

JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

P-ISSN NO. 2598-9758 E-ISSN NO. 2598-8581

VOL. 7, NO. 1, JUNI 2023



Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Banjarmasin
bekerjasama dengan
Jurusan Teknik Sipil - Politeknik Negeri Banjarmasin

JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI BANJARMASIN

Jurnal Gradasi Teknik Sipil diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Banjarmasin. Ruang lingkup makalah meliputi Bidang Teknik dan Manajemen dengan konsentrasi Bidang Transportasi, Geoteknik, Struktur, Keairan dan Manajemen Konstruksi. Isi makalah dapat berupa penyajian isu aktual di bidang Teknik Sipil, review terhadap perkembangan penelitian, pemaparan hasil penelitian, dan pengembangan metode, aplikasi, dan prosedur di bidang Teknik Sipil. Makalah ditulis mengikuti panduan penulisan.

Penanggung Jawab

Nurmahaludin, ST, MT.

Dewan Redaksi

Ketua : Dr. Fitriani Hayati, ST, M.Si.
Anggota : Riska Hawinuti, ST, MT.
Nurfitriah, S.Pd, MA.
Kartini, S.T, M.T
Mitra Yadiannur, M.Pd

Reviewer

Dr. Ir. Yanuar Jarwadi Purwanto, MS. (Institut Pertanian Bogor)
Dr. Ir. M. Azhar, M. Sc. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)
Dr. Ir. Endang Widjajanti, MT. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)
Dr. Reza Adhi Fajar, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)
Dr. Yusti Yudiawati, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)
Dr. Astuti Masdar, ST, MT. (Sekolah Tinggi Teknologi Payukumbuh)

Editing dan Tata Bahasa

Nurfitriah, S.Pd., MA.

Desain dan Tata Letak

Mitra Yadiannur, M.Pd

Alamat Redaksi

Jurusan Gradasi Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjen H. Hasan Basri 70123
Banjarmasin Telp/Fax 0511-3307757; Email: gradasi.tekniksipil@poliban.ac.id

JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGARUH VARIASI PENGGUNAAN SERAT POLYPROPYLENE TERHADAP UJI KUAT TARIK BELAH BETON RINGAN <i>Agus Dwianto, Sartika Nisumanti, Utari Sriwijaya Minaka</i>	1-6
KAJIAN PARAMETER MARSHALL LIMBAH CANGKANG ALE-ALE DAN ABU BATU SEBAGAI FILLER CAMPURAN LAPIS ASPAL BETON <i>Ahmad Ravi, Betti Ses Eka Polonia</i>	7-17
ANALISIS PENGARUH WAKTU TERHADAP REMBESAN DAN GERUSAN PADA SEKAT KANAL BENTANG 25 METER DENGAN UJI MODEL FISIKA <i>Rezalino Arlendo, Haiki Mart Yupi, I Made Kamiana</i>	18-27
RANCANGAN PERMODELAN DAN ESTIMASI BIAYA HUNTARA KOMUNAL UNTUK KORBAN BANJIR <i>Aunur Rafik, Rinova Firman Cahyani, Mitra Yadiannur</i>	28-41
KINERJA <i>U-TURN</i> DI RUAS JALAN GEORGE OBOS - SISINGAMANGARAJA KOTA PALANGKA RAYA <i>Cahyo Hadi Panoto, Ina Elvina, Murniati</i>	42-50
ANALISA KAPASITAS SALURAN DRAINASE PADA JALAN SIMPANG SUNGAI MESA KOTA BANJARMASIN <i>Fakhrurrazi, Abdul Khaliq, Faryanto Effendie</i>	51-64
PERHITUNGAN DAYA DUKUNG FONDASI TANGKI PANEL 16M ³ DI STO ULIN A. YANI KOTA BANJARMASIN <i>Muhammad Firdaus, Luki Wicaksono, Ruspiansyah, Rinda Meilatul Janah</i>	65-70
PEMANFAATAN LIMBAH ABU BATU BARA SEBAGAI <i>FILLER</i> PADA LATASTON LAPIS AUS (HRS-WC) <i>Rifanie Gazalie, Muhammad Fauzi, Riska Hawinuti, Muhammad Helmi</i>	71-85

ANALISA BATUAN ANDESIT SEBAGAI PONDASI GEOLOGI
BENDUNGAN TAPIN

*Muhammad Amril Asy'ari, Sofwan Hadi, Selo Bhuwono Kahar, Amir
Rahman Radiani, Maharto Kristyiono*

86-99

INVESTIGASI KERUSAKAN PADA STRUKTUR GEDUNG
PLASA TELKOM PADANG
SIDEMPUAN

Rachmat Hakiki

100-108

ANALISIS KINERJA JALAN BOUQAQ KOTA TANGERANG
AKIBAT PENERAPAN SISTEM SATU ARAH (SSA)

Nathanael Soarota, Adita Utami

109-114

ANALISIS KAPASITAS DRAINASE TERHADAP GENANGAN
AIR PADA JALAN TRIP YUNUS KOTA PAGAR ALAM

Fameira Dhiniati, Lily Endah Diansari, Rafiko Yuriansyah

115-121

ANALISA KAPASITAS SALURAN DRAINASE PADA JALAN SIMPANG SUNGAI MESA KOTA BANJARMASIN

Fakhrurrazi^{1*}, Abdul Khaliq², Faryanto Effendie³

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil Dan Kebumihan, Politeknik Negeri Banjarmasin, Indonesia

e-mail: fakhrurrazi@poliban.ac.id (corresponding author)

Abstrak

Kota Banjarmasin merupakan wilayah yang penduduknya cukup padat khususnya pada Jalan Simpang Sungai Mesa, sering terjadi masalah saat musim hujan yaitu banyaknya genangan di jalan yang mengganggu aktivitas warga sekitar, perlu adanya pengamatan lebih lanjut pada dimensi saluran drainase untuk menganalisa kapasitas saluran drainase dengan memperhitungkan pengaruh debit hujan. Dalam penentuan debit hujan rancangan diperlukan data hujan harian maksimum dari 3 pos hujan yang berada dekat lokasi penelitian. Kemudian dilakukan proses analisa frekuensi untuk mendapatkan tinggi hujan rancangan (sesuai luas catchment area). Setelah itu dilakukan perhitungan debit hujan rancangan (Q_h) yang akan mengalir disaluran dengan memperhitungkan tata guna lahan. Perhitungan debit hujan rancangan (Q_h) menggunakan metode rasional dengan rumus: $Q_h = \alpha \cdot \beta \cdot I_t \cdot A$. Untuk saluran dilakukan pengukuran dilapangan yaitu dimensi saluran, bahan saluran dan kemiringan saluran. Selanjutnya dihitung debit saluran ($Q_s = F_s \cdot V$). Bila Q_s lebih besar atau sama dengan Q_h , maka saluran mampu mengalirkan aliran air hujan, dan tidak terjadi genangan pada lahan sekitar saluran. Tetapi sebaliknya bila Q_s lebih kecil dari Q_h , maka perlu perbaikan atau perubahan dimensi saluran (yaitu perubahan pada tinggi saluran). Hasil perhitungan menunjukkan Debit saluran eksisting (Q_s) adalah $0,4409 \text{ m}^3/\text{detik}$ dimana nilainya lebih rendah dari Debit hujan rancangan periode ulang 2 tahun ($Q_h = 0,6965 \text{ m}^3/\text{detik}$) maka dari hasil tersebut dinyatakan Tidak Memenuhi Syarat (terjadi genangan dilahan sekitar saluran) dan perlu adanya perancangan ulang dimensi saluran drainase pada Jalan Simpang Sungai Mesa Kota Banjarmasin. Hasil perubahan rancangan tinggi saluran dari yang semula/eksisting 0,58 meter menjadi 0,86 meter dimana lebar saluran tetap 0,5 meter dan kemiringan saluran 0,004. Dimensi eksisting (lebar 0,5 meter, tinggi saluran 0,58 meter dan kemiringan saluran 0,004) hanya mampu mengalirkan debit hujan periode ulang 1,08 tahun. Perancangan akhir dimensi saluran (lebar 0,5 meter, tinggi saluran 0,86 meter, dan kemiringan saluran 0,004), didapat debit saluran lebih besar atau sama dengan debit hujan ($Q_{\text{saluran}} \geq Q_{\text{hujan}}$).

Kata Kunci: Analisa, Debit Hujan, Kapasitas Saluran.

Abstract

The city of Banjarmasin is an area with a fairly dense population, especially on Jalan Simpang Sungai Mesa, problems often occur during the rainy season, namely the many puddles on the roads that interfere with the activities of local residents. Rain. In determining the design rain discharge, maximum daily rainfall data is needed from 3 rain posts near the research location. Then a frequency analysis process is carried out to obtain the design rain height (according to the area of the catchment area). After that, the design rain discharge (Q_h) is calculated which will flow in the canal by taking into account land use. The design rain discharge (Q_h) calculation uses the rational method with the formula: $Q_h = \alpha \cdot \beta \cdot I_t \cdot A$. For channels, field measurements were carried out, namely channel dimensions, channel material and channel slope. Next, the channel discharge is calculated ($Q_s = F_s \cdot V$). If Q_s is

History of article:

Received: 31 Oktober, Revised: 12 Juni 2023 Published: 30 Juni 2023

greater than or equal to Q_h , then the canal is capable of draining rainwater, and no inundation occurs on the land around the canal. But on the other hand, if Q_s is less than Q_h , it is necessary to repair or change channel dimensions (namely changes in channel height). The calculation results show that the existing canal discharge (Q_s) is 0.4409 m³/second, which is lower than the 2-year return period design rain discharge ($Q_h = 0.6965$ m³/second). around the canal) and the need for a redesign of the dimensions of the drainage channel on Jalan Simpang Sungai Mesa, Banjarmasin City. The result of changing the design of the channel height from the original/existing 0.58 meters to 0.86 meters where the channel width remains 0.5 meters and the channel slope is 0.004. The existing dimensions (0.5 meter wide, 0.58 meter high and 0.004 channel slope) are only capable of flowing rain discharge with a return period of 1.08 years. The final design of the channel dimensions (0.5 meter wide, 0.86 meter high, and 0.004 slope), obtained that the channel discharge is greater than or equal to the rain discharge ($Q_{channel} \geq Q_{hujan}$).

Keywords: Analysis, Rain Discharge, Channel Capacity

I. PENDAHULUAN

Drainase diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang mengajari tentang usaha untuk mengalirkan air yang berlebih dalam konteks pemanfaatan yang tertentu. Drainase Perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota. (H.A Halim Hasmar, 2012).

Kota Banjarmasin merupakan wilayah yang penduduknya cukup padat khususnya pada Jalan Simpang Sungai Mesa, sering terjadi adanya genangan di jalan saat hujan (saluran drainase meluap) sehingga mengganggu aktivitas masyarakat yang melintas pada jalan tersebut. Dengan kejadian tersebut perlu adanya perancangan ulang pada dimensi saluran drainase (tinggi saluran). Pada saat musim hujan muncul masalah, yaitu genangan air di jalan yang diakibatkan oleh air hujan yang tidak mengalir dengan baik. Hal ini disebabkan adanya sampah di saluran yang menyumbat aliran air hujan. Selain itu juga perlu perhitungan ulang dimensi saluran drainase. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran pada dimensi saluran kondisi eksisting untuk analisa kapasitas saluran drainase dengan memperhitungkan pengaruh debit hujan periode ulang tertentu. Foto-foto saluran eksisting diperlihatkan Gambar 1.



Gambar 1. Saluran Drainase Eksisting

Pengukuran saluran drainase pada Jalan Simpang Sungai Mesa yaitu sepanjang 450 meter. Tujuan Penelitian :

1. Menghitung Debit hujan periode ulang (Q_h) pada saluran Jalan Simpang Sungai Mesa.
2. Menghitung Debit Saluran Drainase kondisi eksisting (Q_s) pada Jalan Simpang Sungai Mesa.
3. Analisa Kapasitas saluran drainase pada Jalan Simpang Sungai Mesa

II. METODE PENELITIAN

Langkah atau prosedur penelitian yaitu :

1. Lakukan Uji homogenitas (Uji-t) pada data-data dari 3 stasiun hujan untuk mengetahui apakah data-data tersebut berasal dari populasi yang sama (Homogen). Setelah dinyatakan homogen, maka selanjutnya dilakukan perhitungan hujan harian maksimum tiap tahun, misalnya dengan cara rata-

rata aljabar. 2 Cara lain adalah dengan poligon thiessen dan Isohyet.

2. Lakukan perhitungan Analisa Frekuensi yang terdiri dari perhitungan distribusi probabilitas (Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III) dan Uji distribusi probabilitas (Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorof). Dari hasil perhitungan Analisa Frekuensi didapat nilai tinggi hujan rancangan atau tinggi hujan periode ulang tertentu (X_T) yang nantinya digunakan dalam perhitungan debit hujan pada perhitungan drainase. Dalam penentuan tinggi hujan periode ulang pada perhitungan drainase adalah berdasarkan pada tabel 1.

TABEL 1. Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota & Luas Daerah Pengaliran

Tipologi Kota	Catcment Area (Ha)			
	< 10	10 – 100	100 – 500	> 500
Kota Metropolitan	2 thn	2 - 5 thn	5 - 10 thn	10 - 25 thn
Kota Besar	2 thn	2 - 5 thn	2 - 5 thn	5 - 20 thn
Kota Sedang	2 thn	2 - 5 thn	2 - 5 thn	5 - 10 thn
Kota Kecil	2 thn	2 thn	2 thn	2 - 5 thn

(Sumber: I Made Karmiana, 2011)

Hujan yang terjadi menyebabkan adanya air hujan yang kemungkinan, sebagian besar menggenang dan mengalir dipermukaan tanah (run off) dan sebagian kecil meresap (infiltrasi) ke dalam tanah. Jika pada permukaan tanah terjadi genangan lebih besar dari infiltrasi, maka untuk pengaliran air digunakan drainase muka tanah. Distribusi Probabilitas Gumbel dilakukan dengan rumus-rumus berikut:

$$X_T = X + S \times K \quad (1)$$

Keterangan rumus :

X_T = tinggi hujan rencana periode ulang T

X = nilai rata-rata dari data hujan

S = Standar deviasi dari data hujan

K = faktor frekuensi gumbel ; $K = (Y_t - Y_n) / S_n$

Y_t = reduced variate = $-\ln -\ln(T-1)/T$

S_n = Reduced Standard deviasi

Y_n = Reduced mean.

Perhitungan hujan rencana Distribusi Probabilitas Normal, dilakukan dengan rumus-rumus berikut:

$$X_T = X + K_T \times S \quad (2)$$

Keterangan rumus:

X_T = Hujan rencana dengan periode ulang T

X = Nilai rata-rata dari data hujan (X) mm.

S = Standar deviasi dari data hujan (X) mm.

K_T = Faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T pada tabel Variabel Reduksi Gauss

Perhitungan hujan rencana Distribusi Log Normal, dilakukan dengan rumus-rumus berikut:

$$\log X_T = \log X + K_T \times S \log X \quad (3)$$

Keterangan rumus:

$\log X_T$ = nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T

$\log X = (\sum \log X_i) / n$

$S \log X = (\sum (\log X_i - \log X)^2 / (n-1))^{0,5}$

K_T = Faktor Frekuensi, nilainya bergantung dari T

Perhitungan hujan rencana Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III dengan rumus-rumus berikut:

$$\log X_T = \log X + K_T \times S \log X \quad (4)$$

Keterangan Rumus :

$\log X_T$ = nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T

$\log X = (\sum \log X_i) / n$

$S \log X = (\sum (\log X_i - \log X)^2 / (n-1))^{0,5}$

K_T = variabel standar, besarnya bergantung koefisien kepeccengan (C_s atau G)

$C_s = (n \sum (\log X_i - \log X)^3) / ((n-1)(n-2)(S \log X)^3)$

Metode Chi-Kuadrat (X^2)

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode Uji Chi-Kuadrat adalah Sebagai Berikut :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n (O_f - E_f)^2 / E_f \quad (5)$$

Keterangan Rumus :

χ^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

E_f = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

O_f = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

n = Jumlah sub kelompok

derajat nyata atau derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan (D_k) dihitung dengan rumus :

$$D_k = K - (p+1) \quad (6)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n \quad (7)$$

Keterangan rumus :

D_k = derajat kebebasan

P = banyaknya parameter, untuk uji chi-kuadrat adalah 2

K = banyaknya kelas distribusi

n = banyaknya data

selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis atau dirumuskan sebagai berikut :

$$x^2 < x^2_{cr} \quad (8)$$

keterangan rumus :

x^2 = parameter chi-kuadrat terhitung

x^2_{cr} = parameter chi-kuadrat kritis

prosedur perhitungan dengan menggunakan metode uji chi-kuadrat adalah sebagai berikut :

1. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya
2. Menghitung jumlah kelas
3. Menghitung derajat kebebasan (D_k) dan x^2_{cr}
4. Menghitung kelas distribusi
5. Menghitung interval kelas
6. Perhitungan nilai x^2
7. Bandingkan nilai x^2 terhadap x^2_{cr}

Metode smirnov-kolmogorof (secara analitis)

Pengujian distribusi probabilitas dengan metode smirnov-kolmogorof dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Urutkan data (X_i) dari besar ke kecil atau sebaliknya
2. Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P(X_i)$ dengan rumus tertentu, rumus weibull.
3. Tentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P'(X_i)$ berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih (Gumbel, Normal, dan sebagainya)
4. Hitung selisih (ΔP_i) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut :

$$\Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i) \quad (9)$$

5. Tentukan apakah $\Delta P_i < \Delta P$ kritis, jika “tidak” artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya

Perhitungan kapasitas debit hujan dianalisis berdasarkan metode rasional:

$$Q \text{ hujan} = \alpha \cdot \beta \cdot I_t \cdot A \quad (10)$$

Keterangan :

Q = debit aliran (m^3/det)

α = koefisien run off

β = koefisien penyebaran hujan

I_t = intensitas hujan (m/jam , $m/detik$)

A = luas area aliran (m^2)

Jika terdapat beberapa koefisien run off pada suatu area, maka :

$$\alpha_{desain} = (A_1/A) \cdot \alpha_1 + (A_2/A) \cdot \alpha_2 + (A_n/A) \cdot \alpha_n \quad (11)$$

TABEL 2. Koefisien Run Off Untuk Drainase Muka Tanah

Tipe Area	Koefisien run off
Pegunungan yang curam	0,75 - 0,90
Tanah yang bergelombang & hutan	0,50 - 0,75
Dataran yang ditanami/perkebunan	0,45 - 0,60
Atap yang tidak tembus air	0,75 - 0,90
Perkerasan aspal, beton	0,80 - 0,90
Tanah padat sulit diresapi	0,40 - 0,55
Tanah agak mudah diresapi	0,05 - 0,35
Taman/lapangan terbuka	0,05 - 0,25
Kebun	0,20
Perumahan tidak begitu rapat (20 rumah/ha)	0,25 - 0,40
Perumahan kerapatan sedang (21 - 60 rumah/ha)	0,40 - 0,70
Perumahan rapat (61 - 160 rumah/ha)	0,70 - 0,80
Daerah rekreasi	0,20 - 0,30
Daerah industri	0,80 - 0,90
Daerah perniagaan	0,90 - 0,95

(Sumber: H.A Halim Hasmar, 2012)

TABEL 3. Koefisien penyebaran hujan

Luas Area (Km^2)	Koefisien Penyebaran Hujan
≤ 4	1
5	0,995
10	0,980
15	0,955
20	0,920
25	0,875
30	0,820
50	0,500

(Sumber: H.A Halim Hasmar, 2012)

Untuk intensitas hujan dianalisis berdasarkan rumus mononobe, yaitu :

$$I_t = (X_T/24)(24/t_c) \quad (12)$$

Keterangan :

I_t = intensitas hujan (m/jam , $m/detik$)

X_T = Tinggi hujan periode ulang (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam , $detik$)

= $t_o + t_d$

t_o = *inlet time*, waktu yang diperlukan air untuk mengalir dimuka tanah menuju saluran drainase = L/V

t_d = *conduit time*, waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang saluran drainase sampai titik kontrol di hilir = L/V dengan V = kecepatan rata-rata aliran

Kecepatan aliran air secara kasar dapat ditentukan berdasarkan hubungan kemiringan (I) versus kecepatan aliran (V), dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4. Kemiringan vs kecepatan rata-rata aliran

Kemiringan Saluran I (%)	Kecepatan rata-rata v (m/dt)
<1	0,40
1 - < 2	0,60
2 - < 4	0,90
4 - < 6	1,20
6 - <10	1,50
10 - < 15	2,40

(Sumber: H.A Halim Hasmar, 2012)

Dalam penentuan dimensi saluran, kapasitas aliran akibat hujan harus dialirkan melalui saluran drainase sampai ke titik rencana hilir. Debit hujan yang dianalisis menjadi debit aliran untuk mendimensi saluran :

$$Q \text{ hujan} = Q \text{ saluran} = F_s \cdot V \quad (13)$$

Keterangan :

F_s = luas tampang basah / desain saluran

V = kecepatan aliran (kecepatan rata-rata) air di saluran.

Secara teliti dan ekonomis, kecepatan aliran ditentukan berdasarkan formula Manning atau formula Chezy.

Formula Manning :

$$V = (1/n) \cdot R_s^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (14)$$

Formula Chezy :

$$V = C \cdot (R_s \cdot I)^{0,5} \quad (15)$$

Keterangan :

V = Kecepatan rata-rata aliran

R_s = Radius hidrolis yaitu penampang basah dibagi keliling basah = F_s/P_s

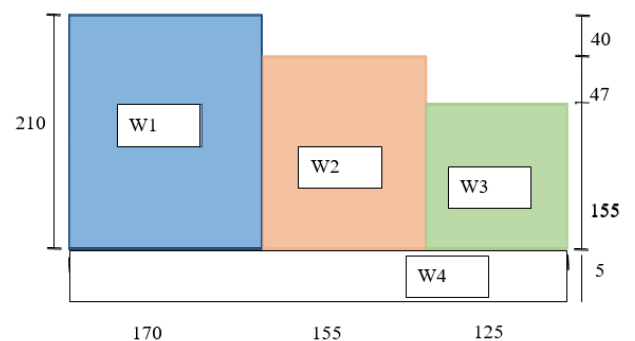
I = Kemiringan saluran drainase

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penentuan periode ulang tinggi hujan rencana, diperlukan data luas catchment area terhadap drainase yang ditinjau. Berikut perhitungannya :



Gambar 2. Peta Catchment Area



Gambar 3. Area Pengaliran

Luas Wilayah 1 (W1) yaitu perumahan rapat dimana koefisien run off $C_1 = 0,8$:

$$W1 = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 0,170 \text{ Km} \times 0,210 \text{ Km} = 0,0357 \text{ Km}^2 = 3,57 \text{ Ha}$$

Luas Wilayah 2 (W2) yaitu perumahan kerapatan sedang dimana $C_2 = 0,7$:

$$W2 = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 0,155 \text{ Km} \times 0,170 \text{ Km} = 0,02635 \text{ Km}^2 = 2,635 \text{ Ha}$$

Luas Wilayah 3 (W3) yaitu perumahan rapat dimana koefisien run off $C_3 = 0,8$:

$$W3 = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 0,125 \text{ Km} \times 0,123 \text{ Km} = 0,015375 \text{ Km}^2 = 1,5375 \text{ Ha}$$

Luas Wilayah 4 (W4) yaitu jalan raya dimana koefisien run off $C_4 = 0,9$:

$$W4 = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 0,005 \text{ Km} \times 0,450 \text{ Km} = 0,002250 \text{ Km}^2 = 0,2250 \text{ Ha}$$

Total luas Area adalah 0,079675 Km² atau sama dengan 7,9675 Ha (kurang dari 10 Ha). Berdasarkan tabel 1 tipologi kota besar, luas perhitungan area < 10 Ha, maka digunakan periode ulang 2 Tahun.

Dalam analisa frekuensi data hujan, guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, beberapa distribusi probabilitas yang digunakan, yaitu :

1. Metode Distribusi Probilitas Gumbel
2. Metode Distribusi Probilitas Normal
3. Metode Distribusi Probilitas Log Normal
4. Metode Distribusi Probilitas Log Pearson Type III

Perhitungan Distribusi Probabilitas Gumbel dapat dilihat di tabel 5 dan tabel 6 dibawah ini:

TABEL 5. Perhitungan Distribusi Probabilitas Gumbel

No.	Tahun	Xi	Xi - $X_{rata-rata}$	$(Xi - X_{rata-rata})^2$
1	2010	78,50	-15,790	249,324
2	2011	62,27	-32,023	1025,494
3	2012	71,00	-23,290	542,424
4	2013	78,17	-16,123	259,962
5	2014	94,53	0,243	0,059
6	2015	189,83	95,543	9128,529
7	2016	94,50	0,210	0,044
8	2017	108,27	13,977	195,347
9	2018	95,00	0,710	0,504
10	2019	70,83	-23,457	550,215
Jumlah	=	942,9	0,00	11951,90

Sumber : Hasil Perhitungan

TABEL 6. Perhitungan Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Probabilitas Gumbel.

Kala Ulang T (tahun)	Reduce Variated (Yt)	Faktor Frekuensi (k)	Hujan Rancangan (X_T) mm
2	0,3665	-0,13550	89,35

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal dapat dilihat di tabel 7 dan tabel 8 dibawah ini:

TABEL 7. Perhitungan Distribusi Probabilitas Normal

No.	Tahun	Xi	Xi - $X_{rata-rata}$	$(Xi - X_{rata-rata})^2$
1	2010	78,50	-15,790	249,324
2	2011	62,27	-32,023	1025,494
3	2012	71,00	-23,290	542,424
4	2013	78,17	-16,123	259,962
5	2014	94,53	0,243	0,059
6	2015	189,83	95,543	9128,529
7	2016	94,50	0,210	0,044
8	2017	108,27	13,977	195,347
9	2018	95,00	0,710	0,504
10	2019	70,83	-23,457	550,215
Jumlah	=	942,9	0,00	11951,90

Sumber : Hasil Perhitungan

TABEL 8. Perhitungan Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Probabilitas Normal

Kala Ulang T (tahun)	Faktor Frekuensi (k)	Hujan Rancangan (X_T) mm
2	0	94,29

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Normal dapat dilihat di tabel 9 dan tabel 10 dibawah ini:

TABEL 9. Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Normal

No.	Tahun	Xi	log Xi	log Xi - log $X_{rata-rata}$	$(\log Xi - \log X_{rata-rata})^2$
1	2010	78,50	1,895	-0,058	0,003
2	2011	62,27	1,794	-0,158	0,025
3	2012	71,00	1,851	-0,101	0,010
4	2013	78,17	1,893	-0,060	0,004
5	2014	94,53	1,976	0,023	0,001
6	2015	189,83	2,278	0,326	0,106
7	2016	94,50	1,975	0,023	0,001
8	2017	108,27	2,034	0,082	0,007
9	2018	95,00	1,978	0,025	0,001
10	2019	70,83	1,850	-0,102	0,010
Jumlah	=	942,90	19,53	0,00	0,167

Sumber : Hasil Perhitungan

TABEL 10. Perhitungan Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Probabilitas Log Normal

Kala Ulang T (tahun)	Faktor Frekuensi (k)	k . S Log x	log $X_{rata-rata}$	X (mm)
2	0	0,0000	1,953	89,64

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III dapat dilihat di tabel 11 dan tabel 12 dibawah ini:

TABEL 11. Perhitungan Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

No.	Tahun	Xi	log Xi	log Xi - log $X_{rata-rata}$	$(\log Xi - \log X_{rata-rata})^2$	$(\log Xi - \log X_{rata-rata})^3$
1	2010	78,50	1,895	-0,058	0,003	-0,000192
2	2011	62,27	1,794	-0,158	0,025	-0,003965
3	1993	71,00	1,851	-0,101	0,010	-0,001038
4	1994	78,17	1,893	-0,060	0,004	-0,000211
5	1995	94,53	1,976	0,023	0,001	0,000012
6	1996	189,83	2,278	0,326	0,106	0,034597
7	1997	94,50	1,975	0,023	0,001	0,000012
8	1998	108,27	2,034	0,082	0,007	0,000551
9	1999	95,00	1,978	0,025	0,001	0,000016
10	2000	70,83	1,850	-0,102	0,010	-0,001070
Jumlah	=	942,90	19,53	0,00	0,167	0,028713

Sumber : Hasil Perhitungan

History of article:

Received: 31 Oktober, Revised: 12 Juni 2023 Published: 30 Juni 2023

TAEBL 12. Perhitungan Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Kala Ulang T (tahun)	Faktor Frekuensi (k)	k . S Log x	log X	X (mm)
2	-0,2504	-0,0341	1,9184	82,87

Sumber : Hasil Perhitungan

TABEL 13. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Diurutkan Dari Besar Ke Kecil

No.	Xi (mm)	Xi diurutkan dari besar ke kecil (mm)
1	78,50	189,83
2	62,27	108,27
3	71,00	95,00
4	78,17	94,53
5	94,53	94,50
6	189,83	78,50
7	94,50	78,17
8	108,27	71,00
9	95,00	70,83
10	70,83	62,27

Sumber : Hasil Perhitungan

Menghitung jumlah kelas :

Jumlah data (n) = 10

$$\text{Kelas distribusi (K)} = 1 + 3.3 \text{ Log } n$$

$$= 1 + 3.3 \text{ Log } 10 = 4.3 = 5$$
Menghitung derajat kebebasan (DK) dan X^2_{cr}

Parameter (p) = 2

Derajat Kebebasan (Dk) = K – (p + 1) = 5 – 2 + 1 = 2

 Nilai X^2_{cr} dengan jumlah data (n) = 10 , $\alpha = 5\%$ Dk = 2 , $X^2_{cr} = 5,991$

Menghitung kelas distribusi

$$\text{Kelas Distribusi} = 1/5 \times 100\%$$

$$= 20\%$$

Interval Distribusi adalah 20%, 40%, 60%, dan 80% Persentase 20%

P (x) = 1/20 % diperoleh T = 5 tahun

Persentase 40%

P (x) = 1/40 % diperoleh T = 2,5 tahun

Persentase 60%

P (x) = 1/60 % diperoleh T = 1,67 tahun

Persentase 80%

P (x) = 1/80 % diperoleh T = 1,25 tahun

Menghitung interval distribusi

Perhitungan Interval Kelas Pada Distribusi Probabilitas Gumbel :

Dari jumlah data (n) = 10, maka didapat hasil :

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9497$$

$$Y_t = -\ln - \ln \frac{T-1}{T}$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Sehingga :

T = 5 $Y_t = 1,4999$ K = 1,0580T = 2,5 $Y_t = 0,6717$ K = 0,1859T = 1,67 $Y_t = 0,0874$ K = -0,4294T = 1,25 $Y_t = -0,4759$ K = -1,0225 $\bar{X}_{rata-rata} = 94,290$

S = 36,442

Hitungan Interval Kelas:

 $XT = \bar{X}_{rata-rata} + S \cdot K$

Sehingga :

 $X_5 = 94,290 + 36,442 \times 1,058 = 132,884 \text{ mm.}$ $X_{2,5} = 94,290 + 36,442 \times 0,1859 = 101,064 \text{ mm.}$ $X_{1,67} = 94,290 + 36,442 \times -0,4294 = 78,643 \text{ mm.}$ $X_{1,25} = 94,290 + 36,442 \times -1,0225 = 57,028 \text{ mm.}$

Perhitungan Interval Kelas Pada Distribusi Probabilitas Normal :

T = 5 KT = 0,84

T = 2,5 KT = 0,25

T = 1,67 KT = -0,25

T = 1,25 KT = -0,84

Hitungan Interval :

 $XT = \bar{X}_{rata-rata} + S \cdot KT$

Sehingga :

 $X_5 = 94,290 + 36,442 \times 0,84 = 124,901 \text{ mm.}$ $X_{2,5} = 94,290 + 36,442 \times 0,25 = 103,400 \text{ mm.}$ $X_{1,67} = 94,290 + 36,442 \times -0,25 = 85,180 \text{ mm.}$ $X_{1,25} = 94,290 + 36,442 \times -0,84 = 63,679 \text{ mm.}$

Perhitungan Interval Kelas Pada Distribusi Probabilitas Log Normal :

T = 5 KT = 0,84

T = 2,5 KT = 0,25

T = 1,67 KT = -0,25

T = 1,25 KT = -0,84

Log $\bar{X}_{rata-rata} = 1,953$

S Log x = 0,1363

Hitungan interval :

 $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X}_{rata-rata} + KT \cdot S \text{ Log } x$

Sehingga :

$$\log X_5 = 1.953 + 0.84 \times 0.1363$$

$$X_5 = 116,687 \text{ mm.}$$

$$\log X_{2,5} = 1.953 + 0.25 \times 0.1363$$

$$X_{2,5} = 96,962 \text{ mm.}$$

$$\log X_{1,67} = 1.953 + (-0.25) \times 0.1363$$

$$X_{1,67} = 82,880 \text{ mm.}$$

$$\log X_{1,25} = 1.953 + (-0.84) \times 0.1363$$

$$X_{1,25} = 68,869 \text{ mm.}$$

Perhitungan Interval Kelas Pada Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Pada distribusi probabilitas log pearson type III, nilai KT dihitung berdasarkan nilai C_s , berdasarkan hitungan analisa $C_s = 1.575$ dan nilai T untuk berbagai periode ulang adalah :

$$T = 5 \quad KT = 0.6788$$

$$T = 2.5 \quad KT = -0.0956$$

$$T = 1.67 \quad KT = -0.3527$$

$$T = 1.25 \quad KT = -0.4828$$

$$\log \bar{X}_{\text{rata-rata}} = 1.953$$

$$S \log x = 0.1363$$

$$C_s = 1.575$$

Perhitungan interval :

$$\log X_T = \log \bar{X}_{\text{rata-rata}} + KT \cdot S \log X$$

$$\log X_5 = 1.953 + 0.6788 \times 0.1363$$

$$X_5 = 110.929 \text{ mm.}$$

$$\log X_{2,5} = 1.953 + (-0.0956) \times 0.1363$$

$$X_{2,5} = 86.994 \text{ mm.}$$

$$\log X_{1,67} = 1.953 + (-0.3527) \times 0.1363$$

$$X_{1,67} = 80,250 \text{ mm}$$

$$\log X_{1,25} = 1.953 + (-0.4828) \times 0.1363$$

$$X_{1,25} = 77,040 \text{ mm.}$$

a. Menghitung nilai X^2

TABEL 14. Perhitungan Nilai X^2 pada Distribusi Probabilitas Normal

kelas	interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² / Ef
1	>124,901	2	1	-1	0,5
2	103,400 -124,901	2	1	-1	0,5
3	85,180 -103,400	2	3	1	0,5
4	63,679 - 85,180	2	4	2	2
5	< 63,670	2	1	-1	0,5
Σ		10	10	X^2	4

Sumber : Hasil Perhitungan

TABEL 15. Perhitungan Nilai X^2 pada Distribusi Probabilitas Log Normal

kelas	interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² / Ef
1	> 116,687	2	1	-1	0,5
2	96,962 -116,687	2	1	-1	0,5
3	82,880 - 96,962	2	3	1	0,5
4	68,869 - 82,880	2	4	2	2
5	< 68,869	2	1	-1	0,5
Σ		10	10	X^2	4

Sumber : Hasil Perhitungan

TABEL 16. Perhitungan Nilai X^2 pada Distribusi Probabilitas Gumbel

kelas	interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² / Ef
1	> 132,844	2	1	-1	0,5
2	101,064 -132,844	2	1	-1	0,5
3	78,643 -101,064	2	3	1	0,5
4	57,028 -78,643	2	5	3	4,5
5	< 57,028	2	0	-2	2
Σ		10	10	X^2	8

Sumber : Hasil Perhitungan

TABEL 17. Perhitungan Nilai X^2 pada Distribusi Probabilitas Pearson Type III

kelas	interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ² / Ef
1	> 110,929	2	1	-1	0,5
2	86,994 -110,929	2	4	2	2
3	80,250 - 86,994	2	0	-2	2
4	77,040 - 80,250	2	2	0	0
5	< 77,040	2	3	1	0,5
Σ		10	10	X^2	5

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil rekapitulasi nilai X^2 dan X^2_{cr} pada analisa distribusi probabilitas dapat dilihat pada tabel dibawah :

TABEL 18. Rekapitulasi Nilai X^2 Dan X^2_{cr} Pada Analisa Distribusi Probabilitas

Distribusi Probabilitas	X^2	X^2_{cr}	Keterangan
Normal	4	5,991	Diterima
Log Normal	4	5,991	Diterima
Gumbel	8	5,991	Tidak Diterima
Log pearson type III	5	5,991	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan

Kesimpulan dari tabel di atas adalah metode yang paling diterima atau digunakan untuk menganalisis seri data hujan yaitu metode Distribusi Probabilitas Normal dan metode Distribusi Probabilitas Log Normal karena nilai nya paling rendah, yaitu nilai $X^2 < X^2_{cr}$. Selanjtnya akan dilanjutkan dengan uji smirnov-kolmogorof untuk penentuan tinggi hujan

yang dipakai (yaitu antara hasil distribusi probabilitas normal dan log normal, mana nilai ΔP terkecil).

a. Uji Smirnov-Kolmogorof Pada Distribusi Probabilitas Gumbel

TABEL 19. Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof pada Distribusi Probabilitas Gumbel

No.	Xn	Xi	P(Xi)	f(t)	Yt	T	P'(Xi)	ΔP
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	78,50	189,83	0,09	2,62	2,985	20,294	0,05	-0,04
2	62,27	108,27	0,18	0,38	0,859	2,897	0,35	0,16
3	71,00	95,00	0,27	0,02	0,514	2,222	0,45	0,18
4	78,17	94,53	0,36	0,01	0,502	2,201	0,45	0,09
5	94,53	94,50	0,45	0,01	0,501	2,200	0,45	0,00
6	189,83	78,50	0,55	-0,43	0,084	1,664	0,60	0,06
7	94,50	78,17	0,64	-0,44	0,075	1,656	0,60	-0,03
8	108,27	71,00	0,73	-0,64	-0,112	1,487	0,67	-0,05
9	95,00	70,83	0,82	-0,64	-0,116	1,483	0,67	-0,14
10	70,83	62,27	0,91	-0,88	-0,339	1,328	0,75	-0,16
Total =	942,90	mm						
Rerata =	94,29	mm						
S =	36,44	mm						

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan Tabel :

Kolom 1 = Data Hujan (mm)

Kolom 2 = Data hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom 3 = Peluang empiris = $1/(n+1) = 1/(10+1) = 0,09$ (contoh baris 1)

Kolom 4 = untuk distribusi probabilitas gumbel

$KT = (Xi - \bar{X})/S$ dimana $KT = f(t)$

Nilai $\bar{X}$ rerata = 94,290 Nilai $S = 36,44$

$f(t) = (Xi - \bar{X})/S$

$= (189,83 - 94,290) / 36,44 = 2,62$

Kolom 5 = ditentukan berdasarkan nilai Y_n , S_n , dan K atau $f(t)$

untuk nilai $f(t) = 2,62$; $Y_n = 0,4952$; $S_n = 0,9497$

jadi, $(f(t) \times S_n) + Y_n = (2,62 \times 0,9497) + 0,4952 = 2,985$

Kolom 6 = interpolasi berdasarkan kertas probabilitas gumbel (yaitu trial and eror untuk mendapatkan nilai T menggunakan rumus $Y_t = -\ln -\ln ((T-1)/T)$, dimana nilai Y_t mengambil data pada kolom 5), maka untuk $Y_t = 2,985$ dapat dihitung $T = 20,294$ tahun.

Kolom 7 = Peluang teoritis

$= 1/T = 1/20,294 = 0,05$ (contoh pada baris 1)

Kolom 8 = kolom (7) – kolom (3)

$= 0,05 - 0,09 = -0,04$ (contoh baris 1)

Kesimpulan berdasarkan tabel 19 dapat dilihat bahwa :

Simpangan maksimum (ΔP maksimum) = 0,18. Jika jumlah data 10 dan α (derajat kepercayaan) adalah 5% maka didapat ΔP kritis = 0,41. Jadi ΔP maksimum < ΔP kritis, dengan demikian distribusi probabilitas

gumbel dapat diterima untuk menganalisis data hujan diatas.

b. Uji Smirnov-Kolmogorof Pada Distribusi Probabilitas Normal

TABEL 20. Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof pada Distribusi Probabilitas Normal

No.	Xn	Xi	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
	1	2	3	4	5	6
1	78,50	189,83	0,09	2,62	0,0044	-0,09
2	62,27	108,27	0,18	0,38	0,3520	0,17
3	71,00	95,00	0,27	0,02	0,4920	0,22
4	78,17	94,53	0,36	0,01	0,4960	0,13
5	94,53	94,50	0,45	0,01	0,4960	0,04
6	189,83	78,50	0,55	-0,43	0,6664	0,12
7	94,50	78,17	0,64	-0,44	0,6700	0,03
8	108,27	71,00	0,73	-0,64	0,7389	0,01
9	95,00	70,83	0,82	-0,64	0,7389	-0,08
10	70,83	62,27	0,91	-0,88	0,8106	-0,10
Total =	942,90	mm				
Rerata =	94,29	mm				
S =	36,44	mm				

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan Tabel :

Kolom 1 = data hujan

Kolom 2 = data hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom 3 = Peluang empiris = $1/(n+1) = 1/(10+1) = 0,09$ (baris 1)

Kolom 4 = untuk distribusi probabilitas normal

$KT = (Xi - \bar{X})/S$ dimana $KT = f(t)$

Nilai $\bar{X}$ rerata = 94,29 Nilai $S = 36,44$

$f(t) = (Xi - \bar{X})/S$

$= (189,83 - 94,29) / 36,44 = 2,62$

Kolom 5 = peluang teoritis, $(1 - \text{luas dibawah kurve normal sesuai dengan nilai } f(t), \text{ yang ditentukan dengan tabel pada lampiran})$, untuk nilai $f(t) = 2,62$ maka luas wilayah dibawah kurve normal adalah 0,9956 sehingga nilai kolom (4) baris (1) = $1 - 0,9956 = 0,0044$; demikian seterusnya untuk baris berikutnya cara perhitungannya adalah sama.

Kolom 6 = kolom (5) – kolom (3)

$= 0,0044 - 0,09 = -0,09$

Kesimpulan berdasarkan tabel 20 dapat dilihat bahwa :

Simpangan maksimum (ΔP maksimum) = 0,22

Jika jumlah data 10 dan α (derajat kepercayaan) adalah 5% maka didapat ΔP kritis = 0,41.

Jadi ΔP maksimum < ΔP kritis, dengan demikian distribusi probabilitas normal dapat diterima untuk menganalisis data hujan diatas.

c. Uji Smirnov-Kolmogorof Pada Distribusi Probabilitas Log Normal

TABEL 21. Perhitungan Uji Smirnov Kolmogrof pada Distribusi Probabilitas Log Normal

No.	Xn	Xi	Log Xi	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
	1	2	3	4	5	6	7
1	78,50	189,83	2,2784	0,09	2,39	0,0084	-0,08
2	62,27	108,27	2,0345	0,18	0,60	0,2743	0,09
3	71,00	95,00	1,9777	0,27	0,18	0,4286	0,16
4	78,17	94,53	1,9756	0,36	0,17	0,4325	0,07
5	94,53	94,50	1,9754	0,45	0,17	0,4325	-0,02
6	189,83	78,50	1,8949	0,55	-0,42	0,6628	0,12
7	94,50	78,17	1,8930	0,64	-0,44	0,6700	0,03
8	108,27	71,00	1,8513	0,73	-0,74	0,7704	0,04
9	95,00	70,83	1,8502	0,82	-0,75	0,7734	-0,04
10	70,83	62,27	1,7943	0,91	-1,16	0,8770	-0,03
Total =	942,90	mm					
Rerata =	94,29	mm	1,953				
Std Dev =	36,44	mm	0,1363				

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan Tabel :

Kolom 1 = Data hujan

Kolom 2 = Data hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom 3 = Nilai log hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom 4 = Peluang empiris = $1/(n+1) = 1/(10+ 1) = 0,09$ (baris 1)

Kolom 5 = Untuk distribusi probabilitas log normal
 $KT = (\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{X}) / S \log X$, dimana $KT = f(t)$

Nilai $\bar{X}$ rerata = 1,953, Nilai $S \log X = 0,1363$

$$f(t) = (\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{X}) / S \log X$$

$$= (2,2784 - 1,953) / 0,1363 = 2,39$$

Kolom 6 = peluang teoritis, (1 – luas dibawah kurve normal sesuai dengan nilai $f(t)$, yang ditentukan dengan tabel pada lampiran), untuk nilai $f(t)$ 2,39 maka luas wilayah dibawah kurve normal adalah 0,9959 sehingga nilai kolom (5) baris (1) = $1 - 0,9916 = 0,0084$; demikian seterusnya untuk baris berikutnya cara perhitungannya adalah sama.

Kolom 7 = kolom (6) – kolom (4)

$$= 0,0084 - 0,09 = -0,08$$

Kesimpulan berdasarkan tabel 21 dapat dilihat bahwa :

Simpangan maksimum (ΔP maksimum) = 0,16 jika jumlah data 10 dan α (derajat kepercayaan) adalah 5% maka didapat ΔP kritis = 0,41.

Jadi ΔP maksimum < ΔP kritis, dengan demikian distribusi probabilitas log normal dapat diterima untuk menganalisis data hujan diatas.

d. Uji Smirnov-Kolmogorof Pada Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

TABEL 22. Perhitungan Uji Smirnov Kolmogrof Pada Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

No.	Xn	Xi	Log Xi	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
	1	2	3	4	5	6	7
1	78,50	189,83	2,2784	0,09	2,39	0,03	-0,06
2	62,27	108,27	2,0345	0,18	0,60	0,23	0,04
3	71,00	95,00	1,9777	0,27	0,18	0,36	0,09
4	78,17	94,53	1,9756	0,36	0,17	0,36	0,00
5	94,53	94,50	1,9754	0,45	0,17	0,36	-0,09
6	189,83	78,50	1,8949	0,55	-0,42	0,56	0,01
7	94,50	78,17	1,8930	0,64	-0,44	0,56	-0,08
8	108,27	71,00	1,8513	0,73	-0,74	0,66	-0,07
9	95,00	70,83	1,8502	0,82	-0,75	0,66	-0,16
10	70,83	62,27	1,7943	0,91	-1,16	0,79	-0,12
Total =	942,90	mm					
Rerata =	94,29	94,29	1,953				
Std Dev =	36,44	36,44	0,1363				

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan Tabel :

Kolom 1 = Data hujan

Kolom 2 = Data hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

Kolom 3 = Nilai log hujan diurut dari besar ke kecil (mm)

History of article:

Received: 31 Oktober, Revised: 12 Juni 2023 Published: 30 Juni 2023

Kolom 4 = Peluang empiris = $1/(n+1) = 1/(10+1) = 0,09$ (baris 1)

Kolom 5 = untuk distribusi probabilitas log pearson tipe iii

$KT = (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}_{\text{rerata}}) / S_{\text{log} X}$, dimana $KT = f(t)$

X_i -Nilai $\bar{X}_{\text{rerata}} = 1,953$ Nilai $S_{\text{Log } X} = 0,1363$

$f(t) = (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}_{\text{rerata}}) / S_{\text{log} X}$

$= 2,2784 - 1,953 / 0,1363 = 2,39$

Kolom 6 = Nilai Peluang dengan menggunakan nilai $f(t)$. Ditentukan berdasarkan nilai C_s . $C_s = 1,575$ dan nilai KT atau $f(t)$ pada tabel lampiran. Demikian seterusnya untuk baris berikutnya cara perhitungannya adalah sama

Kolom 7 = kolom (6) – kolom (4)
 $= 0,03 - 0,09 = -0,06$

Kesimpulan berdasarkan tabel 22 dapat dilihat bahwa Simpangan maksimum (ΔP maksimum) = 0,16

Jika jumlah data 10 dan α (derajat kepercayaan) adalah 5% maka didapat ΔP kritis = 0,41. jadi ΔP maksimum < ΔP kritis, dengan demikian distribusi probabilitas log pearson type III dapat diterima untuk menganalisis data hujan diatas.

TABEL 23. Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogorof dari analisa 4 distribusi Probabilitas

No	Distribusi	ΔP maks	ΔP Tabel		Kesimpulan
			5%	1%	
1	Normal	0,22	0,41	0,490	Diterima
2	Log Normal	0,16	0,41	0,490	Diterima
3	Gumbel	0,18	0,41	0,490	Diterima
4	Log Pearson III	0,16	0,41	0,490	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan

Kesimpulan pada tabel di atas adalah semua uji smirnov kolmogorof dapat diterima. Namun mengacu pada rekapitulasi dari hasil uji chi kuadrat, yang paling diterima dari tabel tersebut adalah Distribusi Probabilitas Normal, dan Log Normal. Pada uji smirnov-kolmogorof dari 2 distribusi probabilitas tersebut, yang akan dipakai disini adalah distribusi Log Normal karena nilai ΔP maks nya lebih kecil dibandingkan ΔP maks distribusi probabilitas Normal. Jadi tinggi hujan periode ulang 2 tahun adalah hasil perhitungan distribusi probabilitas Log Normal yaitu 89,64 mm.

TABEL 24. Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

No	A_i (km ²)	C_i	$A_i \times C_i$ (km ²)
1	0,035700	0,8	0,02856
2	0,026350	0,7	0,01845
3	0,015375	0,8	0,01230
4	0,002250	0,9	0,00203
Σ	0,079675		0,06133
$C_{\text{rata-rata}}$	0,7698		

Sumber : Hasil Perhitungan

Total luas Area adalah 0,079675 Km² atau sama dengan 7,9675 Ha. Dari Tabel 24 didapat Koefisien Pengaliran rata-rata atau C desain adalah 0,7698. Perhitungan Debit Rencana atau Rancangan adalah sebagai berikut :

Koefisien run off (α) = 0,7698

Penyebaran hujan (β) = 1

Perhitungan waktu konsentrasi (t_c) :

Kemiringan lahan (Ilahan) = 0,8%

Kecepatan rata2 (V) = 0,4 m/d (Tabel 4)

L_1 = 210 Meter

L_2 = 170 Meter

L_3 = 123 Meter

L_4 = 5 Meter (jalan raya kemiringan 2%)

($V=0,9$ m/d)

Kemiringan Saluran (Isaluran) = 0,4 %

Kecepatan rata2 (V_{saluran}) = 0,4 m/d

Panjang Saluran (L_{saluran}) = 450 Meter

Pada A_1 , $t_{o1} = L_1 / V_1 = 210 / 0,4 = 525$ detik

Pada A_2 , $t_{o2} = L_2 / V_2 = 170 / 0,4 = 425$ detik

Pada A_3 , $t_{o3} = L_3 / V_3 = 123 / 0,4 = 307,5$ detik

Pada A_4 , $t_{o4} = L_4 / V_4 = 5 / 0,9 = 5,556$ detik

$\Sigma t_o = t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} + t_{o4}$

$= 525 + 425 + 307,5 + 5,556$

$= 1263,06$ detik

$t_d = L / V_{\text{saluran}}$

$= 450 / 0,4$

$= 1125$ detik

$t_c = \Sigma t_o + t_d = 1263,06 + 1125 = 2388,06$ detik
 $= 0,663$ jam.

Perhitungan intensitas hujan pada lokasi dengan menggunakan tinggi hujan hasil distribusi probabilitas log Normal periode ulang 2 tahun

yaitu 89,64 mm, dengan menggunakan rumus mononobe sebagai berikut :

$$I = \frac{XT}{24} \times \left[\frac{24}{tc} \right]^{2/3} = \frac{89,64}{24} \times \left[\frac{24}{0,663} \right]^{2/3} = 40,8766 \text{ mm/jam}$$

Intensitas hujan (It) = 40,8766 mm/jam = 0,04088 m/jam

Luas area (A) = 0,079675 Km² = 79675 m²

$Q = \alpha \cdot \beta \cdot It \cdot A$

$Q = 0,7698 \times 1 \times 0,04088 \times 79675$

$Q = 2507,3264 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,6965 \text{ m}^3/\text{detik}$

Berdasarkan perhitungan diatas, hasil debit rencana atau rancangan periode ulang 2 tahun yaitu (Qh) = 0,6965 m³/detik.

Perhitungan Eksisting Saluran Drainase Di Lapangan (Debit Saluran / Qs) adalah sebagai berikut :

Panjang Saluran (L) = 450 m

Lebar Saluran (B) = 50 cm = 0,50 m

Tinggi Saluran (h) = 58 cm = 0,58 m

Kemiringan Saluran (S) = 0,004

Luas Penampang Basah (Fs) = B x h

$Fs = 0,50 \times 0,58 = 0,290 \text{ m}^2$

Keliling Penampang Basah (Ps) = B + 2h

$Ps = 0,50 + 2 \times 0,58 = 1,660 \text{ m}$

Jari-Jari Hidrolis (R) = $\frac{A}{P}$

$$R = \frac{0,290}{1,660}$$

$R = 0,1747 \text{ m}$

Dengan persamaan Manning didapat :

$$V = (1/0,013) \times 0,1747^{2/3} \times 0,004^{1/2}$$

$V = 1,5203 \text{ m/detik}$

Debit Aliran Permukaan (Q) = $Fs \times V$

$$= 0,290 \times 1,5203$$

$$= 0,4409 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jadi, Hasil dari perhitungan diatas adalah Debit saluran eksisting (Q saluran) adalah 0,4409 m³/detik, hasil dari perhitungan tersebut lebih rendah dari Q rancangan periode ulang 2 tahun (Qhujan = 0,6965 m³/detik) maka dari itu hasil tersebut Tidak Memenuhi Syarat (terjadi genangan dilahan sekitar saluran) dan perlu adanya perancangan ulang dimensi saluran drainase pada Jalan Simpang Sungai Mesa Kota Banjarmasin. Dalam perhitungan perancangan ulang, diambil lebar saluran tetap 0,5 meter, sedangkan tinggi saluran dihitung ulang, sehingga didapat Qsaluran sama dengan Qhujan.

Dalam perancangan ulang pada tinggi saluran dilakukan proses hitungan trial and eror pada rumus Debit saluran, dimana debit saluran sama dengan debit hujan (debit hujan rancangan/rencana periode ulang 2 tahun). Proses perhitungan sebagai berikut :

$Q_{\text{hujan}} = Q \text{ rencana periode ulang 2 tahun} = 0,6965 \text{ m}^3/\text{detik}$

Perhitungan :

$Fs = B \times h$

$Ps = B + 2h$

Jari-Jari Hidrolis (R) = $\frac{Fs}{Ps}$

$$= \frac{(B \times h)}{B + 2h}$$

Kecepatan Aliran (V)

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

$$= (1/0,013) \times \frac{B \times h}{B + 2h} \times 0,004^{1/2}$$

Debit Aliran Permukaan (Qs) = $Fs \times V$

$$Qs = B \times h \times \frac{1}{0,013} \times \frac{B \times h}{B + 2h} \times 0,004^{1/2}$$

Trial and Error :

$h = 0,65 \text{ m}$

$B = 0,50 \text{ m}$

$Fs = B \times h$

$$= 0,50 \times 0,65$$

$$= 0,325 \text{ m}^2$$

$$V = B \times h \times \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{B \times h}{B + 2h} \right)^{0,6667} \times 0,004^{1/2}$$

$$= 0,50 \times 0,65 \times \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{0,50 \times 0,65}{0,50 + 2 \cdot 0,65} \right)^{0,6667} \times 0,004^{1/2}$$

$$= 0,50507 \text{ m/detik} < (Q_{\text{hujan}} = 0,6965 \text{ m}^3/\text{detik})$$

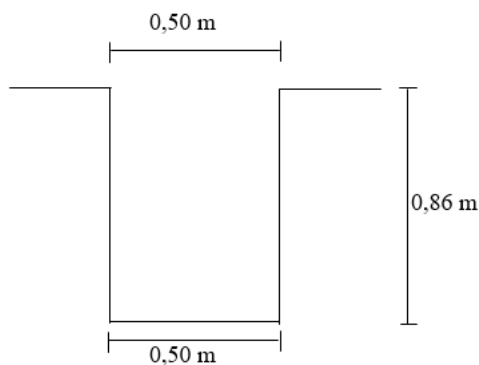
Perhitungan diatas masih belum memenuhi syarat, selanjutnya guna mempercepat perhitungan maka digunakan program excel untuk menyelesaikannya, lihat tabel 25. rancangan tinggi saluran dari yang semula/eksisting 0,58 meter menjadi 0,86 meter dimana lebar saluran tetap yaitu 0,5 meter.

TABEL 25. Rekap Perhitungan Trial And Error Dalam Penentuan Tinggi Saluran Drainase

B (lebar saluran)	h (tinggi saluran)	Qhujan	Qsaluran
0,5	0,65	0,6965	0,505071
	0,70	0,6965	0,551239
	0,75	0,6965	0,597624
	0,80	0,6965	0,644194
	0,85	0,6965	0,690922
	0,86	0,6965	0,700285

Sumber : Hasil Perhitungan

Perancangan dimensi saluran ini didapat debit saluran lebih besar atau sama dengan debit hujan ($Q_{saluran} \geq Q_{hujan}$). Gambar desain akhir dimensi saluran drainase simpang sungai mesa diperlihatkan sebagai berikut :



Gambar 5. Desain Akhir Saluran Drainase

Perhitungan debit hujan periode ulang maksimum yang mampu dialirkan dimensi saluran drainase kondisi eksisting (lebar saluran $B = 0,5$ meter dan tinggi saluran $H = 0,58$ meter) adalah sebagai berikut :

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot I_t \cdot A$$

$$0,4409 \text{ m}^3/\text{d} = 0,7698 \times 1 \times I_t \times 79675$$

$$1587,24 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,7698 \times 1 \times I_t \times 79675$$

$$I_t = 0,025879 \text{ m/jam}$$

$$I_t = 25,879 \text{ mm/jam}$$

$$I_t = \frac{X_T}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3} = \frac{X_T}{24} \times \left[\frac{24}{0,663} \right]^{2/3} = 25,879 \text{ mm/jam}$$

$$X_T \cdot 0,4560 = 25,879$$

$$X_T = 56,752 \text{ mm}$$

$$\log X_T = \log X_{rata-rata} + K \cdot S \log X$$

$$\log 56,752 = 1,953 + K \cdot 0,1363$$

$$K = -1,460$$

TABEL 27. Hasil Interpolasi Hubungan antara periode ulang (T) dan K_T

T	K_T
1,05	-1,64
1,11	-1,28
1,08	-1,46

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan Hasil interpolasi hubungan antara periode ulang (T) dan faktor frekuensi (K_T), didapat nilai periode ulang adalah 1,08 tahun. Jadi dapat disimpulkan dimensi saluran drainase kondisi eksisting hanya mampu mengalirkan debit hujan periode ulang 1,08 tahun (< 2 tahun).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil Analisa Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Simpang Sungai Mesa Kota Banjarmasin, dapat disimpulkan adalah sebagai berikut :

Berdasarkan dari Analisa Hidrologi, hujan periode ulang yang didapat adalah 2 tahun. Debit hujan (Q_h) pada saluran Jalan Simpang Sungai Mesa adalah $0,6965 \text{ m}^3/\text{detik}$, dimana tinggi hujan rancangan adalah 89,64 mm.

Debit Saluran Drainase kondisi eksisting (Q_s) pada Jalan Simpang Sungai Mesa adalah $0,4409 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Analisa Kapasitas saluran drainase pada Jalan Simpang Sungai Mesa menghasilkan debit eksisting saluran ($0,4409 \text{ m}^3/\text{detik}$) lebih kecil dari debit hujan rancangan ($0,6965 \text{ m}^3/\text{detik}$), Sehingga perlu perubahan tinggi saluran dari yang semula 0,58 m menjadi 0,86 m, dengan lebar saluran dan kemiringan saluran tetap yaitu 0,5 m dan 0,004. Sedangkan kondisi eksisting (lebar 0,5 m, tinggi 0,58 m, kemiringan saluran 0,004) hanya mampu mengalirkan debit hujan periode ulang 1,08 tahun.

REFERENSI

- ASSHTO, 1987, Highway Drainage Guidefrnes, ASSHTO, Washington DC
- Cedergren H., R, 1974, Drainage of Highway and Airfield Pavement, John Wiew and Sons, Toronto, Canada.

- Cemica, J., N., 1995, Soil Mechanics, John Wittey and Sons.
- Das, B., M., 1994, Principles of Geotechnical Engineering, PWS Publishing Company.
- Engineering, Volume 1, Elsevier PC, Amsterdam.
- Hardjoso, P., 1987, Drainasi, Laboratorium P4S, FT UGM.
- Hasmar, H.A. Halim. 2012, Drainase Terapan, UII Press, Yogyakarta.
- Karmiana, I Made. 2011, Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kinori, 1970, Manual of Surface Drainage
- Lee et al, 1983, Geotechnical Engineering, Pitman.
- Lambe et al, 1979, Soil Mechanics, Willey Eastern Limited.
- Politeknik Negeri Banjarmasin, 2021, Panduan Penulisan Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil T.A. 2020/2021. Banjarmasin.
- Shaw, E., M., 1984, Hydrology in Practice, V., N., Reinhold United Kingdom, London
- Sunjoto, 1989, Pengembangan Sistem Drainasi di Indonesia, Ceramah Ilmiah Dalam Rangka 25 Tahun Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Andi Offset, Jakarta
- Triatmodjo, Bambang. 2008, Hidrologi Terapan, Beta Offset, Yogyakarta.