

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN INTERNAL DOSEN
Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik



TINJAUAN TEKNIS PERMASALAHAN DAN PENANGGULANGAN BANJIR
DI DESA PACUL KABUPATEN BOJONEGORO SEBAGAI UPAYA MITIGASI
BENCANA BANJIR TERINTEGRASI

Tim Peneliti:

Herta Novianto., ST., SH., M.Si
Syafa Aldalia Putri
Ikko Bagus Ismanto, ST., MT.

Dibiayai oleh:

Universitas Bojonegoro

Periode 2 Tahun Anggaran 2023/2024

Nomor Kontrak:

84/LPPM-LIT/UB/IV/2024

UNIVERSITAS BOJONEGORO

2024

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PENDANAAN PERGURUAN TINGGI

1.	Judul Penelitian	:	Tinjauan Teknis Permasalahan Dan Penanggulangan Banjir Di Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Banjir Terintegrasi
2.	Ketua Peneliti		
	a. Nama Peneliti	:	Herta Novianto., ST., SH., M.Si
	b. NIDN	:	07.2711.6602
	c. Program Studi	:	Teknik Sipil
	d. E-mail	:	hertavia2@gmail.com
	e. Bidang Keilmuan	:	Sumber Daya Air
3.	Anggota Peneliti 1		
	a. Nama (Dosen/ Mahasiswa)	:	Syafa Aldalia Putri
	b. NIDN/NIM	:	20.22201.1.203
	c. Program Studi	:	Teknik Sipil
	d. E-mail	:	Psyafa95@gmail.com
	e. Bidang Keilmuan	:	Sumber Daya Air
	Anggota Peneliti 2		
	a. Nama (Dosen/ Mahasiswa)	:	Ikko Bagus Ismanto, ST., MT.
	b. NIDN/NIM	:	-
	c. Program Studi	:	Teknik Sipil
	d. E-mail	:	ikkobagoesismanto@gmail.com
	e. Bidang Keilmuan	:	Sumber Daya Air
4.	Jangka Waktu Penelitian	:	6 Bulan
6.	Lokasi Penelitian	:	Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro
7.	Dana Diusulkan	:	3.500.000,00
Mengetahui,			Bojonegoro, 13 September 2024
Ketua LPPM Universitas Bojonegoro			Pengusul,
<u>Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.</u> NIDN 07 2108 8601			<u>Herta Novianto., ST., SH., M.Si</u> NIDN. 07 2711 6602

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa saya panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan laporan penelitian ini sebaik- baiknya. Laporan penelitian ini berjudul **“Tinjauan Teknis Permasalahan Dan Penanggulangan Banjir Di Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Banjir Terintegrasi”** ini disusun untuk memenuhi salah satu tridharma perguruan tinggi yaitu penelitian. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa penelitian sampai pembuatan laporan ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam pembuatan laporan penelitian ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga penelitian ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu tentang karakterisasi material ke depannya.

Bojonegoro, 13 September 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Keaslian TA	2
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Banjir.....	4
2.1.1 Pengertian Banjir.....	4
2.2 Drainase.....	4
2.2.1 Sistem Drainase	5
2.2.2 Drainase Jalan Raya	5
2.2.3 Drainase Perkotaan.....	6
2.2.4 Genangan Air	6
2.2.5 Penanganan drainase perkotaan	6
2.2.6 Jenis-jenis Drainase.....	6
2.3 Analisis Empiris	9
2.4 Analisis Spasial	11
2.5 Curah Hujan	12
2.5.1 Curah Hujan Rata – rata Daerah	14
2.5.2 Analisis Curah Hujan	15
2.5.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana	15
2.5.4 Uji Distribusi Frekuensi	17
2.5.5 Analisis Intensitas Hujan.....	19
2.5.6 Koefisien Aliran Permukaan (C).....	19
2.5.7 Debit Banjir Rencana	19

2.5.8	Kapasitas Saluran	20
2.6	Penelitian Terdahulu	21
BAB III	METODE PENELITIAN.....	25
3.1	Jenis penelitian	25
3.2	Lokasi Penelitian.....	25
3.3	Metodologi Penelitian	25
3.4	Variabel Penelitian	26
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	26
3.6	Pengumpulan Data	26
3.7	Analisa Data	27
3.8	Metode Analisa Data.....	27
3.9	Penulisan Laporan	27
3.10	Flowchart	28
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	29
4.1	Penentuan Hujan Wilayah (Daerah Tangkapan Air)	29
4.2	Data Curah Hujan.....	29
4.3	Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan	31
4.4	Uji Distribusi Frekuensi	33
4.4.1	Chi Square	33
4.4.2	Uji Gumbel.....	34
4.5	Analisis Intensitas Hujan.....	35
4.6	Perhitungan Debit Rencana.....	35
4.7	Perhitungan Hidraulika	35
4.8	Dimensi Saluran Eksisting	36
4.9	Hasil Penelitian	37
4.9.1	Pembahasan Hasil Penelitian	37
BAB V	PENUTUP.....	38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran.....	38
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Drainase Alami	7
Gambar 2. 2 Drainase Buatan	7
Gambar 2. 3 Drainase Terbuka	8
Gambar 2. 4 Drainase Tertutup	8
Gambar 2. 5 Drainase Permukaan Tanah	9
Gambar 2. 6 Drainase Bawah Tanah	9
Gambar 2. 7 Gambar Siklus Metodologi Empiris	11
Gambar 3. 1 Lokasi Jl. Serma Abdullah Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro	25
Gambar 3. 2 Bagan Alur Penelitian	29
Gambar 3. 3 Polygon Thiessen 3 Stasiun Penakar Hujan.....	29
Gambar 4. 1 Dimensi Saluran Eksisting Awal Sumber : Peneliti 2024	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson III	16
Tabel 2. 2 Distribusi Chi Square.....	17
Tabel 2. 3 Probabilitas Untuk Uji Gumbel	18
Tabel 2. 4 Harga n untuk rumus Manning (n) pada saluran buatan	20
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu.....	21
Tabel 4. 1 Data curah hujan harian maksimum stasiun penakar hujan Bojonegoro.....	30
Tabel 4. 2 Data curah hujan maksimum stasiun penakar hujan Kapas	30
Tabel 4. 3 Data curah hujan maksimum stasiun penakar hujan Jatiblimbing	31
Tabel 4. 4 Perhitungan Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan.....	31
Tabel 4. 5 Nilai K Hasil Distribusi Log Pearson III.....	32
Tabel 4. 6 Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang	33
Tabel 4. 7 Uji Chi Square	33
Tabel 4. 8 Uji Chi Square Distribusi Log Pearson III	34
Tabel 4. 9 Uji Gumbel	34
Tabel 4. 10 Perhitungan debit rencana metode Rasional.....	35

DAFTAR NOTASI

$\text{Log } x_T$: Curah hujan rancangan kala ulang T tahun
$\log \bar{X}$: Rerata logaritma
Sd	: Standart deviasi
χ_h^2	: Parameter Chi Square terhitung
G	: Jumlah sub grup
O_i	: Jumlah nilai pengamatan pada sub grup ke i
E_i	: Jumlah nilai teoritis pada sub grub ke i
$S_n(x)$: Posisi data x menurut data pengamatan
m	: Nomor urut data
n	: Banyaknya data
I_n	: Intensitas curah hujan menurut waktu konsentrasi dan masa periode ulangnya (mm/jam)
$R_{24(n)}$: Curah hujan maksimum harian (24 jam), sesuai dengan periode ulang (mm/jam)
tc	: Waktu konsentrasi
S	: Kemiringan dasar saluran
C	: Koefisien aliran
I	: Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
Qs	: Kapasitas debit saluran (m ³ /detik)
V	: Kecepatan aliran (m/detik)
t1	: Elevasi titik awal/bagian tinggi (m)
t2	: Elevasi dibagian akhir/ bagian rendah (m)
L	: Panjang saluran dari titik awal ke akhir (m)

- A : Luas penampang basah (m²)
- B : Lebar bawah (m)
- H : Kedalaman saluran (m)
- P : Keliling basah (m)
- R : Jari-jari hidrolis (m)
- n : Angka kekasaran saluran manning
- Q : Besarnya debit air yang mampu ditampung saluran

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. 3 Mengukur Lebar Saluran Exsisting.....	40
Lampiran. 2 Mengukur Panjang Saluran Exsisting	40
Lampiran. 1 Mengukur Kedalaman Saluran Exsisting.....	40

**“TINJAUAN TEKNIS PERMASALAHAN BANJIR DI DESA PACUL
KABUPATEN BOJONEGORO SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA
BANJIR TERINTEGRASI”**

ABSTRAK

Banjir merupakan permasalahan serius yang sering kali mengancam desa-desa, termasuk di Jl. Serma Abdullah Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro. Desa Pacul ini terletak di daerah dataran rendah yang rentan terhadap banjir akibat intensitas hujan yang tinggi serta kurangnya infrastruktur pengendalian banjir yang memadai. Banjir menyebabkan beberapa kerugian dalam bidang ekonomi, sosial, dan lingkungan yang signifikan bagi penduduk desa. Termasuk kerusakan tanaman dan infrastruktur. Penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data, melakukan observasi lapangan dan studi literatur yang bertujuan untuk mendapatkan landasan teori yang berkaitan dengan penelitian. Analisis distribusi curah hujan dilakukan dengan metode Log Pearson Type III, perhitungan debit rencana menggunakan metode rasional dengan periode ulang 5 tahun. Dan kapasitas daya tampung (Q_s) dari saluran masih belum mencukupi daya tampung saluran drainase, sehingga saluran perlu perbaikan atau perencanaan ulang. Selain itu, partisipasi masyarakat juga sangat diperlukan dalam upaya mitigasi banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis permasalahan banjir di Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro dengan pendekatan partisipatif melibatkan semua pemangku kepentingan, diharapkan dapat diciptakan solusi yang berkelanjutan dan dapat mengurangi bencana banjir di masa depan.

Kata Kunci : Banjir, Genangan, Debit Rencana, Kapasitas Saluran .

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan suatu masalah yang masih perlu mendapatkan perhatian khusus dari berbagai pihak, baik dari pemerintah maupun masyarakat sekitar. Untuk meminimalisir bencana banjir ini di perlukan kesadaran kepada masyarakat.

Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan yang di atas normal, perubahan suhu, tanggul/ bendungan yang bobol pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain (Ligal,2008). Penyebab utama terjadinya banjir ini di sebabkan oleh beberapa faktor yaitu curah hujan yang tinggi/ hujan lebat yang tinggi dalam waktu singkat dapat menyebabkan banjir, kelebihan air sungai yang tidak dapat di atasi oleh saluran air yang ada, dan adanya sistem drainase yang kurang memadai sehingga air tidak dapat mengalir dengan baik.

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), ada 2 kategori terkait faktor penyebab terjadinya banjir yaitu banjir alami dan banjir akibat tindakan manusia. Banjir alami di pengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi, dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase, dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir akibat tindakan manusia disebabkan akibat ulah manusia yang menyebabkan perubahan lingkungan seperti perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan pemukiman di sekitaran bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, rusaknya hutan (vegetasi alami), dan perencanaan sistem pengendali banjir yang tidak tepat.

Mitigasi (*Mitigation*) adalah tindakan fokus perhatian untuk mengurangi dampak dari ancaman dengan demikian dapat mengurangi dampak negatif bencana terhadap kehidupan yang sesuai dengan ekologi. Menurut Cambridge Digtionary, Mitigasi adalah tindakan mengurangi seberapa berbahaya, tidak menyenangkan, atau buruknya sesuatu. Sedangkan menurut Meriam Webster, Mitigasi merupakan tindakan mengurangi sesuatu atau keadaan yang dikurangi, proses atau hasil membuat sesuatu yang kurang parah, berbahaya, menyakitkan, keras, atau merusak.

Terdapat 2 jenis mitigasi, yaitu mitigasi struktural dan mitigasi non-struktural. Mitigasi Struktural merupakan suatu usaha mengurangi bencana dengan melakukan pembangunan sarana dan prasarana fisik dengan memanfaatkan teknologi. Dan Mitigasi Non-struktural dapat diartikan dengan kebalikan dari mitigasi struktural yaitu jenis mitigasi yang dilakukan selain pembangunan prasarana fisik.

Perbedaan Mitigasi Struktural dan Non-struktural :

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa mitigasi struktural berfokus pada pembangunan dan penggunaan fisik untuk mengurangi dampak bencana, sedangkan mitigasi non-struktural melibatkan upaya mengurangi dampak bencana tanpa pembangunan fisik.

Salah satu desa di Kabupaten Bojonegoro yang sering terjadi banjir adalah Desa Pacul. Faktor terjadinya banjir di Desa Pacul ini berawal dari luapan air yang mengalir dari arah selatan serta saluran drainase yang kurang efektif, sehingga air tidak dapat mengalir dan menyebabkan banjir. Bencana banjir ini tidak dapat di hindari, tetapi dapat diminimalisir dampaknya dengan cara penanggulangan terhadap banjir.

Terdapat 2 metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu metode Analisis Empiris dan Analisis Spasial atau survei lapangan, wawancara, analisis GIS (*Geographic Information System*), data curah hujan, menghitung Debit aliran air dan permasalahan kelancaran pembuangan air.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis mengambil judul **“Tinjauan Teknis Permasalahan Banjir Di Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Banjir Terintegrasi”**.

1.2 Perumusan Masalah

Sebagaimana rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana infrastruktur pengendalian banjir di Desa Pacul saat ini dan seberapa efektifnya?
2. Apa saja faktor - faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir di Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro?

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan di Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro.
2. Metode yang digunakan adalah metode analisis empiris/metode analisis spasial, metode Polygon Thiessen dan Log Pearson III.

1.4 Keaslian TA

Menyatakan bahwa uji penelitian mengenai **“TINJAUAN TEKNIS PERMASALAHAN BANJIR DI DESA PACUL KABUPATEN BOJONEGORO SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA BANJIR TERINTEGRASI”** asli dan belum pernah di lakukan oleh mahasiswa lain.

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :

1. Untuk mengetahui infrastruktur pengendalian banjir di Desa Pacul saat ini dan seberapa efektifnya.
2. Untuk mengetahui apa saja faktor - faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir di Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk menerapkan teori - teori yang di dapat dari penelitian mengenai faktor-faktor terjadinya bencana banjir, serta dapat memberikan solusi tentang kondisi infrastuktur bencana banjir kepada masyarakat maupun aparatur desa.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistem Penulisan Tugas Akhir ini berdasarkan pada pedoman penulisan penyusunan Tugas Akhir di Universitas Bojonegoro, Susunan dari Tugas Akhir ini sebgai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika tugas akhir.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Memberikan uraian tentang teori yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir antara lain, : pengertian banjir, pengertian drainase , dan jenis-jenis drainase.

BAB III : METODE PENELITIAN

Mencakup tentang kerangka penelitian dan rumus data,metode penyampaian data dan metode analisis data.

BAB IV : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan terkait hasil objek penelitian, data yang diperoleh, dan hasil analisis serta perhitungan.

BAB V : PENUTUP

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Banjir

2.1.1 Pengertian Banjir

Banjir merupakan suatu peristiwa meluapnya air dengan kapasitas yang cukup banyak disebabkan oleh curah hujan tinggi, minimnya kesadaran masyarakat terhadap kebersihan sungai. Hal itu mengakibatkan air tidak dapat di serap dengan cepat oleh tanah atau tidak dapat di alirkan oleh saluran air yang ada.

Faktor - faktor penyebab banjir disebabkan oleh beberapa faktor yaitu (Bpbd, 2013)

1. Hujan : Dalam jangka waktu yang panjang atau besarnya curah hujan selama sehari – hari.
2. Erosi Tanah : Menyisakan batuan yang menyebabkan air hujan mengalir deras atas permukaan tanah tanpa terjadi resapan.
3. Buruknya penanganan sampah : Yang menyumbat saluran – saluran air sehingga tubuh air meluap dan membanjiri daerah sekitarnya.
4. Pembangunan tempat pemukiman : Dimana tanah kosong di ubah menjadi jalan atau tempat parkir yang menyebabkan hilangnya daya resap air hujan.
5. Bendungan dan saluran air yang rusak : Walaupun tidak sering terjadi tetapi bisa menyebabkan banjir terutama pada saat musim hujan deras yang panjang.
6. Keadaan tanah dan tanaman : Tanah yang di tumbuh banyak tanaman mempunyai daya serap air yang besar. Tanah yang tertutup semen, paving, atau aspal sama sekali tidak dapat menyerap air.
7. Di daerah bebatuan : Daya serap air sangat kurang sehingga bisa menyebabkan banjir kiriman atau banjir bandang.

2.2 Drainase

Drainase merupakan saluran yang digunakan untuk menyalurkan air berlebih dari sebuah kawasan seperti perumahan, perkotaan, dan jalan. Sistem saluran ini memiliki saran yang sangat penting untuk menghindar terjadinya genangan air di permukaan.

Kegunaan saluran drainase antara lain (Suripin, 2004) :

1. Mengeringkan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
2. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
3. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan, dan bangunan yang ada.
4. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi banjir.

2.2.1 Sistem Drainase

Sistem jaringan drainase merupakan bagian dari infrastruktur pada suatu kawasan, drainase masuk pada kelompok infrastruktur air pada pengelompokan infrastruktur wilayah, selain itu ada kelompok jalan, kelompok sarana transportasi, kelompok pengolahan limbah, bangunan kota, kelompok energy dan kelompok telekomunikasi (Syapawi, 2013).

Menurut R. J. Kodoatie system jaringan drainase di dalam wilayah kota di bagi atas beberapa bagian, yaitu :

1. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. sistem drainase untuk lingkungan pemukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

2. Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran atau badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan. Biasanya saluran drainase mayor ini disebut juga dengan saluran dengan system jaringan utama (major system) atau drainase primer. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

2.2.2 Drainase Jalan Raya

Salah satu aspek perencanaan jalan raya adalah melindungi jalan dari air permukaan dan air tanah. Dengan kata lain drainase merupakan salah satu faktor terpenting dalam perencanaan pekerjaan jalan. Genangan air yang menggenang di permukaan jalan raya dapat memperlambat laju kendaraan dan dapat mengganggu pandangan akibat cipratan air yang berujung pada kecelakaan. Jika air masuk ke struktur jalan , perkerasan dan tanah dasar (*subgrade*) akan menjadi lemah dan akan membuat konstruksi jalan akan rentan terhadap kerusakan. Kecepatan air yang rendah pada drainase dapat menyebabkan pengendapan atau sedimentasi yang dapat mengakibatkan terjadinya penyempitan dan penyumbatan (Meilianda et al., 2021).

2.2.3 Drainase Perkotaan

Drainase perkotaan adalah sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi kawasan permukiman, industry, perdagangan, sekolah, rumah sakit, lapangan olahraga, lapangan parkir, instalasi militer, instalasi listrik, telekomunikasi, pelabuhan udara, pelabuhan laut, atau sungai serta fasilitas umum lainnya yang termasuk bagian dari sarana kota. Desain drainase perkotaan berkaitan dengan tata guna lahan, tata ruang kota, master plan drainase kota dan kondisi social budaya masyarakat terhadap kedisiplinan dalam membuang sampah (Ningrum & Ginting, 2020).

2.2.4 Genangan Air

Genangan air di kawasan perkotaan khususnya didaerah dataran rendah dekat pantai, bisa berasal dari 3 sumber yaitu air yang meluap dari hulu ke sungai induk, hujan setempat, dan genangan akibat air pasang (Saputra et al., 2021). Genangan air merupakan suatu keadaan yang dimana terjadi penumpukan volume air pada suatu tempat karena luapan air dari tempat lain.

Sistem drainase yang baik adalah sistem drainase yang dapat membebaskan suatu kawasan kota dari genangan air. Genangan air juga menyebabkan kotornya lingkungan serta menjadi sarang nyamuk dan sumber penyakit bagi masyarakat sekitar.

2.2.5 Penanganan drainase perkotaan

- a. Pembuatan bak control dan saringan agar sampah yang masuk dalam drainase dapat di buang dengan cepat dan tidak menumpuk.
- b. Diadakannya penyuluhan kepada masyarakat tentang pentingnya kesadaran membuang sampah pada tempatnya dan senantiasa menjaga kebersihan lingkungan.
- c. Normalisasi dan perbaikan saluran drainase sehingga saluran drainase dapat berfungsi sebagaimana semestinya.

2.2.6 Jenis-jenis Drainase

1. Drainase Alami

Drainase Alami (*Natural Drainage*) adalah drainase yang terbentuk secara alami tanpa adanya bangunan seperti gorong – gorong / pemasangan batu beton dan sebagainya. Hal ini terbentuk akibat dari gerakan alami air akibat gravitasi bumi.



Gambar 2. 1 Drainase Alami

Sumber : <https://www.pinhome.id/kamus-istilah-properti/drainase/>

2. Drainase Buatan (Artificial Drainage)

Drainase Buatan (Artificial Drainage) adalah drainase yang dengan sengaja dibuat oleh manusia dengan tujuan tertentu. Sistem drainase tersebut membutuhkan beberapa bangunan khusus seperti selokan, gorong – gorong, dan pemasangan bata beton.



Gambar 2. 2 Drainase Buatan

Sumber : <https://www.pinhome.id/kamus-istilah-properti/drainase/>

3. Drainase Terbuka

Drainase Terbuka mempunyai fungsi untuk mengalirkan air yang tidak mengandung limbah seperti air hujan.



Gambar 2. 3 Drainase Terbuka

Sumber : <https://www.pinhome.id/kamus-istilah-properti/drainase/>

4. Drainase Tertutup

Drainase Tertutup mempunyai fungsi yaitu untuk mengalirkan udara yang mengandung zat / limbah berbahaya. Jika tidak di tutup maka akan membahayakan kesehatan masyarakat atau lingkungan sekitar.



Gambar 2. 4 Drainase Tertutup

Sumber : <https://www.pinhome.id/kamus-istilah-properti/drainase/>

5. Drainase Permukaan Tanah (Surface Drainage)

Sesuai dengan namanya, Drainase Permukaan Tanah bertujuan untuk mengalirkan aliran air dari permukaan suatu kawasan. Fungsi drainase ini yaitu untuk mengalirkan udara ke permukaan sehingga tidak ada genangan air di tanah.



Gambar 2. 5 Drainase Permukaan Tanah

Sumber : <https://www.pinhome.id/kamus-istilah-properti/drainase/>

6. Drainase Bawah Tanah (Sub Surface Drainage)

Drainase Bawah Tanah ini biasanya digunakan di sejumlah wilayah, daerah perkotaan. Umumnya jenis ini membutuhkan pipa atau bahan lainnya sebagai media penyaluran udara, saluran drainase ini lebih banyak digunakan karena lokasinya tersembunyi sehingga tidak mengganggu aktifitas di permukaan tanah.



Gambar 2. 6 Drainase Bawah Tanah

Sumber : <https://www.pinhome.id/kamus-istilah-properti/drainase/>

2.3 Analisis Empiris

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Empiris artinya berdasarkan pengalaman (terutama yang diperoleh dari penemuan, percobaan, pengamatan yang telah dilakukan). Analisis Empiris merupakan pendekatan penelitian yang menggunakan data

hasil dari pengamatan langsung atau pengalaman nyata. Metode Analisis Empiris dapat juga mencakup eksperimen, observasi langsung, dan analisis kualitatif data.

Berikut beberapa prinsip umum digunakan dalam penelitian Empiris:

1. Pengumpulan data : Data di peroleh melalui pengamatan, survei, dan pengumpulan data lapangan.
2. Analisis Data : Data di analisis untuk mengidentifikasi pola / hubungan. Analisis data dapat melibatkan teknik kualitatif atau pendekatan lainnya.
3. Kesimpulan : Berdasarkan analisis data di atas, peneliti membuat kesimpulan dari hasil pengamatan yang di teliti.

Penelitian Empiris terdapat 2 jenis penelitian, yaitu penelitian Kuantitatif dan penelitian Kualitatif :

- **Penelitian Kuantitatif** : Digunakan untuk mengumpulkan informasi melalui data numerik. Beberapa metode yang umum di gunakan adalah survei, jejak pendapat, dan lain-lain.
- **Penelitian Kualitatif** : Digunakan untuk mengumpulkan data non numerik. Jenis metode ini memberikan lebih banyak wawasan atau informasi mendalam tentang masalah, contohnya seperti kelompok fokus, eksperimen, wawancara, dan lain-lain.

Metode penelitian Kuantitatif membantu menganalisis hasil bukti Empiris.

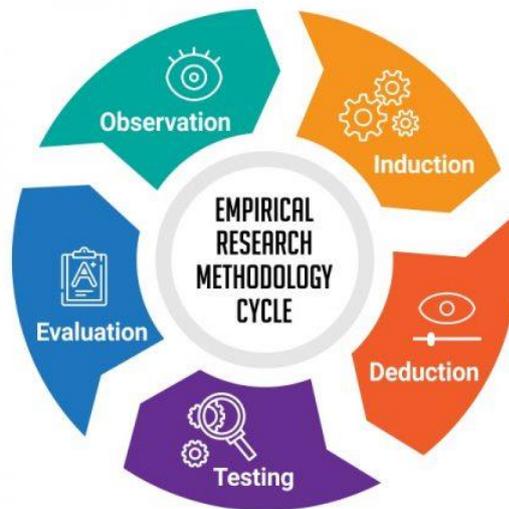
- **Penelitian survei** : penelitian ini umumnya melibatkan audiens yang besar dalam mengumpulkan data dalam jumlah besar. Karena kesederhanaannya, metode inimerupakan salah satu metode yang paling umum digunakan untuk semua jenis penelitian.
- **Penelitian eksperimental** : penelitian ini digunakan untuk memeriksa sebab akibat. Proses metode seperti itu biasanya mengajukan hipotesis, bereksperimen, menganalisis data dan menguji apakah temuan tersebut mendukung teori atau tidak.

Metode penelitian Kualitatif digunakan untuk memperoleh kesimpulan yang mendukung teori atau hipotesis yang di teliti.

- **Studi kasus** : metode studi kasus ini digunakan untuk mencari informasi lebih lanjut terkait kasus-kasus yang ada. Hal ini sangat sering digunakan untuk penelitian bisnis atau bukti dari hasil penelitian empiris untuk tujuan penyelidikan.
- **Metode observasi** : metode observasi adalah suatu proses penelitian dengan mengamati dan mengumpulkan data dari sarannya. Biasanya penelitian ini berbentuk kualitatif, namun ada beberapa kasus juga yang bisa bersifat kuantitatif tergantung apa yang sedang di teliti.

- **Wawancara** : salah satu metode yang sering digunakan juga karena sangat memungkinkan peneliti untuk mendapatkan data yang tepat.

Siklus metodologi penelitian Empiris



Gambar 2. 7 Gambar Siklus Metodologi Empiris
Sumber : Google.com

AD de Groot, seorang ahli psikologi Belanda melakukan beberapa eksperimen dan ia menemukan siklus yang konsisten dan kini telah banyak digunakan sebagai bahan penelitian. Penelitian Empiris terdapat 5 fase siklus empirisnya, yaitu

1. **Pengamatan** : Pada fase ini data empiris dikumpulkan dengan menggunakan observasi.
2. **Induksi** : Penalaran induktif untuk membentuk kesimpulan dari data hasil observasi.
3. **Deduksi** : Fase ini membantu peneliti dalam menyimpulkan kesimpulan dari eksperimennya. Hal ini harus di dasari dengan logika dan rasionalisme untuk menghasilkan hasil yang spesifik.
4. **Pengujian** : Fase ini melibatkan peneliti kembali ke metode empiris untuk menguji hipotesisnya.
5. **Evaluasi** : Fase ini merupakan fase yang sangat penting untuk menambah pengetahuan. Pada fase ini peneliti mengemukakan data yang telah di peroleh, argumen pendukung dan kesimpulannya.

2.4 Analisis Spasial

Analisis Spasial mempelajari entensitas dengan memeriksa, menilai atau mengevaluasi dan memodelkan fitur data spasial seperti lokasi, atribut dan hubungan yang mengungkapkan sifat geometris dan geografis data.

Analisis spasial merupakan suatu komponen yang sangat penting dari Sistem Informasi Geografis (GIS). Cara kerja analisis spasial secara detail adalah

1. Pengumpulan data

Pengumpulan data ini mencakup dari berbagai sumber, termasuk perangkat penginderaan jauh seperti LIDAR (deteksi dan jangkauan cahaya) dan system udara. Data yang diperoleh digunakan untuk membuat peta yang mengungkapkan distribusi geografis entitas. Misalnya, peta yang menunjukkan suhu di berbagai wilayah.

2. Analisis data

Pada langkah yang kedua ini, data yang harus di kumpulkan dianalisis menggunakan system AI dan ML untuk mendapatkan hasil. Misalnya, objek dapat mencakup perguruan tinggi, zona lalu lintas, kawasan pemukiman, dll.

3. Penyajian data

Penyajian data pasca analisis dapat memakan waktu lumayan lama karena kita perlu menyoroti elemen-elemen penting untuk mengungkapkan penemuan tersebut. Selain itu, alat visualisasi 3D menambahkan variable ke data 2D dan memberikan perpektif yang lebih baik. Hal seperti ini mengoptimalkan strategi perencanaan dan implementasi, sehingga dapat menghasilkan solusi yang lebih baik untuk permasalahan yang di modelkan.

Untuk kebutuhan input data penelitian menggunakan metode analisis spasial, maka dilakukan survey pengambilan data yang meliputi wawancara. Survey pengambilan data primer meliputi survey kondisi aliran air pada saluran drainase, observasi dampak, dan wawancara kepada masyarakat. Disamping itu data sekunder didapat melalui sumber dari instansi terkait, laporan kegiatan penanganan banjir dan hasil kajian akademis baik secara kuantitatif maupun kualitatif.

2.5 Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh ke permukaan tanah dalam suatu wilayah atau lokasi tertentu dan biasanya di ukur dalam satuan milimeter (mm) atau inch (in). Curah hujan adalah faktor penting dalam menentukan ketersediaan air dan lingkungan hidup suatu wilayah. Ketika melakukan analisis curah hujan penting untuk memperhitungkan variasi musiman, trend jangka panjang, dan pola curah hujan ekstrim. Data curah hujan biasanya dikumpulkan melalui pos hujan diberbagai wilayah.

Alat pengukur curah hujan, antara lain:

Pengukuran hujan dapat dilakukan menggunakan alat yaitu ombrometer. Cara kerja alat ini adalah dengan mengukur tinggi jumlah air yang tertampung. Dan ombrometer sendiri dibagi menjadi 2 macam, yaitu ombrometer manual dan ombrometer otomatis / perekam.

1. Ombrometer Manual

Ombrometer Manual adalah alat penakar hujan yang berupa ember atau barang yang tidak bisa di takar ukurannya. Ombrometer Manual sendiri dibagi menjadi 2 jenis, yaitu

- Ombrometer Biasa

Ombrometer Biasa adalah alat penakar hujan yang cara kerjanya paling sederhana. Bahan pembuatnya dari seng dengan tinggi 60 cm dan pipa paralon dengan tinggi 100 cm.

- Ombrometer Observatorium

Jenis pengukuran ini menggunakan gelas ukur sehingga telah mencapai standart mengukur curah hujan. Cara kerja Ombrometer Observatorium ini sangat mudah di pakai oleh orang awam, tetapi kadang hasil dari pengukuran 24 jam ini sering terjadi perbedaan antara alat pengukur yang lain.

2. Ombrometer Otomatis

Ombrometer Otomatis merupakan alat yang menggunakan mekanisme otomatis tanpa campur tangan orang lain sebagai proses dan pencatatannya. Berikut beberapa jenis ombrometer otomatis, antara lain :

- Penakar hujan tipe Hellman
- Tipping bucket
- Bendix
- Weighing bucket
- Optical
- Tilting sipbon
- Floating bucket

Jenis-jenis curah hujan :

Menurut buku *Geografi*, ada 3 jenis, yaitu :

1. Pola Ekuatorial

Pola Ekuatorial biasanya dicirikan oleh dua kali maksimal curah hujan bulanan dalam satu tahun. Hal ini sebagian besar terjadi di daerah Sumatera dan Kalimantan.

2. Pola Monsun

Pola Monsun ini di pengaruhi oleh angin darat dan angin laut dalam skala yang sangat luas. Wilayah yang mengikuti alur pola monsun ini adalah pulau jawa, pulau bali, dan kepulauan nusa tenggara.

3. Pola Lokal

Pola ini sangat dipengaruhi oleh kondisi atmosfer dan fisiografis daerah tersebut. Jenis pola hujan ini biasanya terjadi di Indonesia bagian kepulauan Maluku, pulau papua, dan sebagian pulau Sulawesi.

2.5.1 Curah Hujan Rata – rata Daerah

Data curah hujan yang digunakan untuk perhitungan dalam debit banjir adalah hujan yang turun pada suatu DAS dalam rentang waktu yang bersamaan. Data curah hujan dan debit merupakan data paling dasar dalam perencanaan dan penelitian saluran.

Dalam merancang rancangan pengendalian banjir, data yang dibutuhkan adalah data hujan rata-rata dari seluruh wilayah yang terkait bukan pada suatu wilayah tertentu. Secara umum ada 3 metode yang digunakan dalam menghitung curah hujan rata-rata seluruh kawasan yaitu Metode Rata-Rata Aljabar, Metode Polygon Thiessen, Metode Isohyet.

a. Metode Rata-Rata Aljabar

Metode ini merupakan metode yang paling mudah dalam perhitungan hujan kawasan serta metode ini berasumsi bahwa semua penakar hujan memiliki pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi datar yang luasnya kurang dari 500, alat penakar tersebar merata/ hamper merata, dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya.

b. Metode Polygon Thiessen

Besarnya koefisien Thiessen tergantung dari seberapa luas daerah pengaruh stasiun hujan yang dibatasi oleh polygon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung stasiun (Soemarno: 1999).

c. Metode Isohyet

Metode ini adalah metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun membutuhkan keahlian dan pendalaman. Cara ini memperhitungkan secara actual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. Metode isohyet cocok untuk daerah berbukit dan daerah tidak beraturan dengan luas lebih dari 5000 km² (Maruapey et al., 2024).

Dalam studi ini, metode polygon thiessen atau yang sering disebut dengan metode rata-rata timbang (*weighted mean*) yang digunakan untuk mendapatkan besarnya jumlah hujan rata-rata daerah. Cara ini cocok dengan daerah yang memiliki luas lebih dari 500-5000 km².

Sisi setiap polygon merupakan batas luas daerah efektif daerah tangkapan air yang diasumsikan untuk stasiun tersebut. Luas masing-masing polygon ditentukan

dengan dengan planimetri dan dinyatakan dalam prosentase dari luas keseluruhan daerah tangkapan air hujan.

2.5.2 Analisis Curah Hujan

Analisis Curah Hujan adalah serangkaian proses pengolahan data curah hujan yang dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi meteorology suatu pengukur untuk menganalisis kualitas dan kuantitas data yang tercatat, kemudian menghitung distribusi frekuensi yang dapat dipilih dan dilanjutkan dengan perhitungan distribusi frekuensi yang dipilih dan dapat nilai intensitas curah hujan periode ulang tertentu (Soewarno:1955). Tujuan dari analisis ini adalah untuk menentukan jumlah analisis statistic curah hujan, yang di perhitungkan dalam menghitung debit banjir yang di rencanakan (Sosrodarsono:1989).

Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien skewness (koefisien kemencengan). Analisis distribusi frekuensi yang sering digunakan yaitu : Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Distribusi Gumbel.

2.5.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Metode studi yang dipakai adalah Metode Log Pearson Type III untuk menentukan besarnya curah hujan rancangan. Persamaannya sebagai berikut :

1. Hitung nilai rata-rata

$$\text{Log } x = \frac{\log \sum xi}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

n = jumlah data

2. Hitung Standart Deviasi

$$sd = \frac{\sum(\log xi - \overline{\log xi})^2}{n - 1} \dots \dots \dots (2.2)$$

3. Hitung Nilai Koefisien Kemencengan

$$cs = \frac{n \times \sum(\log xi - \log x)^3}{(n - 1) \times (n - 2) \times \sigma \log xi^3} \dots \dots \dots (2.3)$$

4. Persamaan Log Pearson Type III

$$\log x_T = \log \bar{x} + (K \times Sd) \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

Log X_T = curah hujan rancangan kala ulang T tahun

Log \bar{x} = rerata logaritma

Sd = standart deviasi

Tabel 2. 1 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson III

Koefisien 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	-0.396	0.42	1.18	2.278	3.152	4.051	4.97	7.25
2.5	-0.36	0.518	1.25	2.262	3.048	3.845	4.652	6.6
2.2	-0.33	0.574	1.284	2.24	2.97	3.705	4.444	6.2
2	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.91
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.66
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.78	3.388	3.99	5.39
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.11
1.2	-0.195	0.732	1.34	2.087	2.626	3.149	3.661	4.82
1	-0.164	0.758	1.34	2.043	2.542	3.022	3.489	4.54
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.78	1.336	1.998	2.453	2.891	3.321	4.25
0.7	-0.116	0.79	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.8	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.96
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.91	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.88	2.261	2.615	2.949	3.67
0.3	-0.05	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-0.033	0.83	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.38
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.4	2.67	3.235
0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.09
-0.1	0.017	0.836	1.27	1.716	2	2.252	2.482	2.95
-0.2	0.033	0.85	1.258	1.68	1.945	2.178	2.388	2.81
-0.3	0.05	0.853	1.245	1.643	1.89	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.54
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.4
-0.6	0.099	0.857	1.2	1.528	1.72	1.88	2.016	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.15
-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	1.66	1.749	1.91
-1	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.8
-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	1.27	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.28
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.13
-2	0.307	0.777	0.895	0.959	0.98	0.99	0.995	1
-2.2	0.33	0.752	0.844	0.888	0.9	0.905	0.907	0.91
-2.5	0.36	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.8	0.802
-3	0.396	0.636	0.66	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Sumber : Soewarno, 1995, Hidrologi

2.5.4 Uji Distribusi Frekuensi

Uji distribusi frekuensi digunakan untuk menentukan apakah distribusi yang dipilih dapat digunakan atau tidak di serangkaian data yang tersedia. Dalam penelitian ini menggunakan dua metode uji, yaitu : Uji Chi Square dan Uji Gumbel.

a. Uji Chi Square

Uji Chi Square digunakan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistic dari sampel yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji distribusi ini menggunakan parameter χ^2 . (Soewarno, 1995:194) :

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan :

χ_h^2 = parameter Chi Square terhitung

G = jumlah sub grup

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub grup ke i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub grup ke i

Tabel 2. 2 Distribusi Chi Square

dk	Derajat Kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718

18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,524	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	41,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,134	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber : Bonnier,1980

b. Uji Gumbel

Uji Gumbel digunakan untuk menentukan besarnya intensitas hujan rencana, pada metode ini biasanya digunakan untuk analisis limpasan permukaan dan frekuensi banjir pada suatu DAS.

Tabel 2. 3 Probabilitas Untuk Uji Gumbel

Derajat Bebas (V)	Probabilitas (a)				
	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
1	1.642	2.706	3.841	6.635	10.827
2	3.219	4.605	5.991	9.210	13.815
3	4.642	6.251	7.815	11.345	16.268
4	5.989	7.779	9.488	13.277	18.465
5	7.289	9.236	11.070	15.086	20.517
6	8.558	10.645	12.592	16.812	22.457
7	9.803	12.017	14.067	18.475	24.322
8	11.030	13.362	15.507	20.090	26.125
9	12.242	14.684	16.919	21.666	27.877
10	13.442	15.987	18.307	23.209	29.588
11	14.631	17.275	19.675	24.725	31.264
12	15.812	18.549	21.026	26.217	32.909
13	16.985	19.812	22.362	27.688	34.528
14	18.151	21.064	23.685	29.141	36.123
15	19.311	22.307	24.996	30.578	37.697
16	20.465	23.542	26.296	32.000	39.252
17	21.615	24.769	27.587	33.409	40.790
18	22.760	25.989	28.869	34.805	42.312
19	23.900	27.204	30.144	36.191	43.820
20	25.038	28.412	31.410	37.566	45.315

2.5.5 Analisis Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan rencana menggunakan metode “Monobe” dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_n = \frac{R_{24(n)}}{24} \times \frac{24}{tc} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

I_n = intensitas curah hujan menurut waktu konsentrasi dan masa periode ulangnya (mm/jam)

$R_{24(n)}$ = curah hujan maksimum harian (24 jam), sesuai dengan periode ulang yang direncanakan

tc = waktu konsentrasi

penentuan Tc menggunakan rumus kirpich seperti pada persamaan dibawah ini :

$$Tc = 0,0195 X \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0,77} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

L = panjang saluran

S = kemiringan dasar saluran

2.5.6 Koefisien Aliran Permukaan (C)

Koefisien pengaliran adalah perbandingan limpasan air hujan dengan total hujan yang menyebabkan limpasan. Sehingga untuk menghitung besarnya koefisien pengaliran rata-rata digunakan rumus rata-rata sebagai berikut : (CD. Soemarto,1978, 217) :

$$C = \frac{(A_1 \cdot C_1) + (A_2 \cdot C_2) + \dots + (A_n \cdot C_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana :

C = koefisien pengaliran

$A_1 A_2 A_n$ = luas pengaliran sungai (km²)

$C_1 C_2 C_n$ = koefisien pengaliran pada tata guna lahan yang berbeda

2.5.7 Debit Banjir Rencana

Hidrograf banjir rencana atau debit banjir rencana merupakan debit maksimum yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Untuk memperkirakan debit banjir rencana digunakan cara hidrograf satuan yang didasarkan oleh parameter dan karakteristik daerah pengalirannya.

Perumusan debit banjir maksimum dengan metode rasional :

$$Qp = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

C = koefisien aliran

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

A = luas daerah pengaliran kali (km²)

2.5.8 Kapasitas Saluran

Kapasitas merupakan tingkat kemampuan memproduksi secara optimum dari sebuah fasilitas, biasanya dinyatakan sebagai jumlah output dalam jangka waktu tertentu. Insinyur Irlandia Robert Manning (1889) mengemukakan rumus kapasitas debit saluranyang akhirnya disempurnakan sebagai berikut :

$$Q_s = V \cdot A = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

Qs = kapasitas debit saluran (m³/detik)

V = kecepatan aliran (m/detik)

R = jari-jari hidrolis (m)

n = angka kekasaran saluran

S = kemiringan dasar saluran

Tabel 2. 4 Harga n untuk rumus Manning (n) pada saluran buatan

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
1	Saluran tanah, lurus, teratur	0,0017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang diledakan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
8	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
9	Saluran pasangan batu, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
10	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
11	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
12	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
13	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,015	0,018

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian – penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Variabel atau Instrumen	Hasil Penelitian
1.	Ayu Sekar Ningrum (2020)	Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Mulai dari survey lapangan, wawancara, referensi-referensi, data-data dari internet.	Pendekatan analisis superimpose / overlay dengan System Informasi Geografis (SIG) untuk menganalisis tingkat bahaya, tingkat kerentanan, dan tingkat risiko pada kawasan rawan bencana banjir.	Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh maka ada 2 hal, yaitu : 1) Dengan melihat risiko berdasarkan hasil analisis yang ada dan kondisi pemukiman setiap kali banjir diharapkan pemerintah dapat mempertimbangkan rencana relokasi kawasan pemukiman yang lebih aman untuk ditinggali. 2) Pengaturan tata ruang yang berbasis mitigasi bencana banjir khususnya pada daerah aliran sungai.
2.	Nafsir, Muh. Fadli (2017)	Penelitian ini melakukan 2 analisis yaitu analisis deskriptif	System Informasi Geografis (SIG).	Kondisi presentase kondisi system jaringan drainase di masing-masing sub system, yaitu kondisi di SS01 =

		kualitatif dan analisis kuantitatif.		88,58% dan kondisi di SS02 = 88,46%. Dan berdasarkan pemahaman masyarakat Karunrung terhadap fungsi saluran drainase yang berkelanjutan sudah baik, 85,95% masyarakat sudah mengerti dan hanya 14,05% yang belum mengerti. Kesanggupan masyarakat Karunrung untuk membuat Sumur Resapan Air Hujan (SRAH) rendah 57,87% masyarakat menyatakan tidak sanggup membuat SRAH, 42,13% yang telah menyatakan sanggup.
3.	Nanda Galih Saputra (2021)	Pada penelitian ini penulis menggunakan penelitian Deskriptif Kualitatif, yaitu pengumpulan data melalui observasi lapangan,	Menggunakan teori strategi menurut Fred R. David (2017,3). Perumusan strategi, pelaksanaan strategi, dan evaluasi strategi.	Strategi formulasi dalam manajemen strategi badan penanggulangan daerah sudah di buktikan dengan dirumuskannya proses strategi penanganan bencana mulai dari pra-bencana, saat terjadi bencana dan pasca bencana. Dengan ini langkah penanganan

		survey lapangan dan wawancara kepada warga desa.		bencana di Desa Karanglinggar dapat tergambarkan. Walaupun untuk segi penggambaran kajian kerentanan kajian wilayah Desa Karanglinggar jangka panjang masih sebatas rekomendasi. Namun secara umum sebagai tahapan perumusan strategi di Desa Karanglinggar sudah berjalan baik.
4.	Syafna Jihan Maruapey, 2024	Penelitian Kuantitatif	Menggunakan strategi perhitungan matematika dalam perangkat lunak Microsoft excel.	Permasalahan yang terjadi akibat dari rusaknya saluran drainase karena kurang adanya pebaikan dari masyarakat maupun aparatur desa, dan diperlukan penanganan berupa perencanaan kembali saluran drainase di Jalan Wolter Monginsidi passo Kecamatan Bagua Kota Ambon.
5.	Ahmad Syapawi, 2013	Penelitian kuantitatif	Permasalahan drainase yang menyebabkan	Permasalahan yang terjadi akibat dari tidak lancarnya aliran air dari

			drainase tidak berfungsi sebagaimana semestinya.	badan jalan ke drainase samping, drainase yang jauh dari badan jalan, gorong-gorong yang berada dibawah trotoar tidak berfungsi karena inlet yang berada di trotoar sudah tertutup sedimen dan tertutup lapisan aspal akibat overlay yang dilakukan terus-menerus.
--	--	--	--	--

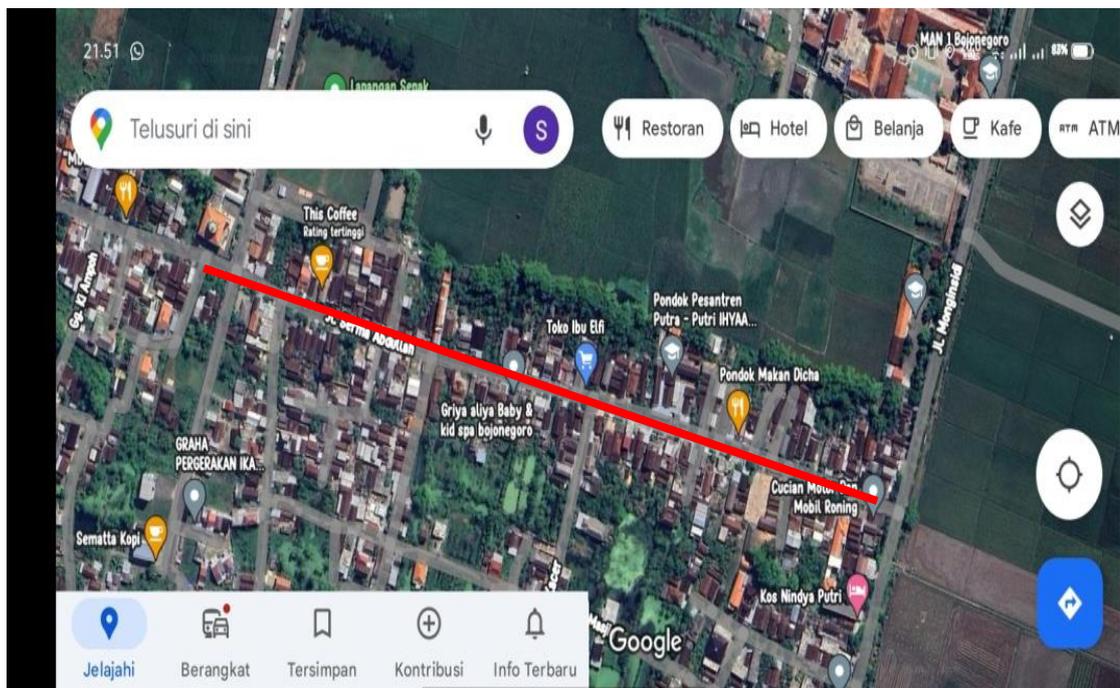
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, sebab penelitian ini merupakan salah satu jenis penelitian yang menggunakan metode observasi langsung dan perhitungan debit aliran air pada saluran drainase.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sepanjang Jl. Serma Abdullah Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro.



Gambar 3. 1 Lokasi Jl. Serma Abdullah Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro

Sumber : Google maps ($7^{\circ}10'27.0''S$ $111^{\circ}52'33.8''E$)

3.3 Metodologi Penelitian

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara utama yang digunakan dalam penelitian untuk mencapai tujuan dan menemukan akar dari masalah-masalah yang diajukan. Metode penelitian akan mengarahkan penelitian dengan tujuan penelitian.

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif untuk mengetahui debit aliran air pada saluran drainase untuk wilayah Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro. Menurut Sugiyono (2012:13) penelitian deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa

membuat perbandingan atau menghubungkan dengan variabel yang lain. Sedangkan metode kuantitatif menurut Sugiyono (2019) dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara acak, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif / statistik dengan tujuan menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya (Sugiyono,2007, Statistika untuk penelitian, Alfabeta, Bandung). Variabel penelitian ini digunakan untuk menghitung jumlah debit aliran air saluran drainase di Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Adapun beberapa hal yang perlu disiapkan dalam penyusunan hasil penelitian, antaralain :

1. Menyiapkan surat-surat yang diperlukan.
2. Mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan penelitian.
3. Mencari sumber informasi terkait dengan penelitian yang diambil.
4. Melakukan observasi lapangan.

3.6 Pengumpulan Data

Berdasarkan sumbernya, pengumpulan data dibagi menjadi 2 yaitu Data Primer dan Data Sekunder.

1. Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperlukan pertama kali oleh peneliti melalui upaya pengambilan data di lapangan / observasi langsung, meliputi :

- a) Data curah hujan
- b) Data debit aliran air
- c) Peta arah aliran air saluran drainase kota kabupaten Bojonegoro

2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah sekumpulan informasi yang telah ada sebelumnya dan digunakan sebagai pelengkap kebutuhan data penelitian, sehubungan dengan informasi yang sudah ada seperti dokumen-dokumen penting, jurnal, situs web internet, dan sebagainya.

3.7 Analisa Data

Analisa Data ini akan difokuskan pada hal-hal yang berhubungan dengan data curah hujan dan data debit aliran air

3.8 Metode Analisa Data

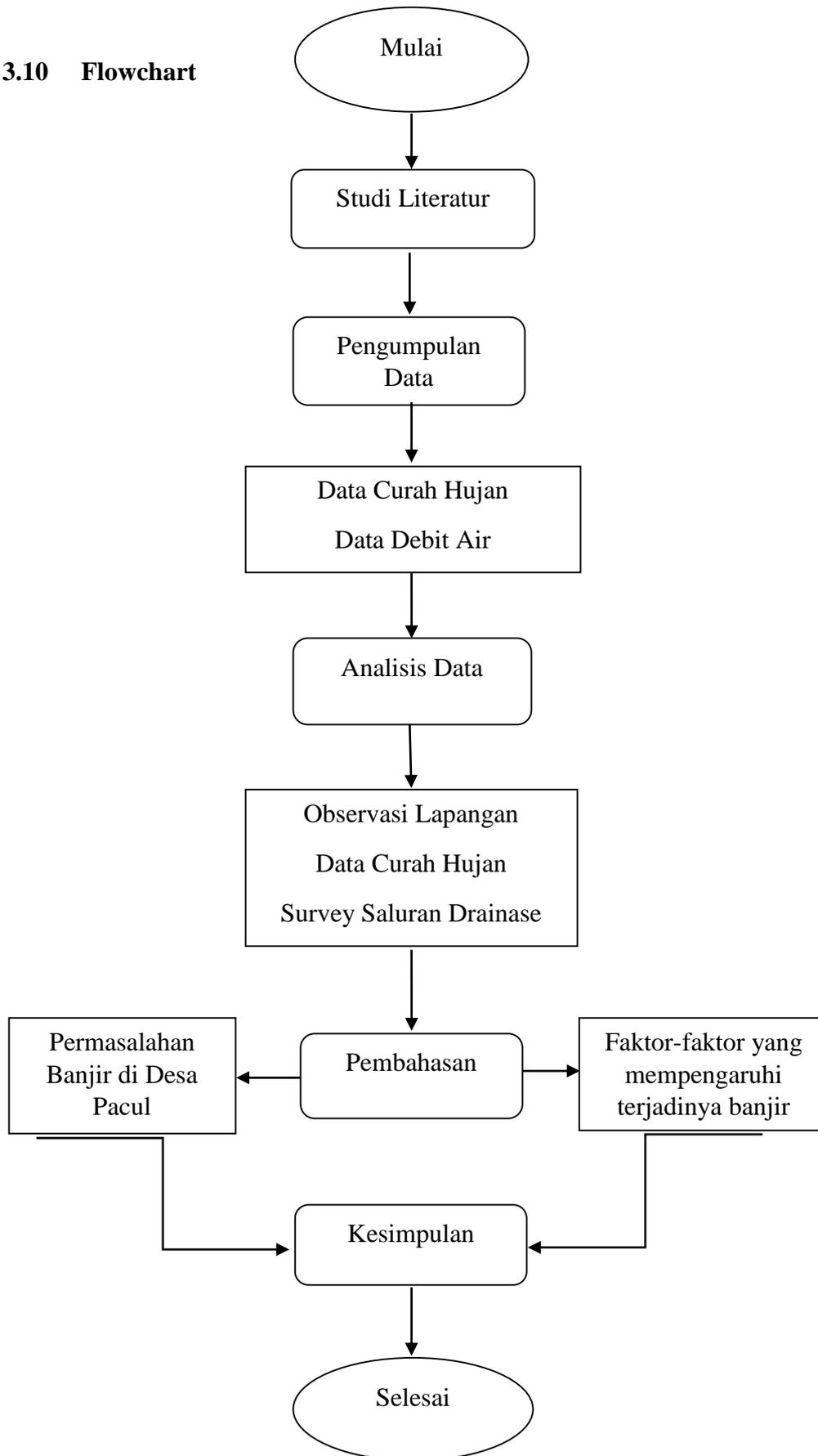
Metode Analisa Data adalah cara sistematis untuk memeriksa dan memahami data yang dikumpulkan dengan menggunakan teknik-teknik. Dalam penelitian ini ada beberapa tahapan-tahapan yang digunakan, yaitu :

- 1) Mengumpulkan data (observasi lapangan, data curah hujan, dan peta arah aliran air saluran drainase kota Kabupaten Bojonegoro).
- 2) Persiapan alat, pemilihan titik pengukuran, pengukuran, perekaman data.
- 3) Survey saluran drainase (perhitungan debit aliran air, pengambilan data hasil perhitungan debit air, perekaman data).

3.9 Penulisan Laporan

Tahapan penulisan dan pembuatan laporan tugas akhir penelitian tinjauan teknis permasalahan banjir di Desa Pacul Kabupaten Bojonegoro.

3.10 Flowchart

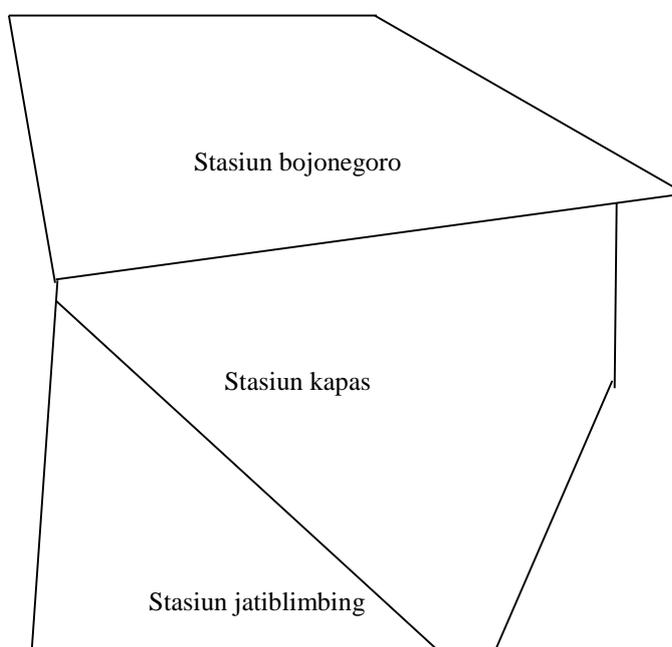


Gambar 3. 2 Bagan Alur Penelitian
Sumber : Peneliti 2024

BAB IV **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1 Penentuan Hujan Wilayah (Daerah Tangkapan Air)

Untuk menentukan hujan wilayah berdasarkan keadaan wilayah yang akan dianalisis, yaitu wilayah yang diteliti merupakan daerah yang datar dengan jumlah penakar hujan terbatas. Maka penentuan hujan wilayah dapat menggunakan metode *polygon thiessen*.



Gambar 3. 3 Polygon Thiessen 3 Stasiun Penakar Hujan

Sumber : Peneliti 2024

4.2 Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data hujan yang terletak di stasiun penakar hujan terdekat yang memiliki pengaruh besar terhadap daerah tangkapan air di lokasi yang diteliti. Dari hasil penentuan metode *polygon thiessen*, maka stasiun penakar hujan yang memiliki pengaruh terhadap daerah penelitian adalah penakar hujan di Bojonegoro. Data hujan yang diambil adalah data hujan selama 10 tahun terakhir, yaitu dari tahun 2014 sampai tahun 2023.

Secara geografis stasiun hujan Bojonegoro terletak pada 7' 09' 56,99'' Lintang Selatan dan 111' 53' 26'' Bujur Timur dengan nomor pos 35221501. Berikut ini adalah data hujan yang di peroleh dari dinas terkait :

Tabel 4. 1 Data curah hujan harian maksimum stasiun penakar hujan Bojonegoro

No	Tahun	Bulan												Rh Max
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
1	2014	34	40	48	76	18	22	7	0	0	6	44	54	76
2	2015	55	57	150	34	0	18	0	0	0	0	26	67	150
3	2016	78	77	20	47	10	44	21	24	48	62	63	34	78
4	2017	34	33	62	33	79	89	25	0	40	53	86	52	89
5	2018	36	82	55	22	14	11	0	0	0	0	25	27	82
6	2019	87	39	92	79	12	0	9	0	0	7	73	76	92
7	2020	87	82	93	78	14	1	25	13	26	38	80	55	93
8	2021	113	25	62	33	14	39	0	11	39	25	91	97	113
9	2022	33	49	57	32	49	37	21	87	30	92	90	52	92
10	2023	67	34	36	87	61	27	59	0	0	0	25	34	87
Rata-rata														95.2

Sumber : DPU SDA Bojonegoro

Tabel 4. 2 Data curah hujan maksimum stasiun penakar hujan Kapas

No	Tahun	Bulan												Rh Max
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
1	2014	41	61	49	81	22	12	14	0	0	12	18	95	95
2	2015	75	105	92	38	24	31	0	0	0	0	34	45	105
3	2016	34	58	62	34	15	41	14	34	20	45	78	35	78
4	2017	43	49	37	28	43	18	45	0	61	52	72	65	72
5	2018	54	43	47	32	42	20	0	0	0	0	18	0	54
6	2019	41	61	49	81	22	12	14	0	0	12	18	95	95
7	2020	14	52	64	70	35	2	23	28	26	65	73	50	73
8	2021	14	41	56	70	12	46	14	18	34	29	89	75	75
9	2022	31	46	51	49	54	40	18	121	32	89	93	40	121
10	2023	102	38	42	38	35	32	54	0	1	0	59	38	102
Rata-rata														87

Sumber : DPU SDA Bojonegoro

Tabel 4. 3 Data curah hujan maksimum stasiun penakar hujan Jatiblimbing

No	Tahun	Bulan												Rh Max
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
1	2014	51	40	95	50	30	31	0	0	0	25	40	72	95
2	2015	55	70	73	48	19	15	0	0	0	11	52	50	73
3	2016	41	55	48	56	40	33	3	82	49	41	77	56	82
4	2017	64	44	62	78	36	62	19	0	41	68	90	53	90
5	2018	106	133	95	22	17	5	0	0	0	0	20	31	133
6	2019	51	82	95	50	30	31	0	0	0	25	40	72	95
7	2020	41	78	84	100	36	0	42	30	0	31	121	87	121
8	2021	125	14	52	26	9	40	8	15	54	18	67	102	125
9	2022	24	82	58	40	44	15	39	30	63	65	92	21	92
10	2023	77	41	51	76	10	16	6	0	0	9	63	66	77
Rata-rata														98.3

Sumber : DPU SDA Bojonegoro

4.3 Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Dalam menentukan distribusi frekuensi curah hujan ini dapat menggunakan beberapa metode, metode yang digunakan disini adalah metode Log Pearson III pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 4 Perhitungan Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan

No.	Tahun	RX	LogX	Log X - log rata ²	log x - log rata ³	log x - log rata ⁴
1	2013	88.7	1.948	0.001	0.000	0.000
2	2014	77.7	1.890	0.001	0.000	0.000
3	2015	79.3	1.899	0.000	0.000	0.000
4	2016	65.3	1.815	0.011	-0.001	0.000
5	2017	85.7	1.933	0.000	0.000	0.000
6	2018	86.7	1.938	0.000	0.000	0.000
7	2020	93.7	1.972	0.003	0.000	0.000
8	2021	109.3	2.039	0.014	0.002	0.000
9	2022	88.3	1.946	0.001	0.000	0.000
10	2023	68.0	1.833	0.008	-0.001	0.000
Jumlah			19.212	0.039	0.000	0.000

Sumber : Perhitungan, 2024

Di dalam perhitungan metode Log Pearson III ini dibutuhkan beberapa parameter yaitu curah hujan rata-rata, standart deviasi, dan nilai kemencengan dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Rata-rata Curah Hujan (x_i)

$$\log x = \frac{\sum \log x_i}{n} = \frac{19,212}{10} = 1,921$$

$$x_i = 10^{1,921} = 83,37 \text{ mm}$$

2. Standart Deviasi (S)

$$sd = \frac{\sum(\log x_i - \log x)^{0,5}}{n - 1} = \frac{0,197}{10 - 1} = 0,066$$

3. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum(\log x_i - \log x)^3}{(n - 1) \times (n - 2) \times S^3} = \frac{10 \times (0,000)}{(9 \times 8 \times 0,066)^3} = -0,069$$

4. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{s}{v} = \frac{0,066}{1,921} = 0,034$$

5. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{100 \times \sum(\log x_i - \log x)^4}{(n - 1) \times (n - 2) \times (n - 3) \times S^4} = \frac{100 \times (0,000)}{9 \times 8 \times 7 \times 0,066^4} = 4,175$$

Berdasarkan Tabel nilai K untuk Distribusi Log Pearson III pada Tabel 2.2, maka nilai K dapat ditentukan, namun karena nilai -0,069 maka dihitung melalui cara interpolasi. Menentukan faktor kekerapan K_f .

Secara interpolasi didapatkan harga K :

- $K_2 = -0,033 + \frac{(-0,069) - (-0,2)}{(0,3) - (-0,2)} \times ((-0,050) - (-0,033)) = 0,01$
- $K_5 = 0,830 + \frac{(-0,069) - (-0,2)}{(0,3) - (-0,2)} \times (0,824 - 0,830) = 0,85$
- $K_{10} = 1,301 + \frac{(-0,069) - (-0,2)}{(0,3) - (-0,2)} \times (1,309 - 1,301) = 1,28$
- $K_{25} = 1,818 + \frac{(-0,069) - (-0,2)}{(0,3) - (-0,2)} \times (1,849 - 1,818) = 1,73$
- $K_{50} = 2,159 + \frac{(-0,069) - (-0,2)}{(0,3) - (-0,2)} \times (2,211 - 2,159) = 2,02$

Tabel 4. 5 Nilai K Hasil Distribusi Log Pearson III

No	Periode Ulang (T)	Koefisien (G)	Nilai K
1	2	-69	0,01
2	5	-69	0,85
3	10	-69	1,28
4	25	-69	1,73
5	50	-69	2,02

Sumber: Perhitungan, 2024

6. Perhitungan frekuensi curah hujan dengan rumus Log Pearson Type III

$$\text{Log } x_T = \text{log}\bar{x} + (K \times Sd)$$

Maka perhitungan Log Pearson III untuk setiap periode ulang adalah:

1. $\text{Log } X_2 = 1,921 + (0,01 \times 0,066) = 1,922$
 $X_2 = 10^{1,922} = 83,57 \text{ mm}$
2. $\text{Log } X_5 = 1,921 + (0,85 \times 0,066) = 1,977$
 $X_5 = 10^{1,977} = 94,77 \text{ mm}$
3. $\text{Log } X_{10} = 1,921 + (1,28 \times 0,066) = 2,005$
 $X_{10} = 10^{2,005} = 101,17 \text{ mm}$
4. $\text{Log } X_{25} = 1,921 + (1,73 \times 0,066) = 2,035$
 $X_{25} = 10^{2,035} = 108,36 \text{ mm}$
5. $\text{Log } X_{50} = 1,921 + (2,02 \times 0,066) = 2,054$
 $X_{50} = 10^{2,054} = 113,11 \text{ mm}$

Tabel 4. 6 Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang

Periode Ulang T (tahun)	k	Log XRT	Hujan Rancangan RT (mm)
2	0.01	1.92	83.57
5	0.85	1.98	94.77
10	1.28	2.01	101.17
25	1.73	2.03	108.36
50	2.02	2.05	113.11

Sumber: Perhitungan,2024

4.4 Uji Distribusi Frekuensi

4.4.1 Chi Square

Uji Chi Square digunakan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistic dari sampel yang di analisis.

Tabel 4. 7 Uji Chi Square

Periode Ulang T (tahun)	k	Log XRT	Hujan Rancangan RT (mm)
2	0.01	1.92	83.57
5	0.85	1.98	94.77
10	1.28	2.01	101.17
25	1.73	2.03	108.36
50	2.02	2.05	113.11

1. Kelas

$$G = 1 + (3,322 \text{ Log } n) = 1 + (3,322 \text{ Log } 10) = 4,32 \approx 5$$

2. Derajat Kebebasan (Dk)

$$Dk = G - R - 1 = 5 - 1 - 1 = 3$$

Nilai R = 1 dikarenakan distribusi pearson

$$3. E_i = \frac{N}{G} = \frac{10}{5} = 2$$

$$4. \Delta X = \frac{X_{max} - X_{min}}{K - 1} = \frac{2,039 - 1,815}{5 - 1} = 0,227$$

$$5. X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta X = 1,576 - 0,113 = 1,463$$

Tabel 4. 8 Uji Chi Square Distribusi Log Pearson III

No	Nilai Batas Tiap Kelas	Oi	Ei	(Oi - Ei) ²	(Oi - Ei) ² /Ei
1	≥1,815	1	2	1	0,500
2	1,815 ≥ Xi ≤ 1,848	1	2	1	0,500
3	1,848 ≥ Xi ≤ 1,940	4	2	4	2,000
4	1,940 ≥ Xi ≤ 2,039	3	2	1	0,500
5	≤2,039	1	2	1	0,500
Jumlah		10	10		2000

Sumber: Perhitungan, 2024

Dengan menggunakan signifikan DK = 3 dan (α) = 0,05 diperoleh nilai Chi Square kritis X² = 7,815. Dari hasil perhitungan diatas diperoleh X² hitung = 2,000 < X² tabel = 7,815, maka distribusi memenuhi syarat.

4.4.2 Uji Gumbel

Uji Gumbel digunakan untuk menyusun data curah hujan (X) mulai dari harga yang terbesar hingga harga yang terkecil. Uji Gumbel untuk Metode Log Pearson III dapat dilihat dari tabel 5.0

Tabel 4. 9 Uji Gumbel

Periode Ulang	Yn	Sn	Yt	Hujan Rancangan RT (mm)
2	0.4952	0.95	0.367	82.546
5	0.4952	0.95	1.500	97.701
10	0.4952	0.95	2.250	107.735
25	0.4952	0.95	3.199	120.413
50	0.4952	0.95	3.902	129.819

Sumber : Perhitungan, 2024

4.5 Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi curah hujan yang terjadi secara kontinyu pada kurun waktu tertentu yang dimana air tersebut berkonsentrasi. Intensitas hujan bisa dinotasikan dengan huruf I dengan satuan mm/jam. Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah Metode Mononobe.

Penentuan Tc menggunakan rumus Kirpich:

- Panjang Saluran (L) = 523m
- Elevasi Awal (t1) = 13,29
- Elevasi Akhir (t2) = 13,13
- Kemiringan Saluran (S)

$$s = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% = \frac{13,29 - 13,13}{324m} \times 100\% = 0,0005m$$

$$Tc = 0,0195 \times \frac{L}{\sqrt{S}}^{0,77} = 0,0195 \times \frac{324}{\sqrt{0,0005}} = 31,193 \text{ mnt} = 0,520 \text{ jam}$$

4.6 Perhitungan Debit Rencana

Besarnya debit banjir rancangan digunakan Metode Rasional. Dengan C (koefisien limpasan) digunakan 0,8 dikarenakan daerah yang diteliti merupakan area perkotaan. Nilai Catchment Area (A) = 0,039 km² diperoleh dari Dinas Pemukiman dan Cipta Karya Kabupaten Bojonegoro.

Perhitungannya sebagai berikut:

$$Qp = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Tabel 4. 10 Perhitungan debit rencana metode Rasional

Periode Ulang	R24(mm)	A(km ²)	C	I (mm/jam)	Q (m ² /dtk)
2	84,25	0,039	0,8	45,76	0,397
5	106,99	0,039	0,8	58,11	0,504
10	122,09	0,039	0,8	66,31	0,575
25	141,37	0,039	0,8	76,78	0,666
50	155,90	0,039	0,8	84,67	0,734

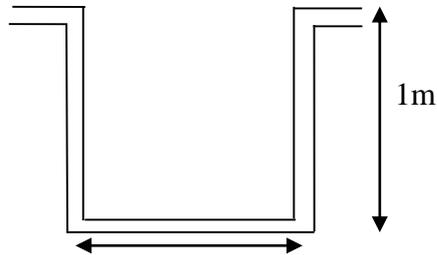
Sumber : Perhitungan, 2024

4.7 Perhitungan Hidraulika

Perhitungan Hidraulika yang dimaksudkan disini untuk mendapatkan deskripsi saluran, baik saluran terbuka ataupun saluran tertutup. Perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan adalah periode ulang 5 tahun karena saluran drainase yang ada di Jl. Serma Abdullah ini merupakan saluran sekunder yaitu saluran yang

menghubungkan saluran tersier dengan saluran primer (dibangun dengan beton/plesteran semen).

4.8 Dimensi Saluran Eksisting



Gambar 4. 1 Dimensi Saluran Eksisting Awal
Sumber : Peneliti 2024

- b. Kedalaman Saluran (h) = 1m = 100cm
- c. Panjang saluran = 523cm
- d. Harga (n) manning = 0,016
- e. Elevasi awal (t_1) = 13,29
- f. Elevasi akhir (t_2) = 13,13
- g. Kemiringan =

$$s = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% = \frac{13,29 - 13,31}{523m} \times 100\% = 0,0005 m$$

Dalam menentukan Radius Hidrolik (R) dibutuhkan nilai luas penampang dan keliling basah. Untuk luas penampang (A) dan keliling basah (P) diperoleh dari rumus :

- Penampang Basah

$$A = B \times H = 1,2 \times 1 = 1,2 m^2$$

Dimana :

A : luas penampang basah (m^2)

B : lebar saluran (m)

H : kedalaman saluran (m)

- Keliling Basah

$$P = 2h + b = 2(1) + 1,2 = 3,2 m$$

Dimana :

P : keliling basah (m)

b : lebar saluran (m)

h : kedalaman saluran (m)

- Jari-jari Hidrolis

$$R = \frac{A}{P} = \frac{1,2}{3,2} = 0,375 \text{ m}$$

Dimana :

R : jari-jari hidrolis (m)

A : luas penampang basah (m²)

P : keliling basah (m)

- Kecepatan Aliran

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} = \frac{1}{0,016} \cdot 0,375^{2/3} \cdot 0,0005^{1/2} = m/det$$

Dimana :

V : kecepatan aliran (m/detik)

R : jari-jari hidrolis (m)

n : angka kekasaran saluran

S : kemiringan dasar saluran

- Debit Saluran

$$Q = A \cdot V = 1,2 \text{ X } = m^3/det$$

Dimana :

Q : besarnya debit air yang mampu ditampung saluran

V : kecepatan aliran (m/detik)

Maka diketahui (Q_r) sebesar $0,0504 \text{ m}^3/det > (Q_s) 0,228 \text{ m}^3/det$ tidak memenuhi syarat sehingga perlu perencanaan ulang dimensi.

4.9 Hasil Penelitian

4.9.1 Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Jl. Serma Abdullah yang alirannya mengarah ke Di dapatkan hasil perhitungan intensitas hujan di stasiun Bojonegoro adalah 58,11 mm/jam, hasil analisis perencanaan diperoleh debit banjir rencana sebesar $0,504 \text{ m}^3/det$, dan kapasitas daya tampung debit saluran eksisting yang ada sebesar $0,228 \text{ m}^3/det$. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa daya kapasitas tampung debit saluran yang ada saat ini masih belum mencukupi debit banjir yang terjadi.

Selain hasil perhitungan, penulis juga melakukan observasi di lapangan. Berdasarkan observasi tersebut, ada beberapa penyebab terjadinya genangan air di Jl. Serma Abdullah yaitu : penumpukan sedimentasi, pembangunan saluran drainase yang tidak berlanjut dan pembuangan sampah disembarang tempat serta dimensi saluran yang tidak seragam akibat kurangnya pembersihan dan pemeliharaan secara teratur.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada Jl. Serma Abdullah, maka diperoleh beberapa kesimpulan yang diuraikan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan dengan periode ulang 5 tahun, intensitas hujan di stasiun Bojonegoro adalah 58,11 mm/jam, hasil analisis perencanaan diperoleh debit banjir rencana sebesar 0,504 m³/det, dan kapasitas daya tampung debit saluran eksisting yang ada sebesar 0,228 m³/det. Karena debit kapasitas tampung saluran eksisting 0,228 m³/det < debit banjir rencana 0,504 m³/det, dapat disimpulkan bahwa kapasitas daya tampung debit saluran yang ada saat ini masih belum dapat mencukupi debit banjir yang terjadi, maka perlu dilakukan perencanaan ulang pada saluran eksisting.
2. Hasil dari observasi di lapangan, faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir di Jl. Serma Abdullah yaitu tingginya curah hujan dari daerah selatan dan di karenakan kurangnya kapasitas saluran drainase yang memadai sehingga air tidak dapat mengalir ke hulu dan menyebabkan air menggenang di sekitaran Jl. Serma Abdullah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka saran yang bisa diberikan adalah sebagai berikut :

1. Pada umumnya drainase memang membutuhkan perawatan berkala agar sedimentasi, penyumbatan akibat sampah dan kerusakan drainase dapat diminimalisir. Untuk itu, diperlukan sosialisasi guna meningkatkan kesadaran para masyarakat agar turut serta dalam menjaga dan merawat saluran drainase dengan tidak membuang sampah sembarangan.
2. Kepada masyarakat sebaiknya memberikan masukan kepada instansi terkait agar saluran drainase dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Faidah, S. N. (2021). Analisis Kinerja Saluran Drainase Jalan Lettu Soeyitno (Studi Kasus Depan RS. Fatma Bojonegoro).
- Maruapey, S., Betaubun, R. J., & Jakob, J. C. (2024). Evaluasi Saluran Drainase Jalan Wolter Monginsidi Passo Kecamatan Baguala Kota Ambon. *Koloni*, 3(1), 116–122.
- Meilianda, E., Alfian, D., Nisa, N., Nurnalisa, F. Z., Khaira, T., Yanti, V., & Syahreza, S. (2021). Tinjauan Teknis Permasalahan dan Penanggulangan Banjir di Sungai Krueng Teunom Hilir Provinsi Aceh, Menuju Mitigasi Bencana Banjir Terintegrasi. *Jurnal Teknik Sipil*, 28(1), 51–62. <https://doi.org/10.5614/jts.2021.28.1.6>
- Ningrum, A. S., & Ginting, K. B. (2020). Strategi Penanganan Banjir Berbasis Mitigasi Bencana Pada Kawasan Rawan Bencana Banjir di Daerah Aliran Sungai Seulalah Kota Langsa. *Geography Science Education Journal (GEOSEE)*, 1(1), 6–13. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/geosee/article/view/1919>
- Saputra, N. G., Rifai, M., & Marsingga, P. (2021). Flood Disaster Management Strategy of Karawang Regency in Karangligar Village as a Disaster Resilient Village. *Jurnal Analisis Kebijakan Dan Pelayanan Publik*, 8(1), 62–76.
- Syapawi, A. (2013). STUDI PERMASALAHAN DRAINASE JALAN (SALURAN SAMPING) DILOKASI JALAN DEMANG LEBAR DAUN SEPANJANG ± 3900 m. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 143–148.

LAMPIRAN



Lampiran. 3 Mengukur Kedalaman Saluran Exsisting



Lampiran. 2 Mengukur Panjang Saluran Exsisting



Lampiran. 1 Mengukur Lebar Saluran Exsisting