

TUGAS AKHIR

**EVALUASI DAN ANALISIS KINERJA SALURAN DRAINASE
JALAN LAMPER TENGAH KOTA SEMARANG**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

Angga Aji Pratama

NIM : 30201900039

Azmi Kamalul Fuad

NIM : 30201900050

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI DAN ANALISIS KINERJA SALURAN DRAINASE JALAN LAMPER TENGAH KOTA SEMARANG



Angga Aji Pratama
30201900039



Azmi Kamalul Fuad
30201900050

Telah di setuju dan di sahkan di Semarang, Agustus 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Ir. Moh Faiqun Ni'am, M.T.,Ph.D.**

NIDN: 0612106701

2. **Ir. Gata Dian Asfari, MT**

NIDN: 0628055801

3. **Ari Sentani, ST.,M.Sc**

NIDN: 0604028502

Ketua program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Islam Sultan Agung

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 30 /A.2 /SA - T/III/2023

Pada hari ini tanggal 13 Maret 2023 Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping :

1. Nama : Ir. moh Faiqun Ni'am, MT.,Ph.D
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Ir. Gata Dian Asfari, MT
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir :

Angga Aji Pratama
30201900039

Azmi kamalul Fuad
30201900050

Judul : EVALUASI DAN ANALISIS KINERJA SALURAN DRAINASE
JALAN LAMPER TENGAH KOTA SEMARANG

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	13/03/2023	
2	Seminar Proposal	08/06/2023	ACC
3	Pengumpulan data	25/06/2023	
4	Analisa data	12/07/2023	
5	Penyusunan laporan	30/07/2023	
6	Selesai laporan	03/08/2023	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan di pergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Ir. Moh Faiqun Ni'am, MT., Ph.D

Ir. Gata Dian Asfari, MT

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : ANGGA AJI PRATAMA

NIM : 30201900039

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

**“EVALUASI DAN ANALISIS KINERJA SALURAN DRAINASE JALAN
LAMPER TENGAH KOTA SEMARANG”**

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Semarang, November 2023

Yang membuat pernyataan,



Angga Aji Pratama

NIM : 30201900039

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : AZMI KAMALUL FUAD

NIM : 30201900050

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

**“EVALUASI DAN ANALISIS KINERJA SALURAN DRAINASE JALAN
LAMPER TENGAH KOTA SEMARANG”**

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, November 2023

Yang membuat pernyataan,



Azmi Kamalul Fuad

NIM : 30201900050

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : ANGGA AJI PRATAMA
NIM : 30201900039
JUDUL TUGAS AKHIR : EVALUASI DAN ANALISIS KINERJA
SALURAN DRAINASE JALAN LAMPER
TENGAH KOTA SEMARANG

BenarMenyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau di tulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam sultan Agung Semarang atau Perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, November 2023

Yang membuat pernyataan,



Angga Aji Pratama

NIM : 30201900039

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : AZMI KAMALUL FUAD
NIM : 30201900050
JUDUL TUGAS AKHIR : EVALUASI DAN ANALISIS KINERJA
SALURAN DRAINASE JALAN LAMPER
TENGAH KOTA SEMARANG

Benar Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau di tulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau Perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, November 2023

Yang membuat pernyataan,



Azmi Kamalul Fuad

NIM : 30201900050

MOTTO

“Sesungguhnya hanya orang – orang yang bersabarlah yang dicukupkan pahala mereka tanpa batas.”

(Q.S Az-Zumar: 10)

“Janganlah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita.”

(QS. At-Taubah: 40)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(Q.S. Ar Rad: 11)

“Wahai orang – orang yang beriman, jadikanlah sabar dan salat sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah beserta orang – orang yang sabar.”

(QS Al baqarah: 153)



Angga Aji Pratama

MOTTO

“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi setelah diciptakan dengan baik.”

(Q.S Al-A'raf : 56)

“Dan kehidupan dunia ini tidaklah lain hanyalah kesenangan yang menipu.”

(QS. Al-Hadid : 20)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

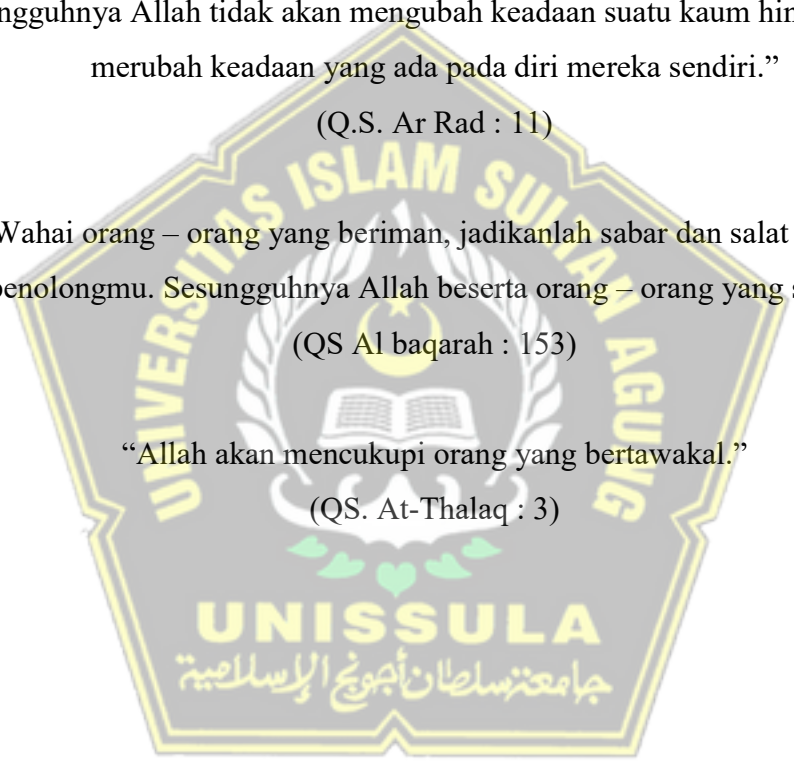
(Q.S. Ar Rad : 11)

“Wahai orang – orang yang beriman, jadikanlah sabar dan salat sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah beserta orang – orang yang sabar.”

(QS Al baqarah : 153)

“Allah akan mencukupi orang yang bertawakal.”

(QS. At-Thalaq : 3)



Azmi Kamalul Fuad

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya Alm Bapak Puryanto dan Ibuk Nurhayati, Keluarga, serta saudara-saudara yang sudah memberikan semangat, motivasi, dan doa disetiap langkah yang saya lewati sehingga bisa terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Dosen pembimbing saya Bapak Ir. Moch Faiqun Ni'am, MT., Ph.D. dan Ibu Ir. Gata Dian Asfari, MT. yang telah sabar dan memberikan saya ilmu dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini.
3. Dosen dan Staff Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberi ilmu serta arahan kepada saya.
4. Mbull seng guanteng dewe beserta bapaknya yang telah berjuang, bekerja keras bersama sampai banting tulang dalam menyusun Tugas Akhir ini.
5. Teman istemewa saya Mifta Melia Merianti terimakasih selama ini yang selalu menemani, meberi motivasi serta dukungan positif kepada saya.
6. Teman-teman Kantor widuri 1 saya Jalu, Tobil, Aspal, Sarno, Dobleh, Cempe, Kondor, Tengkek, Kentus, Ausa dan Mbah Dayat yang selalu mendukung saya.
7. Teman-teman dekat saya di MAPATEK yang selalu menemani dan mendengarkan keluh kesah saya.
8. Teman-teman Angkatan 2019 Fakultas Teknik dan seluruh keluarga besar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Angga Aji Pratama

30201900039

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya Bapak Ir. H. Sutrisno, MT. dan Ibu Hj. Maskuroh, S.Ag. Keluarga, serta saudara-saudara yang sudah memberikan semangat, motivasi, dan doa disetiap langkah yang saya lewati sehingga bisa terselesaikanya Tugas Akhir ini.
2. Dosen pembimbing saya Bapak Ir. Moch Faiqun Ni'am, MT., Ph.D. dan Ibu Ir. Gata Dian Asfari, MT. yang telah sabar dan memberikan saya ilmu dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini.
3. Dosen dan Staff Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberi ilmu serta arahan kepada saya.
4. Teyeng cah bagus yang telah berjuang, bekerja keras bersama sampai banting tulang dalam menyusun Tugas Akhir ini.
5. Teman-teman Kantor widuri 1 saya Jalu, Tobil, Aspal, Sarno, Dobleh, Cempe, Kondor, Tengkek, Kentus dan Mbah Dayat yang selalu mendukung saya.
6. Teman-teman dekat saya di Kudus dan Mapatek Unissula yang selalu menemani dan mendengarkan keluh kesah saya.
7. Teman-teman Angkatan 2019 Fakultas Teknik dan seluruh keluarga besar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Azmi Kamalul Fuad

30201900050

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis penjabarkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi dan Analisis Kinerja Saluran Drainase Jalan Lamper Tengah Kota Semarang” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT.,Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST.,M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. Moh Faiqun Ni’am, MT.,Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Ibuk Ir. Gata Dian Asfari, MT., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Kakak tingkat yang telah memberikan saran dan juga arahan dalam pengerjaan Tugas Akhir.
6. Teman-teman angkatan 2019 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
7. Semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyesuaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN.....	vi
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN.....	x
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
ABSTRAK.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.2.1. Masalah Penelitian.....	2
1.2.2. Pertanyaan Penelitian.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.3.1. Maksud Penelitian.....	2
1.3.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Lokasi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Drainase Kota.....	8
2.1.1. Sistem Jaringan Drainase.....	9
2.1.2. Jenis Drainase	10
2.1.3. Pola Jaringan Drainase.....	14
2.1.4. Fungsi Saluran Drainase Menurut Wesli (2008).....	17
2.1.5. Drainase Perkotaan	19

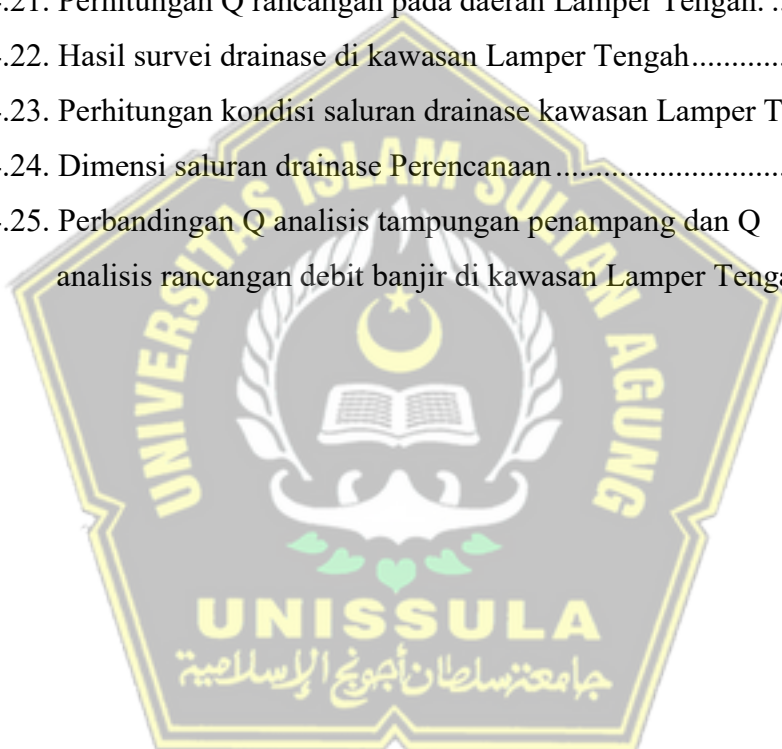
2.2 Banjir.....	20
2.2.1. Jenis – Jenis Banjir.....	20
2.2.2. Banjir Rencana.....	20
2.3. Analisa Hidrologi.....	21
2.3.1. Siklus Hidrologi.....	22
2.3.2. Analisa <i>Frekuensi</i> Curah Hujan.....	23
2.3.2.1 Distribusi <i>Log Person Tipe III</i>	23
2.3.2.2 Distribusi <i>Gumbel</i>	26
2.3.2.3 Distribusi <i>Log Normal</i>	27
2.3.2.4 Distribusi <i>Frechet</i>	28
2.3.3. Uji Kecocokan Distribusi.....	30
2.3.3.1 Uji <i>Chi-Square</i>	30
2.3.3.2 Uji <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	32
2.3.4. Daerah Tangkapan Hujan (<i>Catchment Area</i>).....	34
2.3.5. Koefisien Pengaliran (<i>C</i>).....	34
2.3.6. Debit Rencana.....	35
2.3.6.1 Metode Rasional.....	36
2.3.7. Intensitas Hujan.....	37
2.3.7.1 Analisa Curah Hujan.....	38
2.4. Analisa Hidrolika.....	39
2.4.1. Dimensi Penampang Saluran.....	41
2.4.2. Dimensi Saluran.....	42
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	45
3.1. Bagan Aliran Penelitian.....	45
3.1.1. Kondisi Umum.....	46
3.1.2. Letak Geografi dan Tata Guna Lahan.....	46
3.1.3. Jaringan Jalan dan Drainase.....	46
3.2. Pengumpulan Data.....	47
3.2.1. Data Primer.....	47
3.2.2. Data Sekunder.....	47
3.3. Pengolahan Data.....	47
3.3.1. Analisa <i>Frekuensi</i> Hujan.....	48

3.3.2. Uji Kecocokan Distribusi.....	48
3.3.3. Metode Rasional	48
BAB IV ANALISA DATA.....	49
4.1. Analisa Curah Hujan Rencana	49
4.2. Analisa Frekuensi.....	50
4.2.1. Distribusi <i>Log Pearson Tipe III</i>	50
4.2.2. Distribusi Gumbel.....	53
4.2.3. Distribusi <i>Log Normal</i>	56
4.2.4. Distribusi Gumbel.....	58
4.3. Pemilihan Distribusi Curah Hujan	61
4.4. Uji Distribusi Probabilitas.....	62
4.4.1. Uji <i>Chi-Kuadrat</i>	62
4.4.2. Uji <i>Smirnov Kolmogorov</i>	65
4.4.3. Resum Uji <i>Chi Kuadrat</i> dan <i>Smirnov Kolmogorov</i>	67
4.5. Analisa Debit Banjir Rencana.....	68
4.5.1. Metode Rasional	68
4.6. Intensitas Curah Hujan.....	69
4.7. Analisa Hidrolika	70
4.7.1. Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase	71
4.7.2. Perencanaan Ulang Sistem Drainase	72
BAB V SARAN DAN KESIMPULAN.....	75
5.1. Saran.....	75
5.2. Kesimpulan	75
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004).	20
Tabel 2.2. Distribusi <i>log pearson type III</i> untuk koefisien kemencengan <i>G</i> (Suripin, 2004).....	24
Tabel 2.3. Harga <i>Yn</i> berdasarkan banyaknya sampel <i>n</i> (Suripin, 2014).....	26
Tabel 2.4. Nilai Faktor Frekuensi (<i>k</i>) Sebagai Fungsi Dari Nilai <i>CV</i> (Soewarno, 1995).....	27
Tabel 2.5. Nilai variabel reduksi	28
Tabel 2.6. Periode ulang untuk tahun (Suripin, 2004).	29
Tabel 2.7. Hubungan <i>reduce standar deviasi</i> (σ_n) dengan banyaknya sampel (<i>n</i>) (Suripin, 2004).....	29
Tabel 2.8. Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square	31
Tabel 2.9. Nilai kritis <i>Do</i> untuk uji Sminov-Kolomogorov (Suripin, 2004).....	33
Tabel 2.10. Koefisien limpasan untuk Metode Rasional (Suripin, 2004).....	35
Tabel 2.11. Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004)	36
Tabel 2.12. Koefisien kekerasan Manning.....	43
Tabel 2.13. Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN: 979 – 8382 – 49 – 8, 1994).....	44
Tabel 4.1. Data curah hujan bulanan maksimum dari Kelurahan Lamper. (BMKG dan BBWS)	49
Tabel 4.2. Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Pearson Tipe III	51
Tabel 4.3. Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Gumbel	54
Tabel 4.4. Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Normal.....	56
Tabel 4.5. Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Frechet	59
Tabel 4.6. Kombinasi periode ulang tahunan (mm).....	61
Tabel 4.7. Syarat pemilihan distribusi.	61
Tabel 4.8. Data curah hujan yang diurutkan dari besar ke kecil	63
Tabel 4.9. Perhitungan Nilai X^2 distribusi Log Pearson Tipe III	64
Tabel 4.10. Perhitungan Nilai X^2 distribusi Gumbel	64
Tabel 4.11. Perhitungan Nilai X^2 distribusi Log Normal	64

Tabel 4.12. Perhitungan Nilai X^2 distribusi Frechet.....	65
Tabel 4.13. Metode Log Pearson III Uji Smirnov Kolmogorof.....	65
Tabel 4.14. Metode Gumbel Uji Smirnov Kolmogorof.....	66
Tabel 4.15. Metode Log Normal Kolmogorof.....	66
Tabel 4.16. Metode Frechet Kolmogorof.....	67
Tabel 4.17. Resume Uji Chi Kuadrat	67
Tabel 4.18. Resume Uji Smirnov Kolmogorof.	67
Tabel 4.19. Resume data hujan rancana distribusi Log Pearson Type III.....	68
Tabel 4.20. Perhitungan intensitas curah hujan	70
Tabel 4.21. Perhitungan Q rancangan pada daerah Lamper Tengah.	70
Tabel 4.22. Hasil survei drainase di kawasan Lamper Tengah.....	71
Tabel 4.23. Perhitungan kondisi saluran drainase kawasan Lamper Tegah	72
Tabel 4.24. Dimensi saluran drainase Perencanaan.....	73
Tabel 4.25. Perbandingan Q analisis tampungan penampang dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Lamper Tengah.....	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta kecamatan Kota Semarang	4
Gambar 1.2. Peta kelurahan lamper tengah	5
Gambar 1.3. Peta Lokasi penelitian	6
Gambar 2.1. Drainase alamiah pada saluran air.....	11
Gambar 2.2. Drainase buatan	12
Gambar 2.3. Pola siku	15
Gambar 2.4. Pola jaringan Paralel	15
Gambar 2.5. Pola jaringan <i>grid iron</i>	16
Gambar 2.6. Pola jaringan alamiah.....	16
Gambar 2.7. Pola jaringan radial	17
Gambar 2.8. Pola jaringan jaring-jaring.....	17
Gambar 2.9. Posisi saluran interseptor.....	18
Gambar 2.10. Posisi saluran kolektor	18
Gambar 2.11. Posisi saluran konveyor.....	18
Gambar 2.12. Siklus hidrologi	22
Gambar 2.13. Penampang persegi panjang.....	41
Gambar 2.14. Penampang trapesium	42
Gambar 3.1. Bagan alir penelitian.....	45
Gambar 4.1. Diameter saluran hasil survei.....	71
Gambar 4.2. Diameter saluran hasil perencanaan.....	73

EVALUASI DAN ANALISIS KINERJA SALURAN DRAINASE JALAN LAMPER TENGAH KOTA SEMARANG

Abstrak

Banjir merupakan peristiwa alam ditandai dengan meningkatnya debit air menyebabkan terendamnya daratan yang dapat disebabkan oleh tingginya curah hujan dan tidak memadainya saluran drainase. Terjadinya banjir dapat berdampak pada keselamatan serta terganggunya mobilitas masyarakat terutama apabila terjadi di kota besar.

Kota Semarang merupakan kota yang sering terendam banjir. Salah satu factor penyebab banjir kota ini adalah tidak memadainya kinerja saluran drainase akibat penumpukan sendimen, seperti studi kasus saluran drainase Jalan Lamper Tengah. Meninjau dampak yang timbul akibat hal tersebut maka perlu dilakukan evaluasi kinerja saluran tersebut untuk mengetahui dan mempelajari efektivitas system drainase yang di bangun di lokasi tersebut serta memberikan solusi penanggulangan bencana banjir pada daerah Lamper Tengah.

Analisis distribusi frekuensi curah hujan dilakukan menggunakan metode distribusi Log Pearson Tipe III, metode distribusi Gumbel, metode distribusi Log Normal, dan metode distribusi Frechet. Kemudian untuk menentukan jenis distribusi curah hujan yang sesuai, dilakukan uji chi kuadrat dan smirnov kolmogorov. Dilanjutkan menganalisa waktu konsentrasi dan integritas curah hujan untuk selanjutnya dilakukan analisa debit banjir rencana.

Hasil analisis hidrologi dan hidrolika untuk kala ulang 2,5,10 tahun mencapai (Q) debit rencana sebesar 8,880 m³ /det sementara kapasitas tampungan (Q) debit air yang dimiliki oleh saluran drainase Jalan Lamper Tengah sebesar 3,817 sehingga dapat disimpulkan bahwa saluran tersebut tidak mampu menampung debit banjir yang akan datang hingga jangka 10 tahun kedepan. Maka solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan melakukan perluasan saluran drainase dengan rencana dimensi saluran sebesar 2,5m x 2,3m. Dari perhitungan rencana dimensi didapatkan nilai (Q) debit rencana tampungan sebesar 8,929 m³ /det yang dapat diartikan perluasan dengan dimensi tersebut sudah mampu menampung besar debit 10 tahun yang akan datang.

Kata Kunci: *Debit Banjir Rancangan; Metode Rasional; Perencanaan Drainase.*

EVALUATION DAN ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF THE DRAINAGE SYSTEM FOR JALAN LAMPER TENGAH KOTA SEMARANG

Abstract

Flooding is a natural event characterised by increased water discharge causing inundation of land which can be caused by high rainfall and inadequate drainage channels. The occurrence of flooding can have an impact on safety and disruption of community mobility, especially when it occurs in large cities.

Semarang City is a city that is often flooded. One of the factors causing flooding in this city is the inadequate performance of drainage channels due to sediment accumulation, such as the case study of Jalan Lamper Tengah drainage channel. Reviewing the impact arising from this, it is necessary to evaluate the performance of the channel to determine and study the effectiveness of the drainage system built at that location and provide solutions to overcome flood disasters in the Lamper Tengah area.

The results of hydrological and hydraulics analysis for the return period of 2,5,10 years reach (Q) a plan discharge of 8,880 m³ / sec while the storage capacity (Q) of the water discharge owned by the Jalan Lamper Tengah drainage channel is 3,817 so it can be concluded that the channel is not able to accommodate future flood discharges for the next 10 years. So the solution to overcome these problems is to expand the drainage channel with a channel dimension plan of 2.5m x 2.3m. From the calculation of the dimension plan, the value (Q) of the storage plan discharge is 8.929 m³ / sec which means that the expansion with these dimensions is able to accommodate the amount of discharge for the next 10 years

Keywords: *Drainage Planning, Design Flood Discharge, Rational Method.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Semarang merupakan ibu kota provinsi sekaligus pusat pemerintahan Jawa Tengah yang merupakan salah satu kota metropolitan terbesar di Indonesia. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah pastinya menyediakan sarana prasarana yang membantu masyarakat melakukan aktifitas dengan lancar, salah satunya memberikan fasilitas seperti prasarana akses mobilitas yang baik dan lancar.

Dengan perkembangan Kota Semarang yang pesat ini, prasarana seperti jalan raya jadi perhatian utama bagi pemerintah Kota Semarang. Baik jalan utama maupun jalan penghubung, seperti Jalan Lamper Tengah yang menghubungkan jalan utama antara Jalan Kedung Munggu dan Jalan Majapahit.

Jalan Lamper Tengah sendiri terletak pada sektor mobilitas yang padat pada jam-jam produktif. Oleh karena itu, pada ruas Jalan Lamper Tengah jangan sampai ada penghambat mobilitas kendaraan seperti banjir karena sangat rawan menimbulkan kemacetan, untuk meminimalisir adanya banjir maka perlu Water Management System. Dengan adanya Water Management System ini dapat menjadi salah satu pencegahan terhadap bencana banjir pada sekitar Jalan Lamper Tengah.

Pada awal tahun 2021 hingga sekarang di tahun 2023, terjadi cuaca buruk yang menyebabkan banjir pada beberapa titik ruas Jalan Lamper Tengah, dikarenakan oleh kinerja saluran drainase yang kurang memadai sehingga berdampak pada terganggunya keselamatan dan mobilitas masyarakat. Kemungkinan penyebab dari saluran yang sudah tidak memadai dikarenakan pengendapan sedimen yang tinggi pada kedua sisi saluran di ruas Jalan Lamper Tengah.

Oleh sebab itu penulis tertarik mengangkat topik penelitian tentang evaluasi sistem drainase pada ruas Jalan Lamper Tengah yang memberikan pengaruh bagi keselamatan aktivitas kelancaran mobilitas pada Jalan Lamper Tengah.

1.2. Rumusan Masalah

1.2.1 Masalah Penelitian

Pada awal tahun 2021 hingga sekarang di tahun 2023, terjadi cuaca buruk yang menyebabkan banjir pada beberapa titik ruas Jalan Lamper Tengah, dikarenakan oleh kinerja saluran drainase yang kurang memadai sehingga berdampak pada terganggunya keselamatan dan mobilitas masyarakat.

1.2.2 Pertanyaan Penelitian

Bagaimana kesiapan drainase daerah Lamper Tengah pada periode ulang 10 tahun kedepan dalam mengatasi permasalahan yang disebabkan oleh hujan.

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari efektifitas sistem drainase yang dibangun di daerah Lamper Tengah dan memberikan solusi dalam penanggulangan bencana banjir pada daerah Lamper tengah.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan yang penting bagi sistem drainase di kawasan Lamper tengah :

1. Mengidentifikasi sistem drainase eksisting pada daerah Lamper tengah.
2. Memberikan analisa hidrologi dan hidrolika sub sistem drainase meliputi curah hujan, dan debit banjir.
3. Memberikan solusi terkait sistem drainase di daerah Lamper tengah.

1.4. Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini memiliki beberapa batasan masalah diantaranya:

1. Data curah hujan yang di dapat dari BMKG Stasiun Meteorologi Kelas II Ahmad Yani Semarang dan BBWS Pemali-Juana yaitu stasiun Candisari, Tlogosari dan Pedurungan dalam waktu 10 tahun.
2. Analisis hitungan debit rencana menggunakan metode Rasional.

3. Mengetahui kemampuan sistem drainase daerah Lamper tengah eksisting dalam menghadapi bencana banjir saat hujan.

1.5. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada daerah Lamper Tengah secara administratif terletak di Kota Semarang Kecamatan Semarang Selatan Kelurahan Lamper, yang mencakup kedalam stasiun curah hujan di kawasan Candisari, Tlogosari dan Pedurungan Kota Semarang,.





**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN
AGUNG SEMARANG**



**FAKULTAS TEKNIK
PRODI TEKNIK SIPIL**

NAMA TUGAS

**(TUGAS AKHIR)
EVALUASI DAN ANALISIS
SISTEM DRAINASE JALAN
LAMPER TENGAH**

DISUSUN

**ANGGA AJI PRATAMA
(30201900039)
AZMI KAMALUL FUAD
(30201900050)**

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir.Moh.Faiqun N'fari,MT.,Ph.D.
DOSEN PEMBIMBING 2**

**Ir.Gata Dian Asfari, MT.
JUDUL GAMBAR**

**1.1 PETA KOTA KEC.
SEMARANG**

SKALA

NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
-------------------	--------------------

1	3
----------	----------



UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG



**FAKULTAS TEKNIK
PRODI TEKNIK SIPIL**

NAMA TUGAS

(TUGAS AKHIR)
EVALUASI DAN ANALISIS
SISTEM DRAINASE JALAN
LAMPER TENGAH

DISUSUN

**ANGGA AJI PRATAMA
(30201900039)
AZMI KAMALUL FUAD
(30201900050)**

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir.Moh.Faiqun N'f'am,MT.,Ph.D.
DOSEN PEMBIMBING 2**

**Ir.Gata Dian Asfari, MT.
JUDUL GAMBAR**

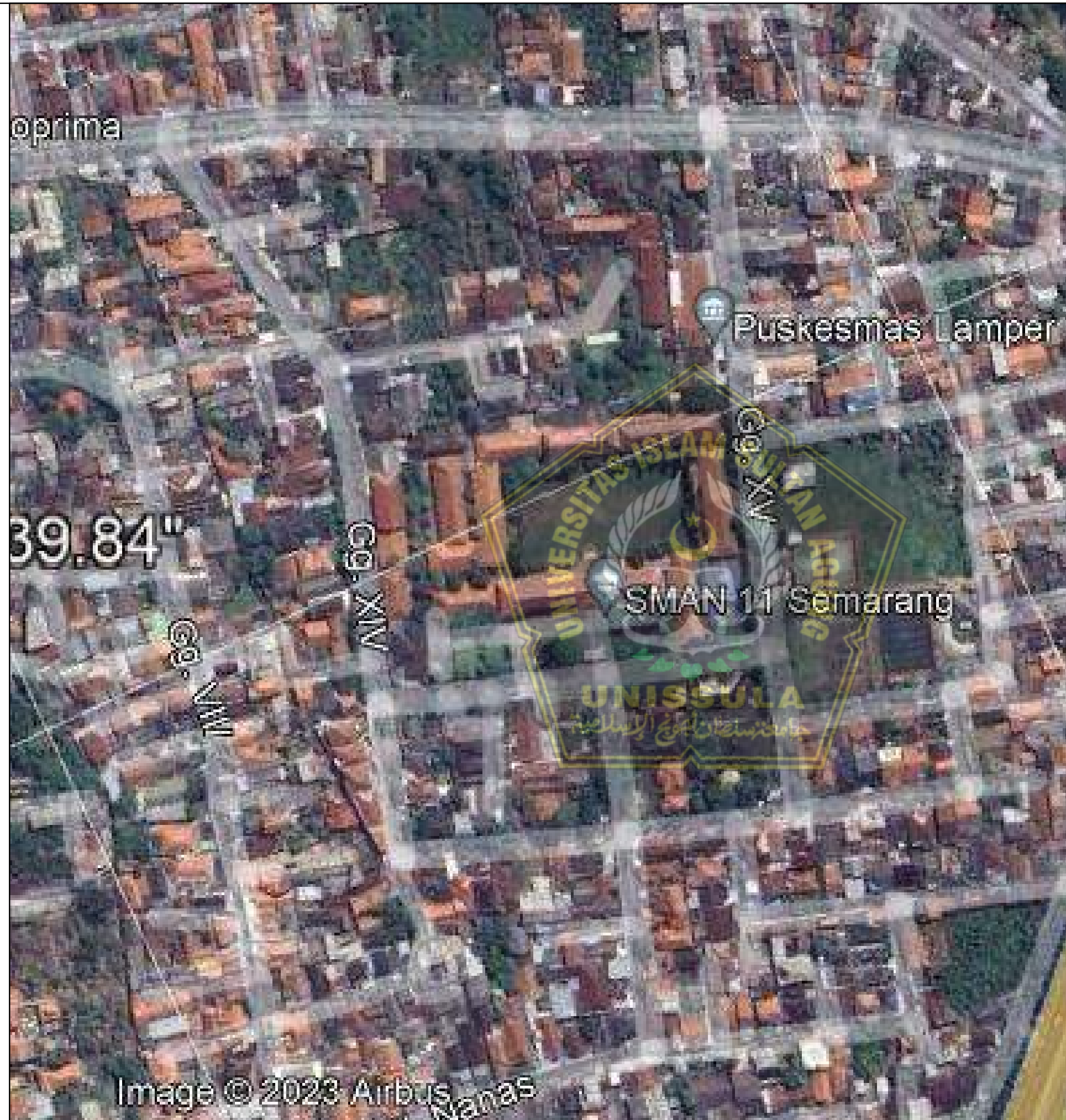
**1.2. PETA KELURAHAN
LAMPER TENGAH**

SKALA

NO. GAMBAR JML. GAMBAR

2

3



**UNIVERSITAS ISLAM SULTAN
AGUNG SEMARANG**



**FAKULTAS TEKNIK
PRODI TEKNIK SIPIL**

NAMA TUGAS

**(TUGAS AKHIR)
EVALUASI DAN ANALISIS
SISTEM DRAINASE JALAN
LAMPER TENGAH**

DISUSUN

**ANGGA AJI PRATAMA
(30201900039)
AZMI KAMALUL FUAD
(30201900050)**

DOSEN PEMBIMBING 1

**Ir.Moh.Faiqun Ni'am,MT.,Ph.D.
DOSEN PEMBIMBING 2**

**Ir.Gata Dian Asfari, MT.
JUDUL GAMBAR**

**1.3. PETA LOKASI
PENELITIAN**

SKALA

NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
-------------------	--------------------

3	3
----------	----------

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika pada penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari 5 (BAB). Antara lain :

BAB - I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang penulisan, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB - II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori dari sistem drainase baik secara umum maupun pada ruas jalan berupa definisi serta perhitungan teoritis yang merupakan rujukan atau acuan yang relevan dan akurat dengan pembahasan pada laporan tugas akhir.

BAB - III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan tentang pola pikir pengkajian, penjelasan dan penggunaan data.

BAB - IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Semua uraian pembahasan, perhitungan data dan perhitungan dimensi saluran drainase eksisting.

BAB - V SARAN DAN KESIMPULAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran pada evaluasi sistem drainase eksisting dari hasil perhitungan data eksisting.

BAB II

TUJUAN PUSTAKA

2.1. Drainase Kota

Menurut Wesli (2008) drainase merupakan sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air baik kelebihan air yang berada di atas permukaan tanah maupun kelebihan air yang berada di bawah permukaan tanah. Sedangkan menurut Laoh dkk. (2013) Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi suatu kawasan/lahan tidak terganggu.

Sistem drainase perkotaan merupakan salah satu komponen prasarana perkotaan yang sangat erat kaitannya dengan penataan ruang. Bencana banjir yang sering melanda sebagian besar wilayah dan kota di Indonesia disebabkan oleh kesemrawutan penataan ruang. Hampir semua daerah dipastikan mempunyai rencana tata ruang sebagai acuan atau arahan pengembangan wilayah. Sistem drainase selalu kalah cepat dalam mengikuti perubahan tersebut, sehingga banjir akan tetap hadir di lingkungan kita.

Menurut Suripin (2004) akar permasalahan banjir di perkotaan berawal dari penambahan penduduk yang sangat cepat, di atas rata-rata pertumbuhan dari penambahan penduduk yang sangat cepat, di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi, baik migrasi musiman maupun permanen. Pertumbuhan yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi acak-acak (semrawut).

Selain permasalahan di atas, salah satu permasalahan yang selalu timbul setiap tahun pada musim hujan adalah banjir dan genangan air. Banjir dan genangan air disebabkan oleh fungsi drainase yang belum tertangani secara menyeluruh, kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memelihara saluran drainase yang ada di sekitarnya menyebabkan penyumbatan saluran drainase oleh sampah industri maupun sampah rumah tangga.

Jenis drainase ditinjau berdasarkan dari sistem pengalirannya, dapat dikelompokkan menjadi:

- a) Drainase dengan sistem jaringan adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata saluran dengan bangunan-bangunan pelengkapanya.
- b) Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air di permukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran/saluran resapan (Wesli, 2008).

2.1.1 Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase merupakan bagian dari infrastruktur pada suatu kawasan, drainase masuk pada kelompok infrastruktur air pada pengelompokkan infrastruktur wilayah, selain itu ada kelompok jalan, kelompok sarana transportasi, kelompok pengelolaan limbah, kelompok bangunan kota, kelompok energi dan kelompok telekomunikasi (Suripin, 2004).

Air hujan yang jatuh di suatu kawasan perlu dialirkan atau dibuang, caranya dengan pembuatan saluran yang dapat menampung air hujan yang mengalir di permukaan tanah tersebut. Sistem saluran di atas selanjutnya dialirkan ke sistem yang lebih besar.

Bagian infrastruktur (sistem drainase) dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Ditinjau dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (interceptor drain), saluran pengumpul (colector drain), saluran pembawa (conveyor drain), saluran induk (main drain) dan badan air penerima (receiving waters). Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti goronggorong, siphon, jembatan air (aquaduct), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando dan stasiun pompa. Pada sistem drainase yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima air diolah dahulu pada instalasi pengolah air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memiliki baku mutu tertentu yang dimasukkan ke

dalam badan air penerima biasanya sungai, sehingga tidak merusak lingkungan (Suripin, 2004).

Kriteria desain drainase perkotaan memiliki kekhususan, serta untuk perkotaan ada tambahan variabel desain seperti:

1. Keterkaitan dengan tata guna lahan.
2. Keterkaitan dengan *masterplan* drainase kota.
3. Keterkaitan dengan masalah sosial budaya.

Selain untuk pengeringan tanah atau menghambat terjadinya banjir, drainase dapat juga berfungsi untuk:

1. Pertanian

Tanah yang terlalu basah seperti rawa misalnya tidak dapat ditanami. Untuk dapat digunakan sebagai lahan pertanian, tanah rawa yang selalu basah perlu dikeringkan.

2. Bangunan

Untuk mendirikan bangunan (gedung, dan jalan lapangan terbang) diatas tanah yang basah perlu drainase agar tanah menjadi kering dan daya dukung tanah menjadi bertambah sehingga dapat mendukung beban bangunan diatasnya.

3. Kesehatan

Tanah yang digenangi air dapat menjadi tempat berkembangbiaknya nyamuk, sehingga perlu dikeringkan dengan sistem jaringan drainase. Pada tanah kering telur dan larva nyamuk tidak hidup. Sedangkan dari ilmu kesehatan gas-gas yang terdapat dirawa seperti gas metan tidak baik untuk kesehatan, sehingga tanah sekitar permukiman perlu dikeringkan.

4. Lanskap

Untuk pemandangan yang baik, tanah basah/berair harus dikeringkan sehingga dapat ditanami rumput atau tanaman-tanaman hias lainnya.

2.1.2 Jenis Drainase

Drainase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek (Wesli 2008). Adapun jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Menurut Sejarah Terbentuknya

Drainase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek (Wesli 2008). Adapun jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Drainase Alamiah (*natural drainage*)

Drainase alamiah terbentuk melalui proses alamiah yang berlangsung lama. Saluran drainase terbentuk akibat gerusan air sesuai dengan kontur tanah. Drainase alamiah ini terbentuk pada kondisi tanah yang cukup kemiringannya, sehingga air akan mengalir dengan sendirinya, masuk ke sungai-sungai. Pada tanah yang cukup porous, air yang ada di permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi).

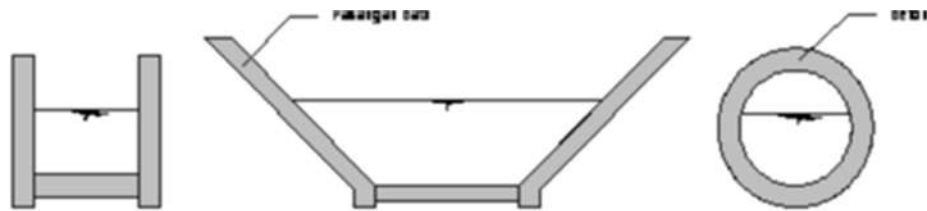


Gambar 2.1. Drainase alamiah pada saluran air (Google)

Air yang meresap berubah menjadi aliran antara (subsurface flow) mengalir menuju sungai, dan dapat juga mengalir masuk ke dalam tanah (perkolasi) hingga ke ar tanah yang kemudian bersama-sama dengan air tanah mengalir sebagai aliran air tanah menuju sungai.

b. Drainase Buatan (*artificial drainage*)

Drainase buatan adalah sistem yang dibuat dengan maksud tertentu dan merupakan hasil rekayasa. Pasangan batu sil hitungan-hitungan yang terbuat dari beton untuk upaya penyempurnaan atau melengkapi kekurangan sistem drainase alamiah. Pada sistem drainase buatan memerlukan biaya-biaya baik pada perencanaannya maupun pada pembuatannya.



Gambar 2.2. Drainase buatan (Google)

2. Menurut Sistem Pengaliran

a. Drainase Dengan Sistem Jaringan

Yakni suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui system tata saluran dengan bangunanbangunan pelengkapanya.

b. Drainase Dengan Sistem Resapan

Yakni system pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan menerapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air di permukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran/resapan.

3. Menurut Tujuan Atau Sasarannya

a. Drainase Perkotaan

Yakni pengeringan atau pengaliran air dari wilayah perkotaan ke sungai yang melimpah wilayah perkotaan tersebut sehinggalah wilayah perkotaan tidak digenangi air.

b. Drainase Lapangan Terbang

Yakni pengeringan atau pengaliran air di kawasan lapangan terbang terutama pada runway dan taxiway sehingga kegiatan penerbangan baik takeoff, landing maupun taxing tidak terhambat.

c. Drainase Daerah Pertanian

Yakni pengeringan atau pengaliran air di daerah pertanian baik di persawahan maupun daerah sekitarnya yang bertujuab untuk mencegah kelebihan air agar pertumbuhan tanaman tidak terganggu.

d. Drainase Jalan Raya

Yakni pengeringan atau pengaliran air di permukaan jalan yang bertujuan untuk menghindari kerusakan pada badan jalan dan menghindari kecelakaan lalu lintas.

e. Drainase Jalan Kereta Api

Yakni pengeringan atau pengaliran di sepanjang jalur rel kereta api yang bertujuan untuk menghindari kerusakan pada rel kereta api.

f. Drainasi Pada Tanggul Dan Dam

Yakni pengaliran air daerah sisi luar tanggul dan dam yang bertujuan untuk mencegah ketuntuhan tanggul dan dam akibat erosi rembesan aliran air.

g. Drainase Untuk Keindahan Kota

Yakni bagian dari drainase perkotaan, namun pembuatan drainase ini lebih ditujukan lebih pada sisi estetika seperti tempat rekreasi dan lainnya.

h. Drainase Lapangan Olahraga

Yakni pengeringan atau pengaliran air pada suatu lapangan olahraga seperti lapangan bola kaki dan lainnya agar kegiatan tersebut tidak terganggu meskipun dalam kondisi hujan.

i. Drainase Untuk Kesehatan Lingkungan

Yakni bagian dari drainase perkotaan, di mana pengeringan dan pengaliran air bertujuan untuk mencegah genangan yang dapat menimbulkan wabah penyakit.

4. Menurut Letak Salurannya

Saluran drainase menurut letak bangunannya terbagi menjadi beberapa bentuk, berikut ini bentuk drainase menurut letak bangunannya:

a. Drainase Permukaan Tanah (*surface drainage*)

Yakni sistem drainase yang salurannya berada di atas permukaan tanah yang pengalirannya air terjadi karena adanya beda tinggi permukaan saluran (*Slope*).

b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*sub surfacedrainage*)

Saluran ini bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah tanah (pipa-pipa) karena alasan-alasan tertentu. Alasan itu antara lain tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak memperbolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan olahraga, lapangan terbang, taman dan lain-lain.

5. Menurut Fungsi Drainase

Drainase berfungsi untuk mengalirkan air dari tempat yang tinggi menuju tempat yang rendah, berikut ini jenis drainase menurut fungsinya:

a. *Single Purpose*

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, contoh seperti air hujan atau jenis air buangan lainnya.

b. *Multipurpose*

Saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian, contoh mengalirkan air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

6. Menurut Konstruksi

Dalam merancang sebuah drainase terlebih dahulu harus tahu jenis konstruksi apa drainase dibuat, berikut ini drainase menurut konstruksi:

a. Saluran Terbuka

Yaitu saluran yang konstruksi bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih sesuai untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun drainase non hujan yang tidak membahayakan kesehatan/mengganggu lingkungan.

b. Saluran Tertutup

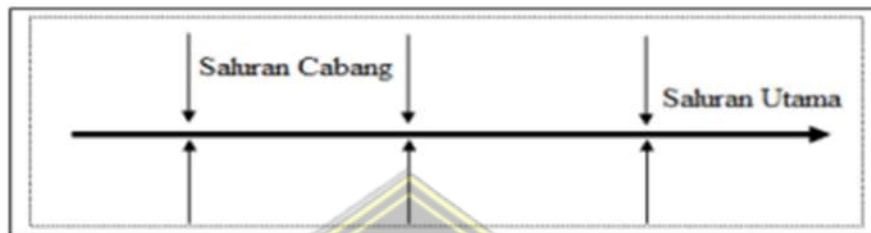
Yakni saluran yang bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak berhubungan dengan udara luar. Saluran ini sering digunakan untuk aliran-aliran kotor atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

2.1.3 Pola Jaringan Drainase

Menurut Wesli (2008) pola jaringan drainase dapat dibedakan menjadi beberapa pola:

1. Pola Siku

Pola siku adalah suatu pola dimana saluran cabangnya membentuk sudut siku-siku pada saluran utama. Biasanya dibuat pada daerah yang mempunyai tofografi sedikit lebih tinggi pada sungai dimana sungai merupakan saluran pembuangan utama yang berada di tengah kota seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.3. Pola siku

2. Pola Paralel

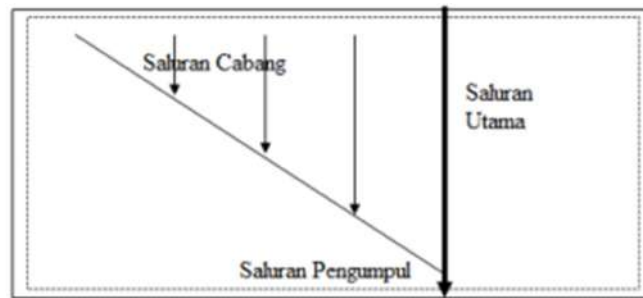
Pola paralel adalah suatu pola dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang yang pada bagian akhir saluran cabang dibelokkan menuju saluran utama. Pada pola paralel saluran cabang cukup banyak dan pendek seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.4. Pola jaringan paralel

3. Pola *Grid Iron*

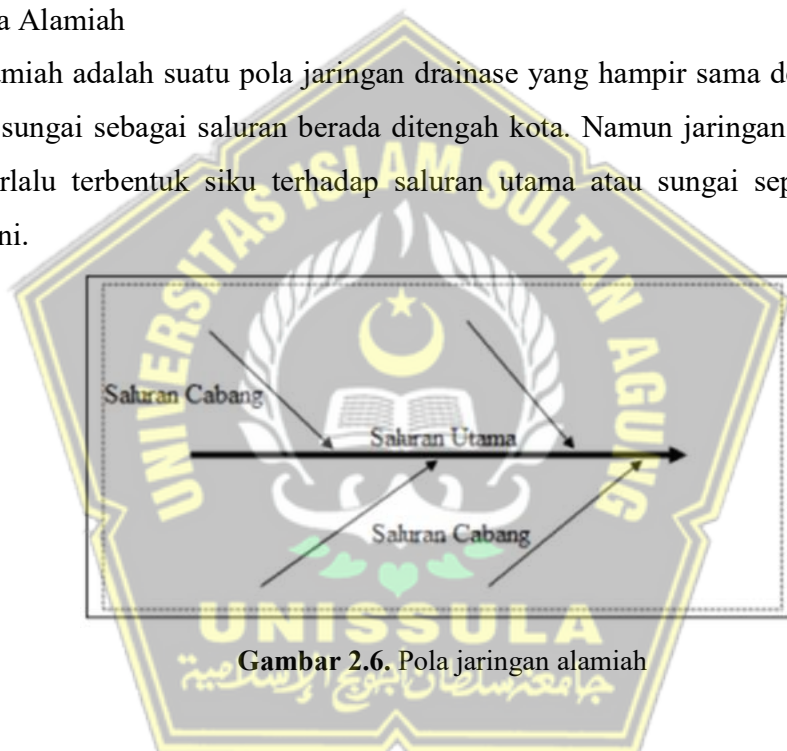
Pola *grid iron* adalah pola jaringan drainase dimana sungai terletak dipinggir kota. Sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpulan kemudian dialirkan pada sungai seperti gambar di bawah.



Gambar 2.5. Pola jaringan *grid iron*

4. Pola Alamiah

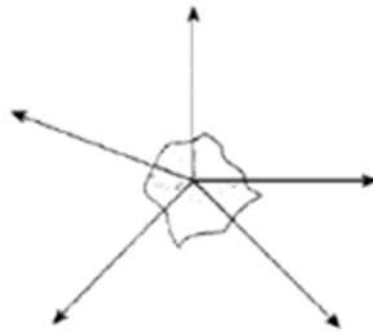
Pola alamiah adalah suatu pola jaringan drainase yang hampir sama dengan pola siku dimana sungai sebagai saluran berada ditengah kota. Namun jaringan saluran cabang tidak terlalu terbentuk siku terhadap saluran utama atau sungai seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.6. Pola jaringan alamiah

5. Pola Radial

Pola radiah adalah pola jaringan drainase yang mengalirkan air dari pusat sumber air memencar ke berbagai arah, pola ini sangat cocok digunakan pada daerah yang bukit seperti diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.7. Pola jaringan radial

6. Pola Jaring-Jaring

Pola jarring-jaring adalah pola drainase yang mempunyai saluran-saluran pembuang mengikuti arah jalan raya. Pola ini sangat cocok untuk daerah yang topografinya datar.



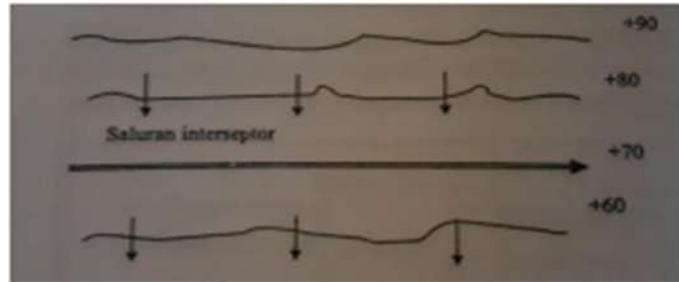
Gambar 2.8. Pola jaringan jaring-jaring

2.1.4 Fungsi Saluran Drainase Menurut Wesli (2008)

Dalam sebuah drainase digunakan saluran sebagai sarana pengaliran air yang terdiri dari saluran interceptor, saluran kolektor dan saluran konveyor, Masing-masing saluran mempunyai fungsi yang berbeda yaitu:

a. Saluran Interseptor

Yakni saluran yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain di bawahnya.



Gambar 2.9. Posisi saluran interseptor.

b. Saluran Kolektor

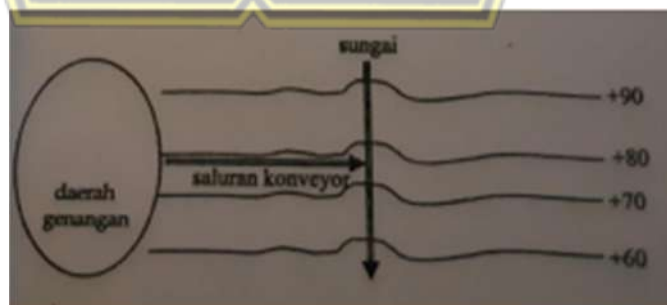
Saluran kolektor berfungsi sebagai pengumpul aliran dari saluran drainase yang lebih kecil, misalnya saluran interseptor.



Gambar 2.10. Posisi saluran kolektor.

c. Saluran Konveyor

Saluran konveyor adalah saluran yang berfungsi sebagai saluran pembawa seluruh air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuang, misalnya ke sungai tanpa membahayakan daerah yang dilaluinya.



Gambar 2.11. Posisi saluran konveyor.

2.1.5 Drainase Perkotaan

Perkembangan perkotaan memerlukan perbaikan dan penambahan fasilitas sistem pembuangan air hujan. Dimana sistem pembuangan air hujan bertujuan untuk:

- a. Arus air hujan yang sudah berbahaya atau mengganggu lingkungan secepat mungkin dibuang pada badan air penerima, tanpa erosi dan penyebaran polusi atau endapan.
- b. Tidak terjadi genangan, banjir dan becek-becek.

Masalah di atas sudah merupakan permasalahan yang harus di tangani secara sungguh-sungguh, terutama bagi daerah-daerah yang selalu mengalami setiap musim hujan. Air hujan yang di atur di angkasa di kendalikan dan di atur guna memenuhi berbagai kegunaan untuk penyehatan (Hendrasarie, 2005). Pengendalian banjir, drainase, pembuangan air limbah merupakan penerapan teknik pengendalian air, sehingga tidak menimbulkan kerusakan yang melebihi batas-batas kelayakan terhadap harga benda, gangguan terhadap lingkungan pemukiman serta masyarakat dan sarana aktivitasnya bahkan terhadap nyawanya. Penyediaan air, irigasi, pembangkit listrik tenaga air, alur-alur transportasi air dan badan-badan air sebagai tempat rekreasi adalah merupakan pemanfaatan sumber daya air, sehingga perlu dilestarikan eksistensinya, dipelihara kualitas keindahannya serta pemanfaatannya. Drainase dengan sistem konservasi lahan dan air merupakan langkah awal dari usaha pelestarian eksistensinya sumber daya air tawar di bumi ini.

Untuk drainase perkotaan dan jalan raya umumnya dipakai saluran dengan lapisan. Selain alasan seperti dikemukakan di atas, estetika dan kestabilan terhadap gangguan dari luar seperti lalu lintas merupakan alasan lain yang menuntut saluran drainase perkotaan dan jalan raya dibuat dari saluran dengan lapisan. Saluran ini dapat berupa saluran terbuka atau saluran yang diberi tutup dengan lubang-lubang kontrol di tempat-tempat tertentu. Saluran yang diberi tutup ini bertujuan supaya saluran memberikan pandangan yang lebih baik atau ruang gerak bagi kepentingan lain di atasnya (Wesli, 2008).

Tabel 2.1.: Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004).

Luas DAS (ha)	Periode Ulang (tahun)	Mertode Perhitungan Debit Banjir
<10	2	Rasional
10-100	2-5	Rasional
101-500	5-20	Rasional
>500	10-25	Hidrograf Satuan

2.2. Banjir

Banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran. Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang.

2.2.1 Jenis-Jenis Banjir

Banjir dibedakan atas peristiwanya:

1. Peristiwa banjir atau genangan yang terjadi pada daerah yang biasanya terjadi banjir
2. Peristiwa banjir terjadi karena limpasan air dari sungai, karena debit air tidak mampu dialirkan oleh aliran sungai atau debit air lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada.

Peristiwa banjir sendiri tidak terjadi permasalahan, apabila tidak mengganggu terhadap aktivitas dan kepentingan manusia dan permasalahan itu timbul setelah manusia melakukan kegiatan pada daerah dataran banjir, untuk mengurangi kerugian akibat banjir.

2.2.2 Banjir Rencana

Menurut Rachmawati (2010) Debit banjir rencana adalah debit yang dipakai sebagai dasar untuk perhitungan bangunan air yang akan direncanakan dan merupakan debit

terbesar yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Perhitungan debit banjir rencana untuk saluran drainase terdiri dari debit air kotor dan debit air hujan.

Banjir rencana tidak boleh kita tetapkan terlalu kecil agar jagan terlalu sering terjadi ancaman pengrusakan bangunan atau daerah disekitarnya. Tetapi juga tidak boleh terlalu besar sehingga ukuran bangunan tidak ekonomis. Jatuhnya hujan terjadi menurut suatu pola dan suatu siklus tertentu. Hanya kadang-kadang terjadi penyimpangan-penyimpangan pada pola itu tetapi biasanya kembali pada pola yang teratur, perlu diadakan pertimbangan-pertimbangan hidro ekonomis.

2.3. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai macam bangunan air seperti bendungan, bangunan pengendali banjir dan irigasi. Tetapi juga bangunan jalan raya, lapangan terbang dan bangunan lainnya, tetapi juga bangunan jalan raya, lapangan terbang, dan bangunan lainnya, dan juga analisa hidrologi diperlukan untuk perencanaan drainase, culvert, maupun jembatan yang melintasi sungai atau saluran (Suripin, 2004). Drainase yang direncanakan dalam hal ini untuk dapat menampung air hujan atau air limbah daerah sekitar dan mengalirkannya ke sungai atau ke tempat-tempat pembuangan lainnya. Saluran drainase ini ukurannya direncanakan sedemikian rupa sehingga cukup untuk mengalirkan sejumlah volume air tertentu dalam suatu waktu yang lama atau yang disebut dengan debit (Q).

Pada perencanaan saluran drainase terdapat masalah yaitu berapakah besar debit air yang harus disalurkan melalui saluran tersebut. Karena debit air ini tergantung kepada curah hujan tidak tetap (berubah-ubah) maka debit air yang akan ditampung saluran juga pasti akan berubah-ubah. Dalam hal perencanaan saluran drainase kita harus menetapkan suatu besarnya debit rencana (debit banjir rencana) jika memilih atau membuat debit rencana tidak bisa kecil, maka nantinya dapat berakibat air didalam saluran akan meluap dan sebaliknya juga tidak boleh mengambilnya terlalu besar karena dapat juga berakibat saluran yang kita rencanakan tidak ekonomis. Kita harus dapat memperhitungkan besarnya debit didalam saluran

drainase agar dapat memilih suatu debit rencana. Didalam memilih debit rencana maka diambil debit banjir maximum pada daerah perencanaan.

2.3.1 Siklus Hidrologi

Dalam perencanaan suatu bangunan air yang berfungsi untuk pengendalian penggunaan air antara lain yang mengatur aliran sungai, pembuatan waduk-waduk dan saluran-saluran yang sangat diperlukan untuk mengetahui perilaku siklus yang Saluran utama disebut dengan siklus hidrologi. Menurut Rurung dkk. (2019) Air laut menguap karena radiasi matahari menjadi awan kemudian awan yang terjadi oleh penguapan air bergerak di atas daratan karena tertiuap angin. Presipitasi yang terjadi oleh tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin, dapat berbentuk hujan atau salju. Setelah jatuh ke permukaan tanah, akan menimbulkan limpasan (*runoff*) yang mengalir kembali ke laut. Dalam usahanya untuk mengalir kembali ke laut beberapa diantaranya masuk kedalam tanah (infiltrasi) dan bergerak terus ke bawah (perkolasi) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah atau juga yang dinamakan permukaan freatik.

Menurut Suripin (2014) secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relative tetap dari masa ke masa. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus menerus, dimana kita tidak tahu kapan dan darimana berawalnya dan kapan pula akan berakhir. Serangkaian peristiwa tersebut dinamakan siklus hidrologi (*Hydrologic Cycle*).



Gambar 2.12. Siklus hidrologi.

2.3.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Menurut Suripin (2004) Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang adalah waktu hipotetik di mana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Sedangkan menurut Wesli (2008) Periode Ulang Hujan adalah waktu perkiraan dimana suatu data hujan akan mencapai suatu harga tertentu disamai atau kurang dari atau lebih. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkap hujan yang akan di keringkan.

Distribusi frekuensi digunakan untuk memproses probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang (return period) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi dan koefisien skewness (kecondongan atau kemencengan).

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang digunakan dalam bidang hidrologi adalah:

- 1) Distribusi Log Person Tipe III
- 2) Distribusi Gumbel
- 3) Distribusi Log Normal
- 4) Distribusi Frechet

2.3.2.1 Distribusi Log Person Tipe III

Distribusi Log Person Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Person Tipe III merupakan hasil dari transformasi dari distribusi Log Person tipe III dengan mengganti varian menjadi nilai logaritma. Data hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah dalam bentuk logaritma.

Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana berdasarkan perhitungan Log Person Type III sebagai berikut (Suripin, 2004).

1. Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$

2. Hitung rata-rata logaritma dengan rumus:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.1)$$

3. Hitung simpangan baku dengan rumus:

$$Sd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2} \quad (2.2)$$

4. Hitung Koefisien kemenangan dengan rumus:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{(n-1)(n-2)Sd^3} \quad (2.3)$$

5. Hitung logaritma curah hujan rencanakan dengan periode ulang tertentu:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot Sd \quad (2.4)$$

Keterangan

LogX = Rata-rata logaritma

n = Banyaknya tahun pengamatan

Sd = Standar deviasi

G = Koefisiensi kemenangan

K = Variabel standar (*standar variabel*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemiringan G (Tabel 2.4).

Besarnya harga K berdasarkan nilai G dan tingkat probabilitasnya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2.: Distribusi *log pearson type III* untuk koefisien kemencengan G (Suripin, 2004)

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef, G	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973

2,6	-0,769	0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

2.3.2.2 Distribusi Gumbel

Faktor frekuensi untuk distribusi ini dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan sebagai berikut:

1. Besarnya curah hujan rata-rata dengan rumus:

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

2. Hitung standar deviasi dengan rumus:

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

3. Hitung besarnya curah hujan untuk periode ulang t tahun dengan rumus:

$$X_T = \bar{x} + \frac{Y_T - Y_n}{\sigma_n} Sd$$

Keterangan:

Xt = Besarnya curah hujan untuk t tahun (mm)

Yt = Besarnya curah hujan rata-rata untuk t tahun (mm)

Yn = Reduce mean deviasi berdasarkan sampel n

σ_n = Reduce standar deviasi berdasarkan sampel n

n = Jumlah tahun yang ditinjau Sd = Standar deviasi (mm)

\bar{x} = Curah hujan rata-rata (mm)

Xi = Curah hujan maximum (mm)

Harga Yn berdasarkan banyaknya sampel n dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3.: Harga Yn berdasarkan banyaknya sampel n (Suripin, 2014).

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	,495	,449	,503	,507	,510	,512	,515	,518	,520	,552
20	,523	,525	,526	,528	,529	,530	,532	,533	,534	,535
30	,536	,537	,538	,538	,539	,540	,541	,541	,542	,543
40	,543	,544	,544	,545	,545	,546	,546	,547	,547	,548
50	,548	,549	,549	,549	,550	,550	,550	,551	,551	,551
60	,552	,552	,552	,553	,553	,553	,553	,554	,554	,554

70	,554	,555	,555	,555	,555	,555	,555	,556	,556	,556
80	,556	,557	,557	,557	,557	,558	,558	,558	,558	,558
90	,558	,558	,558	,559	,559	,559	,559	,559	,559	,559
100	560									

2.3.2.3 Distribusi Log Normal

Faktor frekuensi untuk distribusi ini dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Log } X_T = \log \bar{X} + K_T \times Sd \text{ Log } X$$

Dimana:

$\text{Log } X_t$ = Nilai Logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

$\text{Log } \bar{X}$ = Nilai rata-rata $\text{Log } X_t = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n}$ (mm)

$Sd \text{ Log } X$ = Deviasi standar dari $\text{Log } \bar{X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}}$

K_t = Faktor frekuensi sini lainnya tergantung dari “t”, nilai yang didapatkan dari tabel 2.4

Tabel 2.4.: Nilai Faktor Frekuensi (k) Sebagai Fungsi Dari Nilai CV (Soewarno, 1995)

Koefisien Variasi (CV)	Peluang Kumulatif P(%) : P(X<=X)					
	50	80	90	95	98	99
	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	20	50	100
0,05	-0,0250	0,8334	1,2965	1,6863	2,1341	2,4570
0,10	-0,0496	0,8222	1,3078	1,7247	2,2130	2,5489
0,15	-0,0738	0,8085	1,3156	1,7598	2,2899	2,2607
0,20	-0,0971	0,7926	1,3200	1,7911	2,3640	2,7716
0,25	-0,1194	0,7746	1,3209	1,8183	2,4318	2,8805
0,30	-0,1406	0,7647	1,3183	1,8414	2,5015	2,9866
0,35	-0,1604	0,7333	1,3126	1,8602	2,5638	3,0890
0,40	-0,1788	0,7100	1,3037	1,8746	2,6212	3,1870
0,45	-0,1957	0,6870	1,2920	1,8848	2,6731	3,2799

0,50	-0,2111	0,6626	1,2778	1,8909	2,7202	3,3673
0,55	-0,2251	0,6379	1,2613	1,8931	2,7613	3,4488
0,60	-0,2375	0,6129	1,2428	1,8915	2,7971	3,5211
0,65	-0,2185	0,5879	1,2226	1,8866	2,8279	3,3930
0,70	-0,2582	0,5631	1,2011	1,8786	2,8532	3,3663
0,75	-0,2667	0,5387	1,1784	1,8677	2,8735	3,7118
0,80	-0,2739	0,5118	1,1548	1,8543	2,8891	3,7617
0,85	-0,2801	0,4914	1,1306	1,8388	2,9002	3,8056
0,90	-0,2852	0,4686	1,1060	1,8212	2,9071	3,8137
0,95	-0,2895	0,4466	1,0810	1,8021	2,9103	3,8762
1,00	-0,2929	0,4254	1,0560	1,7815	2,9098	3,9035

2.3.2.4 Distribusi Frechet

Faktor frekuensi untuk distribusi ini dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Rumas: } \log X_T = \log X + Y \cdot s$$

Dimana:

$\log X_T$ = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

$\log X$ = Nilai rata – rata dari $\log X_i$ (mm)

S = Standar deviasi dari Log X

K_{Tr} = Koefisien frekuensi, didapat berdasarkan hubungan nilai C_s dengan periode ulang T

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log x)^3}{(N - 1)(N - 2)S^3}$$

Tabel 2.5.: Nilai variabel reduksi

T (Tahun)	Peluang (P)	Y
1,0010	0,0010	-1,9300
1,0050	0,0050	-1,6700
1,0100	0,0100	-1,5300
1,0500	0,0500	-1,0970
1,1100	0,1000	-0,8340
1,2500	0,2000	-0,4760

1,3300	0,2500	-0,3260
1,4300	0,3000	-0,1850
1,6700	0,4000	0,0870
2,0000	0,5000	0,3660
2,5000	0,6000	0,6710
3,3300	0,7000	1,0300
4,0000	0,7500	1,2400
5,0000	0,8000	1,5100
10,0000	0,9000	2,2500
20,0000	0,9500	2,9700
50,0000	0,9800	3,9000
100,0000	0,9900	4,6000
200,0000	0,9950	5,2900
500,0000	0,9980	6,2100
1000,0000	0,9990	6,9000

Hubungan periode ulang untuk t tahun dengan curah hujan rata-rata dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6.: Periode ulang untuk tahun (Suripin, 2004).

Kata ulang (tahun)	Faktor reduksi (Yt)
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2504
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Harga *reduce standar deviasi* (σ_n) dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7.: Hubungan *reduce standar deviasi* (σ_n) dengan banyaknya sampel (n) (Suripin, 2004).

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,98	0,99	1	1,02	1,03	1,04	1,04	1,05

20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,1	1,1	1,1
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,13
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
50	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
80	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
90	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
100	1,2									

2.3.3 Uji Kecocokan Distribusi

Menurut Suripin (2004) untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut.. Pengujian parameter yang dipakai adalah uji Chi-Square dan uji Smirnov-Kolmogorov.

2.3.3.1 Uji Chi-Square

Uji Chi-Square adalah salah satu uji statistik paramatik yang cukup sering digunakan dalam penelitian. Uji Chi-Square ini biasa diterapkan untuk pengujian kenormalan data, pengujian data yang berlevel nominal atau untuk menguji perbedaan dua atau lebih proposi sampel. Uji Chi-Square diterapkan pada kasus dimana akan uji diamati (data observasi) berbeda secara nyata atautkah tidak dengan frekuensi yang diterapkan. Uji Chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut dengan Uji chi-square.

Uji Chi-Square digunakan untuk menguji distribusi pengamatan, apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak. Adapun prosedur perhitungan Uji Chi-Square adalah sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah kelas dengan Pers. 2.8. (2.8)

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

Dimana:

- K = Jumlah kelas
 n = Banyaknya data

2. Membuat kelompok-kelompok kelas sesuai dengan jumlah kelas.
3. Menghitung frekuensi pengamatan $O_j = n/\text{jumlah kelas}$.
4. Mencari besarnya curah hujan yang masuk dalam batas kelas (E_j).
5. Menghitung dengan menggunakan Pers. 2.9.

$$X^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j} \quad (2.9)$$

Dimana:

X^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung

K = Jumlah kelas

O_j = Frekuensi pengamatan kelas

E_j = Frekuensi teoritis kelas

6. Menentukan X^2_{cr} dari tabel dengan menentukan taraf signifikan (α) dan derajat kebebasan (Dk) dengan menggunakan Pers. 2.10. (2.10)

$$Dk = K - (p+1)$$

Dimana:

Dk = Derajat kebebasan

K = Jumlah kelas

P = Banyaknya parameter untuk Uji Chi-Square adalah 2

Menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan X^2 perhitungan $< X^2_{cr}$ maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai x^2 hitung $> x^2_{cr}$ maka distribusi tidak terpenuhi.

Untuk melihat nilai distribusi yang tertera pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8.: Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square.

d^k	α derajat kepercayaan							
	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,05}$	$t_{0,025}$	$t_{0,01}$	$t_{0,005}$
1	0,39	0,16	0,098	0,393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,100	0,201	0,506	0,103	5,991	6,783	9,210	10,597
3	0,717	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	24,995
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,598
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	6,884	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,852
20	7,434	8,260	9,591	10,851	34,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,497	38,982	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,298	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	39,264	42,920	45,558
25	10,52	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,920

2.3.3.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Suripin, 2004). Hal itu dikarenakan nilai uji yang terdapat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9.: Nilai kritis D_0 untuk uji Sminov-Kolomogorov (Suripin, 2004).

N	Derajat kepercayaan, α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Prosedur dasarnya mencakup perbandingan antara probabilitas kumulatif lapangan dan distribusi kumulatif fungsi yang ditinjau. Sampel yang berukuran n, diatur dengan urutan yang meningkat. Dari data yang diatur akan membentuk suatu fungsi frekuensi kumulatif tangga. Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Urutan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut:

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_3 = P'(X_3), \text{ dan seterusnya.}$$

2. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_3 = P'(X_3), \text{ dan seterusnya.}$$

3. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (*smirnov-kolomogorov test*) tentukan nilai kritis (D_0).

Apabila nilai D lebih kecil dari nilai D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, tetapi apabila nilai D lebih besar dari nilai D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak dapat diterima.

2.3.4 Daerah Tangkapan Hujan (Catchment Area)

Catchment area adalah suatu daerah tadah hujan dimana air yang mengalir pada permukaannya ditampung oleh saluran yang bersangkutan. Sistem drainase yang baik yaitu apabila ada hujan yang jatuh di suatu daerah harus segera dapat dibuang, untuk itu dibuat saluran yang menuju saluran utama.

Untuk menentukan daerah tangkapan hujan tergantung kepada kondisi lapangan suatu daerah dan situasi topografinya / elevasi permukaan tanah suatu wilayah disekitar saluran yang bersangkutan yang merupakan daerah tangkapan hujan dan mengalirkan air hujan kesaluran drainase. Untuk menentukan daerah tangkapan hujan (*Cathment area*) sekitar drainase dapat diasumsikan dengan membagi luas daerah yang akan ditinjau.

2.3.5 Koefisien Pengaliran (C)

Menurut Supriyani dkk. (2012) Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan dengan jumlah air hujan yang turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran tergantung pada keadaan daerah pengaliran dan karakteristik hujan.

Menurut Hendratta (2014) Faktor yang penting yang mempengaruhi besarnya koefisien pengaliran adalah keadaan hujan, luas daerah pengaliran, kemiringan lahan, daya infiltrasi dan perkolasi tanah serta tata guna lahan.

Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari. Koefisien pengaliran mempunyai

nilai antara dan sebaliknya nilai pengaliran untuk analisis dipergunakan nilai terbesar atau nilai maksimum (Wesli,2008). Koefisien pengaliran secara umum diperlihatkan pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10.: Koefisien limpasan untuk Metode Rasional (Suripin, 2004).

Deskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien Aliran (c)
Business	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	
rumah tunggal	0,30 – 0,50
Perdesaan	0,40-0,70
multiunit, terpisah	0,40-0,60
multiunit, tergabung	0,60-0,75
Perkampungan	0,25-0,40
Apartemen	0,50-0,70
Industri	
Ringan	0,50-0,80
Berat	0,60-0,90
Perkerasan	
Aspal dan Beton	0,70-0,65
Batu Bata, Paving	0,50-0,70

2.3.6 Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Untuk drainase perkotaan dan jalan raya sebagai debit rencana debit banjir maksimum periode ulang 5 tahun yang mempunyai makna kemungkinan banjir maksimum tersebut disamai atau dilampaui 1 kali dalam 5 tahun atau 2 kali dalam 10 tahun atau 25 kali dalam 100 tahun (Suripin, 2004).

Penetapan debit banjir maksimum periode 100 tahun ini berdasarkan pertimbangan:

- a. Resiko akibat genangan yang ditimbulkan oleh hujan relatif kecil dibandingkan dengan banjir yang ditimbulkan meluapnya sebuah sungai.
- b. Luas lahan diperkotaan relatif terbatas apabila ingin direncanakan saluran yang melayani debit banjir maksimum periode ulang lebih besar dari 100 tahun.
- c. Daerah perkotaan mengalami perubahan dalam periode tertentu sehingga mengakibatkan perubahan pada saluran drainase.

Perencanaan debit rencana untuk drainase perkotaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (metode rasional). Untuk debit air limbah rumah tangga diestimasikan 25 liter perorang perhari.

Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik debit rencana (periode ulang) dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain-lain. Tabel 2.11. berikut menyajikan standar desain saluran drainase berdasar “Pedoman Drainase Perkotaan dan Standar Desain Teknis”.

Tabel 2.11.: Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004).

Luas DAS (ha)	Periode ulang (tahun)	Metode perhitungan debit banjir
< 10	2	Rasional
10 – 100	2-5	Rasional
101 – 500	5-20	Rasional
>500	10-25	Hidrograf satuan

2.3.6.1 Metode Rasional

Menurut Suripin (2004) Metode untuk memperkirakan laju aliran permukaan puncak yang umum dipakai adalah metode Rasional USSCS (1993). Metode ini sangat simple dan mudah penggunaannya, namun penggunaannya terbatas. Karena model ini merupakan model kotak hitam, maka tidak dapat menerangkan hubungan curah hujan dan aliran permukaan dalam bentuk hidrograf. Secara matematis dapat ditulis dalam Pers. 2.11.

$$Q = 0,00278 C. I. A \quad (2.11)$$

Dimana:

- Q = debit (m^3/det).
C = koefisien aliran permukaan
I = intensitas curah hujan (mm/jam)
A = luas daerah aliran (Ha)

Rumus diatas berlaku untuk daerah yang luas pengalirannya tidak lebih dari 80 Ha, sedangkan untuk daerah yang luas pengalirannya lebih besar dari 80 Ha maka rumus rasional diatas harus dirubah menjadi Pers. 2.12.

$$Q = 0,00278 C \cdot C_s \cdot I \cdot A \quad (2.12)$$

Dimana:

- Q = debit (m^3/det).
I = intensitas curah hujan (mm/jam).
A = luas daerah aliran (Ha).
C = koefisien aliran permukaan.
C_s = koefisien tampungan.

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \quad (2.13)$$

Dimana:

- C_s = koefisien tampung.
T_c = waktu konsentrasi (jam)
T_d = waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam).

2.3.7 Intensitas Hujan

Menurut Restiani dkk. (2015) intensitas hujan adalah tinggi curah hujan dalam periode tertentu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam.. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris. Intensitas hujan ialah ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman.

Intensitas hujan adalah termasuk dari karakteristik hujan yang juga terdapat durasi hujan yaitu lama kejadian (menitan, jam-jaman, harian) diperoleh dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Dalam perencanaan drainase durasi hujan ini sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi, khususnya pada drainase perkotaan diperlukan durasi yang relatif pendek mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan. Selanjutnya lengkung intensitas hujan adalah grafik yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan durasi hujan, hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk lengkungan intensitas hujan kala ulang hujan tertentu (Wesli, 2008).

Intensitas hujan termasuk hal yang terpenting dalam melaksanakan atau menganalisis hidrologi suatu daerah drainase. Maka daripada itu akan dijelaskan teori perhitungan debit rencana, yakni perhitungan curah hujan dengan jangka waktu yang bervariasi untuk menentukan suatu volume debit saluran. Untuk menentukan intensitas hujan adalah dengan menggunakan rumus-rumus empiris yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan lamanya hujan Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \quad (2.14)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam).

t = lamanya hujan (jam).

R₂₄ = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm).

Rumus mononobe sering digunakan di Jepang, digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan setiap berdasarkan data curah hujan harian.

Menurut Guntoro dkk. (2017) Perhitungan intensitas curah hujan bertujuan untuk mengetahui tinggi hujan historis yang mengakibatkan banjir. Menurut hasil pengamatan, informasi instansi terkait dan historis hujan, bahwa durasi hujan di lokasi studi, rata-rata terjadi dalam enam jam.

2.3.7.1 Analisa Curah Hujan

Menurut Dewi dkk. (2014) Analisis frekuensi adalah suatu analisa data hidrologi dengan menggunakan statistika yang bertujuan untuk memprediksi suatu besaran hujan atau debit dengan masa ulang tertentu. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala ulang

(*return period*) diartikan sebagai waktu dimana hujan atau debit dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut.

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Dalam analisa digunakan curah hujan rencana, hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam atau menit. Hal ini akan membawa konsekuen dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang (*return periode*) yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan:

- Saluran kwarter : Periode ulang 1 tahun
- Saluran tersier : Periode ulang 2 tahun
- Saluran sekunder : Periode ulang 5 tahun
- Saluran primer : Periode ulang 10 tahun

Dalam pemilihan suatu teknik analisis penentuan banjir rencana tergantung dari data-data yang tersedia dan macam dari bangunan air yang akan dibangun.

2.4. Analisa Hidrolika

Zat cair dapat diangkut dari suatu tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah maupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat berupa terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*).

Menurut Ubaidillah dkk. (2012) Di dalam hidrologi, salah satu aspek analisa yang diharapkan dihasilkan untuk menunjang perencanaan bangunan-bangunan

hidraulik adalah penetapan besaran- besaran rancangan, baik hujan, banjir maupun unsur hidrologi lainnya. Hal ini merupakan satu masalah yang cukup rumit karena di satu pihak dituntut hasil yang memadai.

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) maupun saluran tertutup (*pipe flow*). Pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas (*free surface*). Permukaan bebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Sedangkan pada aliran saluran tertutup tidak terdapat permukaan yang bebas, hal ini dikarenakan seluruh saluran diisi oleh air. Pada aliran saluran tertutup permukaan air secara tidak langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar kecuali hanya oleh tekanan hidraulika yang ada dalam aliran saja. Pada aliran terbuka untuk penyederhanaan dianggap bahwa aliran sejajar, kecepatan beragam dan kemiringan kecil. Dalam hal ini permukaan air merupakan garis derajat hidraulika dan dalam air sama dengan tinggi tekanan. Meskipun kedua jenis aliran hampir sama, penyelesaian masalah aliran dalam saluran terbuka jauh lebih sulit dibandingkan dengan aliran pipa tekan. Hal ini disebabkan karena permukaan air bebas cenderung berubah sesuai dengan waktu, ruang dan juga bahwa kedalam aliran, debit, kemiringan dasar saluran dan kedudukan permukaan bebas saling bergantung satu sama lainnya. Aliran dalam suatu saluran tertutup tidak selalu merupakan aliran pipa.

Berdasarkan konsistensi bentuk penampang dan kemiringan dasarnya saluran terbuka dapat diklasifikasikan menjadi:

- a. Saluran prismatic (*prismatic channel*) yaitu saluran yang bentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya tetap.

Contoh: saluran drainase, saluran irigasi.

- b. Saluran non prismatic (*non prismatic channel*) yaitu saluran yang berbentuk penampang melintang dan kemiringan dasarnya berubah-ubah.

Contoh: sungai

Aliran pada saluran terbuka terdiri dari saluran alam (*natural channel*) seperti sungai-sungai kecil di daerah hulu atau pegunungan hingga sungai besar di muara, dan saluran buatan (*artificial channel*) seperti saluran drainase di tepi jalan, saluran irigasi

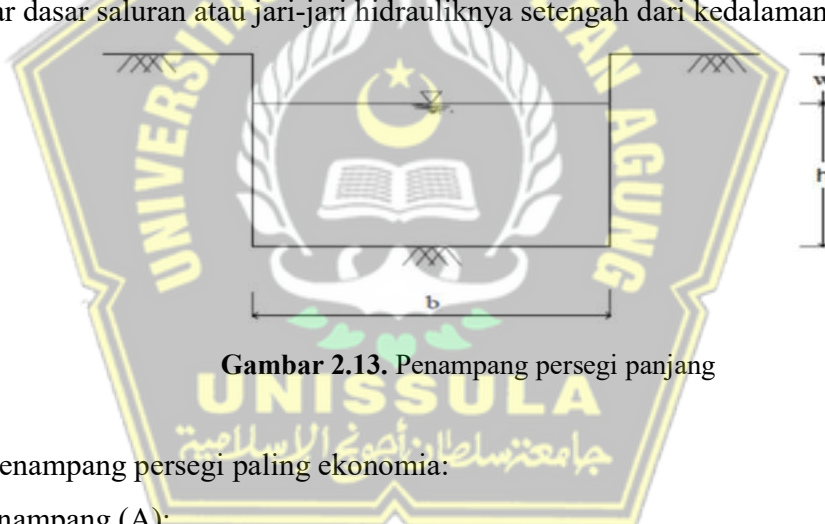
untuk mengairi persawahan, saluran pembuangan, saluran untuk membawa air ke pembangkit listrik tenaga air, saluran untuk supply air minum, dan saluran banjir. Saluran buatan dapat berbentuk segitiga, trapesium, segiempat, bulat, setengah lingkaran, dan bentuk tersusun.

2.4.1 Dimensi Penampang Saluran

Potongan melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekerasan dan kemiringan dasar tertentu (Suripin, 2004).

a. Penampang Berbentuk Persegi

Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h, luas penampang basah $A = B \times h$ dan keliling basah P. Maka bentuk penampang persegi paling ekonomis adalah jika kedalaman setengah dari lebar dasar saluran atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalaman air.



Gambar 2.13. Penampang persegi panjang

Untuk penampang persegi paling ekonomis:

Luas Penampang (A):

$$A = B \times h \quad (2.15)$$

Keliling basah (P):

$$P = (2 \times h) + B \quad (2.16)$$

Jari-jari hidrolis R:

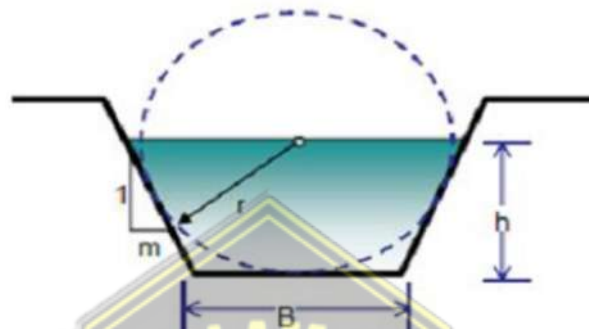
$$R = \frac{A}{P} \quad (2.17)$$

Kecepatan aliran (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.18)$$

b. Penampang Berbentuk Trapesium

Luas penampang melintang A dan Keliling basah P, saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar b, kedalaman h dan kemiringan dinding 1 m (Gambar 2.14) dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.14. Penampang trapesium

Untuk penampang persegi paling ekonomia:

Luas Penampang (A):

$$A = (B+mh)h \quad (2.19)$$

Keliling basah (P):

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (2.20)$$

Jari-jari hidrolis (R):

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.21)$$

Kecepatan aliran (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.22)$$

2.4.2 Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit yang harus ditampung oleh saluran (Q_s dalam m^3/det) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh

hujan rencana (Q_T dalam m^3/det). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan Pers. 2.23.

$$Q_s \geq Q_T \quad (2.23)$$

Debit yang sampu di tampung oleh saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan Pers.2.24.

$$Q_s \geq A \cdot V \quad (2.24)$$

Dimana:

Q_s = debit aliran pada saluran (m^3/det).

A = luas penampang basah (m^2).

V = kecepatan aliran (m/det).

Untuk mencari nilai kecepatan aliran dapat menggunakan manning Pers. 2.25.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2.25)$$

Dimana:

V = kecepatan aliran(m/det).

n = koefisien kekasaran manning.

R = jari-jari hidrolis (m).

S = kemiringan dasar saluran.

Nilai R dapat dicari dengan menggunakan Pers. 2.26

$$R = \frac{A}{P} \quad (2.26)$$

Dimana:

R = jari-jari hidrolis (m).

A = luas penampang basah (m^2).

P = keliling penampang basah (m).

Nilai koefisien kekasaran Manninh n , untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat Tabel 2.12.

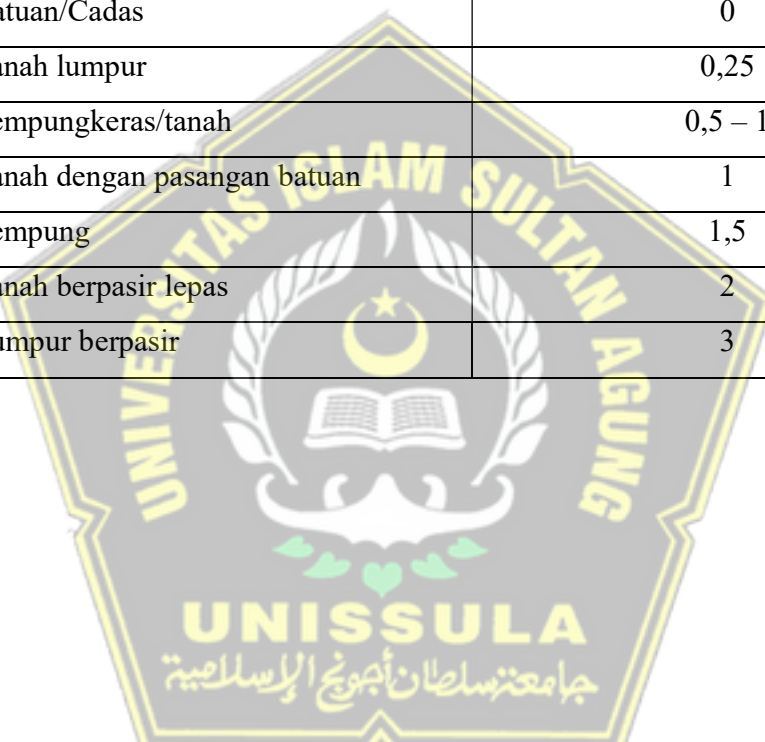
Tabel 2.12.: Koefisien kekerasan Manning.

No	Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1	Besi tuang lapis	0,014
2	Kaca	0,010
3	Saluran beton	0,013
4	Bata dilapisi mortar	0,015
5	Pasangan batu	0,025

6	Saluran tanah bersih	0,022
7	Saluran tanah	0,030
8	Saluran dengan dasar baru dan tebing rumput	0,040
9	Saluran pada galian batu padas	0,040

Tabel 2.13.: Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN: 979 – 8382 – 49 – 8, 1994).

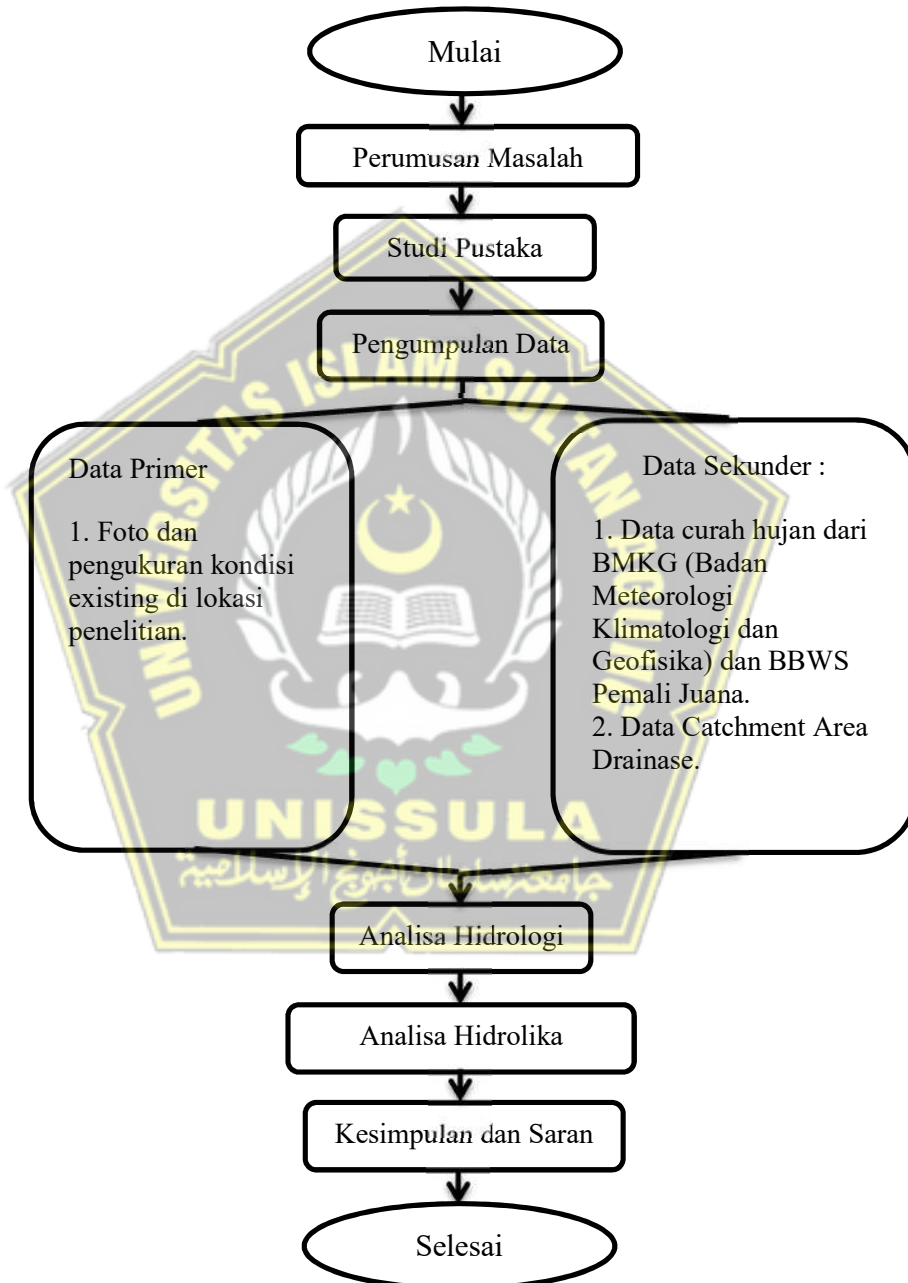
No	Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
1	Batuan/Cadas	0
2	Tanah lumpur	0,25
3	Lempungkeras/tanah	0,5 – 1
4	Tanah dengan pasangan batuan	1
5	Lempung	1,5
6	Tanah berpasir lepas	2
7	Lumpur berpasir	3



BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian untuk kajian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Bagan alir penelitian

3.1.1 Umum

Memanfaatkan teknik pengumpulan dan pengolahan data, sistem drainase Jalan Lamper Tengah Kota Semarang dievaluasi dan di analisis kapasitasnya. Data yang dikumpulkan akan dianalisa dan dievaluasi menggunakan teknik kuantitatif, atau sesuai dengan teori dan perhitungan yang diterima secara umum.

3.1.2 Letak Geografis dan Tata Guna Lahan

Dilihat dari segi geografis, kelurahan Lamper Tengah terletak di ujung timur kecamatan Semarang Selatan, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia. Dengan luasan wilayah 0,70 km², atau sekitar 196,217 Ha. Kelurahan Lamper Tengah termasuk kedalam tipologi wilayah perkotaan.

Secara administrasi batas-batas wilayah Kelurahan Lamper Tengah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Berbatasan dengan Lamper Lor.
- Sebelah Selatan : Berbatasan dengan Lamper Kidul.
- Sebelah Timur : Berbatasan dengan Kedungmundun Kelurahan Tembalang.
- Sebelah Barat : Berbatasan dengan Peterongan.

Penggunaan tanah pada lokasi studi adalah sebagai berikut:

- Bangunan perumahan penduduk.
- Usaha-usaha kecil menengah.
- Rumah ibadah.
- Jalan beraspal.

3.1.3 Jaringan Jalan dan Drainase

Jaringan jalan pada lokasi studi terdiri dari jalan utama, Kelurahan Lamper Tengah jalan tersebut mempunyai drainase yang ditempatkan pada tengah jalan. Sistem drainase terdiri dari saluran primer. Dimana yang dimaksud dengan saluran primer adalah saluran utama yang menampung dari saluran sekunder yang terdapat pada jalan-jalan gang. Saluran drainase pada tengah jalan utama merupakan drainase pengumpul.

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan semua informasi penelitian yang berguna dalam menganalisis hidrologi dan hidrolika pada lokasi penelitian. Data-data tersebut berupa data lokasi penelitian, data catchment area serta data curah hujan harian maksimum berdasarkan beberapa stasiun penangkap curah hujan tahun 2013 hingga 2022 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dan BBWS Pemali-Juana.

3.2.1 Data Primer

Data primer didapat langsung dari lapangan dengan cara mengadakan peninjauan atau investigasi survei lapangan untuk melakukan pengamatan dan pengukuran secara cermat dan memperhatikan kondisi lapangan.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari DPU Kota Semarang berupa data catchment area kemudian dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kota Semarang stasiun : Candisari dan Tlogosari, kemudian data curah hujan yang di dapatkan dari BBWS Pemali Juana berada pada stasiun : BBWS Pemali-Juana. Yang berupa data curah hujan bulanan maksimum tahun 2013 hingga 2022.

3.3. Pengolahan Data

Untuk mengetahui dimensi saluran drainase yang efektif untuk sistem drainase di daerah kawasan Lamper Tengah langkah-langkah analisis yang dilakukan sebagai berikut:

- Pengambilan data curah hujan pada 3 stasiun terdekat sekitar lokasi studi.
- Melakukan analisis distribusi frekuensi curah hujan yang terdiri dari:
 - Log Pearson III
 - Gumbel
 - Log Normal
 - Frechet
- Menentukan jenis distribusi curah hujan yang sesuai dengan melakukan uji distribusi frekuensi, yaitu dengan uji chi kuadrat dan smirnov kolmogorov.

- Menganalisa waktu konsentrasi dan intensitas curah hujan.
- Melakukan analisa debit banjir rencana.

3.3.1 Analisa Frekuensi Hujan

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoses probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang (return period) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi dan koefisien skewness (kecondongan atau kemencengan). Metode yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat. Periode ulang yang akan dihitung pada masing-masing metode adalah untuk periode ulang 2, 5, dan 10 tahun.

- Metode distribusi Log Pearson Tipe III.
- Metode distribusi Gumbel.
- Metode distribusi Log Normal
- Metode distribusi Frechet

3.3.2 Uji Kecocokan Distribusi

Pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian ini untuk menguji apakah 4 sebaran yang dipilih dalam pembuatan *duration curve* cocok dengan sebaran empirisnya. Pengujian parameter dilakukan dengan Uji Chi kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

3.3.3 Metode Rasional

Untuk menghitung debit rencana pada studi ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merancang debit saluran drainase. Adapun asumsi dari metode rasional adalah pengaliran maksimum terjadi kalau lama waktu curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya.

BAB IV

ANALISA DATA

4.1. Analisa Curah Hujan Rencana

Analisa curah hujan rencana adalah analisa curah hujan untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan yang mana akan digunakan untuk mencari debit banjir rancangan. Jika di dalam suatu area terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan area. Penentuan luas pengaruh stasiun curah hujan dengan metode Aljabar karena metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Stasiun yang digunakan dalam hitungan ini adalah stasiun yang berada di luar kawasan desain tetapi masih berdekatan dengan kawasan desain.

Berikut adalah Contoh perhitungan curah hujan metode rata-rata aljabar pada bulan Januari 2009:

- Curah Hujan Maximum
- $$R_{Candi\ sari} = C_{max}$$
- $$R_{BBWS\ pemali-juana} = C_{max}$$
- $$R_{Tlogosari} = C_{max}$$
- $$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} \qquad \bar{R} = \frac{... + ... + ...}{3} =$$

Tabel 4.1.: Data curah hujan bulanan maksimum dari Kelurahan Lamper. (BMKG dan BBWS)

Tahun	Curah hujan			Jumlah Curah Hujan Rata-Rata	Curah Hujan Maksimum (mm)
	Candisari (mm)	BBWS Pemali-Juana (mm)	Tlogosari		
2013	170	119	92	127	154
2014	112	124	217	151	
2015	71	127	203	134	

2016	80,5	82	196	120
2017	122	84	165	124
2018	97	142	164	134
2019	46,3	98	65	70
2020	124	89	95	103
2021	171	197	95	154
2022	93	113	94	100

Dari data curah hujan rata-rata maksimum tersebut kemudian dihitung pola distribusi sebenarnya dengan menggunakan perhitungan analisa frekuensi. Distribusi sebaran yang akan dicari analisa frekuensinya antara lain adalah distribusi Log Pearson Tipe III, distribusi Gumbel, distribusi Log Normal, dan distribusi Frechet.

4.2. Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi adalah prosedur memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu ataupun masa yang akan datang. Prosedur tersebut dapat digunakan menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi hujan secara teoritis dengan distribusi hujan secara empiris. Hujan rancangan ini digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang diperlukan dalam memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir) seperti yang tersaji pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

4.2.1 Distribusi Log Pearson Tipe III

Rumus perhitungan curah hujan rencana berdasarkan Metode Log Normal:

Parameter statistik

$$\text{Rumas: } \log X_T = \log X + K \cdot s$$

Dimana:

$\log X_T$ = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

$\log X$ = Nilai rata – rata dari $\log Xi$ (mm)

S = Standar deviasi dari $\log X$

K_{Tr} = Koefisien frekuensi, didapat berdasarkan hubungan nilai C_s dengan periode ulang T

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log xi - \log x)^3}{(N - 1)(N - 2)S^3}$$

Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2.: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Pearson Tipe III.

No	X_i	$\log X_i$	$\log X_i - \log X_{rt}$	$(\log X_i - \log X_{rt})^2$	$(\log X_i - \log X_{rt})^3$	$(\log X_i - \log X_{rt})^4$
1	154	2,1875	0,1120	0,0125	0,0014	0,0002
2	151	2,1790	0,1035	0,0107	0,0011	0,0001
3	134	2,1271	0,0516	0,0027	0,0001	0,0000
4	134	2,1271	0,0516	0,0027	0,0001	0,0000
5	127	2,1038	0,0283	0,0008	0,0000	0,0000
6	124	2,0934	0,0179	0,0003	0,0000	0,0000
7	120	2,0792	0,0037	0,0000	0,0000	0,0000
8	103	2,0128	-0,0627	0,0039	-0,0002	0,0000
9	100	2,0000	-0,0755	0,0057	-0,0004	0,0000
10	70	1,8451	-0,2304	0,0531	-0,0122	0,0000
Jumlah	1217	20,7550	0,0000	0,0924	-0,0101	0,0032
		$\log X_{rt} =$	2,0755			

PARAMETER STATISTIK

Curah hujan rata-rata (\bar{x})

$$\bar{X} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1217}{10} = 121,7$$

Standart deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log xi - \bar{x})^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{0,0924}{9}} = 0,1013$$

Hitung koefisien kemencengan

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^{n-1} (\log x_i - \log x)^3}{(N-1)(N-2)S^3} = \frac{10 \times (-0,0101)}{9 \times 8 \times 0,1013^3} = -1,3467$$

Kefisien kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-1} (\log x_i - \log x)^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} 0,003240}{0,1013^4} = 2,1856$$

Logaritma Hujan atau banjir dengan periode kala ulang T

$$\log X_T = \log X + K \cdot s$$

$$T=2 \text{ th}$$

$$\log X_2 = 2,0755 + 0,2222 \times 0,1013$$

$$\log X_2 = 2,0980$$

$$X_2 = 125,3290 \text{ mm}$$

$$\log X_T = \log X + K \cdot s$$

$$T=5 \text{ th}$$

$$\log X_5 = 2,0755 + 0,8533 \times 0,1013$$

$$\log X_5 = 2,1620$$

$$X_5 = 145,2031 \text{ mm}$$

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

$$T = 10 \text{ th}$$

$$\log X_{10} = 2,0755 + 1,1695 \times 0,1013$$

$$\log X_{10} = 2,1842$$

$$X_{10} = 152,8445 \text{ mm}$$

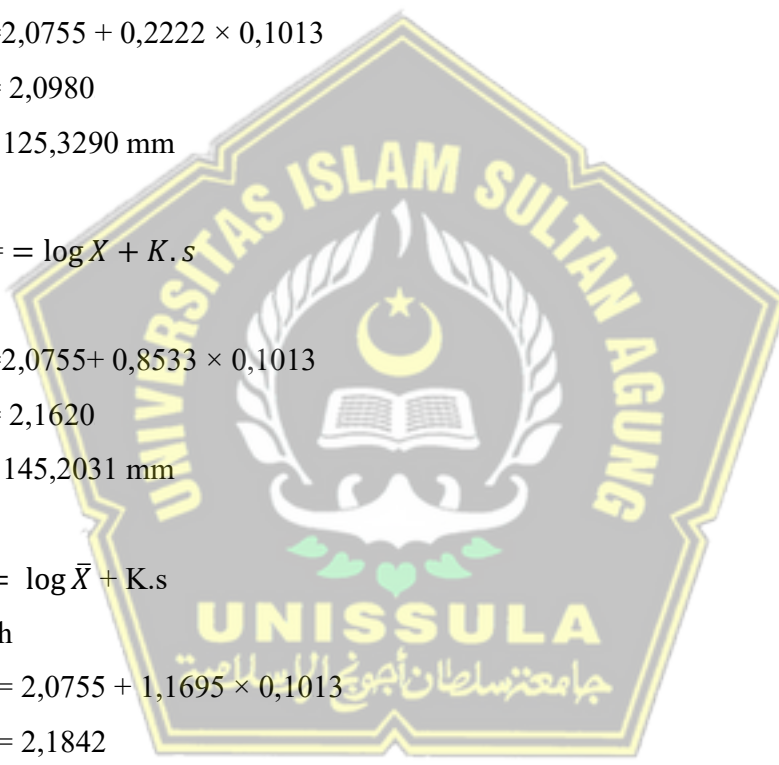
$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot s$$

$$T = 25 \text{ th}$$

$$\log X_{25} = 2,0755 + 1,2293 \times 0,1013$$

$$\log X_{25} = 2,2001$$

$$X_{25} = 158,5203 \text{ mm}$$



$$\log X_T = \log X + K \cdot s$$

$$T=50 \text{ th}$$

$$\log X_{50} = 2,0755 + 1,2944 \times 0,1013$$

$$\log X_{50} = 2,2067$$

$$X_{50} = 160,9452 \text{ mm}$$

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

$$T = 100 \text{ th}$$

$$\log X_{100} = 2,0755 + 1,3312 \times 0,1013$$

$$\log X_{100} = 2,2104$$

$$X_{100} = 162,3329 \text{ mm}$$

4.2.2 *Distribusi Gumbel*

Data curah hujan yang digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana dengan metode gumbel yaitu data curah hujan rata-rata, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Rumus :

$$X = \frac{\sum xi}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - x)^2}{(n - 1)}}$$

Keterangan:

$\sum xi$ = Curah hujan maksimum rata – rata (mm)

n = Banyak data tahun pengamatan

S = Standar deviasi

Y_n = Reduced mean (hubungan dengan banyak data, n)

Y_{Tr} = Reduced variate (hubungan dengan return period, t)

S_n = Reduced standar deviation (hubungan dengan banyaknya data, n)

Distribusi Gumbel Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3.: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Gumbel.

No	Xi	Xi-X	(Xi-X)^2	(Xi-X)^3	(Xi-X)^4
1	154	32,300	1043,290	33698,267	1088454,024
2	151	29,300	858,490	25153,757	737005,080
3	134	12,300	151,290	1860,867	22888,664
4	134	12,300	151,290	1860,867	22888,664
5	127	5,300	28,090	148,877	789,048
6	124	2,300	5,290	12,167	27,984
7	120	-1,700	2,890	-4,913	8,352
8	103	-18,700	349,690	-6539,203	122283,096
9	100	-21,700	470,890	-10218,313	221737,392
10	70	-51,700	2672,890	-138188,413	7144340,952
N= 10 Tahun	1217	0,0000	5734,100	-92216,040	9360423,257

PARAMETER STATISTIK

$$X = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1217}{10} = 121,7$$

Standart deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xi-x)^2}{(n-1)}} = \sqrt{\frac{5734,100}{9}} = 25,241$$

Dari tabel 2.2 dan 2.3 untuk n =10

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

Dari tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 2 th

$$Y_{Tr} = 0,3665$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{0,3665 - 0,4952}{0,9496} = -0,1355$$

Curah hujan periode ulang (T) 2 th

$$X_T = X + K.S = 121,7 + ((-0,1355) \times 25,241) = 118,2794 \text{ mm}$$

Dari tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 5 th

$$Y_{Tr} = 1,4999$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{1,4999 - 0,4952}{0,9496} = 1,0581$$

Curah hujan periode ulang (T) 5 th

$$X_T = X + K.S = 121,7 + (1,0581 \times 40,8744) = 148,4070 \text{ mm}$$

Dari tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 10 th

$$Y_{Tr} = 2,2504$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{2,2504 - 0,4952}{0,9496} = 1,8483$$

Curah hujan periode ulang (T) 10 th

$$X_T = X + K.S = 121,7 + (1,8483 \times 40,8744) = 168,3540 \text{ mm}$$

Dari tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 25 th

$$Y_{Tr} = 3,1985$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{3,1985 - 0,4952}{0,9496} = 2,8468$$

Curah hujan periode ulang (T) 25 th

$$X_T = X + K.S = 121,7 + (2,8468 \times 40,8744) = 193,5572 \text{ mm}$$

Dari tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 50 th

$$Y_{Tr} = 3,9019$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{3,9019 - 0,4952}{0,9496} = 3,5876$$

Curah hujan periode ulang (T) 50 th

$$X_T = X + K.S = 121,7 + (3,5876 \times 40,8744) = 212,2544 \text{ mm}$$

Dari tabel 2.4 untuk periode ulang (T) 100 th

$$Y_{Tr} = 4,6001$$

Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{4,6001 - 0,4952}{0,9496} = 4,3228$$

Curah hujan periode ulang (T) 100 th

$$X_T = X + K.S = 121,7 + 4,3228 \times 40,8744 = 230,8135 \text{ mm}$$

4.2.3 Distribusi Log normal

Rumus perhitungan curah hujan rencana berdasarkan Metode Log Normal:

Parameter statistik

$$\log X_T = \log \bar{X} + K_T \times Sd \log X$$

Dimana:

$\log X_t$ = Nilai Logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

$$\log \bar{X} = \text{Nilai rata-rata } \log X_t = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \text{ (mm)}$$

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

K_t = Faktor frekuensi sini lainnya tergantung dari “t”, nilai yang didapatkan dari tabel

Distribusi Log Normal Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Normal dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4.: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Log Normal.

No	X_i	$\log X_i$	$\log X_i - \log X_{rt}$	$(\log X_i - \log X_{rt})^2$	$(\log X_i - \log X_{rt})^3$	$(\log X_i - \log X_{rt})^4$
1	154	2,1875	0,11202	0,01255	0,00141	0,00016
2	151	2,1790	0,10347	0,01071	0,00111	0,00011
3	134	2,1271	0,05160	0,00266	0,00014	0,00001
4	134	2,1271	0,05160	0,00266	0,00014	0,00001
5	127	2,1038	0,02830	0,00080	0,00002	0,00000
6	124	2,0934	0,01792	0,00032	0,00001	0,00000

7	120	2,0792	0,00368	0,00001	0,00000	0,00000
8	103	2,0128	-0,06267	0,00393	-0,00025	0,00002
9	100	2,0000	-0,07550	0,00570	-0,00043	0,00003
10	70	1,8451	-0,23041	0,05319	-0,01223	0,00282
Jumlah	1217	20,7550	0,0000	0,09243	-0,01009	0,00315

PARAMETER STATISTIK :

Curah hujan rata-rata (x)

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} = \frac{20,7550}{10} = 2,0755$$

Hitung koefisien kemencengan

$$Sd \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,09243}{10-1}} = 0,1013$$

Langkah perhitungan periode ulang T tahun :

$$\text{Log } X_T = \text{log } \bar{X} + K_T \times Sd \text{ Log } X$$

T = 2th

$$\text{Log } X_2 = 2,0755 + (-0,0244 \times 0,1013)$$

$$\text{Log } X_2 = 2,0730$$

$$= 118,3123 \text{ mm}$$

$$\text{Log } X_T = \text{log } \bar{X} + K_T \times Sd \text{ Log } X$$

T = 5th

$$\text{Log } X_5 = 2,0755 + (0,8337 \times 0,1013)$$

$$\text{Log } X_5 = 2,1600$$

$$= 144,5404 \text{ mm}$$

$$\text{Log } X_T = \text{log } \bar{X} + K_T \times Sd \text{ Log } X$$

T = 10th

$$\text{Log } X_{10} = 2,0755 + (1,2962 \times 0,1013)$$

$$\text{Log } X_{10} = 2,2069$$

$$= 161,0151 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Log} X_T &= \log \bar{X} + K_T \times Sd \text{Log} X \\ T = 25\text{th} \\ \text{Log} X_{25} &= 2.0755 + (1,7599 \times 0,1013) \\ \text{Log} X_{25} &= 2,2539 \\ &= 179,4124\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log} X_T &= \log \bar{X} + K_T \times Sd \text{Log} X \\ T = 50\text{th} \\ \text{Log} X_{50} &= 2.0755 + (2,1322 \times 0,1013) \\ \text{Log} X_{50} &= 2,2916 \\ &= 195,6993 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log} X_T &= \log \bar{X} + K_T \times Sd \text{Log} X \\ T = 100\text{th} \\ \text{Log} X_{100} &= 2.0755 + (2,4548 \times 0,1013) \\ \text{Log} X_{100} &= 2,3243 \\ &= 210,9995\text{mm} \end{aligned}$$

4.2.4 Distribusi Frechet

Distribusi Frechet Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Frechet dapat dilihat di bawah ini:

$$\text{Rumas: } \log X_T = \log X + Y.s$$

Dimana:

$\log X_T$ = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

$\log X$ = Nilai rata – rata dari $\log X_i$ (mm)

S = Standar deviasi dari Log X

K_{Tr} = Koefisien frekuensi, didapat berdasarkan hubungan nilai C_s dengan periode ulang T

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^{n-1} (\log x_i - \log x)^3}{(N-1)(N-2)S^3}$$

Distribusi Frechet Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Frechet dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5.: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi Frechet.

No	Xi	Log Xi	Log Xi – Log Xrt	(Log Xi – Log Xrt)^2	(Log Xi – Log Xrt)^3	(Log Xi – Log Xrt)^4
1	154	2,1875	0,112016	0,012548	0,001406	0,000157
2	151	2,1790	0,103472	0,010706	0,001108	0,000115
3	134	2,1271	0,051600	0,002663	0,000137	0,000007
4	134	2,1271	0,051600	0,002663	0,000137	0,000007
5	127	2,1038	0,028299	0,000801	0,000023	0,000001
6	124	2,0934	0,017917	0,000321	0,000006	0,000000
7	120	2,0792	0,003676	0,000014	0,000000	0,000000
8	103	2,0128	-0,062668	0,003927	-0,000246	0,000015
9	100	2,0000	-0,075505	0,005701	-0,000430	0,000033
10	70	1,8451	-0,230407	0,0531987	-0,012232	0,002818
Jumlah	1217	20,7550	0,00000	0,092430	-0,010092	0,003153
		$\log X_{rt} =$	2,0755			

PARAMETER STATISTIK :

Curah hujan rata-rata (x)

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} = \frac{20,7550}{10} = 2,0755$$

Hitung koefisien kemencengan

$$Sd \log X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,09243}{10-1}} = 0,1013$$

Langkah perhitungan periode ulang T tahun :

$$\log X_T = \log \bar{X} + Y_T \times Sd \log X$$

$$T = 2 \text{ th}$$

$$\log X_2 = 2,0755 + (0,3660 \times 0,1013)$$

$$\log X_2 = 2,0593$$

$$= 114,6411 \text{ mm}$$

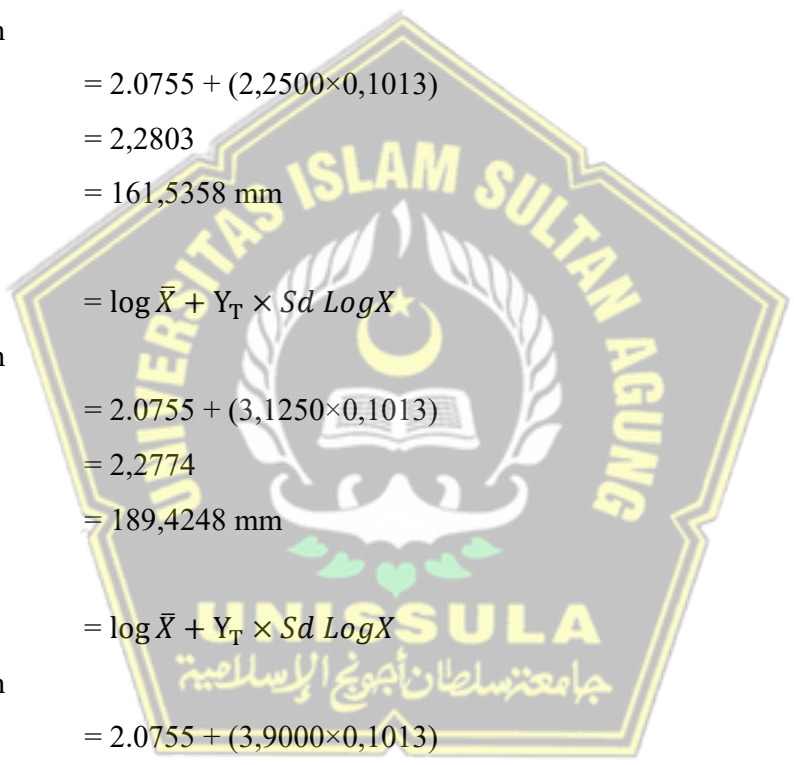
$$\begin{aligned} \text{Log}X_T &= \log \bar{X} + Y_T \times Sd \text{Log}X \\ T = 5\text{th} \\ \text{Log}X_5 &= 2.0755 + (1,5100 \times 0,1013) \\ \text{Log}X_5 &= 2,1498 \\ &= 141,1797 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log}X_T &= \log \bar{X} + Y_T \times Sd \text{Log}X \\ T = 10\text{th} \\ \text{Log}X_{10} &= 2.0755 + (2,2500 \times 0,1013) \\ \text{Log}X_{10} &= 2,2803 \\ &= 161,5358 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log}X_T &= \log \bar{X} + Y_T \times Sd \text{Log}X \\ T = 25\text{th} \\ \text{Log}X_{25} &= 2.0755 + (3,1250 \times 0,1013) \\ \text{Log}X_{25} &= 2,2774 \\ &= 189,4248 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log}X_T &= \log \bar{X} + Y_T \times Sd \text{Log}X \\ T = 50\text{th} \\ \text{Log}X_{50} &= 2.0755 + (3,9000 \times 0,1013) \\ \text{Log}X_{50} &= 2,3387 \\ &= 218,1222 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log}X_T &= \log \bar{X} + Y_T \times Sd \text{Log}X \\ T = 100\text{th} \\ \text{Log}X_{100} &= 2.0755 + (4,6000 \times 0,1013) \\ \text{Log}X_{100} &= 2,3940 \\ &= 247,7618 \text{ mm} \end{aligned}$$



Tabel 4.6.: Kombinasi periode ulang tahunan (mm).

Periode Ulang (T)	Distribusi Log Pearson Type III	Distribusi Gumbel	Distribusi Log Normal	Distribusi Frechet
2	125,3290 mm	118,2794mm	118,3123 mm	114,6411 mm
5	145,2031 mm	148,4070mm	144,5404 mm	141,1797 mm
10	152,8445 mm	168,3540mm	161,0151 mm	161,5358 mm
25	158,5203 mm	193,5572mm	179,4124mm	189,4248 mm
50	160,9452 mm	212,2544mm	195,6993 mm	218,1222 mm
100	162,3329 mm	230,8135mm	210,9995mm	247,7618 mm

Dari tabel diatas diperoleh kombinasi ulang tahunan dengan distribusi log person type III, distribusi gumbel, distribusi log normal, dan distribusi frechet.

4.3. Pemilihan Distribusi Curah Hujan

Dari parameter statistik, setelah itu dapat dilakukan pemilihan jenis analisis frekuensi yang akan digunakan dengan membandingkan persyaratan dengan hasil perhitungan . Dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. : Syarat pemilihan distribusi.

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
1	Log Pearson Type III	$Cs \neq 0$	$Cs = -1,346$	Memenuhi
2	Gumbel	$Cs = 1.1396$ $Ck = 5.4002$	$Cs = -1,346$ $Ck = 2,185$	Tidak Memenuhi
3	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv = 0.641$ $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3 = 3.740$	$Cs = -1,346$ $Ck = 2,185$	Tidak Memenuhi
4	Frechet	$Cs = 0$ $Ck = 3$	$Cs = 2,075$ $Ck = 0,101$	Tidak Memenuhi

Hasil penentuan tipe sebaran menunjukkan tidak ada parameter statistik dari data pengamatan yang memenuhi syarat untuk distribusi Gumbel, Log Normal dan Frechet. Maka akan di gunakan distribusi Log Pearson Type III.

4.4. Uji Distribusi Probabilitas

Metode yang di gunakan untuk menguji Distribusi Probabilitas secara analitis yaitu dengan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

4.4.1 Uji Chi-Kuadrat

Rumus:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(of - Ef)}{Ef}$$

Dimana:

X^2 = Parameter chi kuadrat terhitung.

Ef = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya.

Of = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama.

Derajat nyata atau derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%.

Derajat kebebasan (Dk) dihitung dengan rumus :

$$Dk = K - (p + 1)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n$$

Dimana:

Dk = Derajat kebebasan

P = Banyaknya parameter, untuk Chi kuadrat adalah 2

K = Jumlah kelas distribusi

N = Banyaknya data

Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis.

$$X^2 < X^2 \text{ kritis}$$

Dimana :

X^2 = Parameter Chi kuadrat terhitung

X^2_{cr} = Parameter Chi kuadrat kritis, lihat Tabel

Langkah Perhitungan :

1. Data hujan diurut dari besar ke kecil

Tabel 4.8.: Data curah hujan yang diurutkan dari besar ke kecil.

No	X_i (mm)	Peringkat (m)	$P = m/(n+1)$	$T = 1/P$
1	153	1	0.09	11.00
2	151	2	0.18	5.50
3	134	3	0.27	3.67
4	134	4	0.36	2.75
5	127	5	0.45	2.20
6	124	6	0.55	1.83
7	120	7	0.64	1.57
8	103	8	0.73	1.38
9	100	9	0.82	1.22
10	70	10	0.91	1.10

2. Menghitung jumlah kelas

- Jumlah data (n) = 10
- Kelas distribusi (K) = $1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 10 = 4,3$

3. Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan χ^2_{cr}

- Parameter (p) = 2
- Derajat kebebasan (Dk) = $K - (p + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$
- Nilai χ^2_{cr} dengan jumlah data (n) = 10, $\alpha = 5\%$ dan $Dk = 2$ adalah 7,879

4. Perhitungan Nilai X^2

$$E_f = \frac{\text{Banyak data (n)}}{\text{Jumlah kelas}} = \frac{10}{4} =$$

Keterangan :

Of = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

Ef = Jumlah nilai teoritis sub kelompok

Tabel 4.9.: Perhitungan Nilai X^2 distribusi Log Pearson Tipe III.

No.	Nilai Batas Sub Kelas		Jumlah Data		$(OF - EF)^2$	$\frac{(OF - EF)^2}{EF}$
	OF	EF				
1	X <	115,231	2,000	2,500	0,250	0,100
2	115,231 < X <	132,478	1,000	2,500	2,250	0,900
3	132,478 < X <	148,717	0,000	2,500	6,250	2,500
4	X >	148,717	7,000	2,500	20,250	8,100
Jumlah :			10,000	10,000	29,000	11,600

Tabel 4.10.: Perhitungan Nilai X^2 distribusi Gumbel.

No.	Nilai Batas Sub Kelas		Jumlah Data		$(OF - EF)^2$	$\frac{(OF - EF)^2}{EF}$
	OF	EF				
1	X <	99,855	5,000	2,500	6,250	2,500
2	99,855 < X <	118,279	3,000	2,500	0,250	0,100
3	118,279 < X <	141,654	0,000	2,500	6,250	2,500
4	X >	141,654	2,000	2,500	0,250	0,100
Jumlah :			10,000	10,000	13,000	5,200

Tabel 4.11.: Perhitungan Nilai X^2 distribusi Log Normal.

No.	Nilai Batas Sub Kelas		Jumlah Data		$(OF - EF)^2$	$\frac{(OF - EF)^2}{EF}$
	OF	EF				
1	X <	255,679	10,000	2,500	56,250	22,500
2	255,679 < X <	300,578	0,000	2,500	6,250	2,500
3	300,578 < X <	322,398	0,000	2,500	6,250	2,500

4	X >	322,398	0,000	2,500	6,250	2,500
Jumlah :			10,000	10,000	75,000	30,000

Tabel 4.12.: Perhitungan Nilai X^2 distribusi Frechet.

No.	Nilai Batas Sub Kelas	Jumlah Data		$(OF - EF)^2$	$\frac{(OF - EF)^2}{EF}$
		OF	EF		
1	X < 189,425	8,000	2,500	30,250	12,100
2	189,425 < X < 218,122	2,000	2,500	0,250	0,100
3	218,122 < X < 232,470	0,000	2,500	6,250	2,500
4	X > 232,470	0,000	2,500	6,250	2,500
Jumlah :		10,000	10,000	43,000	17,200

4.4.2 Uji Smirnov Kolmogorof

Pengujian distribusi probabilitas dengan Smirnov-Kolmogorof dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

a. Distribusi Log Pearson III

Tabel 4.13.: Metode Log Pearson III Uji Smirnov Kolmogorof.

No	X	Log X	Cs	m	S _n (X)	Pr	P _x (X)	D
								$ P_x(X) - S_n(X) $
1	154,000	2,188	1,105	1,000	0,091	0,045	0,955	0,8643
2	151,000	2,179	1,021	2,000	0,182	0,045	0,955	0,7733
3	134,000	2,127	0,509	3,000	0,273	0,045	0,955	0,6821
4	134,000	2,127	0,509	4,000	0,364	0,019	0,981	0,6169
5	127,000	2,104	0,279	5,000	0,455	0,020	0,980	0,5259
6	124,000	2,093	0,177	6,000	0,545	0,020	0,980	0,4350
7	120,000	2,079	0,036	7,000	0,636	0,015	0,985	0,3491
8	103,000	2,013	-0,618	8,000	0,727	0,015	0,985	0,2581
9	100,000	2,000	-0,745	9,000	0,818	0,015	0,985	0,1666
10	70,000	1,845	-2,274	10,000	0,909	0,015	0,985	0,0757
D Maks.								0,8643

Keterangan Tabel 4.13. :

- 1) Mengurutkan data dari yang terbesar ke yang terkecil
- 2) Menghitung probabilitas S_n dengan rumus :

$$S_n = \frac{m}{n+1}$$

$$= \frac{1}{10+1} = 0,091$$

3) Menghitung nilai Cs :

$$Cs = \frac{\text{Log}Xi - \overline{\text{Log}Xi}}{S\text{Log}Xi}$$

$$= \frac{2,188 - 2,075}{0,101} = 1,105$$

b. Distribusi Gumbel

Tabel 4.14.: Metode Gumbel Uji Smirnov Kolmogorof.

No.	X	m	S _n (X)	Y _T	Tr	Pr	Px (X)	D
								I P _X (X) - S _n (X)
1	154,00	1	0,0909	1,7104	6,0460	0,1654	0,8346	0,7437
2	151,00	2	0,1818	1,5975	5,4575	0,1832	0,8168	0,6349
3	134,00	3	0,2727	0,9579	3,1382	0,3187	0,6813	0,4086
4	134,00	4	0,3636	0,9579	3,1382	0,3187	0,6813	0,3177
5	127,00	5	0,4545	0,6946	2,5443	0,3930	0,6070	0,1524
6	124,00	6	0,5455	0,5817	2,3355	0,4282	0,5718	0,0264
7	120,00	7	0,6364	0,4312	2,0929	0,4778	0,5222	0,1142
8	103,00	8	0,7273	-0,2083	1,4121	0,7082	0,2918	0,4354
9	100,00	9	0,8182	-0,3212	1,3367	0,7481	0,2519	0,5663
10	70,00	10	0,9091	-1,4498	1,0143	0,9859	0,0141	0,8950
D maks								0,8950

c. Distribusi Log Normal

Tabel 4.15.: Metode Log Normal Kolmogorof.

No	X	Log X	Cv	m	S _n (X)	Pr	Px (X)	D
								I P _X (X) - S _n (X)
1	154,000	2,188	1,105	1,000	0,091	-0,003	1,003	0,9119
2	151,000	2,179	1,021	2,000	0,182	-0,003	1,003	0,8212
3	134,000	2,127	0,509	3,000	0,273	-0,005	1,005	0,7318
4	134,000	2,127	0,509	4,000	0,364	-0,005	1,005	0,6409
5	127,000	2,104	0,279	5,000	0,455	-0,005	1,005	0,5506
6	124,000	2,093	0,177	6,000	0,545	-0,005	1,005	0,4600
7	120,000	2,079	0,036	7,000	0,636	-0,006	1,006	0,3695
8	103,000	2,013	-0,618	8,000	0,727	-0,008	1,008	0,2805
9	100,000	2,000	-0,745	9,000	0,818	0,003	0,997	0,1788
10	70,000	1,845	-2,274	10,000	0,909	0,008	0,992	0,0827
D Maks.								0,9119

d. Distribusi frechet

Tabel 4.16.: Metode Frechet Kolmogorof.

No	X	Log X	a	Xo	Y	m	S _n (X)	Px (X)	D	
									$I P_X (X) - S_n (X)$	
1	154,00	2,1875	12,6504	2,0304	1,9875	1,0000	0,0909	0,0613	0,0296	
2	151,00	2,1790	12,6504	2,0304	1,8794	2,0000	0,1818	0,6159	0,4340	
3	134,00	2,1271	12,6504	2,0304	1,2232	3,0000	0,2727	0,7664	0,4937	
4	134,00	2,1271	12,6504	2,0304	1,2232	4,0000	0,3636	0,7994	0,4357	
5	127,00	2,1038	12,6504	2,0304	0,9285	5,0000	0,4545	0,6949	0,2403	
6	124,00	2,0934	12,6504	2,0304	0,7971	6,0000	0,5455	0,6545	0,1091	
7	120,00	2,0792	12,6504	2,0304	0,6170	7,0000	0,6364	0,5900	0,0464	
8	103,00	2,0128	12,6504	2,0304	-0,2223	8,0000	0,7273	0,3071	0,4202	
9	100,00	2,0000	12,6504	2,0304	-0,3847	9,0000	0,8182	0,2539	0,5643	
10	70,00	1,8451	12,6504	2,0304	-2,3442	10,0000	0,9091	-0,3886	1,2977	
									D Maks.	1,2977

4.4.3 Resum Uji Chi kuadrat dan Smirnov kolmogorof

Tabel 4.17. Resume Uji Chi Kuadrat.

No.	Distribusi Probabilitas	X^2	$X^2 cr$	Keterangan
1	Log Person Tipe III	11,600	5,991	Ditolak
2	Gumbel	5,200	5,991	Diterima
3	Log Normal	30,00	5,991	Ditolak
4	Frechet	17,200	5,991	Ditolak

Berdasarkan Tabel 4.17. maka distribusi yang dipilih adalah distribusi Gumbel karena nilai X^2 hitung $< X^2 cr = 5,200 < 5,991$.

Tabel 4.18.: Resume Uji Smirnov Kolmogorof.

No.	Distribusi Probabilitas	X^2	$X^2 cr$	Keterangan
1	Log Person Tipe III	0,8643	0,4090	Ditolak

2	Gumbel	0,8950	0,4090	Ditolak
3	Log Normal	0,9119	0,4090	Ditolak
4	Frechet	1,2977	0,4090	Ditolak

Berdasarkan Tabel 4.18. distribusi dari ke 4 distribusi tidak ada yang diterima karena nilai hitung X^2 hitung $< X^2$ cr = melebihi $< 0,41$.

Tabel 4.19.: Resume data hujan rencana distribusi Log Pearson Type III.

No.	Hujan Rencana (mm)	Periode Ulang (tahun)	Peluang (%)
1	125,3209	2	50
2	145,2031	5	20
3	152,8445	10	10
4	158,5203	25	4
5	160,9452	50	2
6	162,3329	100	1

4.5. Analisa Debit Banjir Rencana

Pada perhitungan analisa debit banjir rencana dihitung berdasarkan data hujan rencana yang dilakukan dengan melihat hubungan banjir yang akan terjadi dengan distribusi curah hujan rencana periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Perhitungan debit banjir ini dengan menggunakan metode Empiris antara lain Metode Rasional.

4.5.1 Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas pengaliran dari saluran drainase kawasan Lamper Tengah adalah 0,73km². Sesuai dengan rumus debit banjir rancangan metode rasional

$$Q = 0,00278 \text{ C.I.A}$$

Dimana:

Q = Debit dalam (m³ /det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

Pada drainase Kawasan Lamper Tengah, digunakan koefisien pengaliran sebesar 0,95 sesuai pada Tabel 2.8: Koefisien aliran, dikarenakan daerah permukiman di kawasan Lamper Tengah adalah daerah perkotaan.

4.6. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam satu waktuan waktu, umpamanya mm/jam untuk curah hujan jangka pendek, dan besarnya intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan. Beberapa rumus yang menyatakan hubungan antara intensitas dan lamanya curah hujan adalah sebagai berikut:

- Metode Mononobe

Rumus untuk mencari intensitas curah hujan Mononobe digunakan Pers. 4.5.

$$I = \frac{R}{24} x \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

Tc = Lamanya curah hujan (menit)

R₂₄ = Curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maksimum dalam 24 jam)

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun (Q₂). Diketahui data sebagai berikut:

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 0,77^2}{1000 \times 0,027} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 0,217 \text{ mm/jam}$$

$$I = \frac{125,3209}{24} \times \left[\frac{24}{0,217} \right]^{2/3}$$

I = mm/jam

Perhitungan intensitas curah hujan untuk periode 2,5, dan 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20: Perhitungan intensitas curah hujan.

No	Periode	R24(mm)	C	Tc (jam)	I(mm/jam)
1	2	125,3209	0,95	0,217	125,32
2	5	145,2031	0,95	0,217	145,20
3	10	152,8445	0,95	0,217	152,84

Luas cathment area drainase kawasan Jalan Lamper Tengah adalah = 22 Ha. Koefesien pengaliran (C) = 0,95 (Wilayah perkotaan) Tabel 2.8: Koefisien aliran (C) secara umum (Suripin, 2004).

Jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

$$Q = 0,00278 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,00278 \times 0,95 \times 125,32 \times 22$$

$$Q = 6,872 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun tersedia didalam Tabel 4.21.

Tabel 4.21.: Perhitungan Q rancangan pada daerah Lamper Tengah.

No	Periode	C	Tc(jam)	I(mm/jam)	A(Ha)	Q(m3/det)
1	2	0,95	0,217	125,32	22,00	7,281
2	5	0,95	0,217	145,20	22,00	8,436
3	10	0,95	0,217	152,84	22,00	8,880

4.7. Analisa hidrolika

penampang saluran drainase di kawasan Lamper Tengah dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir < Q tampungan saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir.

4.7.1. Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang tertera pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22.: Hasil survei drainase di kawasan Lamper Tengah.

Saluran	B (m)	H (m)	Panjang saluran (m)	kondisi
Jl. Lamper tengah	2	1,5	650	Batu pecah di semen

Dari hasil survei juga didapat bentuk saluran drainase dan dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Diameter saluran hasil survei.

Saluran drainase Lamper Tengah

$$A = b \times h$$

$$A = 2 \times 1,5$$

$$A = 3 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P)

$$P = (2xh)+b$$

$$P = (2x1,5)+2$$

$$P = 5 \text{ m}$$

Jari-jari hidraulis (R)

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

$$R = \frac{3}{5}$$

$$R = 0,6 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning):

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.12.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,6^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,2725 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,2725 \times 3$$

$$Q = 3,817 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q analisis tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23.: Perhitungan kondisi saluran drainase kawasan Lamper Tegah.

Nama saluran	Q tampungan penampung	Q Rancangan Debit Banjir			Keterangan
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	
Saluran Primer	3,817 m ³ /det	7,281 m ³ /det	8,436 m ³ /det	8,880 m ³ /det	Tidak aman

Dari hasil perhitungan nilai Q kapasitas tampungan penampung drainase dengan perhitungan nilai Q rancangan debit banjir periode 2, 5, dan 10 tahun diketahui bahwa drainase sudah tidak mampu lagi menampung besarnya debit curah hujan.

4.7.2. Perencanaan Ulang Sistem Drainase

Perencanaan ulang sistem drainase dilakukan untuk mengetahui apakah ukuran apabila nilai Q analisa rancangan < Q analisis tampungan penampung maka saluran

dapat dikatakan aman dari banjir . Untuk perhitungan Q tampungan penampung dapat dilihat di dalam Tabel 4.24.

Tabel 4.24.: Dimensi saluran drainase Perencanaan.

Saluran	B (m)	H (m)	Panjang saluran (m)	kondisi
Saluran Primer	2,5	2,3	650	Beton

Bentuk saluran drainase dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Diameter saluran hasil perencanaan

Saluran drainase Lamper Tengah

$$A = b \times h$$

$$A = 2,5 \times 2,3$$

$$A = 5,75 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P)

$$P = (2 \times h) + b$$

$$P = (2 \times 2,3) + 2,5$$

$$P = 7,1 \text{ m}$$

Jari-jari hidraulis (R)

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

$$R = \frac{5,75}{7,1}$$

$$R = 0,809 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning): Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025 dari Tabel 2.12.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,809^{\frac{2}{3}} \times 0,002^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1.553 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,553 \times 5,75$$

$$Q = 8,929 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q analisis tampungan penampang diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25.: Perbandingan Q analisis tampungan penampang dan Q analisis rancangan debit banjir di kawasan Lamper Tengah.

Nama saluran	Q tampungan penampung	Q Rancangan Debit Banjir			Keterangan
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	
Saluran Primer	8,929 m ³ /det	7,281 m ³ /det	8,436 m ³ /det	8,880 m ³ /det	Aman

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Beberapa tahapan dari mulai analisa hidrologi dan analisa hidrolika yang sudah di bahas pada bab sebelumnya dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Sistem drainase pada ruas jalan lamper tengah sudah tidak dapat menampung debit banjir yang akan datang.
2. Analisa hidrologi dan hidrolika untuk kala ulang 2,5,10 tahun mencapai (Q) debit rencana sebesar $8,880 \text{ m}^3/\text{det}$ sedangkan saluran pada jalan lamper tengah memiliki kapasitas tampungan (Q) debit air sebesar $3,817$ maka dapat dipastikan saluran sudah tidak mampu menampung debit banjir yang akan datang untuk sampai 10 tahun kedepan.
3. Dengan hasil perhitungan nilai (Q) debit rencana sebesar $8,880 \text{ m}^3/\text{det}$ untuk 10 tahun kedepan maka solusi untuk mengatasi permasalahan yang ada pada jalan lamper tengah ialah dengan melakukan perluasan saluran drainase dengan rencana dimensi saluran lebar $2,5 \text{ m}$ x tinggi $2,3 \text{ m}$, dari perhitungan rencana dimensi saluran tersebut maka didapat nilai (Q) debit rencana tampungan sebesar $8,929 \text{ m}^3/\text{det}$ sehingga mampu menampung besar debit 10 tahun yang akan datang.

5.2. Saran

1. Penulis menyarankan agar saluran pada Jalan Lamper Tengah di lakukanya evaluasi ulang dikarenakan debit air sudah melebihi kapasitas tampungan yang ada.
2. Disarankan untuk melakukan perluasan pada saluran drainase di Jalan Lamper Tengah sebesar tinggi $2,3\text{m}$ x lebar $2,5\text{m}$ karena sudah dapat menampung besar debit 10 tahun yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, A. T. (2019) Tinjauan Perencanaan Drainase Pada jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
- Fabian, A. N. B. (2019) Evaluasi Sistem Drainase Sisi Selatan Pada *Airside* Bandar Udara Internasional Jendral Ahmad Yani. Tugas Akhir. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Farizi, D. (2015). Analisa dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan Perumnas Talang kelapa di Subdas Lambidaro kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(1), 755-765.
- Gabriela, L. L. (2013) Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Pusat Kota Amurang. *Jurnal Sipil Statik*. Vol.1, 341-348.
- Guntoro, D. E. Harisuseno, D, dan Cahya, E. N. (2017) pengelolaan Drainase secara Terpadu untuk Pengendalian Genangan di Kawasan Sidokare Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik Pengairan*. 4(1), 26-40.
- Hendratta, L. A. (2014) Optimalisasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya sebagai Alternatif penanganan Masalah Genangan Air. *Jurnal Teknik Sipil*. 2(1), 2-10.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. Nomor 12/2014 Tentang Drainase perkotaan. 116 hal.
- Rachmawati, A. (2010) Aplikasi SIG (Sistem Informasi Geografis) Untuk Evaluasi Sistem Jaringan Drainase di Sub DAS Lowokwaru Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 2(3), 13-21.
- Rurung, M. A. (2019) Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Dengan Sumur Resapan Dilahan Perumahan Wenwin – Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*. 3(1), 35-47.
- Suripin, (2014) *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Erlangga: Jakarta. 2(1), 5-15.
- Wesli, (2008) *Drainase Perkotaan*. Edisi Pertama. Graha Ilmu: Yogyakarta.