ISSN : 2598–3814 (Online), ISSN : 1410–4520 (Cetak)

EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA JALAN BAHAGIA *BY PASS* KELURAHAN SUDIREJO II KECAMATAN MEDAN KOTA

Muhammad Akbar[1)], Diana Suita Harahap[2)]
[1)]Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan
[2)]Dosen Teknik Sipil Universitas Harapan (Unhar), Jalan HM Joni No: 70 C Medan
akbarwewa@gmail.com; dns1301@gmail.com

Abstrak

Drainase adalah salah satu infrastruktur yang bertindak untuk mengurangi air yang berlebih, baik itu permukaan ataupun air bawah permukaan terutama untuk mengatasi bencana banjir. Sistem ini diperlukan evaluasi untuk mengetahui kapasitas penampang dengan menganalisa dihitung curah hujan dengan debit banjir. Metode yang dipilih untuk menghitung debit di jalan Bahagia By Pass Kelurahan Sudirejo II Kecamatan Medan Kota ini yaitu dengan metode Rasional. Setelah dilakukannya analisis, maka dapat diperoleh kesimpulan dari hasil evaluasi saluran drainase pada jalan Bahagia By Pass Kelurahan Sudirejo II Kecamatan Medan Kota sebagai berikut : Intensitas hujan rata-rata yang didapat dari analisa adalah 50,683 mm/jam. Dan debit banjir rencana adalah 0,703 m^3/det. Dari analisis debit saluran eksisting yang dilakukan didapat S-1 = 0,167, S-2 = 0,202, S-3 = 0,115, T-1 = 1,847. Dapat disimpulkan bahwa hanya T-1 yang mampu menampung debit banjir rencananya sementara saluran yang lainnya tidak mampu menampung debit banjir rencananya yang sebesar 0,703 m^3/det. Evaluasi dilakukan dengan melakukan perencanaan ulang terhadap saluran eksisting yang tidak mampu menampung debit rencana. Dengan menambahkan lebar serta tingginya didapat debitnya sebesar 1,727 m^3/det. Sehingga debit eksisting > debit rencana sebesar 0,703 m^3/det. Dari perhitungan analisis yang dilakukan dapat dikatakan tidak semua saluran dapat menampung debit rencana. Oleh karena itu dilakukan perencanaan ulang terhadap saluran sehingga debit eksisting yang berada di jalan Bahagia By Pass Kelurahan Sudirejo II Kecamatan Medan Kota dapat menampung debit banjir rencana.

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

I. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kota adalah kawasan yang direncanakan dan dibangun untuk menampung semua aktifitas manusia dengan jumlah penduduk yang besar dan akan selalu mengalami perkembangan. Untuk mencapai tingkatan kehidupan masyarakat yang nyaman dan sehat diperlukan suatu sistem infrastruktur yang baik. Sebagai kota yang berkembang pesat,Saat ini salah satu masalah yang dihadapi Kota Medan adalah timbulnya genangan air pada saat hujan turun. Hal ini dikarenakan dampak perubahan tata guna lahan yang menyebabkan berkurangnya infiltrasi tanah. Belum lagi kurangnya kepedulian masyarakat dalam membuang sampah.Saat ini begitu banyak saluran *drainase* yang keadaannya tidak baik dan kurang terawat,seperti adanya sampah-sampah atau sendimentasi yang memenuhi saluran *drainase* yang ada sehingga berakibat saluran *drainase* tidak bekerja secara optimal. Jika kejadian seperti ini terus berlanjut,maka hal ini dapat membuat air meluap dan menyebabkan terjadinya banjir. Maka saluran *drainase* yang ada harus di evaluasi apakah kapasitasnya mampu menampung debit rencana atau tidak. Oleh karena itu akan dikaji salah satu daerah yang sering terjadi genangan setiap hujan deras di Kota Medan sebagai studi kasus pada penelitian ini. Yang menjadi lokasi penelitian adalah Jalan Bahagia *By Pass* Kelurahan Sudirejo II Kec. Medan Kota.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pengamatan di lapangan,sistem saluran *drainase* di Jalan Bahagia *By Pass* Kelurahan Sudirejo II Kecamatan Medan Kota ini mempunyai beberapa titik permasalahan antara lain :

1. Kapasitas saluran tidak mampu menahan debit air ketika terjadinya luapan.
2. Sampah yang terdapat pada saluran dapat menutupi saluran *drainase*.

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan ini adalah :

1. Untuk mengetahui intensitas curah hujan dan debit banjir rencana dengan waktu konsentrasi di lokasi penelitian pada daerah tangkapan air.
2. Untuk mengevaluasi kemampuan saluran *drainase* yang sudah ada (eksisting).
   Merencanakan ulang saluran *drainase* yang sudah di evaluasi

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka perlunya batasan masalah sehingga dapat membuat pengkajian lebih terfokus dan terarah,yakni:

1. Wilayah yang di analisa adalah Sudirejo II terutama Jalan Bahagia *By Pass*.
2. Data curah yang digunakan untuk analisa ini adalah data curah hujan dari Stasiun Klimatologi Sempali. Medan. Data curah yang dipakai adalah data curah hujan tahun 2011-2020.

II. Tinjauan Pustaka

2.1. Drainase

Menurut Suhardjono (2013) *Drainase* merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk menangani persoalan air baik berlebih, baik itu di permukaan tanah maupun air yang berada di bawah tanah. Sedangkan Menurut H.A Halim Hasmar (2011) *drainase* adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air dalam satu konteks pemanfaatan tertentu,baik yang berasal dari hujan, rembesan, maupun yang lainnya di suatu kawasan sehingga fungsi kawasan tidak terganggu.

2.2. Tujuan Drainase

Adanya tujuan dibuatnya *drainase* adalah sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan kesehatan lingkungan pemukiman,
2. Pengendalian air yang berlebihan pada permukaan secara aman,lancar dan efisien serta dapat mendukung kelestarian lingkungan,
3. Dapat mengurangi genangan-genangan air yang ada dikawasan tersebut,

2.3. Pola Jaringan Drainase

1. Pola Siku
2. Pola Paralel
3. Pola Grid Iron
4. Pola Alamiah

2.4. Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air bumi, terjadinya peredaran, sifat-sifat kimia dan fisiknya, dan reaksinya dengan lingkungannya, termasuk hubungannya dengan makluk-makluk hidup, Seyhan dalam Anisah Lukman (2018). Sedangkan menurut Triatmodjo dalam Ni Komang Sri Kartika (2018), Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makluk hidup.

2.5. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dapat dinyatakan dalam hujan atau volume hujan setiap satuan waktu. Untuk menetukan intensitas hujan dapat menggunakan rumus-rumus yang salah satunya adalah rumus *Dr.Monobe* seperti berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3} \quad \text{.....} \quad (1)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
R_{24} = Curah hujan maksimal dalam 24 jam (mm)
tc =Waktu Konsentrasi (jam)

2.6. Koefisien Pengaliran

Besarnya koefisien pengaliran (C) untuk daerah perumahan berdasarkan penelitian para ahli dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Koefisien Pengaliran (*Wesli*,2008).

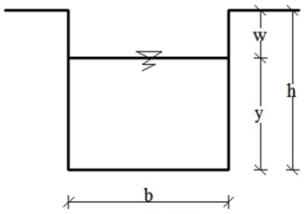
No	Daerah	Koefisien Aliran
1	Taman dan daerah rekreasi	0,20 – 0,30
2	Perumahan tidak begitu rapat	0,25 – 0,30
3	Perumahan kerapatan sedang	0,40 – 0,70
4	Perumahan rapat	0,70 – 0,80
5	Daerah Industri	0,80 – 0,90
6	Daerah perkotaan	0,90 – 0,95

Sumber : Wesli,2008

2.7. Penampang Melintang Saluran

Dimensi saluran harus diusahakan dapat membentuk dimensi yang ekonomis dan dapat menampung debit aliran yang ada. Adapun beberapa bentuk dari penampang saluran seperti berikut ini :

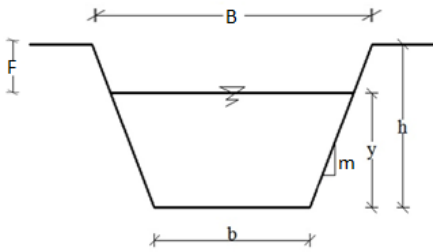
1. Penampang saluran persegi



Gambar 1. Penampang saluran persegi
Sumber :Triatmojo,1995 Hidrolika II

$A = b \,.h$ ..... (2)
$P = b + 2h$ ..... (3)
$R = \frac{A}{P}$ ..... (4)

2. Penampang saluran trapesium



Gambar 2. Penampang saluran Trapesium
Sumber :Triatmojo,1995 Hidrolika II

$A = (b + m \,.\, h)\, h$ ..... (5)
$P = b + 2h \,.\, \sqrt{1 + m^2}$ ..... (6)
$R = \frac{A}{P}$ ..... (7)

Keterangan :

A = Luas penampang basah (m^2)
R = Jari-jari hidrolis (m)
P = Keliling basah saluran (m)
S = Kemiringan saluran
b = Lebar dasar saluran
B = Lebar atas saluran (m)
h = Tinggi basah saluran (m)

2.8. Metode Rasional

Untuk metode rasional digunakan rumus sebagai berikut.

$Q = 0{,}00278 \cdot C \cdot I \cdot A$ ..... (8)

Dimana :

Q = Debit dalam (m^3/det).
C = Koefisien pengaliran
I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
A = Luas daerah pengaliran (Ha)

2.9. Dimensi Saluran

Menurut (Triatmodjo,1993),Dimensi saluran harus mengalirkan debit rencana yang dialirkan oleh saluran (Qs) sama atau lebih besar dari debit rencana (QT).

$Qs = As \cdot V$ ..... (9)

$V = \frac{1}{n} X R_3^2 X S_2^1$ ..... (10)

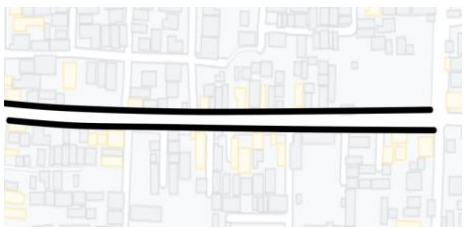
$R = \frac{As}{P}$ ..... (11)

Keterangan :

Qs = Debit penampang saluran (m^3).
A = Luas penampang saluran tegak lurus arah aliran (m^2)
V = Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det)
S = Kemiringan Saluran
R = Jari-jari hidrolis (m)
n = Koefisien kekerasan *Manning*
P = Keliling basah saluran (m)

III. Metode Penelitian

3.1. Lokasi Penelitian



Gambar 3. Lokasi Penelitian
Sumber :www.google.com/maps/

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian evaluatif. Penelitian ini dilakukan dengan cara meneliti dan melihat kapasitas saluran *drainase* eksisting. Selanjutnya dilakukan evaluasi kapasitas saluran *drainase* eksisting tersebut.

3.3. Metode Penelitian

Pengumpulan data untuk penelitian dilakukan dengan metode sebagai berikut :

a. Data *primer*
   1. Meng*survey* daerah penelitian,
   2. Mengidentifikasi daerah yang terjadi genangan dan sebabnya
   3. Melakukan pengukuran saluran *drainase* eksisting yang ada di daerah tersebut.

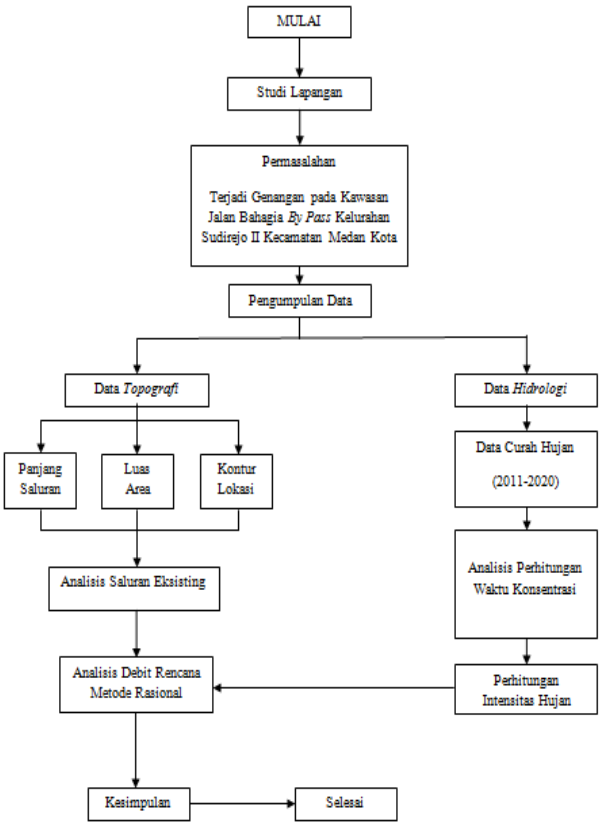
b. Data *sekunder*
1. Mendapatkan data curah hujan dari Stasiun Klimatologi Sempali, Medan.

Tabel 2. Data curah hujan dari Stasiun Klimatologi Sempali, Medan

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2011	219	99	234	234	144	109	148	286	220	364	238	332
2012	113	79	148	225	367	122	124	139	244	299	216	163
2013	121	200	73	151	97	123	158	199	181	345	84	492
2014	54	44	80	131	150	104	50	243	323	240	249	429
2015	86	87	10	53	136	19	196	155	156	277	338	197
2016	71	352	11	30	220	107	206	218	617	323	139	111
2017	177	22	109	138	107	169	141	237	322	230	176	276
2018	151	47	41	126	169	170	260	115	272	417	311	352
2019	66	25	17	135	364	81	95	130	343	291	205	140
2020	192	133	38	151	347	298	184	279	367	264	203	286

Sumber : BMKG Stasiun Klimatologi Sempali Medan.

3.4. Flowchart Metode Penelitian



Gambar 4. Flowchart Penelitian

IV. Analisis Data

4.1. Analisi Perhitugan Debit Eksisting

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui berapa besarnya debit yang mampu dialirkan oleh saluran tersebut sehingga dapat di ketahui apakah saluran berfungsi dengan baik atau tidak. Ada 4 saluran yang di *survey* di daerah lokasi studi antara lain sebagai berikut :

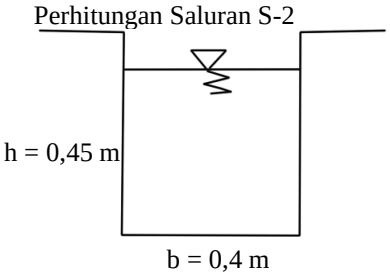
Tabel 3. Data Saluran Eksisting

Saluran	Bentuk	Tipe kekasaran	b (m)	h (m)	ba (m)	Kemiringan Dasar
S-1	Persegi	Beton	0,35	0,45	-	0,004
S-2	Persegi	Bata	0,4	0,45	-	0,004
S-3	Persegi	Beton	0,3	0,4	-	0,004
T-1	Trapesium	Beton	0,4	0,6	0,9	0,004

Sumber : Hasil Survey Lapangan

Perhitungan analisa ini menggunakan persamaan kontinuitas *Manning*. Untuk perhitungan saluran dipilih S-2 dan T-1 karena memiliki ukuran yang besar Berikut perhitungan untuk saluran S-2 dan T-1.

Perhitungan Saluran S-2



Gambar 5. Sketsa Saluran S-2

Diketahui :

b = 0,4 m
h = 0,45 m

Luas Penampang (A)

A = b x h
A = 0,4 x 0,45
A = 0,18m^2

Keliling Basah (P)

P = (2 x h) + b
P = (2 x 0,45) + 0,4 = 1,3

Jari-Jari Hidraulis (R)

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

$R = \frac{0,18}{1,3}$

R = 0,138 m

Kecepatan *Manning* :

Untuk koefisien pengaliran *Manning* dapat dilihat pada Tabel 2.2 sehingga kondisi saluran = 0,015

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

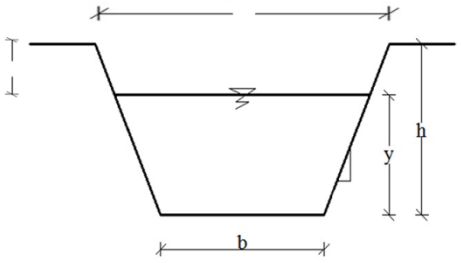
$V = \frac{1}{0,015} \times 0,138^{\frac{2}{3}} \times 0,004^{\frac{1}{2}}$

V = 1,126 m/det

Sehingga kapasitas tampungan penampang saluran adalah :

Q = V x A
Q = 1,126 x 0,18
Q = 0,202 m^3/det

Perhitungan Saluran T-1



Gambar 6. Sketsa Saluran T-1

Diketahui :

b = 1 m
h = 0,8 m
ba = 1.3 m
m = 0,15 m

Luas Penampang (A)

A = h (b + m . h)
A = 0,8 (1 + 0,15 . 0,8)
A = 0,896 m^2

Keliling Basah (P)

$P = b + \{2 . h \sqrt{(1 + m^2)}\}$

$P = 1 + \{2 . 0,8 \sqrt{(1 + 0,15^2)}\}$

P = 2,618 m

Jari-Jari Hidraulis (R)

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

$R = \frac{0,896}{2,618}$

R = 0,342 m

Kecepatan *Manning* :

Untuk koefisien pengaliran *Manning* dapat dilihat pada Tabel 2.2 sehingga kondisi saluran = 0,015

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

$V = \frac{1}{0,015} \times 0,342^{\frac{2}{3}} \times 0,004^{\frac{1}{2}}$

V = 2,062 m/det

Sehingga kapasitas tampungan penampang saluran adalah :

Q = V x A
Q = 2,062 x 0,896
Q = 1,847 m^3/det

Tabel 4. Rekapitulasi Debit Eksisting

Saluran	A (m^2)	P (m)	R (m)	V (m/det)	Q (m^3/det)
S-1	0,1574	1,25	0,126	1,060	0,167
S-2	0,18	1,3	0,138	1,126	0,202
S-3	0,12	1,1	0,109	0,962	0,115
T-1	0,896	2,618	0,342	2,062	1,847

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2. Perhitungan Waktu Konsentrasi

Untuk menghitung intensitas hujan maka diperlukan waktu konsentrasi yang dapat dicari dengan menggunakan rumus *Kirpich*berikut :

$Tc = \left(\frac{0,87 \, xL^2}{1000 \times S}\right)^{0,385}$

Nilai L adalah panjang lintasan dari aliran yang ada pada penelitian ini dan diambil nilai pada L adalah 0,5 K atau 500 m. Dan nilai S adalah nilai kemiringan yang ada pada penelitian ini yang dapat dicari dengan rumus berikut :

$$S = \frac{\text{Elevasi Hulu - Elevasi hilir}}{\text{Total Panjang Saluran}}$$
$$= \frac{31 - 29}{500}$$
$$= 0{,}004$$

Sehingga :

$$Tc = \left(\frac{0{,}87 \times L^2}{1000 \times S}\right)^{0{,}385}$$
$$= \left(\frac{0{,}87 \times 500^2}{1000 \times 0{,}004}\right)^{0{,}385}$$
$$= 4{,}657$$

4.3. Perhitungan Intensitas Hujan

Intensitas hujan dapat dicari dengan menggunakan rumus Dr.Mononobe,dan dapat digunakan dengan rumus berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{Tc}\right)^{2/3}$$

dimana :

I = Intensitas curah hujan
R_{24} = Curah hujan maksimal dalam 24 jam
Tc = Waktu konsentrasi

Sehingga :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{Tc}\right)^{2/3}$$
$$I = \frac{364}{24} \times \left(\frac{24}{4{,}657}\right)^{2/3} = 45{,}250 \text{ mm/jam}$$

Tabel 5. Analisis Intensitas Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum	Intensitas Hujan
2011	364	45,250
2012	367	45,624
2013	492	61,163
2014	429	53,331
2015	338	42,019
2016	617	76,703
2017	322	40,029
2018	417	51,839
2019	364	45,250
2020	367	45,624
Rata-rata intensitas hujan (mm/jam)		50,683

Sumber : Hasil Perhitungan

4.4. Perhitungan Debit Banjir

Luas kawasan kecamatan Medan Kota adalah 5,25Km^2,maka perlu menggunakan metode Rasional karena sesuai dengan rumus debit banjir rencana. Nilai C diperlukan untuk menghitung dengan metode ini,untuk nilai C sendiri dapat dilihat pada Tabel 2.1. Lokasi penelitian berada di daerah perkotaan maka nilai C yang diambil adalah 0,95. Lalu Debit banjir untuk saluran *drainase* dapat dihitung dengan menggunakan metode Rasional dengan rumus sebagai berikut :

Q = 0,00278 C.I.A
Q = 0.00278 . 0,95 . 50,683. 5,25
Q = 0,703 m^3/det

Selanjutnya debit rencana dapat dibandingkan dengan debit saluran eksistin yang sudah di hitung pada Tabel 4 sehingga dapat diketahu apakah *drainase* dapat menampung debit banjir rencana atau tidak. Untuk perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6. Perbandingan Debit Rencana dengan Debit Eksisting

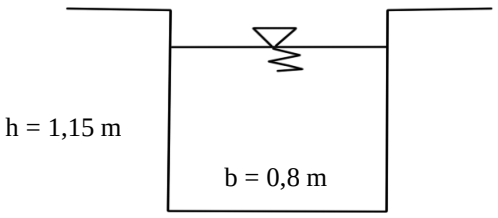
Saluran	Debit saluran eksisting	Debit banjir rencana	Keterangan
S-1	0,167	0,703	Tidak aman
S-2	0,202	0,703	Tidak aman
S-3	0,115	0,703	Tidak aman
T-1	1,847	0,703	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan perbandingan di atas,dapat dikatakan bahwa hanya saluran T-1 yang mampu menampung debit rencana dan saluran yang lain tidak mampu menampung debit banjir rencana.

Oleh karena itu,perlu dilakukan perencanaan ulang saluran *drainase* dengan menambahkan tinggi serta lebarnya yang masih dapat di bangun sesuai dengan keadaan jalan di lapangan.

a. Perencanaan ulang saluran S-1,S-2,dan S-3



Gambar 7. Sketsa perencaan ulang Saluran

Diketahui :
b = 0,8 m
h = 1,15 m

Luas Permukaan (A)
A = b x h
A = 0,8 x 1,15
A = 0,92m^2

Keliling Basah (P)
P = (2 x h) + b
P = (2 x 1,15) + 0,8
P = 3,1

Jari-Jari Hidraulis (R)

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

$R = \frac{0,92}{3,1}$

$R = 0,297$ m

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

$V = \frac{1}{0,015} \times 0,297^{\frac{2}{3}} \times 0,004^{\frac{1}{2}}$

$V = 1,877$ m/det

Sehingga kapasitas tampungan penampang saluran adalah :

$Q = V \times A$

$Q = 1,877 \times 0,920$

$Q = 1,727$ m^3/det

Tabel 7. Perbandingan Debit Rencana dengan Debit perencanaan ulang

Saluran	Debit perencanaan ulang	Debit banjir rencana	Keterangan
S-1	1,727	0,703	Aman
S-2	1,727	0,703	Aman
S-3	1,727	0,703	Aman
T-1	1,847	0,703	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukannya analisis,maka dapat di peroleh kesimpulan dari hasil evaluasi saluran drainase pada jalan Bahagia *By Pass* Kelurahan Sudirejo II Kecamatan Medan Kota sebagai berikut :

1. Intensitas hujan rata-rata yang didapat dari analisa adalah 50,683 mm/jam. Dan debit banjir rencana adalah 0,703 m^3/det.
2. Dari analisis debit saluran eksisting yang dilakukan didapat S-1 = 0,167, S-2 = 0,202, S-3 = 0,115, T-1 = 1,847. Dapat disimpulkan bahwa hanya T-1 yang mampu menampung debit banjir rencananya sementara saluran yang lainnya tidak mampu menampung debit banjir rencananya yang sebesar 0,703 m^3/det.
3. Evaluasi dilakukan dengan melakukan perencanaan ulang terhadap saluran eksisting yang tidak mampu menampung debit rencana. Dengan menambahkan lebar serta tingginya didapat debitnya sebesar 1,727 m^3/det. Sehingga debit eksisting > debit rencana sebesar 0,703 m^3/det.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan alternatif lain penampang drainase pada kawasan tersebut karena drainase sudah tidak berfungsi dengan normal.
2. Perlu dilakukan pembersihan sampah untuk mempelancar saluran air,karena dengan adanya sampah membuat saluran tidak dapat bekerja dengan baik.
3. Dilakukan lagi evaluasi lanjutan yang lebih akurat sehingga dapat menangani masalah-masalah yang terjadi pada drainase di jalan Bahagia By Pass Kelurahan Sudirejo II Kecamatan Medan Kota.

Daftar Pustaka

[1]. Hardjosuprapto, M., 1998, *Drainase Perkotaan Volume I*, Bandung: ITB-Press

[2]. Hasmar,H.A Halim, 2012,*Drainase Terapan*. UII, Yogyakarta

[3]. Muhammad Arby HRP, 2020, *Evaluasi Saluran Drainase pada Jalan Tangguk Bongkar Kelurahan Tegal Sari Mandala II Kecamatan Medan Denai*, Universitas Harapan Medan.

[4]. Nugraha, 2016, *Evaluasi Sistem Saluran Drainase Di Kawasan Jalan Medan-Binjai KM 15,Kecamatan Sunggal,Kabupaten Deli Serdang.* (Tugas Akhir), Universitas Sumatera Utara,Medan.

[5]. Soemarto, CD., 1986, *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional

[6]. Suripin, Dr. Ir. M. Eng, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.

[7]. Soewarno, 1995, Hidrologi : Aplikasi *Metode Statistik untuk Analisa Data*, Nova, Bandung.

[8]. Suhardjono, 2013, *Drainase Perkotaan*, Malang. Universitas Brawijaya

[9]. Suryaman Heri, *Evaluasi Sistem Drainase Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo*, (Jurnal), Universitas Negeri Surabaya.

[10]. Wesli, 2008, *Drainase Perkotaan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.