

TUGAS AKHIR

**EVALUASI SALURAN DRAINASE
PADA JALAN LINGKAR SELATAN STA 3+350 S/D
STA 4+850, CILEGON**

***(EVALUATION OF DRAINAGE AT THE SOUTHERN
RING ROAD STA 3+350 S/D 4+850, CILEGON CITY)***

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



Mus'ab Abdullah

17511088

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2024

TUGAS AKHIR

EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA JALAN LINGKAR SELATAN STA 3+350 S/D STA 4+850, KOTA CILEGON (*EVALUATION OF DRAINAGE AT THE SOUTHERN RING ROAD STA 3+350 S/D 4+850, CILEGON CITY*)

Disusun oleh

Mus'ab Abdullah

17511088

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 21 Maret 2024

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Dr.Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.
NIP: 885110101

Penguji 1

Dinia Anggraheni S.T., M.Eng.
NIP: 165110105

Penguji II

Dr.Ir. Ruzardi, M.S.
NIP: 855110102

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D
NIP: 095110101

3/2024
/4

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan ini, sesungguhnya laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 21 Maret 2024

Yang membuat pernyataan,



Mus'ab Abdullah

(17511088)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Ta'ala atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Evaluasi Saluran Drainase pada Jalan Lingkar Selatan, Kota Cilegon*.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini tentunya banyak hambatan dan kesulitan yang dihadapi oleh penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M. T, selaku dosen pembimbing laporan Tugas Akhir, yang telah memberikan banyak ilmu, pengarahan, dan dukungan demi terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir
3. Bapak Dr.Ir. Ruzardi, M.S. dan ibu Dinia Anggraheni S.T., M.Eng selaku deson penguji 1 dan penguji 2 yang telah memberi masukan, kritik, saran, dan memberikan evaluasi sehingga Tugas Akhir ini menjadi lebih baik
4. Kedua orang tua, keluarga, dan Imelina serta seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung sehingga terselesaikan Tugas Akhir.

Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri penulis maupun pembaca yang lain.

Yogyakarta, 21 Maret 2024



Mus'ab Abdullah
(17511088)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI dan SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Evaluasi	2
1.4 Manfaat Evaluasi	2
1.5 Batasan Evaluasi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum	4
2.2 Evaluasi Terdahulu	4
2.2.1 Evaluasi Sistem Saluran Drainase Perkotaan Pada Kawasan Jalan Laksda Adisucipto Yogyakarta	4

2.2.2	Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap Kondisi Jalan Gunung Rinjani di Wilayah Kecamatan Denpasar	5
2.2.3	Evaluasi Kapasitas Daya Tampung Saluran Drainase jalan Damanhuri Pada Kota Samarinda	6
2.3	Perbandingan Penelitian	7
2.4	Keaslian Penelitian	9
BAB III LANDASAN TEORI		10
3.1	Drainase Jalan	10
3.2	Hidrologi	10
3.2.1	Daerah Aliran Sungai (DAS)	11
3.2.2	Curah Hujan	11
3.3	Distribusi Probabilitas	12
3.3.1	Distribusi Normal	14
3.3.2	Distribusi Log Normal	14
3.3.3	Distribusi <i>Log-Pearson Tipe III</i>	14
3.3.4	Distribusi Gumbel	15
3.4	Pengujian Distribusi.	15
3.5	Intensitas Curah Hujan	16
3.6	Koefisien Pengaliran (<i>Runoff</i>)	18
3.7	Debit Banjir Rencana	19
3.8	Analisis Hidraulika	20
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		23
4.1	Jenis Penelitian	23
4.2	Lokasi Penelitian	23
4.3	Pengumpulan Data	24

4.4 Analisis Data	24
4.5 Bagan Alir Tugas Akhir	25
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	27
5.1. Data	27
5.1.1 Bagan Saluran	27
5.1.2 Dimensi Saluran	30
5.1.3 Tata Guna Lahan	31
5.1.4 Curah Hujan	34
5.2. Analisis Kapasitas Saluran Eksisting	35
5.3. Analisis Hidrologi	39
5.3.1 Hujan Rancangan	39
5.3.2 Intensitas Hujan	48
5.3.3 Koefisien Aliran	53
5.3.4 Debit Rancangan	56
5.4. Analisis Kecukupan Tampang	58
5.5. Solusi	59
5.6. Pembahasan	61
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	63
6.1. Kesimpulan	63
6.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian	8
Tabel 3.1 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota	12
Tabel 3.2 Kala Ulang Berdasarkan Jenis Jalan	12
Tabel 3.3 Parameter Statis untuk Pemilihan Jenis Distribusi	13
Tabel 3.4 Koefisien Hambatan	18
Tabel 3.5 Koefisien Pengaliran (C)	19
Tabel 3.6 Nilai Koefisien <i>Manning</i>	22
Tabel 5.1 Rekapitulasi Kelompok Saluran	31
Tabel 5.2 Rekapitulasi Tata Guna Lahan	32
Tabel 5.3 Data Curah Hujan Harian Maksimum 2010 – 2022	35
Tabel 5.4 Rekapitulasi Perhitungan Kemiringan Saluran	37
Tabel 5.5 Rekapitulasi Kecepatan Saluran	39
Tabel 5.6 Rekapitulasi Debit Kapasitas Saluran	40
Tabel 5.7 Perhitungan Standar Deviasi	41
Tabel 5.8 Perhitungan Koefisien Skewness (Cs)	42
Tabel 5.9 Perhitungan Koefisien Kurtosis (Ck)	43
Tabel 5.10 Rekapitulasi Pemilihan Distribusi	44
Tabel 5.11 Nilai Chi Kuadrat	45
Tabel 5.12 Perhitungan Nilai χ^2	47
Tabel 5.13 Distribusi Frekuensi Distribusi <i>Log Person III</i>	48
Tabel 5.14 Interpolasi Nilai Kt Distribusi <i>Log Pearson III</i>	49
Tabel 5.15 Rekapitulasi Kala Ulang	50
Tabel 5.16 Rekapitulasi Waktu Konsentrasi	53
Tabel 5.17 Rekapitulasi Intensitas Hujan	55
Tabel 5.18 Luas DTA dan Koefisien Limpasan pada Saluran C dan D	56
Tabel 5.19 Rekapitulasi Koefisien Limpasan Komposit	57
Tabel 5.20 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan	60
Tabel 5.21 Rekapitulasi Analisis Kecukupan Saluran	62

Tabel 5.22 Rekapitulasi Desain Ulang Saluran	65
Tabel 5.23 Perubahan Dimensi Saluran	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Peta Lokasi Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon	23
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian	27
Gambar 5.1 Skema Layanan Saluran Drainase pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon	29
Gambar 5.2 Kelompok 1 Saluran	30
Gambar 5.3 Kelompok 2 Saluran	30
Gambar 5.4 Kelompok 3 Saluran	30
Gambar 5.5 Kelompok 4 Saluran	31
Gambar 5.6 Dimensi Saluran Eksisting	32
Gambar 5.7 Kondisi Tata Guna Lahan Pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon	33
Gambar 5.8 Daerah Tangkapan Air Saluran C dan D	56
Gambar 5.8 Ilustrasi Penampang Saluran Segi Empat	63

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson III
- Lampiran 2 Data Curah Hujan Tahun 2010 - 2022 (mm)

DAFTAR NOTASI dan SINGKATAN

$Q_{eksisting}$	= Debit air yang dapat ditampung oleh saluran yang ada
Q_{banjir}	= Debit banjir rencana yang didapat dari analisis menggunakan metode rasional
DAS	= Daerah aliran sungai
BMKG	= Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
\bar{x}	= Nilai rata-rata
x_i	= Nilai pengukuran curah hujan bulan ke-i
n	= Jumlah data
S_d	= Standar deviasi
C_v	= Koefisien variasi dari data curah hujan
C_k	= Koefisien kurtosis dari data curah hujan
C_s	= Koefisien kemencengan dari data curah hujan
X_T	= Perkiraan besar nilai kedalaman hujan yang terjadi para periode ulang T-tahunan
K_T	= Faktor frekuensi
Y_T	= Perkiraan besar nilai kedalaman hujan yang terjadi para periode ulang T-tahunan
\bar{Y}	= Nilai rata rata logaritmik kedalaman hujan X
Y_n	= Nilai yang tergantung pada jumlah sampel-n
I	= Intensitas hujan

t_c	= Waktu yang dibutuhkan untuk air mengalir dari titik terjauh lahan hingga titik akhir saluran
t_1	= Waktu yang dibutuhkan untuk air mengalir dari titik terjauh lahan menuju saluran <i>inlet</i> (<i>inlet time</i>)
t_2	= Waktu yang dibutuhkan untuk air mengalir dari awal saluran hingga akhir saluran.
R_{24}	= Curah hujan maksimum harian (mm)
S_0	= Kemiringan rata-rata saluran yang ada
C	= Koefisien limpasan
A	= Luas daerah tangkapan air
A_s	= Luas penampang basah saluran
V	= Kecepatan aliran dalam saluran
R	= Jari-jari hidrolis
P	= Keliling basah
H	= Tinggi saluran
B	= Lebar saluran
Δh	= Beda elevasi (hulu – hilir)
χ^2	= Nilai chi kuadrat
L_o	= Panjang aliran dari titik air hujan jatuh terjauh lahan hingga inlet saluran
L	= Panjang saluran
n_d	= Koefisien hambatan

ABSTRAK

Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon adalah jalan yang strategis atau jalan penting karena jalan tersebut merupakan jalur untuk menuju ke daerah wisata, daerah logistic seperti pabrik dan arus logistic menuju ke Pelabuhan Merak. Salah satu permasalahan pada jalan tersebut yaitu terjadi genangan pada badan jalan. Hal tersebut bisa disebabkan karena perubahan tata guna lahan dari lahan kosong menjadi pemukiman atau bangunan lainnya sehingga berdampak pada ketidakmampuan drainase eksisting dalam menampung debit banjir rencana. Maka dari itu dibutuhkan evaluasi terkait kapasitas saluran drainase yang ada pada jalan tersebut

Evaluasi kapasitas drainase dianalisis dengan membandingkan antara debit kapasitas saluran eksisting dengan debit banjir rencana. Debit kapasitas saluran eksisting dihitung menggunakan analisis hidraulika dengan perhitungan kecepatan aliran saluran menggunakan rumus *manning*, sedangkan debit rencana menggunakan metode rasional dengan intensitas hujan dihitung pada kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun menggunakan rumus *monobe*. Saluran drainase dapat dikatakan aman apabila debit kapasitas saluran lebih besar sama dengan debit banjir rencana, sedangkan dikategorikan melimpas atau tidak aman apabila debit banjir rencana lebih besar daripada debit saluran eksisting.

Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa terjadi limpasan pada saluran eksting dengan kala ulang 50 tahun. Saluran eksisting tidak dapat menampung debit banjir rencana sehingga diperlukan desain ulang dengan memperbesar dimensi tampang saluran.

Kata kunci: Drainase Jalan, Debit Banjir Rencana, Kapasitas Saluran

ABSTRACT

The Southern Ring Road of Cilegon City is a strategic or important road because it serves as a route to tourist areas and industrial areas like factories and logistic flow toward the Merak Port. One of the issues on this road is the occurrence of water pooling on the road surface. This can be caused by changes in land use from vacant land to residential areas or other buildings, which affects the inability of existing drainage systems to accommodate planned flood discharge. Therefore, an evaluation is needed regarding the capacity of the drainage channels on this road.

The evaluation of drainage capacity is analyzed by comparing the capacity discharge of the existing channels with the planned flood discharge. The capacity discharge of the existing channels is calculated using hydraulic analysis with the calculation of flow velocity using the Manning formula, while the planned discharge uses the rational method with rainfall intensity calculated at recurrence intervals of 2 years, 5 years, 10 years, 25 years, and 50 years using the Monobe formula. The drainage channel is considered safe if the capacity discharge of the channel is greater than or equal to the planned flood discharge, while it is categorized as overflow or unsafe if the planned flood discharge is greater than the existing channel discharge.

The results of this study found that there is overflow in the existing channel with a 50-year recurrence interval. The existing channel cannot accommodate the planned flood discharge, thus requiring redesign by enlarging the channel cross-sectional dimensions.

Keywords: *Road Drainage, Planned Flood Discharge, Channel Capacity*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon merupakan jalan yang menghubungkan tiga kecamatan yaitu Kecamatan Cibeber, Kecamatan Citangkil dan Kecamatan Ciwanda. Jalan tersebut terletak di antara Kabupaten Serang dan Kota Cilegon. Pada tahun 2022 pemerintah Kota Cilegon mengganti status jalan tersebut menjadi jalan nasional, karena Jalan Lingkar Selatan merupakan jalan yang memiliki tingkat mobilitas yang sangat tinggi. Banyak jenis kendaraan yang lewat pada jalan tersebut, mulai dari kendaraan kecil seperti sepeda motor hingga kendaraan besar seperti truk besar. Jalan Lingkar Selatan adalah jalan yang strategis atau jalan penting karena jalan tersebut merupakan jalur untuk menuju ke daerah wisata, daerah industri seperti pabrik dan arus logistik menuju ke Pelabuhan Merak.

Dilansir dari tvonenews.com, 2023 menyebutkan Jalan Lingkar Selatan Cilegon terjadi genangan air hujan, disebutkan bahwa genangan yang terjadi di jalan mencapai betis orang dewasa. Hal tersebut membuat pengendara yang melewati jalan tersebut menjadi terganggu karena genangan yang cukup tinggi dan menghalangi jalan yang berlubang. Permasalahan yang terdapat pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon adalah jalan yang rusak dan sering terjadi genangan pada saat hujan turun. Permasalahan tersebut mengganggu mobilitas kendaraan yang lewat pada jalan tersebut. Salah satu faktor terjadinya genangan pada jalan tersebut akibat perubahan lahan terbuka di sekitar jalan yang menjadi kawasan pemukiman maupun bangunan lainnya, sehingga berdampak pada ketidakmampuan drainase eksisting dalam menampung dan mengaliri air hujan.

Berdasarkan studi kasus diatas maka peneliti mengambil penelitian evaluasi drainase pada Jalan Lingkar Selatan Kota STA 3+350 s/d 4+850 Kota Cilegon. Lokasi penelitian berada pada STA 3+350 s/d 4+850 dipilih karena STA tersebut

terdapat genangan sepanjang 50 meter dan data yang tersedia atau lengkap hanya pada STA tersebut. Pada daerah sekitar saluran pembuang atau saluran *outlet* belum pernah terjadi, perindustrian. Hal tersebut menyebabkan saluran drainase perlu dievaluasi ulang untuk mengetahui kapasitas saluran drainase pada bagian jalan tersebut sudah dapat memadai untuk mengalirkan air limpasan akibat hujan atau tidak. Maka penelitian dijadikan acuan untuk melakukan penanganan dan perbaikan kinerja suatu system drainase kota cilegon.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang ada maka didapatkan rumusan permasalahan sebagai berikut.

1. Berapa debit rencana pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon?
2. Apakah kapasitas saluran drainase pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon cukup untuk mengalirkan debit rencana?
3. Apakah saluran drainase pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon perlu dilakukan perbaikan?

1.3 Tujuan Evaluasi

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yang berdasarkan rumusan masalah diatas adalah.

1. Mengetahui berapa debit rencana pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon
2. Mengetahui Apakah kapasitas saluran drainase pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon cukup untuk menampung debit rencana
3. Mengetahui saluran drainase pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon apakah perlu dilakukan perbaikan atau tidak

1.4 Manfaat Evaluasi

Penelitian yang akan dilakukan ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat luas terkait penyebab sering terjadinya genangan air pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk mengadakan atau memperbaiki saluran drainase pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon oleh pemerintah daerah setempat

1.5 Batasan Evaluasi

Pada penelitian ini diberikan batasan penelitian supaya dalam penelitian hanya berfokus pada rumusan masalah dan tujuan yang ada. Batasan pada penelitian kali ini sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian dilakukan di Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon
2. Data curah hujan yang digunakan diperoleh pada stasiun Meteorologi Maritim Serang dari BMKG Kota Serang selama 13 tahun.
3. Evaluasi dimensi saluran dilakukan hanya pada bagian Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon dari STA 3+350 sampai STA 4+850.
4. Debit banjir rencana dihitung menggunakan metode Rasional
5. Kapasitas saluran eksisting dan perencanaan ulang dimensi saluran dihitung menggunakan rumus Manning

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam suatu penelitian, tinjauan pustaka merupakan suatu tahapan untuk meninjau atau mengkaji literatur – literatur yang serupa atau memiliki kaitan dengan topik yang ingin atau sedang diteliti dengan bersumber dari jurnal – jurnal, skripsi, dan penelitian sebelumnya. Tujuan dari melakukan tinjauan pustaka adalah sebagai pendahuluan untuk mendapatkan informasi yang relevan dan terpercaya tentang permasalahan dari penelitian yang sejenis dan sebagai gambaran dalam pelaksanaan penelitian terkait langkah - langkah penelitian ataupun dalam pengambilan metode – metode yang digunakan agar penelitian dapat dilakukan dengan benar.

2.2 Evaluasi Terdahulu

Penelitian terdahulu yang digunakan disini bersumber dari skripsi atau tugas akhir yang telah dipublikasikan oleh akademisi. Pada sub bab ini akan dibahas terkait beberapa studi terdahulu yang memiliki topik yang serupa dengan penelitian kali ini. Adapun uraian penelitian terdahulu sebagai berikut.

2.2.1 Evaluasi Sistem Saluran Drainase Perkotaan Pada Kawasan Jalan Laksda Adisucipto Yogyakarta

Penelitian ini dilakukan oleh Oktamal Akhir (2019), yang meneliti sistem saluran drainase pada Jalan Laksda Adisucipto. Penelitian ini disebabkan saluran drainase pada jalan tersebut langsung mengalirkan air ke sungai terdekat, akan tetapi pada jalan tersebut masih mengalami genangan pada saat musim penghujan. Lokasi dari penelitian ini berada di kawasan Jalan Laksda Adisucipto, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini memiliki tujuan untuk

mengetahui penyebab terjadi genangan pada jalan tersebut dan upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi genangan pada jalan tersebut.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa analisis, seperti analisis hidrologi dan analisis debit banjir maksimum. Analisis hidrologi pada penelitian ini menggunakan metode Rerataan Aljabar untuk menganalisis hujan kawasan dan metode Distribusi Probabilitas untuk memperkirakan besarnya banjir yang akan terjadi dengan kala ulang 2, 5, 10 tahun. Metode Distribusi Probabilitas dilakukan uji kesesuaian distribusi dengan metode Chi – kuadrat dan semirnov – kolmorov. Analisis debit banjir maksimum dihitung menggunakan metode Rasional.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Oktamal Akhir (2019), dapat disimpulkan bahwa hasil dari kapasitas debit maksimum saluran drainase jalan Laksda Adisucipto sebesar 3,051 m³/s pada saluran eksiting nomor 44. Dari hasil analisis pada saluran nomor 44 tersebut didapatkan bahwa saluran tersebut hanya mampu menampung dan mengalir air pada kala ulang debit rencana 2 tahun, sedangkan untuk kala ulang 5 dan 10 tahun saluran nomer 44 tersebut tidak dapat menampung debit rencana.

2.2.2 Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap Kondisi Jalan Gunung Rinjani di Wilayah Kecamatan Denpasar

Penelitian ini dilakukan oleh Ni Komang Sri Kartika dkk (2018), penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi dari fungsi saluran drainase di Jalan Gunung Rinjani di wilayah Kecamatan Denpasar Barat. Penelitian ini dilakukan karena pada jalan tersebut rawan terdapat genangan air. Hal tersebut disebabkan karena saluran drainase yang ada pada jalan tersebut disinyalir tidak dapat bekerja atau berfungsi dengan baik.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa analisis seperti, analisis curah hujan, analisis konsistensi data, dan analisis debit rencana. Analisis curah hujan menggunakan metode rata – rata aljabar. Analisis curah hujan dilakukan pengujian konsistensi data menggunakan dua metode yaitu metode RAPS (*rescaled adjusted partial sums*) dan metode distribusi dengan Log Person type III dengan kala ulang

2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun. Intensitas curah hujan dihitung menggunakan metode talbot. Dan analisis debit rencana menggunakan metode Rasional.

Terdapat dua point yang dapat diambil pada kesimpulan penelitian ini, pertama yaitu penyebab terdapatnya genangan air pada Jalan Gunung Rinjani di wilayah Kecamatan Denpasar Barat yaitu dikarenakan kurangnya kapasitas dari daya tampung saluran drainase yang ada, dan saluran drainase pada jalan tersebut tersumbat oleh sampah sehingga saluran drainase yang ada tidak dapat mengalirkan air secara maksimum. Kedua setelah dilakukan analisis debit rencana, didapatkan beberapa saluran eksisting mempunyai (Departemen Pekerjaan Umum, 2005) kapasitas yang lebih kecil daripada debit rencana. Pada kala ulang 5 tahun debit rencana lebih besar daripada kapasitas saluran pada saluran eksisting dengan kode saluran seg 5 dan seg 6. Pada kala ulang 10 tahun, kapasitas dari saluran eksisting yang ada pada saluran eksisting dengan kode saluran seg 1, seg 2, seg 3, seg 4, seg 5, seg 6, lebih kecil daripada debit rencana sehingga saluran tersebut berpotensi akan meluap.

2.2.3 Evaluasi Kapasitas Daya Tampung Saluran Drainase jalan Damanhuri Pada Kota Samarinda

Penelitian ini dilakukan oleh Faulia Dkk (2018), penelitian ini meneliti tentang kapasitas daya tampung saluran drainase pada Jalan Damahuri, Kota Samarinda. Penelitian ini dilatar belakangi oleh daerah Jalan Damanhuri yang rentan banjir atau terdapat adanya genangan air, hal tersebut terjadi dikarenakan perubahan tata guna lahan, penurunan permukaan tanah dan tumpukan sampah.

Penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa analisis seperti analisis hidrologi dan analisis hidraulika. Analisis hirdologi menggunakan metode dua distrubusi yaitu distribusi Gumbel dan distribusi Log Person type III dengan kala ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun. Distribusi sebaran diuji menggunakan uji Smirnov – Kolmogorof dan uji Chi Square atau uji Chi Kuadrat. Perhitungan debit rencana menggunakan metode rasional dan hasilnya akan dibandingkan dengan kapasitas saluran yang sudah ada.

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu perlu adanya perubahan dimensi ukuran pada saluran yang mengalami banjir atau limpasan seperti pada saluran Q3, saluran Q4, saluran Q5 untuk kala ulang 2, dan 5 tahun. Kala ulang 10, dan 25 tahun semua saluran mengalami banjir atau limpasan kecuali saluran Q1. Saluran Q1 tidak perlu dilakukan perubahan dimensi karena kapasitas saluran Q1 sudah dapat menampung debit rencana pada semua kala ulang.

2.3 Perbandingan Penelitian

Berdasarkan tahapan tinjauan pustaka, sangat banyak penelitian yang ada terkait topik yang sejenis yaitu tentang evaluasi saluran drainase. Pada penelitian ini diambil tiga penelitian terdahulu sebagai referensi terkait pelaksanaan penelitian. Adapun perbedaan dan persamaan yang terdapat pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1 di halaman selanjutnya

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian

Peneliti	Oktamal Akhir (2019)	Ni Komang Dkk (2018)	Faulina Dkk (2019)	Mus'ab (2024)	
Karya Tulis	Tugas Akhir	Jurnal	Jurnal	Tugas Akhir	
Judul	Evaluasi Sistem Saluran Drainase Perkotaan Pada Kawasan Jalan Laksda Adisucipto Yogyakarta	Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap Kondisi Jalan Gunung Rinjani di Wilayah Kecamatan Denpasar Barat	Evaluasi Kapasitas Daya Tampung Saluran Drainase Jalan Damanhuri pada Kota Samarinda	Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon	
Lokasi	Jalan Laksda Adisucipto Yogyakarta, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Yogyakarta	Jalan Gunung Rinjani di Wilayah Kecamatan Denpasar Barat	Jalan Damanhuri pada Kota Samarinda	Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon	
Intensitas Hujan Maksimum Kala Ulan	2, 5, dan 10 tahun	2, 5, dan 10 tahun	2, 5, 10, 25 tahun	2, 5, 10, 25, dan 50 tahun	
Metode	Distribusi Sebaran	Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Person Type III	Log Person Type III	Gumbel, dan Log Person Type III	Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Person Type III
	Uji Distribusi Sebaran	Chi – kuadrat dan semirnov - kolmorov	Tidak Memakai Uji Distribusi Sebaran	Chi – kuadrat dan semirnov - kolmorov	Chi - kuadrat
	Debit Rencana	Metode Rasional	Metode Rasional	Metode Rasional	Metode Rasional
	Kapasitas Saluran	Rumus Manning	Rumus Manning	Rumus Manning	Rumus Manning

2.4 Keaslian Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap saluran drainase yang ada pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon. Pada penelitian kali ini dan tiga penelitian terdahulu terdapat kesamaan metode yang digunakan pada proses analisis, kendati demikian hasilnya akan berbeda beda. Hasil dari setiap penelitian akan berbeda – beda disebabkan adanya pengaruh dari beberapa faktor seperti topografi, hidrologi, klimatologi, dan lokasi yang berbeda. Pada penelitian sebelumnya belum ada yang membahas terkait judul dan data yang sama dengan penelitian sekarang.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Drainase Jalan

Drainase jalan merupakan suatu bangunan air yang memiliki fungsi untuk memindahkan kelebihan air yang ada di suatu daerah dengan cara disalurkan atau dialirkan ke daerah pembuangan seperti sungai, waduk, maupun pembuangan air. Departemen Pekerjaan Umum (2005) menyebutkan drainase jalan dibangun untuk membuang atau mengalirkan air menuju tempat pembuangan yang sudah ditentukan, dan dialiri secara gravitasi atau menggunakan sistem pompa. Saluran drainase dibangun searah gravitasi bumi, hal ini bertujuan agar air dapat mengalir dengan lancar dan mencegah terjadinya genangan di tengah atau saat pengaliran. Drainase jalan dibangun memiliki tujuan untuk mengendalikan air sebagai salah satu upaya meminimalisir atau memperkecil dampak buruk air terhadap perkerasan jalan.

3.2 Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari terkait air yang ada di bumi, baik itu perubahan bentuk air maupun pergerakan air bumi. Menurut Triatmodjo (2008) hidrologi yaitu ilmu yang mempelajari terkait air di bumi, meliputi terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya, dan hubungan dengan lingkungan terutama dengan makhluk hidup. Terdapat beberapa manfaat dari ilmu hidrologi yang bisa diterapkan berikut ini.

1. Ilmu hidrologi berfungsi untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang mungkin bisa terjadi akibat terjadinya hujan deras. Perkiraan tersebut digunakan untuk merencanakan bangunan bangunan air seperti bendungan, saluran drainase, gorong-gorong, dan bangunan air lainnya.

2. Ilmu hidrologi juga berfungsi untuk memperkirakan jumlah air yang tersedia. Air tersebut nantinya dimanfaatkan untuk melayani kebutuhan tanaman maupun kebutuhan manusia.

3.2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Triatmodjo (2008) daerah aliran sungai atau yang biasa disingkat DAS merupakan daerah yang dibatasi punggung punggung gunung atau pegunungan, dimana air hujan yang jatuh atau air lainnya pada daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik yang ditinjau. Penentuan DAS ditentukan menggunakan peta topografi yang memiliki garis garis kontur, garis garis kontur itu sendiri memiliki fungsi untuk menentukan arah limpasan permukaan. Arah limpasan bermula pada elevasi tertinggi dan mengalir menuju elevasi yang lebih rendah. Peta topografi yang digunakan berasal dari instansi atau sumber yang terpercaya seperti Dinas Topografi Angkatan Darat, Direktorat Geologi, atau instansi lain yang bergerak dalam pembuatan peta topografi. Pada suatu daerah adakalanya sulit untuk mendapatkan peta topografi atau pengukuran lainnya untuk menentukan arah pengaliran atau menentukan batas batas DAS.

3.2.2 Curah Hujan

Curah hujan adalah besar kedalaman air hujan yang tercatat oleh penakaran hujan pada suatu kawasan, curah hujan yang didapat akan berkaitan terhadap besar limpasan air yang terjadi pada suatu daerah aliran sungai (DAS). Pada suatu wilayah bisa memiliki satu stasiun hujan bahkan bisa terdapat beberapa stasiun yang berada di wilayah tersebut. Penentuan debit banjir wilayah DAS untuk suatu wilayah yang mempunyai lebih dari satu stasiun hujan maka curah hujan yang dipakai adalah rerata kedalaman hujan pada setiap stasiun hujan yang tersedia disekitar wilayah DAS tersebut.

Menurut Triatmodjo (2008) penentuan kedalam hujan rerata pada daerah yang mempunyai stasiun hujan lebih dari satu, dapat dilakukan analisis menggunakan tiga metode seperti metode rerata aljabar, metode poligon thiessen, dan metode isohyet. Pada penelitian kali ini curah hujan wilayah hanya diperoleh

dari satu stasiun terdekat dari lokasi penelitian yang mewakili kondisi iklim daerah sekitar.

Besar curah hujan rencana pada penelitian kali ini didapatkan menggunakan periode kala ulang. Penentuan kala ulang yang dipakai diambil dari Peraturan Menteri Pu No.12 tahun 2014 dan Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 23/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Drainase Jalan (Pedoman Nomor 15/P/BM/2021) yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2 sebagai berikut.

Tabel 3.1 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	<10	10-100	101-500	>500
Kota Metropolitan	2 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th	10 – 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 20 Th
Kota Sedang	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2 Th

(Sumber: Peraturan Menteri PU No.12, 2014)

Tabel 3.2 Kala Ulang Berdasarkan Jenis Jalan

Kelas dan/atau Fungsi Jalan	Periode Ulang (Tahun)
Jalan tol	100
Jalan Arteri	50
Jalan Kolektor	50
Jalan Lokal	25

(Sumber: Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 23/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Drainase Jalan)

3.3 Distribusi Probabilitas

Dalam menentukan perkiraan besar curah hujan atau besar kedalaman hujan pada periode kala ulang tertentu, maka dilakukan pendekatan statistik dengan menggunakan metode distribusi probabilitas. Distribusi probabilitas terdapat beberapa distribusi seperti distribusi normal, distribusi log normal, distribusi log person III, dan distribusi gumbel. Penentuan jenis distribusi disesuaikan dengan parameter parameter dalam analisis statistik seperti, rerata, deviasi standar, koefisien varian, koefisien kemencengan, dan koefisien kurtosis. Parameter

parameter statistik tersebut dihitung menggunakan rumus dapat dilihat sebagai berikut.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3.1)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2)} \quad (3.2)$$

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (3.3)$$

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (3.4)$$

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{X}} \quad (3.5)$$

Keterangan:

\bar{X} = rata-rata data

X_i = data hujan atau debit ke-i

n = jumlah data

S_d = standar deviasi

C_v = koefisien varian

C_s = koefisien *skewness* atau koefisien kemencengan

C_k = koefisien kuortosis

Parameter - parameter statistik yang sudah dihitung digunakan untuk pemilihan distribusi yang akan digunakan dengan melihat syarat syarat yang telah ditentukan. Persyaratan - parameter statistik dalam pemilihan distribusi dapat dilihat pada Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Parameter Statis untuk Pemilihan Jenis Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_s = Cv^3 + 3Cv$ $C_k = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
4	<i>Log Pearson III</i>	Selain dari data diatas

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

3.3.1 Distribusi Normal

Distribusi normal dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S_d \quad (3.6)$$

Keterangan:

X_T = Perkiraan nilai kedalaman hujan yang diharapkan terjadi pada periode kala ulang T-tahunan

\bar{X} = Nilai rerata hitung variat

K_T = Faktor frekuensi

S_d = Standar deviasi

3.3.2 Ditribusi Log Normal

Distribusi log normal dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \times S_d \quad (3.7)$$

$$Y_T = \log X \quad (3.8)$$

Keterangan:

Y_T = Perkiraan nilai kedalaman hujan yang diharapkan terjadi pada periode kala ulang T-tahunan

\bar{Y} = Nilai rerata hitung variat

K_T = Faktor frekuensi

S_d = Standar deviasi

3.3.3 Distribusi *Log-Pearson Tipe III*

Pada perhitungan distribusi Log-Pearson Tipe III dilakukan beberapa persamaan yang dapat dilihat sebagai berikut.

$$Y_i = \log X_i \quad (3.9)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (3.10)$$

$$S_{dy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n}} \quad (3.11)$$

$$Y_t = \bar{Y} + K_T \times S_{dy} \quad (3.12)$$

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^3 \quad (3.13)$$

Keterangan:

\bar{Y} = nilai rata rata logaritmik X_i

n = jumlah data

Y_i = log X_i

S_{dy} = standar deviasi dari nilai y

K_T = faktor frekuensi berdasarkan C_s

3.3.4 Distribusi Gumbel

Pada perhitungan distribusi Gumbel menggunakan persamaan pada SNI 03-3424-1994 sebagai berikut.

$$X_T = \bar{X} + \frac{S_d}{S_n} (Y_T - Y_n) \quad (3.14)$$

Keterangan:

X_T = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm/jam)

\bar{X} = Nilai rata rata aritmatik hujan komulatif

S_d = Standar deviasi

S_n = Standar deviasi fungsi dari n

Y_T = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang

Y_n = Nilai yang tergantung pada n

3.4 Pengujian Distribusi.

Distribusi yang sudah ditentukan perlu dilakukan pengujian distribusi, hal ini memiliki tujuan untuk mengetahui distribusi yang dipakai sudah dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang akan dianalisis. Pada penelitian kali ini pengujian distribusi digunakan satu metode yaitu metode *Chi Kuadrat*.

Pengujian distribusi metode *Chi Kuadrat* didasarkan pada jumlah pengamatan yang dibagi beberapa kelas dan ditentukan jumlah data pengamatan yang ada di dalam kelas. Nilai pengujian *Chi Kuadrat* ditandai menggunakan nilai χ^2 , nilai *Chi Kuadrat* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (3.15)$$

Keterangan :

χ^2 = nilai *Chi Kuadrat* terhitung

E_f = frekuensi banyak pengamatan yang diharapkan

O_f = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

n = jumlah kelas

Distribusi dikatakan dapat mewakili apabila besar nilai X^2 lebih kecil sama dengan X^2_{cr} . Besar nilai X^2_{cr} dipengaruhi oleh derajat nyata dan derajat kebebasan (DK). Menurut Triatmodjo (2008), derajat nyata yang sering digunakan adalah 5%. Derajat kebebasan (DK) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$DK = K - (\alpha + 1) \quad (3.16)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n \quad (3.17)$$

Keterangan :

DK = derajat kebebasan

K = banyak kelas

α = banyaknya keterikatan, besar nilainya untuk uji *Chi Kuadrat* yaitu 2
(Triatmodjo, 2008)

3.5 Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan merupakan tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Intensitas hujan sangat dipengaruhi oleh durasi terjadinya hujan dan besarnya hujan. Pada umumnya semakin lama terjadinya hujan maka intensitas hujan akan cenderung rendah atau bisa dikatakan bahwa durasi terjadinya hujan berbanding terbalik dengan intensitas hujan. Besar intensitas hujan berbanding lurus dengan besarnya hujan, semakin deras hujan yang terjadi maka intensitas hujan akan semakin tinggi. Intensitas hujan dihitung menggunakan persamaan mononobe sebagai berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (3.18)$$

Keterangan:

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

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

Intensitas hujan terdapat dua faktor yang mempengaruhi besar intensitas hujan selama waktu konsentrasi yaitu curah hujan maksimum harian (R_{24}) dan waktu konsentrasi (t_c). Curah hujan maksimum harian (R_{24}) didapatkan dari curah hujan maksimum harian pada kala ulang yang dipakai. Waktu konsentrasi (t_c) merupakan waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik yang ditinjau pada suatu saluran. Waktu konsentrasi (t_c) didapatkan dengan dua komponen yaitu waktu *inlet* dan waktu aliran. Waktu konsentrasi (t_c) dapat dicari dengan menggunakan persamaan yang diambil dari SNI 03-3424-1994 dapat dilihat pada Persamaan 3.19, Persamaan 3.20, dan Persamaan 3.21 sebagai berikut.

$$t_c = t_1 + t_2 \quad (3.19)$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \quad (3.20)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V} \quad (3.21)$$

Keterangan:

t_c = waktu konsentrasi atau waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik terjauh lahan hingga ke titik keluaran saluran (menit)

t_1 = waktu *inlet* atau waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik jatuh air terjauh pada lahan sampai ke saluran terdekat (menit)

t_2 = waktu aliran atau waktu perjalanan air mengalir dari titik awal pada saluran sampai ke titik keluaran saluran (menit)

L_o = panjang dari titik jatuh air terjauh pada lahan sampai ke saluran (m)

L = panjang lintasan mengalirnya air pada saluran (m)

- V = kecepatan aliran pada saluran (m)
 nd = koefisien hambatan
 S = kemiringan saluran

Tabel 3.4 Koefisien Hambatan

Bahan	Koefisien Hambatan (nd)
Lapisan semen dan aspal beton	0,013
Permukaan licin dan kedap air	0,020
Permukaan licin dan kokoh	0,100
Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
Padang rumput dan rerumputan	0,400
Hutan gundul	0,600
Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

(Sumber: SNI 03-3424-1994)

3.6 Koefisien Pengaliran (*Runoff*)

Koefisien pengaliran atau koefisien *runoff* merupakan rasio atau perbandingan antara aliran air hujan yang melimpas diatas permukaan jalan menuju saluran dengan jumlah curah hujan yang jatuh pada suatu daerah aliran sungai (DAS). Koefisien *runoff* dibagi berdasarkan tata guna lahan yang ada daerah *catchment area* yang ditinjau. Banyaknya tata guna lahan yang berbeda menyebabkan perbedaan besaran koefisien *runoff*, oleh karena itu maka dibutuhkan koefisien *runoff* gabungan atau koefisien *runoff* komposit. Koefisien *runoff* komposit dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$C_{komposit} = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \dots + C_nA_n}{\sum A_n} \quad (3.22)$$

Keterangan:

C_1, C_2, \dots, C_n = koefisien pengaliran sesuai jenis tata guna lahan

A_1, A_2, \dots, A_n = luas daerah pengaliran sesuai jenis tata guna lahan

Nilai koefisien pengaliran bergantung pada jenis permukaan atau tata guna lahan, dapat dilihat pada Tabel 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3.5 Koefisien Pengaliran (C)

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
Bahu jalan: <ul style="list-style-type: none"> • Tanah berbutir halus • Tanah berbutir kasar • Batuan masif keras • Batuan masif lunak 	0,40 – 0,65 0,10 – 0,20 0,70 – 0,85 0,60 – 0,75
Daerah perkotaan	0,70 – 0,95
Daerah pinggir kota	0,60 – 0,70
Daerah industri	0,60 – 0,90
Pemukiman padat	0,40 – 0,60
Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60
Taman dan kebun	0,20 – 0,40
Persawahan	0,45 – 0,60
Perbukitan	0,70 – 0,80
Pegunungan	0,75 – 0,90

(Sumber: SNI 03-3424-1994)

3.7 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan besar debit air yang diperkirakan akan mengalir atau melalui bangunan air dalam periode ulang tertentu. Fungsi dari debit banjir rencana adalah dapat digunakan untuk merencanakan atau menganalisa kemampuan dan ketahanan dari bangunan air. Besar debit banjir rencana sangat dipengaruhi oleh intensitas hujan, luas daerah pengaliran, dan karakteristik pengaliran. Metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana yaitu metode rasional. Persamaan untuk menghitung debit banjir rencana yang digunakan diambil dari SNI 03-3424-1994 dapat dilihat pada Persamaan 3.23 Sebagai berikut.

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \quad (3.23)$$

Keterangan:

Q = debit banjir rencana (m^3/det)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

$\frac{1}{3,6}$ = faktor koreksi satuan

3.8 Analisis Hidraulika

Analisis hidraulika merupakan suatu proses untuk mengetahui besar debit air yang dapat mengalir dalam suatu saluran. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi besar debit air mengalir yang akan dibuang melalui saluran, salah satu faktor yang harus diperhatikan adalah bentuk dan dimensi dari saluran tersebut. Bentuk saluran drainase perkotaan yang sering dipakai terdapat 3 bentuk drainase yaitu, saluran drainase dengan penampang persegi, saluran drainase dengan penampang trapesium, dan saluran drainase dengan penampang lingkaran/parabola.

Menurut Suripin (2004), aliran dengan saluran tertutup maupun terbuka yang mempunyai permukaan bebas disebut aliran permukaan bebas atau aliran saluran terbuka. Dapat disimpulkan bahwa saluran terbuka merupakan saluran yang airnya mengalir dengan permukaan bebas terbuka atau saluran yang tertutup tapi tetap terkontaminasi terhadap atmosfer atau udara.

Analisis hidraulika untuk mengetahui kapasitas saluran drainase dihitung menggunakan persamaan Manning yang dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut

$$Q = V \times A_s \quad (3.24)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S_0^{\frac{1}{2}} \quad (3.25)$$

Keterangan:

Q = debit banjir rancangan (m³/det)

A_s = luas penampang basah (m²)

V = kecepatan aliran (m/det)

R = jari jari hidrolis (m)

S_0 = kemiringan saluran dasar

n = koefisien kekasaran *Manning*

Besar nilai koefisien Manning tergantung pada jenis dinding saluran yang digunakan, untuk koefisien Manning dapat dilihat pada Tabel 3.5 pada halaman selanjutnya.

Tabel 3.6 Nilai Koefisien Manning

NO	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
	Saluran Terbuka				
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus teratur	0,023	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang diletakan, ada tumbuh tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
	Saluran Alam				
8	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
9	Seperti no.8 tapi ada tumbuhan, atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Melengkung, bersih, berlubang, dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no.10 dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12	Seperti no.10 berbatu dan ada tumbuh tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13	Seperti no.11 sebagian berbatu	0,040	0,050	0,055	0,060
14	Aliran pelan, banyak tumbuhan, dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
16	Saluran pemasangan batu tanpa finishing	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti no.16 tapi dengan finishing	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus, dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,0115
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,080

(Sumber: SNI 03-3424-1994)

BAB IV

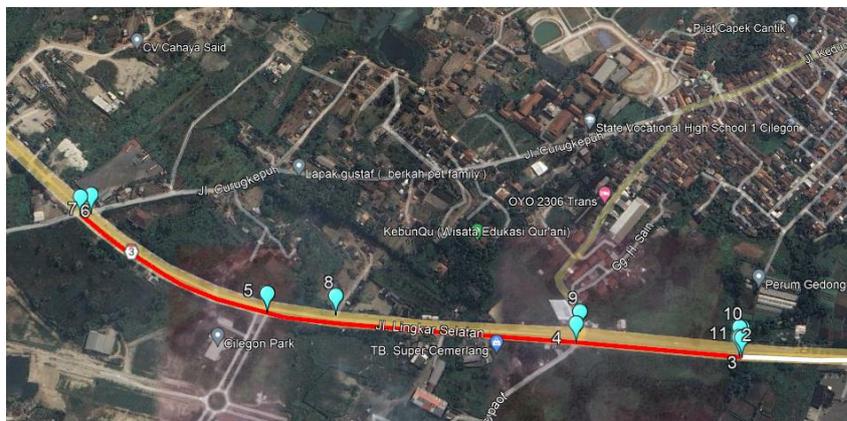
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Secara garis besar ada dua jenis penelitian yang sering dilakukan para akademisi ialah penelitian secara kuantitatif dan penelitian secara kualitatif. Pada penelitian kali ini, penelitian termasuk kedalam jenis penelitian deskriptif kuantitatif. Deskriptif kuantitatif merupakan penelitian yang hasilnya diambil dari hasil analisis perhitungan dan penjabaran dari suatu fenomena atau objek yang akan dilakukan penelitian.

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon. Jalan ini termasuk jenis jalan nasional, yang memiliki panjang total jalan sebesar 15,8 kilometer dan total lebar jalan sebesar 20 meter. Pada penelitian ini lokasi yang ditinjau hanya pada Jalan Lingkar Selatan STA 3+350 sampai STA 4+850, karena pada lokasi tersebut terdapat genangan dan kelengkapan pada STA tersebut tersedia atau lengkap. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon

4.3 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder itu sendiri adalah data yang didapatkan dari pihak ke dua seperti jurnal atau penelitian sebelumnya dan data yang didapat dari kantor/instalansi yang datanya didapat secara tidak langsung. Data yang dipakai pada penelitian kali ini sebagai berikut.

1. Dimensi dan elevasi saluran eksisting didapat dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Cilegon
2. Data hidrologi atau data curah hujan harian selama 13 tahun stasiun Meteorologi Maritim Serang dari BMKG Kota Serang. Data ini digunakan untuk menghitung debit rencana dengan kala ulang 2 tahun, dan 5 tahun.
3. Data tata guna lahan didapatkan dari gambar satelit dengan menggunakan aplikasi google earth, yang kemudian gambar tersebut diklasifikasi menurut tata guna lahan. Data ini dipakai untuk menentukan nilai koefisien limpasan atau *runoff*.

4.4 Analisis Data

Data yang sudah didapat, harus dilakukan analisis terlebih dahulu dalam penelitian kali ini. Beberapa analisis yang dilakukan pada penelitian kali ini sebagai berikut.

1. Analisis Frekuensi Hujan
Data curah hujan yang telah didapat dari stasiun Meteorologi Maritim Serang dari BMKG Kabupaten Serang perlu dilakukan analisis frekuensi hujan. Analisis dilakukan dengan menghitung parameter distribusi probabilitas, hasil dari perhitungan parameter distribusi probabilitas dibandingkan dengan syarat syarat jenis distribusi yang ada. Hasil akhir dari analisis frekuensi hujan adalah data hujan maksimum pada kala ulang 2 tahun, dan 5 tahun berdasarkan jenis distribusi yang terpilih.
2. Koefisien Limpasan (C)

Koefisien limpasan (C) pasti memiliki nilai yang berbeda beda jika pada sebuah kawasan memiliki tata guna lahan yang berbeda, maka dari itu dibutuhkan analisis koefisien limpasan dalam sebuah kawasan daerah aliran sungai (DAS) untuk mendapatkan koefisien limpasan total dari sebuah kawasan DAS. Analisis koefisien limpasan dibutuhkan data luas daerah aliran sungai (DAS) yang didapatkan dari peta topografi dan klasifikasi tata guna lahan dari tiap kawasan. Hasil analisis didapatkan dengan menjumlahkan dari hasil perkalian koefisien (C) dengan luas daerah masing masing lalu dibagi dengan luas total DAS

3. Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dihitung menggunakan metode rasional, metode ini dibutuhkan tiga komponen yaitu luas daerah tangkapan (A), koefisien limpasan (C), dan intensitas hujan (I). komponen luas daerah tangkapan (A), dan koefisien limpasan (C) didapatkan dari hasil analisis sebelumnya pada *point* kedua, untuk komponen intensitas hujan (I) didapatkan menggunakan Persamaan *Monobe*. Debit rencana dihitung dengan mengalikan ketiga komponen tersebut.

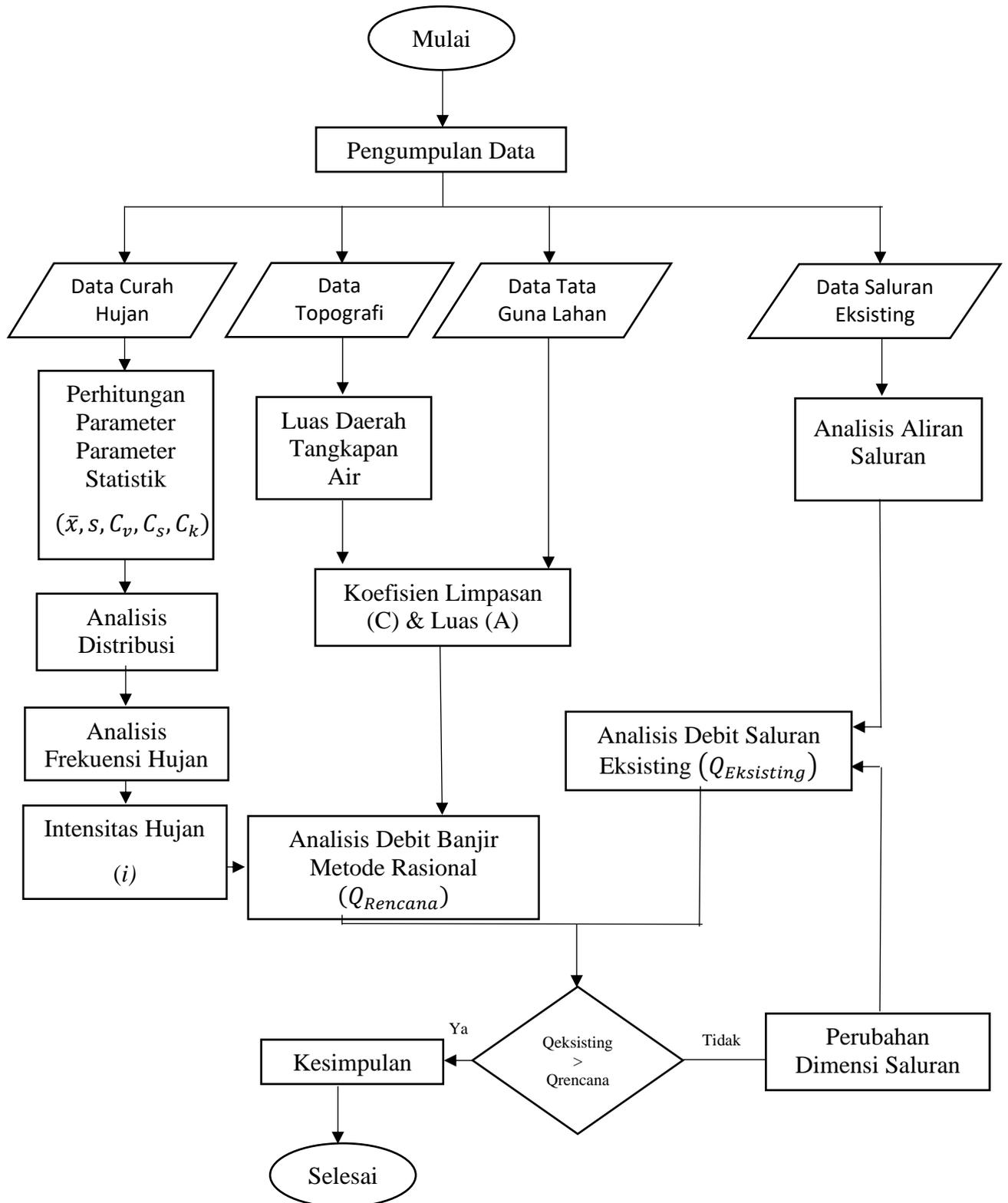
4. Evaluasi Saluran Drainase

Evaluasi saluran drainase berfungsi untuk mengetahui saluran eksisting yang sudah ada dapat berfungsi secara baik atau tidak, evaluasi saluran drainase dilakukan dengan cara membandingkan debit banjir rencana dengan debit kapasitas tampung saluran eksisting. Saluran eksisting dapat berfungsi secara baik apabila nilai kapasitas tampung saluran eksisting lebih besar dibandingkan dengan debit banjir rencana, sedangkan apabila nilai kapasitas tampung saluran eksisting memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan debit banjir rencana maka saluran eksisting tersebut tidak aman atau dapat terjadi peluapan pada saluran eksisting tersebut. Saluran eksisting yang tidak aman atau dapat terjadi peluapan dibutuhkan perencanaan ulang saluran drainase.

4.5 Bagan Alir Tugas Akhir

Bagan alir atau *flowchart* merupakan suatu diagram dengan simbol tertentu yang menggambarkan rangkaian langkah-langkah atau alur dari suatu proses

penelitian yang memiliki hubungan suatu proses intruksi ke proses lainnya dalam suatu rangkaian. Bagan alir penelitian evaluasi kapasitas saluran drainase dapat dilihat pada Gambar 4.2 pada halaman selanjutnya.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

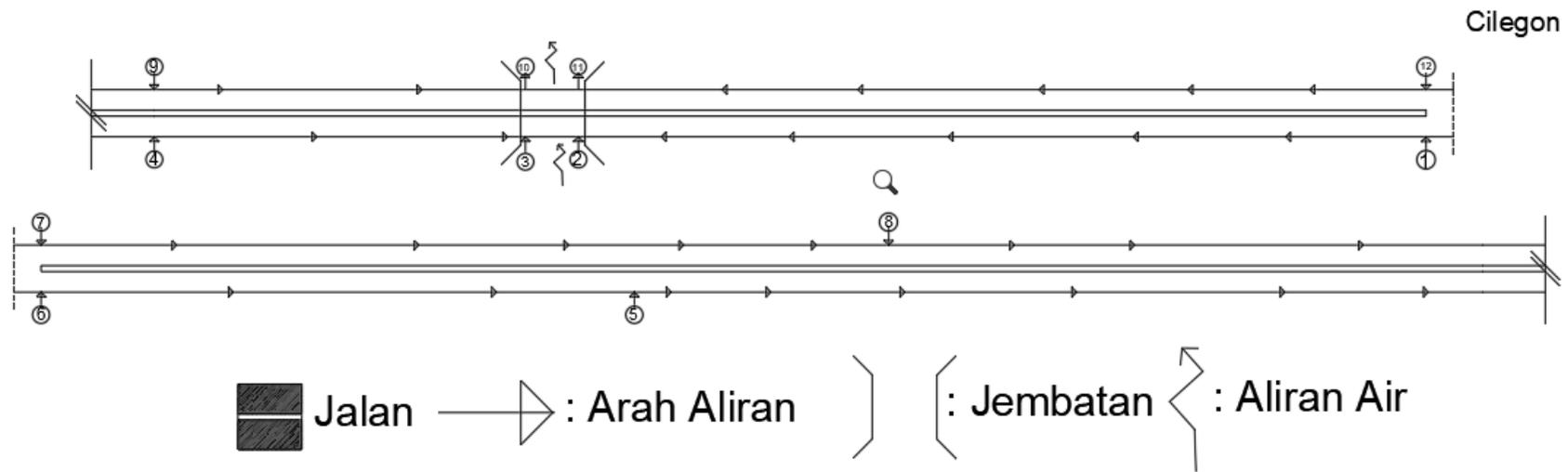
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data

Data berdasarkan cara memperolehnya dibagi menjadi dua, yaitu data primer, dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan langsung dari sumber yang berkaitan, sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instalansi yang berkaitan dan terpercaya. Pada penelitian kali ini menggunakan beberapa data sekunder, seperti data curah hujan maksimum, data dimensi saluran drainase yang sudah ada, dan data elevasi drainase.

5.1.1 Bagan Saluran

Bagan saluran merupakan pengelompokan saluran yang pembagiannya berdasarkan skema layanan aliran dari saluran awal menuju saluran akhir, pada penelitian kali ini terdapat 8 saluran yang terbagi kedalam 4 kelompok saluran. Skema layanan saluran drainase pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.1 pada halaman selanjutnya.

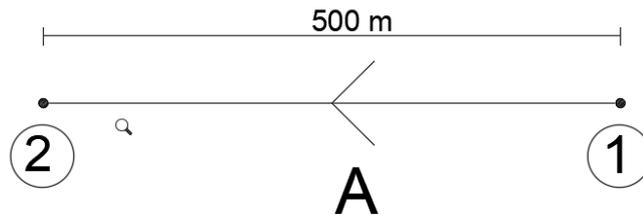


Gambar 5.1 Skema Layanan Saluran Drainase pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon STA 3+350 s/d 4+850

Pembagian kelompok saluran dapat dilihat sebagai berikut.

1. Kelompok 1

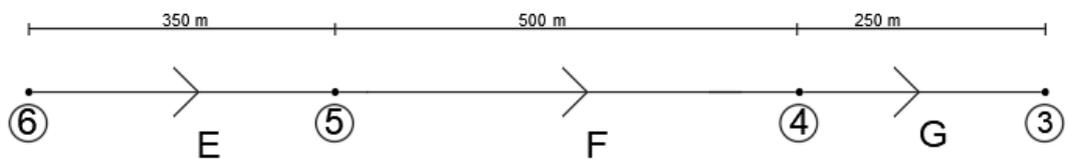
Pada kelompok 1 hanya terdapat satu saluran yaitu saluran A, untuk gambar kelompok 1 dapat dilihat pada Gambar 5.2 sebagai berikut.



Gambar 5.2 Kelompok 1 Saluran

2. Kelompok 2

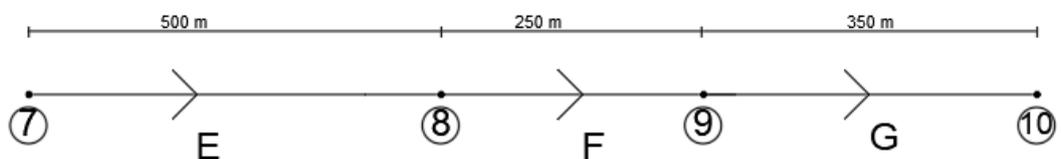
Pada kelompok 2 terdapat tiga saluran yaitu saluran D, saluran C, dan saluran B. Kelompok 2 dapat dilihat pada Gambar 5.3 sebagai berikut.



Gambar 5.3 Kelompok 2 Saluran

3. Kelompok 3

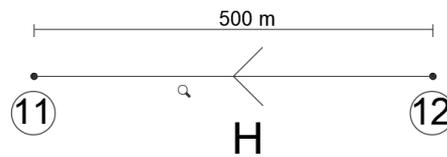
Pada kelompok 3 terdapat tiga saluran yaitu saluran E, saluran F, dan saluran D. Kelompok 3 dapat dilihat pada Gambar 5.4 sebagai berikut.



Gambar 5.4 Kelompok 3 Saluran

4. Kelompok 4

Pada kelompok 4 hanya terdapat satu saluran yaitu saluran A, untuk gambar kelompok 4 dapat dilihat pada Gambar 5.5 pada halaman selanjutnya.



Gambar 5.5 Kelompok 4 Saluran

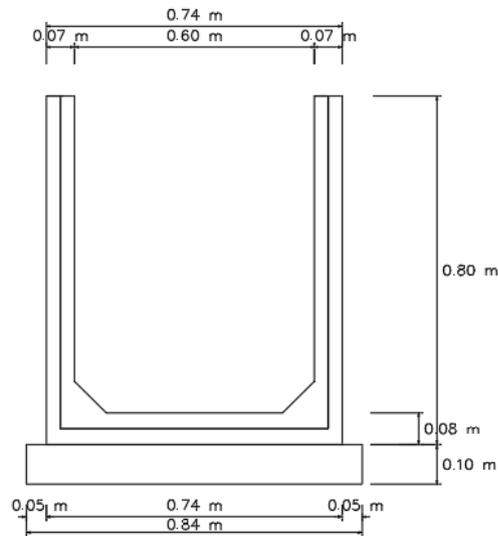
Rekapitulasi kelompok saluran dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Kelompok Saluran

Kelompok	Saluran	Aliran	Titik	Elevasi	L	A	A kumulatif
					m	km ²	km ²
1			1	25,386			
	A	2←1			500	0,05737	0,057367
2			6	40,038			
	D	6→5			350	0,09115	0,09115
			5	30,349			
	C	5→4			500	0,11743	0,20858
			4	22,903			
	B	4→3			250	0,0551	0,26367
3			3	21,096			
			7	40,062			
	E	7→8			500	0,0489	0,0489
			8	26,14			
	F	8→9			250	0,03228	0,081183
			9	22,96			
4			10	21,135			
			12	25,403			
	A	11←12			500	0,0977	0,0977
		11	21,496				

5.1.2 Dimensi Saluran

Data dimensi saluran didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Cilegon. Saluran yang ditinjau pada penelitian kali ini adalah saluran pada STA 3+350 sampai STA 4+850, pada lokasi tinjauan hanya terdapat satu dimensi saluran. Dimensi saluran dapat dilihat pada Gambar 5.6 sebagai berikut.



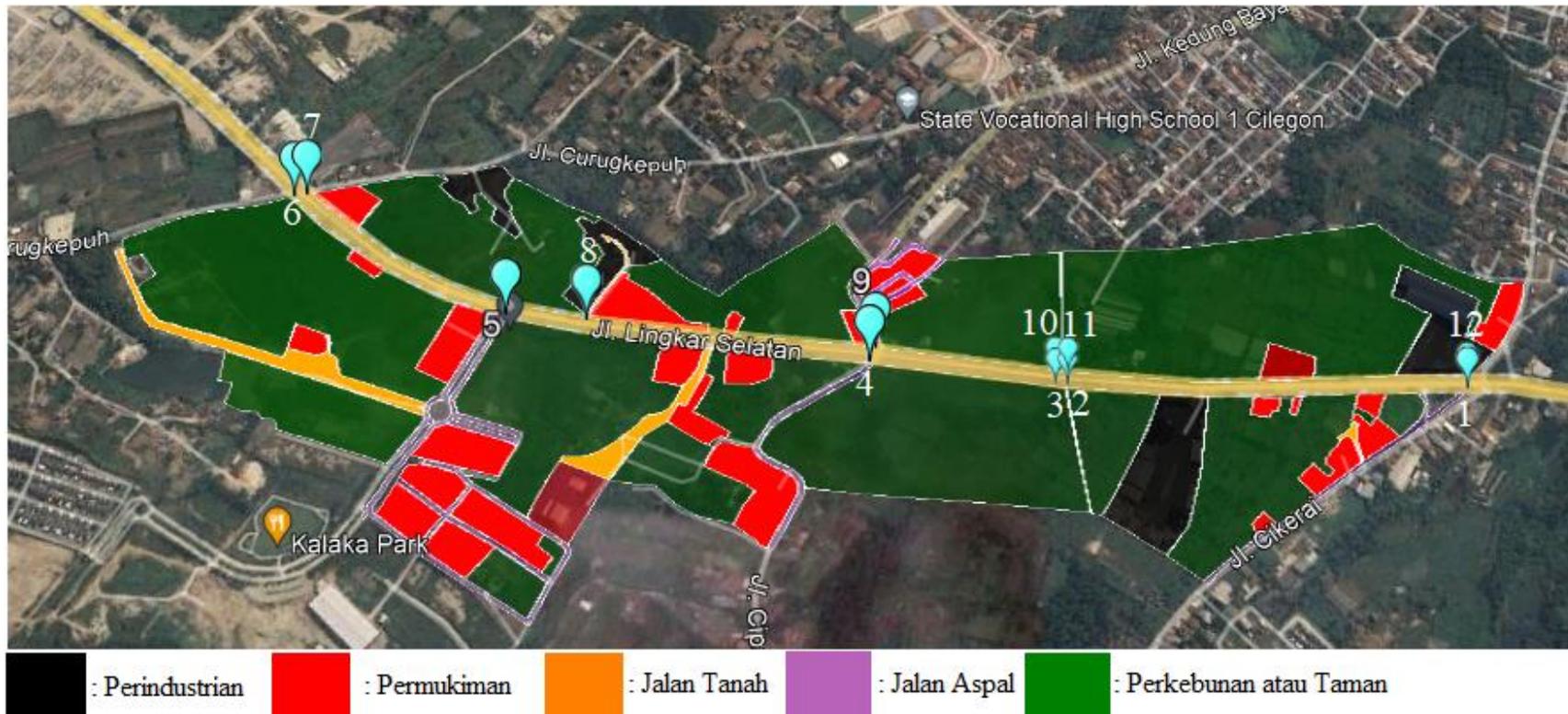
Gambar 5.6 Dimensi Saluran Eksisting

Dari Gambar 5.6 diatas, maka didapatkan lebar saluran sebesar 0,6 m dan tinggi saluran sebesar 0,72 m

5.1.3 Tata guna lahan

Pada daerah tangkapan air untuk drainase memiliki tata guna lahan yang berbeda beda, sehingga dibutuhkan pemetaan tata guna lahan pada lokasi tinjauan. Pada penelitian kali ini tata guna lahan terdapat lima jenis yang berbeda, seperti jalan tanah yang berwarna coklat muda, pemukiman padat atau tidak padat berwarna merah, perindustrian berwarna hitam, jalan beton atau aspal berwarna ungu., dan perkebunan atau taman berwarna hijau.

Tata guna lahan berfungsi untuk menentukan nilai koefisien, yang dimana nilai koefisien setiap tata guna lahan berbeda beda. Tata guna lahan pada lokasi tinjau dapat dilihat pada Gambar 5.7 pada halaman selanjutnya.



Gambar 5.7 Kondisi Tata Guna Lahan Pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon

Rekapitulasi tata guna lahan pada lokasi tinjauan dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Tata Guna Lahan

Kelompok	Saluran	TATA GUNA LAHAN		Luas Lahan
		Jenis	Luas (km ²)	
1	A	Pemukiman	0,000006	0,057367
		Perkebunan/Taman	0,041583	
		Jalan Tanah	0,000376	
		Jalan Aspal	0,000002	
		Daerah Industri	0,015400	
2	D	Pemukiman	0,006983	0,091146
		Perkebunan/Taman	0,077002	
		Jalan Tanah	0,007161	
		Jalan Aspal	0	
		Daerah Industri	0	
	C	Pemukiman	0,038633	0,117429
		Perkebunan/Taman	0,064863	
		Jalan Tanah	0,00428	
		Jalan Aspal	0,009653	
		Daerah Industri	0	
	B	Pemukiman	0	0,055100
		Perkebunan/Taman	0,0551	
		Jalan Tanah	0	
		Jalan Aspal	0	
		Daerah Industri	0	
3	E	Pemukiman	0,0027	0,048900
		Perkebunan/Taman	0,0359	
		Jalan Tanah	0	
		Jalan Aspal	0	
		Daerah Industri	0,0103	
	F	Pemukiman	0,006783	0,032283
		Perkebunan/Taman	0,0245	
		Jalan Tanah	0,001	
		Jalan Aspal	0	
		Daerah Industri	0	

Lanjutan Tabel 5.2 Rekapitulasi Tata Guna Lahan

Kelompok	Saluran	TATA GUNA LAHAN		Luas Lahan Kumulatif
		Jenis	Luas (km ²)	
3	G	Pemukiman	0,0037	0,034900
		Perkebunan/Taman	0,0283	
		Jalan Tanah	0	
		Jalan Aspal	0,0029	
		Daerah Industri	0	
4	H	Pemukiman	0,0057	0,097700
		Perkebunan/Taman	0,081	
		Jalan Tanah	0	
		Jalan Aspal	0	
		Daerah Industri	0,011	

5.1.4 Curah Hujan

Curah hujan maksimum merupakan curah hujan harian tertinggi pada interval pengamatan dari suatu stasiun hujan tertentu. Data curah hujan harian maksimum yang digunakan pada penelitian kali ini merupakan data curah hujan selama 13 tahun (2010 – 2022) yang didapatkan dari Stasiun Meteorologi Maritim Serang. Keterbatasan stasiun hujan pada lokasi pengamatan menjadi dasar hanya menggunakan satu stasiun hujan yaitu Stasiun Meteorologi Maritim Serang. Data curah hujan selama 13 tahun yang didapatkan maka dipilih nilai curah hujan harian yang paling terbesar atau maksimum.

Data curah hujan maksimum yang digunakan pada penelitian kali ini dapat dilihat pada Tabel 5.3 pada sebagai berikut.

Tabel 5.3 Data Curah Hujan Harian Maksimum 2010 – 2022

NO	Tahun	Hujan Harian Maksimum (mm)	Tanggal
1	2010	70	14 Juli
2	2011	68	10 Januari
3	2012	58	27 Februari
4	2013	130	23 Desember

Lanjutan Tabel 5.3 Data Curah Hujan Harian Maksimum 2010 – 2022

NO	Tahun	Hujan Harian Maksimum (mm)	Tanggal
5	2014	61	14 Juli
6	2015	60,8	1 Januari
7	2016	89,6	26 Februari
8	2017	78,5	1 Desember
9	2018	68,8	5 Maret
10	2019	64,9	22 Januari
11	2020	94	3 Desember
12	2021	105,8	14 September
13	2022	180,4	1 Maret

Dari Tabel 5.3 diatas didapatkan nilai curah hujan maksimum rata - rata selama 13 tahun sebesar 86,908 mm. BMKG menyebutkan nilai rata rata curah hujan sebesar 0 sampai dengan 100 mm masuk kedalam kategori rendah, sehingga curah hujan kota Cilegon masuk kedalam kategori rendah.

5.2 Analisis Kapasitas Saluran Eksisting

Analisis kapasitas saluran eksisting adalah analisis yang menghitung debit yang dapat ditampung atau dialiri oleh saluran drainase. Terdapat beberapa komponen yang mempengaruhi kapasitas saluran seperti luas penampang saluran, dan kecepatan saluran. Kapasitas saluran kemudian dibandingkan dengan debit banjir rencana, untuk mengetahui saluran tersebut dapat menampung debit banjir rencana atau tidak. Perhitungan kapasitas saluran eksisting sebagai berikut.

1. Luas dan Keliling Penampang

Dalam menghitung kecepatan saluran dibutuhkan luas dan penampang dari saluran. Pada penelitian kali ini dimensi saluran hanya terdapat satu saluran seperti yang ada pada *point* 5.1.2. Perhitungan luas dan keliling penampang sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 A &= b \times h \\
 &= 0,6 \text{ m} \times 0,72 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,432 \text{ m}^2 \\
 P &= b + (2 \times h) \\
 &= 0,6 + (2 \times 0,72) \\
 &= 2,04 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2. Kemiringan Saluran

Kemiringan saluran ialah perbandingan antar perbedaan elevasi awal dan akhir saluran dengan panjang saluran. kemiringan saluran untuk mengetahui persentase kemiringan saluran, yang kemudian digunakan untuk menghitung kecepatan saluran dan waktu konsentrasi saluran. perhitungan kemiringan saluran A sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \Delta h &= (h_{hulu} - h_{hilir}) \\
 &= (25,386 - 21,096) \\
 &= 4,29 \text{ m} \\
 l &= 500 \text{ m} \\
 S_o &= \frac{\Delta h}{l} \\
 &= \frac{4,29}{500} \\
 &= 0,00858
 \end{aligned}$$

Perhitungan saluran A digunakan juga untuk menghitung saluran yang lainnya. Rekapitulasi perhitungan kemiringan saluran dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Perhitungan Kemiringan Saluran

Kelompok	Saluran	Aliran	Titik	Elevasi	L	Δh m	So
					m		
1			1	25,386			
	A	2←1			500	4,29	0,00858
			2	21,096			

Lanjutan Tabel 5.4 Rekapitulasi Perhitungan Kemiringan Saluran

Kelompok	Saluran	Aliran	Titik	Elevasi	L	Δh m	So
					m		
2			6	40,038			
	D	6→5			350	9,689	0,02768
			5	30,349			
	C	5→4			500	7,446	0,01489
			4	22,903			
	B	4→3			250	1,807	0,00723
3			3	21,096			
			7	40,062			
	E	7→8			500	13,922	0,02784
			8	26,14			
	F	8→9			250	3,18	0,01272
			9	22,96			
4	G	9→10			350	1,825	0,00521
			10	21,135			
			12	25,403			
	H	11←12			500	4,268	0,00854
		11	21,496				

3. Kecepatan Saluran

Kecepatan saluran dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.25, perhitungan kecepatan saluran A sebagai berikut.

$$A = 0,432 \text{ m}^2$$

$$P = 2,04 \text{ m}$$

$$S_o = 0,00858$$

$$n = 0,016$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,432}{2,04}$$

$$= 0,21176 \text{ m}$$

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

$$= \frac{1}{0,016} \times 0,21176^{\frac{2}{3}} \times 0,00858^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2,0568 \text{ m/s}$$

Perhitungan kecepatan saluran A diterapkan juga pada perhitungan kecepatan saluran yang lainnya. Rekapitulasi hasil perhitungan kecepatan saluran dapat dilihat pada Tabel 5.5 sebagai berikut.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Kecepatan Saluran

Saluran	Aliran	So	n	A saluran	P	R	V
				m ²	m	m	m/s
A	2←1	0,00858	0,016	0,432	2,04	0,2118	2,0568
D	6→5	0,02768	0,016	0,432	2,04	0,2118	2,5701
C	5→4	0,01489	0,016	0,432	2,04	0,2118	2,7097
B	4→3	0,00723	0,016	0,432	2,04	0,2118	1,8878
E	7→8	0,02784	0,016	0,432	2,04	0,2118	2,9662
F	8→9	0,01272	0,016	0,432	2,04	0,2118	2,5043
G	9→10	0,00521	0,016	0,432	2,04	0,2118	1,6034
H	11←12	0,00854	0,016	0,432	2,04	0,2118	2,0515

4. Debit Kapasitas Saluran

Debit kapasitas saluran dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.24, perhitungan debit kapasitas saluran A sebagai berikut.

$$A = 0,432 \text{ m}^2$$

$$V = 2,0568 \text{ m/s}$$

$$Q_{eksisting} = A \times V$$

$$= 0,432 \times 2,0568$$

$$= 0,8885 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan debit kapasitas saluran A diterapkan juga pada perhitungan kecepatan saluran yang lainnya. Rekapitulasi hasil perhitungan debit kapasitas saluran dapat dilihat pada Tabel 5.6 pada halaman selanjutnya.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Debit Kapasitas Saluran

Saluran	Aliran	A saluran	V	Qeksisting
		m ²	m/s	m ³ /s
A	2←1	0,432	2,0568	0,8885
D	6→5	0,432	2,5701	1,1103
C	5→4	0,432	2,7097	1,1706
B	4→3	0,432	1,8878	0,8155
E	7→8	0,432	2,9662	1,2814
F	8→9	0,432	2,5043	1,0819
G	9→10	0,432	1,6034	0,6927
A	11←12	0,432	2,0515	0,8863

5.3 Analisis Hidrologi

Pada penelitian kali ini analisis hidrologi yang dilakukan ialah analisis untuk memprediksi debit air hujan yang akan masuk dalam kala ulang tertentu. Dalam melakukan analisis hidrologi dibutuhkan data curah hujan harian maksimum. Data guna lahan, dan koefisien aliran. Perhitungan dalam analisis hidrologi sebagai berikut.

5.3.1 Hujan Rancangan

Hujan rancangan dihitung menggunakan metode distribusi. Metode distribusi adalah metode untuk memperkirakan hujan dengan kala ulang tertentu dengan menggunakan pendekatan statistic berdasarkan data curah hujan yang sudah diambil di tahun sebelumnya. Perhitungan hujan rancangan sebagai berikut.

1. Parameter statistic curah hujan maksimum

Dalam menentukan distribusi dibutuhkan parameter parameter statistic seperti nilai rata rata (\bar{x}), Standar deviasi (S_d), Koefisien variasi (C_v), Koefisien kemencengan (C_s), dan Koefisien kurtosis (C_k).

a. Nilai rata rata (\bar{x})

Nilai rata rata merupakan nilai yang menjadi perwakilan kuantitas dari suatu kumpulan data. Besar nilai rata rata dipengaruhi oleh dua variabel yaitu jumlah banyaknya data, dan besar nilai dari masing masing data.

Perhitungan nilai rata rata menggunakan Persamaan 3.1, perhitungan rata rata (\bar{x}) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \\ &= \frac{1}{13} \times 843,6 \\ &= 86,9077 \text{ mm}\end{aligned}$$

Nilai curah hujan maksimum rata rata selama 13 tahun sebesar 86,908 mm, sehingga curah hujan kota cilegon dapat dikategorikan kedalam kategori rendah.

b. Standar deviasi (S_d)

Perhitungan standar deviasi dihitung menggunakan Persamaan 3.2 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}S_d &= \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2)} \\ &= \sqrt{\frac{1}{13-1} (14726,989)} \\ &= 35,0321\end{aligned}$$

Perhitungan standar deviasi dapat dilihat pada Tabel 5.7 sebagai berikut.

Tabel 5.7 Perhitungan Standar Deviasi

NO	Tahun	Hujan (X)	\bar{X}	$(X_i - \bar{X})^2$	S_d
1	2010	70	86,9077	285,870	35,0321
2	2011	68		357,501	
3	2012	58		835,655	
4	2013	130		1856,947	
5	2014	61		671,209	
6	2015	60,8		681,612	
7	2016	89,6		7,249	
8	2017	78,5		70,689	
9	2018	68,8		327,889	

Lanjutan Tabel 5.7 Perhitungan Standar Deviasi

NO	Tahun	Hujan (X)	\bar{X}	$(X_i - \bar{X})^2$	S_d
10	2019	64,9	86,9077	484,339	35,0321
11	2020	94		50,301	
12	2021	105,8		356,919	
13	2022	180,4		8740,812	
Total		843,6		14726,989	

- a. Koefisien kemencengan atau koefisien *skewness* (C_s)

Koefisien kemencengan dihitung menggunakan Persamaan 3.3 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \\
 &= \frac{13}{(13-1)(13-2)(35,0321^3)} \times (-816212,723) \\
 &= -1,8697
 \end{aligned}$$

Perhitungan koefisien kemencengan dapat dilihat pada Tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.8 Perhitungan Koefisien *Skewness* (C_s)

NO	Tahun	Hujan (X)	\bar{X}	$(X_i - \bar{X})^3$	C_s
1	2010	70	86,9077	4833,403	-1,8697
2	2011	68		6759,516	
3	2012	58		24156,848	
4	2013	130		-80020,131	
5	2014	61		17389,464	
6	2015	60,8		17795,306	
7	2016	89,6		-19,515	
8	2017	78,5		594,334	
9	2018	68,8		5937,304	
10	2019	64,9		10659,173	
11	2020	94		-356,749	
12	2021	105,8		-6743,029	
13	2022	180,4		-817198,647	
Total		843,6		-816212,723	

c. Koefisien kurtosis

Koefisien kurtosis dihitung dengan menghitung menggunakan Persamaan 3.4. perhitungan koefisien kurtosis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 C_k &= \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \\
 &= \frac{13^2}{(13-1)(13-2)(13-3) (35,0321)^4} \times 82150067,751 \\
 &= 6,9832
 \end{aligned}$$

Perhitungan koefisien kemencengan dapat dilihat pada Tabel 5.9 sebagai berikut.

Tabel 5.9 Perhitungan Koefisien Kurtosis (C_k)

NO	Tahun	Hujan (X)	\bar{X}	$(X_i - \bar{X})^4$	C_k
1	2010	70	86,9077	81721,691	6,9832
2	2011	68		127806,842	
3	2012	58		698318,735	
4	2013	130		3448252,095	
5	2014	61		450520,878	
6	2015	60,8		464594,370	
7	2016	89,6		52,541	
8	2017	78,5		4996,976	
9	2018	68,8		107510,882	
10	2019	64,9		234583,803	
11	2020	94		2530,173	
12	2021	105,8		127391,380	
13	2022	180,4		76401787,385	
Total		843,6		82150067,751	

d. Koefisien variasi

Besar koefisien variasi dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.5, perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 C_v &= \frac{S_d}{\bar{X}} \\
 &= \frac{35,0321}{86,9077} \\
 &= 0,4031
 \end{aligned}$$

2. Penentuan distribusi

Penentuan distribusi ditentukan dengan melihat parameter parameter statistik yang sudah dihitung. Distribusi yang digunakan terdapat 4 jenis yaitu distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Gumbel, dan distribusi Log Person III. Pemilihan distribusi harus sesuai persyaratan yang sudah ada, dimana masing masing distribusi memiliki persyaratan yang berbeda beda. Rekapitulasi pemilihan distribusi dapat dilihat pada Tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Pemilihan Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	-1,86971 6,98321	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	$C_s = Cv^3 + 3Cv$ $C_k = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	1,24635 4,65291	Tidak Memenuhi
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	1,86971 6,98321	Tidak Memenuhi
4	<i>Log Pearson III</i>	Jika Tidak ada yang memenuhi diatas		Dipilih

berdasarkan Tabel 5.10 diatas, hanya terdapat satu distribusi yang masuk dalam persyaratannya yaitu distribusi Log Pearson III

3. Pengujian chi-kuadrat

Pengujian data dilakukan untuk mengetahui data yang dipakai sudah dapat mewakili pengujian atau tidak. Perhitungan uji chi-kuadrat dihitung menggunakan Persamaan 3.15, 3.16, dan 3.17 sebagai berikut.

Tabel 5.11 Nilai Chi Kuadrat

DK	Distribusi χ^2											
	0,990	0,950	0,900	0,800	0,700	0,500	0,300	0,200	0,100	0,050	0,010	0,001
1	0,000	0,004	0,016	0,064	0,148	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	0,020	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	9,210	13,815
3	0,115	0,352	0,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	0,297	0,711	1,064	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
5	0,554	1,145	1,610	2,343	3,000	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	15,086	20,517
6	0,872	1,635	2,204	3,070	3,828	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	16,812	22,457
7	1,239	2,167	2,833	3,822	4,671	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	1,646	2,733	3,890	4,594	5,527	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	20,090	26,425
9	2,088	3,325	4,168	5,380	6,393	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
10	2,558	3,940	6,179	6,179	7,267	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	3,053	4,575	5,578	6,989	8,148	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
12	3,571	5,226	6,304	7,807	9,034	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	4,107	5,892	7,042	8,634	9,926	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	4,660	6,571	7,790	9,467	10,821	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	5,229	7,261	8,547	10,307	11,721	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	30,578	37,697
16	5,812	7,962	9,312	11,152	12,624	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	32,000	39,252
17	6,408	8,672	10,085	12,002	13,531	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	7,015	9,390	10,865	12,857	14,440	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	34,805	42,312
19	7,633	10,117	11,651	13,716	15,352	18,338	21,689	23,900	27,204	30,144	36,191	43,820
20	8,260	10,851	12,443	14,578	16,266	19,377	22,775	25,038	28,412	31,410	37,566	45,315

Lanjutan Tabel 5.11 Nilai Chi Kuadrat

DK	Distribusi χ^2											
	0,990	0,950	0,900	0,800	0,700	0,500	0,300	0,200	0,100	0,050	0,010	0,001
21	8,897	11,501	13,240	15,445	17,182	20,377	23,858	26,171	29,615	32,671	38,932	46,797
22	9,542	12,338	14,041	16,314	18,101	21,337	24,939	27,301	30,813	33,924	40,289	48,268
23	10,196	13,091	14,848	17,187	19,021	22,337	26,018	28,429	32,007	35,172	41,638	49,728
24	10,856	13,848	15,659	18,062	19,943	23,337	27,096	29,553	33,196	36,415	42,980	51,179
25	11,524	14,611	16,473	18,940	20,867	24,337	28,172	30,367	34,382	37,652	44,314	52,620
26	12,198	15,379	17,292	19,820	21,792	25,336	29,246	31,795	35,563	38,886	45,642	54,052
27	12,879	16,151	18,114	20,703	22,719	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	46,963	55,476
28	13,565	16,928	18,939	21,588	23,647	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	48,278	56,893
29	14,256	17,708	19,768	22,475	24,577	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	49,588	58,302
30	14,953	18,493	20,599	23,364	25,508	29,336	33,530	36,250	40,256	43,773	50,892	59,703

Perhitungan nilai χ^2 dapat dilihat pada Tabel 5.12 sebagai berikut.

Tabel 5.12 Perhitungan Nilai χ^2

Kelas			O _i	E _i	O _i -E _i	(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² /E _i
42,7	-	73,3	1	2,600	-1,600	2,56	0,98461538
73,3	-	103,9	2	2,600	-0,600	0,36	0,13846154
103,9	-	134,5	3	2,600	0,400	0,16	0,06153846
134,5	-	165,1	4	2,600	1,400	1,96	0,75384615
165,1	-	195,7	5	2,600	2,400	5,76	2,21538462
						χ^2	4,15384615

dari tabel 5.12 didapatkan nilai χ^2 sebesar 4,1538 dan nilai χ^2_{kritis} sebesar 5,991. Dari perhitungan metode chi-kuadrat didapatkan nilai χ^2 lebih kecil sama dengan daripada χ^2_{kritis} dan dapat ditarik kesimpulan bahwa data sudah dapat mewakili pengujian.

4. Hujan rancangan

Hujan rancangan dianalisis menggunakan dengan pendekatan statistic menggunakan metode distribusi probabilitas, berdasarkan Tabel 5.3 distribusi yang digunakan ialah distribusi Log Person III. Dilansir dari banten.bps.go.id, 2020 menyebutkan total penduduk kota Cilegon 434.896 jiwa sehingga kota Cilegon masuk ke dalam kategori kota besar. Berdasarkan Tabel 3.1 Kala ulang yang digunakan untuk tipologi kota besar dan daerah tangkapan air 10-100 Ha menggunakan kala ulang 2 tahun, dan 5 tahun. Berdasarkan sumber lain dengan melihat Tabel 3.2 kala ulang yang digunakan untuk jalan nasional masuk kedalam kategori jalan kolektor atau jalan arteri menggunakan kala ulang 50 tahun. berdasarkan kedua sumber maka kala ulang yang digunakan ialah kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun. Perhitungan statistik distribusi Log Person III dapat dilihat pada Tabel 5.13 pada halaman selanjutnya

Tabel 5.13 Distribusi Frekuensi Distribusi Log Person III

Tahun	Xi	Y= Log Xi	(Yi- \bar{Y}) ²	(Yi- \bar{Y}) ³
2010	70,00	1,8451	0,004674	-0,000320
2011	68,00	1,8325	0,006554	-0,000531
2012	58,00	1,7634	0,022512	-0,003378
2013	130,00	2,1139	0,040191	0,008057
2014	61,00	1,7853	0,016419	-0,002104
2015	60,80	1,7839	0,016787	-0,002175
2016	89,60	1,9523	0,001509	0,000059
2017	78,50	1,8949	0,000346	-0,000006
2018	68,80	1,8376	0,005758	-0,000437
2019	64,90	1,8122	0,010246	-0,001037
2020	94,00	1,9731	0,0036	0,000212
2021	105,80	2,0245	0,004674	-0,000320
2022	180,40	2,2562	0,006554	-0,000531
Jumlah		24,8751	0,2584	0,0400

Perhitungan hujan rancangan dihitung menggunakan Persamaan 3.12 sebagai berikut.

$$Y_t = \bar{Y} + K_T \times S_{dy}$$

Nilai K_T didapatkan dengan melihat dari tabel nilai k distribusi pearson III dan log pearson III pada lampiran. Nilai K_T didasarkan oleh koefisien kemencengan (C_s) dan periode kala ulang, untuk nilai C_s yang tidak terdapat pada tabel nilai k maka dilakukan interpolasi agar nilai K_T dapat diketahui. Perhitungan interpolasi nilai k pada kala ulang 2 tahun sebagai berikut.

$$\begin{aligned} K_T &= K_1 + (X - X_1) \times \frac{K_2 - K_1}{X_2 - X_1} \\ &= -0,195 + (1,246 - 1,2) \times \frac{(-0,225) - (-0,195)}{1,4 - 1,2} \\ &= -0,202 \end{aligned}$$

Perhitungan interpolasi untuk nilai K_T kala ulang 5 dilakukan perhitungan yang sama. Interpolasi nilai K_T dapat dilihat pada Tabel 5.14 pada halaman selanjutnya

Tabel 5.14 Interpolasi Nilai K_T Distribusi Log Pearson III

C_s	Periode Kala Ulang (Tahun)				
	2	5	10	25	50
1,2	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626
1,246	-0,202	0,7257	1,339	2,097	2,644
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706

Sehingga perhitungan hujan rancangan sebagai berikut.

- a. Hujan rancangan kala ulang 2 tahun

$$\bar{y} = 1,9135$$

$$S_{dy} = 0,1467$$

$$C_s = 1,2464$$

$$K_T = -0,202$$

$$Y_t = \bar{Y} + K_T \times S_{dy}$$

$$= 1,9135 + (-0,202 \times 0,1467)$$

$$= 1,8838$$

$$X_{2 \text{ tahun}} = 10^{Y_t}$$

$$= 10^{1,8838}$$

$$= 76,5304 \text{ mm}$$

- b. Hujan rancangan kala ulang 5 tahun

$$\bar{y} = 1,9135$$

$$S_{dy} = 0,1467$$

$$C_s = 1,2464$$

$$K_T = 0,7257$$

$$Y_t = \bar{Y} + K_T \times S_{dy}$$

$$= 1,9135 + (0,7257 \times 0,1467)$$

$$= 2,01996$$

$$X_{5 \text{ tahun}} = 10^{Y_t}$$

$$= 10^{2,01996}$$

$$= 104,7028 \text{ mm}$$

Perhitungan kala ulang lainnya dihitung menggunakan persamaan yang sama. Rekapitulasi perhitungan kala ulang dapat dilihat pada Tabel 5.15 pada halaman selanjutnya.

Tabel 5.15 Rekapitulasi Kala Ulang

T(tahun)	\bar{y}	S_{dy}	K_T	Y_t	Xt
2	1,9135	0,14673	-0,202	1,8838	76,5304
5	1,9135	0,14673	0,7257	2,01996	104,7028
10	1,9135	0,14673	1,3393	2,10999	128,8216
25	1,9135	0,14673	2,0965	2,2211	166,3777
50	1,9135	0,14673	2,6445	2,3015	200,2215

5.3.2 Intensitas Hujan

Intensitas hujan ialah besaran kedalaman suatu hujan di suatu kawasan selama waktu tertentu. intensitas hujan dipengaruhi dua komponen yaitu hujan rancangan dan waktu konsentrasi. Perhitungan waktu konsentrasi dan intensitas hujan sebagai berikut.

1. Waktu konsentrasi (t_c)

Perhitungan waktu konsentrasi dipengaruhi oleh dua komponen yaitu waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik jatuh air terjauh sampai masuk ke saluran terdekat (t_1), dan waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik awal saluran hingga ke titik keluaran saluran (t_2). Perhitungan waktu konsentrasi menggunakan Persamaan 3.19, 3.20, dan 3.21. Berikut perhitungan waktu konsentrasi pada saluran D dan saluran C.

a. Saluran D

$$L_o = 247 \text{ m}$$

$$L = 350 \text{ m}$$

$$n_d = 0,013$$

$$S_0 = 0,02768$$

$$V_{(D)} = 3,7688 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}
t_{c(D)} &= t_{1(D)} + t_{2(D)} \\
t_{1(D)} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{S}}\right)^{0,167} \\
&= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 247 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02768}}\right)^{0,167} \\
&= 1,8682 \text{ menit} \\
t_{2(D)} &= \frac{L}{60 \times V} \\
&= \frac{350}{60 \times 3,7688} \\
&= 1,5478 \text{ menit} \\
t_{c(D)} &= 1,8682 + 1,5478 \\
&= 3,4160 \text{ menit} \approx 0,0569 \text{ jam}
\end{aligned}$$

b. Saluran C

$$\begin{aligned}
L_o &= 368 \text{ m} \\
L &= 500 \text{ m} \\
n_d &= 0,013 \\
S_0 &= 0,01489 \\
V_{(C)} &= 2,7642 \text{ m/s} \\
t_{1(C)} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{S}}\right)^{0,167} \\
&= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 368 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,01489}}\right)^{0,167} \\
&= 2,1029 \text{ menit} \\
t_{2(C)} &= \frac{L}{60 \times V} \\
&= \frac{500}{60 \times 2,7642} \\
&= 3,0147 \text{ menit}
\end{aligned}$$

Pada saluran C terbebani oleh aliran air dari saluran D, maka waktu konsentrasi pada saluran C dihitung dengan membandingkan dua skema dari nilai t_c . Perhitungan waktu konsentrasi pada saluran C sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
t_{c(C)1} &= t_{1(C)} + t_{2(C)} \\
&= 2,1029 + 3,0147
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 5,1177 \text{ menit} \\ t_{c(C)2} &= t_{c(D)} + t_{2(C)} \\ &= 3,4160 + 3,0147 \\ &= 6,4308 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dari perhitungan kedua skema diatas maka nilai $t_{c(C)}$ yang digunakan ialah nilai $t_{c(C)}$ terbesar. Nilai t_c pada saluran C sebagai berikut.

$$t_{c(C)} = 6,4308 \text{ menit} \approx 0,1072 \text{ jam}$$

Perhitungan waktu konsentrasi pada saluran yang lainnya dilakukan perhitungan yang sama. Waktu konsentrasi pada setiap saluran dapat dilihat pada Tabel 5.16 pada halaman selanjutnya.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Waktu Konsentrasi

Saluran	L	Kemiringan	nd	Lo	V	t_1	t_2	t_c	t_c pakai	t_c pakai
	m	S		(m)	m/s	menit	menit	menit	menit	Jam
A	500	0,00858	0,013	239	2,0568	2,04889	4,0516	6,10048	6,10048	0,10167
D	350	0,0276829	0,013	247	2,5701	1,98494	2,26966	4,25460	4,25460	0,07091
C	500	0,014892	0,013	368	2,7097	2,10294	3,07534	7,32994	7,32994	0,12217
								5,17828		
B	250	0,007228	0,013	162	1,8878	1,94775	2,20714	7,38543	9,53709	0,15895
								9,53709		
								4,15489		
E	500	0,027844	0,013	184	2,9662	1,84500	2,80946	4,65447	4,65447	0,07757
F	250	0,01272	0,013	162	2,5043	1,85796	1,66378	6,31825	6,31825	0,10530
								3,52174		
G	350	0,0052143	0,013	211	1,6034	2,09190	3,63806	7,15981	9,95631	0,16594
								9,95631		
								5,72997		
A	500	0,008536	0,013	211	2,0515	2,00756	4,06202	6,06958	6,06958	0,10116

2. Intensitas hujan

Intensitas hujan dihitung menggunakan Persaman 3.18 sebagai berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Perhitungan intensitas pada saluran A dengan kala ulang 2 tahun dan 5 tahun sebagai berikut.

a. Saluran A dengan kala ulang 2 tahun

Perhitungan saluran A dengan kala ulang 2 tahun sebagai berikut.

$$R_{24} = 76,5304 \text{ mm}$$

$$t_{c(A)} = 0,10167 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} I_{(A)2\text{tahun}} &= \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{76,5304}{24} \times \left[\frac{24}{0,10167} \right]^{\frac{2}{3}} \\ &= 121,793 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

b. Saluran A dengan kala ulang 5 tahun

Perhitungan saluran A dengan kala ulang 5 tahun sebagai berikut.

$$R_{24} = 104,7028 \text{ mm}$$

$$t_{c(A)} = 0,10167 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} I_{(A)2\text{tahun}} &= \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{104,7028}{24} \times \left[\frac{24}{0,10167} \right]^{\frac{2}{3}} \\ &= 166,627 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Perhitungan intensitas hujan dengan kala ulang 2 tahun dan 5 tahun pada saluran yang lainnya dihitung menggunakan perhitungan yang sama. Rekapitulasi perhitungan intensitas hujan dapat dilihat pada Tabel 5.17 pada halaman selanjutnya.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Intensitas Hujan

Saluran	R_{24} (mm)					t_c (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)				
	2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn		2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn
A	76,5304	104,703	128,822	166,378	200,222	0,10167	121,793	166,627	205,011	264,778	318,639
D	76,5304	104,703	128,822	166,378	200,222	0,07091	154,867	211,876	260,683	336,682	405,168
C	76,5304	104,703	128,822	166,378	200,222	0,12217	107,762	147,431	181,392	234,275	281,930
B	76,5304	104,703	128,822	166,378	200,222	0,15895	90,418	123,702	152,198	196,569	236,554
E	76,5304	104,703	128,822	166,378	200,222	0,07757	145,865	199,561	245,531	317,112	381,617
F	76,5304	104,703	128,822	166,378	200,222	0,10530	118,978	162,776	200,272	258,659	311,274
G	76,5304	104,703	128,822	166,378	200,222	0,16594	87,862	120,205	147,895	191,012	229,866
H	76,5304	104,703	128,822	166,378	200,222	0,10116	122,206	167,192	205,706	265,676	319,719

5.3.3 Koefisien Aliran

Pada Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa lokasi tinjauan memiliki tata guna lahan yang berbeda beda, sehingga nilai koefisien limpasan dari setiap lahan berbeda. Hal tersebut menyebabkan nilai koefisien yang digunakan ialah koefisien komposit atau koefisien gabungan. Luas daerah tangkapan air pada saluran D dan C dapat dilihat pada Gambar 5.8 Dan Tabel 5.18 sebagai berikut.



Gambar 5.8 Daerah Tangkapan Air Saluran C dan D

Tabel 5.18 Luas DTA dan Koefisien Limpasan pada Saluran C dan D

Saluran	TATA GUNA LAHAN		C
	Jenis	Luas (km ²)	
D	Pemukiman	0,006983	0,4
	Perkebunan/Taman	0,077002	0,2
	Jalan Tanah	0,007161	0,4
	Jalan Aspal	0	0,8
	Daerah Industri	0	0,6
C	Pemukiman	0,038633	0,4
	Perkebunan/Taman	0,064863	0,2
	Jalan Tanah	0,00428	0,4
	Jalan Aspal	0,009653	0,8
	Daerah Industri	0	0,6

Perhitungan koefisien komposit menggunakan Persamaan 3.22. perhitungan untuk nilai koefisien limpasan gabungan pada saluran D dan saluran C sebagai berikut.

1. Saluran D

$$\begin{aligned}
 C_{(D)komposit} &= \frac{\sum(C \times A)}{\sum A} \\
 &= \frac{(0,4 \times 0,00698) + (0,2 \times 0,0770) + (0,00716 \times 0,4)}{0,091146} \\
 &= 0,2310
 \end{aligned}$$

2. Saluran C

$$\begin{aligned}
 C_{(C)komposit} &= \frac{\sum(C \times A)}{\sum A} \\
 &= \frac{(0,4 \times 0,00698) + (0,2 \times 0,0770) + (0,00716 \times 0,4) + (0,003863 \times 0,4)}{0,2086} \\
 &\quad + \frac{(0,2 \times 0,06486) + (0,4 \times 0,0043) + (0,0097 \times 0,8)}{0,2086} \\
 &= 0,2825
 \end{aligned}$$

Koefisien limpasan komposit pada saluran lainnya dihitung dengan persamaan yang sama, rekapitulasi nilai koefisien limpasan komposit saluran dapat dilihat pada Tabel 5.19 Sebagai berikut.

Tabel 5.19 Rekapitulasi Koefisien Limpasan Komposit

Saluran	TATA GUNA LAHAN		C	Luas Lahan Kumulatif	CXA	C komposit
	Jenis	Luas (km ²)				
A	Pemukiman	0,000006	0,4	0,057367	0,000003	0,3087
	Perkebunan/Taman	0,041583	0,2		0,008317	
	Jalan Tanah	0,000376	0,4		0,000150	
	Jalan Aspal	0,000002	0,8		0,000002	
	Daerah Industri	0,015400	0,6		0,009240	
D	Pemukiman	0,006983	0,4	0,091146	0,002793	0,2310
	Perkebunan/Taman	0,077002	0,2		0,015400	
	Jalan Tanah	0,007161	0,4		0,002864	
	Jalan Aspal	0	0,8		0,000000	
	Daerah Industri	0	0,6		0,000000	

Lanjutan Tabel 5.19 Rekapitulasi Koefisien Limpasan Komposit

Saluran	TATA GUNA LAHAN		C	Luas Lahan Kumulatif	CXA	C komposit
	Jenis	Luas (km ²)				
C	Pemukiman	0,038633	0,4	0,208575	0,015453	0,2825
	Perkebunan/Taman	0,064863	0,2		0,012973	
	Jalan Tanah	0,00428	0,4		0,001712	
	Jalan Aspal	0,009653	0,8		0,007722	
	Daerah Industri	0	0,6		0,000000	
B	Pemukiman	0	0,4	0,263675	0,000000	0,2652
	Perkebunan/Taman	0,0551	0,2		0,011020	
	Jalan Tanah	0	0,4		0,000000	
	Jalan Aspal	0	0,8		0,000000	
	Daerah Industri	0	0,6		0,000000	
E	Pemukiman	0,0027	0,4	0,048900	0,001080	0,2953
	Perkebunan/Taman	0,0359	0,2		0,007180	
	Jalan Tanah	0	0,4		0,000000	
	Jalan Aspal	0	0,8		0,000000	
	Daerah Industri	0,0103	0,6		0,006180	
F	Pemukiman	0,006783	0,4	0,081183	0,002713	0,2766
	Perkebunan/Taman	0,0245	0,2		0,004900	
	Jalan Tanah	0,001	0,4		0,000400	
	Jalan Aspal	0	0,8		0,000000	
	Daerah Industri	0	0,6		0,000000	
G	Pemukiman	0,0037	0,4	0,116083	0,001480	0,2749
	Perkebunan/Taman	0,0283	0,2		0,005660	
	Jalan Tanah	0	0,4		0,000000	
	Jalan Aspal	0,0029	0,8		0,002320	
	Daerah Industri	0	0,6		0,000000	
H	Pemukiman	0,0057	0,4	0,097700	0,002280	0,2567
	Perkebunan/Taman	0,081	0,2		0,016200	
	Jalan Tanah	0	0,4		0,000000	
	Jalan Aspal	0	0,8		0,000000	
	Daerah Industri	0,011	0,6		0,006600	

5.3.4 Debit Rancangan

Debit rancangan dianalisis menggunakan metode rasional, debit rancangan dihitung menggunakan Persamaan 2.23. Perhitungan debit rancangan pada saluran D dan saluran C dengan sebagai berikut.

a. Saluran D

$$\begin{aligned}
 A_{(D)} &= 0,091146 \text{ km}^2 \\
 C_{komposit(D)} &= 0,2310 \\
 I_{(D)2tahun} &= 154,867 \text{ mm/jam} \\
 Q_D &= \frac{1}{3,6} \times C_{komposit(A)} \times I_{(A)2tahun} \times A \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,2310 \times 154,867 \times 0,091146 \\
 &= 0,9059 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

b. Saluran C

$$\begin{aligned}
 A_{total(C)} &= A_{(C)} + A_{(D)} \\
 &= 0,117429 + 0,091146 \\
 &= 0,2086 \text{ m}^2 \\
 C_{komposit(C)} &= 0,2825 \\
 I_{(C)2tahun} &= 107,762 \text{ mm/jam} \\
 Q_C &= \frac{1}{3,6} \times C_{komposit(C)} \times I_{(C)2tahun} \times A_{total(C)} \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,2825 \times 107,762 \times 0,2086 \\
 &= 1,7636 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Perhitungan debit kapasitas saluran eksisting pada saluran yang lain dan kala ulang lainnya dihitung menggunakan persamaan yang sama. Rekapitulasi debit rancangan dapat dilihat pada Tabel 5.20 pada halaman selanjutnya.

Tabel 5.20 Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan

Saluran	$C_{komposit}$	I (mm/jam)					A km^2	Q (m^3/det)				
		2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn		2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn
A	0,3087	121,793	166,627	205,011	264,778	318,639	0,0574	0,5992	0,8198	1,0086	1,3026	1,5676
D	0,2310	154,867	211,876	260,683	336,682	405,168	0,0911	0,9059	1,2394	1,5249	1,9694	2,3700
C	0,2825	107,762	147,431	181,392	234,275	281,930	0,2086	1,76364	2,4129	2,9687	3,8342	4,6141
B	0,2652	90,418	123,702	152,198	196,569	236,554	0,2637	1,7566	2,4032	2,9568	3,8188	4,5956
E	0,2953	145,865	199,561	245,531	317,112	381,617	0,0489	0,5851	0,8005	0,9849	1,2720	1,5307
F	0,2766	118,978	162,776	200,272	258,659	311,274	0,0812	0,7421	1,0152	1,2491	1,6133	1,9414
G	0,2749	87,862	120,205	147,895	191,012	229,866	0,1161	0,7789	1,0656	1,3110	1,6933	2,0377
H	0,2567	122,206	167,192	205,706	265,676	319,719	0,0977	0,8514	1,1648	1,4331	1,851	2,2274

5.4 Analisis Kecukupan

Analisis kecukupan merupakan analisis untuk mengetahui kapaistas saluran drainase yang sudah ada dapat mengalir air debit rancangan. Analisis ini didapatkan dari membandingkan debit kapasitas saluran eksisting dengan debit rancangan. Saluran eksisting dapat dikatakan dapat mengaliri debit rancangan apabila debit kapasitas saluran eksisting lebih besar daripada debit rancangan.

Analisis kecukupan dapat dilihat pada Tabel 5.21 pada halaman selanjutnya.

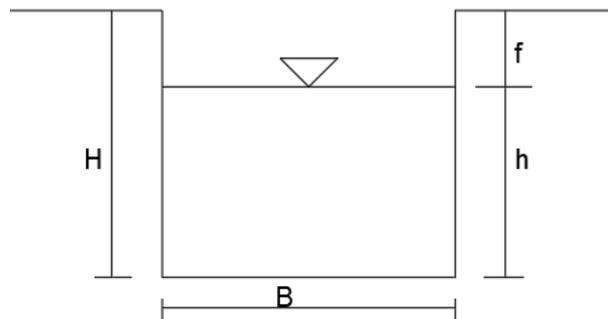
Tabel 5.21 Rekapitulasi Analisis Kecukupan Saluran

Saluran	Dimensi Eksisting		Q eksisting	Q kala ulang					Keterangan				
	B	H		2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	2 thn	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn
A	0,6	0,72	0,8885	0,5992	0,81977	1,0086	1,30265	1,56763	AMAN	AMAN	Tidak Aman	Tidak Aman	Tidak Aman
D	0,6	0,72	1,1103	0,9059	1,23936	1,52485	1,9694	2,37001	AMAN	Tidak Aman	Tidak Aman	Tidak Aman	Tidak Aman
C	0,6	0,72	1,1706	1,76364	2,41288	2,9687	3,83418	4,61411	Tidak Aman				
B	0,6	0,72	0,8155	1,75657	2,4032	2,95679	3,8188	4,5956	Tidak Aman				
E	0,6	0,72	1,2814	0,58508	0,80046	0,98485	1,27197	1,53071	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN	Tidak Aman
F	0,6	0,72	1,0819	0,74207	1,01524	1,2491	1,61326	1,94142	AMAN	AMAN	Tidak Aman	Tidak Aman	Tidak Aman
G	0,6	0,72	0,6927	0,77887	1,06559	1,31106	1,69328	2,03771	Tidak Aman				
H	0,6	0,72	0,8863	0,85137	1,16477	1,43308	1,85088	2,22738	AMAN	Tidak Aman	Tidak Aman	Tidak Aman	Tidak Aman

Berdasarkan Tabel 5.21 diatas didapatkan bahwa semua saluran tidak aman untuk kala ulang 50 tahun.

5.5 Solusi

Pada penelitian kali ini solusi yang dilakukan yaitu desain ulang saluran drainase, dengan mengubah dimensi pada saluran yang tidak aman untuk kala ulang 50 tahun. Saluran yang dilakukan desain ulang seluruh saluran. Perhitungan desain ulang saluran tidak mengubah bentuk penampang, ilustrasi penampang saluran desain ulang dapat dilihat pada Gambar 5.8 sebagai berikut.



Gambar 5.8 Ilustrasi Penampang Saluran Segi Empat

Desain ulang saluran menggunakan beton *precast*, sehingga besar nilai koefisien *manning* 0,013. Berdasarkan Suripin (2004), bentuk penampang persegi yang ekonomis lebar saluran (B) diasumsikan sama dengan $2h$. perhitungan desain ulang pada saluran D sebagai berikut

Desain ulang saluran D

$$Q_{(B)5tahun} = 2,3700 \text{ m}^3 / \text{det}$$

$$\text{Luas Tampang } (A_s) = (B \times h)$$

$$= (2h \times h)$$

$$= 2h^2$$

$$\text{Keliling Basah } (P) = (B + 2h)$$

$$= (2h + 2h)$$

$$= (4h)$$

$$\begin{aligned}
 \text{Radius Hidrolik (R)} &= \frac{A_S}{P} \\
 &= \frac{2h^2}{4h} \\
 &= \frac{1}{2}h \\
 V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S_o^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,013} \times \left(\frac{1}{2}h\right)^{\frac{2}{3}} \times 0,0134^{\frac{1}{2}} \\
 &= 5,6089h^{\frac{2}{3}}
 \end{aligned}$$

Suatu saluran dapat menampung debit banjir rancangan apabila

$$\begin{aligned}
 Q_{Banjir} &= Q_{Saluran} \\
 2,37 &= A_S \times V \\
 2,37 &= 2h^2 \times 5,9135h^{\frac{2}{3}} \\
 2,37 &= 11,8271h^{\frac{8}{3}} \\
 \frac{2,37}{11,8271} &= h^{\frac{8}{3}} \\
 0,2113 &= h^{\frac{8}{3}} \\
 0,2113^{\frac{3}{8}} &= h \\
 0,5582 &= h
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f &= 30\% * h \\
 &= 30\% \times 0,5582 \\
 &= 0,1675 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H &= f + h \\
 &= 0,1675 + 0,5582 \\
 &= 0,7257 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 B &= 2h \\
 &= 2 \times 0,7257 \\
 &= 1,1165 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Pada saluran lainnya dihitung menggunakan perhitungan yang sama kecuali pada saluran C dan B nilai B diasumsikan 1,5h disebabkan karena keterbatasan lahan. desain ulang saluran lainnya dihitung menggunakan persamaan yang sama. Rekapitulasi desain ulang saluran dapat dilihat pada Tabel 5.22 sebagai berikut.

Tabel 5.22 Rekapitulasi Desain Ulang Saluran

Saluran	Qbanjir	B	H	Bpakai	Hpakai
	m^3/det	m	m	m	m
A	1,5676	1,0395	0,6757	1	1
D	2,3700	1,1165	0,7257	1,2	1
C	4,6141	1,2200	1,0574	1,4	1,4
B	4,5956	1,3951	1,2091	1,4	1,4
E	1,5307	0,8981	0,5837	1	1
F	1,9414	1,0461	0,6800	1,2	1
G	2,0377	1,2592	0,8185	1,4	1,4
H	2,2274	1,1870	0,7715	1,2	1

5.6 Pembahasan

Evaluasi kapasitas saluran drainase dapat diketahui dengan membandingkan antara debit banjir rancangan (Q_{banjir}) dengan debit kapasitas saluran drainase eksisting ($Q_{eksisting}$). Saluran drainase eksisting dapat menampung limpasan apabila besar nilai $Q_{eksisting}$ lebih besar sama dengan Q_{banjir} . Pada Tabel 5.21 diperoleh kesimpulan, pada seluruh saluran yang ditinjau pada kala ulang 50 tahun tidak aman atau saluran memungkinkan terjadi genangan. Pada saluran yang tidak aman dilakukan perencanaan ulang dimensi saluran, perencanaan ulang saluran dilakukan pada saluran yang tidak aman pada kala ulang 50 tahun. Hasil perencanaan ulang dan perubahan dimensi pada saluran drainase dapat dilihat Tabel 5.24 pada halaman selanjutnya.

Tabel 5.23 Perubahan Dimensi Saluran

Saluran	Qbanjir	B	H
	m^3/det	m	m
A	1,5676	1	1
D	2,3700	1,2	1
C	4,6141	1,4	1,4
B	4,5956	1,4	1,4
E	1,5307	1	1
F	1,9414	1,2	1
G	2,0377	1,4	1,4
H	2,2274	1,2	1

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan dari evaluasi kapasitas saluran drainase pada Jalan Lingkar Selatan Kota Cilegon STA 3+350 sampai 4+850 dapat disimpulkan bahwa.

1. Besar debit rencana dengan kala ulang 50 tahun pada tiap tiap saluran sebagai berikut saluran A sebesar $1,5676 \text{ m}^3/\text{s}$, saluran D sebesar $2,3700 \text{ m}^3/\text{s}$, saluran C sebesar $4,6141 \text{ m}^3/\text{s}$, saluran B sebesar $4,5956 \text{ m}^3/\text{s}$, saluran E sebesar $1,5307 \text{ m}^3/\text{s}$, saluran F sebesar $1,9414 \text{ m}^3/\text{s}$, saluran G sebesar $2,0377 \text{ m}^3/\text{s}$, dan saluran H sebesar $2,2274 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Pada lokasi penelitian terdapat 8 saluran yang terbagi kedalam 4 kelompok. Pada kala ulang 50 tahun saluran pada lokasi tinjauan tidak mencukupi untuk menampung atau mengalir air dari debit rancangan.
3. Hasil perhitungan dan analisis menghasilkan bahwa saluran drainase eksisting diperlukan perancangan ulang saluran dengan memperbesar dimensi saluran agar dapat menampung debit rancangan pada kala ulang 50 tahun.

6.2. Saran

Adapun saran dari peneliti sebagai penyempurnaan dan perbaikan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Diperlukan penelitian yang sejenis dengan metode yang berbeda dalam analisisnya, untuk menjadi pembanding agar dapat menghasilkan penanganan yang lebih tepat.
2. Melakukan penanganan genangan ditinjau dari aspek lain seperti aspek ekonomis agar mendapatkan hasil yang optimal atau efisien dalam penanganannya.

Daftar Pustaka

- Akhir, O. 2019. *Evaluasi Sistem Saluran Drainase Perkotaan pada Kawasan Jalan Laksda Adisucipto*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Kota Cilegon (<https://cilegonkota.bps.go.id>. diakses 27 september 2023)
- Data Online Pusat Database-BMKG (<https://dataonline.bmkg.go.id>. diakses 10 Maret 2023)
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Dasar-Dasar Perencanaan Drainase Jalan (Road Design Engineer-07)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1994. *Tata Cara Perencanaan Drainage Permukaan Jalan (SNI 03-3424-1994)*. DSN. Jakarta.
- Isnaini, F. 2018. *Evaluasi Kapasitas Daya Tampung Saluran Drainase Jalan Damanhuri Pada Kota Samarinda*. Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda. Samarinda.
- Kartika, N. S., Muliawan, I. W., & Rahardiani, A. D. 2018. *Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap Kondisi Jalan Gunung Rinjani Di Wilayah Kecamatan Denpasar Barat*. Wicaksana: Jurnal Lingkungan dan Pembangunan.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2014. *Permen PU no 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Kementrian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2021. *Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 23/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Drainase Jalan (Pedoman Nomor 15/P/BM/2021)*. Jakarta
- Suripin. (2004). *Sistem Saluran Drainase Perkotaan Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.

TvOne. 2023. (<https://www.tvonenews.com/daerah/banten/107494-miris-jalan-lingkar-selatan-cilegon-direndam-air-saat-hujan-tiba-buat-wisatawan-mengeluh> , diakses 4 Oktober 2023)

LAMPIRAN

Lampiran 1 Nilai K untuk Distribusi *Log Pearson III*

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,360	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Lampiran 2 Data Curah Hujan 2010-2022 (mm)

2010	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	april	mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1		4	3		0	0	0	1		0,2	0	1
2	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	9
3				0	0	0	0	0	44	44,1	0	6
4		1			0,3	11	3	0	37	37,3	1	2
5		2	16	0		33	0	0	0	0	2	
6	1	0	0	2	0	13	0	18	16	15,6	0	1
7	1		0	0	0	0	0	5	1	0,9	0	4
8	0	0	0	2	0	28	0	4		0,1		
9	4	8	24	3	2	1	28	5	13	13,1		1
10	52	0		0		0	0	0		0,4		
11	1			9	0	0		0	5	4,7	0	1
12	14			2	3	0	0	14				33
13	6	0	0	0	10		2		0	0	29	0
14	11	8	0	13	3	0	70		9	9,3	2	0
15	29	38	0	27		1	0	7	7	7,2		4
16	6	0	0	0	15	8	9	1	29	0		1
17	9	0	18	10	29	1	8	46		0	3	
18	19	23	0	0	0		20	1	52	0	0	0
19	16	50	0	0	0	6	1	0	0		1	0
20	2		11	1			15	0	0	0	4	8
21	44	0	0	0	18	1	0	13				2
22	1		0	0	0	0	5		5	4	0	4
23	1	42	0	1,2	0	0	0	0	51		0	14
24			0	0		0	0	0	16			0
25	15	17	30	1,8	29	59	0	1	15	2	20	0
26	41	0	0	0	4	1		0	24	13	1	0
27	28	2	28	0	0	1	13	0			37	1
28			0	0	0	0	30	1	4	4	44	4
29	1			0	0	1	4	0	0	24	4	9
30	2		28	0	0	2	0	4	0	5	0	4
31	18		8		0		0	2		1		0
Xmax	52	50	30	27	29	59	70	46	52	44,1	44	33

2011	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	april	mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1	0	5	20	20	19	0	5	0	1,1	0	0	2
2	0	1		2	0	4	0	0	0	0	0	2
3		1	4	0		0	0	0	0	0	0	28
4		8	6	43	1,3	0	0	0	0	0	7	0
5	1	22	20			0	0	0	0	0		2
6	49	2	2	0	28	0	25	0	0	0	0	0
7	3	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	1	4	2	0	4	8	0	0	0	13	0	0
9	5	0	2	6	0	0	0	0	0	10		0
10	68	0	11	9	0	0	0	0	0	0		0
11	2	0	2	0	0	0		0	0	0	0	8
12	3	1	0	1	0		0	0	0	0	0	
13	1	0	0	0	0	3	0	0	0	5	0	0
14	0		38	0		0	1	0	0	0	0	0
15	3			0	6		0	0	0	0	0	
16	4		19	0	4		0		1	0	1	1
17	5	1	0		0	0	0	0	29	0	2	0
18	1		9	0	0	0	0	0	0	0	2	3
19	13	0	17	0	0	0	0	0	0	0	2	
20	5	2			0	0	2	0	1	0	0	7
21	3	0	0		8	0		0	0	5		1
22	9	4	0	0		0	34	0	0			0
23	5	0	22				12	0		0	2	0
24		0	1	0	9	0	0	0	0	5	4	0
25		0		2		0	0	0	0	2	0	0
26	15	6	0	1	5	0	0	0	0	1	53	2
27	0	12	0	15		0	0	0	0	9	0	0
28	5	18	5	8	0	7		0	0	0	0	2
29	34		6	0	0	16		0	0	3	6	2
30	8		7,3		0		0	0	0	0		3
31			10,1		0		0	0		18		49
Xmax	68	22	38	43	28	16	34	0	29	18	53	49

2012	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1	4		25		2	14	0	0	0	0	0	3,3
2	4	3	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3	2	3		36	2		0	0	0	0		6,9
4	2	2	3	54		0	0	0	0	0		1
5	0		9	3	0	5	15	0	0	5	1	7,2
6	1	12	2	7	12	2	0	0	0	0	0	
7		13	0	11	3	12	0	0	0	3		0
8	54	4	9		51	0	0	0	0	0	3	0,6
9	36	13				0	0	0	0	0	0	25,8
10	41	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	8	33	0			0	0	0	7	0	0	2,9
12	16	14	0	14	0		0	0	0	0	1	3
13	6	4		0	0	0	0	0	0	0	1	0,3
14	14	0	21	0		0	0	0	0	0	1	0,7
15	1		0	0		0	0		0	2	4	
16	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	25	0	0	0	0	0	12,4	0	4,3
18	18	2		12	0	0	0	0	0	0	1	4
19	1	0	8		0	0	0	0	0	4	10	0
20	3	21	2	0	0	0	1	0		22	1	0
21	0	1	4	16		0	0	0	0	2		8
22	0	0		4	5	2	0	0	0		0	10
23	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	3
24		0	0	0	0	0	0	0	0	0		
25	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
26	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
27	5	58	0	0	0	0	0	0	0	0	2,8	0
28	5	0	0	0	0	0	0		0	46	0	
29	7	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1
30	36		1	1	0	0	0	0		0	22	11
31	16		0		15		0	0		30		
Xmax	54	58	25	54	51	14	15	0	7	46	22	25,8

2013	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1	1	0	0	0	0	9	4	0	0			
2	5	34,8	0		85	0	0,2	1	0			
3	0	2,5	0	0	0		10,7	0				
4		19	75	14,2	0	3		1,1	9			
5	5	17,5	101	6,8	0	0	33	0,7	6			
6	20	1		0	0	0	25	0	1			
7	14	4,8	0	35,6	0	0	0	0				
8	5	0	0	0,3	1	0	0	33	0			
9	41	0	1	9,6			5	0				
10	23	2	3	1,1	31	0	36	0	0			
11	17	0,3	0	8,8	1	0	0	6	1			0
12	1	0	0		44	14	1	0	0			
13	55	0	0	4				0	0			0
14	14	0	0		2	11	64	0	0			
15	64	1	0		2	3		0				0
16	35	8,1	22	0	2	0	36	0	1			8,3
17	20	32,6	18	0	0	2	2	0	1			
18		19,7	0	0	0	11	0	0				
19		31,3	1	0,3	0	0	4	46	9			5,5
20	5	0,8	4		11	0	2	34	0			
21	1	7	0	0	36	0	1	0	0			5
22		7,5	0	12,8	2	0	1	0	0			30,5
23	12	6,1	1	1,8		0	0	0	0			130
24	40	16	0	0	0	0	4	0	0			5,4
25	7	0			0	0		0	0			
26	36	0	0	8,9	7	0	11	0	0			0
27	1	0	0	0	3	5	1	0	0			0
28		0			10	1	0	0	0			0
29	0		2	0	2			0	0			0
30	2			0	19	1	2	0	7			
31	0		1		3		0,7	0				60,5
Xmax	64	34,8	101	35,6	85	14	64	46	9	0	0	130

2014	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1	31,3	0	0,3					0		0	0	0,4
2	0	9	2,1	0			0				0	
3	0	7	0	0						0	7	
4	0	9,6							0		0	19,7
5	17		1,5				45,3		5,4	0		
6	13	10,3	6			3,9	4	0		0	0	
7	10,5	1,2	1,6	5,3			0				0	1
8	39,5			11,3			15,8			0		1
9	5,5	37,5	0							0	0	23,6
10	0	3,5	2,5				30,3	0	0	0		
11		8	8,6			1,5				0	0	0
12	26,7	0	48,1	2,7			0				36,7	
13	20		1,5				8	9,2		0	0	0,5
14	22,1	6,3		1,8			61		0	0	5,5	17,8
15	41,8	29	6,1	0,2		0,4		0,4	0	0	0	0,2
16	13,7	1,1				6,5	8			0	6,9	1,3
17	19,4	0	0	0			32				1	0
18	4,5	5,3								0		0
19	7,3		0						0	0	5	0
20	1,2						9,8	0	0	0	5,5	1,7
21	44		0,3			0	1,2		16,4	0	0	0
22	26,8	18,5	0,2	0			13,1				0	7,3
23		3	4,1	0						0		29,5
24	2,1	3	0,1						0	0	0	0
25	15,8	10,5		0		1		0	0	0	11	0,7
26		27,2	14,6			22				0	2,6	
27	0	11,1	0				0,1			20,4	0	12,6
28	12,5		0	12,8			3,8			0		15,9
29	1								0	0	36	1,8
30	0,4			2		1		0	0	0,6	37,8	0,9
31								0				3
Xmax	44	37,5	48,1	12,8	0	22	61	9,2	16,4	20,4	37,8	29,5

2015	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1	60,8	14,6	15	0	0	0	0	0,5	0		0,3	6,1
2	37,4	18,2	19,5	0	0	17,2	0		0	0	0,1	0,4
3	12,4		28,4	3	0	36,1		0,5	0		0	
4	42,4	0	0,5		26	0	0	0	0		0	0
5	25,8			5		0	0	0	0	0	0	3,1
6	0,2	37,1	1	0	0	0	0	0	0,2		0	
7	0	2,7	5,9	0	0	0	0	1,2	0	0	0	
8		24	4,3	0,2	0	6,8		0	0	28,5	6,6	0
9	2,4	26	0,3		0,5	13	0	0	0	0		25,8
10	1,5	31,2	34,3			10,1	0	0	0		0	0
11		0,5	12,8		0	0		2		0	0	1,3
12	2,8	10	15,5	0,1	0	0,2	4,2		0	0	0,2	0
13	48,3	16,2	5,5		0		0	0	0	0		0
14	22,9	3	0,1		0	0			0	0		0,2
15	32	0		7,8	4	0		0	0	0	0	4,3
16	17		2,3	0	8,4	0	0	0		0	0	22,6
17	0,5	8,5	0	0	0,2	0	0		0	0		40,9
18		0,6	0	32			0	0	0	0	0	21,4
19	0	15,5					0	0	0	0	1,5	10,5
20	8					0	0	0	0	0	0,6	5,7
21	22,2	0	0,5	27	0	0	0	0		0	0	5,7
22	10,7	0	6,7	0,2	0		0		0	0	0,5	6,2
23	2,3		35,2	0				0	0	0	0	0
24	4,7		0				0	0	0	0	26,5	0
25	3,5	0		4,9		0	0	0	0	0	2,1	0
26	0,8	0		18,1	0	0	0	0		0	0	0
27	0	16,8	5,1		0	0	0,5	0	0	0	0	0
28	0	16,5	0,2	29,9	0			0	0	0	2,6	0
29	2						0	0	0	0	0	0
30	1,5			2	0	0	0	7,5	0	0	15,2	0
31	0,6		0		0		0	0		0		0
Xmax	60,8	37,1	35,2	32	26	36,1	4,2	7,5	0,2	28,5	26,5	40,9

2016	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1	0,5	7	32,7		54,2	0,8	28,4	8,9		3,5		9,2
2	2,3	7,9		16,1	0		0		0,3		0	
3		4,2	4,5	0	22,6		0	3,6	23,3	31,2	0	40,7
4	0	0,2	0		0	0	0	0	12,4			8,8
5	0	1,8	2,7		0	0	0	0	0,7	1,8		44,1
6	0	3	0	0	4,3	0,4	2,2		1,1	0,7		6,2
7	0	0	1,2	0		6,2	0				0	6
8	0	0,6	26,2		0	0	26,8		2	10,4	0	0
9		73,1	9,8	0	5	0	0	0,7		0,6		
10		1,3		0	0	16,5			0	0,2		
11		7,2	24	2,6			21			0,9	24,4	0
12	0	9,7		9,6	0,4		0	0	14	2,8	9	6,4
13	0	3,5	22,6	0		0	2,4				7,6	1,2
14	2	0,4	0	0	1,6	1,8	0,6	11,5	0	12,2	1,3	3
15	0,4		0		0	0		6,7			3,4	2,7
16	2,5		1,3	5,2	0	26,6	0	1,7	8,8			2,4
17	0	4,4	0,9				0	1				0
18	0,2	2,7	1,8	7,3	1,5	33,8	37,5		1,9	0	0	
19			2,5		0	2,6	6			1	49,8	1,2
20	11,4	4,7		27,7	0	0	1,5		40	3		0,3
21		6,1		5,8			1			3,4	0,3	
22	0	0			5,1	0	0		3,2		0,3	
23	26,5	0	28,5	7,5	5,8	0			0	45,8	2,6	2,6
24	0,4	2,4	0	1	2,5	0	0	0	1,5	11,8	0,5	
25	33,8	21,6	0	0,3	21,8	0,8	1,3	0,3		4,2	5	5,2
26	25	89,6	2,1	1	0		0	3,3	19,4	10,2	1,6	0
27		0,3	3,8		8,8	2,3	3,2			9,6		15,2
28	0,5	12,6	6,8			0	0		10,1	2	23	6,6
29		7,6		0,1	0	0		0	10,4	1	9,2	0,6
30	13,6		44,6	3,8	0,8	1,2	3	18,7	9,8			
31	7		1,8		2,8		0	30,2		2		1,6
Xmax	33,8	89,6	44,6	27,7	54,2	33,8	37,5	30,2	40	45,8	49,8	44,1

2017	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1	0	11,7	3		3,2	0,6	0,8	0	0		0	78,5
2		8,3	0		12,5	0		0				
3	0		1,2		0			0		5,7	0	
4	18	13,5	0,8		17					11,6	0,6	19,9
5	7,6	0,9		5,5	46	0	41,2		0	0	4,2	1
6	51,1	2,1	0	7,8	30	2	10,9	0		0		0
7	13,2	0,1	0	1,7	1,2	0	0	0	11,8	0	3,2	
8	0	6	12,3	11,8	0,2			0		6,1	0,5	0
9	20,2	0	0	0,4	6,6	0	0					2,9
10	22,2	6,4	0		5,7	0			0	2,3	5,2	4
11	45,1	9,8		0	0,3		0	0		37,4	0,2	
12	18,2	24,4	0			0,2	0,2	0	0	0		1,8
13		14,8		3,7	0			15,1		15,5	0,3	1,3
14	14,2	53,5	0			40	0			3,7	3,8	0,4
15	17,1	24,4		14,1		0	0		0	0	8,5	1,2
16	5,6	6	0	0	0	5,4		3	0	0	0	
17	1,7	0,5	0					0	0	0	39,8	2
18	5,7		12	0	0	0	0	0		0		15,7
19			3,1				0			7,6	18,2	42,5
20		54,8		10,5	0					2		7,4
21		50,2	0,2		0		3,6	0	0		0	3,5
22		3	17,8	4,8			0	0	0	0		26,4
23	4,3		38	6,2	0	12	0,9			10,7		1,8
24		21,6					9			6,2		
25	0,7	0			0					0	0	0
26	8,5		0	24,6	0	4,8		0			20,9	
27	2,6	0	15			27,8	0	0	15,4	0	27,8	
28	22,2	39,1		2,4	0		0,3	0	19,2	1,5	17,2	0
29	24,8				16,6	0	2	0		1	2	0
30	17,8			0	3,5	8	38		1,1	1	1,1	6,3
31	0,2		9,5				0					23,5
Xmax	51,1	54,8	38	24,6	46	40	41,2	15,1	19,2	37,4	39,8	78,5

2018	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1	0		0,2	0	0	37,7		0	13,5	0	0	6
2		12		7,4	0	0	0		0,7	0	0,2	18,3
3		0	0	4,8	0	0	0	0	9,5	0		0
4	7,6	4,9	5	10	1,9		0	0		0,3	13	5,1
5		11,4	68,8	0		0	0		0		0	
6	12,6	8,6	3	0,4			3	0	0	0	1,3	
7	1,3	25,4		0	0	0	0	0	0	0	1,5	2,6
8		0,4	0	1,4	0	0	0	0		0	0,2	0
9	0	1,2	0	9,2	0	0,4	0	0			0,7	1,4
10	3	7,6	0	0	5,8	0	0			0	15,4	0
11		4	2,6	0	0	0		0	0	0	32	0,2
12			4,2	0	0	0	0	0	0	0		
13			65,6	0	0	0	0	0	0	0		2,4
14	8,3	2,4	0,5	0,3	0	10,4	0					
15	12,6	18	0	6,8	0	0	0		0		1,6	15,3
16	9,5	9			0	24	0	0	0			22,5
17	0,2	0	0,4	1	10,4	1	0		0	0	0	
18		22,4	6,3	10,2	0				0	0	0,8	
19	40,4	1,9		0	3	0		0			0,8	0
20	9,7		0	0	9,8	0	0		0	37	0	
21	3		23,1	0	17		0	0	5,5	0	3,8	0
22	0,2	0	17,1	5,8	5,2	0		0	0,7	0		
23	1,7	0	0	5,5		0	0	0	0	1,8	0	18,4
24		0,2		10,6	16,3	59,5	0				39,2	18,2
25	0,9	14,6	17,2	13,7		3,1	0		0	0		8,1
26	6	15,8	0,5	57,4	0,2	7	0	0	0	0	0	29,8
27	9	18,4	5,1	0	0	53,5		0	0	0	2	18,5
28	1		2,6	9,2		0	0	0	0	8,8	0	1,1
29	6,6		0	0	0	0	0	0		13,8		
30	7,5		0		0	0	0		0	0	4	
31	0,8				0		0	0		25,9		
Xmax	40,4	25,4	68,8	57,4	17	59,5	3	0	13,5	37	39,2	29,8

2019	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1	55,1		8,8				0	0	0	0		25,5
2	14,2	4,4	1,1	0,3		0		0	0	0	0	0
3	45,4	0	4,1	0	0	0		0	0	0		0
4	0,4		0,3	2,7	0	0			0	0	0	10
5		1,2	3,7	1,3	4,8	0		0	0	0	17,6	3,6
6	0	1,5	41	0		0		0	0	0	4,6	
7	0	13,1	14,8	11,5	15,2	0		0	0	0	0	21,1
8		1,8	0	2,8	0	3,6		0	0	0	0	6,1
9	0,2	18,5	1,6	0	0,2	0		0	0	0	0	0
10	2,8	0		0	5,5	0		0	0	0	0	0
11		0,7	1,4		0,2	0		0	0	11,2	0	0
12			16	0,4	0	0		0	0	0	0	1,8
13	29,8		13,6	0		0		0	0	0	0	2,1
14	30,1	9	32,5	0	6,6	0		0	0	0	22,6	0
15	0,6	7,1	0	9,4	0	2,3		0	0	0	22,4	0
16	3,2	55,6	0,1	1,8	11,3	0,5		0	0	0	0	0
17	0,4	47,3	0	15,5	0,5	3,4		0	0	0	0	0,2
18	0,2	2	18,2	0	0	0		0	0	0	0	5,9
19	0		2	26,2	0	0		0	0	0	0	3,7
20	13,1	0	26,4	20,9	0,1	0		0	0	0	0	0,6
21		0	0	3,2	5,2	0		0	0	0		0
22	64,9	1,8	1	1,3	0	0			0	0	1,5	8,4
23	0,4	1,2	5,2	0	0	0		0	0	0	4,6	26,4
24	5,4	7,4	11,4		0	0			0	0	0	
25	34,8	4,6		3,2	0	0			0	0	0	0
26	17	1	0	12,1	0	0		0	0	0		0,6
27	1,5		3,8	9,1	0	0		0	0		0	0
28		1,7	1,7	2	0	0			0	0	0	26,6
29	0			13	0	0		1	0		1,5	31,6
30	12,2		1,2	14	44,2	0,2		0	0	0		4,6
31	0		0		0			0		0		0,2
Xmax	64,9	55,6	41	26,2	44,2	3,6	0	1	0	11,2	22,6	31,6

2020	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1		22	30,5	0,8	0	0	0	0	0	0	1,2	9,6
2	17,6	24,8	3,4	0	21,8	4	0	0		0	11,5	0
3	2,2	48,4	0	3,4		3,6	0	0	0,3	7,8		94
4	14,1		0	0	8				0	3,5	0	
5	4,4	0,4	15,6	7,4	15,2	0	0	0		0	20,6	0,3
6	23,8	7,5	0,4	47,2		0	0	0	0	0	6,1	15,7
7	4,6	2,1	27,5		5,5	0	1,5	0		0	0,1	25,6
8	3,3	9,2	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	5,7
9	25,1	12,4		39,5	1,6	6,8	5,6	0	0	0,2	0	23,1
10	55,5	0,2	0,5	7,7		0	0		0	0	0	2,7
11	8,8		4	1,8	17,5	0		0	8,8	0,4	0,4	0,6
12	1,8		29,8		3,9	12,7	0,2			0,8	0,4	1,7
13	0,5	0	25,4	0	26	0			0	0	0,7	0,3
14	10,3	10		7,6	0,2	0	0	24,3	0	0	15,2	
15	6,5	1,4	0,6	0	0	0	5,8	0		0		
16	4,5	17,8	2,4	0,2	0	9,4		0		0	0,1	10
17	9,8	4,2	0,4					1		1,6	2,1	1,2
18	0	23,4	14,7	3	4,6	0		0			0	13,4
19	0	0,4	0	0,7	53,2	17,1	0	0		0	0	3,6
20	0	27,4	1	0	0	4,3	0			0	0	8,3
21		26,4	18,1	0	24,4	0	2,3	3,5			19,2	15,3
22	12,5	0,5	54,4	48,2	0	4,6	15,5	0		7,3	0	6,3
23	1,2	6,8	13,8		3,7	17,4	0			0,6	1,2	2
24	10	0,8	2	0	0	0	0	0		0	39	
25	26,8	16,8	0	18,6	0	0	0	0		5,4	0	2,6
26	6,7			0	0	0	0	0		0	0	7,7
27	36	33,8		2,1		0	0	0		15,8	0	
28	4,6	1,6	42,2	13,8	0	0	0	0	0,3	0	0	2,4
29	10,4				0	0	0	0		2,3		0,4
30	66,6			0	0	0	0	0	0	0,4	13,3	3,4
31	0,5		0,5		0		0	0		16		1,5
Xmax	66,6	48,4	54,4	48,2	53,2	17,4	15,5	24,3	8,8	16	39	94

2021	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1	4,5	0	0	39,8	0,4	4,3	0,2	0	2,6	0	1,8	0
2	10,2	15,6	25,5	0	5	0	0,1	2	0	0	18,4	0
3	0	59,1	3,8	77,8	0,2	0	0	12,2	0	0,4	1,4	0
4	0	2,2	23,2	15	0,5	0,6	0	0,6	0	0	1,8	3,4
5	0	21,4	8,2	0	0	61,6	0	0	0	0	0	3,8
6	3,4	8,4	0	8,8	0	0	0	0	3,4	0	0	13,8
7	9,7	6,4	1,5	2,2	0	2	0	0	7,6	0	0	48,2
8	0	36,6	0,1	0,2	0,4	2	0	0	12,2	0	10	0,2
9	0,8	2,7	0	0	2,8	0	0	0	0	0	9,2	1,5
10	13,6	0	1,6	3,2	0	0	0	4,8	0	0	20,9	27,5
11	0	1,9	17,9	2,8	0	0	0,2	0	0	0	0,4	4,2
12	22,4	0	0,2	26	0	10,5	0,6	0	0	0	0,2	0
13	0,6	0,5	0	5,8	0	1	0,2	0	33,4	1,4	0,2	0
14	0	9,8	0	0,6	0	0	6	0	105,8	0	0	0
15	0	11,2	5,8	0,8	0	0	0	0	0,6	0	11	0
16	0,4	0	0	34	0	0	0	0	0,4	0	1,8	1,5
17	0	11,4	12,6	0	0	0	0	0	0	0	0	9,9
18	0,6	0	0	0	6,6	4,5	0	0	12,5	8,3	0	3,5
19	1,1	33	0	0	0	1,3	0	1	0	52,6	17,8	0
20	7	8,7	0	0	0	0	0	0	6,2	2,8	4,2	0
21	4	8,8	7,4	15,6	0	8,1	0	0	0	1,6	0,4	5,8
22	0	0	0	0	5,2	0,2	0	0	8	0,9	0,9	1,9
23	0	0	0	0	0,1	0	0	0	8,8	0	10,2	0,2
24	25,8	7	0,4	0	5,1	29,7	38	0	0	0	0,4	20,1
25	7,6	16,8	0,4	1,4	8	1,1	0	10,2	0	0	0	0,6
26	0,2	3,7	1	0	0	0	0	0,5	0	0	0	52,5
27	34,5	18	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0,2	3,4
28	19,6	0	6,7	0	0	0	0	0	6,4	4	16,6	0,5
29	6,3	0	4,1	0	7,4	0	0	0	0	16,7	77,4	13,8
30	13,1	0	0	0	8,2	0	0	0	0	0	4	3,9
31	13,3	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	0	15,5
Xmax	34,5	59,1	25,5	77,8	8,2	61,6	38	12,2	105,8	52,6	77,4	52,5

2022	Bulan											
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	juni	July	Agustus	Sept	Okt	Nov	Des
1	1,2	0	180,4	0	1	26,5	0	0	0	0	0	0
2	0	0	19,9	0	1	0	0	0	0,9	21,2	0	0
3	3,3	0	7,1	0	0	0	3	0	0,8	0	0	0
4	0	2,6	26,5	0	1	0	2,4	7,8	0	0	7,5	0
5	0	4,9	0	0	7,5	0	0	0,5	0	30	1,6	0
6	1,2	8,1	16,5	0	0	0	1,5	2	4	68,5	24,1	0
7	0,2	1	5,1	0	0	0	0	0	1	20,4	0	0
8	0	0,4	0	0	46	3	0	0	7	1,1	0,1	24,7
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0	10,4	0
10	1,5	20,5	2,4	0,8	1,1	5	0	0	1,1	3,8	2	3,8
11	28,8	0	0	18	0,4	12,1	0	0	0	0	0	0
12	8,4	0	3,6	0,2	3	1	0	10	0,8	0	10,7	18,3
13	4,6	0,3	0,2	1,7	0	18,2	0	0	0	0	0	2
14	14	3	0,3	24,1	0	4,8	0,1	0	0	0,1	40	0,1
15	14,5	0,5	0	0	0	7,3	0	0	0	0	0	0
16	0	0	4,2	0	0	5,6	26,7	8,1	0	0	0	0
17	0	0,2	0	0	0,7	1,8	3,1	2,5	0	0	38	0
18	1,3	5,3	0,3	22,2	12,7	2,3	0	40,6	0	0	18,2	0
19	3,9	2,2	0	0	15,8	0	0	0	0	0	0,1	0
20	7,6	0	0	1,8	18,4	0	0	0	0	0	0	0,6
21	8,2	10,3	0,9	1,2	14,7	0	0	0	0	0	2	0,6
22	7,4	4,5	1,7	1,4	0	4,9	0	24	9	0	0	3,5
23	0	0,8	0	3	0	0	0	0	8	1,7	0	2
24	0	16,5	0	2,4	0,7	0	0	0	19,6	0	1,6	0
25	0	4,5	0	0	0	0,5	0	0	0	2,3	0,1	8
26	0,9	12,6	0	0	0	0	6,3	0	0	50,8	0,1	12,4
27	0	12,3	4,7	0	0	5,3	0	0	3,1	0,5	0	21,1
28	0	10,5	13,7	99,8	28,6	16,3	0	0	0	0	0	5,5
29	0,8	0	0	7,9	16,9	0	0	5,2	0	0	0,2	36,5
30	0	0	0	0	2,8	0	0	0,4	0	0	0	2,8
31	1,3	0	0	0	19,3	0	0	0	0	0	0	10,5
Xmax	28,8	20,5	180,4	99,8	46	26,5	26,7	40,6	19,6	68,5	40	36,5