

KANAL ALTERNATIF PENGENDALI BANJIR SUB DAS SUNGAI KELEDANG “Studi Kasus Drainase Jalan Cipto Mangun Kusumo – Jalan APT. Pranoto”

Ir. YUSWAL SUBHY, ST, MT

Program Teknik Sipil – Fakultas Teknik – Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda
Jl. Ir. H. Juanda No.80 Samarinda 75123
Email : yuswal_subhy@yahoo.co.id

ABSTRACT

The dynamics of urban development are identified by rapidly increasing population growth and causing high urban density and expansion of residential areas is difficult to avoid and then have a direct impact on the environment around the settlements. A very interesting problem is the settlement that stands on the River Basin which resulted in the narrowing of the River. Coupled with the activity of coal mining and hill excavation became one of the causes of flooding and river sedimentation. This research can be done on Alternative Channel Flood Control Sub Keledang River Basin "Case Drainage Case Road Cipto Mangun Kusumo - APT Road. Pranoto "in Samarinda City.

The method of rainfall analysis design used is, Gumbel Method and Log Person Type III Method. While Method to know flood discharge design is Rational Method. The objectives of the study were to analyze the magnitude of the design flood discharge and the economic dimension of the Keledang River Basin Channel with the reset periods of 10 and 25 years.

The calculation results, summed up by using a square drainage section on a wet high plan of 2.5 meters, a width of under 5 meters and the guard height is 1 meter. The dimension of the drainage section of this research is expected to accommodate the flood discharge of the next 25-year design flood. But for the actual planning should be equipped with the Analysis of Sediment Transport as well as Back Water Mahakam River.

Keywords : Calculation Method; Flood Design; Economic Section

ABSTRAK

Dinamika perkembangan Perkotaan teridentifikasi oleh pertumbuhan penduduk yang cepat meningkat serta mengakibatkan kepadatan di pusat kota menjadi tinggi serta perluasan kawasan pemukiman sulit dihindari dan kemudian mengakibatkan dampak langsung terhadap lingkungan sekitar permukiman. Permasalahan yang sangat menarik adalah permukiman yang berdiri pada Daerah Aliran Sungai yang mengakibatkan penyempitan bantaran Sungai tersebut. Ditambah lagi dengan adanya aktivitas tambang batu bara dan galian C menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir serta sedimentasi sungai. Dari hal tersebut Penelitian dilakukan pada Kanal Alternatif Pengendali Banjir Sub DAS Sungai Keledang “Studi Kasus Drainase Jalan Cipto Mangun Kusumo – Jalan APT. Pranoto” di Kota Samarinda Seberang.

Metode analisis curah hujan rancangan, Metode *Gumbel* dan Metode *Log Person Type III*. Sedangkan Metode untuk mengetahui debit banjir rancangan adalah Metode *Rasional*. Tujuan Penelitian, menganalisa besarnya debit banjir rancangan dan dimensi penampang ekonomis Kanal Banjir Sub Das Sungai Keledang dengan kala ulang 10 dan 25 tahun.

Dari hasil perhitungan, disimpulkan dengan menggunakan penampang drainase persegi pada rencana tinggi basah 2,5 meter, lebar bawah 5 meter dan tinggi jagaan adalah 1 meter. Dimensi penampang drainase penelitiannya ini diperkirakan dapat menampung debit banjir rancangan 25 tahun mendatang. Namun bagi Perencanaan yang sebenarnya harus dilengkapi dengan Analisis *Transport Sedimen* serta *Back Water* Sungai Mahakam.

Kata Kunci : Metode Perhitungan; Banjir Rancangan; Penampang Ekonomis

Pendahuluan

Kawasan Jalan Cipto Mangun Kusumo dan Jalan APT. Pranoto yang merupakan wilayah Kota Samarinda Seberang dengan laju perkembangan pembangunan pertokoan niaga dan perumahan disertai pembukaan lahan baru untuk perumahan sehingga terjadi perubahan perkembangan tata guna lahan (*land use*) dari daerah resapan air menjadi genangan air yang menimbulkan permasalahan baru, yaitu terjadi peningkatan limpasan permukaan (*surface run off*), hal ini akan berpengaruh pula terhadap

kapasitas tampungan sungai di wilayah tersebut. Pada saat musim hujan debit permukaan yang berasal dari daerah limpasan air permukaan setiap tahun semakin besar, karena air yang meresap ke dalam tanah dan mengalir ke anak-anak sungai semakin berkurang akibat perubahan tata guna lahan tersebut. Disamping permasalahan banjir sebagai akibat adanya perubahan tata guna lahan, terdapat pula permasalahan saluran sungai dari daerah aliran Sub Das Sungai Keledang yang menuju ke Sungai Mahakam

sebagai *outlet* nya, terjadi permasalahan *run off* pada saat intensitas hujan yang tinggi dan lama.

Hal lain yang melatar-belakangi pentingnya mengangkat topik penelitian yang berjudul : Kanal Sebagai Alternatif Pengendali Banjir Sub Das Sungai Keledang “Studi Kasus Drainase Jalan Cipto Mangun Kusumo - Jalan APT. Pranoto” ini adalah merencanakan sistem pengendali banjir yang berupa kanal atau normalisasi sungai dalam rangka menampung debit banjir rancangan secara menyeluruh.



Gambar 3. Banjir Eksisting

Rumusan Masalah

Untuk lebih memfokuskan pembahasan pada Studi dan Kajian Ilmiah pada Kanal Sebagai Alternatif Pengendali Banjir Sub Das Sungai Keledang “Studi Kasus Drainase Jalan Cipto Mangun Kusumo - Jalan APT. Pranoto” ini, maka ditetapkan rumusan-rumusan sebagai berikut :

1. Berapakah besarnya debit banjir rancangan dengan kala ulang 10 dan 25 tahun ?
2. Berapakah dimensi Penampang Kanal Banjir yang Ekonomis dengan Kala Ulang 25 Tahun ?

Batasan Masalah

Sesuai Rumusan Masalah yang telah disebutkan diatas, maka batasan-batasan masalah dalam studi kasus ini adalah :

1. Daerah kajian pada Sub Das Sungai Keledang “Studi Kasus Drainase Jalan Cipto Mangun Kusumo - Jalan APT. Pranoto”.
2. Analisis dan Perhitungan besarnya debit banjir rancangan dengan kala ulang 10 dan 25 tahun.
3. Analisis dan Perhitungan dimensi penampang Kanal yang Ekonomis.

Tujuan Penelitian

Tujuan Studi dan Kajian Ilmiah pada Kanal Sebagai Alternatif Pengendali Banjir Sub Das Sungai Keledang “Studi Kasus Drainase Jalan Cipto Mangun Kusumo - Jalan APT. Pranoto” adalah :

1. Untuk mendapatkan nilai debit (Q) banjir rancangan dengan kala ulang 10 dan 25 tahun.
2. Untuk mengetahui dimensi penampang Kanal yang ekonomis untuk prediksi tahun 2042.

TINJAUAN PUSTAKA

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh pegunungan dimana air hujan yang jatuh didaerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau (*run off*). DAS ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garis-garis kontur. Limpasan berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik yang lebih rendah dalam arah tegak lurus dengan garis-garis kontur. Daerah yang dibatasi oleh garis yang menghubungkan titik-titik tertinggi tersebut adalah DAS.

Panjang sungai adalah panjang yang diukur sepanjang sungai, dari stasiun yang ditinjau atau muara sungai sampai ujung hulunya. Sungai utama adalah sungai terbesar pada daerah tangkapan dan yang membawa aliran menuju muara sungai.

Pengukuran panjang sungai dan panjang DAS adalah penting dalam analisis aliran limpasan dan debit aliran sungai. Panjang DAS adalah panjang maksimum sepanjang sungai utama dari stasiun yang ditinjau (atau muara) ke titik terjauh dari batas DAS. Panjang pusat berat adalah panjang sungai yang diukur sepanjang sungai dari stasiun yang ditinjau sampai titik terdekat dengan titik berat daerah aliran sungai. Pusat berat DAS adalah pusat berat titik perpotongan dari dua atau lebih garis lurus yang membagi DAS menjadi dua DAS yang kira-kira sama besar. (Bambang Triatmodjo, 2008).

Analisa Hidrologi

Dalam hal ini analisa hidrologi adalah salah satu metode yang dipakai dalam menganalisa curah hujan rancangan antara lain Distribusi *Gumbel* dan *Log Person Type III*. Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan efektif bulanan yang berada dalam Daerah Pengaliran Sungai (DPS). Stasiun curah hujan yang dipakai adalah stasiun pencatat curah hujan BMKG di Kota Samarinda.



Gambar 2. Data Hujan Harian Maksimum (mm) Per Tahun

Curah Hujan

Menurut Suyono Sosrodarsono (1983), data curah hujan yang diperlukan untuk mendukung pekerjaan perencanaan dan *detail design* pengendalian banjir perkotaan dimaksudkan untuk memperoleh keluaran berupa “besaran banjir rancangan”. Dalam hal ini besarnya volume debit yang disebabkan oleh curah hujan dalam jangka waktu yang pendek dipergunakan sebagai acuan dalam perencanaan bangunan-bangunan sungai, seperti talud, pintu air saluran pembuang (*Flap Gate*), pelindung lereng tebing (*groin*, bronjong, *riprap*, dan *krip*), bangunan pengendali dasar sungai (*ground sill*), bendung irigasi dan lain-lain.

Curah Hujan Rencana Dan Periode Ulang Dengan Metode E.J. Gumbel

Apabila jumlah populasi yang terbatas maka menggunakan persamaan.

$$X_t = \bar{X} + Std \cdot K \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

- \bar{X} = Rerata curah hujan
- Std = Standar deviasi atau simpangan baku
- K = Faktor frekuensi
- Xt = x yang terjadi dalam kala ulang t

(Faktor frekuensi) K dihitung dengan persamaan :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- Yn = *Reduced mean* yang tergantung jumlah *sample/data* (rerata)
- Yt = *Reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan ataupun dengan tabel.

- Sn = *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 :

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

Atau

$$X_t = b + \frac{1}{a} Y_t = \bar{X} - \frac{Y_n S}{S_n} + \frac{Y_t S}{S_n}$$

Dimana,

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

Curah Hujan Rencana Dan Periode Ulang Dengan Metode Log Person Type III

Langkah-langkah penggunaan Distribusi *Log Person III*

- Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, X = log X
- Hitung Harga rata-rata :

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X}{n}$$

- Hitung harga simpangan baku :

$$s = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0.5}$$

- Hitung koefisien kemencengan :

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

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \cdot s$$

Keterangan :

- X_T = X yang terjadi dalam kala ulang T
- \bar{X} = Rata-rata dari seri data X
- X = Seri data maksimum tiap tahun
- S = Simpangan baku
- K = Faktor frekuensi
- n = Jumlah data

Uji Kesesuaian Distribusi (The Goodness Fittest Test)

Pemeriksaan uji kesesuaian pada distribusi bertujuan untuk mengetahui kesesuaian data yang tersedia dengan distribusi yang digunakan. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui kebenaran analisa curah hujan baik terhadap simpangan data vertikal maupun simpangan data horizontal, apakah pemilihan distribusi yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana diterima atau ditolak, maka perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi. Uji ini dilakukan secara vertikal dengan metode *Chi Kuadrat* dan secara horizontal dengan metode *Smirnov Kolmogorof*.

Uji secara vertikal dengan Chi Kuadrat

Langkah perhitungannya adalah :

1. Membagi data menjadi beberapa kelas. Jumlah kelas distribusi dihitung dengan persamaan :
 $G = 1 + 3,22 \log n$
 Di mana :
 G : Jumlah kelas
 n : Jumlah data
2. Menentukan Dk dengan cara :
 $Dk = G - R - 1$
 Keterangan :
 G : Jumlah kelas
 R : Rasio = 2
3. Menentukan nilai χ kritis dengan melihat tabel Nilai Kritis Uji *Chi-Square*.
4. Menghitung nilai P(X) dengan rumus :
 $P(X) = 1 - \text{Probabilitas}$
5. Menentukan nilai K melalui tabel Nilai Variabel *Reduksi Gauss*
6. Menghitung nilai X yang akan dimasukkan ke dalam tabel, dengan persamaan :
 $X = \bar{X} + K \cdot S$
 Keterangan :
 \bar{X} : Curah hujan rata - rata

K : Nilai variabel reduksi *Gauss*

S : Standar deviasi

7. Memasukkan nilai yang diharapkan (Ei)

$$Ei = \frac{n}{G}$$

Keterangan :

n : Jumlah data

G : Jumlah kelas

8. Memasukkan nilai yang diamati (Oi) melalui pengamatan berdasarkan nilai X.

9. Menghitung nilai χ^2 , dengan rumus : (Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Dr. Ir Suripin M.Eng)

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

Keterangan :

χ^2 : Parameter *Chi-Square* terhitung

O_i : Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

E_i : Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

10. Membandingkan nilai $\Sigma \chi^2$ dengan nilai χ kritis. Apabila $\Sigma \chi^2 < \chi$ kritis maka metode frekuensi dapat diterima untuk data yang ada.

Uji Secara Horizontal dengan Smirnov Kolmogorof

Uji ini digunakan untuk menguji simpangan secara horizontal, yaitu merupakan selisih atau simpangan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris (Δ maks).

Dalam bentuk persamaan dapat di tulis:

$$\Delta \text{ maks} = [P(X) - P^1(X)]$$

Dengan :

Δ maks : Selisih data probabilitas teoritis dan empiris

P(X) : Peluang empiris

P¹(X) : Peluang teoritis

Langkah perhitungannya adalah :

1. Data diurutkan dari kecil ke besar.
2. Menghitung peluang empiris (Pe) dengan menggunakan rumus *Weibull* (Hadisusanto, 2011).
 $Pe = \frac{m}{n+1}$
 Dengan :
 Pe = peluang empiris
 m = nomor urut data
 n = banyaknya data
3. Menghitung peluang teoritis (R) dengan rumus
 $Pt = 1 - Pr$
 Dengan :
 Pr = Probabilitas yang terjadi
4. Menghitung simpangan maksimum (Δ_{maks}) dengan rumus :

$$\Delta_{maks} = |Pt - Pe|$$

Dimana :

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

Pt = Peluang teoritis (Probabilitas).

Pe = Peluang empiris.

Perhitungan Debit Banjir Rancangan Metode Rasional

Untuk menghitung laju aliran puncak yang umum dipakai adaah metode *Rasional USSCS* (1973). Adapun persamaan matematik metode rasional dinyatakan dalam bentuk :

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

Dengan :

Q : Debit banjir (m^3/dt)

C : Koefisien Pengaliran

I : Intensitas hujan (mm/jam)

A : Luas DAS (km^2)

Daerah Tangkapan Air (*Catchment Area*)

Luas tangkapan air (*Catchment Area*) adalah daerah pengaliran yang menerima curah hujan selama waktu tertentu (Intensitas Hujan) sehingga menimbulkan debit limpasan yang harus ditampung oleh saluran hingga mengalir ke ujung saluran (*outlet*), untuk menghitung luas area tangkapan air dapat digunakan rumus :

$$A = \frac{1}{2}(X_1.Y_2 + X_2.Y_3 + \dots + X_n.Y_{n+1} - Y_1.X_2 - Y_2.X_3 - \dots - Y_n.X_{n+1})$$

Dimana :

A = Luas area (km^2).

$X_1, X_2, X_3, X_n, \dots$ = Titik kordinat sumbu x yang ditinjau dari peta topografi.

$Y_1, Y_2, Y_3, Y_n, \dots$ = Titik kordinat sumbu y yang ditinjau dari peta topografi.

Koefisien Limpasan (C)

Koefisien limpasan/pengaliran (C) adalah suatu koefisien yang menunjukkan perbandingan antara besarnya jumlah air yang dialirkan oleh suatu jenis permukaan terhadap jumlah air yang ada. Bila daerah pengaliran terdiri dari kondisi permukaan yang memiliki nilai C berbeda, maka harga C rata-rata ditentukan dengan rumus :

$$C = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + \dots}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots}$$

Keterangan :

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.

Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi suatu DAS adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik control) setelah tanah menjadi jenuh dan depresi depresi kecil terpenuhi. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh *Kirpich* (1940), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$T_c = 0,0195 \left(\frac{L_s}{\sqrt{S}} \right)^{0,77} \text{ menit}$$

dengan :

L_s = panjang saluran (m)

S = kemiringan rerata saluran *slope*

Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan untuk t_c tertentu dapat dihitung dengan rumus *Mononobe*.

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

dengan :

I : intensitas hujan (mm/jam)

t : lamanya hujan, menit untuk (1) sampai (3), jam untuk (4)

Sistem Banjir Kanal

Banjir kanal merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi beban banjir di pusat kota. Konsep dasar banjir kanal tidak jauh berbeda dengan "jalan tol" dalam sistem transportasi jalan raya, yaitu mengurangi beban lalu lintas dalam kota dan meningkatkan dimensi kapasitasnya.

Perhitungan Kapasitas Sungai Dengan Periode Kala Ulang

Perhitungan dimensi saluran digunakan rumus *kontinuitas* dan rumus *manning*, sebagai berikut :

$$Q = V \cdot A$$

$$V = (1/n) \cdot r^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Dimana :

Q = Debit pengaliran (m^3/dt)

V = Kecepatan rata - rata aliran (m/dt)

A = Luas penampang basah sungai (m^2)

n = Koefisien kekerasan manning

r = Jari - jari hidraulik

S = Kemiringan dasar sungai

Bentuk Penampang Yang Ekonomis

Penampang melintang Kanal yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar tertentu. Salah satunya adalah saluran berbentuk Segi Empat.

Luas penampang melintang A dan keliling basah P saluran dengan penampang melintang berbentuk Segi Empat dengan lebar dasar B dan

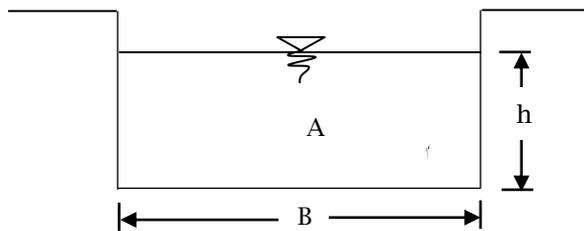
kedalaman air h dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$A = B \cdot h$$

$$B = \frac{A}{h}$$

$$P = B + 2h$$

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



A = Luas Penampang
 B = Lebar Dasar Saluran
 P = Keliling Basah
 h = Tinggi Air

Gambar 3. Penampang Melintang Saluran

P minimum.

$$\frac{dA}{dh} = \frac{A}{h^2} + 2$$

atau

$$A = 2h^2$$

$$B \cdot h = 2h^2$$

Jadi, penampang Segi Empat yang paling efisien adalah jika :

$$B = 2h$$

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

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

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian



Gambar 4. Lokasi Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

a. Pengumpulan data sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi terkait yaitu Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Timur, Balai Wilayah Sungai Kalimantan III (Unit Hidrologi) dan instansi terkait lainnya.

b. Pengumpulan Data Primer

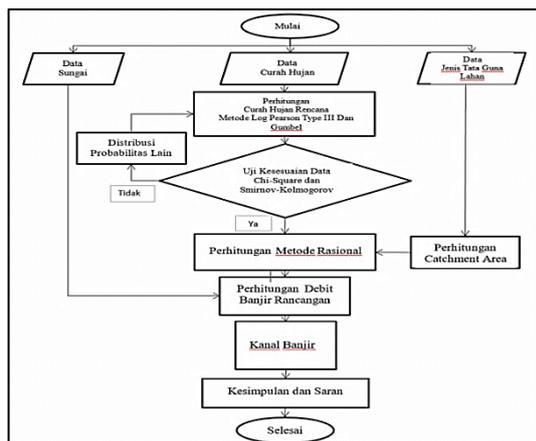
Melakukan survey daerah genangan dan penyebabnya di daerah Sub DAS Sungai. Data Primer diperoleh dengan cara survei langsung di lapangan. Survei yang dilakukan adalah :

Teknik Analisis Data

Tahap analisis data merupakan tindak lanjut setelah pengolahan data selesai dilakukan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memahami dan menganalisis hasil pengolahan secara mendalam, terutama hal :

1. Menganalisa besarnya debit banjir rancangan Sub DAS Sungai Keledang Jalan Cipto Mangun Kusumo - Jalan APT. Pranoto dengan kala ulang 10 dan 25 tahun.
2. Menganalisa dimensi penampang saluran yang ekonomis untuk kanal banjir Sub Das Sungai Keledang “Studi Kasus Drainase Jalan Cipto Mangun Kusumo - Jalan APT. Pranoto” di Kota Samarinda Seberang dengan Kala Ulang 25 Tahun

Dari desain penelitian ini dapat dibuat alur kerja (Flow Chart) seperti :



Gambar 5. Flow Chart Penelitian

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi diperlukan untuk menghitung besarnya debit rancangan yang akan dipakai dalam perhitungan kapasitas volume tampungan sungai. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan maksimum harian Kota Samarinda. Berikut adalah data curah hujan maksimum harian selama 20 tahun yang pengamatannya dilakukan di stasiun pencatat curah hujan Badan Meterologi dan Geofisika Kota Samarinda

Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Perhitungan Curah Hujan Metode Gumbel

	(Xi - \bar{X})	(Xi - \bar{X}) ²	(Xi - \bar{X}) ³	(Xi - \bar{X}) ⁴
1	70	4900	343000	24010000
2	70	4900	343000	24010000
3	70	4900	343000	24010000
4	2000	83,8	-149,270	22281,53
5	2001	101,6	-131,470	17284,36
6	2002	64,5	-168,570	28415,84
7	2003	87,7	-145,370	21132,44
8	2004	118,2	-114,870	13195,12
9	2005	108	-125,070	15642,50
10	2006	132,1	-100,970	10194,94
11	2007	339,7	106,630	11369,96
12	2008	501	267,930	71786,48
13	2009	309,1	76,030	5780,56
14	2010	320,1	87,030	7574,22
15	2011	319,2	86,130	7418,38
16	2012	372	138,930	19301,54
17	2013	363,1	130,030	16907,80
18	2014	447,8	214,730	46108,97
19	2015	344,8	111,730	12483,59
20	2016	352	118,930	14144,34
$\Sigma =$	4661,4	2,27374E-13	395570,30	14618770,30
				12169956822,66

(Sumber : Hasil Perhitungan)

dan Koefisien *Kurtosis* (C_k) = 1,64, nilai tersebut tidak memenuhi syarat metode *Gumbel* yang

Dari hasil perhitungan distribusi curah hujan dengan menggunakan metode *Gumbel* diatas didapat nilai Koefisien kemencengan (C_s) = 0,28

seharusnya $C_s \sim 1.14$ dan nilai $C_k \sim 5.4$. Karena dari hasil perhitungan dengan metode *Gumbel*

tidak memenuhi syarat maka digunakan metode *Log Person Type III* karena memiliki nilai Cs

tidak dibatasi.

Tabel 2. Perhitungan Curah hujan Dengan Metode *Log Person Type III*

NO	TAHUN	X (mm)	Log X (mm)	log Xi - log \bar{X} '	(log Xi - log \bar{X}) ²	(log Xi - log \bar{X}) ³
1	1997	94,6	1,975891136	-0,298091467	0,08885852	-0,026487967
2	1998	85	1,929418926	-0,344563678	0,11872413	-0,040908022
3	1999	117,1	2,068556895	-0,205425709	0,04219972	-0,008668908
4	2000	83,8	1,923244019	-0,350738585	0,12301756	-0,043147003
5	2001	101,6	2,006893708	-0,267088896	0,07133648	-0,019053181
6	2002	64,5	1,809559715	-0,464422889	0,21568862	-0,100170732
7	2003	87,7	1,942999593	-0,330983010	0,10954975	-0,036259107
8	2004	118,2	2,072617477	-0,201365127	0,04054791	-0,008164936
9	2005	108	2,033423755	-0,240558848	0,05786856	-0,013920794
10	2006	132,1	2,120902818	-0,153079786	0,02343342	-0,003587183
11	2007	339,7	2,531095547	0,257112943	0,06610707	0,016996982
12	2008	501	2,699837726	0,425855122	0,18135259	0,077229927
13	2009	309,1	2,490099005	0,216116401	0,04670630	0,010093997
14	2010	320,1	2,505285674	0,231303070	0,05350111	0,012374971
15	2011	319,2	2,504062883	0,230080279	0,05293693	0,012179745
16	2012	372	2,570542940	0,296560336	0,08794803	0,026081898
17	2013	363,1	2,560026249	0,286043645	0,08182097	0,023404368
18	2014	447,8	2,651084089	0,377101486	0,14220553	0,053625917
19	2015	344,8	2,537567257	0,263584653	0,06947687	0,018313037
20	2016	352	2,546542663	0,272560060	0,07428899	0,020248211
			45,479652075	-1,776E-15	1,74756905	-0,029818782

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan distribusi curah hujan dengan menggunakan metode *Log Person Type III* diatas didapat nilai Koefisien kemencengan (Cs) = -0,0625, nilai tersebut memenuhi syarat maka digunakan metode *Log Person Type III* karena memiliki nilai Cs tidak dibatasi

kala ulang hujan rancangan metode *Log Pearson Type III* 10 tahun = 463,05 mm dan 25 Tahun = 634,74 mm

Uji Kesesuaian Distribusi (The Goodness Fittest Test)
Uji *Smirnov Kolmogorof*

Tabel 3. Uji *Smirnov Kolmogorov* dari Metode *Log Person Type III*

NO	Log X (mm)	P(x) = M/(n+1)	P(x<)	f(t) = (Xi - Xrt)/Sd	P'(x) = M/(n-1)	P'(x<)	$\Delta (P(x<) - P'(X<))$ (%)
1	3	4	5=nilai 1-4	6	7	8 = nilai 1-7	9 = 5-8
1	1,810	0,048	0,952	-11,183	0,053	0,947	0,005
2	1,923	0,095	0,905	-9,488	0,105	0,895	0,010
3	1,929	0,143	0,857	-9,396	0,158	0,842	0,015
4	1,943	0,190	0,810	-9,193	0,211	0,789	0,020
5	1,976	0,238	0,762	-8,703	0,263	0,737	0,025
6	2,007	0,286	0,714	-8,241	0,316	0,684	0,030
7	2,033	0,333	0,667	-7,845	0,368	0,632	0,035
8	2,069	0,381	0,619	-7,321	0,421	0,579	0,040
9	2,073	0,429	0,571	-7,261	0,474	0,526	0,045

10	2,121	0,476	0,524	-6,541	0,526	0,474	0,050
11	2,490	0,524	0,476	-1,036	0,579	0,421	0,055
12	2,504	0,571	0,429	-0,828	0,632	0,368	0,060
13	2,505	0,619	0,381	-0,810	0,684	0,316	0,065
14	2,531	0,667	0,333	-0,425	0,737	0,263	0,070
15	2,538	0,714	0,286	-0,329	0,789	0,211	0,075
16	2,547	0,762	0,238	-0,195	0,842	0,158	0,080
17	2,560	0,810	0,190	0,006	0,895	0,105	0,085
18	2,571	0,857	0,143	0,163	0,947	0,053	0,090
19	2,651	0,905	0,095	1,364	1,000	0,000	0,095
20	2,700	0,952	0,048	2,091	1,053	-0,053	0,100

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Uji *smirnov kolmogorov test* Data = 20, Signifikan (%) = 5, $\Delta_{tabel} = 29\%$, $\Delta_{maks} = 10,03\%$, Kesimpulan : Nilai $\Delta_{maks} = 10,03\% <$ dari $\Delta_{cr} = \alpha (0,05) = 29\%$ (tabel) maka data tersebut **dapat diterima dan memenuhi syarat.**

Uji Chi-kuadrat

$G = 1 + 3,22 \log n = 5,189 = 6$ kelompok, $E_i = n/G = 3,33$

Tabel 4. Uji Chi Kuadrat dari Metode *Log Person Type III*

NO	NILAI BATAS SUB KELOMPOK			JUMLAH DATA		(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² / E _i
				O _i	E _i		
1	20,9	<=	108,150	7	3,33	13	4,03
2	108,150	<P<	195,450	3	3,33	0	0,03
3	195,450	<P<	309,100	1	3,33	5	1,63
4	309,100	<P<	396,400	7	3,33	13	4,03
5	396,400	<P<	483,700	1	3,33	5	1,63
6	P	>=	483,700	1	3,33	5	1,63
Jumlah				20	20		13,00

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Harga *Chi-Square* = 13,00 %, Harga *Chi-Square* Kritis = 7,822 % Tingkat Kepercayaan 95 %

Interprestasi Hasil = Persamaan distribusi teoritis dapat diterima.

Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Tabel 5. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Dengan Kala Ulang 10 dan 25 Tahun

No	SALURAN	L (m)	S	T _c (Menit)	T _c (Jam)	R ₂₄ (mm)		I (mm/jam)	
						10 tahun	25 tahun	10 tahun	25 tahun
1	SEGMENT 1	825,00	0,0034	30,5212	0,5087	463,05	634,74	251,917	345,321
2	SEGMENT 2	275,00	0,0021	15,7128	0,2619	463,05	634,74	392,183	537,595
3	SEGMENT 3	727,00	0,0038	26,7301	0,4455	463,05	634,74	275,205	377,245

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Koefisien Limpasan

Tabel 6. Koefisien Limpasan

NO	Sub Das	Koefisien Pengaliran (C)	Luasan (A) (Km ²)	C _{Total}	
1	SEGMENT 1	Kawasan Khusus	0,85	0,084	0,6085
		Kantor	0,8	0,001	
		Rawa	0,15	0,027	
		Perumahan	0,6	0,941	
2	SEGMENT 2	Perumahan	0,75	0,091	0,7041
		Industri	0,6	0,04	
3	SEGMENT 3	Perumahan	0,75	0,612	0,7500

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Tabel 7. Perhitungan Debit Banjir Rancangan

No	SALURAN	C	I (mm/jam)		A (km ²)	Qah (m ³ /dt)	
			10 Tahun	25 Tahun		10 Tahun	25 Tahun
1	SEGMENT 1	0,609	251,917	345,321	1,052	44,838	61,463
2	SEGMENT 2	0,704	392,183	537,595	0,131	10,058	13,787
3	SEGMENT 3	0,750	275,205	377,245	0,612	35,117	48,137

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Dimensi Kanal yang Ekonomis

Dengan mengetahui Debit Banjir rancangan dengan kala ulang 25 Tahun pada tiap potongan melintang Segmen Kanal (1, 2, dan 3) maka dapat direncanakan dimensi saluran yang ekonomis sebagai berikut (dengan asumsi saluran berbentuk Segi Empat)

Untuk Segmen 1

Debit aliran = 61,463 m³/ dt.

Koefisien kekasaran = 0,013

maka :

$$A = 2h^2 \quad R = \frac{h}{2}$$

Dengan menggunakan rumus Manning, maka

$$Q = A \cdot V$$

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

$$Q = 61,463 \text{ m}^3/\text{dt}; n = 0,013; S = 0,0034$$

$$61,463 = 2h^2 \times \frac{1}{0,013} \left(\frac{h}{2}\right)^{\frac{2}{3}} 0,0034^{\frac{1}{2}}$$

$$h^{\frac{8}{3}} = 10,8279$$

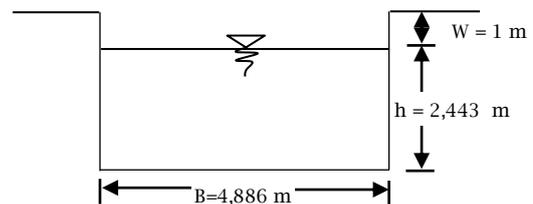
$$h = 2,443 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} B &= 2h \\ &= 2 \cdot 2,443 \\ &= 4,886 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= \sqrt{\frac{h}{2}} = \sqrt{\frac{2,443}{2}} \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

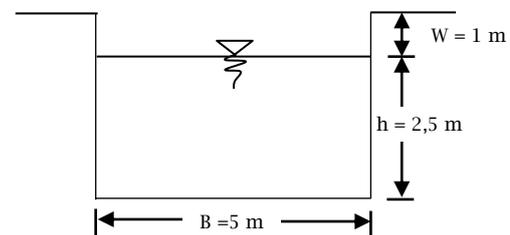
Jadi, dimensi yang ekonomis untuk Kanal Segmen 1 adalah dengan lebar dasar B = 4,886

m dan tinggi air h = 2,443 m, dengan tinggi jagaan (w = 1 m)



Gambar 6. Dimensi Kanal Berbentuk Segi Empat Segmen 1 (hitungan)

Diusulkan untuk pelaksanaan di lapangan menggunakan dimensi saluran sebagai berikut :



Gambar 7. Dimensi Kanal Berbentuk Segi Empat Segmen 1

Kesimpulan

Berdasarkan hasil Perhitungan Kanal Sebagai Alternatif Pengendalian Banjir Sub DAS Sungai Keledang pada "Studi Kasus Drainase Jalan Cipto Mangun Kusumo - Jalan APT. Pranoto" dengan dimensi kanal banjir dapat disimpulkan :

1. Besarnya debit rancangan kala ulang 10 dan 25 tahun disajikan sebagai berikut :
 - a. Segmen 1
 - Debit Banjir Rancangan Kala ulang 10 Tahun = 44,838 m³/dt
 - Debit Banjir Rancangan Kala ulang 25 Tahun = 61,463 m³/dt
 - b. Segmen 2
 - Debit Banjir Rancangan Kala ulang 10 Tahun = 10,058 m³/dt
 - Debit Banjir Rancangan Kala ulang 25 Tahun = 13,787 m³/dt
 - c. Segmen 3
 - Debit Banjir Rancangan Kala ulang 10 Tahun = 35,117 m³/dt
 - Debit Banjir Rancangan Kala ulang 25 Tahun = 48,137 m³/dt
2. Dengan mengetahui Debit Banjir rancangan dengan kala ulang 25 Tahun pada tiap prototipe Segmen Kanal (1, 2, dan 3) maka dapat direncanakan dimensi saluran yang ekonomis sebagai berikut (dengan asumsi saluran berbentuk Segi Empat)
 - a. Dimensi yang ekonomis untuk Kanal Segmen 1 adalah dengan lebar dasar B = 5 m dan tinggi air h = 2,5 m, dengan tinggi jagaan (w = 1 m)
 - b. Dimensi yang ekonomis untuk Kanal Segmen 2 adalah dengan lebar dasar B = 3,5 m dan tinggi air h = 2,4 m, dengan tinggi jagaan (w = 0,8 m)
 - c. Dimensi yang ekonomis untuk Kanal Segmen 3 adalah dengan lebar dasar B = 4,5 m dan tinggi air h = 2,2 m, dengan tinggi jagaan (w = 1 m)

Saran

1. Perencanaan Kanal Banjir ini dapat dilengkapi dengan menambah perhitungan kala ulang *Transportasi Sedimen* dan pasang surut (*back water*) air Sungai Mahakam sebagai penyebab banjir dan sedimentasi, sehingga dapat ditemukan sistem pengendali banjir dengan alternatif lain yang tepat.
2. Operasional dan Perawatan Kanal Banjir terhadap Sedimentasi sebaiknya dilakukan sekitar 6 bulan sekali, tetapi tidak menutup kemungkinan dilakukan lebih cepat perawatannya jika proses sedimentasi terjadi terlalu cepat dikarenakan faktor cuaca dan pulau Kalimantan dengan hutannya memiliki iklim Tropical Basah dimana hujan terjadi sepanjang tahun serta dikhawatirkan pengaruh tersebut menjadi dampak yang buruk pada Kanal tersebut, seperti : kedalaman kanal menjadi dangkal, dengan alternatif penanganan dan perawatannya dilakukan dengan cara pengerukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Bandar Udara Temindung, 2017 (Data Curah Hujan Kota Samarinda).
- Badan Standarisasi Nasional. 1989, Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, SNI 03-3424-1994.
- Sosrodarsono, Suyono & Takeda. 1983, Hidrologi Untuk Pengairan. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta.
- Soemarto, C.D., 1995. Hidrologi Teknik. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Suripin. 2004, Sistem Drainase Yang Berkelanjutan. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang. 2008. Hidrologi Terapan. Beta Offset. Yogyakarta