

Evaluasi Masalah Drainase Jalan Jendral Sudirman Kota Duri Kecamatan Mandau Kabupaten Bengkalis

¹Rellyadi Saputra Laset, ²Manyuk Fauzi, ²Bambang Sujatmoko

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

email : relyadi121209@gmail.com

ABSTRACT

Environmental problems are often encountered in our country at the moment is flooding during the rainy season. At the time of rain with high intensity and for a long time causing flooding in several areas in Duri City, one of which is Jalan Sudirman. Jalan Sudirman is one of the centers of economic activity in Duri City. The purpose of this study was to evaluate the drainage system, calculate the discharge and channel capacity is needed, as well as identifying problems puddle / flood at Jalan Sudirman in Duri City. Rainfall data used in the form of daily rainfall data for 11 years at the station to determine rainfall Kandis plan to use when the 10 year anniversary and plans rainfall obtained at 129.071 mm. Of the map area rainfall runoff and discharge plans in the region count to get the dimensions of the channel plan. The results of the study showed that at some point the catchment area of the existing channel has dimensions smaller than the dimensions of the channel plan. Existing channel capacity can be maximized by means of normalization, namely repair of damaged canal walls, dredging and increased sedimentation of channel dimensions.

Keywords: floods, rainfall, drainage systems, channel dimensions

PENDAHULUAN

Air adalah unsur utama bagi kehidupan manusia. Tetapi air juga dapat menjadi musuh bagi manusia bila tidak ditata dengan baik sebagaimana dialami oleh banyak Negara di dunia ini, termasuk Indonesia. Permasalahan lingkungan yang sering dijumpai di Negara kita pada saat ini adalah terjadinya banjir pada musim hujan. Di Kota Duri, pada saat hujan dengan intensitas tinggi dan dalam waktu yang lama menyebabkan banjir dibeberapa wilayah di Kota Duri, salah satunya adalah Jalan Jendral Sudirman. Upaya dalam menanggulangi banjir ini adalah dengan membuat saluran drainase yang mampu menampung air hujan dengan baik.

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan

air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai salah satu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan. Jika penanganan drainase kurang baik, maka akan mengakibatkan tergenangnya daerah sekitar saluran drainase.

Jalan Jendral Sudirman merupakan salah satu pusat aktivitas ekonomi di Kota Duri. Di Jalan ini terdapat pasar tradisional, pasar swalayan Ramayana, Mandau City Mall, kantor pos, puskesmas, RSUD, perpustakaan, hotel, bank, SPBU, dan beberapa toko buku. Saluran drainase di Jalan Sudirman ini belum berfungsi secara

optimal. Sehingga pada saat hujan akan terjadi banjir di kawasan tersebut. Berdasarkan kondisi drainase tersebut maka perlu dilakukan evaluasi sistem drainase yang ada sehingga memunculkan suatu solusi untuk menyelesaikan permasalahan banjir di Jalan Jendral Sudirman.

Tujuan Penelitian ini untuk mengevaluasi sistem drainase, menghitung debit serta kapasitas saluran yang dibutuhkan, serta melakukan identifikasi permasalahan titik genangan/banjir di Jalan Jendral Sudirman Kota Duri.

TINJAUAN PUSTAKA

Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris *drainage* yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan sehingga fungsi lahan dan kawasan itu tidak terganggu. 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 (Suripin, 2004).

Permasalahan Drainase

Permasalahan drainase perkotaan bukanlah hal yang sederhana. Banyak faktor yang mempengaruhi dan pertimbangan yang matang dalam perencanaan, antara lain :

1. Peningkatan Debit

Manajemen sampah yang kurang baik memberi kontribusi percepatan pendangkalan/ penyempitan saluran dan sungai. Kapasitas sungai dan saluran drainase menjadi berkurang, sehingga tidak dapat menampung debit yang terjadi, air meluap dan terjadilah

genangan atau bahkan bisa menjadi banjir.

2. Penataan Lingkungan

- a. Perkembangan perumahan-perumahan baru terutama oleh *developer/* pengembang tidak diikuti dengan penataan drainase yang memadai.
- b. Bangunan-bangunan penduduk yang mempersempit dimensi saluran.
- c. Perubahan bentuk kontur untuk pengembangan pemukiman sebagian telah merubah arah aliran yang berdampak kesenjangan antara rencana penataan drainase dengan kenyataan.

3. Perubahan Tata Guna Lahan

- a. Pada daerah-daerah bekas persawahan, pada awalnya saluran drainase yang ada merupakan saluran irigasi. Perubahan fungsi ini tidak diikuti dengan perubahan desain saluran.
- b. Perubahan tata guna lahan yang tidak sesuai dengan perencanaan, terutama pada daerah bantaran sungai dan badan-badan saluran untuk pemukiman.
- c. Hampir semua kawasan merupakan lahan bangunan dan kawasan resapan yang ada sangat kecil.
- d. Sebagian saluran yang ada masih saluran alam padahal lahan yang semula kosong telah menjadi pemukiman padat.

4. Kapasitas Saluran

Saluran yang sudah ada kurang mampu menampung kapasitas debit air hujan padahal lahan untuk pengembangan saluran sudah tidak ada (normalisasi) non teknis.

5. Fungsi

Penyalahgunaan fungsi saluran itu sendiri yang sebagian saluran masih berfungsi campuran (*mixed used*) untuk drainase dan saluran limbah.

6. Peran Masyarakat
Kurangnya kesadaran masyarakat/partisipasi masyarakat yang rendah yang membuang sampah pada saluran sehingga mengakibatkan jalan air tidak lancar.

Perencanaan Saluran Drainase

Saluran drainase harus direncanakan untuk dapat melewati debit rencana dengan aman. Perencanaan teknis saluran drainase menurut Supirin mengikuti tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan debit rencana.
2. Menentukan jalur saluran.
3. Merencanakan profil memanjang saluran.
4. Merencanakan penampang melintang saluran.
5. Mengatur dan merencanakan bangunan-bangunan serta fasilitas sistem drainase.

Hujan (*Precipitation*)

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1987) dalam Triatmodjo (2009), presipitasi adalah nama umum dari uap yang mengondensasi dan jatuh berbentuk hujan, embun, kondensasi, kabut salju dan es ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi. Bentuk presipitasi yang akan dibahas hanya dalam bentuk hujan saja. Adapun karakteristik yang perlu ditinjau dalam analisis dan perencanaan hidrologi adalah:

- a. Frekuensi, merupakan kejadian dan biasanya dinyatakan dalam kala ulang (T), misalnya kala ulang 10 tahun.
- b. Intensitas hujan (I), merupakan tinggi air hujan persatuan waktu.
- c. Lama waktu hujan atau durasi (t), merupakan panjang waktu dimana hujan turun dalam menit atau jam.
- d. Tinggi hujan (d), merupakan jumlah dan kedalaman hujan yang terjadi selama durasi hujan, dinyatakan dalam mm.
- e. Luas (A), merupakan luas geografis daerah sebaran hujan.

Periode Ulang dan Analisis Frekuensi Hujan

Periode ulang adalah waktu perkiraan di mana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Besarnya debit rencana untuk fasilitas drainase tergantung pada interval kejadian atau periode ulang yang dipakai. Periode ulang yang digunakan untuk desain hidrologi sistem drainase perkotaan berpedoman pada standar yang telah ditetapkan, seperti terlihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 1. Kriteria desain hidrologi sstem drainase perkotaan

Luas DAS (ha)	Periode ulang (tahun)	Metode perhitungan debit banjir
< 10	2	Rasional
10 – 100	2 – 5	Rasional
101– 500	5 – 20	Rasional
> 500	10 - 25	Hidrograf satuan

(Sumber : Suripin, 2004)

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Tujuan analisis frekuensi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Metode distribusi frekuensi yang digunakan dalam bidang hidrologi terdiri dari Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson Type III, Distribusi Gumbel.

Metode Rasional

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode rasional USSCS (1973). Model ini sangat simpel dan mudah dalam penggunaannya, namun penggunaannya terbatas untuk DAS-DAS dengan ukuran kecil kurang dari 300 ha. Model ini tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk

hidrograf. Persamaan Metode Rasional dapat ditulis dalam bentuk sebagai berikut :
 $Q_p = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A$ (1)

Koefisien Aliran Permukaan

Koefisien aliran permukaan (C) adalah suatu koefisien yang menjadi perbandingan antara besarnya jumlah air yang dialirkan oleh suatu jenis permukaan terhadap jumlah air yang ada. Faktor utama yang mempengaruhi C adalah laju infiltrasi, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan. Jika DPS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien aliran permukaan yang berbeda, maka C yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$C_{Komposit} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$
(2)

Analisa Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya.

Metode Haspers dan Der Weduwen berasal dari kecenderungan curah hujan harian yang dikelompokkan atas dasar anggapan bahwa curah hujan memiliki distribusi yang simetris dengan durasi curah hujan lebih kecil dari 1 jam dan durasi curah hujan lebih kecil dari 1 sampai 24 jam.

Perhitungan intensitas curah hujan dengan menggunakan Metode Haspers & der Weduwen adalah sebagai berikut :

$$R_i = X_t \left(\frac{1218t+54}{X_t(1-t)+1272t} \right)$$
 (3)

$$I = \frac{R}{t}$$
 (4)

Untuk $1 \leq t < 24$ jam :

$$R = \sqrt{\frac{11300t}{t+3,12} \left[\frac{X_i}{100} \right]}$$
(5)

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan air hujan yang jatuh untuk mengalir dari suatu titik terjauh sampai ke tempat keluaran DPS (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen, yaitu, waktu yang diperlukan air untuk mengalir di permukaan lahan sampai saluran terdekat (t_o) dan waktu perjalanan dari pertama masuk sampai titik keluaran (t_d), sehingga:

$$t_c = t_o + t_d$$
(6)

$$t_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right] \text{menit}$$
.....(7)

$$t_d = \frac{L_s}{60v}$$
 menit.....(8)

Debit Air di Saluran

Debit air (Q) di saluran untuk aliran mantap (tunak) dihitung dengan menggunakan persamaan Manning yang diperlihatkan sebagai berikut :

$$Q = AV = \frac{A}{n} R^{2/3} S_o^{1/2}$$
 (9)

Kondisi debit pembuangan berfluktuasi sehingga perlu memperhatikan perihal kecepatan aliran (v) diupayakan agar pada saat debit pembuangan kecil masih dapat mengangkut sedimen dan pada saat debit besar aman dari erosi. Syarat yang berhubungan dengan aliran mantap merata disebut sebagaian aliran normal.

Kecepatan aliran harus memenuhi persyaratan tidak boleh kurang dari kecepatan minimum dan tidak melebihi kecepatan maksimum yang diizinkan sesuai dengan tipe dan material saluran yang ditinjau. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya pengendapan partikel (sedimen) dan terjadinya erosi pada saluran.

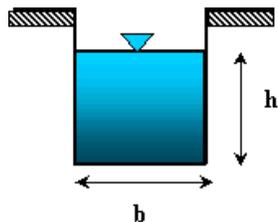
Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan terendah yang tidak akan

menyebabkan pengendapan partikel (sedimentasi) maupun tumbuhnya tumbuhan air. Sedangkan kecepatan maksimum adalah kecepatan dimana aliran air dapat menimbulkan gerusan (erosi) pada saluran.

Dimensi Saluran Drainase

Saluran drainase terdiri dari beberapa bentuk seperti: persegi, trapesium, lingkaran, setengah lingkaran, segi tiga dan lainnya. Namun dalam perencanaan dimensi saluran hendaknya mempertimbangkan efisiensi hidrolis saluran, kepraktisan saluran dan faktor biaya yang ekonomis.

Menurut Triatmodjo (2003), bahwa saluran dengan luas tampang basah tertentu akan efisien apabila mengalirkan debit maksimal, hal tersebut tercapai jika nilai jari-jari hidrolis saluran ($R=A/P$) maksimum atau apabila keliling basah minimum. Untuk tampang saluran persegi empat akan memberikan luas tampang ekonomis apabila lebar dasar sama dengan 2 kali kedalaman ($B=2h$). Adapun bentuk saluran persegi tersebut adalah sebagai berikut ini.



Gambar 1. Penampang persegi panjang

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini mengkaji sistem drainase Jalan Jendral Sudirman yang berada di Kota Duri. Sistem pelaksanaan analisis pada saluran drainase ini secara garis besar terbagi kedalam tiga bagian, yaitu survai dan pengumpulan data, pengolahan dan perhitungan data, dan hasil berupa analisis kajian penelitian.

Studi literatur yaitu studi kepustakaan untuk mendapatkan teori-teori yang mendasar dan berkaitan dengan

penelitian yang akan dilakukan. Studi kepustakaan terdiri dari analisis hidrologi berupa, analisa curah hujan dengan metode Haspers dan Der Weduwen, analisa distribusi frekuensi, analisa intensitas hujan, debit kawasan dengan Metode Rasional, serta analisis hidrolika untuk memperoleh dimensi saluran.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara survai lapangan daerah penelitian (data primer) dan pengumpulan data instansional (data sekunder). Survei Lapangan dilakukan dengan pengamatan langsung kondisi drainase eksisting, tata guna lahan, arah aliran air limpasan yang terdapat di daerah tersebut dan kontur daerah tersebut. Sedangkan survei instansional dilakukan dengan mengumpulkan data curah hujan ke Dinas Pekerjaan Umum.

Penelitian dilakukan di jalan Jendral Sudirman Kota Duri, Kecamatan Mandau, Kabupaten Bengkalis. Secara geografis Kota Duri terletak di $1^{\circ} 15' 00''$ LU - $0^{\circ} 04' 36''$ LU dan $101^{\circ} 13' 00''$ BT - $101^{\circ} 54' 65''$ BT

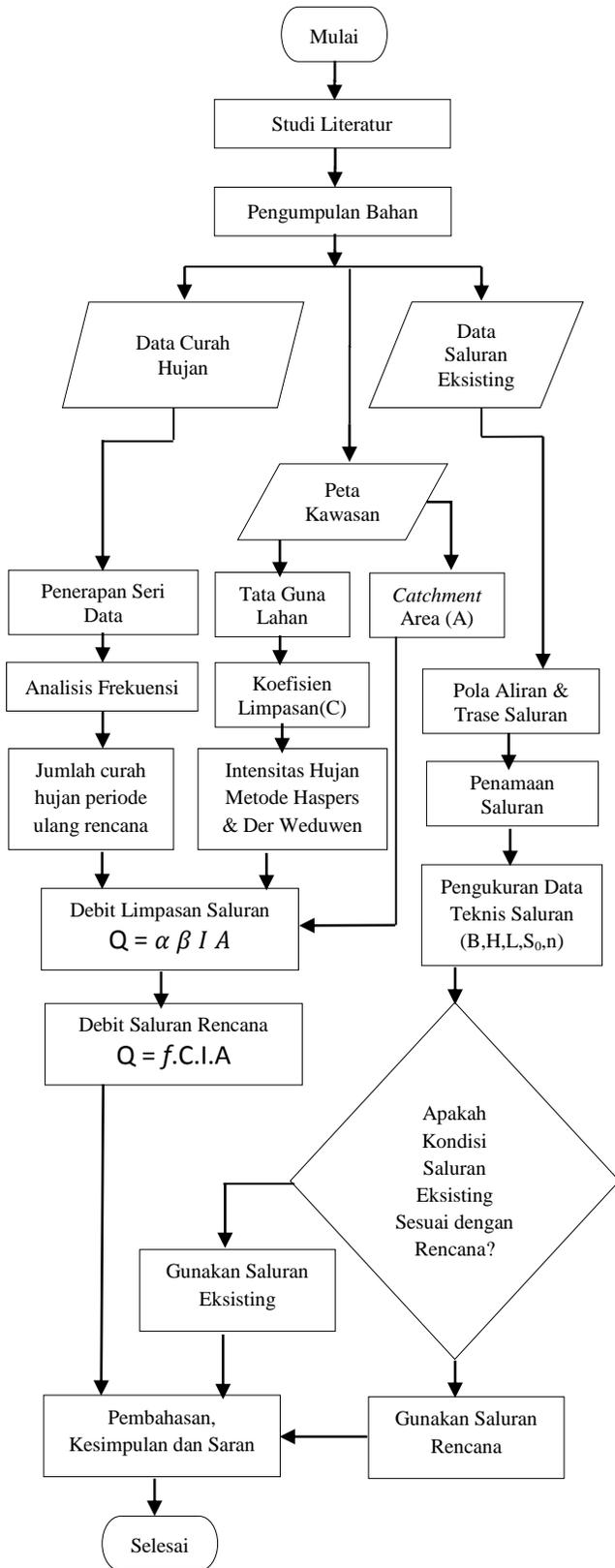
Pola aliran air didapat langsung dari survey di lapangan, dengan menelusuri aliran air langsung dilapangan. Pola aliran air menunjukkan arah air mengalir sampai ke pembuangan akhir.



Gambar 2. Lokasi penelitian

Bagan Alir Penelitian

Tahap-tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 3.2 berikut ini:



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan intensitas hujan. Data curah hujan yang digunakan berupa data curah hujan harian selama 11 tahun (2000-2010) pada Stasiun Kandis. Dari data tersebut dilakukan analisa frekuensi hujan, selanjutnya dihitung intensitas hujan yang terjadi untuk durasi tertentu.

Penerapan Seri Data

Penetapan seri data curah hujan maksimum Stasiun Kandis yang akan digunakan dalam analisis frekuensi diperoleh dengan metode *Maximum Annual Series* (Data Maksimum Tahunan). Hujan maksimum Stasiun Kandis dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan

No	Tahun	Rmax (mm)	No	Tahun	Rmax (mm)
1	2000	60,3	7	2006	76,4
2	2001	89,0	8	2007	90,5
3	2002	150,0	9	2008	98,0
4	2003	70,0	10	2009	80,4
5	2004	91,0	11	2010	70,6
6	2005	80,3			

Sumber : Data Primer

Pemilihan Distribusi Frekuensi Hujan

Hasil perhitungan parameter statistik diperoleh nilai deviasi standar (S) sebesar 23,651, koefisien *skewness* (C_s) sebesar 2,052, koefisien variansi (C_v) sebesar 0,272 dan koefisien kurtosis (C_k) sebesar 8,856. Dengan demikian distribusi yang sesuai dengan data tersebut adalah distribusi Log Person III.

Berdasarkan uji Chi-kuadrat diperoleh nilai chi-kuadrat terhitung sebesar 2,667, dimana nilai tersebut jauh lebih kecil dibandingkan nilai chi-kuadrat kritik sebesar 8,326. Sedangkan hasil uji *Smirnov-kolmogorov* diketahui penyimpangan

maksimum (D_{maks}) peluang teoritis terhadap peluang pengamatan adalah sebesar 0,183, hal tersebut masih dalam batas toleransi penyimpangan kritik (D_{kritik}) sebesar 0,314. Sehingga melalui pengujian kecocokan tersebut diketahui bahwa metode Log Person III dapat diterima atau mewakili distribusi frekuensi data yang tersedia.

Hasil perhitungan hujan rancangan untuk berbagai kala ulang dengan menggunakan distribusi Log Person III, didapat Hujan Rancangan untuk kala ulang 10 tahun adalah 116,130 mm. Hujan rancangan tersebut berupa hujan rancangan harian atau tinggi hujan rencana selama 24 jam.

Hasil perhitungan debit puncak yang terjadi pada masing-masing saluran pada sistem drainase eksisting Kota Bangkinang sisi barat diperlihatkan pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Debit Saluran Drainase

NAMA SALURAN	Debit m^3/det
DTA 1.1	0,191
DTA 1.2	0,500
DTA 1.3	0,169
DTA 1.4	0,255
DTA 1.5	0,107
DTA 1.6	0,168
DTA 1.7	0,229
DTA 1.8	0,294
DTA 1.9	0,087
DTA 1.10	0,550

Sumber : Perhitungan 2014

Dimensi Saluran Drainase

Dimensi saluran drainase dihitung untuk bisa menampung debit aliran yang berasal dari air hujan. Dimensi saluran ditentukan berdasarkan debit yang dilayaninya, dimensi saluran tersebut diperlihatkan pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Dimensi Saluran Rencana

Nama Saluran	Jenis Saluran	Dimensi Saluran Eksisting		Dimensi Saluran Rencana	
		b	H=h+w	b	H=h+w
DTA 1.1	Persegi panjang	1,00	0,80	1,06	1,04
DTA 1.2	Persegi panjang	1,20	1,00	1,51	1,37
DTA 1.3	Persegi panjang	1,00	1,00	1,01	1,01
DTA 1.4	Persegi panjang	0,80	0,70	1,18	1,13
DTA 1.5	Persegi panjang	1,00	0,90	0,85	0,89
DTA 1.6	Persegi panjang	1,60	1,40	1,01	1,00
DTA 1.7	Persegi panjang	0,60	0,15	1,13	1,10
DTA 1.8	Persegi panjang	0,25	0,30	1,24	1,18
DTA 1.9	Persegi panjang	1,00	0,80	0,79	0,84
DTA 1.10	Persegi panjang	1,20	1,00	1,57	1,41

Sumber : Hasil Perhitungan 2014

Penanggulangan Wilayah Rawan Banjir di Kota Duri

Dari hasil analisa dalam menginventarisasi titik rawan banjir Kota Duri, saat ini terdapat beberapa titik rawan banjir yaitu: DTA 1.1, DTA 1.2, DTA 1.4, DTA 1.7, DTA 1.8, DTA 1.10.

Banjir terjadi karena saluran drainase tidak mampu untuk menampung debit yang terjadi, maka diperlukan perubahan pola aliran agar air yang menuju ke saluran dapat dialihkan ke saluran lain atau membuat saluran drainase baru serta penambahan dimensi saluran drainase yang sesuai dengan dimensi rencana sehingga banjir genangan tidak terjadi lagi.

Untuk memaksimalkan kapasitas saluran dapat dilakukan normalisasi saluran. Normalisasi saluran dilakukan dengan cara:

- Perbaiki dinding saluran
- Pengerukan sedimentasi
- Menambah dimensi saluran

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil studi dan analisa kapasitas saluran drainase di Kota Duri Kecamatan Mandau menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Titik-titik rawan banjir di jalan Jendral Sudirman Kota Duri terdapat pada DTA 1.1, DTA 1.2, DTA 1.4, DTA 1.7, DTA 1.8, dan DTA 1.10.
2. Curah hujan harian rencana untuk kala ulang 10 tahun pada daerah studi adalah 116,130 mm.
3. Kapasitas saluran eksisting dapat dimaksimalkan dengan cara normalisasi saluran yaitu memperbaiki dinding saluran yang rusak, pengerukan sedimentasi dan menambah dimensi saluran.
4. Nilai debit yang diperoleh pada setiap DTA yaitu DTA 1.1 = 0,191 m³/det, DTA 1.2 = 0,500 m³/det, DTA 1.3 = 0,169 m³/det, DTA 1.4 = 0,255 m³/det, DTA 1.5 = 0,107 m³/det, DTA 1.6 = 0,168 m³/det, DTA 1.7 = 0,229 m³/det, DTA 1.8 = 0,294 m³/det, DTA 1.9 = 0,087 m³/det, DTA 1.10 = 0,550 m³/det.

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan suatu kajian dampak perubahan tata guna lahan terhadap kapasitas sistem drainase.
2. Perlu dilakukan suatu kajian tentang pola aliran dan dimensi saluran yang benar pada saluran drainase serta bangunan pendukung seperti gorong-gorong dan box culvert.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada bapak DR.Manyuk Fauzi, ST. MT dan bapak Bambang, ST. MT yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini dan juga kepada teman-teman yang telah membantu penulis dalam survai lapangan serta hal-hal

yang terkait dengan penyusunan skripsi ini. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1990). *Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta.
- Harto, Sri Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Mudjiatko, & Siswanto. 2012. *Kajian pola aliran dan kapasitas saluran drainase Sebagai usaha mengatasi banjir genangan di Kota Siak Sri Indrapura*. Staff Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau
- Musrizal. 2013. *Kajian Sistem Jaringan Sungai Petai II Sebagai Saluran Kolektor Sekunder di Kota Bangkinang*. Skripsi Program Sarjana Teknik Sipil. Pekanbaru: Universitas Riau
- Aneka Design Engineering Consultant, PT. 2008. *Perencanaan Penanggulangan Banjir Dalam Kota Bangkinang (DED) Sungai Petai I*. Bangkinang : Dinas Pekerjaan Umum dan Kimpraswil
- Soemarto, C.D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Triatmodjo, Bambang. 2003. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.