

STUDI EVALUASI SALURAN DRAINASE DI KECAMATAN TARAKAN TENGAH KOTA TARAKAN

Hasma Permatasari Putri¹⁾, Bambang Suprpto²⁾, Azizah Rachmawati³⁾

¹⁾Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email: hasmaputri@gmail.com

²⁾Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email: bambang.suprpto@unisma.ac.id

³⁾Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Malang, email: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAKSI

Kota Tarakan adalah kota kepulauan di provinsi terbaru Indonesia, provinsi Kalimantan Utara. Kota ini terdiri dari empat kecamatan, salah satunya adalah Kecamatan Tarakan Tengah. Kecamatan Tarakan Tengah merupakan kawasan padat penduduk yang mengalami banyak perubahan tata guna lahan, lahan hijau untuk resapan beralih menjadi kawasan kedap air. Akibatnya besar jumlah air yang melimpas karena hujan semakin meningkat sehingga terjadilah banjir. Pada penelitian ini dilakukan analisis dari aspek teknis yaitu dengan melakukan evaluasi sistem drainase. Hasil analisis dari aspek ini menunjukkan bahwa beberapa saluran di Kecamatan Tarakan Tengah tidak mampu menampung debit banjir rancangan. Adapun perhitungan tinggi hujan rancangan pada penelitian ini menggunakan metode *Log Person Type III* dengan periode ulang 5 tahun yang didapatkan hasil curah hujan rancangannya adalah sebesar 139,471 mm.

Hasil analisis menunjukkan, terdapat 9 saluran dari 52 saluran yang tidak mampu menampung debit banjir rancangan, saluran itu adalah saluran 2 di Jalan P. Flores, saluran 7C di Jalan Ladang, saluran 14A di Jalan P. Sadau, saluran 16B di Jalan P. Sulawesi, saluran 19C di Jalan Imam Bonjol, saluran 21 di Jalan RE. Martadinata, saluran 25A di Jalan P. Diponegoro, saluran 26 di Jalan Sebengkok Tiram dan saluran 27 di Jalan KH. Agus Salim. Alternatif yang digunakan sebagai solusi permasalahan ini adalah dengan merencanakan ulang dimensi penampang saluran serta mempertimbangkan nilai ekonomisnya.

Kata Kunci: *Tarakan, debit banjir rancangan, saluran drainase.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bentuk fenomena alam yang terjadi akibat intensitas curah hujan yang tinggi dimana terjadi kelebihan air yang tidak tertampung oleh jaringan pematuan suatu wilayah. Kondisi tersebut berdampak pada timbulnya genangan di wilayah tersebut yang dapat merugikan masyarakat (Harjadi, 2007).

Salah satu kota yang mengalami masalah ini adalah Kota Tarakan, kota kepulauan yang berada di provinsi terbaru Indonesia, provinsi Kalimantan Utara. Kota Tarakan selama 10 tahun terakhir, berdasarkan data BMKG Juata memiliki curah hujan tertinggi di tahun 2017 pada bulan Desember yaitu 157,20 mm. Curah hujan yang tinggi selama kurun waktu 1,5 jam saja sudah mampu mengepung beberapa kawasan rawan banjir di Kota Tarakan (Anonim,

2016). Masalah banjir di kota ini sudah sangat memprihatinkan dan menjadi prioritas utama dalam program kerja pemerintah untuk ditanggulangi, khususnya dalam pengembangan saluran drainase pada kawasan rawan banjir.

Pengembangan saluran drainase bukanlah hal yang mudah bahkan tergolong rumit. Pendekatannya harus memperhatikan aspek-aspek sosial dan teknis, dengan harapan akan memberikan kenyamanan bagi kehidupan penghuni perkotaan. Secara umum drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan maupun dari air irigasi dari suatu kawasan, sehingga fungsi kawasan/ lahan tidak terganggu (Suripin, 2004).

Sistem drainase di Kota Tarakan tergolong kurang baik karena banyaknya saluran yang tertutup sedimen sampah dan vegetasi liar sehingga saluran tidak bekerja dengan optimal. Disamping itu daya tampung dari beberapa saluran pada kawasan ini tidak memenuhi kapasitas tampung debit limpasan air hujan yang seharusnya. Berdasarkan fenomena tersebut maka peneliti merasa perlu untuk mengevaluasi sistem drainase di Kota Tarakan khususnya Kecamatan Tarakan Tengah. Penelitian yang nantinya dilakukan diharapkan mampu mengevaluasi serta mengatasi permasalahan yang ada di kawasan tersebut.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besar curah hujan rancangan di lokasi studi.
2. Mengetahui besar debit banjir rancangan di lokasi studi.
3. Mengetahui kapasitas saluran drainase yang ada di lokasi studi.
4. Mengevaluasi saluran drainase rencana yang telah ada di lokasi studi dengan kala ulang 5 tahun.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah kecamatan Tarakan Tengah kota Tarakan. Dengan luasan daerah daratan sebesar 55,54 km² yang terdiri dari 5 kelurahan, yaitu Sebengkok, Selumit, Selumit Pantai, Kampung Satu dan Pamusian. Kawasan Tarakan Tengah pada tahun 2012 berpenduduk sejumlah 66.042 penduduk (Badan Pusat Statistik, 2012).

Data Yang Diperlukan

Untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi fisik daerah layanan dari setiap sistem drainase pada daerah kajian, maka diperlukan beberapa data yaitu:

1. Peta Topografi

Peta topografi diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum (DPU) kota Tarakan. Peta ini diperlukan untuk menentukan arah aliran dan juga untuk menentukan kemiringan saluran menuju saluran utama. Sehingga bisa menggambar peta jaringan drainase untuk kawasan yang diteliti.

2. Peta Jaringan Drainase

Peta jaringan drainase diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum (DPU) kota

Tarakan. Peta ini menggambarkan saluran drainase yang sudah ada pada daerah kajian yang nantinya digunakan untuk menghitung kapasitas saluran drainase eksisting di lokasi studi. Hasil perhitungannya akan dijadikan pembandingan untuk evaluasi.

3. Data Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) yang berada di kawasan studi. Data yang digunakan berupa data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir (tahun 2007-tahun 2017), dimana dari data tersebut akan diambil tinggi hujan yang paling maksimum dalam waktu satu tahun untuk setiap tahunnya. Data curah hujan ini digunakan untuk menghitung debit air hujan dan debit rancangan.

4. Data Jumlah Penduduk

Besarnya jumlah penduduk digunakan untuk menghitung besarnya air kotor yang akan direncanakan. Jumlah penduduk ini dihitung dengan persamaan geometrik.

5. Peta Tata Guna Lahan

Peta tata guna lahan diperoleh dari Bappeda kota Tarakan, dan digunakan untuk mengetahui koefisien pengaliran berdasarkan kegunaan lahan di daerah kajian, dimana koefisien tersebut akan berpengaruh dalam perhitungan debit air hujan.

Tahap Penelitian

Berdasarkan data-data yang diperoleh maka langkah-langkah pengolahan datanya adalah sebagai berikut:

1. Menguji homogenitas data

Data yang diolah haruslah seragam (*homogeneous*) yang berarti bahwa data tersebut berasal dari populasi yang sama. Ada beberapa metode untuk menguji keseragaman data, salah satunya adalah uji-T.

Pada penelitian inidata yang digunakan berasal dari satu stasiun pengamatam hujan, yaitu stasiun pengamatan hujan Juata kota Tarakan. Sampel yang dianalisa kurang dari 30 sampel ($N < 30$) tergolong sampel kecil. Dengan keadaan seperti itu maka digunakan metode uji-T untuk menguji keseragaman data hujan.

2. Menghitung curah hujan rancangan

Perhitungan dilakukan dengan kala ulang 5 tahun, menggunakan metode *Log Person Type III* dengan pertimbangan metode ini dapat digunakan untuk berbagai sebaran data. Untuk pengujian kesesuaian distribusi ada dua macam, yaitu Uji Smirnov-Kolmogorof dan Uji Chi-Square.

3. Menghitung luas daerah pengaliran

Luas daerah pengaliran ini dihitung dengan menggunakan peta topografi dan peta jaringan drainase yang ada.

4. Menghitung intensitas hujan

Intensitas hujan dihitung dengan menggunakan curah hujan rancangan yang sudah didapatkan dengan metode *Log Person Type III*. Besarnya intensitas hujan ini dipengaruhi oleh lamanya curah hujan.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

Keterangan:

- I = intensitas curah hujan (mm/jam),
- t = lamanya hujan (jam),
- R_{24} = lamanya curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm).

5. Menghitung koefisien pengaliran

Berdasarkan peta tata guna lahan di kawasan Tarakan Tengah didapatkan koefisien pengaliran yang dihitung dengan rumus:

$$C = \frac{C_1 \times A_1 + C_2 \times A_2 + \dots + C_n \times A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Keterangan:

- C = harga rata-rata koefisien pengaliran,
- C_1 = koefisien pengaliran tiap daerah,
- A_1 = luas masing-masing daerah (km^2).

6. Menghitung debit air hujan

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus Rasional:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Keterangan:

- Q = laju aliran permukaan (m^3/dt),
- C = koefisien limpasan,
- I = intensitas hujan (mm/jam),
- A = luas daerah pengaliran (Km^2).

7. Menghitung debit air kotor

Debit air kotor dapat dihitung dengan mengalikan persentase air buangan dengan kebutuhan air bersih dan jumlah orang/ penduduk yang beradapada luas daerah alirannya masing-masing, dimana jumlah orang/ penduduk dihitung berdasarkan metode geometrik. Untuk menghitung debit air

kotordipertimbangkan beberapa hal berikut :

- Kebutuhan air bersih rata-rata per orang = 150 lt/hr/org
- Jumlah air buangan = 80% x kebutuhan air bersih
- Jumlah air buangan = 80% x 150 = 120 lt/hr/org $\approx 0,00139$ lt/dt/org

Sehingga debit air kotordapat dihitung dengan persamaan

$$Q_{ak} = \frac{0,00139 \times P_n}{A}$$

Keterangan:

- A = luas daerah (km^2)
- P_n = jumlah penduduk (org)

8. Menghitung debit banjir rancangan

Debit banjir rancangan berguna untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung saluran dengan kondisi yang ada pada saat ini. Debit rancangan ini diperoleh dari perjumlahan total debit air hujan dan debit air kotor.

$$Q_r = Q_{ah} + Q_{ak}$$

Keterangan:

- Q_{ah} = debit air hujan (m^3/dt)
- Q_{ak} = debit air kotor (m^3/dt)

9. Menghitung kapasitas saluran drainase

Kapasitas saluran drainase didapatkan dari dimensi saluran drainase yang sudah ada. Terdapat dua bentuk saluran yaitu persegi dan trapesium. Untuk mencari nilai kapasitas atau Qeksisting digunakan rumus:

$$Q_{eks} = A \times V$$

Keterangan:

Q_{eks} = debit eksisting (m^3/dt),

A = luas penampang saluran (m^2)

V = kecepatan aliran saluran (m/dt)

10. Evaluasi saluran drainase

Evaluasi kapasitas saluran dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada terhadap besarnya debit banjir rancangan dari hasil perhitungan. Besarnya dimensi saluran dipengaruhi banyaknya air yang disalurkan, kekasaran bahan konstruksi, kecepatan aliran serta kemiringan saluran. Dengan membandingkan debit banjir rancangan dengan kapasitas saluran maka dapat diambil kesimpulan apakah suatu saluran perlu diperbaiki atau tidak. Jika debit banjir rancangan melebihi kapasitas saluran yang ada, maka saluran perlu diperbaiki. Akan tetapi bila debit banjir rancangan tidak melebihi kapasitas saluran yang ada, maka saluran tidak perlu diperbaiki/direncanakan ulang. Hal ini dapat diselesaikan dengan persamaan berikut:

$$Q_s = Q_{eks} - Q_r$$

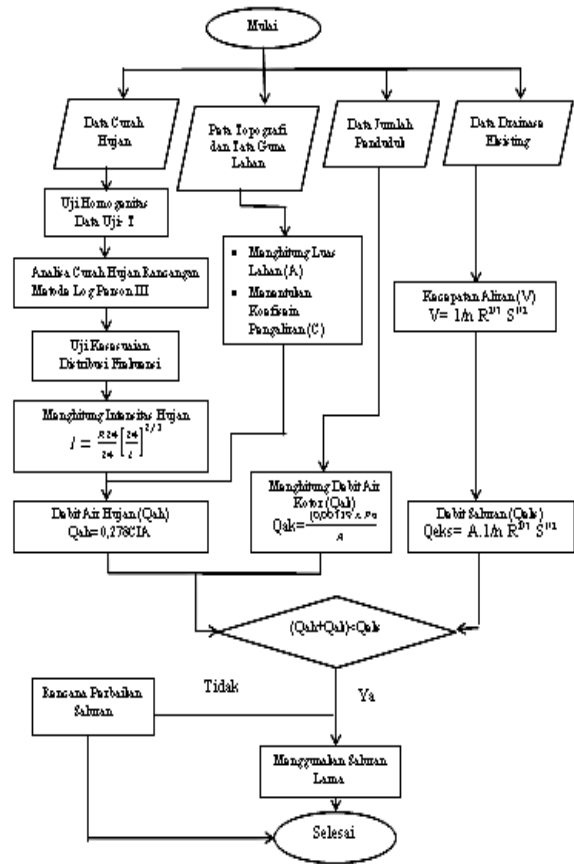
Keterangan :

Q_s = debit selisih nilai dari debit eksisting dan debit rancangan (m^3/dt)

Q_{eks} = debit saluran eksisting (m^3/dt)

Q_r = debit rancangan (m^3/dt).

Rancangan Tahap Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data curah hujan yang digunakan berasal dari satu stasiun pengamatan hujan yaitu stasiun pengamatan hujan Juata selama 10 tahun (2008 – 2017). Dari data hujan yang dianalisis didapatkan nilai curah hujan rancangan kala ulang 5 tahun dengan metode *Log Person Type III* sebesar 139,471 mm.

Analisis intensitas hujan

Analisis ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti waktu konsentrasi (T_c), waktu aliran air di permukaan (T_0), waktu aliran di saluran (T_s), panjang saluran (L), kemiringan dasar saluran (S),

kecepatan aliran (v) dan curah hujan rancangan (Rc).

Dari hasil perhitungan di beberapa saluran, diketahui bahwa intensitas tertinggi terjadi di saluran 18 di Jalan Patimura sebesar 216,006 mm/jam. Sedangkan intensitas terendah terjadi di saluran 19A di Jalan Imam Bonjol sebesar 57,169 mm/jam.

Koefisien pengaliran

Koefisien pengaliran dalam studi ini berdasarkan pada kegunaan lahan pada tiap saluran yang ada. Yang kemudian diambil rata-ratanya dari setiap tata guna lahan dengan menghitung bobot masing-masing saluran yang sesuai dengan luas daerahnya. Dalam penelitian ini tata guna lahan tiap saluran dibagi menjadi 8 fungsi yaitu: pemukiman, jalan, pendidikan, keagamaan, makam, perkantoran, tegalan dan taman.

Analisis debit air hujan

Analisis debit air hujan (Qah) di kecamatan Tarakan Tengah menggunakan metode rasional dengan kala ulang 5 tahun disajikan pada perhitungan berikut: (Saluran 1A)

- Koefisien pengaliran, $C = 0,527$
- Intensitas hujan, $I = 198,64 \text{ mm/dt}$
- *Catchment area*, $A = 0,0117 \text{ km}^2$
- Debit air hujan,
$$Q_{ah} = 0,278 \times C \times I \times A$$
$$= 0,278 \times (0,527) \times (198,64) \times (0,0117)$$
$$= 0,3404 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Analisis hujan sistem

Untuk menghitung kapasitas debit saluran yang harus dibuang pada tiap saluran, maka perhitungan yang digunakan adalah debit hujan sistem.

Contoh perhitungan pada saluran 1B yang berada di Jalan P. Pabri adalah sebagai berikut:

- Saluran yang melewati saluran 1B adalah saluran 1A, dan 1B
- Maka debit hujan sistem pada saluran 1B adalah:
$$Q_h \text{ Sistem} = 1A + 1B$$
$$Q_h \text{ Sistem} = 0,3404 + 0,4656$$
$$Q_h \text{ Sistem} = 0,8060 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Analisis debit air kotor

Analisa debit air kotor (Qak) dihitung dengan mempertimbangkan data jumlah penduduk dalam kurun waktu 5 tahun kedepan, menggunakan metode geometrik didapatkan akan ada sejumlah 245.159 jiwa penduduk pada tahun 2023 mendatang. Setelahnya barulah dihitung debit air kotor (Qak) dan didapatkan bahwa debit air kotor terbesar terjadi di saluran 19A di Jalan Imam Bonjol sebesar $0,00579 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Analisis debit banjir rancangan

Analisa debit banjir rancangan (Qr) adalah perjumlahan dari debit air hujan (Qah) dan debit air kotor (Qak) yang telah dihitung sebelumnya. Disajikan pada perhitungan berikut: (Saluran 1A)

- $Q_{ah} = 0,3404 \text{ m}^3/\text{dt}$
- $Q_{ak} = 0,00100 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Maka besarnya debit banjir rancangan (Qr) adalah:
$$Q_r = Q_{ah} + Q_{ak}$$
$$Q_r = 0,3404 + 0,00100$$
$$Q_r = 0,3414 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Evaluasi kapasitas saluran

Evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting mer upakan suatu analisis yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan saluran dalam

menampung debit banjir rancangan. Bila debit eksisting saluran lebih kecil dari debit banjir rancangan, maka akan terjadi genangan. Besar genangan yang terjadi merupakan selisih dari debit banjir rancangan (Q_r) dan debit eksisting saluran (Q_{eks}). Berikut adalah contoh perhitungan hasil evaluasi kapasitas saluran di kecamatan Tarakan Tengah. (Saluran 1A)

- Debit saluran eksisting (Q_{eks})
= 0,3714 m³/dt
- Debit banjir rancangan (Q_r)
= 0,3414 m³/dt

Maka selisih debit saluran eksisting dengan debit saluran rencana yang ada adalah sebagai berikut.

$$Q_{eks} - Q_r = 0,3714 - 0,3414 = 0,0299 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Saluran nomer 1A mampu menampung kapasitas debit rancangan yang ada, sehingga tidak perlu untuk melakukan perbaikan.

Rencana perbaikan saluran yang Ekonomis

Potongan melintang saluran yang ekonomis adalah saluran yang dapat melewatkan debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar tertentu (Suripin, 2004).

Rencana perbaikan saluran drainase bertujuan untuk mencegah terjadinya luapan air akibat kurangnya kapasitas tampung dari penampang saluran yang telah ada. Pada penelitian ini perbaikan berupa perencanaan ulang dimensi saluran. Berikut contoh perhitungan untuk saluran 2 di Jalan P. Flores:

Diketahui:

- $Q_r = 0,4567 \text{ m}^3/\text{dt}$
- $S = 0,0020$
- $n = 0,020$

Berikut adalah langkah-langkah perhitungannya:

1. Mencari nilai h menggunakan persamaan (2-31.1) :

$$Q_r = A \times V$$

$$Q_r = h^2 \sqrt{3} \times \left(\frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}\right)$$

$$Q_r = h^2 \sqrt{3} \times \left(\frac{1}{n} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} \times S^{1/2}\right)$$

$$0,45669 = h^2 \sqrt{3} \times \left(\frac{1}{0,020} \times \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} \times 0,0020^{1/2}\right)$$

$$h^{8/3} = 0,18762$$

$$h = 0,535 \text{ m} \approx 0,5 \text{ m}$$

2. Menghitung nilai b dengan persamaan (2-30.10) :

$$b = \frac{2}{3} h \sqrt{3}$$

$$b = \frac{2}{3} (0,535) \sqrt{3}$$

$$b = 0,618 \text{ m} \approx 0,6 \text{ m}$$

3. Menghitung nilai ketinggian saluran (H) :

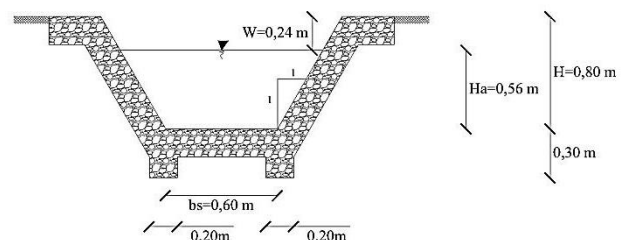
$$h = 70\% H \text{ (tinggi jagaan diambil 30\%)}$$

$$H = \frac{h}{0,7}$$

$$H = \frac{0,535}{0,7}$$

$$H = 0,764 \approx 0,8 \text{ m}$$

Berikut adalah gambar penampang saluran 2 di Jalan P. Flores yang direncanakan:



Gambar 2. Penampang saluran 2

Berikut adalah tabel perencanaan ulang saluran yang tidak memenuhi kapasitas debit banjir rancangan :

Tabel 1. Perencanaan ulang saluran yang tidak memenuhi kapasitas debit banjir rancangan

| No | Kode Saluran | Nama Saluran | Qr (m ³ /dt) | n | s | h (m) | b (m) | H (m) |
|----|--------------|----------------------|-------------------------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 1 | 2 | Jln. P. Flores | 0,457 | 0,020 | 0,0020 | 0,50 | 0,60 | 0,80 |
| 2 | 7C | Jln. Ladang | 1,017 | 0,020 | 0,0035 | 0,60 | 0,70 | 0,90 |
| 3 | 14A | Jln. P. Sadau | 1,067 | 0,020 | 0,0030 | 0,70 | 0,80 | 1,00 |
| 4 | 16B | Jln. P. Sulawesi | 0,861 | 0,020 | 0,0035 | 0,60 | 0,70 | 0,90 |
| 5 | 19C | Jln. Imam Bonjol | 0,784 | 0,020 | 0,0030 | 0,60 | 0,70 | 0,90 |
| 6 | 21 | Jln. RE. Martadinata | 1,169 | 0,020 | 0,0025 | 0,70 | 0,80 | 1,00 |
| 7 | 25A | Jln. P. Diponegoro | 2,250 | 0,020 | 0,0020 | 0,90 | 1,00 | 1,20 |
| 8 | 26 | Jln. Sebengkok Tiram | 0,888 | 0,020 | 0,0030 | 0,60 | 0,70 | 0,90 |
| 9 | 27 | Jln. KH. Agus Salim | 0,547 | 0,020 | 0,0025 | 0,50 | 0,60 | 0,80 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Hasil evaluasi

Setelah dilakukan evaluasi terhadap 52 saluran yang ada di kecamatan Tarakan Tengah didapatkan hasil bahwa 9 diantaranya tidak memenuhi kapasitas debit banjir rancangan yang ada. Untuk itu dilakukan perbaikan dengan merencanakan ulang dimensi saluran sehingga didapatkan debit saluran yang mampu memenuhi kapasitas debit banjir rancangan.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil perhitungan dengan menggunakan data-data yang ada, maka hasil dari studi ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Besarnya curah hujan rancangan di kecamatan Tarakan Tengah adalah sebesar 139, 471 mm.
2. Besarnya debit banjir rancangan total di kecamatan Tarakan Tengah adalah sebesar 40,886 m³/dt.

3. Dari hasil perhitungan diperoleh jumlah/ kapasitas pada masing-masing saluran yang ada di kecamatan Tarakan Tengah. Saluran dengan kapasitas tampung terbesar adalah saluran 20 yaitu sebesar 2,780m³/dt.
4. Dari hasil evaluasi saluran dapat diketahui bahwa tidak semua saluran dapat menampung debit rancangan dengan kala ulang 5 tahun. Dari 52 saluran yang dievaluasi 9 saluran tidak mampu menampung debit rancangan. Saluran itu adalah saluran 2 Jalan P. Flores, saluran 7C Jalan Ladang, saluran 14A Jalan P. Sadau, saluran 16B Jalan P. Sulawesi, saluran 19C Jalan Imam Bonjol, saluran 21 Jalan RE. Martadinata, saluran 25A Jalan P. Diponegoro, saluran 26 Jalan Sebengkok Tiram dan saluran 27 Jalan KH. Agus Salim.

Saran

Berdasarkan hasil dari studi ini maka berbagai masukan yang dapat disampaikan kepada instansi terkait perihal perencanaan dan perawatan saluran drainase adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini analisa dilakukan secara manual untuk penelitian drainase selanjutnya bisa menggunakan aplikasi GIS (*Geografis Information System*), karena aplikasi ini sangat membantu dan mempercepat dalam proses analisa perhitungan.
2. Untuk penelitian selanjutnya bisa mempertimbangkan menggunakan penampang dengan tipe saluran tertutup.

3. Selain perbaikan saluran drainase, perlupula dipertimbangkan untuk membangun bangunan air lainnya seperti pintu air guna mengatasi masalah banjir di Kota Tarakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2009. *Profil Kota Tarakan*. Tarakan: Bappeda
- Anonim. 2012. *Kondisi Umum Pulau Tarakan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Anonim. 2016. *Banjir Mengepung Kota Tarakan*. Tarakan: Metro Kaltara.
- Anonim. 2017. *Rekapitulasi Drainase Kota Tarakan*. Tarakan: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Pusat Statistik. 2012. *Kerangka Kerja Logis Pembangunan Sanitasi Kota Tarakan*. Tarakan: Pokja AMPL.
- Badan Pusat Statistik. 2012. *Perencanaan Program Pengembangan Sanitasi yang Sedang Berjalan*. Tarakan: Pokja AMPL.
- BR, Sri Harto. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Harjadi. 2007. *Urbanisasi dan Pembangunan Kota*. Bandung: Alumi.
- Kodoatie, Robert. 2003. *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kodoatie, Robert., Sjarif, Roestam. 2010. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Andi.
- Prastowo. 2010. *Irigasi Tetes Teori dan Aplikasi*. Bogor: IPB Press.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 2*. Bandung: Nova
- Sohardjono. 1984. *Drainasi*. Malang: FTUB.
- Sosrodarsono, S., Tominaga, M. 1985. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Terjemahan dari Gayo, M. Y. Jakarta: Pradya Paramita.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.