

TUGAS AKHIR

**EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA JALAN
BAKTI HUSADA KECAMATAN GADING CEMPAKA,
KOTA BENGKULU
(*EVALUATION OF DRAINAGE CHANNEL ON BAKTI
HUSADA GADING CEMPAKA DISTRICT, CITY OF
BENGKULU*)**

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



**RIFKI HERMAWAN ADIGUNA
17511066**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2023**

TUGAS AKHIR

EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA JALAN BAKTI HUSADA KECAMATAN GADING CEMPAKA, KOTA BENGKULU (EVALUATION OF DRAINAGE CHANNEL ON BAKTI HUSADA GADING CEMPAKA DISTRICT, CITY OF BENGKULU)

Disusun oleh

Rifki Hermawan Adiguna
17511066

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

Diuji pada tanggal 23 Februari 2023
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

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

Penguji I

Dr. Ir. Lalu Makrup, M.T.
NIK : 885110106

Penguji II

Pradipta Nandi Wardhana, S.T., M.Eng.
NIK : 135111102

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Kusalia Muntafi, S.T., M.T., Phd
NIK : 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya 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 dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya 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, 23 Februari 2023

Yang membuat Pernyataan,



Rifki Hermawan Adiguna

(17511066)

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warrohmatullahi wabarokaatuh

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wata'ala atas kehadiran-Nya dan rahmat-Nya yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk dapat melaksanakan dan menyelesaikan proses Tugas Akhir dengan baik. Shalawat serta salam kita haturkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah ke zaman yang terang benderang seperti sekarang.

Laporan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat untuk mencapai program Strata 1 teknik sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Selama melaksanakan dan menyusun laporan, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Edi Kesumajaya, S.T., M.T., Ibu Erli Yanti, Kakak icha Giani Hadiastari, S.T., M.T., Adik Fikih Rahman, dan Ahmad Alfariz Argani yang selalu mendoakan dan menjadi motivasi terbesar penyusun dalam menuntut ilmu. Terima kasih tiada akhir atas semua doa, kasih sayang, kesabaran, dan dukungan yang telah diberikan.
2. Ibu Ir. Ilya Fadjjar Maharika, MA., IAI., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Ibu Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Phd., selaku Ketua Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
4. Ibu Dinia Angraheni, S.T., M.Eng., selaku dosen Pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, pembelajaran, dan nasihat baik serta motivasi yang membangkitkan semangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Anggit Mas Arifudin, S.T., M.T., selaku dosen Pembimbing Akademik yang selalu membimbing serta memberikan banyak masukan dan motivasi selama masa kuliah.

6. Seluruh dosen, pengajar, laboran, asisten, karyawan Teknik Sipil-UII yang telah memberikan ilmu serta memfasilitasi kegiatan pembelajaran penyusun selama masa kuliah.
7. Muhammad Taufik Bima Perdana, S.T., Danang Wisnu Murti, dan Panji Setiawan, yang telah meluangkan waktu untuk membantu penelitian, sehingga pelaksanaan penelitian terasa lebih ringan.
8. Marokambela prasetya S,pd., Methasya Nadiyah Aisyah yang telah membantu dan mendukung saya sehingga saya menjadi lebih giat.
9. Terimakasih kepada teman – teman saya yang di bengkulu khususnya kepada anak anak Zabuza dan anak anak KIRA yang telah menghabiskan dua tahun waktu saya sehingga saya tertinggal wisuda oleh teman – teman saya.
10. Keluarga Teknik Sipil 2017 UII, terima kasih atas segala dukungan, kerjasama dan doanya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Dan seluruh pihak yang telah mendukung terselesaikanya Tugas Akhir ini.

Penyusun berharap semoga penelitian yang telah dilaksanakan dan disajikan dalam bentuk tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi dunia Teknik Sipil Indonesia dan dapat bermanfaat untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Wassalamu 'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Yogyakarta, 23 Februari 2023

Penulis,



Rifki Hermawan Adiguna

17511066

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	III
KATA PENGANTAR	V
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR TABEL	IX
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 Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.1.1 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase UNESA dengan Adanya Penengembangan Kawasan Surabaya Barat	4
2.1.2 Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap Kondisi Jalan Gunung Rinjani Di Wilayah Kecamatan Denpasar Barat	4
2.1.3 Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam, Kota Batam, Kepulauan Riau	5
2.1.4 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal	5
2.2 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu	6

BAB III LANDASAN TEORI	9
3.1 Drainase	9
3.1.1 Pengertian Drainase	9
3.1.2 Konsep Drainase Perkotaan	9
3.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)	10
3.3 Analisis Hidrologi	10
3.3.1 Curah Hujan Wilayah	11
3.3.2 Hujan Rencana	12
3.3.3 Perhitungan Curah Hujan Berdasarkan Sebaran Distribusi	14
3.4 Debit Banjir Rancangan	18
3.5 Koefisien Aliran Permukaan (<i>Run off</i>)	18
3.6 Intensitas Curah Hujan (I)	20
3.7 Analisis Hidraulika	21
3.7.1 Saluran Penampang Ekonomis	23
BAB IV METODE PENELITIAN	26
4.1 Jenis Penelitian	26
4.2 Lokasi Penelitian	26
4.3 Pengumpulan Data Primer	27
4.4 Pengumpulan Data Sekunder	27
4.5 Metode Penelitian Evaluasi Saluran Drainase	28
4.6 Bagan Alir Tugas Akhir	29
BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN	31
5.1 Data Hujan Harian Maksimum	31
5.2 Penentuan Jenis Distribusi	32
5.3 Distribusi Log Pearson III	37
5.4 Perhitungan Hujan Rancangan	38
5.5 Koefisien Limpasan Permukaan	41
5.6 Dimensi dan Kemiringan Saluran (Slope)	48
5.7 Waktu Konsentrasi	52
5.8 Intensitas Hujan	54
5.9 Debit Banjir Rencana	56

5.10 Kapasitas Saluran Drainase Eksisting	58
5.11 Desain Ulang Saluran Drainase	61
5.12 Pembahasan	63
BAB VI Kesimpulan dan Saran	
6.1 Kesimpulan	65
6.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	8
Tabel 3.1 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota	12
Tabel 3.2 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi	13
Tabel 3.3 Koefisien <i>Runoff</i>	19
Tabel 3.4 Koefisien Hambatan (nd) Berdasarkan Kondisi Permukaan	21
Tabel 3.5 Koefisien Kekasaran Manning (n)	24
Tabel 5.1 Data Hujan Harian Maksimum (2001-2020)	31
Tabel 5.2 Perhitungan Standar Deviasi	33
Tabel 5.3 Perhitungan Koefisien Kemencengan	34
Tabel 5.4 Perhitungan Koefisien Kurtosis	36
Tabel 5.5 Pemilihan Jenis Distribusi yang Sesuai Hujan Harian	37
Tabel 5.6 Perhitungan Parameter Statis dengan Distribusi Log Pearson III	38
Tabel 5.7 Nilai K_T untuk Distribusi Log Pearson III	39
Tabel 5.8 Hujan Rancangan Kala Ulang	41
Tabel 5.9 Pengelompokan Saluran Drainase	45
Tabel 5.10 Luas DTA dan Koefisien Limpasan pada Saluran (K)	46
Tabel 5.11 Luas DTA dan Hasil Perhitungan Koefisien Limpasan	47
Tabel 5.12 Kemiringan Saluran Drainase	49
Tabel 5.13 Dimensi Saluran Drainase	49
Tabel 5.14 Kecepatan Aliran	51
Tabel 5.15 Waktu Konsentrasi	53
Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan	55
Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Debit Air Banjir Rencana	57
Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Kapasitas Eksisting	58
Tabel 5.19 Perbandingan Kapasitas Saluran Drainase dan Debit Banjir Rencana	60
Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Ulang Penampang Saluran Drainase	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Situasi Lokasi Jalan Bakti Husada Saat Hujan Tahun 2021	2
Gambar 3.1 Daerah Aliran Sungai	10
Gambar 3.2 Metode Rerat Aljabar	12
Gambar 3.3 Penampang Saluran Trapesium	23
Gambar 3.4 Penampang Ekonomis Saluran trapesium	23
Gambar 4.1 Lokasi Jalan Bakti Husada	26
Gambar 4.2 Situasi Lokasi Jalan Bakti Husada saat Hujan Tahun 2021	27
Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian	29
Gambar 5.1 Skema Layanan Saluran Drainase Pada Jalan Bakti Husada	43
Gambar 5.2 Kondisi Wilayah Saluran Drainase Pada Jalan Bakti Husada	44
Gambar 5.3 Daerah Tangkapan Air Saluran (K)	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Harga K untuk Distribusi Log Pearson III	69
Lampiran 2	Data Curah Hujan Harian Tahun 2001 – 2020 (mm)	70
Lampiran 3	Foto Survei dan Pengukuran Saluran Eksisting	90

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

DAS	= Daerah Aliran Sungai
BMKG	= Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
\bar{p}	= Curah hujan rerata kawasan
\bar{x}	= Nilai rata-rata
x_i	= Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
n	= Jumlah data
s	= Standar deviasi curah hujan
C_v	= Koefisien variasi curah hujan
C_s	= Koefisien kemencengan curah hujan
C_k	= Koefisien kurtosis
a	= Parameter kemencengan
S_d	= Stadar deviasi dari sampel curah hujan
XT	= Perkiraan nilai kedalaman hujan yang diharapkan terjadi pada periode ulang T-tahunan
KT	= Faktor frekuensi
YT	= Perkiraan nilai kedalaman hujan dalam logaritmik yang diharapkan terjadi pada periode ulang T-tahunan
\bar{Y}	= Nilai rata rata logaritmik kedalaman hujan X
Y_n	= Nilai yang tergantung pada jumlah sampel n
S_n	= Standar deviasi merupakan fungsi dari jumlah sampel n
I	= Intensitas hujan
T_c	= Waktu konsentrasi
t_0	= Inlet time
t_d	= Conduit time
R24	= Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam satuan mm)
Ld	= Panjang saluran drainase
L0	= Panjang aliran dari titik jatuh air hujan terjauh ke inlet saluran

S ₀	= Kemiringan rata-rata saluran utama
C	= Koefisien Limpasan
Q _{banjir}	= Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas durasi dan frekuensi tertentu
Q _{eksisting}	= Debit banjir yang mampu ditampung saluran eksisting
A	= Luas daerah tangkapan
Q _{sal}	= Debit aliran dalam saluran
A _s	= Luas penampang basah
V	= Kecepatan aliran dalam saluran
R	= Jari-jari hidrolik
P	= Keliling basah
H	= Tinggi saluran
B	= Lebar saluran
T	= Lebar Permukaan Saluran

ABSTRAK

Kota Bengkulu merupakan Ibu Kota dari Provinsi Bengkulu yang pertumbuhan penduduknya terus meningkat sehingga pembangunan juga ikut meningkat dan menyebabkan perubahan pada tata guna lahan dan menyebabkan kemungkinan terjadinya banjir apabila tidak diikuti dengan pembangunan sarana dan prasarana yang memadai. Pada Bulan Maret 2020 terjadi genangan pada Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu akibat saluran drainase yang tidak mampu menampung debit air akibat hujan. Genangan air tersebut sangat mengganggu sistem transportasi dan dapat menyebabkan kerusakan struktur perkerasan jalan raya karena air yang lama tergenang di permukaan sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengevaluasi saluran eksisting pada jalan tersebut.

Evaluasi kapasitas saluran drainase dilakukan dengan membandingkan antara debit banjir rencana dan debit saluran eksisting. Debit banjir rencana dihitung menggunakan metode rasional dengan Intensitas hujan dihitung pada kala ulang 2 dan 5 dan 10 tahun dengan rumus Mononobe. Sedangkan Debit saluran eksisting dihitung dengan analisis hidraulika dengan kecepatan aliran menggunakan rumus Manning. Saluran dikategorikan aman apabila debit saluran eksisting lebih besar daripada debit banjir rencana sedangkan saluran dikategorikan melimpas apabila debit banjir rencana lebih besar daripada debit saluran eksisting.

Hasil dari penelitian ini didapat bahwa terjadi limpasan pada 4 saluran yang ada dari 20 saluran pada kala ulang 2,5 dan 10 tahun yaitu Saluran (O), Saluran P, Saluran (Q) dan (R). Saluran tersebut tidak mampu menampung debit banjir yang terjadi sehingga dilakukan redesain dengan memperlebar dimensi saluran.

Kata kunci: Saluran drainase, Banjir, Rancangan saluran drainase

ABSTRACT

Bengkulu City is the capital city of Bengkulu Province whose population growth continues to increase so that development also increases and causes changes in land use and causes the possibility of flooding if not followed by the development of adequate facilities and infrastructure. In March 2020 there was an inundation in Gading Cempaka District, Bengkulu City due to the drainage channel being unable to accommodate the water discharge due to rain. The stagnant water is very disturbing to the transportation system and can cause damage to the highway pavement structure because the water has been stagnant for a long time on the surface, so it is necessary to conduct research to evaluate the existing drainage on the road.

Evaluation of the capacity of the drainage channel is carried out by comparing the planned flood discharge with the discharge of the existing channel. The design flood discharge is calculated using the rational method with the rain intensity calculated at return periods of 2 and 5 and 10 years using the Mononobe formula. While the discharge of the existing channel is calculated by hydraulic analysis with flow velocity using the Manning formula. The channel is categorized as safe if the existing channel discharge is greater than the planned flood discharge, while the channel is categorized as overflow if the planned flood discharge is greater than the existing channel discharge.

The results of this study found that there was runoff in 4 out of 20 channels at the return period of 2.5 and 10 years, namely Channel (O), Channel P, Channel (Q) and (R). The channel was unable to accommodate the flood discharge that occurred, so it was redesigned by widening the dimensions.

Keywords: *Drainage channel, Flood, Drainage channel design*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Drainase adalah salah satu fasilitas yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota. Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air (Suripin, 2004 : 7). Drainase juga diartikan sebagai suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Prasarana drainase berfungsi untuk mengalirkan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air, dan banjir. Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini adalah untuk mengeringkan daerah becek dan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah, menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal, mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir (Yulius, 2018).

Pada Bulan Maret 2020 terjadi genangan pada Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu yang merupakan salah satu kawasan pertokoan, dan pemukiman yang padat penduduk, sehingga menyebabkan banjir di daerah tersebut akibat saluran drainase yang tidak mampu menampung debit air akibat hujan. Genangan air tersebut sangat mengganggu sistem transportasi dan dapat menyebabkan kerusakan struktur perkerasan jalan raya karena air yang lama tergenang di permukaan. Adapun untuk genangan air yang terjadi akibat air hujan di lokasi Jalan Bakti Husada dapat dilihat pada Gambar 1.1 sebagai berikut.



Gambar 1.1 Situasi Lokasi Jalan Bakti Husada Saat Hujan Tahun 2020

Kondisi tersebut memperlihatkan pentingnya penanganan masalah drainase di Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu. Melalui penelitian ini akan dilakukan analisis terhadap kapasitas saluran drainase dan debit rencana pada Jalan Bakti Husada Kota Bengkulu sehingga dapat mengetahui kemampuan drainase pada Jalan Bakti Husada Kota Bengkulu layak atau tidak dan diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi instansi terkait jika ingin mengatasi permasalahan yang terdapat pada drainase Jalan Bakti Husada .

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka dirumuskan beberapa permasalahan adalah sebagai berikut.

1. Berapa saluran drainase yang melimpas di Jalan Bakti Husada Kota Bengkulu?
2. Apa penyebab terjadinya banjir di jalan Jalan Bakti Husada Kota Bengkulu
3. Perlukah redesain pada saluran drainase pada Jalan Bakti Husada Kota Bengkulu yang memadai agar mampu menampung debit rencana?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan, maka didapatkan tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui apakah kapasitas saluran drainase pada wilayah Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu memadai untuk menampung banjir.

2. Mengetahui nilai debit rencana pada Jalan Bakti Husada kota Bengkulu.
3. Mengetahui desain saluran drainase yang memadai sehingga mampu untuk menampung debit rencana.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari tugas akhir ini dapat mengetahui kondisi dan solusi saluran drainase di Jalan Bakti Husada Kota Bengkulu, sehingga masalah genangan dapat terselesaikan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini dimaksudkan agar penelitian tepat dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Adapun batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data yang digunakan adalah data curah hujan mulai dari tahun 2001-2020.
2. Analisis didasarkan pada kondisi saluran drainase yang sudah ada (dimensi saluran dan kemiringan saluran).
3. *Cathment* area ditentukan berdasarkan Modul RDE – 07 DASARR – DASAR PERENCANAAN DRAINASE JALAN.
4. pasang surut air tidak ditinjau dan dianalisis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

2.1.1 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase UNESA dengan Adanya Pengembangan Kawasan Surabaya Barat

Norman (2017) melakukan penelitian tentang evaluasi kapasitas saluran drainase UNESA dengan adanya pengembangan kawasan surabaya barat. Pengembangan wilayah barat surabaya untuk kawasan properti dan perumahan menyebabkan limpasan air hujan menuju saluran menjadi besar. Perubahan alih fungsi lahan ini menyebabkan saluran sekunder unesa yang rencana awal untuk menampung debit limpasan untuk wilayah unesa saja menjadi melayani tiga lokasi yang berbeda (UNESA, Pakuwon, dan Citraland), hal ini menyebabkan debit limpasan yang masuk saluran sekunder unesa menjadi tidak sesuai dengan kapasitas saluran sehingga menyebabkan banjir.

Analisis ini menggunakan data hujan yang didapatkan dari 2 stasiun hujan dengan data curah hujan yang dipakai 15 tahun. Metode sebaran yang dipakai log pearson III.

Hasil analisis penelitian didapat bahwa debit yang masuk pada Kawasan UNESA perlu dikontrol dengan fasilitas yang dipakai berupa drainase kolam tampung, pintu air dan pompa.

2.1.2 Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap Kondisi Jalan Gunung Rinjani Di Wilayah Kecamatan Denpasar Barat

Kartika (2018) melakukan penelitian tentang evaluasi fungsi saluran drainase terhadap kondisi jalan gunung rinjani di wilayah kecamatan denpasar barat. Penelitian ini dilakukan karena terjadi perubahan bentuk lapisan permukaan jalan yang terjadi di kecamatan denpasar barat, khususnta pada jalan gunung rinjani. Hal tersebut terjadi akibat air tidak mengalir dengan baik pada sistem drainase yang

terdapat pada jalan gunung rinjani, sehingga menyebabkan genangan air di badan jalan.

Analisis menggunakan data hujan harian milik Balai Besar Wilayah Sungai Bali-Penida dengan stasiun buagan sebagai stasiun curah hujan yang ditinjau. Metode rata-rata aljabar digunakan untuk menghitung hujan harian maksimum dengan RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) dipakai untuk pengujian konsistensi. Metode sebaran yang digunakan adalah log pearson III, intensitas curah hujan harian menggunakan rumus mononobe dengan merancang kurva IDF dengan rumus talbot serta periode ulang 2, 5, dan 10 tahun digunakan.

Dari hasil analisis terdapat 6 segmen dari 10 segmen yang tidak mampu menampung debit rencana sehingga 6 segmen tersebut perlu dilakukan perencanaan ulang dengan mengganti dimensi saluran.

2.1.3 Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam, Kota Batam, Kepulauan Riau

Fachri (2020) melakukan penelitian evaluasi kapasitas saluran drainase pada Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam, Kota Batam, Kepulauan Riau. Penelitian ini dilakukan dikarenakan tidak mampunya saluran drainase pada jalan tersebut untuk menahan limpasan air yang masuk saat terjadi intensitas hujan yang cukup tinggi sehingga menyebabkan banjir.

Metode sebaran yang digunakan adalah metode Log Person III dan menggunakan metode Mononobe dalam mencari intensitas hujan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun, kemudian menggunakan Metode Rasional untuk mendapatkan debit banjir.

Dari hasil yang didapat pada analisis saluran terdapat 19 dari 29 saluran yang tidak dapat menampung limpasan air dikarenakan dimensi saluran existing yang kurang dan terdapat tanah yang menunpuk pada 2 saluran sehingga air tidak bisa masuk.

2.1.4 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal

Adi (2022) melakukan penelitian tentang evaluasi kapasitas saluran drainase pada Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal. Pada Jalan

Merpati kota tegal sering ditemui jalan yang tergenang air, dimana pada lokasi tersebut banyak dijumpai perubahan alih fungsi lahan sehingga debit limpasan air menjadi besar sehingga drainase tidak mampu menampung debit limpasan dan menjadikan jalan merpati tergenang sehingga mobilitas pada jalan tersebut menjadi terganggu.

Metode yang digunakan adalah deskriptif-analitik. Pola jaringan berdasarkan kondisi eksisting dan pengamatan di lapangan. Hujan harian rata-rata menggunakan Metode Log Person III, banjir rencana dihitung dengan persamaan rasional dengan intensitas hujan dihitung menggunakan rumus Mononobe.

Hasil yang didapatkan evaluasi yang didasarkan pada analisis antara kapasitas saluran eksisting dengan banjir rancangan tetapan terdapat 18 saluran yang memiliki kapasitas yang kurang baik untuk menampung debit banjir. Hasil dari perhitungan didapat saluran drainase perlu dilakukan perencanaan ulang dengan mengubah dimensi lebar dan tinggi, selain itu drainase perlu diganti dengan bahan beton pracetak dengan dimensi yang sudah ditentukan.

2.2 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan dari penelitian – penelitian sebelumnya tentang analisis drainase sebagian besar mengacu pada penurunan kualitas sistem drainase yang ada, serta kinerja sistem drainase tersebut. Dalam penelitian terdapat perbedaan metode – metode yang digunakan juga perbedaan tempat atau studi kasus yang akan dianalisis. Pada penelitian ini penulis mengambil studi kasus di Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu. Walaupun terdapat metode yang sama, tetapi hasilnya akan tetap berbeda. Hal tersebut dipengaruhi karena adanya perbedaan topografi, hidrologi, geologi, klimatologi, dan berbagai macam faktor lainnya yang ada disekitar wilayah yang akan diteliti.

Metode yang dipakai untuk menghitung debit rancangan yang akan digunakan adalah metode rasional. Untuk menghitung kapasitas saluran eksisting menggunakan Rumus *Manning*. Dengan ini dinyatakan bahwa penelitian ini merupakan hasil karyasendiri dan adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan yang dikutip dari karya orang lain yang telah dituliskan dengan benar. Perbedaan

antara penelitian penulis yang akan dilaksanakan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang

Peneliti	Norman (2017)	Kartika (2018)	Fachri (2020)	Adi (2022)	Adiguna (2022)
Karya Tulis	Jurnal	Jurnal	Tugas Akhir	Tugas Akhir	Tugas Akhir
Judul	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase UNESA dengan Adanya Pengembangan Kawasan Surabaya Barat	Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap kondisi Jalan Gunung Rinjani Di Wilayah Kecamatan Denpasar Barat	Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam, Kota Batam, Kepulauan Riau	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal	Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Bakti Husada Kecamatan Gading Cempaka, Kota Bengkulu
Lokasi	Saluran Sekunder UNESA	Jalan Gunung Rinjani, Kecamatan Denpasar Barat	Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau	Jalan Merpati, Tegal Selatan, Kotamadya Tegal	Jalan Bakti Husada , Kecamatan Gading Cempaka, Kota Bengkulu
Data Curah Hujan	15 Tahun (2000-2015) Dua Stasiun Pengamatan	10 tahun (2005-2015) Satu Stasiun Pengamatan	20 Tahun (1995-2014) Satu Stasiun Pengamatan	10 Tahun (2006-2020) Satu Stasiun Pengamatan	20 Tahun (2000-2020) Satu Stasiun Pengamatan
Metode	Distribusi Sebaran	Log Pearson III	Log Pearson III	Log Pearson III	Log Pearson III
	Debit Rencana	Rasional	Rasional	Rasional	Rasional

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Drainase

3.1.1 Pengertian Drainase

Drainase berasal dari kata *drainage* yang artinya mengalirkan, mengeringkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air. Drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan tersebut tidak terganggu. Secara umum, sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004).

3.1.2 Konsep Drainase Perkotaan

Drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang khusus mengkaji kawasan perkotaan yang erat dengan kondisi lingkungan fisik dan lingkungan sosial budaya pada kawasan kota tersebut. Drainase perkotaan yaitu ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajiannya pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial-budaya yang ada dikawasan kota (Hasmar, 2002).

Saluran-saluran drainase dapat dibedakan menjadi saluran natural atau saluran buatan manusia. Konsep saluran drainase natural yaitu, air hujan mengalir diatas tanah kemudian masuk ke selokan-selokan dan dibuang ke sungai, sebagian air masuk ke dalam tanah pada tanah yang daya resapnya baik. Saluran drainase buatan manusia memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan-selokan, pasangan batu (beton), pipa-pipa, pompa air, dan lain-lain, sehingga biayanya lebih mahal (Prodjopangarso, 1987).

3.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan wilayah daratan yang satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungai, memiliki fungsi untuk menampung, menyimpan, serta mengalirkan air yang berasal dari curah hujan menuju ke laut secara alami yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Peraturan Pemerintah RI Tentang Sungai, 2011). Agar lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Daerah Aliran Sungai

(Sumber : dsdap.bantenprov.go.id)

Gambar 3.1 merupakan contoh bentuk DAS. Dalam gambar tersebut menunjukkan penampang pada keliling DAS. Garis yang mengelilingi DAS merupakan titik-titik tertinggi wilayah tersebut. Air hujan yang jatuh didalam DAS akan mengalir menuju sungai utama yang ditinjau, sedangkan air hujan yang jatuh diluar DAS akan mengalir ke sungai lain disebelahnya.

3.3 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya, dan hubungan dengan lingkungan terutama dengan makhluk hidup (Triatmodjo, 2008). Ilmu hidrologi dimanfaatkan untuk beberapa kegiatan berikut :

1. Memperkirakan besarnya banjir yang ditimbulkan oleh hujan deras sehingga dapat direncanakan bangunan-bangunan untuk mengendalikannya.

2. Memperkirakan jumlah air yang dibutuhkan oleh suatu jenis tanaman sehingga dapat direncanakan bangunan untuk melayani kebutuhan tersebut.
3. Memperkirakan jumlah air tersedia di suatu sumber air untuk dimanfaatkan guna berbagai keperluan seperti air baku, irigasi, pembangkit tenaga air, perikanan, peternakan, dan sebagainya.

Banyak parameter yang mengakibatkan analisis hidrologi sulit diselesaikan secara analitis. Salah satu komponen utama dari analisis hidrologi adalah hujan. Hujan adalah kejadian yang tidak dapat diprediksi dan tidak dapat diketahui secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu periode waktu. Oleh karena itu, analisis hidrologi merupakan bidang kompleks yang disebabkan ketidakpastian dalam hidrologi.

3.3.1 Curah Hujan Wilayah

Stasiun penakar hujan akan mencatat kedalaman hujan di satu titik stasiun berada sehingga hujan pada suatu luasan kawasan harus diperkirakan dari titik pengukur tersebut. Apabila pada suatu wilayah terdapat beberapa stasiun pengukuran yang ditempatkan secara terpencar, maka hujan yang tercatat pada setiap stasiun akan berbeda sehingga perlu menentukan hujan rerata pada daerah tersebut dengan menggunakan metode rerata aritmatik, metode poligon thiessen dan metode Isohyet (Triatmojo, 2010).

1. Metode Rata-rata aljabar

Metode ini adalah yang paling sederhana untuk menghitung hujan rata-rata pada suatu daerah. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada didalam DAS dan diluar DAS yang memiliki jarak berdekatan (Triatmodjo, 2008). Metode rerata *aljabar* memberikan hasil yang baik apabila.

- a. Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS.
- b. Distribusi hujan relative merata pada seluruh DAS.
- c. Hujan rata-rata DAS dapat di hitung dengan persamaan berikut.

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \quad (3.1)$$

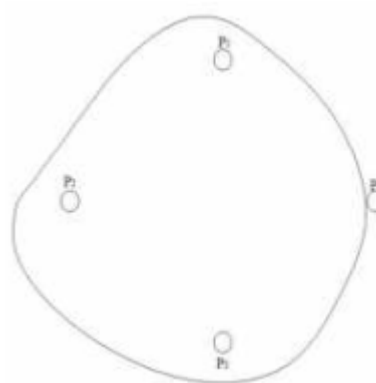
Keterangan :

\bar{P} = hujan rerata kawasan (mm)

P_1, P_2, \dots, P_n = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n (mm)

n = jumlah stasiun

Metode rerata aljabar dapat lebih jelas dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Metode Rerata Aljabar

3.3.2 Hujan Rencana

Besarnya hujan dengan kala ulang tertentu dihitung dengan perhitungan curah hujan rencana. Untuk menentukan periode ulang didasari oleh tipologi kota tersebut. Kriteria periode ulang tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.

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 - 5 Th

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

Data hujan harian maksimum akan diperlukan dalam perhitungan curah hujan rencana, data tersebut akan dianalisis dengan menggunakan beberapa

analisis frekuensi. Analisis frekuensi ini berdasarkan sifat statistik data kejadian terdahulu untuk mendapatkan probabilitas besaran hujan di masa mendatang. Dengan menganggap bahwa sifat statistik kejadian hujan di masa lalu dan sifat statistik kejadian hujan di masa yang akan datang tetap sama. Dalam ilmu statistik ada empat macam distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi yaitu distribusi Normal, Log Normal, Log-Pearson III, dan Gumbel (Suripin, 2004). Penentuan jenis distribusi probabilitas disesuaikan dengan persyaratan parameter statistik. Persyaratan parameter statistik dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi

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

Parameter yang dibutuhkan dalam penentuan distribusi probabilitas dirumuskan sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3.3)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} (\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)} \quad (3.4)$$

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (3.5)$$

$$C_k = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad (3.6)$$

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (3.7)$$

Keterangan :

\bar{x}	= Rata-rata data,
x_i	= Data hujan atau debit ke-i,
n	= Jumlah data,
s	= Simpangan baku,
C_v	= Koefisien varian,
C_s	= Koefisien skewness,
C_k	= Koefisien kurtois.

3.3.3 Perhitungan Curah Hujan Berdasarkan Sebaran Distribusi

Adapun untuk menghitung curah hujan berdasarkan sebaran distribusi dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut (Triatmojo,2010).

1. Distribusi Normal

Adapun perhitungan curah hujan menggunakan sebaran distribusi normal dapat dilihat sebagai berikut.

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S \quad (3.8)$$

Dengan:

X_T	= Perkiraan nilai kedalaman hujan yang diharapkan terjadi pada periode ulang T-tahunan
\bar{X}	= Nilai rerata hitung variat
K_T	= Faktor frekuensi
S	= Standar deviasi

2. Distribusi Log Normal

Adapun perhitungan curah hujan menggunakan sebaran distribusi Log normal dapat dilihat sebagai berikut.

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \times S \quad (3.9)$$

$$Y = \text{Log } X \quad (3.10)$$

Dengan:

Y_T	= Perkiraan nilai kedalaman hujan yang diharapkan terjadi pada
-------	--

- periode ulang T-tahunan
- \bar{Y} = Nilai rerata hitung variat
- K_T = Faktor frekuensi
- S = Standar deviasi

3. Distribusi *Log-Pearson Tipe III*

Adapun perhitungan curah hujan menggunakan sebaran distribusi *Log-Pearson Tipe III* dapat dilihat sebagai berikut.

- 1) Menentukan nilai logaritma dari seluruh variat X

$$Y_i = \log X_i \quad (3.11)$$

- 2) Menghitung nilai rata ratanya.

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (3.12)$$

Dengan:

- \bar{Y} = nilai rata rata logaritmik X_i
- n = jumlah data
- Y_i = nilai curah hujan tiap tahun (R24 maksimum)

- 3) Menghitung deviasi standar (S_d)

$$S_{dy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n}} \quad (3.13)$$

Dengan:

- S_{dy} = standar deviasi
- \bar{Y} = nilai rata rata logaritmik X
- n = jumlah data
- Y_i = nilai curah hujan tiap tahun (R₂₄ maksimum)

- 4) Menghitung koefisien *skewness* (C_s)

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)S^3} \quad (3.14)$$

Dengan:

C_s	= koefisien skewness
\bar{Y}	= nilai rata rata logaritmik X
n	= jumlah data
Y_i	= nilai curah hujan tiap tahun (R24 maksimum)

7) Menghitung hujan rencana dengan periode ulang T tahun.

$$Y_T = Y_T + K_T \cdot S_{dy} \quad (3.15)$$

Dengan:

Y_T	= curah hujan rencana periode kala ulang T tahun
K_T	= harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s

4. Distribusi Gumbel

Adapun perhitungan curah hujan menggunakan sebaran distribusi Gumbel dengan menggunakan SNI 03-3424-1994 Tata Cara Desain Drainase yang dapat dilihat sebagai berikut ini

$$X_T = \bar{X} + S \times \frac{S_x}{S_n} (Y_T - Y_n) \quad (3.16)$$

Dengan:

X_T	= Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm/jam)
\bar{X}	= Nilai rata rata aritmatik hujan komulatif
S_x	= Standar Deviasi
Y_T	= Variasi yang meruakan fungsi periode ulang
Y_n	= Nilai yang tergantung pada n
S_n	= Standar deviasi merupakan fungsi dari n

3.4 Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rencana merupakan debit dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan melalui suatu sungai atau bangunan air lainnya. Debit rencana sistem drainase dihitung berdasarkan hubungan antara hujan dan aliran. Besarnya aliran sangat ditentukan oleh besarnya hujan, intensitas hujan, luas daerah pengaliran sungai, lama waktu hujan dan karakteristik daerah pengaliran. Salah satu

metode yang dapat digunakan adalah metode Rasional. Rumus Rasional ini berorientasi pada debit hitungan debit puncak. Berikut bentuk umum rumus Rasional.

$$Q = 0,2778 \times C \times I \times A \quad (3.20)$$

Keterangan :

- Q = Debit banjir (m³/s)
 C = Koefisien aliran permukaan
 I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
 A = Luas daerah tangkapan air (km²)

3.5 Koefisien Aliran Permukaan (*Runoff*)

Menurut Modul RDE-07 tahun 2005 Tentang Dasar-dasar Perencanaan Drainase Jalan Koefisien *runoff* merupakan proses pengaliran air hujan yang melimpas. Diatas permukaan tanah, jalan, kebun, dan lain-lain kemudian dialirkan masuk kedalam saluran drainase. Koefisien runoff ditentukan berdasarkan tipe tata guna lahan pada daerah *catcment area*. Koefisien runoff dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$C_{Komposit} = \frac{\sum(ci)(Ai)}{A_{total}} \quad (3.21)$$

Dengan :

- C = Koefisien run off yang dipengaruhi kondisi tata guna lahan pada daerah tangkapan air
 I = luas daerah tangkapan air (ha)

Adapun untuk koefisien *run off* dapat dilihat pada tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Koefisien Runoff

Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien aliran, C
Jalan beton dan jalan aspal	0,70 - 0,95
Jalan kerikil & jalan tanah	0,40 - 0,70
Bahu jalan:	
- Tanah berbutir halus	0,40 - 0,65
- Tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20
- Batuan masif keras	0,70 - 0,85
- Batuan masif lunak	0,60 - 0,75
Daerah perkotaan	0,70 - 0,95
Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70
Daerah industri	0,60 - 0,90
Permukiman padat	0,60 - 0,80
Permukiman tidak padat	0,40 - 0,60
Taman & kebun	0,20 - 0,40
Persawahan	0,45 - 0,60
Perbukitan	0,70 - 0,80
Pegunungan	0,75 - 0,90

Sumber : Modul RDE-07 tahun 2005

3.6 Intensitas Curah Hujan (I)

Ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu daerah dalam kurun waktu dimana air tersebut terkonsentrasi atau tinggi kedalaman air hujan persatuan waktu disebut dengan intensitas curah hujan. Sifat umum hujan adalah semakin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung semakin tinggi dan semakin besar periode ulangnya semakin tinggi intensitasnya. Diperlukan data hujan jangka pendek misal 5 menit, 10 menit, dan 60 menit. Data hujan jenis dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis dan manual. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia dan hanya terdapat data hujan harian maka intensitas hujan dapat di hitung dengan persamaan *Mononobe* sebagai berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (3.22)$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan selama *time of concentration*
(mm/jam)

t = Durasi curah hujan (jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (dalam satuan mm)

Dalam hal ini nilai dari durasi hujan (t) sama dengan waktu konsentrasi (t_c). Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS. Waktu konsentrasi dicari dengan membedakan menjadi dua komponen yaitu waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari permukaan lahan sampai ke saluran terdekat (t_o) dan waktu perjalanan air dari awal masuk saluran drainase sampai ke titik keluaran (t_d) sesuai dengan buku pedoman Perencanaan Drainase Jalan pd. T-02-2006-B. Berikut adalah persamaan yang dipakai.

$$t_c = t_o + t_d \quad (3.23)$$

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot I \cdot \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \quad (3.24)$$

$$t_d = \left(\frac{l_s}{60 \cdot V} \right) \quad (3.25)$$

Keterangan :

t_d = waktu perjalanan air dari awal masuk saluran drainase sampai ke titik keluaran (menit)

t_o = waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari permukaan lahan sampai ke saluran terdekat (menit)

nd = koefisien hambatan (nilai nd dapat dilihat pada Tabel 3.4)

s = Kemiringan saluran

l_s = panjang lintasan aliran di dalam saluran drainase (m)

l = panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan (m)

V = kecepatan aliran dalam saluran (m/s)

Tabel 3.4 Koefisien Hambatan (nd) Berdasarkan Kondisi Permukaan

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

Sumber :Pedoman Perencanaan Drainase Jalan pd. T-02-2006-B

3.7 Analisis Hidraulika

Analisis hidrolika digunakan untuk proses evaluasi kapasitas drainase berdasarkan debit banjir rencana. Menurut Suripin (2004) aliran dalam saluran terbuka maupun tertutup yang mempunyai permukaan bebas disebut aliran permukaan bebas atau aliran saluran terbuka. Bentuk saluran drainase berupa saluran terbuka yang dapat berbentuk persegi panjang, trapesium, setengah lingkaran atau gabungan (komposit).

Analisa hidrolika saluran terbuka dilakukan berdasarkan persamaan *Manning* sesuai table 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3.5 Koefisien Kekasaran Manning (n)

No	Tipe saluran dan jenis bahan	Harga <i>n</i>		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	Gorong-Gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	Gorong-Gorong dengan lengkungan dan sedikit Kotoran	0,011	0,013	0,014
	Beton dipoles	0,011	0,012	0,014

Lanjutan Tabel 3.5 Koefisien Kekasaran Manning (n)

No	Tipe saluran dan jenis bahan	Harga n		
		Minimum	Normal	Maksimum
	Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
2	Tanah, lurus dan seragam			
	Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3	Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
	Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,008
	Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,025	0,030	0,035
	Saluran di belukar	0,035	0,050	0,070

$$Q_{max} = A \times V \quad (3.26)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (3.27)$$

Keterangan :

Q = Debit saluran drainase eksisting (m^3/s),

V = kecepatan aliran (m/s),

A = Luas penampang basah (m^2), $b \times h$, untuk penampang saluran persegi ekonomis ($b + m$) h untuk penampang saluran trapesium ekonomis \\

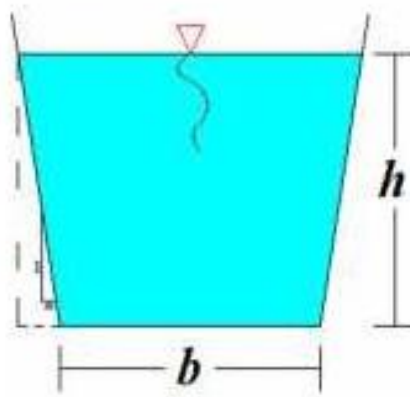
b = lebar dasar saluran (m),

h = tinggi muka air di dalam saluran (m)

R = radius hidrolis (perbandinga luas dan keliling basah saluran)

- (m)
- P = keliling basah (m)
- n = koefisien kekerasan *Manning*, yang nilainya tergantung dari material saluran. Angka kekasaran *Manning*.
- S = kemiringan dasar saluran.

Jenis penampang saluran dapat dilihat pada gambar 3.3 sebagai berikut.



Gambar 3.3 Penampang Saluran trapesium

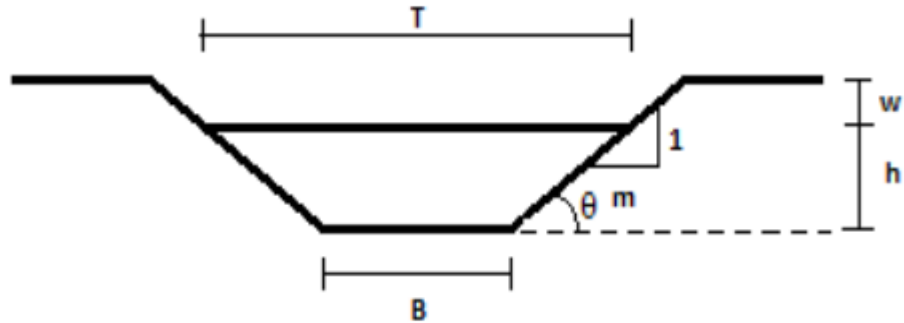
3.7.1 Penampang Saluran Ekonomis

Penampang saluran dapat disebut ekonomis jika saluran memiliki penampang basah terkecil tetapi dapat menampung kapasitas terbesar kepada penampang saluran (Peraturan Menteri PU 12,2014). Berdasarkan persamaan kontinuitas saat laju aliran maksimum dan luas penampang tetap maka debit maksimum yang dicapai dapat dicari dengan menggunakan rumus *Manning* pada persamaan 3.26 dan 3.27.

Dari rumus Manning dapat dilihat bahwa jika jari-jari hidrolis (R) Maksimum untuk kemiringan dasar dan kekasaran tetap, maka kecepatan maksimum dapat dicapai. Kemudian, jika perimeter basah (P) terkecil, maka permukaannya penampang tetap, radius hidrolis bisa didapat yang terbesar. Dimensi penampang saluran dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

1. Penampang Saluran Berbentuk Trapesium

$$= 60^\circ$$



Gambar 3.4 Penampang Ekonomis Saluran trapesium

- a. Luas penampang basah (A)

$$A = (B + m \cdot h)h \quad (3.28)$$

- b. Keliling basah (P)

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (3.29)$$

- c. Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.30)$$

- d. Lebar atas saluran (T)

$$T = B + 2mh \quad (3.31)$$

Penampang saluran trapesium yang paling ekonomis apabila kemiringan dindingnya, $m = (1/\sqrt{3})$ atau $\theta = 60^\circ$. Akan membentuk trapesium yang berupa setengah segi enam beraturan (heksagonal). Persamaannya menjadi:

$$A = h^2 \sqrt{3} \quad (3.32)$$

$$P = 2h\sqrt{3} \quad (3.33)$$

$$B = 2 \sqrt{3} h \quad (3.34)$$

BAB IV

METODE PENELITIAN

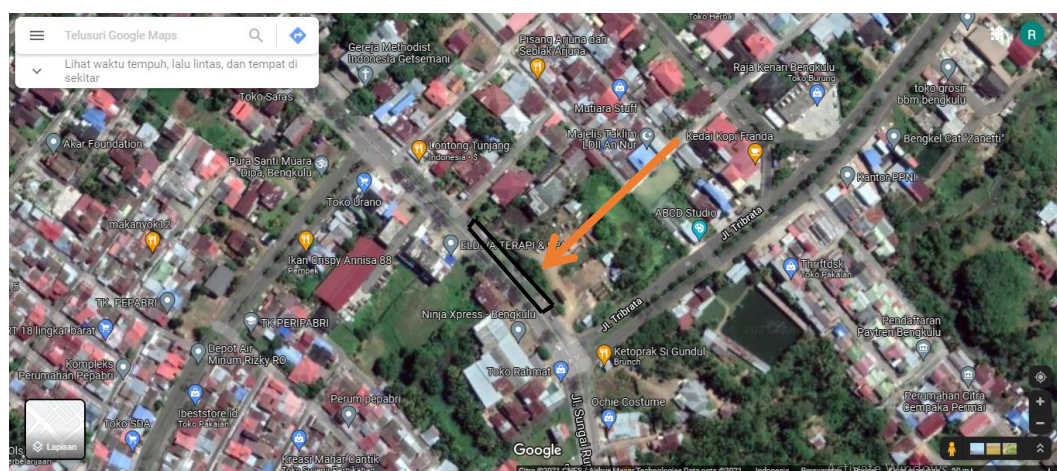
4.1 Jenis Penelitian

Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan secara faktual, sistematis serta akurat suatu situasi atau kejadian sehingga mudah dipahami dan disimpulkan. Dilakukan berdasarkan pendekatan kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang datanya bersifat numerikal atau bersifat angka.

Data yang dikelola pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif. Metode kuantitatif deskriptif merupakan metode perhitungan serta menjabarkan hasil dari pengolahan data.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu di Jalan Bakti Husada dimana pada daerah tersebut terdapat pemukiman, pertokoan dan tempat ibadah. Adapun jalan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut. .



Gambar 4.1 Lokasi Jalan Bakti Husada
(Sumber : Google Earth)

4.3 Pengumpulan Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber yang diteliti. Data primer meliputi dimensi saluran eksisting, data hujan dan pengecekan arah aliran.



Gambar 4.2 Situasi Lokasi Jalan Bakti Husada saat Hujan Tahun 2021

4.4 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber lain yang berkaitan dengan penelitian. Data sekunder meliputi data hidrologi, data topografi, data tata guna lahan, data sistem drainase yang ada.

1. Data hidrologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa data hujan harian dari tahun 2001 sampai tahun 2020 yang diambil dari 1 stasiun hujan berdasarkan data BMKG Bengkulu. Data ini digunakan untuk merencanakan debit banjir rancangan.
2. Data topografi digunakan untuk memperoleh luasan area dan elevasi permukaan dari lokasi saluran. Data topografi dapat dilakukan penyusunan tata ruang sistem drainase, genangan air hujan, arah aliran air hujan, dan daerah aman untuk jalan dan pemukiman.
3. Data tata guna lahan digunakan untuk memperoleh koefisien aliran permukaan (C). Koefisien aliran permukaan (C) merupakan suatu bilangan yang menunjukkan perbandingan antar besarnya aliran permukaan dengan besarnya

curah hujan. Data ini di ambil dari nilai koefisien pengaliran berdasarkan daerah kawasan dan tata guna lahan.

4.5 Metode Penelitian Evaluasi Saluran Drainase

Metode penelitian digunakan untuk menentukan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian evaluasi saluran drainase perkotaan yang ada di daerah Kota Bengkulu. Adapun metode yang digunakan sebagai berikut.

1. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan berdasarkan dari data hujan yang akan dihitung parameter statistik meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), standar deviasi (ds), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs), koefisien kurtosis (Ck), perhitungan parameter tersebut didasarkan pada data catatan tinggi hujan harian rata-rata maksimum 20 tahun terakhir. Curah hujan rencana berdasarkan perhitungan analisa distribusi dengan menggunakan metode Log Pearson Tipe III. Setelah didapatkan metode curah hujan terpilih akan dianalisis periode kala ulang 2, 5 dan 10 tahun.

2. Analisis hidrolika

Analisis volume tampung saluran drainase dilakukan dengan menggunakan analisis debit rencana dengan metode rasional dibandingkan dengan debit kapasitas saluran eksisting.

3. Pembahasan hasil analisis

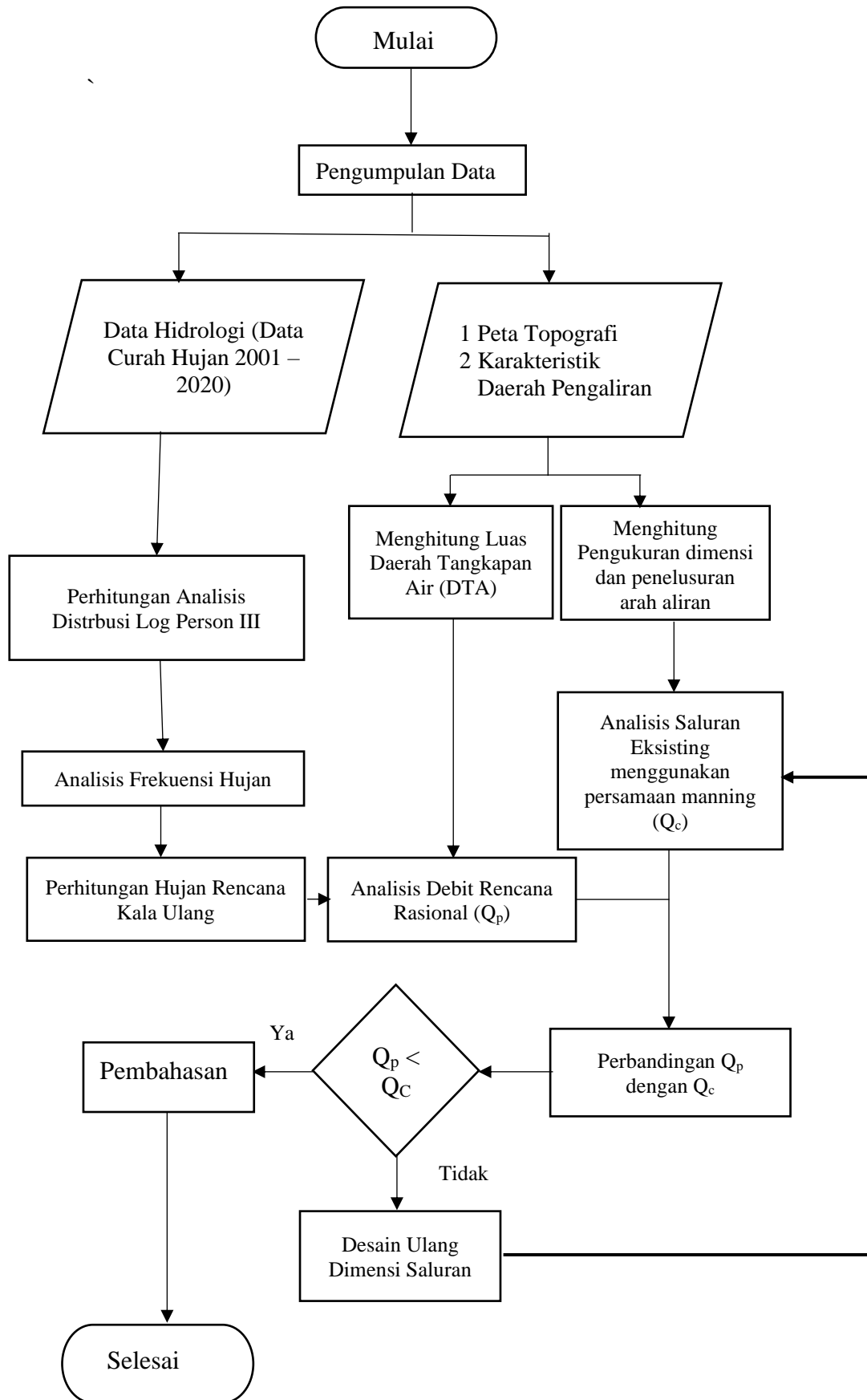
Dari hasil analisis kemudian dilakukan pembahasan untuk mengevaluasi kinerja kapasitas saluran sistem drainase. Kemudian dibandingkan dengan saluran eksisting, apabila kapasitas saluran tidak mampu untuk mengalirkan debit maksimum rencana maka dilakukan desain ulang dengan menggunakan acuan ketersediaan lahan yang ada di lapangan.

4. Kesimpulan dan Saran

Hasil yang telah dilakukan analisis kemudian dilakukan perumusan kesimpulan dan saran.

4.6 Bagan Alir Tugas Akhir

Adapun tahap-tahap analisis evaluasi drainase dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian

BAB V

DATA, ANALISIS, DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Hujan Harian Maksimum

Untuk menghitung debit banjir rancangan pada suatu daerah, maka diperlukan data hujan harian yang digunakan sebagai acuan. Debit banjir rancangan dalam penelitian ini dihitung berdasarkan data hujan harian selama 20 tahun yang dimulai pada periode tahun 2001 sampai dengan tahun 2020. Data tersebut diperoleh dari BMKG Bengkulu. Data hujan harian selama periode 20 tahun yang didapat kemudian dicari nilai maksimum setiap tahunnya. Data hujan harian maksimum dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Data Hujan Harian Maksimum (2001-2020)

No	Tahun	Hujan Harian Maksimum (mm)	Bulan
1	2001	162	8 Februari
2	2002	148	27 Maret
3	2003	106,2	17 Oktober
4	2004	140	24 November
5	2005	143	22 Agustus
6	2006	150	19 Maret
7	2007	135	1 Maret
8	2008	236	18 November
9	2009	130	22 April
10	2010	121	24 Oktober
11	2011	201	4 Juni
12	2012	147	14 April
13	2013	116,8	15 September
14	2014	108,5	27 November
15	2015	109,2	19 Februari
16	2016	128	1 Maret
17	2017	130,5	10 September
18	2018	132,8	29 Agustus
19	2019	124,2	9 Juli
20	2020	137,3	24 November

Berdasarkan perhitungan data hujan selama periode tahun 2001 sampai tahun 2020, didapatkan hasil bahwa rata-rata curah hujan maksimum tahunan sebesar 140,3 mm. Diketahui pula bahwa curah hujan maksimum terendah terjadi pada tahun 2003 sebesar 106,2 mm, sementara curah hujan maksimum tertinggi terjadi pada tahun 2008 sebesar 236 mm. Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah didapat, maka dapat disimpulkan bahwa Kota Bengkulu memiliki curah hujan dengan kategori rendah hingga menengah.

5.2 Penentuan Jenis Distribusi

Perkiraan hujan dengan kala ulang tahun tertentu sangat penting untuk diketahui dan ditentukan karena dapat menimbulkan peristiwa ekstrem seperti banjir. Banjir termasuk ke dalam peristiwa berulang yang akan terus terjadi dimasa mendatang sehingga dengan adanya perkiraan hujan dengan kala ulang tahun tertentu maka dapat meminimalisir debit besar yang akan datang. Perkiraan hujan dengan kala ulang tahun tertentu dapat dilakukan dengan analisis distribusi hujan yang perhitungannya menggunakan pendekatan statistik berdasarkan curah hujan yang sudah terjadi.

Terdapat beberapa jenis distribusi sebaran yang dapat digunakan dalam melakukan analisis distribusi hujan, diantaranya Distribusi Normal, Log Normal, Log Person III dan Gumbel. Pemilihan distribusi dilakukan berdasarkan kedekatannya dengan sebaran data empiris yang diolah secara statistik kedalam parameter-parameter seperti nilai rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien kemencengan (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck).

5.1 Nilai Rata-Rata (\bar{x})

Nilai rata-rata merupakan nilai yang menunjukkan representatif nilai sentral dari sebuah distribusi. Nilai ini dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.1 sebagai berikut.

Adapun perhitungan nilai rata-rata (\bar{x}) sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{2806,5}{20}$$

$$= 140,3 \text{ mm}$$

5.2 Standar Deviasi

Perhitungan nilai standar deviasi dapat menggunakan Persamaan 3.5. Adapun perhitungan standar deviasi (Sd) dapat dilihat pada table 5.2 sebagai berikut:

Tabel 5.2 Perhitungan Standar Deviasi

No	Tahun	Hujan (X)	(\bar{X})	(X- \bar{X})	(X- \bar{X}) ²
1	2001	162	140,3	21,675	469,8056
2	2002	148		7,675	58,90563
3	2003	106,2		-34,125	1164,516
4	2004	140		-0,325	0,105625
5	2005	143		2,675	7,155625
6	2006	150		9,675	93,60563
7	2007	135		-5,325	28,35562
8	2008	236		95,675	9153,706
9	2009	130		-10,325	106,6056
10	2010	121		-19,325	373,4556
11	2011	201		60,675	3681,456
12	2012	147		6,675	44,55563
13	2013	116,8		-23,525	553,4256
14	2014	108,5		-31,825	1012,831
15	2015	109,2		-31,125	968,7656
16	2016	128		-12,325	151,9056
17	2017	130,5		-9,825	96,53062
18	2018	132,8		-7,525	56,62562
19	2019	124,2		-16,125	260,0156
20	2020	137,3		-3,025	9,150625
Jumlah				2,416E-13	18291,48

Adapun perhitungan standar deviasi (Sd) sebagai berikut:

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

$$Sd = \sqrt{\frac{18291,48}{20-1}}$$

$$= 31,027$$

5.3 Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien Variasi dikenal sebagai perbandingan antara nilai rata-rata dengan nilai standar deviasi. Untuk dapat menentukan nilai Koefisien Variasi, maka persamaan yang dapat digunakan adalah Persamaan 3.7 sebagai berikut:

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

$$Cv = \frac{31,027}{140,3}$$

$$= 0,22$$

5.4 Koefisien Kemencengan (Cs)

Perhitungan Koefisien Kemencengan dapat dilakukan menggunakan Persamaan 3.8 dan Persamaan 3.9. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut:

Tabel 5.3 Perhitungan Koefisien Kemencengan

No.	Tahun	Hujan (X)	(\bar{X})	($X - \bar{X}$)	($X - \bar{X}$) ²	($X - \bar{X}$) ³
1	2001	162	140,3	21,675	469,8056	10183,04
2	2002	148		7,675	58,90563	452,1007
3	2003	106.2		-34,125	1164,516	-39739,1
4	2004	140		-0,325	0,105625	-0,03433
5	2005	143		2,675	7,155625	19,1413
6	2006	150		9,675	93,60563	905,6344
7	2007	135		-5,325	28,35562	-150,994
8	2008	236		95,675	9153,706	875780,8

Lanjutan Tabel 5.3 Perhitungan Koefisien Kemencengan

No.	Tahun	Hujan (X)	(\bar{X})	($X-\bar{X}$)	($X-\bar{X}$) ²	($X-\bar{X}$) ³
9	2009	130	140,3	-10,325	106,6056	-1100,7
10	2010	121		-19,325	373,4556	-7217,03
11	2011	201		60,675	3681,456	223372,3
12	2012	147		6,675	44,55563	297,4088
13	2013	116.8		-23,525	553,4256	-13019,3
14	2014	108.5		-31,825	1012,831	-32233,3
15	2015	109.2		-31,125	968,7656	-30152,8
16	2016	128		-12,325	151,9056	-1872,24
17	2017	130.5		-9,825	96,53062	-948,413
18	2018	132.8		-7,525	56,62562	-426,108
19	2019	124.2		-16,125	260,0156	-4192,75
20	2020	137.3		-3,025	9,150625	-27,6806
Jumlah				2,416E-13	18291,48	979929,9

Adapun perhitungan koefisien kemencengan sebagai berikut:

$$C_s = \frac{a}{s_d^3}$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2) \times s_d^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$$

$$C_s = \frac{20 \times 979929,9}{(20-1)(20-2) \times 31,027^3}$$

$$= 1,918$$

5.5 Koefisien Kurtosis (Ck)

Koefisien Kurtosis dapat didefinisikan sebagai nilai dari keruncingan bentuk kurva distribusi yang mengalami perbandingan dengan distribusi normal. Adapun perhitungan untuk mencari Koefisien Kurtosis adalah dengan menggunakan Persamaan 3.10. Perhitungan kurtosis dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Perhitungan Koefisien Kurtosis

No	Tahun	Hujan (X)	(\bar{X})	($X-\bar{X}$)	($X-\bar{X}$) ²	($X-\bar{X}$) ³	($X-\bar{X}$) ⁴
1	2001	162	140,3	21,675	469,8056	10183,04	220717,3
2	2002	148		7,675	58,90563	452,1007	3469,873
3	2003	106.2		-34,125	1164,516	-39739,1	1356097
4	2004	140		-0,325	0,105625	-0,03433	0,011157
5	2005	143		2,675	7,155625	19,1413	51,20297
6	2006	150		9,675	93,60563	905,6344	8762,013
7	2007	135		-5,325	28,35562	-150,994	804,0415
8	2008	236		95,675	9153,706	875780,8	83790327
9	2009	130		-10,325	106,6056	-1100,7	11364,76
10	2010	121		-19,325	373,4556	-7217,03	139469,1
11	2011	201		60,675	3681,456	223372,3	13553116
12	2012	147		6,675	44,55563	297,4088	1985,204
13	2013	116.8		-23,525	553,4256	-13019,3	306279,9
14	2014	108.5		-31,825	1012,831	-32233,3	1025826
15	2015	109.2		-31,125	968,7656	-30152,8	938506,8
16	2016	128		-12,325	151,9056	-1872,24	23075,32
17	2017	130.5		-9,825	96,53062	-948,413	9318,162
18	2018	132.8		-7,525	56,62562	-426,108	3206,461
19	2019	124.2		-16,125	260,0156	-4192,75	67608,13
20	2020	137.3		-3,025	9,150625	-27,6806	83,73394
Jumlah				2,4E-13	1,8E+04	9,8E+05	1,0E+08

Adapun perhitungan koefisien kurtosis adalah sebagai berikut:

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)sd^4} \sum_{i=1}^n (Xi - X)^4$$

$$Ck = \frac{20 \times 1,0E+08}{(20-1)(20-2)(20-3) \times 31,027^4}$$

$$= 7,531$$

Setelah mendapatkan hasil hitung dari setiap parameter statistik, hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah memilih jenis distribusi sesuai dengan persyaratan. Sebagaimana yang telah disebutkan di atas, terdapat empat (4) jenis distribusi yang bisa digunakan, yaitu distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III dan juga Gumbel. Setiap jenis distribusi memiliki nilai persyaratan yang berbeda. Adapun perbedaan dari nilai persyaratan masing-masing distribusi dapat dilihat pada table 5.5 sebagai berikut:

Tabel 5.5 Pemilihan Jenis Distribusi yang Sesuai Hujan Harian

JENIS SEBARAN				Hasil Paramater Statistik	Selisih	Nilai Absolut	Ket.
	Syarat						
NORMAL	Cs	≈	0,00	1,92	-1,92	1,92	Tidak Memenuhi
	Ck	≈	3,00	7,53	-4,53	4,53	
GUMBEL	Cs	≤	1,14	1,92	-0,78	0,78	Tidak Memenuhi
	Ck	≤	5,40	7,53	-2,13	2,13	
Log Normal	Cs	≈	0,67	0,95	-0,28	0,28	Tidak Memenuhi
	Cv	≈	3,82	0,04	3,78	3,78	
log pearson III	Selain Nilai Diatas						Dipilih

Berdasarkan hasil perhitungan yang ada pada Tabel 5.5 di atas maka jenis distribusi yang dipilih adalah distribusi Log Pearson III.

5.3 Distribusi Log Pearson III

Perhitungan hujan rancangan menggunakan distribusi Log Pearson III pada data hujan yang didapat dari stasiun BMKG Kota Bengkulu. Distribusi Log Pearson III dikenal sebagai distribusi hasil yang memodifikasi Pearson III menjadi nilai logaritmik. Adapun hasil perhitungan distribusi Log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5.6 Perhitungan Parameter Statis dengan Distribusi Log Pearson III

No.	Tahun	Hujan (X)	(\bar{X})	$y = \log x$	$\log(y-\bar{y})$	$\log(y-\bar{y})^2$	$\log(y-\bar{y})^3$	$\log(y-\bar{y})^4$
1	2001	162	140,3	2,20952	0,1436	0,0206	0,0030	0,0004
2	2002	148		2,17026	0,0533	0,0028	0,0002	0,0000
3	2003	106,2		2,02612	-0,2786	0,0776	-0,0216	0,0060
4	2004	140		2,14613	-0,0023	0,0000	0,0000	0,0000
5	2005	143		2,15534	0,0189	0,0004	0,0000	0,0000
6	2006	150		2,17609	0,0667	0,0044	0,0003	0,0000
7	2007	135		2,13033	-0,0387	0,0015	-0,0001	0,0000
8	2008	236		2,37291	0,5199	0,2703	0,1405	0,0730
9	2009	130		2,11394	-0,0764	0,0058	-0,0004	0,0000
10	2010	121		2,08279	-0,1482	0,0220	-0,0033	0,0005
11	2011	201		2,30320	0,3593	0,1291	0,0464	0,0167
12	2012	147		2,16732	0,0465	0,0022	0,0001	0,0000
13	2013	116,8		2,06744	-0,1835	0,0337	-0,0062	0,0011
14	2014	108,5		2,03543	-0,2572	0,0662	-0,0170	0,0044
15	2015	109,2		2,03822	-0,2508	0,0629	-0,0158	0,0040
16	2016	128		2,10721	-0,0919	0,0085	-0,0008	0,0001
17	2017	130,5		2,11561	-0,0726	0,0053	-0,0004	0,0000
18	2018	132,8		2,12320	-0,0551	0,0030	-0,0002	0,0000
19	2019	124,2		2,09412	-0,1221	0,0149	-0,0018	0,0002
20	2020	137,3		2,13767	-0,0218	0,0005	0,0000	0,0000
Jumlah				42,773	-0,3911	0,732	0,122909	0,1065183

Berdasarkan hasil perhitungan parameter statistik menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan distribusi normal, maka diperoleh nilai sebagai berikut:

- a. Nilai rata-rata (\bar{y}) = 2,139
- b. Standar deviasi (Sd) = 0,196
- c. Koefisien Kemencengan (Cs) = 0,951

5.4 Perhitungan Hujan Rancangan

Untuk mendapatkan hasil perhitungan hujan rancangan, maka data yang didapat dari stasiun BMKG Kota Bengkulu dihitung menggunakan distribusi Log Pearson III. Adapun pada tahun 2021 Kota Bengkulu memiliki jumlah penduduk sebagai 2.010,8 jiwa yang mana membuat kota tersebut dikategorikan sebagai kota

kecil. Periode kala ulang yang digunakan dalam penelitian ini adalah periode kala ulang 2, 5 dan 10 tahun. Adapun perhitungan hujan rancangan menggunakan Persamaan 3.18 dengan rumus sebagai berikut:

$$Y_T = \bar{y} + K_T \cdot S_{dy}$$

Nilai K_T yang ada pada rumus didapat dari Tabel nilai k distribusi Pearson III dan Log Pearson III. Besaran nilai K_T sendiri didasari pada nilai koefisien kemencengan (C_s). Maka, interpolasi dengan batas-batas nilai C_s yang terdapat dibutuhkan pada tabel untuk menentukan nilai C_s yang tidak terdapat pada tabel. Adapun nilai C_s yang diperoleh adalah sebesar $C_s = 0,951$ yang mana berada di antara $C_s = 1$ dan $C_s = 0,9$. Berdasarkan hasil tersebut, maka didapat batas-batas interpolasi pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7 Nilai K_T untuk Distribusi Log Pearson III

C_s	Periode Ulang (Tahun)		
	2	5	10
1	-0,164	0,758	1,34
0,9	-0,148	0,769	1,339

Sehingga perhitungan hujan rancangan untuk periode kala ulang 2, 5 dan 10 tahun sebagai berikut:

1. Hujan rancangan kala ulang (Y_T) 2 tahun

$$\bar{y} = 2,139$$

$$S_{dy} = 0,196$$

$$C_s = 0,951$$

$$\begin{aligned} K_{2 \text{ Tahun}} &= Y_1 + \frac{(X-X_1)}{(X_2-X_1)} (Y_2-Y_1) \\ &= -0,164 + \frac{(0,95)-(1)}{(0,9)+1} (-0,148 - (-0,164)) \\ &= -0,156 \end{aligned}$$

$$Y_{2 \text{ Tahun}} = \bar{y} + (K_T \times S_{dy})$$

$$= 2,139 + (- 0,156 \times 0,196)$$

$$= 4,913$$

$$X_{2 \text{ Tahun}} = e^{4,913}$$

$$= 136,089$$

2. Hujan rancangan kala ulang (Y_T) 5 tahun

$$\bar{y} = 2,139$$

$$S_{dy} = 0,196$$

$$C_s = 0,951$$

$$K_{5 \text{ Tahun}} = Y_1 + \frac{(X-X_1)}{(X_2-X_1)} (Y_2-Y_1)$$

$$= 0,758 + \frac{(0,95)-(1)}{(0,9)+1} (0,769 - 0,758)$$

$$= 0,763$$

$$Y_{5 \text{ Tahun}} = \bar{y} + (K_T \times S_{dy})$$

$$= 2,139 + (0,763 \times 0,196)$$

$$= 5,093$$

$$X_{5 \text{ Tahun}} = e^{5,093}$$

$$= 163,000$$

3. Hujan rancangan kala ulang (Y_T) 10 tahun

$$\bar{y} = 2,139$$

$$S_{dy} = 0,196$$

$$C_s = 0,951$$

$$K_{10 \text{ Tahun}} = Y_1 + \frac{(X-X_1)}{(X_2-X_1)} (Y_2-Y_1)$$

$$= 1,34 + \frac{(0,95)-(1)}{(0,9)+1} (1,339 - 1,34)$$

$$= 1,340$$

$$Y_{10 \text{ Tahun}} = \bar{y} + (K_T \times S_{dy})$$

$$= 2,139 + (1,340 \times 0,196)$$

$$= 5,206$$

$$X_{10 \text{ Tahun}} = e^{5,206}$$

$$= 182,511$$

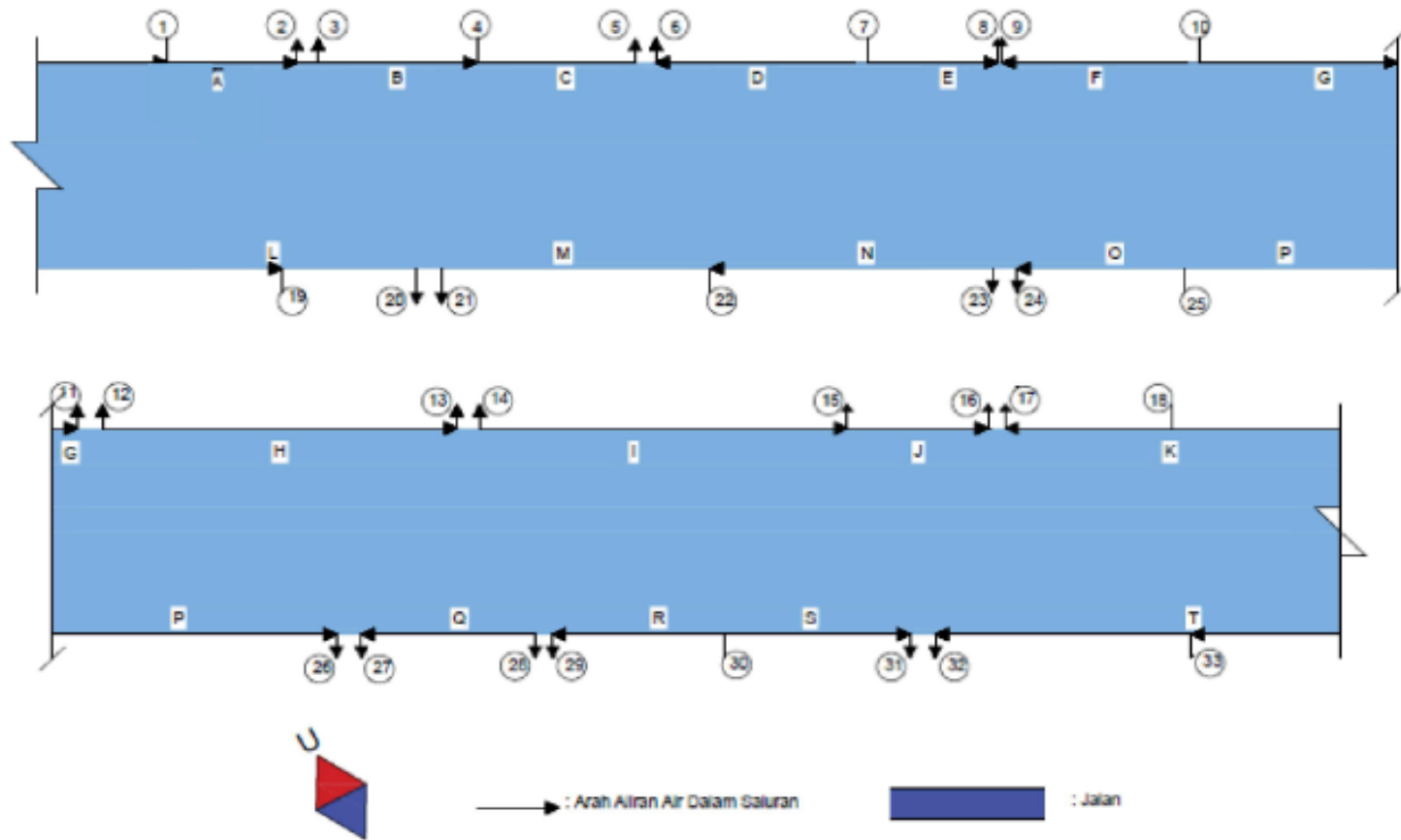
Berikut adalah hasil dari perhitungan hujan rancangan untuk periode kala ulang 2, 5 dan 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.8 Hujan Rancangan Kala Ulang

Tahun	\bar{y}	S_{dy}	K	Y_n	XT (mm/hari)
2	2,139	0,196	- 0,156	4,913	136,089
5	2,139	0,196	0,763	5,093	163,000
10	2,139	0,196	1,340	5,206	182,511

5.5 Koefisien Limpasan Permukaan

Koefisien Limpasan Permukaan bisa didapatkan dengan menghitung hasil rata-rata antara luasan dengan koefisien limpasan masing-masing lahan yang ada pada setiap sub-DTA. Untuk itu, penting diadakannya klarifikasi tata lahan pada sub-DTA di setiap saluran drainase. Skema layanan saluran drainase serta kondisi daerah tangkapan air pada jalan bakti husada dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 di halaman selanjutnya.



Gambar 5.1 Skema Layanan Saluran Drainase pada Jalan Bakti Husada



Gambar 5.2 Kondisi Wilayah Saluran Drainase pada Jalan Bakti Husada

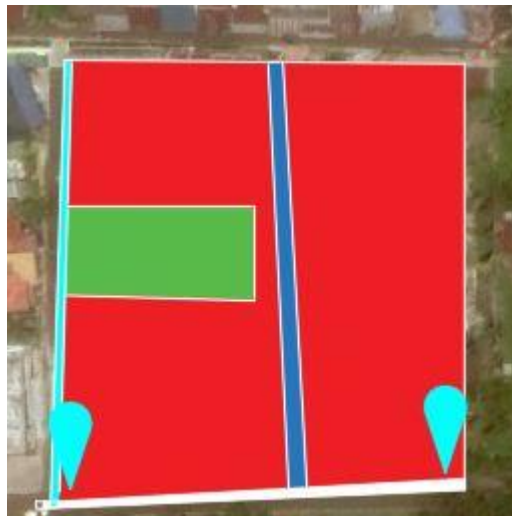
Pada Gambar 5.2 Daerah tangkapan air pada masing masing drainase tersebut memiliki tata lahan yang beragam sehingga koefisien limpasan permukaan yang digunakan adalah koefisien komposit atau koefisien gabungan dari beberapa tata guna lahan. Pada penelitian ini tata guna lahan dibagi menjadi 3 bagian yaitu warna merah menunjukkan daerah pemukiman, warna hijau menunjukkan daerah kebun atau taman, dan warna ungu menunjukkan jalan.

Dari skema layanan drainase tersebut ada beberapa saluran drainase dengan dimensi yang berbeda namun memiliki arah aliran yang sama. Oleh karena itu dilakukan pengelompokan drainase. Pengelompokan ini akan berpengaruh pada perhitungan waktu konsentrasi (T_c). Berikut pengelompokan drainase dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Pengelompokan Saluran Drainase

Kelompok	Saluran	Titik		Kelompok	Saluran	Titik	
		Dari	Ke			Dari	Ke
1	A	1	2	10	K	18	17
2	B	3	4	11	L	19	20
	C	4	5	12	M	22	21
3	D	7	6	13	N	23	22
4	E	7	8	14	O	25	24
5	F	10	9	15	P	25	26
6	G	10	11	16	Q	28	27
7	H	12	13	17	R	30	29
8	I	14	15	18	S	30	31
9	J	15	16	19	T	33	32

Luas daerah tangkapan air serta tata guna lahan pada Saluran (A) dapat dilihat pada Gambar 5.3 sebagai berikut dan Tabel 5.10 di halaman selanjutnya.



Gambar 5.3 Daerah Tangkapan Air Saluran (K)

Tabel 5.10 Luas DTA dan Koefisien Limpasan pada Saluran (K)

Saluran A			
Tata Guna Lahan	C	A(ha)	C × A
Pemukiman	0,6	0,159	0,0954
Taman/Kebun	0,2	0,341	0,0682
Jalan Aspal	0,7	0,05	0,035
Jumlah		0,550	0,198
C Komposit		0,361	

Perhitungan koefisien limpasan yang dilakukan menggunakan Persamaan 3.24. Adapun perhitungan koefisien limpasan gabungan atau koefisien komposit pada DTA Saluran A adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 C_{Komposit} &= \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2) + (C_3 \times A_3)}{A_{Total}} \\
 &= \frac{(0,6 \times 0,159) + (0,2 \times 0,341) + (0,7 \times 0,05)}{0,550} \\
 &= 0,361
 \end{aligned}$$

Untuk keseluruhan perhitungan koefisien limpasan komposit pada setiap DTA masing masing drainase dapat dilihat pada Tabel 5.11 di halaman selanjutnya.

Tabel 5.11 Luas DTA dan Hasil Perhitungan Koefisien Limpasan

Kelompok	Saluran	Tata Guna Lahan	C	Luas (Ha)	(AxC)	C Komposit
1	A	Pemukiman	0,6	0,159	0,095	0,361
		Taman/Kebun	0,2	0,341	0,068	
		Jalan Aspal	0,7	0,05	0,035	
2	B	Pemukiman	0,6	0,0254	0,015	0,288
		Taman/Kebun	0,2	0,278	0,056	
		Jalan Aspal	0,7	0,04	0,028	
	C	Pemukiman	0,6	0,0767	0,046	0,461
		Taman/Kebun	0,2	0,0546	0,011	
		Jalan Aspal	0,7	0,015	0,011	
3	D	Pemukiman	0,6	0,754	0,452	0,473
		Taman/Kebun	0,2	0,367	0,073	
		Jalan Aspal	0,7	0,02	0,014	
4	E	Pemukiman	0,6	0,124	0,074	0,554
		Taman/Kebun	0,2	0,0289	0,006	
		Jalan Aspal	0,7	0,0314	0,022	
5	F	Pemukiman	0,6	0,0478	0,029	0,528
		Taman/Kebun	0,2	0,0355	0,007	
		Jalan Aspal	0,7	0,0474	0,033	
6	G	Pemukiman	0,6	0,899	0,539	0,471
		Taman/Kebun	0,2	0,456	0,091	
		Jalan Aspal	0,7	0,034	0,024	
7	G	Pemukiman	0,6	0,567	0,340	0,576
		Taman/Kebun	0,2	0,078	0,016	
		Jalan Aspal	0,7	0,126	0,088	
8	I	Pemukiman	0,6	0,657	0,394	0,571
		Taman/Kebun	0,2	0,145	0,029	
		Jalan Aspal	0,7	0,268	0,188	
9	J	Pemukiman	0,6	0,264	0,158	0,518
		Taman/Kebun	0,2	0,0998	0,020	
		Jalan Aspal	0,7	0,0543	0,038	
10	K	Pemukiman	0,6	0,678	0,407	0,419
		Taman/Kebun	0,2	0,987	0,197	
		Jalan Aspal	0,7	0,334	0,234	
11	L	Pemukiman	0,6	0,0465	0,028	0,362
		Taman/Kebun	0,2	0,0984	0,020	
		Jalan Aspal	0,7	0,0143	0,010	

Lanjutan Tabel 5.11 Luas DTA dan Hasil Perhitungan Koefisien Limpasan

Kelompok	Saluran	Tata Guna Lahan	C	Luas (Ha)	(AxC)	C Komposit
12	M	Pemukiman	0,6	0,754	0,452	0,495
		Taman/Kebun	0,2	0,367	0,073	
		Jalan Aspal	0,7	0,142	0,099	
13	N	Pemukiman	0,6	0,563	0,338	0,533
		Taman/Kebun	0,2	0,153	0,031	
		Jalan Aspal	0,7	0,0778	0,054	
14	O	Pemukiman	0,6	0,597	0,358	0,513
		Taman/Kebun	0,2	0,257	0,051	
		Jalan Aspal	0,7	0,153	0,107	
15	P	Pemukiman	0,6	0,887	0,532	0,532
		Taman/Kebun	0,2	0,254	0,051	
		Jalan Aspal	0,7	0,143	0,100	
16	Q	Pemukiman	0,6	0,352	0,211	0,475
		Taman/Kebun	0,2	0,532	0,106	
		Jalan Aspal	0,7	0,455	0,319	
17	R	Pemukiman	0,6	0,759	0,455	0,507
		Taman/Kebun	0,2	0,365	0,073	
		Jalan Aspal	0,7	0,213	0,149	
18	S	Pemukiman	0,6	0,937	0,562	0,492
		Taman/Kebun	0,2	0,574	0,115	
		Jalan Aspal	0,7	0,321	0,225	
19	T	Pemukiman	0,6	0,375	0,225	0,455
		Taman/Kebun	0,2	0,245	0,049	
		Jalan Aspal	0,7	0,033	0,023	

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa rata-rata koefisien limpasan sebesar 0,479151.

5.6 Dimensi dan Kemiringan Saluran (*Slope*)

Dimensi dan Kemiringan Saluran (*slope*) dalam penelitian ini diketahui dengan cara turun langsung ke lokasi penelitian, pengolahan data elevasi menggunakan aplikasi *Global Mapper*, serta *Google Earth* untuk mengetahui data panjang saluran. Adapun untuk data kemiringan saluran dihasilkan dari pembagian antara panjang saluran dengan beda tinggi titik awal dan titik akhir. Berikut merupakan rekapitulasi

nilai dimensi serta kemiringan saluran drainase dalam penelitian ini dapat dilihat pada table 5.12 dan 5.13 sebagai berikut.

Tabel 5.12 Kemiringan Saluran Drainase

Kelompok	SALURAN	TITIK		ELEVASI (mdpl)		BEDA ELEVASI (m)	PANJANG Ld (m)	So
		Dari	Ke	Awal	Akhir			
1	A	1	2	15,638	14,936	0,702	46,26	0,015
2	B	3	4	14,920	14,543	0,377	35,43	0,008
	C	4	5	14,543	14,134	0,409	96,47	0,009
3	D	7	6	15,123	14,385	0,738	47,42	0,016
4	E	7	8	14,989	14,355	0,634	273,08	0,014
5	F	10	9	15,145	14,645	0,5	48,06	0,011
6	G	10	11	15,034	14,743	0,291	72,05	0,006
7	H	12	13	14,635	14,537	0,098	51,84	0,002
8	I	14	15	14,458	13,954	0,504	45,88	0,011
9	J	15	16	13,894	13,429	0,465	18,8	0,010
10	K	18	17	15,524	13,743	1,781	72,15	0,038
11	L	19	20	14,345	14,174	0,171	69,68	0,004
12	M	22	21	14,973	14,25	0,723	78,41	0,016
13	N	23	22	14,314	14,142	0,172	143,28	0,004
14	O	25	24	14,738	14,54	0,195	147,74	0,004
15	P	25	26	14,635	14,253	0,382	94,37	0,008
16	Q	28	27	14,397	13,925	0,472	29,5	0,010
17	R	30	29	14,847	14,548	0,299	71,95	0,006
18	S	30	31	14,748	14,132	0,616	54,4	0,013
19	T	33	32	15,424	14,325	1,099	119,23	0,024

Tabel 5.13 Dimensi Saluran Drainase

Kel	Saluran	Titik		Bentuk	Dimensi (cm)			
		Dari	Ke		B	H	T	m
1	A	1	2	Trapesium	0,400	0,700	0,800	0,286
2	B	3	4	Trapesium	0,500	0,800	0,600	0,063
	C	4	5	Trapesium	0,550	0,850	0,900	0,206
3	D	7	6	Trapesium	0,600	0,400	0,900	0,375
4	E	7	8	Trapesium	0,600	0,900	0,900	0,167

Lanjutan Tabel 5.13 Dimensi Saluran Drainase

Kel	Saluran	Titik		Bentuk	Dimensi (cm)			
		Dari	Ke		B	H	T	m
5	F	10	9	Trapeسيوم	0,650	0,500	1,000	0,350
6	G	10	11	Trapeسيوم	0,800	0,850	0,800	0,000
7	H	12	13	Trapeسيوم	0,800	0,850	1,000	0,118
8	I	14	15	Trapeسيوم	0,750	0,900	0,800	0,028
9	J	15	16	Trapeسيوم	0,500	0,600	0,750	0,208
10	K	18	17	Trapeسيوم	0,700	0,950	1,000	0,158
11	L	19	20	Trapeسيوم	0,500	0,750	0,600	0,067
12	M	22	21	Trapeسيوم	0,500	1,000	0,700	0,100
13	N	23	22	Trapeسيوم	0,500	0,500	0,800	0,300
14	O	25	24	Trapeسيوم	0,500	0,650	0,750	0,192
15	P	25	26	Trapeسيوم	0,500	0,750	0,850	0,233
16	Q	28	27	Trapeسيوم	0,550	0,700	0,600	0,036
17	R	30	29	Trapeسيوم	0,500	0,750	0,750	0,167
18	S	30	31	Trapeسيوم	0,600	0,750	0,800	0,133
19	T	33	32	Trapeسيوم	0,650	0,850	0,900	0,147

Data pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13 perlu diolah untuk bisa mendapatkan nilai kecepatan aliran drainase dengan nilai koefisien manning (n) saluran trapesium dengan bahan beton dan sedikit kotoran dapat dilihat pada table 3.5 koefisien kekerasan manning menggunakan persamaan 3.28. Berikut adalah hasil nilai kecepatan aliran drainase Saluran A:

$$B = 0,400$$

$$H = 0,700$$

$$So = 0,015$$

$$m = 0,286$$

$$N = 0,013$$

$$\begin{aligned} As &= (B + m \times H) \times H \\ &= (0,400 + 0,286 \times 0,700) \times 0,700 \\ &= 0,420 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = B + 2H\sqrt{m^2 + 1}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,400 + 2 \times 0,700 \sqrt{0,286^2 + 1} \\
 &= 1,856 \text{ m} \\
 R &= \frac{As}{P} \\
 &= \frac{0,420}{1,856} \\
 &= 0,226 \text{ m} \\
 V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{20} \times 0,266^{\frac{2}{3}} \times 0,015^{\frac{1}{2}} \\
 &= 3,519 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Adapun metode perhitungan kecepatan aliran pada Saluran A juga diterapkan untuk mendapatkan hasil kecepatan aliran pada saluran yang lain. Sehingga hasil rekapitulasi kecepatan aliran pada setiap saluran dapat dilihat pada Tabel 5.14 sebagai berikut:

Tabel 5.14 Kecepatan Aliran

Saluran	N	As (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/det)
A	0.013	0,420	1,856	0,226	3,519
B	0.013	0,440	2,103	0,209	2,447
C	0.013	0,616	2,286	0,270	3,019
D	0.013	0,495	1,882	0,263	3,989
E	0.013	0,675	2,425	0,278	3,839
F	0.013	0,413	1,709	0,241	3,100
G	0.013	0,680	2,500	0,272	2,561
H	0.013	0,765	2,512	0,305	1,603
I	0.013	0,698	2,551	0,273	3,383
J	0.013	0,375	1,726	0,217	2,787
K	0.013	0,808	2,624	0,308	6,881
L	0.013	0,413	2,003	0,206	1,631
M	0.013	0,600	2,510	0,239	3,704
N	0.013	0,387	1,757	0,220	1,710

Lanjutan Tabel 5.14 Kecepatan Aliran

Saluran	N	As (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/det)
O	0.013	0,151	1,115	0,135	1,316
P	0.013	0,157	1,121	0,140	1,887
Q	0.013	0,109	1,000	0,109	1,777
R	0.013	0,147	1,111	0,132	1,603
S	0.013	0,525	2,113	0,248	3,508
T	0.013	0,659	2,368	0,278	5,052

5.7 Waktu Konsentrasi

Waktu yang dibutuhkan oleh air untuk mengalir menuju saluran terdekat dari titik terjauh (t_0) dan waktu yang dibutuhkan oleh air untuk mengalir menuju tempat keluar saluran dari titik awal masuk saluran (t_d) merupakan dua komponen penting yang wajib diperhatikan untuk menentukan waktu konsentrasi. Komponen untuk menentukan waktu konsentrasi dihitung menggunakan persamaan yang berbeda. Untuk menentukan t_0 perhitungan dapat menggunakan Persamaan 3.22, sementara Persamaan 3.23 digunakan untuk menentukan t_d . Berikut merupakan perhitungan waktu konsentrasi pada Saluran A dan Saluran B:

1. Saluran A

$$t_{0(A)} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right]^{0,167}$$

$$t_{0(A)} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 97,153 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,015}} \right]^{0,167}$$

$$t_{0(A)} = 1,682 \div 60$$

$$t_{0(A)} = 0,028 \text{ jam}$$

$$t_{d(A)} = \frac{L}{3600 \times V}$$

$$= \frac{46,26}{3600 \times 3,123}$$

$$= 0,003 \text{ jam}$$

$$t_c(A) = t_{0(A)} + t_{d(A)}$$

$$= 0,028 + 0,003$$

$$= 0,031 \text{ jam}$$

2. Saluran B

$$t_{0(A)} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right]^{0,167}$$

$$t_{0(A)} = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times 109,178 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,008}} \right]^{0,167}$$

$$t_{0(A)} = 1,808 \div 60$$

$$t_{0(A)} = 0,03 \text{ jam}$$

$$t_{d(A)} = \frac{L}{3600 \times V}$$

$$= \frac{35,43}{3600 \times 2,659}$$

$$= 0,004 \text{ jam}$$

$$t_c(A) = t_{0(A)} + t_{d(A)}$$

$$= 0,025 + 0,003$$

$$= 0,034 \text{ jam}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan waktu konsentrasi setiap saluran drainase secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5.15 sebagai berikut.

Tabel 5.15 Waktu Konsentrasi

Saluran	N	A (km ²)	Ld (m)	V (m/det)	Lo (m)	T ₀ (jam)	T _d (jam)	T _c (jam)
A	0,013	0,420	46,26	3,519	97,1531	0,025	0,004	0,032
B	0,013	0,440	35,43	2,447	109,178	0,025	0,004	0,034
C	0,013	0,616	96,47	3,019	107,94	0,029	0,009	0,043
D	0,013	0,495	47,42	3,989	110,765	0,025	0,003	0,032
E	0,013	0,675	273,08	3,839	112,594	0,034	0,020	0,049
F	0,013	0,413	48,06	3,100	114,456	0,026	0,004	0,034
G	0,013	0,680	72,05	2,561	107,484	0,029	0,008	0,038
H	0,013	0,765	51,84	1,603	109,547	0,030	0,009	0,043

Lanjutan Tabel 5.15 Waktu Konsentrasi

Saluran	N	A (km ²)	Ld (m)	V (m/det)	Lo (m)	T ₀ (jam)	T _a (jam)	T _c (jam)
I	0.013	0,698	45,88	3,383	100,95	0,025	0,004	0,033
J	0.013	0,375	18,8	2,787	99,25	0,022	0,002	0,031
K	0.013	0,808	72,15	6,881	98,364	0,025	0,003	0,029
L	0.013	0,413	69,68	1,631	87,07	0,030	0,012	0,043
M	0.013	0,600	78,41	3,704	75,74	0,027	0,006	0,033
N	0.013	0,387	143,28	1,710	102,643	0,034	0,023	0,055
O	0.013	0,151	147,74	1,316	104,26	0,033	0,031	0,063
P	0.013	0,157	94,37	1,887	105,865	0,029	0,014	0,044
Q	0.013	0,109	29,5	1,777	108,468	0,024	0,005	0,034
R	0.013	0,147	71,95	1,603	97,346	0,029	0,012	0,043
S	0.013	0,525	54,4	3,508	148,865	0,026	0,004	0,035
T	0.013	0,659	119,23	5,052	124,635	0,028	0,007	0,035

5.8 Intensitas Hujan

Intensitas hujan dalam penelitian ini dijabarkan sebagai besaran kedalaman hujan selama waktu konsentrasi pada suatu kawasan. Dengan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun, maka perhitungan intensitas hujan dapat dilakukan dengan Persamaan 3.20 sebagai berikut:

$$I_{(A)} = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{\frac{3}{2}}$$

Perhitungan Intensitas hujan pada Saluran A dan Saluran B pada kala ulang 2 tahun adalah sebagai berikut:

1. Saluran A

$$R_{24} = 136,089 \text{ mm}$$

$$t_c = 0,029 \text{ Jam}$$

$$\begin{aligned} I_{(A)} &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{\frac{3}{2}} \\ &= \frac{136,089}{24} \times \left(\frac{24}{0,028}\right)^{\frac{3}{2}} \end{aligned}$$

$$= 471,350$$

2. Saluran B

$$R_{24} = 136,089 \text{ mm}$$

$$t_c = 0,029 \text{ Jam}$$

$$\begin{aligned} I_{(B)} &= \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{\frac{3}{2}} \\ &= \frac{136,089}{24} \times \left(\frac{24}{0,029}\right)^{\frac{3}{2}} \\ &= 448,566 \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang sudah dilakukan, maka diketahui bahwa hasil dari intensitas hujan dengan kala ulang 2 tahun pada Saluran A adalah sebesar 471,350 mm/jam, sementara intensitas hujan pada Saluran B sebesar 448,566 mm/jam. Metode perhitungan yang sama juga digunakan untuk menghitung intensitas dan debit limpasan pada kala ulang 5 dan 10 tahun. Adapun hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 5.16 sebagai berikut.

Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan

Saluran	Titik		TC	Intensitas Hujan (mm/jam)		
	Dari	Ke		2 Thn	5 Thn	10 Thn
A	1	2	0,028	471,350	564,560	632,136
B	3	4	0,029	448,566	537,270	601,580
C	4	5	0,042	384,464	460,492	515,611
D	7	6	0,028	469,856	562,770	630,131
E	7	8	0,053	353,695	423,638	474,346
F	10	9	0,03	450,178	539,201	603,741
G	10	11	0,036	413,927	495,781	555,124
H	12	13	0,039	386,338	462,736	518,124
I	14	15	0,029	460,866	552,002	618,075
J	15	16	0,024	478,370	572,967	641,549
K	18	17	0,028	501,133	600,233	672,078
L	19	20	0,042	385,472	461,699	516,963

Lanjutan Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan

Saluran	Titik		TC	Intensitas Hujan (mm/jam)		
	Dari	Ke		2 Thn	5 Thn	10 Thn
M	22	21	0,033	461,480	552,738	618,899
N	23	22	0,057	325,926	390,378	437,104
O	25	24	0,065	298,829	357,922	400,764
P	25	26	0,043	379,746	454,840	509,283
Q	28	27	0,028	448,570	537,275	601,584
R	30	29	0,041	387,034	463,570	519,057
S	30	31	0,03	443,276	530,934	594,485
T	33	32	0,034	443,572	531,288	594,881

5.9 Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana dapat ditentukan menggunakan metode Persamaan 3.26. Pada kala ulang 2 tahun, perhitungan debit banjir rencana pada Saluran A dan Saluran B terdapat pada halaman selanjutnya.

1. Saluran A

$$\begin{aligned}
 A &= 0,006 \text{ m}^2 \\
 C &= 0,361 \\
 I_{(A)} &= 471,350 \text{ mm/jam} \\
 Q_{(A)} &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,361 \times 506,81 \times 0,006 \\
 &= 0,260 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

2. Saluran B

$$\begin{aligned}
 A &= 0,003 \text{ m}^2 \\
 C &= 0,288 \\
 I_{(B)} &= 448,566 \text{ mm/jam} \\
 Q_{(B)} &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,288 \times 448,566 \times 0,003 \\
 &= 0,123 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang sudah dilakukan, maka diketahui bahwa debit rencana pada Saluran A sebesar 0,260 m³/det, sedangkan debit rencana pada Saluran B sebesar 0,123 m³/det. Metode perhitungan yang sama juga digunakan untuk menghitung debit rencana dengan kala ulang 5 dan 10 tahun. Adapun hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 5.17 pada halaman selanjutnya.

Tabel 5.17 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

Saluran	C	Q2	Q5	Q10	<i>QCAPACITY</i>
		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /st	m ³ /s
A	0,361	0,260	0,311	0,349	1,478
B	0,288	0,123	0,148	0,165	1,077
C	0,461	0,072	0,086	0,097	1,860
D	0,473	0,705	0,844	0,945	1,975
E	0,554	0,100	0,120	0,135	2,591
F	0,528	0,086	0,103	0,116	1,279
G	0,471	0,752	0,901	1,009	1,742
H	0,576	0,476	0,571	0,639	1,226
I	0,571	0,782	0,937	1,049	2,359
J	0,518	0,288	0,344	0,386	1,045
K	0,419	1,167	1,397	1,564	5,556
L	0,362	0,062	0,074	0,083	0,673
M	0,495	0,801	0,960	1,075	2,222
N	0,533	0,383	0,459	0,513	0,661
O	0,513	0,429	0,514	0,575	0,198
P	0,532	0,721	0,863	0,966	0,297
Q	0,475	0,793	0,949	1,063	0,194
R	0,507	0,728	0,872	0,977	0,235
S	0,492	1,110	1,330	1,489	1,842
T	0,455	0,366	0,438	0,491	0,455

5.10 Kapasitas Saluran Drainase Eksisting

Perhitungan kapasitas saluran drainase eksisting di sepanjang Jalan Bakti Husada Kota Bengkulu dilakukan untuk dibandingkan dengan perhitungan debit banjir rencana yang telah dilakukan sebelumnya pada kala 2, 5 dan 10 tahun menggunakan Persamaan 3.27. Adapun hasil perhitungan kapasitas saluran drainase pada Saluran A dan Saluran B adalah sebagai berikut.

1. Saluran A

$$\begin{aligned} A_{(A)} &= 0,420 \text{ m}^2 \\ V_{(A)} &= 3,519 \text{ m/s} \\ Q_{(A)} &= A \times V \\ &= 0,420 \times 3,519 \\ &= 1,478 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

2. Saluran B

$$\begin{aligned} A_{(B)} &= 0,440 \text{ m}^2 \\ V_{(B)} &= 2,447 \text{ m/det} \\ Q_{(B)} &= A \times V \\ &= 0,440 \times 2,4479 \\ &= 1,077 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas pada saluran drainase eksisting yang lain dilakukan dengan metode yang sama dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut:

Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

Saluran	A (m ²)	V (m/s)	<i>Q</i> capacity (m ³ /s)
A	0,420	3,519	1,478
B	0,440	2,447	1,077
C	0,616	3,019	1,860
D	0,495	3,989	1,975
E	0,675	3,839	2,591

Lanjutan Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

Saluran	A (m²)	V (m/s)	<i>Q</i>capacity (m³/s)
F	0,413	3,100	1,279
G	0,680	2,561	1,742
H	0,765	1,603	1,226
I	0,698	3,383	2,359
J	0,375	2,787	1,045
K	0,808	6,881	5,556
L	0,413	1,631	0,673
M	0,600	3,704	2,222
N	0,387	1,710	0,661
O	0,151	1,316	0,198
P	0,157	1,887	0,297
Q	0,109	1,777	0,194
R	0,147	1,603	0,235
S	0,525	3,508	1,842
T	0,659	5,052	3,328

Membandingkan dengan debit banjir rencana yang telah dihitung merupakan langkah selanjutnya yang perlu dilakukan jika hasil kapasitas saluran drainase sudah didapatkan. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui saluran mana saja yang tidak memenuhi debit banjir rencana. Hal itu tentunya mempermudah proses evaluasi, terutama jika saluran drainase eksisting lebih kecil dari debit banjir, maka saluran tersebut tidaklah aman. Sebaliknya, jika saluran drainase eksisting lebih besar dari debit banjir rencana, maka saluran masuk ke dalam kategori aman dan tidak perlu adanya evaluasi. Adapun hasil perbandingan antara kapasitas saluran drainase dengan debit banjir rencana pada Tabel 5.19 sebagai berikut.

Tabel 5.19 Perbandingan Kapasitas Saluran Drainase dan Debit Banjir Rencana

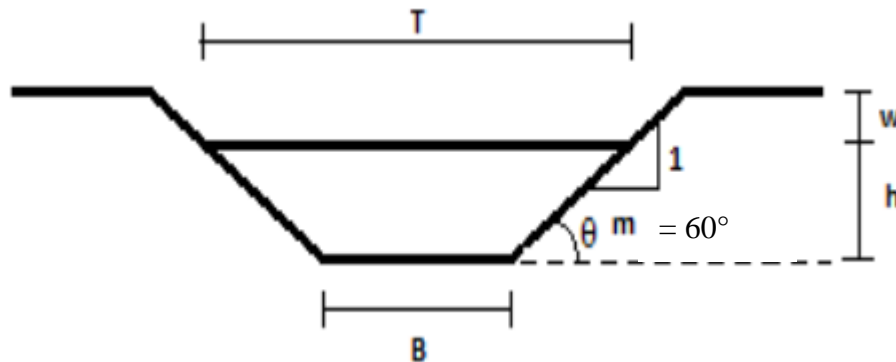
Saluran	Q Banjir (m ³ /detik)			Kapasitas Eksisting (m ³ /detik)	Keterangan		
	2 Thn	5 Thn	10 Thn		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun
A	0,260	0,311	0,349	1,478	Aman	Aman	Aman
B	0,123	0,148	0,165	1,077	Aman	Aman	Aman
C	0,072	0,086	0,097	1,860	Aman	Aman	Aman
D	0,705	0,844	0,945	1,975	Aman	Aman	Aman
E	0,100	0,120	0,135	2,591	Aman	Aman	Aman
F	0,086	0,103	0,116	1,279	Aman	Aman	Aman
G	0,752	0,901	1,009	1,742	Aman	Aman	Aman
H	0,476	0,571	0,639	1,226	Aman	Aman	Aman
I	0,782	0,937	1,049	2,359	Aman	Aman	Aman
J	0,288	0,344	0,386	1,045	Aman	Aman	Aman
K	1,167	1,397	1,564	5,556	Aman	Aman	Aman
L	0,062	0,074	0,083	0,673	Aman	Aman	Aman
M	0,801	0,960	1,075	2,222	Aman	Aman	Aman
N	0,383	0,459	0,513	0,661	Aman	Aman	Aman
O	0,429	0,514	0,575	0,198	Melimpas	Melimpas	Melimpas
P	0,721	0,863	0,966	0,297	Melimpas	Melimpas	Melimpas
Q	0,793	0,949	1,063	0,194	Melimpas	Melimpas	Melimpas
R	0,728	0,872	0,977	0,235	Melimpas	Melimpas	Melimpas
S	1,110	1,330	1,489	1,842	Aman	Aman	Aman
T	0,366	0,438	0,491	3,328	Aman	Aman	Aman

Dari hasil perbandingan pada Tabel 5.19 di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pada kala ulang 2 tahun terdapat 4 saluran drainase yang memungkinkan terjadi genangan, pada kala ulang 5 tahun terdapat 4 saluran drainase yang memungkinkan terjadinya genangan dan pada kala 10 tahun terdapat 4 saluran drainase yang memungkinkan terjadi genangan.

5.11 Desain Ulang Saluran Drainase

Desain ulang saluran drainase perlu dilakukan karena terdapat beberapa drainase yang tidak memenuhi kapasitas sehingga nantinya akan mengakibatkan kurangnya keamanan. Berdasarkan perhitungan serta perbandingan yang telah dilakukan antara debit limpasan dan kapasitas drainase eksisting, maka didapatkan data bahwa saluran drainase yang tidak memenuhi debit limpasan berjumlah 4 Saluran, yaitu Saluran O, P, Q dan R dengan desain rencana 10 tahun.

Adapun perhitungan desain ulang saluran drainase pada kala ulang 10 tahun menggunakan penampang trapesium adalah sebagai berikut:



Gambar 5.4 Ilustrasi Penampang Trapesium

1. Saluran O

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 Q &= A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\
 Q &= 0,420 \times \frac{1}{0,013} \times 0,226^{\frac{2}{3}} \times 0,015^{\frac{1}{2}} \\
 Q &= 1,478 \\
 \\ \\
 h &= \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} \times Q \times n}{S f^{\frac{1}{2}} \times \sqrt{3}} \right)^{\frac{3}{8}} \\
 h &= \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} \times 0,575 \times 0,013}{0,004^{\frac{1}{2}} \times \sqrt{3}} \right)^{\frac{3}{8}} \\
 h &= 0,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times h}$$

$$w = \sqrt{0,5 \times 0,4}$$

$$w = 0,5 \text{ m}$$

$$H = h + w$$

$$H = 0,4 + 0,5$$

$$H = 0,9 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

$$B = \frac{3}{2} \times H \times \sqrt{3}$$

$$B = \frac{3}{2} \times 0,9 \times \sqrt{3}$$

$$B = 1 \text{ m}$$

$$T = B + (2 \times m \times H)$$

$$T = 1 + (2 \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times 0,9)$$

$$T = 2,1 \text{ m} \approx 2,5 \text{ m}$$

2. Saluran P

$$Q = A \times V$$

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

$$Q = 0,440 \times \frac{1}{0,013} \times 0,209^{\frac{2}{3}} \times 0,008^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 1,077$$

$$h = \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} \times Q \times n}{S f^{\frac{1}{2}} \times \sqrt{3}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$h = \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} \times 0,966 \times 0,013}{0,008^{\frac{1}{2}} \times \sqrt{3}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$h = 0,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 H &= h + W \\
 H &= 0,5 + 0,5 \\
 H &= 1 \text{ m} \\
 \\
 B &= \frac{3}{2} \times H \times \sqrt{3} \\
 B &= \frac{3}{2} \times 1 \times \sqrt{3} \\
 B &= 1,1 \text{ m} \approx 1,5 \text{ m} \\
 \\
 T &= B + (2 \times m \times H) \\
 T &= 1 + (2 \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times 1,1) \\
 T &= 2,2 \text{ m} \approx 2,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan dimensi secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 5.20 berikut.

Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Ulang Penampang Saluran Drainase

Saluran	B (m)	H (m)	T (m)	Qc lama (m ³ /det)	Qc baru (m ³ /det)
O	1,0	0,9	2,1	0,575	4,044
P	1,1	0,9	2,2	0,966	6,483
Q	1,1	0,9	2,2	1,063	7,150
R	1,1	1,0	2,3	0,977	6,335
S	1,1	1,0	2,3	1,489	9,512

5.12 Pembahasan

Untuk mendapatkan hasil evaluasi kapasitas saluran drainase maka dilakukan perbandingan antara debit banjir rencana (Q_{banjir}) dengan kapasitas drainase eksisting ($Q_{\text{eksisting}}$). Jika nilai kapasitas drainase eksisting ($Q_{\text{eksisting}}$) yang didapatkan lebih kecil dari nilai debit banjir rencana (Q_{banjir}), maka saluran tersebut perlu di evaluasi karena tidak bisa menampung limpasan yang terjadi.

Dari perbandingan yang telah didapatkan, maka ditemukan hasil bahwa terdapat 4 saluran drainase yang memungkinkan terjadinya genangan pada kala ulang 2, 5 dan 10 tahun yaitu saluran O, P, Q dan R.

Untuk mendesain dimensi terbaru dari saluran drainase, perancangan menggunakan debit banjir kala ulang 2, 5 dan 10 tahun. Penggunaan kala ulang 2 dan 5 tahun dilakukan atas dasar aspek tipologi dimana Kota Bengkulu yang termasuk ke dalam kota besar dengan luas daerah tangkapan air 10 – 100 ha. Dengan menggunakan debit banjir rencana kala ulang 10 tahun agar dapat melihat perkembangan tata guna lahan pada daerah Jalan Bakti Husada Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu.

BAB VI

Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Dari hasil evaluasi saluran drainase yang telah dilakukan, maka ada beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu:

1. Dari hasil analisis yang sudah dilakukan, maka didapatkan 4 saluran dari 20 saluran yang memiliki kapasitas yang kurang pada kala ulang 2,5 dan 10 tahun sehingga menyebabkan air melimpas. Hal ini disebabkan karena debit air yang mengalir yang disebabkan oleh intensitas hujan tidak mampu dialirkan oleh dimensi saluran existing.
2. Terdapat beberapa alasan yang menyebabkan genangan terjadi di Jalan Bakti Husada, seperti banyaknya sampah yang menumpuk pada saluran drainase, lumpur yang menyebabkan terhalangnya dimensi saluran sehingga muka air pada drainase bertambah, dan banyaknya rumput liar yang tumbuh di sekitar aliran drainase.
3. Hasil perhitungan dan analisis menunjukkan bahwa saluran drainase tersebut perlu dilakukan perancangan ulang dengan menambah dimensi lebar dan tinggi yang mampu menampung debit rancangan kala ulang 2,5 dan 10 tahun.

6.2 Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan, yaitu:

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk perbaikan saluran di Jalan Bakti Husada dan bisa dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.
2. Perlu adanya peningkatan kesadaran masyarakat agar tidak membuang sampah dan ikut serta dalam menjaga kebersihan saluran drainase sehingga tidak menyebabkan terhalangnya saluran yang meningkatkan debit air

Daftar Pustaka

- Adi, M.F., 2022. *Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Hasmar, H., & HA, I. M. (2002). *Drainase Perkotaan. UII. Yogyakarta*
- Kamiana, I. M. (2011). Teknik perhitungan debit rencana bangunan air. *Graha Ilmu, Yogyakarta*.
- Pd T-02-2006-B, *Pedoman Perencanaan Drainase Jalan*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014. 2014. *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Prodjopangarso, H, 1987, *Drainase*, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Saputro, R., & Suprayogi, S. (2015). Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Perkotaan (studi kasus: Daerah Tangkapan Air Klitren, Gondokusuman, Yogyakarta). *Jurnal Bumi Indonesia*, 4(1).
- Sivanappan, R. K. 1992. *Soil and Water Conservation and Water Harvesting. English: Madras: Tamil Ndu Social Forestry Project, Indo-Swedish Forestry Coordination Programme*.
- Sulistiono, B., & Ardiyanto, A. F. (2016). Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Desa Sariharjo Ngaglik Sleman Yogyakarta. *Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia*.
- Suripin, 2004, *Sistem Saluran Drainase Perkotaan Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.
- Suryaman, H. (2013). Evaluasi Sistem Drainase Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, 2(1/JKPTB/13
- Triatmodjo, Bambang., 2008, *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Wesli. (2008), *Drainase Perkotaan*, Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta.

- Umum, K. P. (2011). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai. Jakarta: PU
- Yulius, E. (2018). Evaluasi Saluran Drainase pada Jalan Raya Sarua-Ciputat Tangerang Selatan. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 6(2), 118-1

LAMPIRAN

Lampiran 1 Harga K untuk Distribusi Log Person 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 Harian Tahun 2001-2020 (mm)

2001

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	2	8888	7	8888	0	0	0	0	2	15	8888	12
2	8888	8888	17	0	0	0	14	3	13	17	4	3
3	107	3	17	12	3	8888	8888	17	133	58	4	5
4	8888	2	8	2	0	3	0	8888	3	2	9	0
5	8888	2	31	34	5	1	0	42	0	6	8888	6
6	3	8888	2	100	8888	8	0	28	35	60	8888	12
7	3	12	15	8888	4	7	0	8888	8888	2	5	2
8	0	162	31	1	2	8	0	0	16	1	37	2
9	5	27	6	8888	3	8888	0	18	8888	28	5	31
10	1	17	0	2	4	0	0	0	0	2	0	31
11	1	2	0	5	0	0	0	0	3	35	0	4
12	3	8	8888	0	4	0	0	0	0	6	15	2
13	1	32	5	8	8888	0	0	0	13	8888	0	23
14	9	22	8888	1	0	6	0	0	11	8888	22	99
15	0	0	0	8888	0	0	0	0	88	4	95	10
16	0	0	28	10	8888	2	8888	0	0	4	0	24
17	28	0	3	8888	2	7	8888	0	17	0	45	8888
18	4	5	16	24	8888	0	79	17	0	17	11	0
19	0	15	9	0	2	0	0	0	8888	45	6	2
20	10	29	0	1	0	0	8888	0	0	2	56	5
21	3	6	0	4	0	0	8888	0	0	26	51	21
22	0	97	18	8888	8888	0	0	1	0	45	39	4
23	0	38	7	0	0	8888	1	17	0	8	11	8888
24	19	12	1	0	0	0	0	0	0	18	13	0
25	2	8888	1	0	0	0	6	0	0	30	8888	1
26	8	8888	0	1	0	13	28	0	35	44	1	0
27	43	12	0	3	40	2	8888	0	1	4	0	2
28	15	12	42	21	0	7	8888	0	1	1	9	70
29	39	7	24	1	53	25	0	0	3	8888	29	0
30	16		3	6	8888	27	12	0	55	62	1	0
31	0		24	0	0	0	1	0		8888	8888	16

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2002

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	8888	0	0	8	3	1	0	0	10	0	0	5
2	11	0	2	4	1	0	0	0	8888	0	24	15
3	0	0	6	10	0	8888	0	16	8888	0	2	8888
4	0	0	8888	8888	1	9	8888	0	1	0	0	0
5	0	0	33	2	6	3	15	0	14	0	11	0
6	0	0	3	10	4	1	0	0	0	8888	0	1
7	3	0	17	8888	29	0	0	0	0	0	1	8888
8	0	0	0	0	12	3	0	0	39	0	6	3
9	0	0	0	7	10	4	0	0	9	0	3	2
10	10	0	0	38	0	0	10	92	13	8888	8888	6
11	60	0	7	1	0	10	0	13	0	8888	23	71
12	8888	7	0	1	6	3	44	0	0	0	8888	5
13	0	88	0	0	0	10	0	0	0	0	1	4
14	0	8888	8888	56	0	1	2	0	9	0	29	8888
15	12	0	42	8888	45	8888	0	0	8888	0	1	2
16	3	83	10	0	8888	0	0	8888	5	0	7	7
17	69	26	66	8888	0	10	8888	0	0	1	0	18
18	6	8888	3	8888	8888	0	0	0	59	35	9	0
19	3	8888	8888	0	0	0	0	0	0	8888	87	2
20	126	113	2	0	0	0	8888	0	0	0	13	0
21	10	88	0	0	0	1	4	8888	0	0	28	74
22	28	2	4	1	0	26	0	0	0	0	17	0
23	2	1	8888	3	2	0	2	0	0	0	2	9
24	8888	6	8	8888	8888	1	12	0	8888	0	3	18
25	0	49	0	17	36	0	7	4	0	0	57	48
26	90	5	14	16	0	0	0	0	0	2	15	3
27	109	0	148	0	0	0	1	0	19	0	24	106
28	74	0	0	0	31	0	38	14	130	15	15	15
29	10		0	1	0	0	70	0	8888	21	2	0
30	1		61	8888	0	0	8888	0	0	0	24	9
31	8888		24		0		0	0		0		7

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2003

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	4	52	8888	8888	7	8888	0	0	0	0	0	90,5
2	0	14	16	8888	8888	0	0	0	0	0	0	96,2
3	0	55	0	18	1	0	0	0	4	0	4,5	2,3
4	0	31	0	39	1	0	0	8888	3	8888	8888	8888
5	0	8888	0	84	5	0	32	0	0	55	8,9	24,6
6	0	0	0	23	8888	0	37	0	0	50,6	6,9	2
7	0	0	0	8888	30	8888	0	0	0	26,1	1	0
8	0	0	2	2	85	0	12	0	0	2,2	6,6	2,4
9	16	8888	0	30	12	0	0	0	0	21	0,3	41
10	54	1	0	5	8888	0	0	0	0	1,4	15	3,1
11	1	0	8888	8888	0	1	0	0	0	28,2	8888	0
12	8888	0	8888	16	2	0	0	0	25	31,4	8888	1,2
13	1	22	3	0	8888	0	66	0	2	55,6	4,3	0,1
14	0	51	8888	35	0	0	2	0	0	32	0,2	4
15	8888	8888	0	3	0	0	0	1	88	1,5	0	8888
16	0	16	0	2	7	0	0	2	23	0	2,5	0
17	1	19	0	2	8888	0	8888	104	0	106,2	30,2	42,7
18	8888	5	1	0	0	0	0	8888	8888	28	10,4	2,2
19	8888	10	0	1	0	0	0	3	9	0	19,6	102,3
20	0	16	3	2	0	0	0	4	10	77	1,2	26,9
21	1	4	1	12	0	8888	0	18	6	8888	1,5	82
22	6	7	5	0	0	8888	0	0	1	0	0	11,2
23	0	19	10	5	0	2	0	0	8888	0	0,4	7,2
24	0	3	8888	34	0	4	0	10	14	0	0,1	0
25	0	0	0	8888	0	0	0	3	0	0	44,5	22
26	4	1	6	1	0	1	0	8888	2	5,5	5,4	20
27	27	8888	8888	1	0	1	0	0	8888	8888	0	0
28	8888	0	15	27	0	89	0	21	0	0	0	0
29	8888		12	8888	8888	0	8888	60	0	0	7,5	0
30	4		8888	5	0	0	0	0	8888	47,8	18	9,8
31	53		2		0		0	74		1,6		16

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2004

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	7	22	22	2	4	53	5	0	93	33	14	8
2	45	2	8888	8888	0	11	2	41	65	0	5	22
3	1	5	28	28	0	10	0	0	75	8888	17	3
4	0	1	8888	69	28	8888	2	0	3	8	1	23
5	14	8888	8888	8888	61	0	1	0	0	2	11	30
6	8888	14	8888	0	110	0	8888	0	0	0	9	5
7	1	8888	0	0	12	0	51	0	0	0	60	10
8	0	8888	6	39	8888	8888	28	0	0	0	4	0
9	3	0	0	8888	0	7	0	0	0	0	8888	9
10	1	0	0	2	0	4	0	0	0	0	8888	8888
11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	19	0
12	0	0	0	0	5	0	8888	7	2	0	0	16
13	35	12	2	0	8888	0	0	0	26	0	0	39
14	21	18	31	0	8888	0	8888	0	0	0	0	12
15	0	18	17	0	0	0	8888	0	6	0	0	20
16	0	1	7	8888	8	0	16	0	7	0	0	0
17	1	13	12	0	0	0	19	0	21	0	0	0
18	40	7	7	0	8	0	0	0	0	0	0	35
19	3	8888	8888	0	0	0	0	7	1	8888	11	81
20	8888	8888	0	0	0	0	0	0	5	8888	67	36
21	8888	0	8888	23	18	0	0	0	7	8888	27	40
22	0	0	6	17	0	0	0	16	0	0	65	0
23	0	8888	2	8888	0	0	0	11	0	22	4	0
24	4	0	2	3	4	0	11	3	0	11	140	8888
25	8888	41	0	3	2	0	8888	6	0	8888	43	0
26	0	9	0	0	7	8888	27	11	8888	2	1	25
27	34	19	8888	49	48	8888	0	6	8888	8888	8888	33
28	8888	18	8888	8888	8888	0	22	0	8888	8888	8888	67
29	0	3	0	15	8888	0	8888	8888	8888	2	49	15
30	8888		0	8	86	0	8888	8888	24	2	8888	77
31	8888		0		8888		8888	8888		50		2

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2005

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	13	1	0	47	0	3	0	13	8	50	81	0
2	2	8	1	1	0	1	0	0	0	60	2	4
3	0	4	8888	0	8888	0	0	31	13	0	8	3
4	108	0	0	1	124	8888	0	8888	8888	8	1	8
5	22	0	0	8888	8888	17	8888	0	5	8888	8888	0
6	7	1	11	0	77	103	8888	29	0	8888	3	1
7	18	3	0	0	57	2	0	6	55	7	0	8
8	8888	0	0	0	8888	8888	1	0	3	0	6	3
9	15	0	8888	0	8888	14	8888	0	0	0	8888	28
10	0	0	0	11	8888	8888	0	0	0	1	8888	0
11	7	1	1	0	1	0	8888	0	0	8888	100	122
12	0	25	8888	5	41	0	18	0	0	3	51	106
13	1	22	0	4	0	57	8	8888	8	60	8888	12
14	23	8888	0	0	8888	0	6	0	2	55	0	57
15	4	0	7	0	20	4	9	0	0	1	0	124
16	1	7	3	1	5	2	4	0	44	3	0	9
17	0	44	26	8888	0	0	14	0	39	1	14	20
18	1	6	2	0	0	0	11	8888	0	6	7	14
19	0	8888	0	8	0	50	8888	6	1	1	16	0
20	0	22	35	0	0	0	7	0	0	20	76	17
21	0	8888	8888	0	8888	22	0	11	0	3	46	1
22	0	8888	8888	1	0	0	4	143	0	18	5	8888
23	0	8888	88	32	0	20	2	8888	0	8	16	8888
24	0	0	3	8888	8888	8888	7	22	1	8888	8888	0
25	0	0	0	8888	2	8888	8888	9	9	1	26	51
26	1	0	6	34	3	8888	0	8888	18	95	2	5
27	0	8888	8888	8888	8888	25	85	57	0	4	6	0
28	8888	26	42	4	0	34	8888	8888	1	0	13	2
29	2		1	4	3	0	0	0	8888	1	0	8888
30	7		8888	10	0	24	0	0	8	8888	2	35
31	1		20		10		19	0		6		9

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2006

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	1,8	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	2	0	10	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	15
4	40	10	0	2	0	0	8888	0	0,2	0	0,1	66
5	9	50	0	3	0	8888	0	0	0	0	0	8888
6	30	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
7	7	0	0	16	0	3	6	0	0	0	0	0
8	35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,8	2
9	63	2	0	5	0	70	0	0	0	0	30	0
10	0	15	0	1	0	1	2	0	0	0	1,7	8888
11	29	91	0	8	0	3	1	0	0	0	0,3	3
12	100	4	0	12	0	3	1	0	1,1	0	0	27
13	1	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	16
14	5	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0,4	8888
15	7	11	8888	3	0	11	0	0	0	0	0	32
16	25	97	16	1	0	1	7	0	2,1	0	0	9
17	56	0	31	78	0	30	13	0	6,5	0	1,3	8888
18	31	0	43	0	0	18	11	0	17,4	1,8	0	8888
19	6	14	150	0	0	0	1	1	0	0,3	0	3
20	1	2	4	0	1	51	16	0	0	0	1,2	8888
21	11	0	28	40	17	0	0	0,1	0	0	0,9	3
22	8	11	2	4	44	2	0	0	0	0	0,3	64
23	24	0	5	4	2	8888	0	0	2	0	32	8888
24	33	31	10	1	3	66	0	0	0	0	2	22
25	50	26	4	3	1	76	0	0	0	0	0	6
26	7	26	8	0	0	0	8888	0	0	0	0	1
27	13	0	13	46	7	0	8888	0,1	0	0	1,3	0
28	0	31	7	3	0	0	0	0	0	10	0,3	5
29	0		11	0	0	0	1	0	0	2	0,6	46
30	0		8888	0	1	0	6	0	0	0	0,3	15
31	0		0		0		8888	0,3		0		8888

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2007

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	48	0	135	0	17	0	0	1	0	0	0	2
2	36	0	0	7	39	17	0	0	55	0	0	1
3	15	0	0	19	12	0	0	0	22	0	0	7
4	8	21	40	2	0	2	0	0	0	0	23,6	62
5	84	7	6	0	4	1	0	0	0	0	6	0
6	45	9	0	1	0	11	24	0	0	0	14	10
7	19	0	20	3	4	0	13	0	0	0	8	3
8	9	0	19	0	0	10	2	0	5	4	8	0
9	5	8888	0	0	1	0	85	0	4	21	20	19
10	0	8888	0	3	0	0	2	0	28	0	22	1
11	0	0	2	18	0	2	0	0	6	0	0	9
12	4	0	1	1	0	2	0	0	0	25	0	114
13	30	0	32	0	0	0	0	0	0	3	10	36
14	11	0	6	2	98	0	0	5	0	7	68	43
15	5	2	1	0	38	0	0	0	5	3	0	17
16	9	8888	0	0	4	7	0	14	0	8	0	3
17	0	12	0	14	1	12	0	7	1	1	1	0
18	0	0	0	0	15	33	0	0	0	0	15	4
19	0	46	0	11	0	11	1	0	0	0	0	0
20	0	2	2	5	0	75	0	1	0	0	26	2
21	1	1	55	6	1	0	7	7	0	0	1	0
22	1	8888	2	5	2	0	8	0	0	7	0	0
23	78	8888	0	1	2	0	6	0	0	8	0	2
24	7	0	0	4	0	0	25	1	0	1	0	2
25	49	8888	2	20	0	0	0	0	0	0	0	35
26	7	35	57	0	0	0	0	0	0	0	0	23
27	1	26	0	0	0	0	17	0	0	0	0	18
28	43	3	12	2	0	0	18	2	0	0	0	27
29	5		60	0	0	0	0	0	0	87	0	15
30	0		0	0	74	1	0	0	0,5	0	0	0
31	0		0		6		0	0		2		0

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2008

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	58	3	0	0	10	25	0	2	25	0	22
2	11	3	76	0	0	0	0	0	3	23	31	49
3	1	11	15	3	0	0	0	0	38	0	17	15
4	3	13	15	17	0	17	0	0	1	2	2	87
5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	24	12	35
6	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	72	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	10	6	9	48
8	0	0	0	0	0	0	0	23	14	46	55	86
9	42	6	6	0	0	0	0	0	1	3	24	0
10	0	12	0	0	0	0	0	0	8	2	11	12
11	15	24	45	13	19	0	1	27	0	4	0	1
12	2	0	48	48	0	0	0	0	1	0	0	8888
13	1	0	1	0	0	0	0	0	6	0	4	11
14	0	0	1	0	0	39	2	0	0	1	1	5
15	0	0	47	0	0	0	31	0	21	7	9	1
16	0	0	2	0	0	0	3	4	20	14	38	0
17	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	8	13
18	6	0	116	0	0	0	0	0	0	0	236	0
19	0	6	26	28	0	1	0	0	0	19	21	0
20	5	0	4	2	0	0	0	6	0	10	0	0
21	9	0	0	10	0	0	0	3	0	18	35	72
22	0	13	13	48	0	0	0	45	0	18	0	1
23	0	37	7	0	0	0	0	6	0	51	0	61
24	0	3	0	0	0	6	0	1	0	4	1	2
25	0	1	0	0	0	0	0	8888	0	0	7	20
26	0	0	0	0	0	0	0	2	34	0	72	70
27	46	0	4	0	0	0	0	5	2	0	80	34
28	0	14	0	0	8	2	0	52	0	0	4	32
29	16	4	0	31	0	0	0	12	7	0	0	54
30	2		15	0	0	0	0	8888	14	16	9	7
31	14		31		57		0	35		8888		57

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2009

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	95	1	3	0	0	1	0	0	8888	11	0	22
2	25	33	3	0	36	0	48	0	0	8888	0	1
3	8	44	0	0	2	36	0	0	0	32	0	6
4	2	28	8888	40	4	7	0	0	0	6	0	23
5	4	5	5	5	0	0	0	0	0	2	2	29
6	32	0	13	48	0	4	0	0	8888	123	18	1
7	3	8888	5	61	1	17	0	0	71	0	8888	17
8	0	14	123	8888	23	32	0	0	8888	0	0	2
9	0	0	0	0	12	1	0	0	0	8888	2	7
10	5	8888	8888	10	0	0	0	0	8888	6	13	0
11	0	0	0	44	58	0	26	0	0	2	1	31
12	11	8888	0	16	8	0	72	5	8888	26	11	0
13	3	16	43	12	18	0	0	3	0	58	99	0
14	13	9	8888	61	11	20	0	0	0	1	3	3
15	0	2	15	47	6	20	0	18	0	1	5	14
16	1	6	13	60	15	0	30	0	11	15	116	0
17	0	8888	0	8888	0	0	1	9	3	0	12	1
18	1	8888	8888	0	0	0	0	15	38	0	19	30
19	0	0	8	0	0	0	0	4	8888	4	3	19
20	3	8888	14	5	0	0	0	1	67	20	20	0
21	0	24	0	5	0	0	0	8	3	15	8888	0
22	11	2	1	130	0	0	0	0	0	2	15	0
23	6	3	0	8888	0	0	0	0	0	0	50	1
24	1	18	0	0	0	14	6	0	0	2	6	13
25	37	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	97
26	1	0	25	8888	0	15	3	55	3	3	24	2
27	75	10	20	0	0	1	60	17	0	4	4	5
28	17	21	8888	0	0	93	0	32	12	1	12	3
29	22		8888	0	0	36	0	0	3	8888	24	5
30	74		0	28	0	0	0	0	8888	8888	0	13
31	8888		24		0		0	11		0		0

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2010

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	27	8888	3	14	0	18	8888	0	10	57	1	0
2	0	1	0	10	0	4	37	0	8	0	5	26
3	25	0	8888	43	0	4	1	2	8	8888	8	0
4	3	0	11	1	11	2	0	6	82	2	2	25
5	0	13	3	8888	71	69	0	8	2	15	0	61
6	10	3	8888	1	0	1	0	0	2	76	0	0
7	8888	0	1	9	1	1	0	37	8888	72	21	5
8	1	0	25	11	0	2	16	0	14	1	12	4
9	2	0	54	3	8888	8888	1	44	8888	11	9	8888
10	7	6	25	0	4	8888	0	0	0	3	7	25
11	0	1	44	8888	8888	0	39	0	0	8888	1	3
12	0	8888	0	16	33	0	8888	8888	8888	8888	63	10
13	45	1	0	4	10	0	0	0	8888	1	34	4
14	22	32	2	0	32	0	33	3	0	14	32	7
15	2	48	8	2	7	0	0	70	0	3	2	12
16	2	2	14	23	2	8888	55	2	1	7	17	38
17	14	39	7	12	0	8888	46	8888	1	9	7	35
18	2	36	8888	0	8888	2	0	40	0	0	28	6
19	18	4	28	2	1	3	7	17	4	8888	6	8888
20	4	6	22	0	3	9	8888	8888	0	11	2	0
21	8888	11	12	0	8888	18	0	8888	6	12	0	0
22	8	105	8888	0	0	9	34	0	9	0	1	8888
23	8888	8888	0	2	17	1	0	0	7	0	0	8888
24	0	4	80	56	1	12	0	0	62	121	36	0
25	8888	73	8888	8888	3	2	3	0	7	53	12	0
26	39	8888	3	0	0	1	8888	3	29	22	3	34
27	0	8888	6	0	8888	0	5	0	85	55	17	23
28	2	8888	10	0	0	55	4	3	0	4	20	20
29	0	3	10	27	0	0	8888	0	2	4	2	11
30	0		28	3	0	0	16	0	4	2	14	8888
31	2		8888		1		29	0		8888		8888

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2011

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	13	4	4	8888	1	0	0	0	33	27
2	0	0	1	5	8888	0	0	8888	0	0	13,4	11,8
3	7	0	0	0	16	8888	15	0	0,8	0	41	17,8
4	17	6	0	0	0	201	0	0	1	0	50,2	0,3
5	24	1	8888	25	0	47	0	19,5	0	0	0	0
6	17	61	7	4	18	50	0	0	0	0	3,8	8888
7	1	0	0	1	22	0	18,5	0	8888	1,2	2,9	0
8	0	0	36	33	14	0	0,2	0	0	0	8888	0
9	4	0	10	76	0	0	0	0	0,1	0	0	0
10	145	0	12	66	8888	0	19,8	0	8888	2	0	0
11	8888	0	11	0	0	5	9,5	0	0	8888	0	0
12	0	0	2	0	11	0	4,8	0	0	0,9	8888	6,8
13	1	0	4	0	8888	8888	8	0	0	0	9,5	0,2
14	0	0	22	8888	28	0	4,1	0	0	0	0	0
15	0	0	16	0	8888	7	0	37,5	5,8	0	0	2,8
16	0	8888	6	16	0	8888	55,5	0	0,4	0	19,7	25,5
17	0	8888	4	8888	0	8888	4,2	1,3	3,5	0	3,4	3,5
18	0	6	11	5	0	0	0	0	9,3	8888	1,2	8,1
19	0	0	4	66	0	0	0	0	6,2	0,5	5	21
20	0	0	16	1	0	0	0	14	7,5	1,2	0	53
21	1	0	0	0	3	0	0	2,3	1,3	7,2	0	0,5
22	24	18	48	0	3	0	0,9	0	16,5	7,5	9,7	1,9
23	0	0	3	1	8888	3	8888	0	0,3	8888	35	0,2
24	0	0	27	0	0	0	0	0	8888	8888	0,3	0,4
25	0	1	5	8888	8	0	0	0	0	18,8	0	2
26	6	2	10	8888	0	0	0	0	0	5,4	0	16
27	0	10	1	45	4	0	0	0	0	11,2	0,1	8,2
28	5	10	0	1	0	108,3	0	8888	0	17,6	1	0,2
29	10		0	8888	8888	8888	0	0	0	12,6	2,4	3,5
30	1		8888	25	61	6,8	0	0,6	0	1	8888	0
31	7		12		0		0	0		17,8		8888

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2012

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	30,4	53,5	0	0	0	0	0	0	16,7	2
2	3,5	0	2,6	17,5	0	116,8	8888	0	0	8888	1	60
3	2	3	0,3	6,8	49,1	0,7	1	4	0	0	0	31
4	8888	19,8	3,7	8	20,3	0	74	0	0	0	3,8	0
5	1	0	5,6	0	0,1	0	0	0	0	0	78	0
6	0,6	0	1,3	8,2	0	24,8	6,8	43	0	0	2,5	8888
7	0	4,6	8888	0,2	0	6,8	0,7	5	0	0	4,8	8888
8	39,9	13,5	49,6	2,2	2,8	0	2,3	0	0	0	0,2	8888
9	6,1	10,4	8888	8888	1,8	8,8	2	0	8888	0	21	8888
10	1,8	1	3,5	0	2,3	0,2	0	0	8888	0,1	10,4	1
11	1,2	0	6,5	0	0	0	1,5	0	37,1	0	127	41
12	11	0	2,2	0	0	0	0,3	0	0	0	1,6	75
13	18,5	0,7	0,3	16,3	0	0	2,4	8888	0	0	2	2
14	61,6	0	0,6	147	0	0	0	0	0	52,3	62,5	5
15	9	0	0	7,2	0	0	0	0	0	1,5	9	55
16	27	8888	0	8888	0	9,8	48,2	0	0	3,5	1,7	22
17	0,4	8888	0	8888	8888	0	0,2	0	0	0,5	0	8888
18	0	0,1	0	10,4	0	0	0	0	0	8,5	113,5	13
19	0	0,3	0	6,8	0	0	1,5	0	0	4,2	5,6	8888
20	0	8888	4,6	1,1	0	0,7	0	8888	0	4,7	7	7
21	0	0	3,4	0	0,2	0	0	0	0	2	0	22
22	0	0	0	34,8	4	0	0	0	0	4	8888	8888
23	0	8888	5	0	0	0	0	1	0	17	2,5	40
24	4,6	0,4	0	5,1	33,1	0	0	0	0	8888	7	11
25	0	8888	0	0	0	4,2	0	1	0	0	0	39
26	0	41,1	0	4	0	0,8	0	0	8888	0	1,5	5
27	0	5,8	0	1,4	8888	0	0	0	0	51	0,3	0
28	0,8	8888	0	0	0	0	0	0	0	0,1	6,3	17
29	8888	8888	0	0,3	56,2	0	0	41	0	0	51,8	35
30	8,7		6,6	8,7	0	0	0	0	0	39,5	0	7
31	0		4,5		12,4		0	0		11,5		6

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2013

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	0	0	5	8888	13	27,2	0	0	5,2	77,8
2	36	1	0	0	29	0	68	2,6	1,1	0	43,7	4,3
3	20	9	0	18	0	7	72	0	0	0	0	21
4	25	14	0	1	1	68	0	0	10	0	47,8	15
5	9	20	8888	40	0	0	111	1	20,7	0	0,5	5,4
6	16	10	0	6	1	9	0	4,5	15	0	10	27,8
7	14	0	0	3	4	0	0	0,3	3,6	0	2	5,3
8	1	27	0	2	45	5	8888	17	7,4	0	5,8	23,2
9	33	5	0	5	84	0	31	36	0	1,5	22,2	0
10	27	5	0	0	13	8888	2	0	10,5	0	10,5	0
11	62	8888	0	4	3	37	2	5	57	0	4,7	49
12	4	3	0	6	8888	8	0	0	0	7	1	4,4
13	7	2	36	2	0	7	130	0,2	0,6	25	0	57,1
14	30	9	0	8888	0	2	1	0	0,4	0	11,4	3,6
15	27	1	14	0	0	0	4	0	116,8	0	69	0
16	8888	80	8888	0	1	0	0	16,5	0	0,3	12,1	0
17	0	5	4	8888	2	14	3	0	2,6	21,1	46,1	0
18	11	15	0	3	7	11	20	18	1,2	9	0	0
19	22	15	14	0	0	5	2	0,9	2,1	33	21	0
20	0	15	8	34	8	6	5	3,5	0,3	1,3	0	1,5
21	8888	48	8888	0	0	0	37	0	0,3	0,5	0	0,1
22	5	10	0	0	6	0	8888	0	15,5	0	0,3	5,3
23	7	2	0	8888	8	0	0	58	1,3	0	32,4	38
24	31	43	0	8888	0	0	3	0	0	22	2,5	0
25	11	0	0	8888	8888	0	1	0	28	0	0,1	0
26	7	0	21	0	0	0	0	0	0	0	25	0
27	13	2	15	23	3	70	8888	0	5,5	0	0	0
28	8888	1	5	8888	35	0	3	0	7	0,9	85,4	0,7
29	0		68	80	8888	7	1	0	16,8	2,5	8	17,3
30	6		14	8888	6	0	8888	0	47,7	30	19,5	31
31	19		107		4		8888	3		0		0

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2014

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	0	1,5	22,4	8,2	0	9,5	0	0	43,8	0,4
2	0,2	1	0	0	0	0	0	0	2,2	0	4	10
3	0	0	6,5	0,7	0	0	0	0	0,7	0	0	53,7
4	24,1	3	0	14,5	0	0	8,2	1,3	0	0	4,1	5,1
5	33	14,2	5,7	1	15,5	15	0	23	0	26,8	0	18,8
6	44	0,1	0	22,8	2	2,3	0	0	0	0,8	0	0,2
7	6	53,3	0	1,6	0	0	30,1	1	14	2,7	78	19,5
8	3	3,5	0	0	2	0	17,6	28,1	0	0	112	4,1
9	2	14,7	0	0	4,2	0	0	0	7	0	0,3	43,5
10	1,9	0	0	0	0	0	10	0	0	0	57,4	3,2
11	1,6	0,1	62	0	15,8	0	0	9,5	9	0	0	0
12	0,6	0	0	3	15	9	0,7	0	0	0	4	0
13	14,2	0	0	2,1	0	20,5	4,8	9	0	0	0	0,8
14	2	0	0	74	69,5	3,4	0	50,5	0	0	22	2
15	2,1	2,6	0	1,6	0	0	0	7	0	0	28,1	0,8
16	0	0	0	13,7	0	0	0	0	0	0	0	5,8
17	0	0	4,8	0	0	0	0	4,8	0	0	15	1,1
18	0,1	0	32	23	1,2	0	7,9	0	0	0	37,5	0
19	2,5	0	8,8	3,3	1,1	0	18,5	0	0	0	4,5	32
20	2,5	0	0	51,5	9,8	0	12,7	0	0,1	0	0	3
21	52,5	0	25,9	97,5	0	0	0	1,6	46	0	3,8	0
22	96	73,3	7	1,5	0,5	14,5	0	0	0	5,7	0	10,7
23	34,5	33	3,1	0	0	0	0	0	0	22,7	0	36
24	1,5	7,8	0	0	62,7	3	0	0	0	0	11,5	7,3
25	15,2	0	0	1,5	0	0	0	8,3	0	0	3	0
26	4,5	0	0	0	0	0	0	23	0	0,9	22	1,8
27	0	0,2	2,4	20,2	0	9,6	0	0	0	0,3	108,5	1,3
28	0,4	0	3,8	138	36	11,6	0,7	59,2	0	2,4	19	14,5
29	0		2,8	12,7	15,5	0	0	60	0	7,2	86	0
30	0		0	8,2	8,2	2,7	0	0	0	13,7	52,5	0
31	0		50,2		0,5		56,6	0,8		13,7		60

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2015

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	17,6	8888	22,5	9,6			2,3	8888	0	0	0,2	21,7
2		4,5	27	1,2	24,5		3,8	0		0	0	58,2
3	0,2	0		86,1	16	2		66,5		0,1	0	
4	24	1,7			8888	0		8888	0	0		71,5
5	4,5	55,6		7,1		8888	0		0		0	8888
6	3,1		0	0		0				0	0	3,6
7		0		0		14,2			0		2	1,1
8	40		5,3	0		28,4					0,6	67,5
9	18,2		0	6,5	0	63,6		0			1,6	0,1
10	64,2	93,8	8888	3,6			0,5		44	0	37,5	8888
11		0,2	0	73		3,6	0	0			8888	7,6
12	5,6	0			2	8,7	0	73,5	0	0	3,5	37
13		5,5	1,5	3	0	0,3	8,8			0	3,2	105,5
14	36	0	0			2	21	0	0		32,8	
15	9,5			2,5	3,8	15,5	8888	8,4	0	0	6,3	5,4
16	0		0,4	9	2,8	27,5				0	56,3	35,8
17		41,4	0		0,1	8888		9	0		9,5	37,7
18		9		14	3,8		0		0		3,2	0
19		109,2	0,4			0				0	0,9	6,7
20		8888			0		7,7			0		5,2
21		0					8888				0,8	34,3
22		0	0			0					1,5	29,7
23	12,2			5,6	0	0,2		0	0	0	0	15,8
24		0,9	8888	30,9						0	0	3,3
25	38,9	0	2,1	16,4		0			0		21	
26		0,3	0,4		0		0	0	0	0	26	0
27	45,5	0	14,4	48		0	0	0	8	0	8888	
28	49		62	8,8	0				8		4,7	0
29				7,5					19,6	0	1,8	0,6
30	0,5		2,5	8888		0	0			0	42,7	0,1
31	10		0			0		0		7		10,4

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2016

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0,8	6	128	0	4,5			0	6,2	14,8		8,9
2	0,7	47	8888	8888	0	8888		77,2		21,5	13	5,7
3	5	0,1	8888	0,8	0,3	11,5	0		0,2	8888	1,5	16
4			1	8888	17,5	0,4	0	0	0,2			20,4
5	0,2	1,8	0,6			8888	36,5		4,4	0	0,4	66,5
6	33	3,8	1,7	8888		0		0	0,8	9,8	4	52
7	33	0,3		5,8	2,8		0		4,6	17	35,5	
8		11	6,2	36,5	33	4,5	0,1		0,4	7	76,2	8888
9	5,5	27,3	8888	16,8	3,9				3,2	73	117,5	5
10	13,3	56,5	15,5	0		0,6		0,8		3,2	35,4	3
11	8888	1	1,7	0	1,4		22,2	88,5	36,5	1,6	6	12,6
12	4,1		5	15,2	100	0,8	4,3	61	30	8888	93,5	2,5
13	11	0,5	21	111,8	0,1	3		8888	20	32,7	5,5	0
14			1	15	5,5	20,5	8888	13,1		80	11	0
15	49		3	8888	2,6	5,5	0,8	23,5	0	1,2	12	
16	8	0	3,2	8888	8888	0,1	7	5,1		1,3	0	
17			8888	8888	0,5	76,2	1,2	0	2	6,8	1	
18	3,2		192	5,6	3	3,5				0	3,1	3
19	27,6			1,3	8888	0	16	18,7	46,5	0,8	1,7	4
20	40,3			9,8	0	0		2,5	5	20	0	8,2
21		17	2,8	4,1				30	11,9		63,3	3
22		0,5	137,5	8888	8888		21	30	0,4	20,1	9	11,8
23			17,5	0,6		0	2,2	38,5	8888	26,4	4,7	17
24	5,8	6,5		8888	0,2			32,7	1,7	0,3	21	11
25	22	8888	8888		0,1	0	4,5		0	8888	11	0,8
26		35,8	8888	20		2		0,3	14,6	4,2	2	5,1
27	0		1,6	2,6	3,9	8888		0,3		8888	4,8	6,8
28		7	9,5		8888		8888		11	1	12,5	16,8
29		2,7	0,3		24,4		0		6,6	9	9,2	0
30	0		88	8888	64,8	0	0	1,2	2,6	13,8	0	
31			0,5		12,4		8888					0

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2017

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	8888	15,3	37,7		20,5	49,9	0	0,2	4,1	18	1,4	57
2	1,1	5,4	8888	6,5	3	8888	0	0		19,2	1	47,2
3	0			3	1	0	13,9		0			6,3
4	8888	12,9	31	17	14,3		0,5		0	4,6	2,9	23,2
5	0,4	3,8		32,5			1,2	0	0,1	10,4	8888	9
6	4,3	28	10,9	20,5	48,7		6,2		11,7	0,3	0	
7	35,4	74	123	0,5		0			6,5	88	10,7	
8	77,7	0,5	0,9	35,6			6,6	0	2,4	0	9	8888
9	3,8	5		8888	0		0	7,3	9,7	56,6	17,3	
10	0,3	6		0		4	10,5	8,4	130,5	46,8	13	
11	12	10,3			54	47,2	19,6	8888	6,9		2,4	
12	19	43,4	0,8	4,3	3	0		67	0	4	0,3	15,4
13	39	8,8		31,4	0,8	0	0	11,1	24,3	10,1	1,3	
14	8888	31,1		0,5	8,8	8888	0,1	2,4		5,5	0,9	21,6
15		4,7	0,7		1,5		2,6	15,1		0	7,6	
16	25,8	6,5	0,4	8888	1,6		0,8	6,6	2,7	8888		2,8
17	1,4	40,6	3,5	1,3	0	10,7	8888	1,8	4	10	4,1	7,4
18			41	1		15,4	10	15,4			13,9	0
19		0		1	56,8	8,2	7,4	18,2			25,8	15,5
20	0	6,7		0,2	3,2			0	39,4	0	9,7	7,6
21	0	43,3	2,8	31,2	0,5	0	8888	0	220,8		20	3,8
22	0,2	5,9	8888	29,5		0	0	98,4	0	8888	17	57
23	38	2,6	5,6	1,7	6,9	0		22,5		0	52,8	50,5
24	56,3	94,4	0		8888	8888			5,2		8888	13,3
25							0	3,5	0,4	0	15,5	8888
26		0	0	33,4	0	0	0					5,3
27			0	16,5	0	9,4	0		0,2		3	31,8
28	18,3	22,5	23,5	42	0	3,4	0		10,5		15	
29	27,3		1,2	2,2	7,2	0,5	8888	40,3		8888	15,4	
30	11,8		18	14,5	8888	63,4	11,1		0,1	23,3	54,5	1,5
31	6,4		9,5		4		0,7	8888		45,5		25

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2018

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	13,3		0,2	16,1		10,2			16,7		10	8888
2	8888		8888	9,1		8888	8888	41	8888			
3			0	18,5	0,5		8888		0,3		20,6	8888
4			8888	0,2						8888	7,4	2,5
5	5,8	6,7				32,5					14,8	3,3
6	1,1		0,2	8888	8888					11,1	24	9,2
7	8888	6,7	3,9		8888			9,5			13	0,5
8	8888	28	2	1,6		1		8888	0,1		8888	8,9
9	1,5	26,8		11,9					8888		90	2,7
10	14,8	0,1	13,5	1,4		18	8888		133,7		1,2	
11		2	12,8	8888			0,3			4,5	64,9	29,9
12	9,6	3,1	6,5			0,3				5,3	1	14,4
13		2	106							71,7	8,4	59,5
14			3,5	0,5						17,6	59,8	87,2
15		36,2	0	8,3	1,6	13,8				4,7	8888	29,7
16	8888	12,2		8888		1,5	8888			11,5		8888
17	14	5,5		8888	14,2				8888			10,6
18	8,9	6,5	0	25,1	1,8	2,3		16,5		6,3	8,7	0,6
19	0,5	8,5		0		2,8		8888		13,7	27,2	8888
20	4,5	9,4	9,2	8888	21,5				1	8888	37,9	12,9
21	41,6	4,5	21	17,3	28,1			53				5,8
22	67	10,8	0	8888				47,8	3,2		6,5	11
23	11,7	3,1	30,5	1,9	5,2			15,3		20,1	12,8	115,3
24	6,9	8,5	6,3	5	11,2	36,6					16,5	8888
25	15,5	8,9	0,4	10,2		1,2		3,6		8888	44	0
26		1,3	4,7		1,2		30			54,3	45,5	2,2
27		1,8	26,5	55,3	6		6,8					10
28		5,4		3	52,8			1		54,5		2,8
29			8,5			8888		132,8		8888		2,5
30	3,6		10,8		8,8	85,9	8888	0,7	0,9	2,5	16,1	0
31			2		8888			0,1		5,5		67,8

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2019

Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	6,8	0	14,7	0	0	0	8888	0	0	8888	0	8888
2	39,5		49	0	0	20,3	0	0	0	0	0	9
3	2,9	0	16,9	0	0	11,9	0	8888	0	1,4	0	24,3
4	85,4	8888	2,9	0	0	0	0	0	0	4,9	0	1,4
5	8888	0,3	42,7	12	5,5	0	8888	0	0	0		8,5
6	0,4	4	0,6	0	13,5	0	0	0	0	0,2	0	4
7	1,8	8,9	1	0	0	0	21,8	0		0	0	1,4
8	0,4	13	6,9	4,1	0,6	24,6	8888	0	0	8888	0	15,3
9	8888	4,4	1,5	3,5	0	8	124,2	0		1	0	0,2
10	8888	6,9	24,5	4	8888	0,5	0	0	0	3,2		1,4
11	1	2,6	6,8	47,8	1,4	0	0	0	0	8888	0	0,3
12	0	18	8	19,6	0	1,9	0	0		2,8	0	8888
13	8888		1	0,7	2,4	1,9	0	0	0	1,2	0	0
14	65,2	0	1,3	0	1	0	0	0	0	0	10	0,1
15	20	32	3,4	0	0	1,5	0				12,9	0,2
16	0,4	2	46,3	1,9	28,8	2,4	0	8888	0	0	0	1,8
17	6,3	2,4	0	0,8	7,1	8888	0	0	0	0	0	8888
18	0,4	8888	0	1,6	11,2	8888	0	0	0	8888		2,5
19	18	8888	0	2,1	0	0	0	0		1,8	25	8888
20	1,7	0	0	9,1	0	10,5	0	0	0	2	8888	7
21	22,3	8888	1,1	5,7	0	0	0,3	0	0	0	1,8	0,9
22	13,6	0	18,6	53,6	0	2,5	45,3	0		0	8888	8,8
23	0	3,7	18,8	30	0	29,9	6,4	0	0	0	8888	4
24	6,6	12,1	14,7	6	0	8888	0		0	0	8,2	0
25	0,3	0,9	13	52,7	0	0	0	0	26		3,4	8,7
26		0	0	4,4	0	0	0	8888	3,2	16,5	8888	1,8
27	0	8888	2,6	80,4	0	0	0	0	0,2	5,2		0,2
28	18,3	9,5	44,8	0	0	8888	0	7,5	0	2	8888	
29	2,6		0	0	0	0	0	8888	0	0	0	0
30	0		3,8	0	1,2	0	0	0,3	28,6	0	0	
31	0		1		8,3		0	0		0		38,5

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

2020

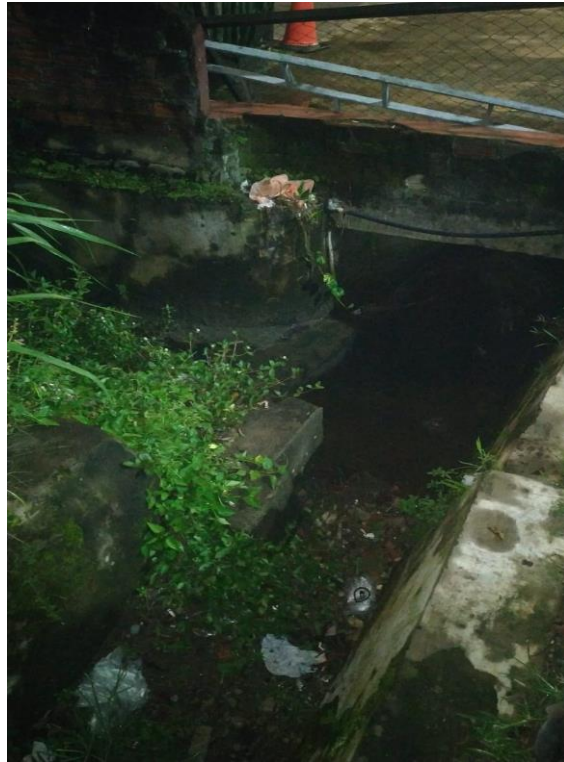
Tanggal	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juni	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	65,9	0	21,3	11,1	1	0,7	0	0	0	9,9	26,5	
2	11,7	0	0	7	1,2	0	0	0		44	3,5	8888
3	8888	26,5	71,8	0,7	9,9		0		0	2,7	55,2	0,8
4	1	0	19,5	0		4,6	8888	0	64,1		47,7	8888
5	0	0	23	39,5	0	40,7	7,3	19,7	19,6	8888	8888	8,8
6		6,6	0,1	2,5	2,6	9,8			9	120,7	8888	9,7
7	0		12,1	31,8	0		0	0		12,9	0	37,8
8		63,9		2,4	3,8	0,2	8888		0	82,3	8888	21,5
9		58,2	7,4	4,3	14,7	8888	42		0	15,4	68	32,7
10	31,7	0	0,1	28	8888	0,1	4,5	0	61,4	0	8888	62
11	29,5	0	0	10,5	8888	0	0	51,3	101,1	0,1	4,2	46,6
12	10	0	0			0	8888	8888	1,5	1,9	0	9,6
13	32,5	0	19,1	27,6	0	32		0	0	8888		12,7
14		8888	0	0	0	0,2	6,2	0	0	23,2	6	0
15	0	30	8,9	1,5	26,5			0,9		8888	46,3	13,4
16	3,9	1,1	0	0,5	0		0	1,4		8888	0	12,9
17		12,5	16,5	8888	0	22,7	3,9	3,4			5,7	0,9
18	8888	1,3		0,5	33,5	11,7	8888	57,9		8888	1,2	8,3
19	37,4		45,3	78	0,2	40,5	0			19,4	0,6	16
20	24,7	0,2	27,6	8888	19,5	2,7	8888	0		2,4	2,5	17,8
21	1	4,8	0	0	9,6	14,7	0	0		2,4	2,5	0
22	8,3		1	3,7	0	0,1	0,5	0		31,4	10	0
23	45,8	2,7	25,5	48	0	16,4	17,6	8888			17,4	0
24	9,1	0	22,9	0	0	27,5	8888	0,8		31	137,3	98,6
25	76,6	10,8	2,5	159,1	0	0,8	8,9	0		13,4	2	20
26	8888	2	8888		1,2			0		14,9	6,9	0
27	2	24,7	30	82,7	49,5	0		8888		0	10,8	19
28	15,5		8888	3,7	0	0,8	0	0	4,5	18,3	82,1	18,8
29	8888		0	0	0		0	0	9,7		51,8	73,8
30			65,1	39,8		0		0	0	8888	19	8888
31	0		9,7		47,9		0	1		15,4		13,3

8888 : Data Tidak Terukur

9999 : Tidak Ada Data

Lampiran 3 Foto Survei dan Pengukuran Saluran Eksisting pada Jalan Bakti Husada Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu





BAHAN AJAR

HIDRAULIKA SALURAN TERBUKA

**Bambang Yulistiyanto
DTSL – FT - UGM**

DIREKTORAT PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA SUMBANGAN ALUMNI
NAMA : Rifki Hermawan A
NIM : 17511066
TGL. PENYERAHAN: 07-03-2023

**Beta Offset
Yogyakarta**