

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE DI KAWASAN PUSAT KOTA AMURANG

Gabriela Lelli Laoh

L. Tanudjaja, E. M. Wuisan, H. Tangkudung

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi

email: gabrielalelli79@gmail.com

ABSTRAK

Kawasan pusat kota Amurang yang terletak di ibukota kabupaten Minahasa Selatan merupakan kawasan yang dipadati oleh fasilitas-fasilitas seperti pertokoan, rumah makan, pasar tradisional, hotel, bank termasuk pemukiman warga. Genangan air yang terjadi setiap kali turun hujan memberikan dampak yang negatif antara lain kerusakan jalan, serta terganggunya aktivitas warga di kawasan tersebut. Untuk menanggulangi masalah genangan yang sering terjadi perlu perencanaan sistem drainase yang baik di kawasan pusat kota.

Untuk mengidentifikasi masalah genangan air, dilakukan observasi langsung di daerah penelitian, kemudian dilanjutkan dengan desain rencana tata letak sistem drainase. Dilakukan analisis hidrologi untuk mendapatkan debit rencana berdasarkan data curah hujan yang telah diperoleh, dilanjutkan dengan analisis hidrolika untuk mencari kapasitas eksisting saluran yang relevan dengan rencana tata letak sistem drainase. Tata letak rencana sistem drainase direncanakan dengan menentukan saluran interceptor di sisi selatan jalan trans Sulawesi terlebih dahulu sehingga pembebanan aliran dari luar lokasi penelitian tidak masuk ke lokasi tinjauan.

Dari hasil analisis, perlu dilakukan perubahan tata letak sistem drainase. Terdapat 48 ruas saluran eksisting yang masih relevan dengan rencana tata letak sistem drainase dan 10 gorong-gorong yang masih sesuai. Untuk saluran eksisting, 9 ruas saluran tidak memenuhi sehingga dilakukan perubahan dimensi saluran. Sedangkan untuk gorong-gorong terdapat 4 ruas yang tidak memenuhi. Rekomendasi untuk saluran yang baru berjumlah 17 ruas dan 5 gorong-gorong.

Kata kunci : analisis hidrologi, debit rencana, analisis hidrolika.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Drainase adalah salah satu aspek yang penting dalam menunjang infrastruktur suatu daerah maupun kawasan. Buruknya sistem drainase suatu kawasan dapat menimbulkan dampak negatif bagi masyarakat antara lain; terganggunya aktivitas masyarakat karena adanya genangan, maupun dampak kesehatan bagi pengguna jalan dan masyarakat yang ada di sekitar daerah tersebut.

Sejak tahun 2003 Amurang telah resmi menjadi ibukota dari kabupaten Minahasa selatan. Seiring dengan adanya pertumbuhan ekonomi yang semakin meningkat, aktivitas warga masyarakat di pusat kota Amurang pun semakin tinggi. Ini disebabkan karena di pusat kota Amurang terdapat fasilitas-

fasilitas seperti pertokoan, rumah makan, pasar tradisional, café, ruko, hotel, bank dan sebagainya.

Kawasan pusat kota merupakan tempat yang juga dipadati oleh pemukiman warga yang sebagian besar telah dibuat betonisasi. Masalah yang timbul di salah satu titik kawasan pusat kota adalah genangan air yang disebabkan oleh adanya pendangkalan pada saluran seperti endapan lumpur dan sampah yang terbawa air pada saat hujan. Di lain pihak, adanya pasar tradisional yang terletak tepat di pusat ibukota kabupaten Minahasa selatan ini menimbulkan masalah pada saluran karena tidak memiliki kemiringan yang cukup, sehingga air yang juga bercampur dengan limbah cair di pasar tradisional ini tidak mengalir dengan lancar.

Untuk itu, perlu adanya penataan sistem drainase yang baik di kawasan pusat kota

Amurang agar tidak terjadi genangan, maupun masalah pada saluran karena tidak tersedianya saluran yang memadai.

Perumusan Masalah

Tersumbatnya saluran didaerah pertokoan pusat kota Amurang dan tidak tersedianya saluran yang memadai di kawasan pasar Amurang sehingga diperlukan perencanaan sistem drainase yang baik untuk mengalirkan air sampai ke *outlet*.

Batasan Masalah

Mengingat perencanaan sistem drainase sangat luas, untuk itu penulisan tugas akhir ini hanya dibatasi pada hal-hal berikut:

- Lokasi yang akan ditinjau adalah kawasan pusat kota Amurang, yang dibatasi oleh sungai Ranowangko Jalan Trans Sulawesi dan saluran induk dari arah terminal menuju ke pantai.
- Analisis sistem jaringan drainase di kawasan pusat Kota Amurang.
- Tinjauan aspek hidrologi melalui analisis hidrologi yang berhubungan dengan perencanaan sistem drainase.
- Adanya saluran *interceptor* yang terdapat di sisi selatan jalan Trans Sulawesi.
- Analisis hidrolika dalam bentuk perencanaan dimensi saluran.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem drainase yang mampu memecahkan masalah drainase di kawasan pusat kota Amurang.

Manfaat Penelitian

Diharapkan perencanaan drainase di kawasan pusat kota ini dapat menjadi masukan kepada pemerintah, pun dapat memberikan solusi kepada masyarakat yang ada.

LANDASAN TEORI

Sistem Drainase

Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi suatu kawasan/lahan tidak terganggu.

Sedangkan sistem drainase sendiri didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Uji Data Outlier

Uji data outlier adalah suatu proses pengujian data untuk mengetahui ada tidaknya data outlier yaitu data yang menyimpang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dari sekumpulan data yang ada untuk dianalisis, sehingga tidak baik digunakan. Data outlier seringkali terjadi karena adanya kesalahan pembacaan, kerusakan alat pengukur, ataupun karena faktor alam.

Persamaan untuk uji outlier tinggi dan rendah dapat dilihat pada persamaan berikut: Uji outlier tinggi:

$$\text{Log } X_h = \overline{\log X} + Kn.S_{\log} \quad (1)$$

Uji Outlier Rendah :

$$\text{Log } X_L = \overline{\log X} - Kn.S_{\log} \quad (2)$$

Parameter Statistik

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi. Parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari suatu variabel disebut parameter statistik.

Pengukuran Central Tendency (Mean)

Pengukuran *central tendency* adalah pengukuran yang mencari nilai rata-rata kumpulan variabel (*mean*). Persamaan untuk mencari mean atau harga rata-rata, diperlihatkan pada persamaan dibawah ini:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

Untuk analisis dengan nilai logaritma (analisis data *outlier*, perhitungan Log-Person III dan Log Normal) maka persamaan harus diubah lebih dahulu dalam bentuk logaritma.

$$\overline{\log x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log x_i \quad (4)$$

Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

Perhitungan dengan menggunakan persamaan logaritma maka persamaan diubah ke dalam bentuk logaritmik menjadi:

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2} \quad (6)$$

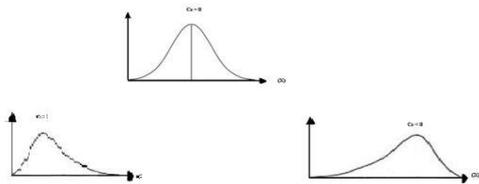
Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standart dengan nilai rata-rata hitungan dari suatu distribusi.

$$C_v = \frac{S}{x} \quad (7)$$

Pengukuran Kemencengan

Kemencengan (*Skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi, juga dapat dijadikan pedoman untuk membedakan suatu bentuk kurva terhadap kurva lainnya dalam hal kemencengan. Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Sumber: Suripin, 2004.

Gambar 1 Distribusi frekuensi skewness positif, skewness negatif dan distribusi normal

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \quad (8)$$

Perhitungan dengan menggunakan persamaan logaritma maka persamaan diubah ke dalam bentuk logaritmik menjadi :

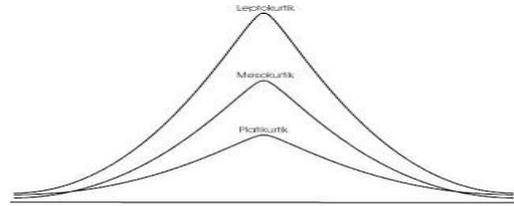
$$C_{S_{\log}} = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S_{\log}^3} \quad (9)$$

Pengukuran Keruncingan (Kurtosis)

Koefisien kurtosis dimaksudkan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi.

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (10)$$

$$C_{k_{\log}} = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_{\log}^4} \quad (11)$$



Sumber: Harinaldi, 2005.

Gambar 2 Kurva kurtosis

Analisa Frekwensi

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah distribusi normal, distribusi log-normal, distribusi log-Pearson III dan distribusi gumbel.

Tipe Distribusi Normal.

$$X_{TR} = \bar{X} + K_T S \quad (12)$$

Tipe Distribusi Log- Normal

Jika variabel acak log X terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Persamaan yang digunakan pada distribusi Log- Normal sebagai berikut:

$$\text{Log} X_{TR} = \overline{\text{Log} X} + K_{TR} S_{\log} \quad (13)$$

Tipe Distribusi Log-Pearson III

Distibusi ini merupakan hasil transformasi dari distribusi person III dengan merubah variant X menjadi nilai log variant X dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Log} X_{TR} = \overline{\text{Log} X} + K_{TR} \cdot S_{\log} \quad (14)$$

Tipe Distribusi Gumbel

Tipe Distribusi Gumbel umumnya digunakan untuk analisis data maksimum.

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad (15)$$

$$Y_{Tr} = -\ln \left[-\ln \frac{Tr - 1}{Tr} \right] \quad (16)$$

Pemilihan Tipe Distribusi

Setiap tipe distribusi memiliki sifat yang khas sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat masing-masing tipe distribusi tersebut.

Kriteria pemilihan untuk tipe-tipe distribusi berdasarkan parameter statistik menurut Karmiana (2011) adalah sebagai berikut.

Tipe Distribusi Gumbel

$$C_s = 1.14$$

$$C_k = 5.4$$

Tipe Distribusi Normal

$$C_s \approx 0$$

$$C_k \approx 3$$

Tipe Distribusi Log-Normal

$$C_s = C_v^3 + 3 C_v \tag{17}$$

$$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3 \tag{18}$$

Bila kriteria 3 (tiga) sebaran diatas tidak memenuhi, maka akan dicoba cara grafis dengan menggunakan sebaran data :

Tipe distribusi Pearson III

Tipe distribusi log Pearson III

Analisa Debit Rencana

Debit rencana adalah besarnya debit yang direncanakan untuk suatu periode waktu yang direncanakan. Metode rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan keras pada daerah tangkapan (DAS) kecil. Suatu DAS dianggap kecil bila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam ruang dan waktu.

Metode Rasional didasarkan pada persamaan berikut:

$$Q = 0,278C.I.A \tag{19}$$

Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah kedalaman air hujan atau tinggi air hujan per satuan waktu (Suripin, 2004). Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya, makin tinggi pula intensitasnya. Jika yang tersedia adalah data curah hujan jangka pendek maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus **Talbot, Sherman** dan **Ishiguro**. Namun apabila data hujan jangka pendek/menitan tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus **Mononobe** (Suripin, 2004).

Rumus Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \tag{20}$$

Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik terjauh menuju ke titik tinjauan. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940). Dalam perjalanan limpasan air hujan, air melalui dua fase yaitu fase lahan dan fase saluran. Waktu konsentrasi adalah jumlah dari fase lahan dan fase saluran sehingga perumusannya menjadi:

$$t_c = t_0 + t_d \tag{21}$$

Fase saat dilahan (t_0) adalah:

$$t_0 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \left(\frac{n}{\sqrt{S}} \right) \right] \tag{22}$$

Fase saat di saluran adalah:

$$t_d = \left(\frac{L_s}{60V} \right) \tag{23}$$

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bersifat studi kasus melalui survei atau pengamatan langsung di lapangan yang disertai dengan analisis berdasarkan metode-metode dan formula yang tersedia.

Pengambilan data

Data Primer:

1. Wawancara
Wawancara dilakukan dengan masyarakat yang bermukim di daerah penelitian untuk mengetahui dengan jelas bagai-mana kondisi dari daerah penelitian pada saat hujan.
2. Kondisi saluran eksisting
Mengamati secara langsung kondisi saluran eksisting serta mengadakan pengukuran dimensi saluran dan kemiringan saluran.

Data Sekunder:

1. Peta
Pada dasarnya, peta yang akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian diambil dari Bakosurtanal.

Karena keterbatasan skala yang ada sehingga tidak memungkinkan untuk digunakan. Oleh karena itu, untuk mendapatkan elevasi permukaan pada lokasi penelitian dilakukan pengukuran beda tinggi dengan menggunakan waterpass pada titik-titik tertentu, dengan data beda tinggi dan jarak yang ada diperoleh kemiringan (s).

2. Foto udara
Foto udara diperoleh dari internet melalui program *Google Earth*. Untuk lebih menunjukkan lokasi secara detail penelitian.
3. Data curah hujan
Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahunan yang didapat dari Balai Sungai Sulawesi I dengan data 10 tahun terakhir dari Tahun 2002 sampai Tahun 2011.

Analisis data

Setelah melakukan survei lapangan dan identifikasi terhadap permasalahan, serta didukung dengan data-data yang ada, Maka dapat ditetapkan sistem drainase yang akan digunakan, disertai *lay out* rencana sistem drainase yang diusulkan. Langkah selanjutnya adalah analisis hidrologi dan dilanjutkan dengan analisis hidrolika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Perencanaan drainase di kawasan pusat kota Amurang adalah dengan membuat layout rencana sistem drainase dengan asumsi akibat dari hujan lokal di kawasan tersebut. Sedangkan, akibat limpasan air dari kawasan sebelah selatan ditangani dengan *interceptor drain* di sisi Selatan jalan trans Sulawesi.

Dari layout rencana yang ada, terdapat saluran dan gorong-gorong eksisting yang masih relevan dengan perencanaan sistem drainase yang baru. Untuk saluran yang tidak relevan, tidak perlu dihitung dalam dimensi saluran eksisting.

Setelah membuat layout rencana, dilakukan analisis hidrologi untuk mendapatkan debit rencana.

Analisis Data Outlier

Pengujian data outlier dimaksudkan untuk menganalisa data curah hujan jika ada data yang *outlier*.

Stasiun Pentu Pinaling

Nilai rata-rata dalam log dari data dihitung sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \times 659,7 = 65,97mm$$

Standar Deviasi

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{10-1} \times 0,17276} = 0,138548026$$

Koefisien Skewness

$$C_{S_{\log}} = \frac{10 \times (0,00538)}{(10-1)(10-2)(0,138548026)^3} = 0,281$$

Dari syarat yang ada, $-0,4 < 0,281 < 0,4$. Sehingga dilakukan uji outlier tinggi atau rendah, koreksi data.

Uji outlier tinggi :

Untuk $n=10$ tahun ; $K_n= 2,036$
 $\log X_h = 1,798626 + (2,036 \times 0,138548026)$
 $= 2,080709$
 $X_h = 10^{2,080709}$
 $= 120,422 \text{ mm}$

Dari hasil perhitungan,
 $X_h = 120,422 \text{ mm} > \bar{X} = 119 \text{ mm}$.

Uji outlier rendah :

$\log X_L = 1,798626 - (2,036 \times 0,138548026)$
 $\log X_L = 1,516542219$
 $\log X_L = 10^{1,516542219}$
 $X_L = 32,8505 \text{ mm}$
 Dari hasil perhitungan :
 $32,8505 \text{ mm} \leq X_L < 43,2 \text{ mm}$

Parameter Statistik

Perhitungan parameter statistik untuk data pengamatan adalah sebagai berikut:

Mean (X)

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \times 659,7 = 65,97mm$$

$$\log \bar{x} = \frac{1}{10} \times \log 659,7 = 0,282$$

Standard deviasi

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{10-1} \sum_{i=1}^n (4818,401)^2}$$

$$= 23,1382$$

$$S_{\log} = \sqrt{\frac{1}{10-1} \times 0,17276} = 0,138548026$$

Koefisien variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{x}$$

$$C_v = \frac{23,13823435}{65,97} = 0,350738735$$

Pengukuran kemencengan (Skewness)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\log})^3}$$

$$C_s = \frac{10(130685,83536)}{(10-1)(10-2)(23,13823435)^3}$$

$$= 1,4652285$$

$$C_{s_{\log}} = \frac{10(0,00538)}{(10-1)(10-2)(0,138548026)^3}$$

$$= 0,2809627$$

Pengukuran kurtosis

Pengukuran kurtosis dihitung dengan menggunakan rumus 10 dan 11

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$C_k = \frac{10^2 \times 8613985,91177}{9 \times 8 \times 7 \times 23,13823^4}$$

$$C_k = 5,96$$

$$C_{k_{\log}} = \frac{10^2 \sum_{i=1}^n (0,0065686)^4}{(10-1)(10-2)(10-3)0,138548026^4}$$

$$C_{k_{\log}} = 3,53$$

Analisis curah hujan rencana

Penentuan Tipe Distribusi

Analisa hidrologi terhadap data curah hujan yang ada harus sesuai dengan tipe distribusi datanya. Untuk penelitian ini, tipe distribusi yang akan digunakan adalah distribusi normal, Gumbel, dan log Pearson III.

Tabel 1. Tinjauan kesesuaian tipe distri-busi berdasarkan parameter statistik

Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

| Tipe Sebaran/ Distribusi | (Δ_{max}) | Syarat Smirnov Kolmo- gorov | Ket |
|-----------------------------|--------------------|--------------------------------------|----------|
| Normal | 0,15636 | D < 0.41 | Memenuhi |
| Gumbel | 0,12636 | D < 0.41 | Memenuhi |
| Log Normal | 0,14364 | D < 0.41 | Memenuhi |
| Log Pearson III | 0,10545 | D < 0.41 | Memenuhi |
| Pearson III | 0,15818 | D < 0.41 | Memenuhi |

Tabel 2. Uji Kecocokan Distribusi Data Terhadap Distribusi Teoritis

| No | Tipe Distribusi | Syarat Parameter Statistik | Parameter Statistik Data Pengamatan |
|----|-----------------|--|-------------------------------------|
| 1 | Normal | Cs ≈ 0 Ck = 3 | Cs = 1,46 Ck = 5,96 |
| 2 | Log Normal | Cs = C _v ³ + 3 C _v Cs=0,043147+1,05221 = 1,0 Ck = C _v ⁸ + 6C _v ⁶ + 15C _v ⁴ + 16 C _v ² + 3 Ck = 5,2 | Cs = 0,28 Ck = 3,53 |
| 3 | Gumbel | Cs = 1,14 Ck = 5,40 | Cs = 1,46 Ck = 5,96 |

Dapat dilihat bahwa semua tipe sebaran memberikan nilai Δ_{max} yang lebih kecil dari nilai kritis, Do. Dengan demikian semua tipe sebaran memenuhi syarat uji Smirnov-Kolmogorov namun untuk menghitung intensitas hujan rencana digunakan tipe sebaran yang memberikan Δ_{max} terkecil diantara semua distribusi yang ada. Sehingga dipakai tipe sebaran Log Pearson III dengan nilai $\Delta_{max}=0,10545$.

Analisis Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan kurva distribusi Log Pearson III. Untuk periode ulang rencana 10 tahun nilai $K_{TR} = 1,3074$

$$\text{Log}X_{TR} = \overline{\text{Log}X} + K_{TR} \cdot S_{\log}$$

$$\begin{aligned} \text{Log} X_{TR} &= 1,798626 + (1,3074 \\ &\quad \times 0,13681423) \\ &= 1,977496 \\ X_{TR} &= 95,945 \text{ mm} \end{aligned}$$

Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Besarnya intensitas curah hujan tergantung dari lamanya hujan dan frekuensinya. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan harian. Untuk itu, rumus yang digunakan untuk menentukan intensitas hujan adalah rumus Mononobe.

Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan Rasional. Analisis data sebagai berikut:

(mis: Saluran 1a – 2)

Luas daerah pelayanan saluran 0,08963935 Ha, panjang saluran adalah 58 m, kemiringan lahan adalah 0,00862 dan nilai koefisien run off adalah 0,83127. Untuk nilai n (aspal,beton) = 0,013, n (bervegetasi) = 0,02 , n (tanah perkerasan) = 0,1 maka didapat :

a) Waktu konsentrasi di saluran

$$\begin{aligned} t_c &= t_0 + t_d \\ t_0 &= \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \left(\frac{n}{\sqrt{S}} \right) \right] \\ t_0 &= \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 34 \times \left(\frac{0,1}{\sqrt{0,000735}} \right) \right] \\ t_0 &= 274,177 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_d &= \left(\frac{L_s}{60V} \right) \\ t_d &= \frac{68}{60 \times 3} \\ &= 0,377778 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_c &= 274,177 + 0,377778 \\ &= 274,554778 \text{ menit} \\ &= 4,57591 \text{ jam} \end{aligned}$$

b) Intensitas curah hujan dihitung

dengan rumus Mononobe

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \\ &= \frac{95,945}{24} \times \left(\frac{24}{4,57591} \right)^{2/3} \\ &= 12,06794 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

c) Koefisien run off

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{(16005,57 \times 0,85) \times (13282 \times 0,81 \times (13631,22 \times 0,83))}{42918,79} \\ &= 0,83127 \end{aligned}$$

d) Debit rencana yang didapat

$$\begin{aligned} Q &= 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \\ Q &= 0,00278 \times 0,83127 \times \\ &\quad 12,06794 \times 0,089639 \\ Q &= 0,002499 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

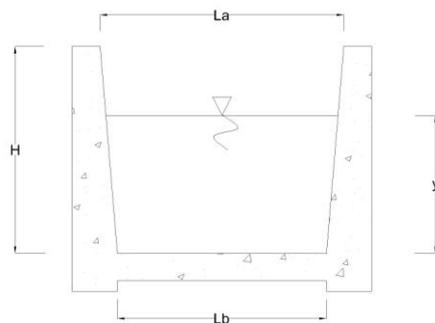
Analisis Hidrolika

Dimensi Hidrolis Saluran

Saluran yang direncanakan berbentuk trapesium dengan asumsi aliran yang terjadi adalah aliran seragam. Analisis perhitungan untuk saluran 1a-2:

Saluran direncanakan dengan dimensi sebagai berikut;

- Lebar atas (La) = 0,7
- Lebar Bawah (Lb) = 0,6
- Tinggi (H) = 0,6
- Jagaan (F) = 0,2



dengan mengambil koefisien kekasaran saluran 0,02 dan kemiringan saluran 0,000735 maka didapat:

a) Kemiringan

$$m = \left(\frac{La - Lb}{2H} \right) = \left(\frac{0,7 - 0,6}{2 \times 0,6} \right) = 0,083333$$

b) Luas penampang basah :

$$A = (Lb + m \cdot y)y = (0,6 + (0,083333 \times 0,4)) \times 0,4 = 0,2533 \text{ m}^2$$

Luas keliling basah :

$$P = Lb + 2y\sqrt{1 + m^2} = 0,6 + 2 \times 0,4\sqrt{1 + 0,083333^2} = 1,402773 \text{ m}$$

Jari – jari hidrolis :

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,2533}{1,402773} = 0,180595 \text{ m}$$

Kapasitas debit saluran :

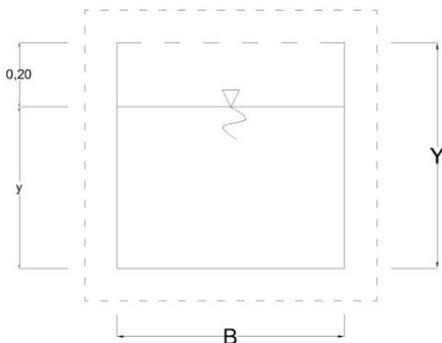
$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

$$Q_{kap} = \frac{1}{0,02} \times 0,25333 \times 0,180595^{2/3} \times 0,000735^{1/2} = 0,109739 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan Dimensi Gorong-gorong

Penampang Persegi (*box culvert*)

G-K (3-6)



Gorong-gorong direncanakan dengan tinggi 0,7 m dan lebar 0,6 m dengan panjang saluran yaitu 5,5 m dan nilai koefisien debit (μ) 0,8 untuk gorong-gorong berbentuk kotak (*box culvert*) maka diperoleh:

$$A = B \times y = 0,6 \times 0,5 = 0,3 \text{ m}^2$$

$$P = B + 2y = 0,6 + (2 \times 0,5) = 1,6$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,3}{1,6} = 0,188$$

$$Q = 0,8 \times \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$Q = 0,8 \times \frac{1}{0,02} \times 0,3 \times 0,188^{2/3} \times 0,01818^{1/2} = 0,5 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil analisis yang dilakukan Terdapat 48 ruas saluran yang masih sesuai dengan layout rencana sistem drainase. Setelah dilakukan kontrol terhadap kapasitas eksisting, 39 ruas dapat mengakomodir debit yang ada, sedangkan 9 ruas saluran sudah tidak memenuhi, sehingga dilakukan perubahan dimensi. Untuk ruas saluran yang baru berjumlah 17 ruas saluran. Gorong-gorong yang sesuai dengan *lay out* rencana berjumlah 10 buah, terdapat 4 gorong-gorong yang tidak mampu mengakomodir debit yang ada. Di lain pihak, ada beberapa titik yang belum terdapat gorong- gorong yang sesuai dengan layout rencana. Sehingga, rekomendasi untuk selanjutnya perlu adanya penambahan 5 gorong- gorong dan 17 saluran yang baru.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Dibuat *interceptor drain* di sisi selatan jalan Trans Sulawesi Amurang.
2. Dibuat *layout* sistem perencanaan drainase yang baru terbagi atas tujuh subsistem.
3. Terdapat 48 ruas saluran eksisting yang sesuai dengan *layout* sistem drainase, ada 9 saluran yang tidak memenuhi, sehingga dilakukan perubahan dimensi sehingga ukuran penampang menjadi lebih besar.
4. Untuk gorong- gorong eksisting terdapat 10 yang sesuai dengan *layout* rencana, 4 diantaranya tidak memenuhi sehingga dilakukan perubahan dimensi.
5. Terdapat 17 ruas saluran dan 5 gorong-gorong yang menjadi rekomendasi untuk perencanaan.

Saran

1. Pemerintah dapat melakukan perbaikan sistem drainase di kawasan pusat kota Amurang.
2. Masyarakat harus menjaga kebersihan lingkungan dengan tidak membuang sampah pada saluran yang ada maupun sungai juga pantai yang berada di pusat kota Amurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Sungai Sulawesi I, 2012. Data Curah Hujan Stasiun Pentu Pinaling, Manado.
- Harinaldi, 2005. *Prinsip- prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains*, Erlangga. Jakarta. Hal 43.
- Iman Subarkah, *Hidrologi untuk Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung, hal 199.
- Kamiana I Made, 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, GRAHA ILMU. Yogyakarta, hal 27-35; 203-206.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, ANDI. Yogyakarta, hal 20-21, 34-53, 59, 67-68, 81-82.