

PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PADA PERUMAHAN BUMI ALAM INDAH KEBUN AGUNG KECAMATAN SAMARINDA UTARA

Turyanto¹⁾
Yayuk Sri Sundari²⁾
Alpian Nur³⁾

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Intisari

Perumahan Bumi Alam Indah Kebun Agung yang berlokasi dikecamatan Samarinda utara saat ini belum memiliki saluran drainase, oleh karena itu, merencanakan sistem drainase dalam perumahan perlu mendapat perhatian yang penting. Guna mendukung kehidupan manusia yang hidup bermukim di perumahan tersebut dengan nyaman, sehat dan dapat berinteraksi satu dengan lainnya dalam kehidupan sehari – hari. Drainase yang kurang baik akan mengakibatkan berbagai macam masalah yang bisa merugikan manusia itu sendiri. Salah satunya adalah masalah banjir atau genangan air hujan.

Metode perhitungan analisa curah hujan rencana menggunakan metode Log Person III, dengan curah hujan harian maksimum menggunakan data dari Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika debit rencana dihitung dengan menggunakan rumus rasional, kapasitas saluran di hitung dengan rumus manning, penampang saluran menggunakan saluran ekonomis. Setelah dilakukan perhitungan debit rencana, maka didapatkan dimensi saluran utama untuk penerapan dilapangan, dengan lebar dasar $B = 0,8$ meter, tinggi kedalaman air $h = 0,4$ meter, tinggi jagaan $w = 0,4$ meter.

Kata kunci: Debit Rencana, Desain, saluran Ekonomis, Perencanaan Drainase.

Abstrak

Bumi Alam Indah Kebon Agung residential located in northern Samarinda district currently do not have drainage channels, therefore, the planning of the drainage system in the housing needs to receive important attention. In order to support the lives of human living in the housing with a comfortable, healthy and can interact with each other in everyday life. Improper drainage will cause various problems that can endanger the human himself. One of them is the problem of flooding or rainwater puddles.

Calculation method of rainfall analysis plan using Log Pearson III method, with maximum daily rainfall using data from Meteorology Climatology and Geophysics Agency the discharge plan is calculated using the rational formula, channel capacity calculated by the manning formula, cross section of the channel using the Economic Channel. After the calculation of the debit plan, then the main channel dimension for application in the field, with a base width of $B = 0,8$ meters, high water depth $h = 0,4$ meters, high guard $w = 0,4$ meters.

Keywords: Debit Plan, Design, Economical Channel, Drainage Planning.

- 1) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- 2) Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- 3) Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Samarinda merupakan daerah perkotaan padat penduduk mengalami pertambahan jumlah penduduk akibat urbanisasi dari daerah sekitar beserta kegiatan ekonominya yang pesat, mengakibatkan munculnya permasalahan-permasalahan baru berimbas pada kebutuhan lahan akan tempat tinggal. Perumahan adalah kumpulan rumah sebagai bagian dari permukiman, baik perkotaan maupun pedesaan, yang dilengkapi dengan prasarana, sarana dan utilitas umum sebagai hasil upaya pemenuhan rumah yang layak huni (UU No. 1 tahun 2011).

Perumahan Bumi Alam Indah Kebun Agung yang berlokasi di kecamatan Samarinda utara saat ini belum memiliki saluran drainase, oleh karena itu, perencanaan sistem drainase dalam perumahan perlu mendapat perhatian yang penting. Guna mendukung kehidupan manusia yang hidup bermukim di perumahan tersebut dengan nyaman, sehat dan dapat berinteraksi satu dengan lainnya dalam kehidupan sehari – hari.

Drainase merupakan sarana atau prasarana untuk mengalirkan air hujan, mengontrol kualitas air tanah, dan menyalurkan limbah rumah tangga. System ini memiliki peranan yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat. Drainase yang kurang baik akan mengakibatkan berbagai macam masalah yang bisa merugikan manusia itu sendiri. Salah satunya adalah masalah banjir atau genangan air hujan.

Rumusan Masalah

1. Berapa besarnya debit banjir pada perumahan Bumi Alam Indah Kebun Agung?
2. Berapa dimensi ekonomis pada saluran utama perumahan Bumi Alam Indah Kebun Agung?

Batasan Masalah Penelitian

1. Lokasi terletak pada perumahan Bumi Alam Indah Kebun Agung kelurahan lempake.
2. Perhitungan besarnya debit hujan rencana dengan kala ulang 2, dan 5 Tahun.

3. Perhitungan Curah Hujan efektif menggunakan Log Person III dan Gumbel
4. Hanya mendesain saluran pada perumahan Bumi Alam Indah Kebun Agung.
5. Perencanaan Dimensi drainase berdasarkan pada SNI Perencanaan Sistem drainase jalan Pd T-02-2006-B.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan hasil perhitungan debit hujan yang mampu di tampung.
2. Untuk mendapatkan hasil dimensi saluran drainase yang ekonomis pada perumahan Bumi Alam Indah Kebun Agung

Manfaat Penelitian

1. Manfaat penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat menjadi penambah sumber pengetahuan bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.
2. Hasil dari perencanaan saluran drainase ini diharapkan dapat menjadi sebuah solusi untuk mengatasi banjir di kota Samarinda.
3. Sebagai bahan referensi dalam perencanaan drainase.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Dasar

Drainase

Drainase adalah suatu ilmu tentang pengeringan tanah. Drainase (drainage) berasal dari kata *to drain* yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air dan merupakan terminologi yang digunakan untuk menyatakan sistem-sistem yang berkaitan dengan penanganan masalah kelebihan air, baik di atas maupun di bawah permukaan tanah.

Pengertian drainase tidak terbatas pada teknis pembuangan air yang berlebihan namun lebih luas lagi menyangkut keterkaitannya dengan aspek kehidupan yang berada didalam kawasan diperkotaan. Semua hal yang menyangkut kelebihan air yang berada di kawasan kota sudah pasti dapat menimbulkan permasalahan yang cukup kompleks. Dengan semakin kompleksnya permasalahan drainase perkotaan maka di dalam perencanaan dan pembangunannya tergantung pada

kemampuan masing-masing perencana. Dengan demikian didalam proses pekerjaannya memerlukan kerja sama dengan beberapa ahli di bidang lain yang terkait (Sumber: Anonymous, 1997).

Pembagian Saluran Drainase

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu :

1. Sistem Drainase Makro

Sistem drainase Makro adalah sistem saluran atau badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchman Area*). Pada umumnya system drainase makro ini disebut sebagai system saluran pembuangan utama (*Major System*). Sistem drainase ini dapat menampung debit air yang cukup besar dan luas seperti saluran drainase Primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang 5 sampai 10 tahun dan menggunakan pengukuran topografi yang detail sangat diperlukan dalam perencanaan drainase

2. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase Mikro adalah system saluran dan bangunan pelengkap dari drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam system drainase mikro adalah saluran yang berada di sepanjang jalan saluran/selokan air hujan yang berada di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase mikro (Jurnal: Ardi dkk, 2015).

Jenis Drainase

1. Menurut Sejarah Terbentuknya.

- a. Drainase Alami (*Natural Drainage*)
Terbentuk secara alami tidak ada campur tangan manusia.
- b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)
Dibentuk berdasarkan ilmu drainase, untuk memenuhi debit akibat hujan, kecepatan resapan air dalam limpasan tanah dan dimensi saluran.

2. Menurut Letak Saluran

a. Drainase Muka Tanah (*Surface Drainage*)

Merupakan saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan.

b. Drainase Bawah Tanah (*Subsurface Drainage*)

Merupakan saluran yang berfungsi untuk mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa) dikarenakan alasan tertentu.

3. Menurut Fungsi.

a. *Single Purpose*

Saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan.

b. *Mulyi Purpose*

Saluran berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.

4. Menurut Konstruksi

a. Saluran Terbuka

Saluran untuk air hujan yang terletak di area yang cukup luas, juga untuk saluran air non hujan yang tidak mengganggu kesehatan lingkungan.

b. Saluran Tertutup

Saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan (Sumber: Hasman 2011).

Hidrologi

Pendahuluan Hidrologi

Analisa hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidak pastian dalam hidrologi, keterbatasan teori dan keterbatasan data, dan keterbatasan ekonomi. Hujan adalah kejadian yang tidak dapat di prediksi. Artinya, kita tidak dapat memprediksi secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu periode waktu (Sumber: Suripin, 2004).

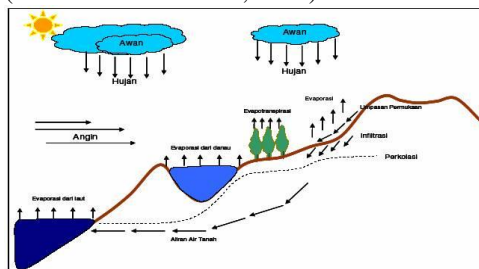
Pengertian Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari terjadinya pergerakan dan distribusi air di bumi, yang menyangkut perubahannya antara keadaan cair, padat dan gas dalam atmosfer, diatas dan di bawah permukaan tanah, tentang sifat-fisik, kimia serta reaksinya terhadap lingkungan dan hubungannya dengan kehidupan atau dengan kata lain ilmu pengetahuan yang menangani

air di bumi, kejadiannya, perputarannya, serta penyebaran, kekayaan kimiawi serta fisiknya, reaksi terhadap lingkungannya, termasuk hubungan dengan benda-benda hidup (Sumber: Sasongko, 1991).

Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah proses transportasi air secara kontinyu dari laut ke atmosfer dan dari atmosfer ke permukaan tanah yang akhirnya kembali ke laut (Sumber: Hadisusanto, 2010).



Gambar 1 Siklus Hidrologi

Curah Hujan Rancangan Maksimum

Definisi hujan rancangan maksimum adalah curah hujan terbesar tahunan dan dengan peluang tertentu mungkin terjadi pada suatu daerah. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi dalam menganalisa curah hujan rancangan antara lain (Sumber: Suripin, 2004) :

- Metode Distribusi Log Person III.
- Metode Distribusi Gumbel.

Berdasarkan prinsip dalam penyelesaian masalah drainase berdasarkan aspek hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan besaran hujan rencana dengan kala ulang tertentu harus dipersiapkan data hujan berdasarkan pada durasi harian, jam dan menit.

Distribusi Log person III

Person telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tidak seperti konsep yang melatar belakangi pemakaian distribusi Log Normal untuk banjir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak berbasisteori. Distribusi ini masih tetap di pakai karena fleksibilitasnya.

Salah satu distribusi dari serangkaian disribusi yang dikembangkan person yang

menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log-Person III. Ada tiga parameter penting dalam Log-Person III, yaitu :

- Harga rata rata
- Standar deviasi
- Koefisien kemencengan

Yang menarik, jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal. Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person Type III, yaitu :

- Ubah data banjir tahunan sebanyak n buah ke dalam bentuk logaritmanya, $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ menjadi $\log X_1, \log X_2, \dots, \log X_n$

- Hitung harga rata-rata dengan rumus:

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

- Hitung simpangan baku

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0,5}$$

- Hitung koefisien kemencengan

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$$

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T tahun dengan

$$\text{rumus } \log X_T = \log \bar{X} + K.S$$

Keterangan :

X_T = curah hujan dengan periode ulang tahun

$\log \bar{X}$ = Rata-rata dari curah hujan maksimum

X = Seri data maksimum tiap tahun

S = Simpangan baku

K = Faktor frekuensi

n = Jumlah data

(Sumber : Suripin, 2004)

Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode Gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut:

$$X = \bar{X} + S K$$

Dengan :

$\bar{X}$ = Harga rata-rata sampel

S = Standar deviasi atau simpangan baku

K = Faktor frekuensi

X = x yang terjadi dalam kala ulang t

(Faktor frekuensi) K dihitung dengan persamaan :

$$K = \frac{Y_{Tr} \cdot Y_n}{S_n}$$

Keterangan :

Y_n = Reduced mean yang tergantung jumlah sample/data (rerata)

Y_{Tr} = Reduced variate, yang dapat dihitung dengan persamaan ataupun dengan tabel.

S_n = Reduced standard deviation yang juga tergantung pada jumlah sample/data n (*simpangan baku*).

K = Faktor frekuensi

Substitusikan persamaan (1) ke dalam persamaan (2), maka akan didapat persamaan berikut :

$$X_{Tr} = \bar{X} + \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} S$$

$$= \bar{X} - \frac{Y_n S}{S_n} + \frac{Y_t S}{S_n}$$

$$\text{atau } X_t = b + \frac{1}{a} Y_t$$

$$\text{dimana, } a = \frac{s_n}{s} \text{ dan } b = \bar{X} - \frac{Y_n S}{S_n}$$

Keterangan :

X_t = Besarnya curah hujan yang diharapkan berulang tahun (mm)

S = Standar Deviasi

S_n = Reduced Standard Deviation

Y_t = Reduced Variate

Y_n = Reduced Mean

Tabel 1 Reduced Variate, Y_{Tr}

Periode Ulang (tahun)	Variasi Yang berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9709
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

(Sumber : Suripin, 2004)

Uji Kesesuaian Data

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah Chi-Kuadrat dan Semirnov-Kolmogorov(sumber: Suripin, 2004).

Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov digunakan untuk membandingkan peluang yang paling maksimum antara distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut α maks-prosedur, perhitungan *uji Smirnov Kolmogorov* adalah sebagai berikut :

1. Data diurutkan dari kecil ke besar.

2. Mengubah data ke dalam bentuk logaritma $X = \log X$

3. Menghitung peluang empiris (P_e) dengan menggunakan rumus Weibull (Suwarno, 1995).

$$P_x = \frac{m}{n+1} \text{ Dan } P_{x'} = \frac{m}{n-1}$$

Dengan :

P_x dan $P_{x'}$ = peluang empiris
 m = nomor urut data
 n = banyaknya data

4. Menari nilai $f(t)$

$$f(t) = (X_i - X_{rt})/S_d$$

Dengan :

X_i = log X_i urutan data

X_{rt} = X rata-rata

S_d = Standar Deviasi

5. Menghitung peluang teoritis (P_t) dengan rumus :

$$P_t = 1 - P_e$$

$$P(x <) = 1 - P_x$$

$$P'(x <) = 1 - P'x$$

Dengan :

P_r = Probabilitas yang terjadi

6. Menghitung simpangan maksimum (Δ_{maks}) dengan rumus :

$$\Delta_{maks} = |P(x <) - P'(x <)|$$

Dengan :

Δ_{maks} = Selisih data probabilitas teoritis dan empiris.

P_t = Peluang teoritis (Probabilitas).

P_e = Peluang empiris.

7. Menentukan nilai Δ_{tabel}

Menyimpulkan hasil perhitungan, yaitu apabila $\Delta_{maks} < \Delta_{tabel}$ maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, dan apabila $\Delta_{maks} > \Delta_{tabel}$ maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima (Suripin, 2004).

Tabel 2 Harga Kritis (Δ_{tabel}) Uji Smirnov Kolmogorov

N	α (derajat kepercayaan)			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,51
10	0,32	0,37	0,41	0,51
15	0,27	0,30	0,34	0,51
20	0,23	0,26	0,29	0,51
25	0,21	0,24	0,27	0,51
30	0,19	0,22	0,24	0,51
35	0,18	0,20	0,23	0,51
40	0,17	0,19	0,21	0,51

Lanjutan Tabel

45	0,16	0,18	0,20	0,51
50	0,15	0,17	0,19	0,51
n>50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

(Sumber : Suripin, 2004)

Uji Chi Square

Uji Chi Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan Parameter χ^2 . Parameter χ^2 dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Suripin, 2004) :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

$$O_i = \frac{n}{k}$$

Jumlah kelas distribusi dihitung dengan persamaan :

$$K = 1 + 3,322 \times \log n$$

Dengan :

X_h^2 = Parameter *Chi Square* terhitung.

G = Jumlah sub kelompok.

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok *i*.

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok *i*.

n = Banyaknya data.

k = Jumlah Kelas

Daerah layanan (Catchment Area)

Suatu kesatuan wilayah tata air yang terbentuk secara alami ataupun buatan terutama di batasi punggung-punggungan bukit dan atau elevasi tertinggi segmen jalan yang di tinjau, dimana air meresap dan atau mengalir dalam suatu system pengaliran melalui lahan tersebut (Sumber Pd. T-02-2006-B).

Luas Daerah Layanan (A)

Perhitungan luas daerah layanan didasarkan pada panjang segmen jalan yang ditinjau, luas daerah layanan (A) untuk saluran samping jalan perlu di ketahui agar dapat di perkirakan daya tampung terhadap curah hujan atau untuk memperkirakan volume limpasan permukaan yang akan ditampung saluran samping jalan. Luas daerah layanan terdiri atas luas setengan badan jalan (A1), luas bahu jalan (A2), dan luas daerah di sekitarnya (A3) (Sumber Pd. T-02-2006-B).

Kemiringan Melintang Perkerasan Dan Bahu Jalan

Kemiringan perkerasan dan bahu jalan mulai dari tengah perkerasan (as jalan) menurun/melandai ke arah saluran drainase jalan, besarnya kemiringan bahu jalan diambil 2% lebih besar dari pada kemiringan permukaan jalan, kemiringan melintang normal pada perkerasan jalan dapat di lihat pada table (Sumber: Pd. T-02-2006 B)

Tabel 3 Kemiringan Melintang Dan Bahu Jalan

No	Jenis Lapis Perkerasan Jalan	Kemiringan Melintang (%)
1	Aspal, Beton	2 – 3
2	Japat (jalan yang dipadatkan)	2 – 4
3	Kerikil	3 – 6
4	Tanah	4 - 6

(Sumber: Pd. T-02-2006 B)

Pemeriksaan Kemiringan Lahan Existing

Penentuan kemiringan lahan existing pada lokasi pembangunan saluran, didapat dari hasil pengukuran dilapangan. Hal ini merupakan salah satu pertimbangan untuk perencanaan pembangunan bangunan pematah arus dengan rumus:

$$i_l = \frac{elevasi_1 - elevasi_2}{L} \times 100\%$$

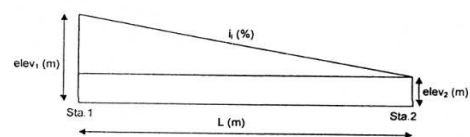
Dimana:

i_l = kemiringan lahan existing pada lokasi saluran

$elevasi_1$ = tinggi tanah di bagian tertinggi (m)

$elevasi_2$ = tinggi tanah di bagian terendah (m)

L = panjang saluran



Gambar 2 Kemiringan lahan

Koefisien Pengaliran/Limpasan (C)

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah yang turun di daerah tersebut (Subarkah, 1980).

Koefisien pengaliran ini merupakan cerminan dari karakteristik daerah pengaliran yang dinyatakan dengan angka 0-1 bergantung pada banyak faktor. Di

sampling faktor meteorologis, faktor daerah aliran, faktor yang mempunyai pengaruh besar terhadap koefisien pengaliran adalah campur tangan manusia dalam merencanakan tata guna lahan. Koefisien pengaliran pada suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi karakteristik (Sosrodarsono dan Takeda, 1999) yaitu :

- Kondisi hujan.
- Luas dan bentuk daerah aliran.
- Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai.
- Daya infiltrasi dan perkolasi tanah.
- Kebasahan tanah.
- Suhu udara, angin dan evaporasi.
- Tata guna lahan.

Jika DAS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan dengan koefisien pengaliran yang berbeda, maka nilai koefisien pengaliran (C) yang dipakai adalah koefisien DAS yang dapat dihitung dengan persamaan berikut (Suripin, 2004).:

$$C = \frac{C_1.A_1 + C_2.A_2 + C_3.A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots} \text{ atau } C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dengan :

C_1, C_2, C_3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan.

A_1, A_2, A_3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

A_i = Luas lahan dengan jenis penutup tanah i

C_i = Koefisien pengaliran jenis penutup tanah

n = Jumlah jenis penutup lahan

Dalam penggunaannya untuk perhitungan drainase harga koefisien pengaliran dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

Waktu Konsentrasi (T_c)

Waktu konsentrasi (T_c) adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran.

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen, yaitu (1) waktu yang diperlukan air untuk mengalir di permukaan lahan sampai saluran terdekat dan (2) waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran, waktu konsentrasi

dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Suripin, 2004) :

$$t_c = t_0 + t_d$$

Dimana :

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} + 3,28 + L + \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)$$

Dan

$$t_d = \left(\frac{Ls}{60.V} \right)$$

Keterangan :

t_c = Waktu konsentrasi (*Jam*).

t_0 = Waktu yang diperlukan air dari titik yang terjauh ke saluran terdekat (*menit*).

t_d = Waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran (*menit*).

nd = Koefisien Hambatan

L = Panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan (*m*).

S = Kemiringan lahan.

V = Kecepatan air rata-rata disalurkan (*m/dtk*).

Tabel di bawah memperlihatkan nilai nd , yang besarnya tergantung kondisi permukaan lahan.

Tabel 4 Koefisien Hambatan (nd)

Berdasarkan Kondisi Permukaan

No	Kondisi Permukaan	nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah berumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbun dan gundul rapat dengan hamparan rumput	0,800

(Sumber Pd. T-02-2006-B).

Analisa Intensitas Curah Hujan

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus monohobe dengan rumus (Suripin, 2004) :

$$I = \frac{R}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{2/3} \text{ mm/jam}$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan

R_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam)(mm).

Debit Banjir Rencana (Q)

Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS (1973). Metode ini sangat simpel dan mudah penggunaannya. Metode ini masih cukup akurat apabila diterapkan pada suatu wilayah perkotaan yang kecil sampai sedang. Persamaan matematik metode rasional dinyatakan dalam bentuk (Soewarno, 1995) :

$$Q = 0,278.C.I.A$$

Dengan :

Q = Debit banjir (m³/jam)

C = Koefisien pengaliran

A = Luas DAS (km²)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

Tabel 5 Kriteria Desain Hidrologi Daerah Perkotaan

Luas DAS (ha)	Periode Ulang T (tahun)	Metode Perhitungan Debit
<10	2	Rasional
10-100	2-5	Rasional
101-500	5-10	Rasional
>500	10-25	Hidrograf Satuan

(Sumber : Suripin, 2004)

Hidraulika

Pendahuluan Hidraulika

Zat cair dapat di angkut dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup atasnya disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang terbuka atasnya disebut saluran terbuka (*open channel*). Sungai, saluran irigasi, selokan, estuari, merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, aquaduct, gorong-gorong, dan siphon merupakan saluran tertutup (Sumber: Suripin, 2004).

Kecepatan Aliran

Untuk mendapatkan kecepatan aliran dalam saluran drainase dapat digunakan rumus kontinuitas dan rumus Manning, sebagai berikut :

$$Q = A \cdot V$$

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

Dimana :

Q = Debit pengaliran (m³/dtk).

V = Kecepatan rata (m/dtk).

A = Luas penampang basah saluran (m²).

n = Koefisien kekasaran Manning.

R = Jari-jari hidraulis (m).

S = Kemiringan dasar saluran.

Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan (W) untuk saluran drainase jalan bentuk trapesium dan segi empat dapat di tentukan berdasarkan rumus(Sumber : Pd. T-02-2006-B) :

$$W = \sqrt{0,5 \cdot x \cdot h}$$

Dimana :

w = tinggi jagaan (m)

h = kedalaman air yang tergenang dalam saluran (m)

Penampang Berbentuk Trapesium Ekonomis

Luas penampang melintang, A, dan keliling basah, P, saluran dengan penampang melintang yang berbentuk trapesium dengan lebar dasar B. Kedalaman aliran h, dan kemiringan dinding 1:m, dapat dirumuskan sebagai berikut (Sumber: Suripin, 2004):

$$A = (B + mh)h \dots \dots \dots (2.1)$$

$$P = B +$$

$$2h\sqrt{m^2 + 1} \dots \dots \dots (2.2)$$

Atau

$$B = P -$$

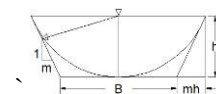
$$2h\sqrt{m^2 + 1} \dots \dots \dots (2.3)$$

Nilai B pada persamaan (2.3) disubstitusikan kedalam persamaan (2.1), maka diperoleh persamaan berikut:

$$A = (P + 2h\sqrt{m^2 + 1})h + mh^2$$

Atau

$$A = Ph - 2h^2\sqrt{m^2 + 1} + mh^2 \dots \dots \dots (2.4)$$



Gambar 3 Penampang Melintang Saluran Berbentuk Trapesium

Kita asumsikan bahwa luas penampang, A, dan kemiringan dinding m adalah konstan, maka persamaan (2.4) dapat dideferensialkan terhadap h dan dibuat sama dengan nol untuk memperoleh kondisi P minimum.

$$\frac{dA}{dh} = P - 4h\sqrt{m^2 + 1} - 2mh \dots \dots \dots (2.5)$$

Atau

$$P = 4\sqrt{m^2 + 1} - 2mh \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan menganggap h konstan, mendeferensialkan persamaan (2.6) dan

membuat sama dengan nol, maka diperoleh persamaan berikut:

$$\frac{dP}{dm} = \frac{1}{2} \left(4h \frac{2m}{\sqrt{m^2+1}} \right) - 2h = 0 \dots \dots \dots (2.7)$$

Atau

$$\frac{2m}{\sqrt{m^2+1}} = 1$$

$$4m^2 = 1 + m^2: m = \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$3m^2 = 1$$

Nilai m disubstitusikan ke dalam persamaan (2.6), maka persamaan yang diperoleh adalah:

$$P = \frac{3}{8} h\sqrt{3} - \frac{2}{3} h\sqrt{3} = 2h\sqrt{3} \dots \dots \dots (2.9)$$

Jika nilai m disubstitusikan kedalam persamaan (2.3) ,maka persamaan yang diperoleh adalah:

$$B = 2h\sqrt{3} - \frac{4}{3} h\sqrt{3} = 2h\sqrt{3} \dots \dots \dots (2.10)$$

Selanjutnya, jika nilai m disubstitusikan ke dalam persamaan (2.1), maka diperoleh persamaan berikut:

$$A = \left(\frac{2}{3} h\sqrt{3} + \frac{1}{3} h\sqrt{3} \right) h = h^2\sqrt{3} \dots \dots \dots (2.11)$$

Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} = \frac{h^2\sqrt{3}}{2h\sqrt{3}} = \frac{h}{2} \dots \dots \dots (2.12)$$

Jadi penampang trapezium yang paling efisien adalah jika kemiringan dindingnya ,m = (1/ √3, atau φ = 60°). Trapezium yang terbentuk berupa setengah segi enam beraturan (heksagonal). Penampang melintang saluranyang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran,dan kemiringan tertentu (suripin, 2004).

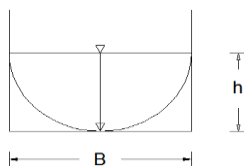
Penampang Berbentuk Persegi Ekonomis

Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman h, luas penampang basah A, dan keliling basah P, dapat dituliskan sebagai berikut (Sumber: Suripin, 2004):

$$A = Bh \dots \dots \dots (2.13)$$

Atau

$$B = \frac{A}{h} \dots \dots \dots (2.14)$$



Gambar 4 Penampang Melintang Saluran Berbentuk Persegi Panjang

$$P = B + 2h \dots \dots \dots (2.15)$$

Substitusi persamaan (2.14) ke dalam persamaan (2.15), maka diperoleh persamaan:

$$P = \frac{A}{h} + 2h \dots \dots \dots (2.16)$$

Dengan asumsi luas penampang A, adalah konstan, maka persamaan (2.16) dapat dideferensialkan terhadap h dan dibuat sama dengan nol untuk memperoleh harga P minimum.

$$\frac{dP}{dh} = -\frac{A}{h^2} + 2 = 0$$

$$A = 2h^2 = Bh$$

Atau

$$B = 2h \text{ atau } h = \frac{B}{2} \dots \dots \dots (2.17)$$

Jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} = \frac{Bh}{B+2h} \dots \dots \dots (2.18)$$

Atau

$$R = \frac{2h^2}{2h+2h} = \frac{h}{2} \dots \dots \dots (2.19)$$

Perhatikan, bentuk penampang melintang persegi yang paling ekonomis adalah jika kedalam air setengah dari lebar dasar saluran, atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalam air (Sumber: Suripin, 2004).

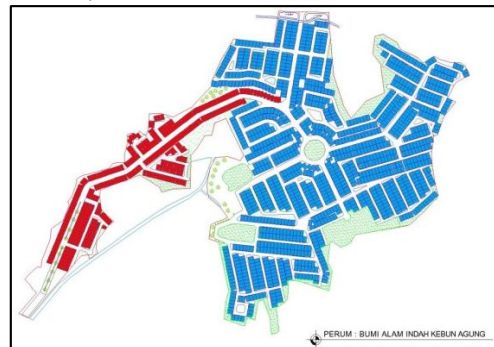
METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Secara administrasi lokasi kegiatan berada di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Lokasi penelitian terletak pada kawasan Perumahan Bumi Alam Indah Kebun Agung tepatnya berada di lempake, kecamatan samarinda utara.

Populasi Dan Sample

Lokasi penelitian terletak pada jalan Purworejo kelurahan lempake, ini akan direncanakan pembangunan saluran drainase, Luas keseluruhan segmen adalah 328111,049 m².



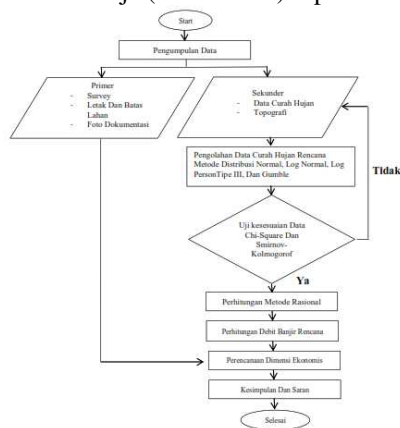
Gambar 5 Denah Perumahan

Tabel 6 Sampel Penelitian

Area	Luasan M ²	Panjang jalan	Tipe rumah	Jumlah Unit
A1	12059,822	382,371	Type 45 / 135 (9 x 15 m)	25
A2	17480,560	356,319	Type 45 / 135 (9 x 15 m)	61
A3	4889,308	170,012	Type 45 / 135 (9 x 15 m)	18
A4	16119,578	185,799	Type 45 / 135 (9 x 15 m)	58
A5	18509,645	425,234	Type 45 / 135 (9 x 15 m)	69
A6	11866,927	351,441	Type 45 / 135 (9 x 15 m)	35
A7	31248,991	249,690	Type 36 / 135 (9 x 15 m)	117
A8	18136,884	159,759	Type 36 / 135 (9 x 15 m)	79
A9	18180,720	185,644	Type 36 / 135 (9 x 15 m)	92
A10	31762,626	490,984	Type 36 / 135 (9 x 15 m)	135
A11	15040,962	191,268	Type 36 / 135 (9 x 15 m)	57
A12	12231,123	119,413	Type 36 / 135 (9 x 15 m)	52
A13	18543,392	268,581	Type 36 / 135 (9 x 15 m)	84
A14	18512,768	399,609	Type 36 / 135 (9 x 15 m)	88
A15	23726,372	256,349	Type 36 / 135 (9 x 15 m)	111
A16	35406,228	449,405	Type 36 / 135 (9 x 15 m)	128
A17	24275,141	340,491	Type 36 / 135 (9 x 15 m)	44

Desain Penelitian

Dalam tugas akhir ini metode penelitian yang digunakan ialah metode pengumpulan dan analisa data. Data yang dipakai adalah data primer dan data sekunder kemudian data data tersebut dianalisa berdasarkan analisa hidrogi dan analisa hidrolika dari desain penelitian ini dapat dibuat alur kerja (Flow Chart) seperti :



Teknik Analisa Data

1) Analisa hidrologi

a) Metode Distribusi Gumbel.

- Hitung Harga rata – rata
- Hitung simpangan baku (S)
- Hitung koefisien variasi (Cv)
- Hitung koefisien kemencengan (Cs)
- Hitung koefisien keruncingan (Ck)
- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T

b. Metode Distribusi Log Person III.

- Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$
 - Hitung Harga rata – rata
 - Hitung simpangan baku (S)
 - Hitung koefisien variasi (Cv)
 - Hitung koefisien kemencengan (Cs)
 - Hitung koefisien keruncingan (Ck)
 - Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T
- c. Uji Smirnov Kolmogorov
- Data diurutkan dari kecil ke besar.
 - Mengubah data ke dalam bentuk logaritma $X = \log X$
 - Menghitung peluang empiris (Pe)
 - Mencari nilai f(t)
 - Menghitung peluang teoritis (Pt)
 - Menghitung simpangan maksimum (Δ_{maks})
 - Menentukan nilai Δ_{tabel}
- d. Uji Chi Square
- Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya).
 - Kelompokkan data menjadi G sub grup, tiap-tiap sub grup minimal empat data pengamatan.
 - Jumlahkan data pengamatan sebesar Oi tiap-tiap sub grup.
 - Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar Ei.
 - Tiap-tiap sub grup dihitung nilai :
 - Menentukan jumlah kelas distribusi (G)
 - Menentukan derajat kebebasan (DK).
 - Menentukan nilai yang di dharapkan (E_i)
 - Menghitung nilai x yang akan di masukkan ke dalam table
 - Menentukan nilai $(\chi^2)_{kritis}$, dengan melihat table Nilai Kritis Uji Chi-Square
 - Jumlah seluruh G sub group nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai Chi Square

- Tentukan derajat kebebasan dk = G - R - 1 (nilai R = 2 untuk distribusi normal dan binomial)

e. Casemen Area

- Menentukan luas daerah layanan (A)
- Menghitung Koefisien limpasan (C)
- Menghitung waktu konsentrasi (Tc)
- Menghitung intensitas curah hujan
- Menghitung debit limpasan
- Kemiringan saluran

2) Analisa Hidrolika

- Analisa lapangan
- Mengetahui titik banjir di masing-masing saluran.
- Merencanakan dimensi saluran

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Curah Hujan

Data curah hujan yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika Stasiun Meteorologi Temindung Samarinda selama 19 tahun terakhir di mulai dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2016. Dalam pengolahan data curah hujan ini digunakan curah hujan harian maksimum (mm) tiap tahunnya.

Tabel 7 Curah Hujan Harian Maksimum Per Tahun

No	Tahun	Curah Hujan (mm)
1	1998	85
2	1999	117,1
3	2000	83,8
4	2001	101,6
5	2002	66,3
6	2003	87,7
7	2004	118,2
8	2005	108
9	2006	132,1
10	2007	94,4
11	2008	73
12	2009	60,2
13	2010	86,5
14	2011	105,5
15	2012	79,6
16	2013	96
17	2014	102,5
18	2015	71
19	2016	128

(Sumber : BMKG Samarinda, 2017)

Distribusi Log Person III

Tabel 8 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III

No	Tahun	Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³	(Log Xi - Log X) ⁴
1	1998	60,20	1,780	-0,18620	0,03467	-0,006455
2	1999	66,30	1,822	-0,14428	0,02082	-0,003004
3	2000	71,00	1,851	-0,11454	0,01312	-0,001503
4	2001	73,00	1,863	-0,10247	0,01050	-0,001076
5	2002	79,60	1,901	-0,06488	0,00421	-0,000273
6	2003	83,80	1,923	-0,04255	0,00181	-0,000077
7	2004	85,00	1,929	-0,03638	0,00132	-0,000048
8	2005	86,50	1,937	-0,02878	0,00083	-0,000024
9	2006	87,70	1,943	-0,02280	0,00052	-0,000012
10	2007	94,40	1,975	0,00918	0,00008	0,000001
11	2008	96,00	1,982	0,01648	0,00027	0,000004
12	2009	101,60	2,007	0,04110	0,00169	0,000069
13	2010	102,50	2,011	0,04493	0,00202	0,000091
14	2011	105,50	2,023	0,05746	0,00330	0,000190
15	2012	108,00	2,033	0,06763	0,00457	0,000309
16	2013	117,10	2,069	0,10276	0,01056	0,001085
17	2014	118,20	2,073	0,10682	0,01141	0,001219
18	2015	128,00	2,107	0,14141	0,02000	0,002828
19	2016	132,10	2,121	0,15511	0,02406	0,003732
Jumlah			37,350		0,16576	-0,002943

(Sumber : Hasil Perhitungan)

- Jumlah data (n) = 19

- Harga rata-rata :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

$$\log \bar{X} = \frac{37,350}{19}$$

$$\log \bar{X} = 1,97$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$S = \left[\frac{1}{19-1} \times 0,16576 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$S = 0,10$$

- Koefisien Variasi, (Cv)

$$Cv = \frac{s}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{0,10}{1,97}$$

$$Cv = 0,05$$

- Koefisien Skewness, Cs atau G

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3}$$

$$Cs = \frac{19 \times (-0,002943)}{(19-1)(19-2) 0,10^3}$$

$$Cs = -0,21$$

- Koefisien Kurtosis, (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot s^4}$$

$$Ck = \frac{19^2 \times (0,00320071)}{(19-1) \cdot (19-2) \cdot (19-3) \cdot 0,10^4}$$

$$Ck = 2,78$$

Menentukan Hujan Rencana Untuk Periode Ulang T

$$\log X_T = \log X + K \cdot s$$

$$T = 2 \text{ Tahun}$$

$$\log X_2 = 1,97 + (0,033 \cdot 0,10)$$

$$\log X_2 = 1,97$$

$$X_2 = \text{anti} - \log 1,97$$

$$X_2 = 93,103 \text{ mm}$$

T = 5 Tahun

$$\text{Log } X_2 = 1,97 + (0,850 \cdot 0,10)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,047$$

$$X_2 = \text{anti} - \text{Log } 2,047$$

$$X_2 = 111,523 \text{ mm}$$

Uji Smirnov Kolmogorof

Tabel 9 Uji Smirnov Kolmogorof

NO	X (mm)	Log X (mm)	P(x) = M/(n+1)	P(x<) = E = nilai A-D	f(t) = (Xi - Xrt)/Sd	P'(x) = M/(n-1)	P'(x<) = H = nilai A-G	Δ [P(x<) - P'(x<)] (%)
A	B	C	D	E	F	G	H	I = E-H
1	60,2	1,7796	0,0500	0,9500	-1,6772	0,0556	0,9444	0,0056
2	66,3	1,8215	0,1000	0,9000	-1,3794	0,1111	0,8889	0,0111
3	71,0	1,8513	0,1500	0,8500	-1,1499	0,1667	0,8333	0,0167
4	73,0	1,8633	0,2000	0,8000	-1,0522	0,2222	0,7778	0,0222
5	79,6	1,9009	0,2500	0,7500	-0,7300	0,2778	0,7222	0,0278
6	83,8	1,9232	0,3000	0,7000	-0,5250	0,3333	0,6667	0,0333
7	85,0	1,9294	0,3500	0,6500	-0,4664	0,3889	0,6111	0,0389
8	86,5	1,9370	0,4000	0,6000	-0,3931	0,4444	0,5556	0,0444
9	87,7	1,9430	0,4500	0,5500	-0,3346	0,5000	0,5000	0,0500
10	94,4	1,9750	0,5000	0,5000	-0,0075	0,5556	0,4444	0,0556
11	96,0	1,9823	0,5500	0,4500	0,0707	0,6111	0,3889	0,0611
12	101,6	2,0069	0,6000	0,4000	0,3441	0,6667	0,3333	0,0667
13	102,5	2,0107	0,6500	0,3500	0,3880	0,7222	0,2778	0,0722
14	105,5	2,0233	0,7000	0,3000	0,5345	0,7778	0,2222	0,0778
15	108,0	2,0334	0,7500	0,2500	0,6565	0,8333	0,1667	0,0833
16	117,1	2,0686	0,8000	0,2000	1,1008	0,8889	0,1111	0,0889
17	118,2	2,0726	0,8500	0,1500	1,1545	0,9444	0,0556	0,0944
18	128,0	2,1072	0,9000	0,1000	1,6330	1,0000	0,0000	0,1000
19	132,1	2,1209	0,9500	0,0500	1,8331	1,0556	-0,0556	0,1056

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan diatas didapat nilai $\Delta_{maks} = 10,56 < \Delta_{tabel} = 30,00$ table uji Smirnov Kolmogrov maka data dapat di terima

Uji Chi Square

Uji Chi Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Tabel 10 Uji Chi-Kuadrat

NO	NILAI BATAS SUB KELOMPOK	JUMLAH DATA		(Oi-Ei) ²	(Oi-Ei) ² / Ei	
		Oi	Ei			
1	1,7455 <=	1,8137	1	3,1667	4,6944	1,4825
2	1,8137 <P<	1,8820	3	3,1667	0,0278	0,0088
3	1,8820 <P<	1,9502	5	3,1667	3,3611	1,0614
4	1,9502 <P<	2,0185	4	3,1667	0,6944	0,2193
5	2,0185 <P<	2,0868	4	3,1667	0,6944	0,2193
6	P ≥	2,0868	2	3,1667	1,3611	0,4298
Jumlah			19	19		3,4211

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Harga Chi - Square = 3,4211 %

Harga Chi - Square Kritis = 7,8150 %

Interprestasi Hasil = 3,4211 < 7,8150 = Persamaan distribusi teoritis dapat diterima

Catchment Area

Tabel 11 Luasan Casemen Area

Area	Luasan M ²
A1	12059,82
A2	17480,56
A3	4889,31
A4	16119,58
A5	18569,65

Lanjutan Tabel

A6	11866,93
A7	31248,99
A8	18136,88
A9	18180,72
A10	31762,63
A11	15040,96
A12	12231,12
A13	18543,39
A14	18512,77
A15	23726,37
A16	35466,23
A17	24275,14

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2, dan 5 Tahun

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3} \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{93,10}{24} \left[\frac{24}{0,222} \right]^{2/3}$$

$$I = 88,038$$

Dengan :

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam).

R₂₄ = Curah hujan (mm).

t_c = Waktu konsentrasi (Jam).

Tabel 12 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun

Nama	R ₂₄ (mm)	Tc (Jam)	Tc (menit)	I (mm/jam)
Area 1	93,10	0,222	13,319	88,038
Area 2	93,10	0,215	12,922	89,831
Area 3	93,10	0,160	9,617	109,386
Area 4	93,10	0,171	10,287	104,583
Area 5	93,10	0,218	13,099	89,023
Area 6	93,10	0,204	12,253	93,075
Area 7	93,10	0,192	11,517	97,001
Area 8	93,10	0,165	9,901	107,282
Area 9	93,10	0,176	10,558	102,788
Area 10	93,10	0,230	13,771	86,102
Area 11	93,10	0,173	10,383	103,940
Area 12	93,10	0,157	9,422	110,891
Area 13	93,10	0,187	11,221	98,699
Area 14	93,10	0,208	12,456	92,061
Area 15	93,10	0,184	11,055	99,683
Area 16	93,10	0,223	13,386	87,745
Area 17	93,10	0,206	12,355	92,563

(Sumber : Hasil perhitungan)

Tabel 13 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun

Nama	R ₂₄ (mm)	Tc (Jam)	Tc (menit)	I (mm/jam)
Area 1	111,52	0,222	13,319	105,456
Area 2	111,52	0,215	12,922	107,605
Area 3	111,52	0,160	9,617	131,028

Lanjutan Tabel

Area 4	111,52	0,171	10,287	125,274
Area 5	111,52	0,218	13,099	106,636
Area 6	111,52	0,204	12,253	111,490
Area 7	111,52	0,192	11,517	116,193
Area 8	111,52	0,165	9,901	128,508
Area 9	111,52	0,176	10,558	123,125
Area 10	111,52	0,230	13,771	103,138
Area 11	111,52	0,173	10,383	124,504
Area 12	111,52	0,157	9,422	132,830
Area 13	111,52	0,187	11,221	118,226
Area 14	111,52	0,208	12,456	110,275
Area 15	111,52	0,184	11,055	119,405
Area 16	111,52	0,223	13,386	105,106
Area 17	111,52	0,206	12,355	110,877

(Sumber : Hasil perhitungan)

Perhitungan Debit Limpasan

Metode yang digunakan kali ini untuk menghitung debit rancangan yaitu metode Rasional dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = 0,278.C.I.A$$

$$= 0,278 \times 0,533 \times 88,038 \times 0,0121$$

$$= 0,157$$

Dengan :

Q = Debit banjir (m³/det)

C = Koefisien Run Off

A = Luas DAS (km²)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

Tabel 14 Perhitungan Debit Limpasan
Periode Ulang 2 Tahun

SALURAN	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Q (m ³ /dt)
Saluran 1	0,533	105,456	0,01206	0,188
Saluran 3	0,536	109,386	0,0049	0,080
Saluran 4	0,516	104,583	0,0161	0,242
Saluran 5	0,526	89,023	0,0186	0,242
Saluran 6	0,531	93,075	0,0119	0,163
Saluran 7	0,513	97,001	0,0312	0,433
Saluran 8	0,514	107,282	0,0181	0,278
Saluran 9	0,515	102,788	0,0182	0,268
Saluran 10	0,520	86,102	0,0318	0,395
Saluran 11	0,517	103,940	0,0150	0,225
Saluran 12	0,515	110,891	0,0122	0,194
Saluran 13	0,519	98,699	0,0185	0,264
Saluran 14	0,525	92,061	0,0185	0,249
Saluran 15	0,516	99,683	0,0237	0,339
Saluran 16	0,517	87,745	0,0355	0,447
Saluran 17	0,518	92,563	0,0243	0,324

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 15 Perhitungan Debit Limpasan
Periode Ulang 5 Tahun

SALURAN	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Q (m ³ /dt)
Saluran 1	0,533	105,456	0,01206	0,188
Saluran 2	0,524	107,605	0,01748	0,274
Saluran 3	0,536	131,028	0,00489	0,095
Saluran 4	0,516	125,274	0,01612	0,290
Saluran 5	0,526	106,636	0,01857	0,289
Saluran 6	0,531	111,490	0,01187	0,195
Saluran 7	0,513	116,193	0,03125	0,518

Lanjutan Tabel

Saluran 8	0,514	128,508	0,01814	0,333
Saluran 9	0,515	123,125	0,01818	0,321
Saluran 10	0,520	103,138	0,03176	0,473
Saluran 11	0,517	124,504	0,01504	0,269
Saluran 12	0,515	132,830	0,01223	0,233
Saluran 13	0,519	118,226	0,01854	0,316
Saluran 14	0,525	110,275	0,01851	0,298
Saluran 15	0,516	119,405	0,02373	0,406
Saluran 16	0,517	105,106	0,03547	0,536
Saluran 17	0,518	110,877	0,02428	0,388

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Analisa Penampang Basah Persegi Ekonomis

- Perhitungan tinggi kedalaman air pada Saluran 1

$$A = 2 \cdot h^2$$

$$R = \frac{h}{2}$$

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

$$Q = A \cdot v$$

$$Q = 2 \cdot h^2 \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$0,1885 = 2 \cdot h^2 \cdot \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot 0,26336^{\frac{1}{2}}$$

$$0,1885$$

$$= 2 \cdot h^2 \cdot \frac{1}{0,017} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot h^{\frac{2}{3}} \cdot 0,26336^{\frac{1}{2}}$$

$$0,1885 = \frac{2}{0,017} \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot h^{\frac{2}{3}} \cdot 0,26336^{\frac{1}{2}}$$

$$0,1885 = 117,65 \cdot 0,63 \cdot 0,1623 \cdot h^{\frac{8}{3}}$$

$$0,1885 = 12,027 \cdot h^{\frac{8}{3}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = 0,016$$

$$h = 0,210 \text{ meter}$$

- Perhitungan lebar dasar saluran

$$B = 2 \cdot h$$

$$B = 2 \cdot 0,210$$

$$B = 0,421 \text{ meter}$$

- Perhitungan luas penampang basah

$$A = B \cdot h$$

$$A = 0,421 \cdot 0,210$$

$$A = 0,089 \text{ m}^2$$

- Perhitungan Keliling basah

$$P = \frac{A}{h} + 2 \cdot h$$

$$P = \frac{0,089}{0,210} + 2 \cdot 0,210$$

$$P = 0,842$$

- Perhitungan jari-jari hidrolik

$$R = \frac{h}{2}$$

$$R = \frac{0,210}{2}$$

- $A = 0,105$ meter
6. Perhitungan kemiringan dasar saluran
 a = ketinggian titik awal
 b = ketinggian titik akhir
 L = panjang saluran
 $S = (a - b) / L$
 $= (31,07 - 21) / 382,37$
 $= 0,02634$ m
7. Perhitungan kecepatan aliran
 $V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$
 $V = (1/0,017) \times 0,105^{2/3} \times 0,026^{1/2}$
 $= 2,128$ m/dtk
8. Perhitungan Tinggi Jagaan
 $w = \sqrt{0,5 \times h}$
 $w = \sqrt{0,5 \times 0,258}$
 $w = 0,359$ meter

Perencanaan Dimensi Saluran Ekonomis

Bentuk penampang melintang persegi yang paling ekonomis adalah jika kedalaman air setengah dari lebar dasar saluran, atau jari-jari hidroliknya setengah dari kedalaman air.

Tabel 16 Perhitungan Dimensi Penampang Saluran Ekonomis

SALURAN	DIMENSI PENAMPANG RENCANA									
	h (m)	B (m)	A (m ²)	R (m)	P (m)	w (m)	n	S	V	Q (m ³ /dt)
Saluran 1	0,210	0,421	0,089	0,842	0,105	0,324	0,017	0,026	2,128	0,188
Saluran 2	0,238	0,477	0,114	0,954	0,119	0,345	0,017	0,029	2,409	0,274
Saluran 3	0,206	0,413	0,085	0,826	0,103	0,321	0,017	0,007	1,119	0,095
Saluran 4	0,327	0,653	0,213	1,306	0,163	0,404	0,017	0,006	1,358	0,290
Saluran 5	0,229	0,458	0,105	0,915	0,114	0,338	0,017	0,040	2,765	0,289
Saluran 6	0,207	0,414	0,086	0,828	0,103	0,322	0,017	0,031	2,281	0,195
Saluran 7	0,301	0,601	0,181	1,202	0,150	0,388	0,017	0,030	2,868	0,518
Saluran 8	0,324	0,648	0,210	1,295	0,162	0,402	0,017	0,008	1,588	0,333
Saluran 9	0,230	0,460	0,106	0,920	0,115	0,339	0,017	0,047	3,028	0,321
Saluran 10	0,399	0,798	0,319	1,597	0,200	0,447	0,017	0,005	1,484	0,473
Saluran 11	0,201	0,403	0,081	0,806	0,101	0,317	0,017	0,068	3,317	0,269
Saluran 12	0,220	0,439	0,096	0,878	0,110	0,331	0,017	0,032	2,412	0,233
Saluran 13	0,287	0,574	0,164	1,147	0,143	0,379	0,017	0,014	1,922	0,316
Saluran 14	0,230	0,461	0,106	0,921	0,115	0,339	0,017	0,041	2,807	0,298
Saluran 15	0,229	0,458	0,105	0,915	0,114	0,338	0,017	0,078	3,877	0,406
Saluran 16	0,344	0,689	0,237	1,377	0,172	0,415	0,017	0,015	2,261	0,536
Saluran 17	0,242	0,483	0,117	0,967	0,121	0,348	0,017	0,053	3,321	0,388

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan ini dilakukan untuk mengontrol antara debit yang ada dan debit rencana, merencanakan dimensi penampang persegi ekonomis menggunakan pasangan batu plesteran semen kurang halus dengan kekasaran manning $n = 0,017$.

Dimana :

B = Lebar Saluran

h = Kedalaman air

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling Basah

R = Jari-jari hidraulik (m)

Q = Debit limpasan (m³/det)

V = Kecepatan rata-rata (m/dtk)

n = Koefisien kekasaran manning

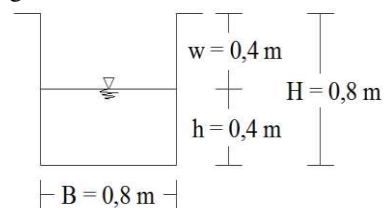
S = Kemiringan dasar saluran

w = tinggi jagaan (m)

Dimensi Pelaksanaan Pengerjaan

Dilapangan

Berdasarkan dari perhitungan saluran ekonomis, diambil dimensi yang paling besar berdasarkan perhitungan dibuat dimensi pelaksanaan pekerjaan dilapangan sebagai berikut:



Gambar 5 Dimensi Pelaksanaan

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan pada penelitian ini maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit banjir rencana terbesar pada perumahan Bumi Alam Indah Kebun Agung sebagai berikut:
 - Debit hujan rencana kala ulang 2 tahun = $0,447$ m³/det.
 - Debit hujan rencana kala ulang 5 tahun = $0,536$ m³/det.
2. Dimensi saluran utama pada perumahan Bumi alam Indah Kebun Agung yang dilaksanakan sebagai berikut :
 - Lebar bawah saluran (b) = $0,8$ m
 - Tinggi kedalaman air (h) = $0,4$ m
 - Tinggi jagaan (w) = $0,4$ m
 - Tinggi salurah (H) = $0,8$ m

Saran

Dari hasil kajian pada saluran drainase Perumahan Bumi Alam Indah Kebun Agung Kecamatan Samarinda Utara, didapatkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Diperlukan kajian lebih lanjut terhadap sedimentasi yang ada.
2. Perlu memperhatikan sistem tata guna lahan yang ada, sehingga dalam pembangunan tidak mengganggu daerah resapan air.
3. Diperlukan kajian lebih lanjut terhadap jenis saluran yang lain, sehingga bisa didapatkan hasil desain yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1997, *Drainase Perkotaan*, Gunadharma, Jakarta.
- Ardi, intan Puspita, I Nyoman Norken, dan Gusti Ngurah Kerta Arsana, 2015 “*Analisa Saluran Primer Dan Sekunder Pada Sistem Pembuangan Utama Sungai/Tukad Loloan Di Kota Denpasar*”.
- Data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kota Samarinda, Tahun 2016.
- Hadisusanto, Nugroho, 2010, *Aplikasi Hidrologi, Jogja Mediautama*, Yogyakarta.
- Sasongko, Djoko, 1991, *Pedoman Bidang Studi Pengawasan Pencemaran Lingkungan Fisik*, Jakarta.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I dan II*, Nova Offset, Bandung.
- Sosrodarsono Suyono dan Kensaku Takeda, 1999. *Hidrologi untuk Pengairan*, Pradya Paramitha, Bandung.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) *Perencanaan Sistem Drainase Jalan* Pd T-02-2006-B.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2006 *Perencanaan Sistem Drainase Jalan*.
- Subarkah, Imam, 1980. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Undang-undang Republik Indonesia, 2011, *Tentang Perumahan Dan Kawasan Perumahan*