

EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA JALAN TANGGUK BONGKAR KELURAHAN TEGAL SARI MANDALA II KECAMATAN MEDAN DENAI

Muhammad Arby Harahap¹⁾, Diana Suita Harahap²⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan
muhammadarbyharahap@gmail.com

²⁾Dosen Teknik Sipil Universitas Harapan (Unhar), Jalan HM Joni No: 70 C Medan
dns1301@gmail.com

Abstrak

Drainase merupakan suatu sistem untuk menyalurkan air hujan. Sistem ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat, apalagi di daerah berpendudukan padat seperti perkotaan. Evaluasi saluran drainase diperlukan untuk mengetahui kapasitas penampang dengan menghitung debit banjir rencana menggunakan metode Rasional. Analisa debit banjir rencana dilakukan dengan menghitung curah hujan rencana dengan metode distribusi yang dipilih yaitu Log Pearson Tipe III. Dari hasil analisa debit banjir rancangan periode ulang di dapat Q2 sebesar 1,092 m³/det, Q5 sebesar 1,316 m³/det, Q10 sebesar 1,480 m³/det, Q25 sebesar 1,707 m³/det, Q50 sebesar 1,741 m³/det, Q100 sebesar 2,091 m³/det. Evaluasi saluran drainase pada jalan Tangguk Bongkar kelurahan Tegal Sari Mandala II Kecamatan Medan Denai dilakukan dengan perhitungan hidrolika sederhana. Dari perhitungan kapasitas saluran eksisting di dapat Q sebesar 0,963 m³/dt. Hasil evaluasi menunjukkan saluran drainase pada Jalan Tangguk Bongkar Kelurahan Tegal Sari Mandala II Kecamatan Medan Denai tidak dapat menampung debit banjir rancangan Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100. Maka dilakukan evaluasi untuk saluran, sehingga di dapat debit saluran rancangan Q sebesar 2,32 m³/det.

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

I. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya infrastruktur di kota Medan, yang diiringi pula dengan meningkatnya jumlah penduduk, maka menyebabkan semakin bertambah pula kegiatan dan kebutuhannya. Saat ini salah satu permasalahan yang di hadapi Kota Medan adalah timbulnya genangan saat hujan turun. Hal ini di karenakan dampak perubahan tata guna lahan yang menyebabkan berkurangnya infiltrasi tanah. Belum lagi kurangnya rasa kepedulian masyarakat dalam membungan sampah. Sehingga saluran-saluran drainase yang ada dipenuhi oleh sedimentasi dan juga sampah-sampah, akibatnya saluran drainase tidak dapat berkerja optimal. Saat ini begitu banyak saluran drainase yang keadaannya tidak baik dan kurang terawat, sehingga 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 penulis akan mengkaji salah satu daerah yang sering terjadi genangan setiap musim penghujan di Kota Medan sebagai studi kasus pada penulisan ini. Yang menjadi lokasi studi adalah Jalan Tangguk Bongkar Kelurahan Tegal Sari Mandala II Kecamatan Medan Denai.

1.2. 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) pada Q 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.
3. Merencanakan ulang saluran drainase sesuai dengan debit banjir rencana.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan pengamatan di lapangan, sistem saluran drainase di jalan Tangguk Bongkar Kelurahan Tegal Sari Mandala II Kecamatan Medan Denai ini mempunyai beberapa titik permasalahan antara lain :

1. Berapakah besarnya intensitas hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang di dapat di jalan Tangguk Bongkar Kelurahan Tegal Sari Mandala II Kecamatan Medan Denai ?
2. Berapakah besarnya debit banjir rencana di daerah penelitian ?
3. Apakah kapasitas saluran mampu menampung debit air ketika terjadi luapan ?

II. Tinjauan Pustaka

2.1. Drainase

Menurut Abdeldayem (2005) drainase adalah suatu proses alami, yang diadaptasikan manusia untuk tujuan mereka sendiri, mengarahkan air dalam ruang dan waktu dengan memanipulasi ketinggian muka air. Sedangkan menurut Suhardjono (2013) drainase adalah suatu tindakan untuk mengurangi air yang berlebih, baik itu air permukaan maupun air bawah permukaan. Air berlebih yang umumnya berupa genangan disebut dengan banjir.

2.1.1. Drainase Perkotaan

Drainase perkotaan yaitu ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial-budanya yang ada di kawasan perkotaan kota.

2.2. Jenis Drainase

Drinase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek. Adapun jenis jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut (Hasmar, 2012:3) :

1. Menurut sejarah terbentuknya
2. Menurut letak saluran
3. Menurut fungsi drainase
4. Menurut kontruksi

2.3. Pola jaringan drainase

Pola jaringan drainase dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Pola siku
2. Pola paralel
3. Pola grid iron
4. Pola alamiah
5. Pola radial
6. Pola jaring-jaring

2.4. Banjir

Banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daeah (dataran banjir) sekitarnya.

2.4.1. Jenis-Jenis Banjir

Banjir dibedakan atas peristiwanya :

1. Peristiwa banjir atau genangan yang terjadi pada daerah yang biasanya terajadi banjir.
2. Peristiwa banjir terjadi karena limpasan air dari sungai, karena debit tidak mampu dialirkan oleh aliran sungai atau debit air lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada.

2.4.2. Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan priode ulang (rata rata) yang sudah di tentukan yang dapat di alirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunannya.

2.5. Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran gerakan air di alam ini, yang meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan-perubahannya antara lain : keadaan zat cair, padat dan gas dalam atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah, di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di bumi.

2.5.1. Analisa Hidrologi

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya.

2.5.2. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah proses yang diawali oleh evaporasi / penguapan kemudian terjadinya kondensasi dari awan hasil evaporasi. Awan terus terproses, sehingga terjadi salju atau hujan yang jatuh ke permukaan tanah. Pada muka tanah air hujan ada yang mengalir di permukaan tanah, sebagai air *run off* atau aliran permukaan dan sebagian (infiltrasi) meresap kedalam lapisan tanah.

2.5.3 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Analisa frekuensi atau distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien *skewness* (kecondongan atau kemiringan). Berikut ini dua jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi:

- a. Disribusi Log Pearson Tipe III

Distribusi *Log Pearson* Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi *Log Pearson* Tipe III merupakan hasil dari transformasi dari distribusi *Pearson* tipe III dengan mengganti varian menjadi nilai logaritma. Data hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah dalam bentuk logaritma. Tiga parameter penting dalam LP.III yaitu :

- I = harga rata-rata.
- II = simpangan baku.
- III = koefisien kemencengan.

Berikut ini langkah langkah penggunaan distribusi Log Pearson Tipe III :

- Ubah data dalam bentuk logaritma, $X = \text{Log } X$
- Hitung harga rata-rata :

$$\log X = \frac{\sum \log xi}{n} \dots\dots\dots (1)$$
- Hitung harga simpangan baku :

$$S = \sqrt{\frac{(\log Xi - \log X)^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots (2)$$
- Hitung koefisien kemencengan :

$$G = \frac{n(\log Xi - \log x)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots (3)$$
- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\text{Log } X_T = \log \bar{X} + K \cdot S \dots\dots\dots (4)$$

Di mana :

- K = Variabel standar (*standardized variable*).
- X = Harga rata-rata.
- S = Simpangan baku.
- G = Koefisien kemencengan
- Log X = Nilai rata rata hitung variat.
- X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T.

b. Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode Gumbel (Suripin, 2004), mempunyai perumusan sebagai berikut :

$$X_T = X + K \cdot S \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- X = Harga rata-rata sampel,
- K = Faktor probabilitas K
- S = Standar deviasi (simpangan baku) sampel.

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam Pers. 2.6.

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

- Y_n = reduced mean yang tergantung jumlah sampel/data n.
- S_n = reduced standard deviation yang juga tergantung pada jumlah sampel/data n.
- Y_{Tr} = reduced variate yang dapat dihitung dengan Pers. 2.7.

$$Y_{Tr} = -In \left\{ \frac{T_r - 1}{T_r} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana :

- I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- n = jumlah pengamatan
- T_r = periode ulang

2.6. Uji Chi-Square

Uji Chi-Square digunakan untuk menguji distribusi pengamatan, apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak. Adapun prosedur perhitungan Uji Chi-Square menurut (Mortarich, 2009) adalah sebagai berikut:

- 1 Menghitung jumlah kelas :

$$K = 1 + 3,322 \log n \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

- K = jumlah kelas
- n = banyak data

- 2 Membuat kelompok-kelompok kelas sesuai dengan jumlah kelas.
- 3 Menghitung frekuensi pengamatan $O_j = n/\text{jumlah kelas}$
- 4 Mencari besarnya curah hujan yang masuk dalam batas kelas (E_j).

- 5 Menghitung dengan menggunakan :

$$X^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

- X^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung
- K = Jumlah kelas
- O_j = Frekuensi pengamatan kelas
- E_j = Frekuensi teoritis kelas

- 6 Menghitung X^2 cr dari tabel dengan menentukan taraf signifikan (α) dan derajat kebebasan (D_k) dengan menggunakan :

$$D_k = K - (p + 1) \dots\dots\dots (10)$$

Dimana :

- D_k = Derajat Kebebasan
- K = Jumlah Kelas
- P = Banyaknya parameter untuk Uji Chi-Square adalah 2

2.6.1. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah Intensitas jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, intensitas hujan dapat di hitung dengan rumus Mononobe seperti berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (11)$$

Di mana :

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam).
- R_{24} = Curah hujan maksimal dalam 24 jam (mm).
- t = Durasi (lamanya) curah hujan (menit) atau (jam).

2.6.2. Analisa Curah Hujan

- Saluran kwarter : Periode ulang 1 tahun
- Saluran tersier : Periode ulang 2 tahun
- Saluran skunder : Periode ulang 5 tahun
- Saluran primer : Periode ulang 10 tahun (Wesli,2008)

2.6.3. Debit Air Hujan / Limpasan

Debit air hujan / limpasan adalah volume air hujan per satuan waktu yang tidak mengalami infiltrasi sehingga harus dialirkan melalui saluran drainase.

Rumus debit air hujan / limpasan :

$$Q = 0,278.C.I.A \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

- Q = Debit aliran air limpasan ((m³/detik)
- C = Koefisien *run off* (berdasarkan standar baku)
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luasan daerah pengaliran (km²)
- 0,278 = Konstanta

2.6.4. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran (run-off coefficient) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (surface run-off) dengan jumlah air yang hujan jatuh dari atmosfer. Adapun rumus untuk menentukan koefisien pengaliran adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{Q}{R} \dots\dots\dots (13)$$

Di mana :

- C = Koefisien limpasan
- Q = Jumlah limpasan
- R = Jumlah curah hujan

2.7. Analisa Hidrolika

Banyaknya debit air hujan yang ada dalam suatu kawasan harus segera dialirkan agar tidak menimbulkan genangan air. Untuk dapat mengalirkannya diperlukan saluran yang dapat menampung dan mengalirkan air tersebut ke tempat penampungan. Sehingga penentuan kapasitas tampung harus berdasarkan atas besarnya debit air hujan.

2.7.1. Penampang Melintang Saluran

Penampang melintang saluran perlu direncanakan untuk mendapatkan penampang yang ideal dan efisien dalam penggunaan lahan. Penggunaan lahan yang efisien berarti dengan memperhatikan ketersediaan lahan yang ada.

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (14)$$

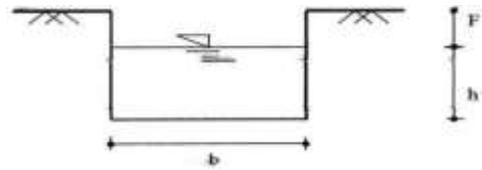
$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (15)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan:

- Q = Debit aliran (m³/det)
- V = Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det)
- n = Koefisien kekasaran Manning
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan saluran
- A = Luas penampang saluran tegak lurus arah aliran (m²)
- P = Keliling basah saluran (m)

a. Penampang persegi



Gambar 1. Penampang saluran persegi (Triatmodjo, 1993).

$$A = b \cdot h \dots\dots\dots (17)$$

$$P = b + 2h \dots\dots\dots (17)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (19)$$

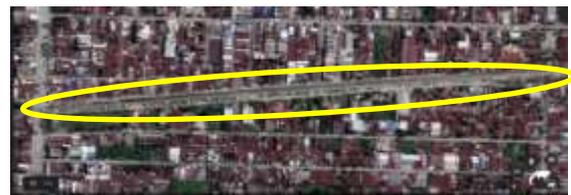
Keterangan :

- A = Luas penampang basah saluran (m²)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- P = Keliling basah saluran (m)
- f = Tinggi jagaan (m)
- b = Lebar dasar saluran (m)
- h = Tinggi basah saluran (m)

III. Metode Penelitian

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di jalan Tangguk Bongkar , Kelurahan Tegal Sari Mandala II, Kecamatan Medan denai.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian

Sumber: <https://www.google.com/maps/>

3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian evaluatif. Penelitian ini dilaksanakan dengan meneliti dan melihat kapasitas saluran drainase eksisting, kemudian mengevaluasi kapasitas saluran drainase eksisting tersebut.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data untuk penelitian sebagai berikut :

- a. Data primer :
Pengumpulan data primer terdiri atas:
 1. Survey daerah penelitian.
 2. Identifikasi daerah yang terjadi genangan dan sebabnya
 3. Melakukan wawancara dengan beberapa warga perihal titik-titik mana saja yang terjadi genangan, serta
 4. Melakukan pengukuran saluran drainase eksisting yang ada di daerah tersebut.
- b. Data skunder
Pengumpulam data skunder terdiri atas :
 1. Data curah hujan dari Stasiun Klimatologi Sempali, Medan :

Tabel 1. Data curah hujan dari Stasiun Klimatologi Sempali, Medan

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Okt	Nov	Des
2010	131	66	414	47	71	188	128	190	150	140	244	220
2011	219	90	234	234	144	100	148	286	220	364	238	332
2012	113	79	148	225	367	122	124	139	244	299	216	163
2013	121	200	73	151	87	123	158	199	181	343	84	492
2014	54	44	80	131	150	104	50	243	323	240	240	429
2015	86	87	10	53	136	10	106	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	269	115	272	417	311	352
2019	66	25	17	135	364	81	95	130	343	291	205	140

2. Tata guna lahan
3. Studi pustaka saluran yang berkaitan dengan analisis kapasitas saluran drainase

3.4. Analisa Data

Dari data-data yang di dapat kemudian dilakukan analisis kapasitas saluran drainase di jalan Tangguk Bongkar Kelurahan Tegal Sari Mandala II Kecamatan Medan Denai, analisa dilakukan dari segi hidrologi dan hidrolika. Dari segi hidrologi adalah perhitungan curah hujan maksimum harian, setelah itu dilakukan analisis frekuensi dengan metode distribusi Gumbel dan distribusi Log Pearson III. Kemudian dilakukan uji kecocokan dengan menggunakan Uji Chi-Square. Hal ini bertujuan untuk mengetahui berapa volume debit rencana. Untuk analisi dari segi hidrolika tentukan berapa koefisien pengaliran yang sesuai dengan kondisi daerah penelitian. Lakukan juga pengukuran terhadap saluran eksisting dilapangan. kemudian hitung berapa kapasitas saluran drainase eksisting yang ada dilapangan, selanjutnya dievaluasi apakah saluran drainase eksisting tersebut mampu untuk menampung debit rencana yang terjadi. Jika dari hasil evaluasi diketahui bahwa saluran drainase eksisting tersebut tidak mampu menampung volume debit rencana yang terjadi, maka dilakukan perencanaan ulang saluran drainase agar mampu menampung volume debit rencana yang ada.

IV. Analisa Data

4.1. Analisa Curah hujan Rencana

Analisa curah hujan rencana adalah analisa curah hujan untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan tahun ke *n* yang mana akan digunakan untuk mencari debit banjir rancangan. Jika di dalam 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 area dapat di hitung dengan metode rata-rata aljabar seperti yang terlihat pada Tabel 2.

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2010	414
2011	364
2012	367
2013	492
2014	429
2015	338
2016	617
2017	322
2018	417
2019	354
<i>n</i> = 10 Tahun	Total = 4124

4.2. Analisa Frekuensi

Dalam penganalisaan terhadap frekuensi curah hujan menggunakan 2 metode yaitu :

- Metode Log Pearson Tipe III
- Metode Gumbell

4.3. Metode Log Pearson Tipe III

Tahun	<i>X_i</i>	Log <i>X_i</i>	(Log <i>X_i</i> - Log <i>X</i>)	(Log <i>X_i</i> - Log <i>X</i>) ²	(Log <i>X_i</i> - Log <i>X</i>) ³
2010	414	2,6170	0,0091	0,0001	0,0000
2011	364	2,5611	-0,0464	0,0022	-0,0001
2012	367	2,5647	-0,0428	0,0018	-0,0001
2013	492	2,6920	0,0844	0,0071	0,0006
2014	429	2,6291	0,0215	0,0006	0,0000
2015	338	2,5289	-0,0780	0,0062	-0,0005
2016	617	2,7903	0,1827	0,0334	0,0061
2017	322	2,5079	-0,0997	0,0099	-0,0010
2018	417	2,6201	0,0129	0,0002	0,0000
2019	354	2,5481	-0,0664	0,0044	-0,0001
10 Tahun	4124	26,0756	0,0000	0,0637	0,0050

Parameter statistik :

Curah hujan rata-rata (*X*)

$$\log X = \frac{\sum \log xi}{n} = \frac{26,0756}{10} = 2,6075$$

Simpangan baku (*S*):

$$S = \sqrt{\frac{(\log xi - \log x)^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{0,0637}{9}} = 0,0841$$

Hitung koefisien kemencengan:

$$G = \frac{n(\log xi - \log x)^3}{n-1(n-2)S^3} = \frac{10 \times 0,0050}{9 \times 8 \times 0,0841^3} = 1,167$$

Logaritma hujan atau banjir dengan periode kala ulang *T*

$$\log X_T = \log X + K.S$$

T = 2 tahun

$$\log X_2 = 2,6075 + (-0,190 \times 0,0841)$$

$$\log X_2 = 2,5915$$

$$X_2 = 390,391 \text{ mm}$$

$$\log X_T = \log X + K.S$$

T = 5 tahun

$$\log X_5 = 2,6075 + (0,736 \times 0,0841)$$

$$\log X_5 = 2,6693$$

$$X_5 = 466,981 \text{ mm}$$

$$\log X_T = \log X + K.S$$

T = 10 tahun

$$\log X_{10} = 2,6075 + (1,340 \times 0,0841)$$

$$\log X_{10} = 2,7201$$

$$X_{10} = 524,928 \text{ mm}$$

$$\log X_T = \log X + K.S$$

T = 25 tahun

$$\log X_{25} = 2,6075 + (2,0797 \times 0,0841)$$

$$\log X_{25} = 2,7824$$

$$X_{25} = 605,898 \text{ mm}$$

$$\log X_T = \log X + K.S$$

T = 50 tahun

$$\log X_{50} = 2,6075 + (2,61214 \times 0,0841)$$

$$\log X_{50} = 2,8271$$

$$X_{50} = 671,583 \text{ mm}$$

$$\log X_T = \log X + K.S$$

T = 100 tahun

$$\log X_{100} = 2,6075 + (3,124755 \times 0,0841)$$

$$\log X_{100} = 2,8702$$

$$X_{100} = 741,651 \text{ mm}$$

4.4. Metode Gumbel

Tahun	X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
2010	414	1,60	2,560	-4,560	6,5536
2011	364	-48,40	2342,560	-113379,9040	5487587,3536
2012	367	-45,40	2061,160	-93576,6640	4248380,5456
2013	492	79,60	6336,160	504358,3360	40146923,5456
2014	429	16,60	275,560	4574,2960	75933,3136
2015	338	-74,40	5535,360	-411830,7840	30640210,3296
2016	617	204,60	41861,160	8564793,3360	1752356716,5456
2017	322	-90,40	8172,160	-738763,2640	66784199,0656
2018	417	4,60	21,160	97,3360	447,7456
2019	364	-48,40	2342,560	-113379,9040	5487687,3536
10 Tahun	901		68950,40	7602896,88	1950227992,35

Parameter statistik :

Curah hujan rata-rata (X) :

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{4124}{10} = 412,4$$

Standar deviasi (S) :

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{68950,40}{9}} = 87,5280$$

Dari Tabel 2,2 dan 2,3 untuk $n = 10$

$$Y_n = 0,49$$

$$S_n = 0,94$$

Dari Tabel 2,4 untuk periode ulang (T) 2 tahun

$$Y_{Tr} = 0,3668$$

Faktor probabilitas :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{0,3668 - 0,49}{0,94} = -0,131$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 2 tahun

$$X_T = X + K.S = 412,4 + ((-0,131) \times 87,5280) = 400,933 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2,4 untuk periode ulang (T) 5 tahun

$$Y_{Tr} = 1,5004$$

Faktor probabilitas :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{1,5004 - 0,49}{0,94} = 1,074$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 5 tahun

$$X_T = X + K.S = 412,4 + (1,074 \times 87,5280) = 506,405 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2,4 untuk periode ulang (T) 10 tahun

$$Y_{Tr} = 2,2510$$

Faktor probabilitas :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{2,2510 - 0,49}{0,94} = 1,873$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 10 tahun

$$X_T = X + K.S = 412,4 + (1,873 \times 87,5280) = 576,339 \text{ mm}$$

Dari Tabel,4 untuk periode ulang (T) 25 tahun

$$Y_{Tr} = 3,1993$$

Faktor probabilitas :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{3,1993 - 0,49}{0,94} = 2,848$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 25 tahun

$$X_T = X + K.S = 412,4 + (2,848 \times 87,5280) = 661,679 \text{ mm}$$

Dari Tabel 2,4 untuk periode ulang (T) 50 tahun

$$Y_{Tr} = 3,9028$$

Faktor probabilitas :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{3,9028 - 0,49}{0,94} = 3,630$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 50 tahun

$$X_T = X + K.S = 412,4 + (3,630 \times 87,5280) = 730,126 \text{ m}$$

Dari Tabel 2,4 untuk periode ulang (T) 100 tahun

$$Y_{Tr} = 4,6012$$

Faktor probabilitas :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{4,6012 - 0,49}{0,94} = 4,373$$

Curah hujan rencana periode ulang (T) 2 tahun

$$X_T = X + K.S = 412,4 + (4,6012 \times 87,5280) = 795,159 \text{ mm}$$

Tabel 5. Hasil perhitungan periode ulang tahunan (mm) ditribusi log person Type III dan Gumbel :

Periode Ulang (T)	Distribusi Log Person Type III	Distribusi Gumbel
2	390,391	400,933
5	466,981	506,405
10	524,928	576,339
25	605,898	661,679
50	671,583	730,126
100	741,651	795,159

4.5. Uji Kecocokan Chi-Square

Untuk menguji kecocokan Metode Log Pearson Tipe III, maka digunakan uji kecocokan Chi-Square untuk menguji distribusi pengamatan. Apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak.

Tabel 6. Hasil perhitungan uji kecocokan Chi-Square :

Kelas	Probabilitas (%)	Jumlah Data		Oj - Ej	$\chi^2 = \frac{(Oj - Ej)^2}{Ej}$
		Oj	Ej		
1	285,3 < x < 359,04	2	1	1	1,000
2	359,04 < x < 432,5	2	1	1	1,000
3	432,5 < x < 506,52	2	5	-3	1,800
4	506,52 < x < 580,26	2	3	1	0,333
5	X > 580,13	2	0	2	0,000
Jumlah		10	10		4,133

Dilihat dari hasil perbandingan diatas bahwa $X^2 =$ harga Chi-Square = 4,133 $< X^2$ cr (Tabel 5) = 5,991 maka hipotesa yang diuji dapat diterima.

4.6. Intensitas Curah Hujan

Menentukan intensitas curah hujan dengan menghitung menggunakan rumus Mononobe :

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

$$I = \frac{389,941}{24} \times \frac{24^{2/3}}{1} = 135,185$$

Tabel 7. Hasil perhitungan intensitas curah hujan

T (JAM)	R24	R5	R10	R20	R50	R100
	389.941	466.665	524.807	605.34	617.425	741.31
1	135.185	161.784	181.940	209.860	214.049	256.998
2	85.161	101.917	114.615	132.203	134.843	161.898
3	64.990	77.777	87.468	100.890	102.904	123.552
4	53.648	64.204	72.203	83.283	84.946	101.990
5	46.233	55.329	62.223	71.771	73.204	87.892
6	40.941	48.997	55.101	63.557	64.826	77.833
7	36.943	44.212	49.720	57.350	58.495	70.231
8	33.796	40.446	45.485	52.465	53.512	64.249
9	31.244	37.392	42.050	48.503	49.471	59.397
10	29.125	34.855	39.198	45.213	46.116	55.369
11	27.332	32.709	36.785	42.429	43.276	51.960
12	25.791	30.866	34.712	40.038	40.838	49.032
13	24.451	29.262	32.908	37.958	38.716	46.484
14	23.273	27.852	31.322	36.128	36.849	44.243
15	22.226	26.600	29.914	34.504	35.193	42.254
16	21.290	25.479	28.654	33.051	33.711	40.475
17	20.447	24.470	27.519	31.742	32.375	38.871
18	19.682	23.555	26.490	30.555	31.165	37.418
19	18.986	22.721	25.552	29.473	30.062	36.093
20	18.347	21.957	24.693	28.482	29.051	34.880
21	17.760	21.255	23.903	27.571	28.121	33.764
22	17.218	20.606	23.173	26.729	27.262	32.733
23	16.715	20.004	22.496	25.948	26.466	31.777
24	16.248	19.444	21.867	25.223	25.726	30.888

4.7. Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas di kawasan Medan Denai adalah 11,19Km². Sesuai dengan rumus debit banjir rancangan metode rasional. Untuk mendapatkan nilai dari C, koefisien aliran dapat dilihat tabel 2.6. maka diambil nilai dari C adalah perkotaan area bisnis dengan koefisien aliran 0,95. Selanjutnya mencari nilai dari intensitas hujan, maka harus diketahui waktu konsentrasi hujan dimana waktu yang diperlukan atau mengalirkan dari titik terjauh sampai pada tempat keluarnya daerah tangkapan air. Rumus yang sering dipakai adalah rumus Kirpich yang disajikan dibawah ini :

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

Nilai L, merupakan panjang dari lintasan pada aliran yang dalam tugas ini diambil nilai pada L adalah 0,7 Km atau 700 m. untuk nilai S merupakan kemiringan yang di ambil pada tugas ini adalah 0,0028.

$$S = \frac{\text{Elevasi hulu} - \text{Elevasi hilir}}{\text{Panjang saluran}}$$

$$= \frac{29-27}{700}$$

$$= 0,0028$$

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

$$= \left(\frac{0,87 \times 700^2}{1000 \times 0,0028}\right)^{0,385}$$

$$= 6,922$$

Untuk mencari intensitas hujan ini menggunakan rumus Dr. Mononobe, dalam tugas akhir ini untuk luasan area adalah 11.19 ha. Dengan lokasi di kawasan jalan tangguk bongkar

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

$$I = \frac{389,941}{24} \times \left(\frac{24}{6,922}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 36,963 \text{ mm/jam}$$

Tabel 8 : hasil perhitungan metode rasional

No	Periode	R ₂₄ (mm)	C	tc (jam)	I (mm/jam)
1	2	389,941	0,95	6,922	36,963
2	5	466,665	0,95	6,922	44,543
3	10	524,807	0,95	6,922	50,092
4	25	605,34	0,95	6,922	57,779
5	50	617,425	0,95	6,922	58,933
6	100	741,31	0,95	6,922	70,757

Langkah akhir adalah menghitung debit rencana banjir pada metode rasional, dengan menggunakan rumus Q sebagai berikut :

$$Q = 0,00278 \text{ C.I.A}$$

$$Q = 0,00278. 0,95. 36,963. 11,19$$

$$Q = 1,092 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 9. Hasil perhitungan Q rancangan pada kawasan Jalan Tangguk Baongkar

No	Periode	L (Km)	C	tc (jam)	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m ³ /det)
1	2	0,7	0,95	6,922	36,963	11,19	1,092
2	5	0,7	0,95	6,922	44,543	11,19	1,316
3	10	0,7	0,95	6,922	50,092	11,19	1,480
4	25	0,7	0,95	6,922	57,779	11,19	1,707
5	50	0,7	0,95	6,922	58,933	11,19	1,741
6	100	0,7	0,95	6,922	70,757	11,19	2,091

rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir < Q tampungan saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir.

4.9. Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

Saluran jalan Tangguk Bongkar

Diketahui :

Luas Permukaan (A)

$$A = b \times h$$

$$A = 1,15 \times 0,55$$

$A = 0,6352 \text{ m}^2$

Keliling Basah (P)

$P = (2 \times h) + b$

$P = (2 \times 0,55) + 1,15$

$P = 2,25$

Jari – jari Hidraulis (R) :

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

$R = \frac{0,6352}{2,25}$

$R = 0,282 \text{ m}$

Kecepatan (Manning) :

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran adalah beton = 0,015 dari Tabel 2.9.

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

$V = \frac{1}{0,015} \times 0,282^{\frac{2}{3}} \times 0,0028^{\frac{1}{2}}$

$V = 1,516 \text{ m/det}$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah :

$Q = V \times A$

$Q = 1,516 \times 0,6352$

$Q = 0,963 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 10. perbandingan Q eksisting saluran di kawasan Jalan tangguk Baongkar.

No	Saluran	Q Tampungan penampang	Q Rancangan Debit Banjir						Keterangan
			2 Tahun	5 tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun	
1	Drainase Jl. Tangguk Bongkar	0,963 m ³ /det	1,092 m ³ /det	1,316 m ³ /det	1,480 m ³ /det	1,707 m ³ /det	1,741 m ³ /det	2,091 m ³ /det	Tidak Aman

Dari hasil perhitungan nilai Q kapasitas tampungan penampang drainase dengan perhitungan nilai Q rancangan debit banjir periode 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun diketahui bahwa drainase sudah tidak mampu lagi menampung besarnya debit curah hujan.

4.10. Perencanaan Ulang sistem Drainase

Saluran jalan Tangguk Bongkar

Diketahui :

Luas Permukaan (A)

$A = b \times h$

$A = 1,15 \times 1,1$

$A = 1,265 \text{ m}^2$

Keliling Basah (P)

$P = (2 \times h) + b$

$P = (2 \times 1,1) + 1,1$

$P = 3,35$

Jari – jari Hidraulis (R) :

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

$R = \frac{1,265}{3,35}$

$R = 0,377 \text{ m}$

Kecepatan (Manning) :

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran adalah beton = 0,015 dari Tabel 9.

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

$V = \frac{1}{0,015} \times 0,377^{\frac{2}{3}} \times 0,0028^{\frac{1}{2}}$

$V = 1,841 \text{ m/det}$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah :

$Q = V \times A$

$Q = 1,876 \times 1,38$

$Q = 2,32 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 11. Perbandingan Q Eksisting Saluran di Kawasan Jalan Tangguk Bongkar.

No	Saluran	Q Tampungan penampang	Q Rancangan Debit Banjir						Keterangan
			2 Tahun	5 tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun	
1	Drainase Jl. Tangguk Bongkar	2,32 m ³ /det	1,092 m ³ /de t	1,316 m ³ /de t	1,480 m ³ /det	1,707 m ³ /det	1,741 m ³ /det	2,091 m ³ /det	Aman

Dari hasil perhitungan nilai Q =2,32 m³/det kapasitas penampung drainase mampu untuk menampung Q rancangan debit banjir periode 2, 5, 10, 25, 50 dan 100.

V. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Diperoleh kesimpulan dari hasil evaluasi saluran drainase jalan Tangguk Bongkar Kecamatan Medan Denai sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III, diperoleh intensitas curah hujan rencana maksimum pada periode ulang 10 tahun untuk drainase pada kawasan jalan Tangguk Bongkar adalah 50,092 mm/jam yang disebabkan intensitas curah hujan yang tinggi.
2. Dari hasil perhitungan debit banjir didapat :
 - Debit banjir rencana (Q) periode 2 tahun untuk drainase pada kawasan jalan Tangguk Bongkar adalah 1,092 m³/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 6,922 jam.
 - Debit banjir rencana (Q) periode 5 tahun untuk drainase pada kawasan jalan Tangguk Bongkar adalah 1,316 m³/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 6,922 jam.

- Debit banjir rencana (Q) periode 10 tahun untuk drainase pada kawasan jalan Tangguk Bongkar adalah 1,480 m³/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 6,922 jam.
 - Debit banjir rencana (Q) periode 25 tahun untuk drainase pada kawasan jalan Tangguk Bongkar adalah 1,707 m³/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 6,922 jam.
 - Debit banjir rencana (Q) periode 50 tahun untuk drainase pada kawasan jalan Tangguk Bongkar adalah 1,741 m³/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 6,922 jam.
 - Debit banjir rencana (Q) periode 100 tahun untuk drainase pada kawasan jalan Tangguk Bongkar adalah 2,091 m³/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 6,922 jam.
3. Dari hasil perhitungan dimensi saluran eksisting drainase pada kawasan jalan Tangguk Bongkar, Kecamatan Medan Denai pada periode 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun tidak dapat menampung besarnya debit banjir rencana pada penelitian, maka di lakukan perancangan ulang saluran drainase dengan memperdalam saluran drainase yang mampu menampung beban debit banjir. Berikut ini adalah hasil perancangan ulang saluran drainase di daerah tangkapan air yaitu sebagai berikut :
- Debit rancangan = 2,32 m³/det dengan ukuran b = 1,15 m dan h = 1,1 m
 - Debit banjir kala 2 tahun = 1,092 m³/det
 - Debit banjir kala 5 tahun = 1,316 m³/det
 - Debit banjir kala 10 tahun = 1,480 m³/det
 - Debit banjir kala 25 tahun = 1,707 m³/det
 - Debit banjir kala 50 tahun = 1,741 m³/det
 - Debit banjir kala 100 tahun = 2,091 m³/det

Dari debit rancangan ulang di atas maka di peroleh Q rancangan lebih besar dari Q banjir dapat disimpulkan bahwa kapasitas saluran di jalan Tangguk Baongkar Kecamatan Medan Denai mampu menampung debit banjir kila ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 dengan dimensi saluran drainase dengan lebar dasar saluran 1,15 m dan tinggi saluran 1,1 m.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukannya evaluasi lanjutan yang lebih spesifik sehingga didapat data-data yang lebih akurat sebagai dasar dalam menangani masalah-masalah yang terjadi pada drainase kawasan Jalan Tangguk Bongkar, Kecamatan Medan Denai.
2. Dari analisa dilapangan terdapat drainase yang tidak berfungsi dengan normal, sehingga perlu dilakukannya pemulihan penampang drainase.
3. Perlu dilakukannya pengerukan dan pembersihan dari sampah yang membuat drainase tidak berfungsi dengan normal, kemudian sampah yang didapat dari hasil pengerukan dibuang pada tempatnya agar tidak kembali menyumbat saluran drainase.
4. Membangun dimensi penampang drainase yang sesuai dengan kapasitas debit banjir rencana di seluruh titik-titik rawan banjir.

Daftar Pustaka

- [1]. Abdeldayem, S., 2005, *Agricultural Drainage: Towards an Integrated Approach*, Irrigation and Drainage Systems. 19:71-87 .
- [2]. Suhardjono, 2013, *Drainase Perkotaan, Malang*. Universitas Brawijaya.
- [3]. Hasmar, H. A. Halim., 2012, *Drainase Terapan*. UII, Yogyakarta
- [4]. Soemarto, CD., 1986, *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasiona
- [5]. Montarcih, 2009, *Hidrologi teknik sumber daya air jilid I*, Malang: Citra.
- [6]. Wesli, 2008, *Drainase Perkotaan*, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [7]. Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Jakarta: Andi
- [8]. Triatmodjo, B., 1993, *Hidraulika Terapan*, Yogyakarta: Beta Offset.
- [9]. Hardjosuprpto, M., 1998, *Drainase Perkotaan Volume I*, Bandung: ITB-Press.