

## SISTEM DRAINASE ZONA V RENCANA INDUK DRAINASE KOTA KUPANG

Aryanto A. Kollawila<sup>1</sup> (Aryantokollawila@yahoo.com)  
 Wilhelmus Bunganaen<sup>2</sup> (wilembunganaen@yahoo.co.id)  
 Sudiyo Utomo<sup>3</sup> (diyotomo@gmail.com)

### ABSTRAK

Kota Kupang sudah banyak terdapat jaringan drainase yang terbagi dalam IX zona. Zona V merupakan Daerah Pengaliran Sungai (DPS) dari sungai Liliba dan sungai Lasiana. Kawasan ini sering mengalami masalah genangan air di beberapa ruas jalan yang disebabkan oleh adanya pendangkalan pada saluran seperti endapan lumpur dan sampah yang terbawa air pada saat hujan, selain itu juga disebabkan oleh belum tersedianya jaringan drainase di beberapa titik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi saluran eksisting, faktor – faktor yang mempengaruhi luapan, dan memberikan solusi terhadap permasalahan drainase pada Zona V Rencana Induk Kota Kupang. Dalam penelitian ini perhitungan debit rencana menggunakan data curah hujan 27 tahun terakhir pada lokasi penelitian. Berdasarkan hasil analisa frekuensi dan uji kecocokan dengan metode Log Pearson Tipe III dengan nilai hujan rencana untuk kala ulang 2 tahun sebesar 118,154 mm. Kemudian dilakukan perencanaan saluran drainase dan menghitung debit saluran. Berdasarkan perhitungan dari hasil penelitian diperoleh saluran berbentuk persegi sebanyak 16 saluran dan berbentuk trapesium sebanyak 9 saluran. Terdapat 9 saluran yang lebar dasar saluran tetap diambil dari data saluran eksisting, sedangkan tinggi saluran eksisting diubah sesuai perencanaan berdasarkan perhitungan debit banjir rencana.

**Kata Kunci : Sistem drainase, limpasan, debit eksisting, debit rencana**

### ABSTRACT

*Kupang city had alot of drainage networks that are divided into IX zones. Zone V is a river drainage area from Liliba River and Lasiana river. This area often experiences water puddle problems in some road segments caused by silting of channels such as mud sediments and water-borne debris, but also due to unavailability of drainage networks at some point. This study purpose is to figure out the condition of existing channels, overflowing factors, and give solution for that drainage problem at Zone V The Masterplan of Kupang City. Based on frequency analysis and fit test using Log Pearson type III method with rainfall of 2 year rework plan equal to 118,154 mm. Then do the planning of drainage canals and calculates the discharge canal. Rated discharge chute must be greater than the discharge plan in order to avoid flooding. Based on the calculation of the results obtained by the rectangular canal as many as 16 canals and a trapezoid shape as many as 9 canals. There are 9 canal base width of the canal remains were taken from the existing canal data, while existing canals steeper modified according to plan based on the calculation of flood discharge plan.*

**Keywords : Drainage system, runoff, existing discharge, discharge plan**

### PENDAHULUAN

Berdasarkan “Rencana Induk (*Master Plan*) Drainase Kota Kupang” tahun 2011 Sistem drainase Kota Kupang terbagi dalam IX zona, pembagian zona ini didasarkan pada Daerah Pengaliran Sungai. Namun, akibat banyaknya pembangunan maka semakin banyak kawasan-kawasan yang dahulu berfungsi sebagai kawasan resapan air mengalami alih fungsi lahan menjadi kawasan

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Sipil, FST Undana – Kupang;

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Sipil, FST Undana – Kupang;

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Sipil, FST Undana – Kupang.

terbangun, sehingga terjadi penurunan kemampuan drainase dalam mengalirkan air. Akibatnya terjadilupa air yang menimbulkan genangan-genangan.

Salah satu zona yang sering mengalami genangan adalah zona V. Zona V merupakan DPS dari sungai Liliba dan sungai Lasiana. Zona ini mencakup areal seluas 847 Ha, yang meliputi Kelurahan Lasiana dan Kelurahan Oesapa. Kawasan Zona V ini sering terjadi permasalahan mengenai genangan pada beberapa ruas jalan, Masalah yang timbul di kawasan zona V ini adalah genangan air yang disebabkan oleh adanya pendangkalan pada saluran seperti endapan lumpur dan sampah yang terbawa air pada saat terjadi hujan. Selain itu belum tersedianya jaringan drainase di beberapa titik yang ada di area zona ini seperti pada ruas jalan Piet A. Tallo dan jalan lingkar luar. Oleh sebab itu perlu dilakukan sebuah kajian sistem drainase agar menyelesaikan masalah drainase pada zona tersebut. Selain itu, adanya kajian sistem drainase ini diharapkan dapat membantu dalam perencanaan jaringan drainase yang belum ada pada beberapa titik yang belum tersedia jaringan drainase sehingga dapat menghubungkan jaringan drainase yang sudah ada dengan yang baru direncanakan agar dapat menjadi suatu rencana induk sistem drainase yang terkoneksi dengan baik. Oleh karena itu, berdasarkan penjelasan di atas penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Kajian Sistem Drainase Zona V Rencana Induk (Master Plan) Drainase Kota Kupang”**.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Definisi Drainase**

Drainase adalah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan. Prasarana drainase ini antara lain saluran primer adalah saluran yang menerima air dari saluran sekunder dan memanfaatkan sungai dan anak sungai sebagai badan air penerima, saluran sekunder adalah saluran yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkannya ke saluran primer (dibangun dengan beton/plesteran semen), saluran tersier adalah saluran yang menerima air dari saluran penangkap dan atau limbah rumah tangga dan menyalurkannya ke saluran sekunder.

### **Jenis-jenis Saluran Drainase**

Menurut Edison S, dkk (1997:3) secara umum drainase dibagi atas beberapa jenis, antara lain; menurut sejarah terbentuknya, menurut letak bangunan, menurut fungsi, menurut konstruksi dan menurut bentuk.

### **Pola Jaringan Drainase**

Pola jaringan drainase, antara lain; (1) pola siku, dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada di tengah kota. (2) pola paralel, saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri. (3) gird iron, Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul. (4) alamiah, Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar. (5) radial, Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah. (6) jaring-jaring, Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.

### **Analisa Hidrologi**

Analisa curah hujan dilakukan untuk mengetahui besarnya hujan rencana dengan kala ulang tertentu. Hasil dari analisa curah hujan ini digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana dengan kala ulang yang ditinjau pada analisis ini berdasarkan Faktor luasan dan rasio

pertumbuhan penduduk sesuai dengan tipologi kota sesuai dengan aturan SNI Drainase perkotaan. Analisa frekuensi curah hujan dan periode kala ulangnya dilakukan dengan menggunakan metode gumbel tipe I dan Log Pearson tipe III.

### Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kesesuaian distribusi frekuensi, apakah pemilihan distribusi yang digunakan curah hujan rencana diterima atau di tolak. Pengujian yang di pakai adalah Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

Uji Chi-square

$$X^2 = \frac{\sum(E_f - O_f)^2}{E_f} \quad (1)$$

dimana:

$$X^2 = \text{Chi-Square}$$

$E_f$  = Frekuensi (banyaknya pengamatan) yang diharapkan, sesuai dengan pembagian kelasnya

$O_f$  = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

Uji Smirnov-kolmogorov

$$f(t) = \frac{x - \bar{x}}{s} \quad (2)$$

$$P'(x) = f(t) \quad (3)$$

dimana :

$f(t)$  = Peluang teoritis

$t$  = Variabel reduksi gauss

$X$  = debit minimum pengamatan

$\bar{x}$  = Debit minimum rata-rata

$S$  = Standar deviasi

$P'(x)$  = Peluang dari k

### Limpasan Permukaan

Limpasan merupakan gabungan antara aliran permukaan, aliran-aliran yang tertunda-tunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan tanah. Secara umum factor-faktor yang mempengaruhi limpasan dapat dikelompokkan menjadi 2 (Suripin, 2004:74) yaitu; (1) faktor meteorologi, faktor-faktor yang berpengaruh pada limpasan terutama adalah karakteristik hujan antara lain intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi curah hujan. (2) karakteristik DAS, meliputi luas dan bentuk DAS, topografi dan tata guna lahan.

### Menentukan Debit Aliran

Faktor-faktor yang mempengaruhi debit aliran yaitu; intensitas curah hujan, luas daerah pengaliran, harga koefisien pengaliran, debit akibat intensitas curah hujan dan perhitungan debit air limbah penduduk.

#### 1. Intensitas curah hujan

Intensitas curah hujan adalah rata-rata dari hujan yang lamanya sama dengan waktu konsentrasi ( $T_c$ ) dengan masa ulang tertentu. Intensitas curah hujan dihitung berdasarkan data-data sebagai berikut; data curah hujan, periode ulang dan lamanya waktu curah hujan. Perhitungan intensitas curah hujan dibagi menjadi 2 berdasarkan fungsi saluran, yaitu;

perhitungan intensitas curah hujan untuk saluran primer dan perhitungan intensitas curah hujan untuk saluran sekunder. Intensitas curah hujan saluran primer dihitung menggunakan rumus

$$i = \frac{RT}{tc} \quad (4)$$

sedangkan untuk saluran sekunder digunakan rumus Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (5)$$

dimana:

$i = I$  = intensitas

$R$  = curah hujan harian maksimum tahunan (mm)

$T$  = kala ulang (tahun)

$tc$  = waktu konsentrasi (jam)

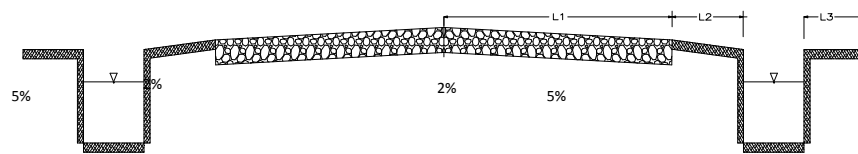
$R_{24}$  = curah hujan maksimum untuk 24 jam (mm)

$t$  = lamanya curah hujan (jam)

## 2. Luas daerah pengaliran

Batas – batasnya tergantung dari daerah pembebasan dan daerah kelilingnya. Ditetapkan sebagai gambar berikut :

Gambar 1. Potongan Melintang Jalan (SNI 2011:93)



Batas daerah pengaliran yang di perhitungkan

$$(L1 + L2 + L3) \quad (6)$$

dimana:

$L1$  = Ditetapkan dari as jalan sampai ke tepi perkerasan (m)

$L2$  = Ditetapkan dari tepi perkerasan sampai ke tepi bahu jalan (m)

$L3$  = Tergantung keadaan daerah sekitar (m)

## 3. Harga koefisien pengaliran (C)

Koefisien pengaliran didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor ini yang paling menentukan hasil perhitungan debit banjir. Faktor utama yang mempengaruhi koefisien pengaliran (C) adalah; (1) Kemiringan lahan, (2) Tata guna lahan, dan (3) Intensitas hujan.

## 4. Debit akibat intensitas curah hujan

Metode yang digunakan untuk menghitung besar limpasan yang terjadi yaitu dengan menggunakan metode rasional yang dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata diseluruh daerah selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasinya. Berdasarkan Surat Keputusan Standar Nasional Indonesia Tahun 2011 (SNI 2011:74) dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{36} \times C \times I \times A \quad (7)$$

Dimana :

$Q$  = Debit banjir maksimum akibat curah hujan ( $m^3/detik$ )

$C$  = Koefisien Limpasan

$I$  = Intensitas curah hujan selama waktu tiba dari banjir (mm/jam)

$A$  = Luas DAS ( $km^2$ )

### 5. Perhitungan debit air limbah penduduk

Debit air kotor adalah debit yang berasal dari air buangan hasil aktifitas penduduk yang berasal dari lingkungan rumah tangga, bangunan umum atau instalasi, bangunan komersial dan sebagainya. Dalam menentukan jumlah air kotor (limbah) yang dihasilkan penduduk, harus dihitung proyeksi jumlah penduduk berdasarkan pendekatan metode geometric dan pendekatan eksponensial pada wilayah permukiman beberapa tahun kedepan.

Perhitungan pertumbuhan penduduk dengan metode aritmatik

$$P_n = P_o + (n \cdot r)P_o \quad (8)$$

Perkiraan pertumbuhan dengan metode geometrik

$$P_n = P_o (1 + r)^n \quad (9)$$

Perkiraan pertumbuhan dengan Metode Eksponensial

$$P_n = P_o \cdot e^{(n \cdot r)} \quad (10)$$

Dimana :

$P_n$  = Jumlah penduduk tahun ke n

$P_o$  = Jumlah penduduk akhir tahun data

$r$  = laju pertumbuhan penduduk  $= \frac{1}{t} \ln (P_t / P_o)$

$n$  = Jangka waktu (tahun)

$t$  = Jangka waktu tahun data

$e$  = Bilangan pokok sistem logaritma = 2.7182818

Sistem air limbah dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$Q_{AK} = 0,80 \cdot (P \cdot q) \quad (11)$$

Dimana :

$Q_{AK}$  = Sisa kebutuhan air rencana

0,80 = Faktor kehilangan air

$P$  = Jumlah jiwa yang akan dilayani sesuai dengan tahun perencanaan.

$q$  = kebutuhan air perorang perhari (Liter/Orang/Hari).

### Debit Saluran Eksisting

Rumus yang digunakan untuk menghitung debit dimensi saluran adalah:

$$Q_{EX} = A \cdot V$$

Dimana :

$Q_{EX}$  = Debit banjir eksisting ( $m^3/detik$ )

$A$  = Luas dimensi saluran yang sudah ada ( $m^2$ )

$V$  = Kecepatan air di saluran ( $m/detik$ )

### Analisa Dimensi Saluran

Debit aliran saluran yang sama dengan debit akibat hujan, harus dialirkan pada saluran bentuk empat persegi panjang, bentuk segi tiga, bentuk trapesium dan bentuk setengah lingkaran untuk drainase muka tanah (*surface drainage*). (Hasmar, H. A. H, 2002:22). Menurut Surat Keputusan Standar Nasional Indonesia tahun 2011 (SNI 2011:108), tinggi jagaan berfungsi untuk mencegah meluapnya air keluar dari saluran. Tinggi jagaan ( $w$ ) untuk saluran ditentukan berdasarkan rumus :  $w = \sqrt{0,5 d}$  dimana  $d$  adalah tinggi saluran yang terendam air atau tinggi jagaan dapat juga ditentukan berdasarkan standar perencanaan irigasi (KP-03:34). Kemiringan dasar saluran digunakan dalam menentukan nilai waktu konsentrasi dan mempengaruhi kecepatan aliran air dalam saluran. Kegiatan Operasi dan Pemeliharaan (O & P) merupakan dua kegiatan yang

berbeda, namun tidak dapat saling dipisahkan, karena saling mempengaruhi satu sama lain. (Suripin 2004:317).

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian, Waktu Penelitian dan Objek Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada wilayah zona V drainase Kota Kupang meliputi Kelurahan Lasiana dan Kelurahan Oesapa. Waktu penelitian dilakukan dari bulan Mei 2016 sampai Juli 2016. Objek penelitian yang ditinjau adalah saluran drainase sekunder di zona V Rencana Induk (*Master Plan*) drainase Kota Kupang.

### Sumber Data

Data primer dalam penelitian ini adalah dimensi saluran eksisting, lebar jalan, areal yang belum dan sudah memiliki jaringan drainase dan pengamatan kondisi daerah pengaliran untuk penentuan koefisien pengaliran. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari instansi-instansi berupa data curah hujan yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) stasiun Klimatologi Lasiana dan Badan Pusat Statistik Kota Kupang, peta pembagian Zona drainase Kota Kupang, literatur dan peraturan-peraturan yang sesuai dengan penelitian ini.

### Teknik Pengumpulan Data dan Teknik Analisa Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik observasi, teknik pengambilan data, metode penelitian lapangan dan teknik dokumentasi. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam teknik analisa data:

1. Analisa hidrologi
  - a. Menghitung curah hujan rencana maksimum dengan metode Log Pearson Tipe III.
  - b. Melakukan pengujian terhadap analisa curah hujan rencana dengan menggunakan uji kecocokan smirnov-kolmogorov dan chi-kuadrat.
2. Analisa kriteria perencanaan
  - a. Perencanaan hidrologis. Menghitung intensitas curah hujan, panjang saluran, kapasitas pengaliran, dan koefisien pengaliran.
  - b. Perencanaan hidrolis. Menghitung besarnya debit rencana akibat intensitas curah hujan ( $Q_{AH}$ ). Menghitung besarnya debit air kotor atau sisa kebutuhan air yang terbuang ( $Q_{AK}$ ). Menghitung besarnya debit rencana akibat intensitas curah hujan dan debit air kotor ( $Q_R = Q_{AH} + Q_{AK}$ ). Menghitung besarnya debit saluran lama/eksisting ( $Q_{EX}$ ).
  - c. Membuat perbandingan. Jika  $Q_R \leq Q_{EX}$  berarti saluran memenuhi syarat (aman) dan saluran drainase tidak perlu dilakukan perbaikan. Jika  $Q_R \geq Q_{EX}$  berarti saluran tidak memenuhi syarat dan harus dilakukan perbaikan. Berdasarkan perbandingan di atas solusi yang tepat untuk saluran rencana, dapat dikelompokkan ke dalam (tiga) alternatif, yaitu:
 

Alternatif 1

Mempertahankan saluran eksisting yang sudah ada, dimana debit air yang melalui saluran eksisting lebih kecil dari dimensi saluran yang ada. Sehingga tidak perlu dilakukan perencanaan saluran yang baru.

Alternatif 2

Memperbesar dimensi saluran, dimana debit air yang melalui saluran eksisting lebih besar dari dimensi saluran yang ada. Sehingga perlu dilakukan perencanaan saluran yang baru.

Alternatif 3

Membuat saluran yang baru, dimana dibeberapa lokasi pada zona V yang belum tersedia saluran perlu direncanakan agar semua saluran dapat terkoneksi sehingga menjadi suatu sistem saluran drainase yang baik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di area zona V drainase Kota Kupang. Zona V mencakup areal seluas 847 Ha yang meliputi Kelurahan Lasiana dan Kelurahan Oesapa. Sistem drainase pada area ini terdiri dari beberapa saluran sekunder. Penamaan fungsi saluran didasarkan pada *Review Desain Master Plan Drainase* dan DED Kota Kupang.

### Kondisi Saluran Eksisting

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran secara langsung pada lokasi penelitian, maka diperoleh kondisi saluran – saluran eksisting seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 di bawah ini. Berdasarkan tabel di bawah ini dapat terlihat bahwa beberapa saluran rencana dalam *master plan* yang tidak terealisasi (dibangun) dan banyak ditemukan sampah, tumbuh rerumputan pada dinding dan dasar saluran serta terdapat sedimen yang menyebabkan air pada saluran tidak dapat mengalir dengan baik.

Tabel 1. Kondisi saluran-saluran eksisting

| NO  | Saluran  | Dimensi Eksisting |        |       | Keterangan        | Kondisi                          |
|-----|----------|-------------------|--------|-------|-------------------|----------------------------------|
|     |          | Saluran Trapesium |        |       |                   |                                  |
|     |          | B.bwh             | B.atas | H     |                   |                                  |
| (1) | (2)      | (3)               | (4)    | (5)   | (6)               | (7)                              |
| 1   | S,9,1    | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 2   | S,9,2    | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 3   | S,9,2A   | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 4   | S,9,2B   | 0.600             | 1.000  | 0.500 | Ada Saluran       | Baik,adanya sedimen              |
| 5   | S,9,2C   | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 6   | S,9,2D   | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 7   | S,9,2E   | 0.800             | 0.600  | 0.500 | Ada Saluran       | Rusak,penuh tanah dan kotoran    |
| 8   | S,9,2F   | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 9   | S,TK,11  | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 10  | S,TK,11A | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 11  | S,TK,11B | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 12  | S,TK,11C | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 13  | S,TK,11D | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 14  | S,TK,12  | 0.800             | 0.800  | 1.000 | Ada Saluran       | Baik,adanya sedimen dan kotoran  |
| 15  | S,TK,12A | 0.700             | 0.700  | 0.800 | Ada Saluran       | Baik,adanya sedimen dan kotoran  |
| 16  | S,TK,12B | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 17  | S,TK,12C | 1.000             | 1.000  | 0.900 | Ada Saluran       | Rusak,adanya sedimen dan kotoran |
| 18  | S,TK,12D | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 19  | S,10,1   | 0.900             | 0.900  | 0.600 | Ada Saluran       | Rusak,penuh tanah dan kotoran    |
| 20  | S,10,1A  | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 21  | S,10,1B  | 1.000             | 0.800  | 0.500 | Ada Saluran       | Rusak,penuh tanah dan kotoran    |
| 22  | S,10,1C  | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |
| 23  | S,10,1D  | 1.200             | 0.500  | 1.200 | Ada Saluran       | Rusak,penuh tanah dan kotoran    |
| 24  | S,10,1E  | 0.900             | 0.600  | 0.500 | Ada Saluran       | Rusak,penuh tanah dan kotoran    |
| 25  | S,10,1F  | -                 | -      | -     | Tidak Ada Saluran | -                                |

### Analisa Hidrologi

Berdasarkan nilai curah hujan maksimum ( $R_{max}$ ) dalam 1 tahun diperoleh dengan mengambil nilai curah hujan maksimum yang terjadi dalam bulan pada tahun tersebut. Misalnya pada tahun 1995 curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember, sehingga nilai curah hujan pada bulan tersebut yang dipakai sebagai nilai curah hujan maksimum ( $R_{max}$ ) pada tahun 1995. Selanjutnya akan dianalisa frekuensi curah hujan maksimum dengan menggunakan metode Distribusi Gumbel Tipe I dan Distribusi Log Pearson Tipe III. Berdasarkan data curah hujan harian maksimum akan dilakukan analisa perhitungan curah hujan maksimum rencana dengan Metode Gumbel Tipe I, sehingga diperoleh nilai curah hujan rencana sebesar 128,815 mm dengan standar deviasi ( $S_x$ ) 47,584, nilai koefisien kemencengan ( $cs$ ) 0,8583, koefisien kurtois ( $ck$ ) 4,2471, faktor penyimpangan ( $K$ ) 0,880, curah hujan rencana untuk kala ulang 2-100 tahun dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Curah dengan Distribusi Gumbel Type 1 untuk Beberapa Kala Ulang

| $T_r$ | $Y_{Tr}$ | $X_r$   | $S_x$  | $X_{Tr} \text{ (mm)}$ |
|-------|----------|---------|--------|-----------------------|
| (1)   | (2)      | (3)     | (4)    | (5)                   |
| 2     | 0.337    | 128.815 | 47.584 | 120.212               |
| 5     | 1.500    | 128.815 | 47.584 | 170.685               |
| 10    | 2.251    | 128.815 | 47.584 | 203.244               |
| 20    | 2.971    | 128.815 | 47.584 | 234.470               |
| 25    | 3.199    | 128.815 | 47.584 | 244.377               |
| 27    | 3.256    | 128.815 | 47.584 | 246.819               |
| 50    | 3.903    | 128.815 | 47.584 | 274.893               |
| 75    | 4.312    | 128.815 | 47.584 | 292.629               |
| 100   | 4.600    | 128.815 | 47.584 | 305.143               |

Analisa curah hujan rencana dengan Distribusi Log Perason Tipe III dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Rekapitulasi Hujan Rencana Metode Log Pearson Tipe III

| $T_r$ | G      | $S_{\log x}$ | Log   | $G * S_{\log x}$ | $X_{Tr} \text{ (mm)}$ |
|-------|--------|--------------|-------|------------------|-----------------------|
| (1)   | (2)    | (3)          | (4)   | (5)              | (6)                   |
| 2     | -0.079 | 0.149        | 2.084 | -0.012           | 118.154               |
| 5     | 0.816  | 0.149        | 2.084 | 0.122            | 160.693               |
| 10    | 1.326  | 0.149        | 2.084 | 0.198            | 191.438               |
| 20    | 1.730  | 0.149        | 2.084 | 0.258            | 219.924               |
| 25    | 1.932  | 0.149        | 2.084 | 0.288            | 235.719               |
| 27    | 1.962  | 0.149        | 2.084 | 0.293            | 238.144               |
| 50    | 2.305  | 0.149        | 2.084 | 0.344            | 267.890               |
| 75    | 2.489  | 0.149        | 2.084 | 0.371            | 285.400               |
| 100   | 2.673  | 0.149        | 2.084 | 0.399            | 304.054               |

Dari hasil perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode Gumbel Tipe I dan Distribusi Log Pearson Tipe III diketahui bahwa yang memenuhi syarat adalah metode Distribusi Log Pearson Tipe III.

### Uji Kecocokan

Uji kecocokan Distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Uji Kecocokan Distribusi Log Person Tipe III

| Parameter      | Log Person Tipe III |                     |
|----------------|---------------------|---------------------|
|                | Chi - Square        | Smirnov - Kolmogrov |
| (1)            | (2)                 | (3)                 |
| Jumlah Data    | 27                  | 27                  |
| Rerata         | 2.084               | 2.084               |
| Deviasi        | 0.149               | 0.149               |
| a (%)          | 5                   | 5                   |
| $D_{Crtabel}$  | -                   | 0.254               |
| $D_{crhitung}$ | -                   | 0.100               |
| $X^2_{tabel}$  | 7.815               | -                   |
| $X^2_{hitung}$ | 13,667              | -                   |

Berdasarkan data pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa pada Uji kecocokan distribusi Log Person Tipe III hanya metode Smirnov-Kolmogrov yang memenuhi syarat untuk perhitungan selanjutnya.



## Analisa Intensitas Curah Hujan

Dalam penelitian ini kemiringan lahan dihitung berdasarkan garis kontur pada peta topografi zona V Kota Kupang. Setelah mengetahui kemiringan lahan, dihitung waktu konsentrasi yang selanjutnya dipergunakan untuk menghitung intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan dihitung menggunakan Rumus Mononobe yang dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Intensitas Hujan untuk Tiap Saluran

| No  | Saluran  | R24 (mm) | tc (menit) | tc (jam) | I (mm/jam) |
|-----|----------|----------|------------|----------|------------|
| (1) | (2)      | (3)      | (4)        | (5)      | (6)        |
| 1   | S,9,1    | 118.154  | 24.979     | 0.416    | 73.468     |
| 2   | S,9,2    | 118.154  | 31.407     | 0.523    | 63.066     |
| 3   | S,9,2A   | 118.154  | 1.033      | 0.017    | 614.497    |
| 4   | S,9,2B   | 118.154  | 1.492      | 0.025    | 480.850    |
| 5   | S,9,2C   | 118.154  | 4.728      | 0.079    | 222.849    |
| 6   | S,9,2D   | 118.154  | 14.168     | 0.236    | 107.220    |
| 7   | S,9,2E   | 118.154  | 4.728      | 0.079    | 222.849    |
| 8   | S,9,2F   | 118.154  | 1.004      | 0.017    | 626.194    |
| 9   | S,TK,11  | 118.154  | 60.643     | 1.011    | 40.672     |
| 10  | S,TK,11A | 118.154  | 16.541     | 0.276    | 96.702     |
| 11  | S,TK,11B | 118.154  | 2.490      | 0.042    | 341.694    |
| 12  | S,TK,11C | 118.154  | 16.541     | 0.276    | 96.702     |
| 13  | S,TK,11D | 118.154  | 2.490      | 0.042    | 341.694    |
| 14  | S,TK,12  | 118.154  | 34.580     | 0.576    | 59.146     |
| 15  | S,TK,12A | 118.154  | 34.580     | 0.576    | 59.146     |
| 16  | S,TK,12B | 118.154  | 27.039     | 0.451    | 69.686     |
| 17  | S,TK,12C | 118.154  | 27.039     | 0.451    | 69.686     |
| 18  | S,TK,12D | 118.154  | 132.816    | 2.214    | 24.116     |
| 19  | S,10,1   | 118.154  | 20.661     | 0.344    | 83.377     |
| 20  | S,10,1A  | 118.154  | 20.661     | 0.344    | 83.377     |
| 21  | S,10,1B  | 118.154  | 11.886     | 0.198    | 120.540    |
| 22  | S,10,1C  | 118.154  | 11.886     | 0.198    | 120.540    |
| 23  | S,10,1D  | 118.154  | 2.825      | 0.047    | 314.156    |
| 24  | S,10,1E  | 118.154  | 2.825      | 0.047    | 314.156    |
| 25  | S,10,1F  | 118.154  | 103.201    | 1.720    | 28.534     |

Daerah pengaliran terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai koefisien pengaliran yang berbeda.

## Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana dibagi dalam 2 bagian, yaitu akibat curah hujan dan akibat sisa kebutuhan air (air kotor). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Debit Puncak Banjir untuk Tiap Saluran

| No  | Saluran  | Luas Wilayah Yang dilayani (ha) | Luas Wilayah Yang dilayani (km) | Koefisien Pengaliran | Intensitas Hujan (mm/jam) | Debit Hujan (m <sup>3</sup> /dtk) |
|-----|----------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| (1) | (2)      | (3)                             | (4)                             | (5)                  | (6)                       | (7)                               |
| 1   | S,9,1    | 3.300                           | 0.033                           | 0.616                | 73.468                    | 0.415                             |
| 2   | S,9,2    | 2.000                           | 0.020                           | 0.616                | 63.066                    | 0.216                             |
| 3   | S,9,2A   | 0.492                           | 0.005                           | 0.616                | 614.497                   | 0.517                             |
| 4   | S,9,2B   | 0.492                           | 0.005                           | 0.616                | 480.850                   | 0.405                             |
| 5   | S,9,2C   | 0.984                           | 0.010                           | 0.616                | 222.849                   | 0.375                             |
| 6   | S,9,2D   | 3.454                           | 0.035                           | 0.616                | 107.220                   | 0.634                             |
| 7   | S,9,2E   | 0.984                           | 0.010                           | 0.616                | 222.849                   | 0.375                             |
| 8   | S,9,2F   | 0.480                           | 0.005                           | 0.616                | 626.194                   | 0.514                             |
| 9   | S,TK,11  | 4.800                           | 0.048                           | 0.616                | 40.672                    | 0.334                             |
| 10  | S,TK,11A | 6.163                           | 0.062                           | 0.616                | 96.702                    | 1.020                             |
| 11  | S,TK,11B | 0.767                           | 0.008                           | 0.616                | 341.694                   | 0.448                             |
| 12  | S,TK,11C | 6.163                           | 0.062                           | 0.616                | 96.702                    | 1.020                             |
| 13  | S,TK,11D | 0.767                           | 0.008                           | 0.616                | 341.694                   | 0.448                             |
| 14  | S,TK,12  | 16.324                          | 0.163                           | 0.616                | 59.146                    | 1.652                             |
| 15  | S,TK,12A | 16.324                          | 0.163                           | 0.616                | 59.146                    | 1.652                             |
| 16  | S,TK,12B | 4.453                           | 0.045                           | 0.616                | 69.686                    | 0.531                             |
| 17  | S,TK,12C | 4.453                           | 0.045                           | 0.616                | 69.686                    | 0.531                             |
| 18  | S,TK,12D | 3.200                           | 0.032                           | 0.616                | 24.116                    | 0.132                             |
| 19  | S,10,1   | 9.959                           | 0.100                           | 0.616                | 83.377                    | 1.421                             |
| 20  | S,10,1A  | 9.959                           | 0.100                           | 0.616                | 83.377                    | 1.421                             |
| 21  | S,10,1B  | 2.502                           | 0.025                           | 0.616                | 120.540                   | 0.516                             |
| 22  | S,10,1C  | 2.502                           | 0.025                           | 0.616                | 120.540                   | 0.516                             |
| 23  | S,10,1D  | 0.500                           | 0.005                           | 0.616                | 314.156                   | 0.269                             |
| 24  | S,10,1E  | 0.500                           | 0.005                           | 0.616                | 314.156                   | 0.269                             |
| 25  | S,10,1F  | 9.100                           | 0.091                           | 0.616                | 28.534                    | 0.444                             |

Tabel 7. Debit Air Kotor Buangan Penduduk per  $\text{m}^3/\text{dtk}$  untuk Setiap Saluran

| No  | Saluran  | Luas Wilayah Yang dilayani (ha) | Luas Wilayah Yang dilayani (km) | Debit Air Kotor ( $\text{m}^3/\text{dtk}/\text{km}^2$ ) | Debit Air Kotor ( $\text{m}^3/\text{dtk}$ ) |
|-----|----------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| (1) | (2)      | (3)                             | (4)                             | (5)                                                     | (6)                                         |
| 1   | S,9,1    | 3.300                           | 0.0330                          | 0.0064                                                  | 0.00021                                     |
| 2   | S,9,2    | 2.000                           | 0.0200                          | 0.0064                                                  | 0.00013                                     |
| 3   | S,9,2A   | 0.492                           | 0.0049                          | 0.0064                                                  | 0.00003                                     |
| 4   | S,9,2B   | 0.492                           | 0.0049                          | 0.0064                                                  | 0.00003                                     |
| 5   | S,9,2C   | 0.984                           | 0.0098                          | 0.0064                                                  | 0.00006                                     |
| 6   | S,9,2D   | 3.454                           | 0.0345                          | 0.0064                                                  | 0.00022                                     |
| 7   | S,9,2E   | 0.984                           | 0.0098                          | 0.0064                                                  | 0.00006                                     |
| 8   | S,9,2F   | 0.480                           | 0.0048                          | 0.0064                                                  | 0.00003                                     |
| 9   | S,TK,11  | 4.800                           | 0.0480                          | 0.0064                                                  | 0.00031                                     |
| 10  | S,TK,11A | 6.163                           | 0.0616                          | 0.0064                                                  | 0.00040                                     |
| 11  | S,TK,11B | 0.767                           | 0.0077                          | 0.0064                                                  | 0.00005                                     |
| 12  | S,TK,11C | 6.163                           | 0.0616                          | 0.0064                                                  | 0.00040                                     |
| 13  | S,TK,11D | 0.767                           | 0.0077                          | 0.0064                                                  | 0.00005                                     |
| 14  | S,TK,12  | 16.324                          | 0.1632                          | 0.0064                                                  | 0.00105                                     |
| 15  | S,TK,12A | 16.324                          | 0.1632                          | 0.0064                                                  | 0.00105                                     |
| 16  | S,TK,12B | 4.453                           | 0.0445                          | 0.0064                                                  | 0.00029                                     |
| 17  | S,TK,12C | 4.453                           | 0.0445                          | 0.0064                                                  | 0.00029                                     |
| 18  | S,TK,12D | 3.200                           | 0.0320                          | 0.0064                                                  | 0.00021                                     |
| 19  | S,10,1   | 9.959                           | 0.0996                          | 0.0064                                                  | 0.00064                                     |
| 20  | S,10,1A  | 9.959                           | 0.0996                          | 0.0064                                                  | 0.00064                                     |
| 21  | S,10,1B  | 2.502                           | 0.0250                          | 0.0064                                                  | 0.00016                                     |
| 22  | S,10,1C  | 2.502                           | 0.0250                          | 0.0064                                                  | 0.00016                                     |
| 23  | S,10,1D  | 0.500                           | 0.0050                          | 0.0064                                                  | 0.00003                                     |
| 24  | S,10,1E  | 0.500                           | 0.0050                          | 0.0064                                                  | 0.00003                                     |
| 25  | S,10,1F  | 9.100                           | 0.0910                          | 0.0064                                                  | 0.00058                                     |

Berdasarkan Tabel 7 diketahui debit air kotor yang paling besar terdapat pada lokasi saluran S.TK.12 dan S.TK.12.A di jalan Timor Raya sebesar  $0,00105 \text{ m}^3/\text{dtk}$ .

### Perhitungan Debit Rencana Setiap Saluran

Besar debit yang terjadi adalah total dari jumlah debit akibat air hujan dan juga debit akibat sisa kebutuhan air penduduk (air kotor). Hasil perhitungan debit rencana setiap saluran dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Debit Rencana Setiap Saluran

| No  | Saluran  | Debit Hujan ( $\text{m}^3/\text{dtk}$ ) | Debit Air Kotor ( $\text{m}^3/\text{dtk}$ ) | Debit Rencana ( $\text{m}^3/\text{dtk}$ ) |
|-----|----------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| (1) | (2)      | (3)                                     | (4)                                         | (5)                                       |
| 1   | S,9,1    | 0.4149                                  | 0.0002                                      | 0.4151                                    |
| 2   | S,9,2    | 0.2158                                  | 0.0001                                      | 0.2160                                    |
| 3   | S,9,2A   | 0.5173                                  | 0.0000                                      | 0.5173                                    |
| 4   | S,9,2B   | 0.4048                                  | 0.0000                                      | 0.4048                                    |
| 5   | S,9,2C   | 0.3753                                  | 0.0001                                      | 0.3753                                    |
| 6   | S,9,2D   | 0.6337                                  | 0.0002                                      | 0.6339                                    |
| 7   | S,9,2E   | 0.3753                                  | 0.0001                                      | 0.3753                                    |
| 8   | S,9,2F   | 0.5144                                  | 0.0000                                      | 0.5144                                    |
| 9   | S,TK,11  | 0.3341                                  | 0.0003                                      | 0.3344                                    |
| 10  | S,TK,11A | 1.0198                                  | 0.0004                                      | 1.0202                                    |
| 11  | S,TK,11B | 0.4483                                  | 0.0000                                      | 0.4483                                    |
| 12  | S,TK,11C | 1.0198                                  | 0.0004                                      | 1.0202                                    |
| 13  | S,TK,11D | 0.4483                                  | 0.0000                                      | 0.4483                                    |
| 14  | S,TK,12  | 1.6522                                  | 0.0010                                      | 1.6532                                    |
| 15  | S,TK,12A | 1.6522                                  | 0.0010                                      | 1.6532                                    |
| 16  | S,TK,12B | 0.5310                                  | 0.0003                                      | 0.5313                                    |
| 17  | S,TK,12C | 0.5310                                  | 0.0003                                      | 0.5313                                    |
| 18  | S,TK,12D | 0.1321                                  | 0.0002                                      | 0.1323                                    |
| 19  | S,10,1   | 1.4210                                  | 0.0006                                      | 1.4216                                    |
| 20  | S,10,1A  | 1.4210                                  | 0.0006                                      | 1.4216                                    |
| 21  | S,10,1B  | 0.5161                                  | 0.0002                                      | 0.5163                                    |
| 22  | S,10,1C  | 0.5161                                  | 0.0002                                      | 0.5163                                    |
| 23  | S,10,1D  | 0.2688                                  | 0.0000                                      | 0.2688                                    |
| 24  | S,10,1E  | 0.2688                                  | 0.0000                                      | 0.2688                                    |
| 25  | S,10,1F  | 0.4443                                  | 0.0006                                      | 0.4449                                    |

### Analisa Dimensi Saluran

Berdasarkan pengamatan secara langsung dilapangan, saluran *eksisting* drainase yang sudah ada berbentuk trapesium. Bentuk penampang saluran yang direncanakan yaitu bentuk persegi atau trapesium. Pemilihan bentuk saluran yang akan digunakan dilapangan, harus dilihat dari segi ekonomis dan disesuaikan dengan kondisi dilapangan. Perhitungan debit eksisting dan perbandingannya dengan debit rencana dapat dilihat pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Perhitungan dan Perbandingan Dimensi Salurandrainase eksisting ( $Q_R$  dan  $Q_S$ )

| No  | Saluran  | QR<br>(m3/detik) | Dimensi Eksisting |         |       | A     | V     | Qs<br>(m3/detik) | Keterangan |
|-----|----------|------------------|-------------------|---------|-------|-------|-------|------------------|------------|
|     |          |                  | Saluran Trapesium |         |       |       |       |                  |            |
|     |          |                  | B.atas            | B.bawah | H     |       |       |                  |            |
| (1) | (2)      | (3)              | (4)               | (5)     | (6)   | (7)   | (8)   | (9)              | (10)       |
| 1   | S,9,1    | 0.415            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 2   | S,9,2    | 0.216            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 3   | S,9,2A   | 0.517            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 4   | S,9,2B   | 0.405            | 1.000             | 0.600   | 0.500 | 0.400 | 8.954 | 3.581            | Qr ≤ Qs    |
| 5   | S,9,2C   | 0.375            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 6   | S,9,2D   | 0.634            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 7   | S,9,2E   | 0.375            | 0.800             | 0.600   | 0.500 | 0.350 | 3.408 | 1.193            | Qr ≤ Qs    |
| 8   | S,9,2F   | 0.514            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 9   | S,TK,11  | 0.334            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 10  | S,TK,11A | 1.020            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 11  | S,TK,11B | 0.448            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 12  | S,TK,11C | 1.020            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 13  | S,TK,11D | 0.448            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 14  | S,TK,12  | 1.653            | 0.800             | 0.800   | 1.000 | 0.800 | 4.463 | 3.571            | Qr ≤ Qs    |
| 15  | S,TK,12A | 1.653            | 0.700             | 0.700   | 0.800 | 0.560 | 4.463 | 2.499            | Qr ≤ Qs    |
| 16  | S,TK,12B | 0.531            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 17  | S,TK,12C | 0.531            | 1.000             | 1.000   | 0.900 | 0.900 | 1.378 | 1.240            | Qr ≤ Qs    |
| 18  | S,TK,12D | 0.132            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 19  | S,10,1   | 1.422            | 0.900             | 0.900   | 0.600 | 0.540 | 5.505 | 2.973            | Qr ≤ Qs    |
| 20  | S,10,1A  | 1.422            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 21  | S,10,1B  | 0.516            | 1.000             | 0.800   | 0.500 | 0.450 | 2.483 | 1.118            | Qr ≤ Qs    |
| 22  | S,10,1C  | 0.516            |                   |         |       |       |       |                  |            |
| 23  | S,10,1D  | 0.269            | 1.200             | 0.500   | 1.200 | 1.020 | 3.376 | 3.443            | Qr ≤ Qs    |
| 24  | S,10,1E  | 0.269            | 0.900             | 0.600   | 0.500 | 0.375 | 3.376 | 1.266            | Qr ≤ Qs    |
| 25  | S,10,1F  | 0.445            |                   |         |       |       |       |                  |            |

Setelah memperoleh debit rencana ( $Q_R$ ) dan debit eksisting ( $Q_{EX}$ ), kemudian dibandingkan agar dapat menentukan solusi yang tepat untuk saluran-saluran tersebut. Perbandingannya seperti pada tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10. Alternatif Pemilihan Saluran

| No  | Saluran  | Dimensi Saluran |     | QR<br>(m3/detik) | Dimensi Eksisting |        |       | A     | V     | Qs<br>(m3/detik) | Perbandingan | Alternatif |
|-----|----------|-----------------|-----|------------------|-------------------|--------|-------|-------|-------|------------------|--------------|------------|
|     |          | B               | H   |                  | Saluran Trapezium |        |       |       |       |                  |              |            |
|     |          | (m)             | (m) |                  | B.bwh             | B.atas | H     |       |       |                  |              |            |
| (1) | (2)      | (3)             | (4) | (5)              | (6)               | (7)    | (8)   | (9)   | (10)  | (11)             | (12)         | (13)       |
| 1   | S,9,1    | 0.6             | 0.7 | 0.415            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 2   | S,9,2    | 0.5             | 0.6 | 0.216            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 3   | S,9,2A   | 0.7             | 0.8 | 0.517            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 4   | S,9,2B   | 0.6             | 0.7 | 0.405            | 1.000             | 0.600  | 0.500 | 0.400 | 8.954 | 3.581            | QR ≤ QS      | 1          |
| 5   | S,9,2C   | 0.6             | 0.7 | 0.375            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 6   | S,9,2D   | 0.8             | 0.8 | 0.634            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 7   | S,9,2E   | 0.6             | 0.7 | 0.375            | 0.800             | 0.600  | 0.500 | 0.350 | 3.408 | 1.193            | QR ≤ QS      | 1          |
| 8   | S,9,2F   | 0.7             | 0.8 | 0.514            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 9   | S,TK,11  | 0.6             | 0.7 | 0.334            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 10  | S,TK,11A | 0.9             | 0.9 | 1.020            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 11  | S,TK,11B | 0.7             | 0.7 | 0.448            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 12  | S,TK,11C | 0.9             | 0.9 | 1.020            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 13  | S,TK,11D | 0.7             | 0.7 | 0.448            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 14  | S,TK,12  | 1.1             | 1.1 | 1.653            | 0.800             | 0.800  | 1.000 | 0.800 | 4.463 | 3.571            | QR ≤ QS      | 1          |
| 15  | S,TK,12A | 1.1             | 1.1 | 1.653            | 0.700             | 0.700  | 0.800 | 0.560 | 4.463 | 2.499            | QR ≤ QS      | 1          |
| 16  | S,TK,12B | 0.7             | 0.8 | 0.531            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 17  | S,TK,12C | 0.7             | 0.8 | 0.531            | 1.000             | 1.000  | 0.900 | 0.900 | 1.378 | 1.240            | QR ≤ QS      | 1          |
| 18  | S,TK,12D | 0.4             | 0.5 | 0.132            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 19  | S,10,1   | 1.0             | 1.0 | 1.422            | 0.900             | 0.900  | 0.600 | 0.540 | 5.505 | 2.973            | QR ≤ QS      | 1          |
| 20  | S,10,1A  | 1.0             | 1.0 | 1.422            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 21  | S,10,1B  | 0.7             | 0.8 | 0.516            | 1.000             | 0.800  | 0.500 | 0.450 | 2.483 | 1.118            | QR ≤ QS      | 1          |
| 22  | S,10,1C  | 0.7             | 0.8 | 0.516            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |
| 23  | S,10,1D  | 0.5             | 0.6 | 0.269            | 1.200             | 0.500  | 1.200 | 1.020 | 3.376 | 3.443            | QR ≤ QS      | 1          |
| 24  | S,10,1E  | 0.5             | 0.6 | 0.269            | 0.900             | 0.600  | 0.500 | 0.375 | 3.376 | 1.266            | QR ≤ QS      | 1          |
| 25  | S,10,1F  | 0.7             | 0.7 | 0.445            |                   |        |       |       |       |                  |              | 3          |

Berdasarkan tabel 10, diketahui solusi yang tepat untuk menangani permasalahan drainase di zona v adalah dengan memperhatikan saluran yang masih memenuhi syarat (aman) untuk tidak perlu dilakukan pendimensian ulang dan membangun saluran yang baru dilokasi yang belum memiliki saluran.

### Perhitungan Dimensi Bak Penampung dan Selokan Berbentuk Lingkaran / Gorong-gorong

Bak penampung dibuat sebagai bangunan pelengkap dengan tujuan menangkap sedimen pada pertemuan antara dua atau lebih saluran. Bak penampung dibuat dengan dimensi yang lebih dalam dan besar dari saluran-saluran yang bertemu tersebut. Perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 11 di bawah ini.

Tabel 11. Dimensi Bak Penampung

| No  | Bak P. | Pertemuan Antara Saluran | Debit Air Yang di<br>tampung (m <sup>3</sup> ) | i (%) | n     | b : h | h (m) | B (m) | W (m) | H (m) | Bak Penampung |      |
|-----|--------|--------------------------|------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|------|
|     |        |                          |                                                |       |       |       |       |       |       |       | B(m)          | H(m) |
| (1) | (2)    | (3)                      | (4)                                            | (5)   | (6)   | (7)   | (8)   | (9)   | (10)  | (11)  | (12)          | (13) |
| 1   | BP.1   | S.9,2B dan S.9,2E        | 4.774                                          | 0.075 | 0.014 | 0.800 | 0.876 | 0.701 | 0.662 | 1.538 | 0.7           | 1.5  |
| 2   | BP.2   | S.9,2C dan S.9,2D        | 1.009                                          | 0.075 | 0.014 | 0.800 | 0.489 | 0.391 | 0.495 | 0.984 | 0.4           | 1.0  |
| 3   | BP.3   | S.TK.11A dan S.TK.11B    | 1.469                                          | 0.075 | 0.014 | 0.800 | 0.563 | 0.451 | 0.531 | 1.094 | 0.5           | 1.1  |
| 4   | BP.4   | S.TK.11C dan S.TK.11D    | 1.469                                          | 0.075 | 0.014 | 0.800 | 0.563 | 0.451 | 0.531 | 1.094 | 0.5           | 1.1  |
| 5   | BP.5   | S.TK.12 dan S.TK.12C     | 4.811                                          | 0.075 | 0.014 | 0.800 | 0.879 | 0.703 | 0.663 | 1.542 | 0.7           | 1.5  |
| 6   | BP.6   | S.TK.12A dan S.TK.12B    | 3.031                                          | 0.075 | 0.014 | 0.800 | 0.739 | 0.591 | 0.608 | 1.347 | 0.6           | 1.3  |
| 7   | BP.7   | S.10.1 dan S.10.1B       | 4.090                                          | 0.075 | 0.014 | 0.800 | 0.827 | 0.662 | 0.643 | 1.470 | 0.7           | 1.5  |
| 8   | BP.8   | S.10.1A dan S.10.1C      | 1.938                                          | 0.075 | 0.014 | 0.800 | 0.625 | 0.500 | 0.559 | 1.184 | 0.5           | 1.2  |

Dalam perencanaan saluran drainase jika suatu saluran akan melewati suatu jalan maka pada saluran tersebut perlu dibangun gorong-gorong untuk melewati air pada saluran tersebut. Perhitungan Dimensi Gorong-gorong selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Domensi Gorong-gorong

| No  | Nama gorong-gorong | Debit Air Yang di<br>tampung<br>(m <sup>3</sup> /dtk) | Kemiringan<br>Rencana<br>(%) | Koefisien<br>Manning<br>n | Jari-jari (r)<br>(m) | Diameter (d)<br>(m) | Tinggi<br>Jagaan (W)<br>(m) | Diameter<br>Total (D)<br>(m) | Dimensi Gorong-gorong<br>(m) |
|-----|--------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
|     |                    |                                                       |                              |                           |                      |                     |                             |                              |                              |
| (1) | (2)                | (3)                                                   | (4)                          | (5)                       | (6)                  | (7)                 | (8)                         | (9)                          | (10)                         |
| 1   | GG1                | 4.774                                                 | 0.075                        | 0.014                     | 0.456                | 0.913               | 0.183                       | 1.095                        | 1.1                          |
| 2   | GG2                | 1.469                                                 | 0.075                        | 0.014                     | 0.293                | 0.586               | 0.117                       | 0.704                        | 0.7                          |
| 3   | GG3                | 4.811                                                 | 0.075                        | 0.014                     | 0.458                | 0.915               | 0.183                       | 1.098                        | 1.1                          |
| 4   | GG4                | 4.090                                                 | 0.075                        | 0.014                     | 0.431                | 0.861               | 0.172                       | 1.033                        | 1.0                          |

## Pembahasan

Data hujan harian diperoleh dari Stasiun Klimatologi Lasiana yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana maksimum rata – rata selama 27 tahun. Dengan metode Gumbel Tipe I diperoleh curah hujan rencana maksimum sebesar 120,212 mm dan metode Log Pearson Tipe III diperoleh curah hujan rencana maksimum sebesar 118,154mm. Curah hujan rencana yang paling maksimum dari kedua metode tersebut yang dipakai dalam perencanaan saluran yaitu dengan metode Log Pearson Tipe III. Dalam perencanaan saluran dihitung debit saluran lama (eksisting) dan debit rencana. Debit rencana merupakan debit akibat intensitas curah hujan yang dihitung dengan rumus Rasional ditambah dengan debit air kotor dan debit eksisting sehingga diperoleh debit rencana total sebesar 30,405 m<sup>3</sup>/dtk. Debit saluran eksisting diperoleh dari hasil pengukuran dilapangan, dimana diperoleh debit total sebesar 20,883 m<sup>3</sup>/dtk. Berdasarkan hasil perhitungan, bahwa jumlah debit rencana lebih besar dari pada debit yang mampu ditampung oleh saluran drainase yang ada, sehingga dapat menyebabkan terjadinya genangan dan limpasan air bahkan banjir di Zona V drainase Kota Kupang. Perencanaan saluran drainase dibagi kedalam 25 daerah dengan 25 saluran dan 3 gorong-gorong. Untuk faktor ekonomisnya saluran yang sudah ada sebelumnya, apabila termasuk dalam perencanaan dan memenuhi syarat (aman) maka tidak digantikan dengan saluran yang sesuai dengan hasil perhitungan. Dalam kaitannya dengan perhitungan dimensi saluran, maka terdapat 16 saluran yang dibuat baru dimensinya dan 9 saluran yang aman dan tidak perlu dilakukan perbaikan. Jadi, untuk mengatasi masalah banjir di Zona V yaitu dengan membuat saluran yang baru untuk titik – titik saluran yang belum dibangun berdasarkan rekomendasi dimensi saluran yang dapat dilihat pada Tabel 13 di bawah ini.

Tabel 13. Rekomendasi Dimensi Saluran

| No  | Saluran  | Dimensi Saluran |       | Dimensi Eksisting |         |       |
|-----|----------|-----------------|-------|-------------------|---------|-------|
|     |          | Saluran Persegi |       | Saluran Trapesium |         |       |
|     |          | B               | H     | B.atas            | B.bawah | H     |
| (1) | (2)      | (3)             | (4)   | (5)               | (6)     | (7)   |
| 1   | S,9,1    | 0.700           | 0.800 |                   |         |       |
| 2   | S,9,2    | 0.800           | 0.900 |                   |         |       |
| 3   | S,9,2A   | 0.800           | 0.800 |                   |         |       |
| 4   | S,9,2B   |                 |       | 1.000             | 0.600   | 0.500 |
| 5   | S,9,2C   | 0.700           | 0.800 |                   |         |       |
| 6   | S,9,2D   | 0.800           | 0.900 |                   |         |       |
| 7   | S,9,2E   |                 |       | 0.800             | 0.600   | 0.500 |
| 8   | S,9,2F   | 0.700           | 0.800 |                   |         |       |
| 9   | S,TK,11  | 1.000           | 1.000 |                   |         |       |
| 10  | S,TK,11A | 1.000           | 1.000 |                   |         |       |
| 11  | S,TK,11B | 0.700           | 0.800 |                   |         |       |
| 12  | S,TK,11C | 1.000           | 1.000 |                   |         |       |
| 13  | S,TK,11D | 0.700           | 0.800 |                   |         |       |
| 14  | S,TK,12  |                 |       | 0.800             | 0.800   | 1.000 |
| 15  | S,TK,12A |                 |       | 0.700             | 0.700   | 0.800 |
| 16  | S,TK,12B | 0.800           | 0.800 |                   |         |       |
| 17  | S,TK,12C |                 |       | 1.000             | 1.000   | 0.900 |
| 18  | S,TK,12D | 1.000           | 0.900 |                   |         |       |
| 19  | S,10,1   |                 |       | 0.900             | 0.900   | 0.600 |
| 20  | S,10,1A  | 1.100           | 1.100 |                   |         |       |
| 21  | S,10,1B  |                 |       | 1.000             | 0.800   | 0.500 |
| 22  | S,10,1C  | 0.800           | 0.800 |                   |         |       |
| 23  | S,10,1D  |                 |       | 1.200             | 0.500   | 1.200 |
| 24  | S,10,1E  |                 |       | 0.900             | 0.600   | 0.500 |
| 25  | S,10,1F  | 1.100           | 1.100 |                   |         |       |

## KESIMPULAN

1. Terdapat 16 saluran sekunder rencana dalam master plan zona V yang tidak terealisasi (dibangun). Sebagian besar saluran sekunder dalam Zona V belum optimal dalam menyalurkan limpasan air hujan langsung ke laut karena sistem drainase yang ada berupa sistem drainase lokal yang umumnya berfungsi untuk mengamankan jalan dan daerah sekitar dari genangan air. Banyak ditemukan sampah, tumbuh rerumputan pada dinding dan dasar saluran serta terdapat sedimen yang menyebabkan saluran drainase tidak berfungsi sebagaimana mestinya.
2. Berdasarkan data hasil penelitian, maka diperoleh debit rencana total untuk kala ulang 2 tahun adalah sebesar 30,405 m<sup>3</sup>/dtk dan debit total saluran eksisting hasil pengukuran dilapangan

adalah sebesar 20,883 m<sup>3</sup>/dtk. Jumlah debit rencana yang dihasilkan lebih besar dari pada debit yang mampu ditampung oleh saluran drainase yang ada, sehingga menyebabkan terjadinya genangan, limpasan air dan banjir yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat pada zona layanan tersebut.

3. Solusi untuk permasalahan drainase di zona V adalah dengan memperbesar dimensi saluran drainase yang telah ada sehingga air tidak mudah meluap dan menimbulkan genangan ataupun banjir serta membuat saluran drainase baru dengan titik-titik aliran yang telah terkoneksi dengan baik sehingga aliran drainase dapat terhubung secara optimal sampai ke sumber pembuangan akhir.

## SARAN

1. Melakukan pembangunan saluran drainase pada titik-titik yang belum memiliki saluran drainase agar semua jaringan terkoneksi dengan baik sehingga dapat mengurangi genangan pada musim hujan.
2. Perlu adanya renovasi untuk saluran eksisting karena sudah tidak efisien dengan kondisi debit limpasan yang ada.
3. Harus ada ketegasan dari instansi terkait untuk penertiban pembangunan gedung/perumahan disekitar wilayah saluran mengenai jarak gedung/perumahan dengan saluran yang seharusnya.
4. Dihimbau agar masyarakat menjaga kebersihan saluran drainase dan tidak membuat jalan ke lokasi rumah dengan cara menimbun (menutupi) saluran drainase karena akan mengakibatkan terputusnya koneksi aliran drainase ke sumber pembuangan akhir.
5. Melakukan usaha pengamanan atau menjaga fungsi saluran dari hal-hal yang dapat mengakibatkan saluran tidak berfungsi dengan baik, mengingat fungsi dari saluran yaitu mengalirkan air dari daerah tengkapan ke pembuangan akhir.
6. Untuk pemanfaatan saluran yang baik maka perlu dibuatkan saluran yang memadai dan sesuai standar perencanaan.
7. Dimensi saluran dan luas penampang pada jaringan saluran perlu dibuat makin besar dari hulu ke hilir, serta kemiringan saluran drainase disarankan juga untuk disesuaikan dengan kemiringan rencana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Edisono, S, dkk, 1997. *Drainase Perkotaan*, Gunadarma, Jakarta.
- Hasmar H. A. H. 2002. *Drainase Terapan*, UII Press, Yogyakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2011. *Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta.
- Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta