

## ANALISIS KAPASITAS SALURAN DRAINASE TERHADAP BANJIR PADA RUAS JALAN RAPOL – GANG LAMBAU KOTA METRO – LAMPUNG

Eri Prawati<sup>1</sup>, Agus Karsa Juansyah<sup>2</sup>

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro<sup>1,2</sup>  
E-mail : eri.prawati@yahoo.co.id<sup>1</sup>, aguskarsa3@gmail.com<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk perkotaan yang amat pesat khususnya di Kota Metro, pada umumnya melampaui kemampuan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan diantaranya permasalahan drainase perkotaan. Akibatnya permasalahan banjir/genangan semakin meningkat pula. Pada umumnya penanganan sistem drainase di kota Metro masih belum memadai, sehingga tidak menyelesaikan permasalahan banjir dan genangan secara tuntas. Pengelolaan drainase perkotaan harus dilaksanakan secara menyeluruh, dimulai dari tahap Survey, Investigasi perencanaan, pembebasan lahan, konstruksi, operasi dan pemeliharaan serta ditunjang dengan peningkatan kelembagaan, pembiayaan serta partisipasi masyarakat. Peningkatan pemahaman mengenai sistem drainase kepada pihak yang terlibat baik pelaksana maupun masyarakat perlu dilakukan secara berkesinambungan, agar penanganan permasalahan sistem drainase dapat dilakukan secara terus menerus dengan sebaik-baiknya.

Dari hasil perhitungan pada penelitian ini maka diperoleh kesimpulan bahwa kapasitas saluran drainase di atas memperlihatkan bahwa terdapat saluran yang tidak aman karena debit saluran *eksisting*(Qs) lebih kecil dari debit banjir rencana (Qr) yaitu pada saluran 2, sehingga saluran tersebut perlu untuk diredesain. Untuk kapasitas saluran drainase lainnya sudah aman tetapi kondisinya perlu diperhatikan terutama pada saluran 1, dan 3. Pada saluran tersebut banyak terdapat sedimen yang dapat mengurangi kapasitas dari saluran itu sendiri sehingga dapat menyebabkan genangan air di sekitar saluran. Perlu adanya kesadaran masyarakat untuk pemeliharaan guna menanggulangi terjadinya genangan air disekitar saluran tersebut. Untuk perhitungan redesain saluran 2 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 :** Kapasitas, Saluran, Drainase, Banjir.

### PENDAHULUAN

Indonesia memiliki saluran air yang banyak dan kompleks. Jumlah pemukiman dan perkotaan yang semakin meluas membuat saluran pembuangan air atau saluran drainase semakin dibutuhkan. Namun kebiasaan masyarakat membuang sampah di saluran drainase dianggap sebagai hal yang biasa, membuat kondisi saluran drainase

menjadi lebih parah. Fungsi utama saluran drainase sebagai tempat mengalirkan air pun hilang, bahkan menjadi penyebab utama banjir. Jika got, selokan, comberan, parit dan atau sebagainya tersumbat karena sampah, maka aliran air akan terhambat, dengan begitu air yang tidak bisa menembus kumpulan sampah tersebut akan meluap dan menggenangi disekitar saluran air tersebut.

Seiring dengan pertumbuhan penduduk perkotaan yang amat pesat khususnya di Kota Metro, pada umumnya melampaui kemampuan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan diantaranya permasalahan drainase perkotaan. Akibatnya permasalahan banjir/genangan semakin meningkat pula. Pada umumnya penanganan sistem drainase di kota Metro masih belum memadai, sehingga tidak menyelesaikan permasalahan banjir dan genangan secara tuntas. Pengelolaan drainase perkotaan harus dilaksanakan secara menyeluruh, dimulai dari tahap Survey, Investigasi perencanaan, pembebasan lahan, konstruksi, operasi dan pemeliharaan serta ditunjang dengan peningkatan kelembagaan, pembiayaan serta partisipasi masyarakat. Peningkatan pemahaman mengenai sistem drainase kepada pihak yang terlibat baik pelaksana maupun masyarakat perlu dilakukan secara berkesinambungan, agar penanganan permasalahan sistem drainase dapat dilakukan secara terus menerus dengan sebaik-baiknya.

Dampak dari perubahan tata guna lahan yang semakin mempersempit daerah resapan air ini adalah akan memperbesar aliran atau limpasan permukaan langsung, sekaligus menurunnya air yang meresap ke dalam tanah. Permasalahan yang lain adalah terdapatnya saluran *bottle neck* yang menyempit sehingga menyebabkan melubernya air. 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. Upaya ini menjadi kurang efektif untuk jangka panjang.

Selain dari pada itu operasi dan perawatan dalam pengelolaan yang kurang baik dapat menyebabkan kurangnya kapasitas saluran disebabkan oleh sedimen yang tidak segera dikeruk dan juga adanya pembuangan sampah sembarangan ke drainase tersebut. Terjadinya perubahan trend limpasan permukaan, kadang kala tidak dibarengi dengan penataan sistim drainase yang memadai, atau sebaliknya berubahnya tata guna lahan tidak memperhatikan sistem drainase yang ada. Hal ini penyebab utama terjadinya banjir/genangan di kawasan perkotaan atau kawasan yang sedang berkembang. Dengan adanya kejadian-kejadian banjir atau genangan di Jl.Rapol - Gg.Lambau kota Metro. Dalam perencanaan teknis tersebut harus di analisis permasalahan di daerah genangan atau banjir.

Pada kelurahan Metro kecamatan Metro pusat di kota Metro tepatnya di ruas jalan Jl.Rapol - Gg.Lambau kota Metro telah menimbulkan genangan air yang dapat mencapai ketinggian 30 – 60 cm di permukaan jalan dikarenakan alih fungsi lahan yang awalnya saluran berupa irigasi induk menjadi padat pemukiman dan ukuran irigasi tersebut di perkecil. Sehingga air masuk kedalam area rumah warga yang di akibatkan limpasan dari saluran drainase saat hujan terjadi cukup lama. Contohnya genangan air yang terjadi pada sepanjang Jl. Rapol dan Gg. Lambau merupakan titik terparah. Limpasan tersebut terjadi karena saluran drainase tidak mampu menahan debit air yang ada karena hujan yang sangat deras sehingga dapat mengganggu aktivitas masyarakat dan bahkan dapat menimbulkan kerugian sosial ekonomi terutama yang menyangkut aspek-aspek kesehatan lingkungan permukiman. Rumusan Masalah dari penelitian ini adalah berapakah debit banjir eksisting saluran drainase pada ruas jalan rapol - Gang lambau, Kota Metro. Berapakah debit rancangan saluran drainase pada ruas

jalan rapol - Gang lambau, Kota Metro. Apakah Sistem Drainase yang sudah ada masih mampu menampung volume aliran yang terjadi pada ruas jalan rapol - Gang lambau, Kota Metro.

## TINJAUAN PUSTAKA

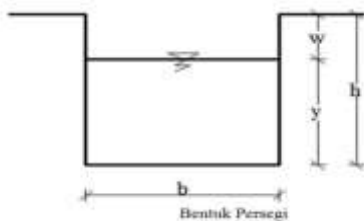
### Sistem Drainase Perkotaan

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. Dirunut dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*).

### Bentuk Saluran Drainase Terbagi Menjadi Beberapa Yaitu:

#### a. Bentuk segi empat

Umumnya digunakan pada daerah yang lahannya tidak terlalu lebar dan harga lahannya mahal, umumnya digunakan untuk saluran yang relatif besar dan sedang. Berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil.



Gambar 1. Saluran Drainase berbentuk Segi empat

Notasi pada penampang berbentuk segi empat dengan lebar dasar (B) dan kedalaman air (h), luasan penampang basah (A), dan keliling basah (P) dapat dituliskan:

$$A = B \cdot h$$

$$P = B + 2h$$

Keliling minimum (P) maka:

$$B = 2h \text{ atau } h = B/2$$

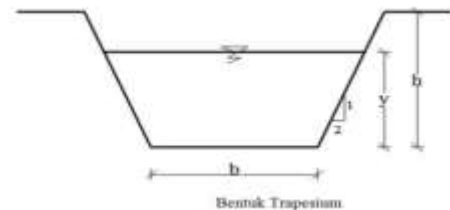
Jari-jari hidrolis:

$$R = h/2$$

Bentuk penampang melintang segi empat yang paling efisien adalah ketika jika kedalaman air setengah dari lebar dasar saluran atau jari-jari hidrolis setengah kedalaman air.

#### b. Bentuk Trapezium

Umumnya digunakan pada daerah yang masih mempunyai lahan cukup luas, dan harga lahan murah, umumnya digunakan untuk saluran yang relatif besar, berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil, bentuk saluran ini dapat digunakan pada daerah yang masih cukup tersedia lahan.



Gambar 2. Saluran Drainase berbentuk Trapezium

Luas penampang melintang (A), keliling basah (P), lebar dasar penampang melintang (B) dan kemiringan dinding 1: m dapat dirumuskan sebagai berikut:  $A = (B + mh)h$

$$p = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \text{ atau } B = P - 2h\sqrt{m^2 + 1}$$

Penampang basah yang efisien didapat apabila lebar muka air (T) adalah 2 kali panjang sisi miring (tebing) saluran. Kondisi ini didapat apabila sudut kemiringan tebing saluran terhadap horizontal  $60^\circ$  yang dituliskan:

$$B = 2mh + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

Dengan:

$$m = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Atau  $\theta = 60^\circ$

### Permasalahan Drainase

Banjir merupakan kata yang sangat populer di Indonesia, khususnya pada musim hujan, mengingat hampir semua kota di Indonesia mengalami bencana banjir. Peristiwa ini hampir setiap tahun berulang, namun permasalahan ini sampai saat ini belum terselesaikan, bahkan cenderung meningkat, baik frekuensinya, luasannya, kedalamannya, maupun durasinya.

Jika dirunut kebelakang, akar permasalahan banjir di perkotaan berawal dari penambahan penduduk yang sangat cepat, di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi, baik migrasi musiman maupun permanen. Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan lahan perkotaan menjadi acak-acakan (semrawut). Pemanfaatan lahan yang tidak tertib inilah yang menyebabkan persoalan drainase di perkotaan menjadi sangat kompleks. Hal ini barangkali juga disebabkan oleh tingkat kesadaran masyarakat yang masih rendah dan masih acuh tak acuh terhadap penting dan perlunya memecahkan permasalahan yang dihadapi kota. Sebagian besar masyarakat masih terfokus pada permasalahan yang lebih penting dan mendesak, yaitu pemenuhan kebutuhan primer. Selain itu, masih belum mengakarnya kesadaran terhadap hukum, perundangan dan kaidah-kaidah yang berlaku. Belum konsistennya pelaksanaan hukum menambah kompleks masalah yang di hadapi kota-kota Indonesia.

### Analisis Kapasitas Saluran

Berdasarkan perhitungan debit puncak yang dapat ditampung pada suatu saluran akan dapat menentukan daya tampung saluran, penampang saluran

yang dipilih adalah berbentuk trapesium yang ekonomis. Besarnya debit yang mampu ditampung oleh saluran yang direncanakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q = A.V$$

dimana :

$Q$  : besarnya debit air yang mampu ditampung saluran.

$A$  : luas penampang basah

$V$  : kecepatan aliran ( m/detik )

Adapun untuk merencanakan kecepatan aliran pada penampang saluran drainase digunakan pendekatan dengan menggunakan rumus Manning, yaitu:

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

dimana :

$V$  : kecepatan aliran ( m/detik )

$R$  : jari-jari hidrolis ( m )

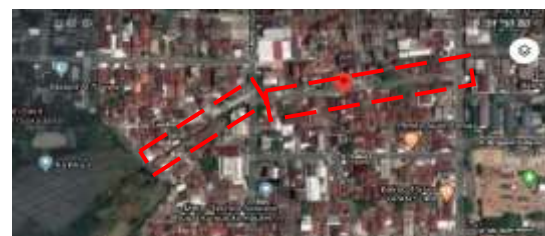
$n$  : angka kekasaran saluran

$S$  : kemiringan dasar saluran

## METODE PENELITIAN

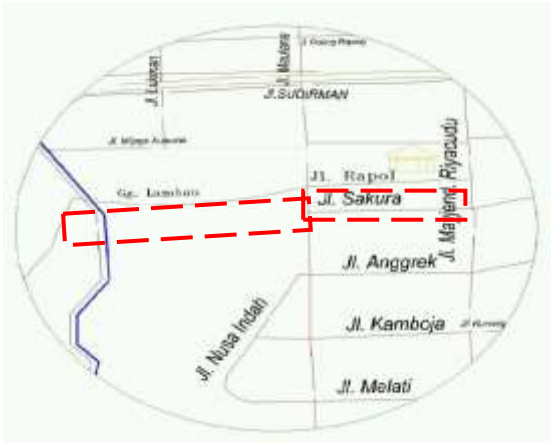
### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan dari bulan April sampai Oktober tahun berjalan sesuai jadwal kegiatan/program penelitian. Lokasi yang dibahas pada penelitian ini dilakukan di saluran drainase yang terletak pada salah satu wilayah di daerah Kota Metro Lampung yaitu Jl. Rapol- Gg. Lambau. Kec. Metro Pusat.




Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Keterangan: 



Gambar 4. Peta Sketsa Lokasi Penelitian

Keterangan : lokasi penelitian 

### Tahapan Penelitian

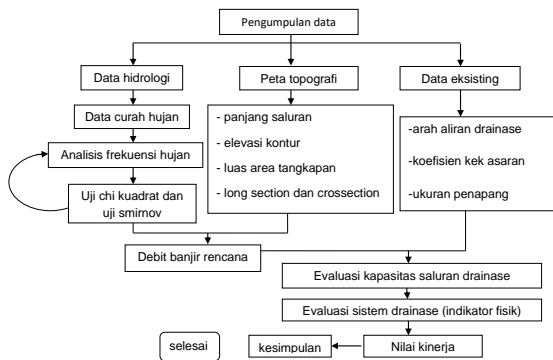
Langkah-langkah penelitian disusun secara sistematis sehingga mempermudah menyelesaikan penelitian. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah :

1. Pengumpulan data-data yang dibutuhkan untuk penelitian, meliputi data primer dan data sekunder.
2. Survey elevasi drainase dan survey aliran air
3. Perhitungan debit rencana  
Perhitungan debit rencana didapatkan dari beberapa analisis yang diantaranya :
  - a) Analisis data hujan, Data curah hujan yang didapat dari data sekunder lalu setelah itu mencari luas pengaruh stasiun hujan terhadap daerah aliran sistem drainase dengan salah satu metode antara Polygon Thiessen, Isohyet, ataupun Rata-Rata Aritmatika
  - b) Analisa frekuensi hujan, untuk menentukan model distribusi perhitungan curah hujan dengan periode ulang yang tepat dengan paramater koefisien variansi, koefisien skewness dan koefisien kurtosis
  - c) Dilakukan perhitungan probabilitasnya dengan menggunakan uji Smirnov- Kolmogorov dan uji Chi Kuadrat.

- d) Intensitas hujan terpilih adalah intensitas hasil analisis frekuensi dan hasil pengujian probabilitas uji Smirnov-Kolmogorov dan uji Chi Kuadrat. Dengan pola distribusi yang didapat dari pengamatan kejadian-kejadian hujan besar yang ada, selanjutnya mewakili kondisi hujan yang dipakai sebagai pola untuk mendistribusikan hujan rancangan menjadi hujan jam-jaman
- e) Data topografi menghasilkan analisa perhitungan antara luasan dengan koefisien aliran permukaan (C). Bentuk topografi, jenis penggunaan lahan dan jenis tanah sangat mempengaruhi nilai dari koefisien aliran permukaan (C).
- f) Dengan menggunakan pendekatan rasional, debit rancangan hujan dapat diperkirakan. Debit rancangan hujan menjadi unsur masukan dalam analisa hidrolika saluran terbuka yang secara eksisting telah terbangun di lokasi penelitian
- g) Menganalisa pola arah aliran drainase eksisting
4. Analisis kapasitas saluran  
Berdasarkan perhitungan debit puncak yang dapat ditampung pada suatu saluran akan dapat menentukan daya tampung saluran, penampang saluran yang dipilih adalah berbentuk trapesium yang ekonomis. Persamaan yang dipergunakan untuk analisis penampang tersebut adalah  $Q = V \times A$  yang dimana A adalah luas penampang yang didapat dari hasil perencanaan dan V didapatkan berdasarkan rumus manning pada saluran terbuka yaitu  $V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$
5. Indikator Fisik Kinerja Sistem Drainase  
Penilaian kinerja sistem drainase dilakukan dengan memberi bobot dan penilaian terhadap masing-masing indikator atau sub indikator. Bobot

diperoleh dari hasil modifikasi. Berdasarkan Kementerian Pekerjaan Umum, penilaian terhadap kinerja sistem drainase ditinjau dari dua aspek yaitu aspek non fisik dengan bobot 40 dan fisik dengan bobot 60.

6. Selesai



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

**HASIL PENELITIAN**

**Gambaran Umum**

Kelurahan Metro terletak di Kecamatan Metro Pusat Kota Metro dengan luas wilayah 2.46 km<sup>2</sup>. Lokasi penelitian terletak pada ruas Jalan Rapol dan Jalan Gg Lambau yang berada di komplek padat penduduk dan juga berdekatan dengan pertokoan Sumur Bandung. Untuk mengetahui gambaran yang lebih jelas untuk saluran drainase pada daerah yang ditinjau dapat dilihat pada gambar 6 yang menunjukkan denah lokasi penelitian.

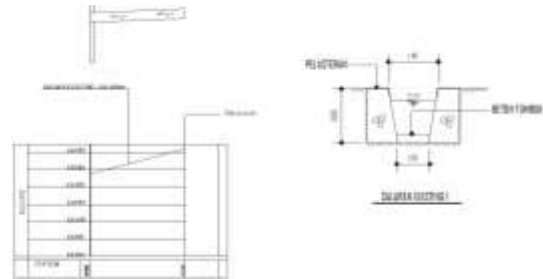


Gambar 6. Arah Aliran Saluran Drainase (Sumber:Hasil Penelitian)

**Analisa Hidrolika**

**1) Perhitungan Debit Saluran Drainase Eksisting (Q<sub>s</sub>)**

Berikut gambaran detail pada jalan Rapol – Gang Lambau

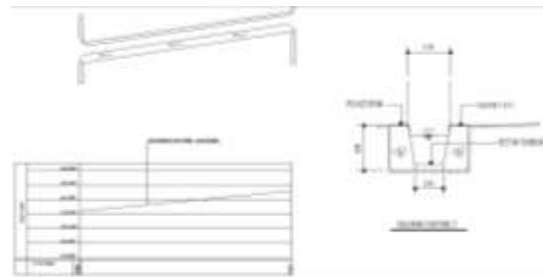


Gambar 7. Detail Saluran 1

Tabel 1. Dimensi Eksisting Saluran 1

Sta	B	b	H	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	Beda Tinggi
0+000–	1.40	1.30	0.80	66.200	64.983	1.217
0+090	m	m	m	mdpl	mdpl	m

(Hasil Penelitian)

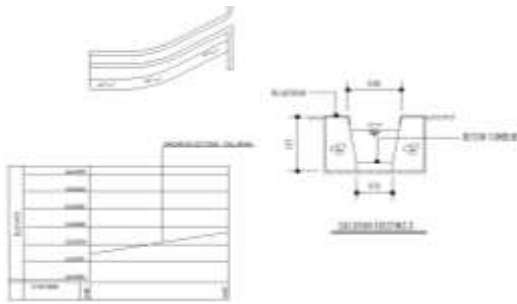


Gambar 8. Detail Saluran 2

Tabel 2. Dimensi Eksisting Saluran 2

Sta	B	b	H	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	Beda Tinggi
0+096–	0.50	0.43	0.60	64.646	63.134	1.512
0+234	m	m	m	mdpl	mdpl	m

(Hasil Penelitian)



Gambar 9. Detail Saluran 3

Tabel 3. Dimensi Eksisting Saluran 3

Sta	B	b	H	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	Beda Tinggi
0+240-	0.80	0.73	1.27	62.696	61.581	1.115
0+497	m	m	m	mdpl	mdpl	m

(Hasil Penelitian)

Tabel 4. Rekapitulasi Perbandingan Qs dan Qr

No	Saluran	Kapasitas		Debit Rencana					Keterangan
		Qs	Qr	2	5	10	50	100	
1	Saluran 1	3.543	0.00861	0.00873	0.00875	0.00891	0.00899	Aman	
2	Saluran 2	0.1248	0.01823	0.01848	0.01852	0.01885	0.01902	Tidak Aman	
3	Saluran 3	1.461	0.01187	0.01203	0.01206	0.01227	0.01238	Aman	

(Hasil Penelitian)

### Perencanaan Kemiringan Saluran

Mengacu pada persyaratan sistem saluran terbuka dan tertutup dengan kemiringan minimum 2% maka perhitungan perencanaan kemiringan saluran sebagai berikut :

Beda Tinggi Elevasi = Tinggi elevasi hulu x 2%

$$= 66.200 \times 2\%$$

$$= 1,324 \text{ m}$$

Dengan diketahui tinggi elevasi hulu 62,546 maka tinggi elevasi hilir didapat:

Tinggi Elevasi Hilir = Tinggi elevasi hulu – Beda Tinggi

$$= 66.200 - 1,324$$

$$= 64.876 \text{ m}$$

Selanjutnya perhitungan dilanjutkan di dalam tabel 5.

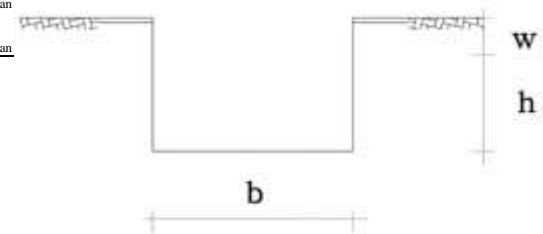
Tabel 5. Perencanaan Kemiringan Saluran

Nama Saluran	Panjang Saluran	Tinggi Elevasi Hulu	Beda Kemiringan 2%	Tinggi Elevasi Hilir
Saluran 1	90	66.200	1,324	64.983
Saluran 2	234	64.646	1,293	63.134
Saluran 3	173	62.691	1,253	61.581

(Hasil Penelitian)

### Perencanaan Dimensi Saluran Drainase

Setelah peneliti melakukan analisis debit banjir rencana dan kapasitas saluran eksisting yang terdapat beberapa saluran yang tidak aman yaitu pada saluran S.2 sehingga perlu dilakukan *redesain* terhadap dimensi saluran tersebut. Dengan mengetahui debit banjir rencana dapat direncanakan dimensi saluran yang ekonomis sebagai berikut (dengan asumsi saluran berbentuk persegi). Berikut ini merupakan perhitungan dimensi saluran paling ekonomis.



Gambar 10. Rencana Saluran Ekonomis

Tabel 6. Debit Banjir Rencana S.2

L	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	S	N	Qr				
					2	5	10	50	100
0.234 km	64.64	63.13	0.00	0.03	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32
	6	4	6	0	923	096	125	356	471

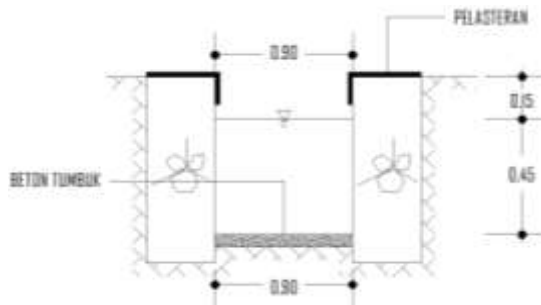
(Hasil perhitungan)

Berikut ini hasil perhitungan dimensi saluran ekonomis untuk saluran drainase S.2

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Saluran Ekonomis

Saluran	L	S	Debit Banjir Rencana (Qr)			Dimensi Saluran Re			
			2	5	10	h	b	w	i
S.2	383 m	0.175	1.3187	1.7640	2.0623	0.45	0.90	0.15	0.1

(Hasil perhitungan)



Gambar 11. Rencana Saluran

## KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan pada penelitian ini maka diperoleh kesimpulan bahwa kapasitas saluran drainase di atas memperlihatkan bahwa terdapat saluran yang tidak aman karena debit saluran *eksisting* ( $Q_s$ ) lebih kecil dari debit banjir rencana ( $Q_r$ ) yaitu pada saluran 2, sehingga saluran tersebut perlu untuk diredesain. Untuk kapasitas saluran drainase lainnya sudah aman tetapi kondisinya perlu diperhatikan terutama pada saluran 1, dan 3. Pada saluran tersebut banyak terdapat sedimen yang dapat mengurangi kapasitas dari saluran itu sendiri sehingga dapat menyebabkan genangan air di sekitar saluran. Perlu adanya kesadaran masyarakat untuk pemeliharaan guna menanggulangi terjadinya genangan air disekitar saluran tersebut. Untuk perhitungan redesain saluran 2 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.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. *Drainase Perkotaan*. Jakarta : Gunadarma Press.
- Asdak, Chay. 2004. *Hidrologi dan Daerah Aliran Sungai*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Dinas Bina Marga. 1990. *Standar Nasional Indonesia T-07-1990-F. Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan*.
- Harto, Sri. 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama. Yogyakarta.
- Indarto. 2010. *Hidrologi, Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Bumi Aksara, Jember.
- Kamiama, I Made. 2011 *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kementrian Pekerjaan Umum. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.12 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*.
- Masduki, H.S. 1990. *Drainase Permukiman*. Institut Teknologi Bandung (ITB). Bandung.
- Prawati, Eri. 2018. *Rasionalisasi Jaringan Stasiun Hujan Menggunakan Metode Kagan Rodda Dengan Memperhitungkan Faktor Topografi Pada Das Sarokah Kabupaten Sumenep (Pulau Madura, Jawa Timur)*. Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung.
- Sukarto, Haryono. 1999. *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Mediatama Saptakarya.



Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset. Yogyakarta.

Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.

Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.