 2,1292 m³/dt, saluran 14 yaitu 0,7719 m³/dt, saluran 15 yaitu 1,7811 m³/dt dan saluran 16 yaitu 2,8980 m³/dt. Dari perhitungan kapasitas saluran eksisting pada ruas jalan Tangkil dan jalan Puskel sampai Jalan Arjuna terdapat 3 saluran yang tidak mampu menahan debit banjir rencana yaitu pada saluran 1, 6 dan 14. Dilihat dari debit banjir rencana dan kapasitas eksisting di lapangan yang tidak sesuai maka perlu adanya pengerukan dasar saluran kemiringan minimal 2%. Namun setelah melakukan perhitungan pengerukan dasar saluran dengan kemiringan 2% saluran tetap tidak aman maka dilakukan perencanaan dimensi kemiringan untuk Redesain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1997 Drainase Perkotaan Gunadarma Kota Depok Jawa Barat
- Aminudin, 2013 Mitigasi dan Kesiapsiagaan Bencana Alam, Bandung
- Dinas Bina Marga. 1990. Standar Nasional Indonesia T-07-1990-F. Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan
- Edisono, Sutarto, Ir., dipl.-H.E., dkk, 1997. Drainase Perkotaan, Gunadarma, Jakarta
- Esi Restiani, 2015 Analisis Kinerja Sistem Drainase Kelurahan Kuto Panji Kecamatan Belinyu, Bangka Belitung
- Hadisusanto, N. 2011 Aplikasi Hidrologi, Jaring Pena, Surabaya
- Hasmar, H.A Halim, 2011 Drainase Perkotaan, UII Press, Yogyakarta.
- Loebis Joesron, 1987. Banjir Rencana untuk Bangunan Air, DPU, Bandung
- Melinda, 2007. Intensitas Curah hujan Metode Hasper dan Der Weduwen

- Melinda Dea, dkk, 2017 Analisis kinerja sistem drainase kelurahan tanjung kecamatan muntok, Bangka Belitung
- Pitaloka, Diyah. 2013. Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Kecamatan Tamansari Kota Pangkalpinang. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung. Pangkalpinang.
- Prawati Eri, 2019 Analisis Hujan Rata-rata Dalam Menentukan Debit banjir Rancangan pada DAS Blambangan Kabupaten Banyuwangi : Jawa timur
- Soemarto, C.D, 1999 Hidrologi Teknik, Erlangga, Jakarta.
- Sucipto dan Agung Sutarto, 2007 Analisis Kapasitas Tampung Sistem.
- Drainase Kali Beringin Untuk Pengendalian Banjir, Yogyakarta
- Suripin, Dr. Ir M. Eng 2004 Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan Yogyakarta
- Ubaidillah, dkk., Studi Sistem Drainase Kali Tutup Barat Kabupaten Gresik Berbasis Konservasi, Universitas Brawijaya Malang
- Wesli. 2008. Drainase Perkotaan. Graha Ilmu. Yogyakarta.