

**ANALISA KINERJA SISTEM DRAINASE BERWAWASAN
LINGKUNGAN PADA JALAN DWIKORA KECAMATAN
MEDAN PERJUANGAN**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Sipil
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

**LEONARD NAPITUPULU
NPM : 16.811.0080**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 13/7/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)13/7/23

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KINERJA SISTEM DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA JALAN DWIKORA KECAMATAN MEDAN PERJUANGAN

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Sipil
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

LEONARD NAPITUPULU
16.811.0080

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Ir. Nurmaidah, MT
NIDN : 0108016101

Mengetahui,



Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Rahmad Syah, S.kom, M.Kom.
NIDN : 01050588004

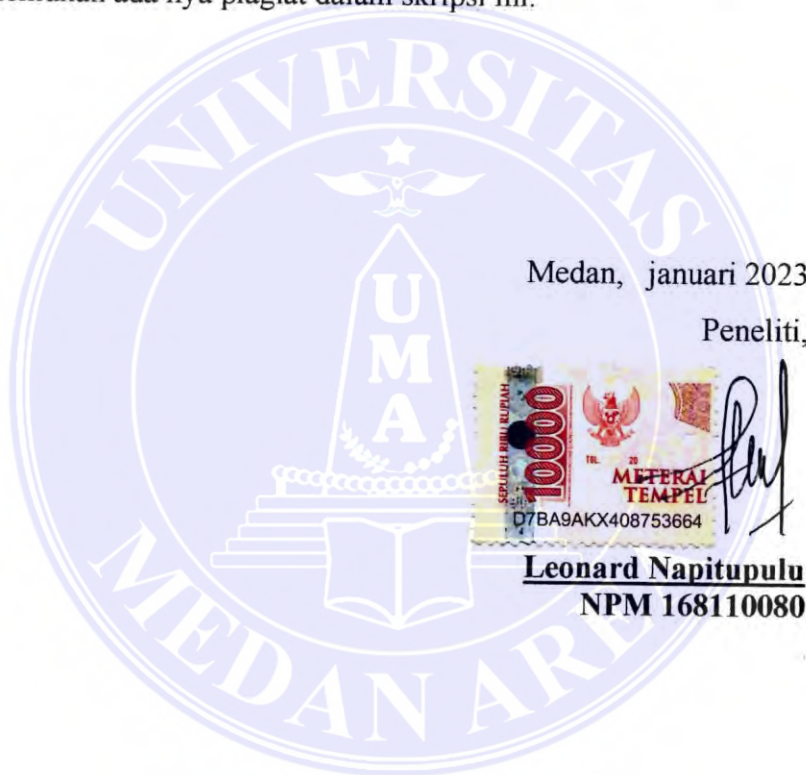


Kaprodi Teknik Sipil,

Hermansyah, ST, MT.
NIDN : 0106088004

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa penelitian yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri, Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan penelitian ini saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah, Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar Akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, Januari 2023

Peneliti,

Leonard Napitupulu
NPM 168110080


HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Leonard Napitupulu
NPM : 168110080
Prodi Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisa Kinerja Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Pada Jalan Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan. Dengan hak bebas Royalti noneklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, memformat-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi sasya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai peneliti/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, Januari 2023
Yang Menyatakan



Leonard Napitupulu
NPM. 168110080

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat TYME yang atas karunia-Nya telah memberikan nikmat kesehatan dan juga kesempatan kepada penulis, hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penulisan skripsi ini merupakan persyaratan bagi penulis untuk dapat melaksanakan Sidang Sarjana di Universitas Medan Area khususnya Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, dengan judul; ***“Analisa Kinerja Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Pada Jalan Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan”***

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa selesainya penulisan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka dalam kesempatan yang baik ini penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada;

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan M.Eng., M.Sc., Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.kom, M.Kom., Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, ST, MT., Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T., Dosen Pembimbing I,


Dan penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua serta keluarga yang sudah memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil. Serta kepada teman-teman, dan rekan kerja yang berada dilingkungan Universitas Medan Area atas bantuannya membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan, baik dalam hal tata tulis maupun penyampaian materi penulisan. Hal ini disebabkan karena keterbatasan ilmu dan waktu dari penulis, untuk itu penulis berharap adanya kritikan dan saran terhadap skripsi ini agar menjadi lebih baik.

Akhir kata penulis berharap, kiranya skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun orang lain.

Medan, Juni 2022

Hormat Penulis,


Leonard Napitupulu
NIM.16.811.0080

ABSTRAK

Banjir adalah masalah yang sering terjadi di Kota Medan, bisa terjadi karena curah hujan yang tinggi dan saluran Drainase yang tidak bisa menampung air Limpasan. Penelitian ini dilakukan di Jln. Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan. Data yang dibutuhkan adalah curah hujan, panjang saluran drainase, dimensi saluran drainase, area tangkapan air, dan ketinggian lokasi. Dalam perhitungan, beberapa metode digunakan seperti Metode Rasional, rumus empiris kirpich, rumus Manning dan Metode Sujonto. Hasilnya saluran drainase yang tidak memenuhi syarat ada 3 jalan, untuk jalan Mapelindo debit kapasitas (Q) 5,28 m³ / detik, sedangkan aliran puncak banjir (Qp) 7,18 m³/ dtk, jalan Dwikora debit kapasitasnya 0,79 m³/detik, sedangkan aliran debit banjir (Qp) 5,72 m³/detik. Dan untuk Jl. Rakyat Q= 11,70 m³/dtk Qp= 19,24 Dari hasilnya, itu dapat diprediksi bahwa sistem drainase yang ada tidak dapat menampung puncak banjir. Tindakan yang bisa diambil untuk mengendalikan banjir adalah memperdalam saluran dengan mengubah dimensinya sehingga saluran dapat menampung aliran untuk jalan Mapelindo debit rencananya 8,55 m³/ detik jalan Mapelindo debit rencananya 9,8 m³/detik dan untuk Jalan Rakyat debit rencananya= 23,2 m³/dtk memenuhi syarat Perencanaan Sumur Resapan yang di peroleh ialah Diameter nya= 0,5 m dan h= 3,5 m di dapat sebanyak 52 buah sumur dan mampu menyerap Banjir sebesar 70% .Selain itu, perencanaan ulang sistem drainase dan pemeliharaan yang baik mungkin merupakan solusi untuk banjir yang sering terjadi.

Kata kunci: Banjir, Saluran Drainase, Debit Aliran, Debit Banjir, Debit Rencana, Sumur Resapan

ABSTRACT

Flooding is a problem that often occurs in the city of Medan, it can occur due to high rainfall and drainage channels that cannot hold runoff water. This research was conducted on Jln. Dwikora, Medan Perjuangan District. The data needed are rainfall, length of drainage canal, dimensions of drainage canal, catchment area, and height of location. In the calculations, several methods are used such as the Rational Method, the kirpich empirical formula, the Manning formula and the Sujonto Method. As a result, the drainage channel that does not meet the requirements has 3 roads, for the Mapelindo road the capacity discharge (Q) is $5.28 \text{ m}^3 / \text{second}$, while the peak flood flow (Q_p) is $7.18 \text{ m}^3 / \text{s}$, the Dwikora road discharge capacity is $0.79 \text{ m}^3 / \text{second}$, while the flood discharge flow (Q_p) is $5.72 \text{ m}^3 / \text{second}$. And for Jl. Rakyat $Q = 11.70 \text{ m}^3 / \text{s}$ $Q_p = 19.24$ From the results, it can be predicted that the existing drainage system cannot accommodate the peak of the flood. The action that can be taken to control flooding is to deepen the channel by changing its dimensions so that the channel can accommodate the flow for the Mapelindo road discharge plan $8.55 \text{ m}^3 / \text{second}$ road Mapelindo discharge plan $9.8 \text{ m}^3 / \text{second}$ and for Jalan Rakyat the discharge plan = $23.2 \text{ m}^3 / \text{s}$ meets the requirements of the Infiltration Well Planning obtained is its diameter = 0.5 m and $h = 3.5 \text{ m}$ in can be as many as 52 wells and able to absorb floods by 70%. In addition, re-planning the drainage system and good maintenance may be the solution to frequent flooding.

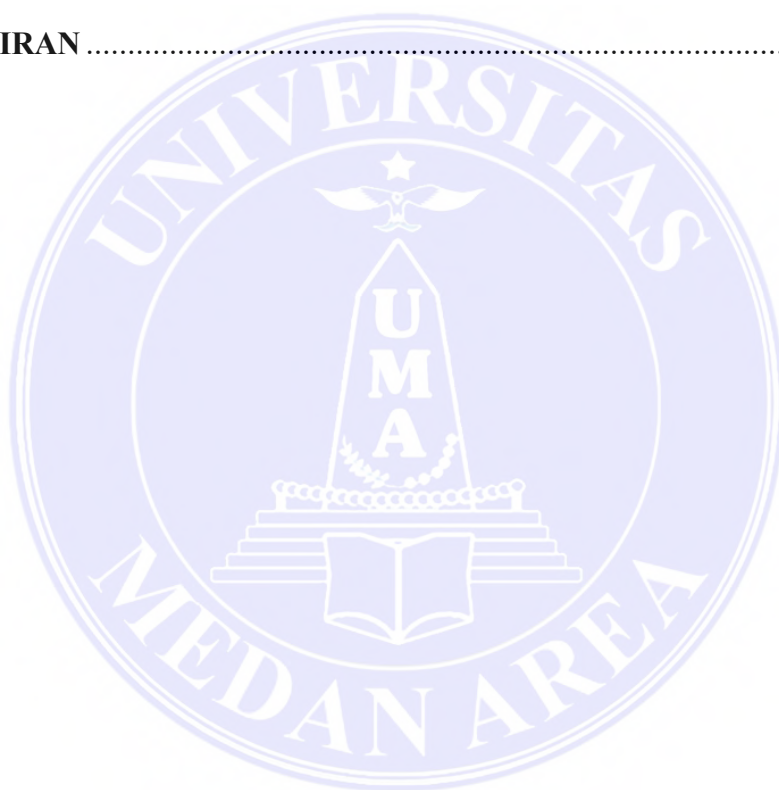
Keywords: *Flood, Drainage Channel, Flow Discharge, Flood Discharge, Plan Discharge, Infiltration Well*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERNYATAAN	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI	viii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Analisis Hidrologi.....	5
2.3 Siklus Hidrologi.....	6

2.4 Presipitasi	9
2.5 Cara Memilih Metode.....	18
2.6 Analisis Frekuensi dan Probabilitas	19
2.7 Curah Hujan Harian	32
2.8 Waktu Konsentrasi	33
2.9 Analisis Intensitas Hujan	33
2.10 Koefisien Pengaliran Run off.....	34
2.11 Aspek Hidrolika	36
2.12 Rumus Empiris Kecepatan Rata-Rata	38
2.13 Drainase Perkotaan.....	39
2.14 Saluran Penutup.....	40
2.15 Sumur Resapan.....	40
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	49
3.1. Gambaran Lokasi Penelitian	49
3.2. Teknik Pengukuran Data	50
3.3. Data Ukuran Saluran Eksisting	51
3.4. Kerangka Berpikir	53
BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Perhitungan Curah Hujan dan Rencana.....	54
4.2 Analisis Distribusi Frekuensi.....	56
4.3 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Eksisting	64

4.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana	72
4.6 Sumur Resapan	87
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	95



DAFTAR NOTASI

A = luas penampang

P = Keliling basah

R = Jari jari hidrolis

V = Kecepatan saluran

H : tinggi muka air dalam sumur

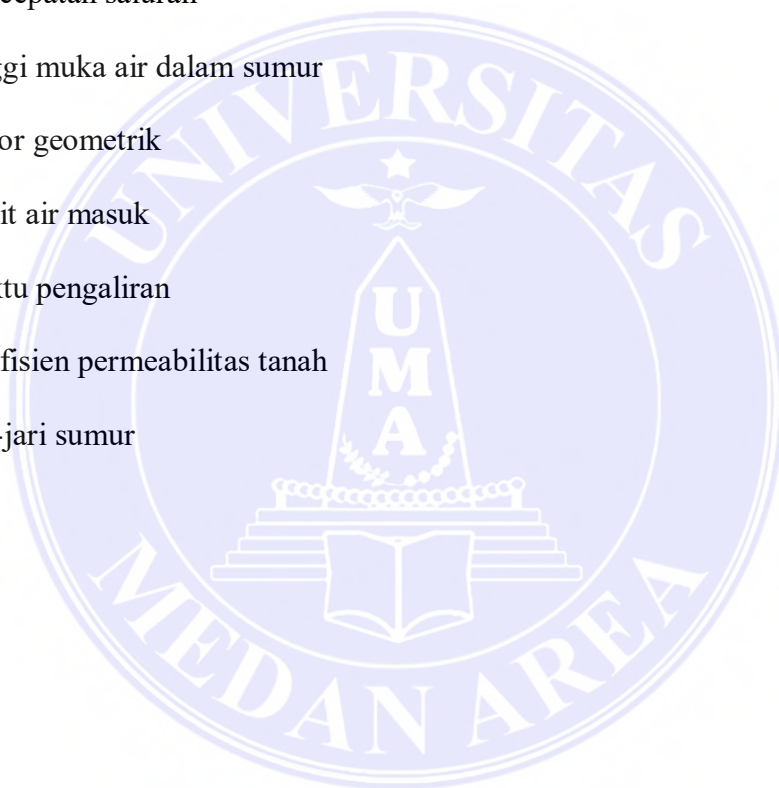
F : faktor geometrik

Q : debit air masuk

T : waktu pengaliran

K : koefisien permeabilitas tanah

R : jari-jari sumur



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Derajat Curah Hujan dan Intensitas Curah Hujan	10
Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss	23
Tabel 2.3 Nilai K Untuk Distribusi Log Pararson III	27
Tabel 2.4 Reduksi Rata-rata (Y_n)	30
Tabel 2.5 Reduksi Standar Deviasi (S_n)	31
Tabel 2.6 Reduksi Variasi Y_{tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang	31
Tabel 2.7 Koefisien run off untuk drainase muka tanah	34
Tabel 2.8 Tipikal Harga Koefisien Kekasaran Manning, N	38
Tabel 2.9 Jarak Minuman Sumur Resapan dengan Bangunan Lainnya	45
Tabel 4.1 Data Curah Hujan.....	54
Tabel 4.2 Data Curah Hujan harian maksimum	55
Tabel 4.3 Distribusi Normal	56
Tabel 4.4 Hasil Log Normal.....	58
Tabel 4.5 Hasil Log Person III	60
Tabel 4.6 Distribusi Gumbel	62
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan curah hujan maksimum dengan menggunakan 4 metode	63
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Debit kapasitas	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi.....	6
Gambar 2.2 Alat penakar hujan manual.....	12
Gambar 2.3 Alat penakar hujan otomatis dengan tipping bucket ..	13
Gambar 2.4 Metode poligon thiessen	16
Gambar 2.5 Metode isohyet	17
Gambar 2.6 Kurva distribusi frekuensi normal	21
Gambar 2.7 Penampang saluran trapezium.....	36
Gambar 2.8 Debit resapan pada sumur dengan berbagai kondisi .	42
Gambar 2.9 Salah satu contoh konstruksi sumur resapan.....	44
Gambar 2.10 Tata letak sumur resapan (atas) dan konstruksinya (bawah) untuk resapan air hujan rumah tinggal.....	46
Gambar 2.11 Kontruksi Kolam resapan dipadukan dengan pertamanan	47
Gambar 3.1 Denah lokasi penelitian Jl. Dwikora.....	49
Gambar 4.1 Potongan A-A penampang saluran pada Jl Mesjid	65
Gambar 4.2 Potongan B-B penampang saluran pada Jl. Maplindo..	66
Gambar 4.3 Potongan C-C penampang saluran pada Jl. Dwikora	67
Gambar 4.4 Potongan D-D penampang saluran pada Jl. Rukun Damai	69
Gambar 4.5 Potongan E-E penampang saluran pada Jl. Dwikora	70
Gambar 4.6 Potongan F-F penampang saluran pada Jl. Dwikora	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah	95
Lampiran 2 Dokumentasi Saluran Drainase Penelitian	96
Lampiran 3 Luas Daerah Tangkapan Ait Tiap Jalan	98
Lampiran 4 Kondisi Lokasi Penelitian Ketika Banjir	100



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Medan telah menjadi sebuah kota yang berkembang dengan pesat sehingga menyebabkan perubahan karakteristik kota Medan. Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan perkembangan Kota akan selalu di ikuti oleh peningkatan kebutuhan akan sarana dan prasarana publik yang memadai diantaranya merupakan prasarana saluran drainase. Sarana dan prasarana merupakan bangunan dasar yang sangat diperlukan untuk mendukung kehidupan manusia yang hidup bersama-sama dalam suatu ruang yang terbatas agar dapat bermukim dengan nyaman dan dapat bergerak dengan mudah dalam segala waktu dan cuaca, sehingga dapat hidup dengan sehat dan dapat berinteraksi satu dengan yang lainnya dalam mempertahankan kehidupannya.

Kelebihan air hujan pada suatu daerah atau kawasan dapat menimbulkan suatu masalah yaitu banjir, sehingga diperlukan adanya saluran drainase yang berfungsi menampung air hujan dan kemudian mengalirkannya ke kolam penampung atau kesungai.

Beberapa upaya penanganan drainase seperti normalisasi sungai dan saluran drainase atau perbaikan dan penambahan saluran hanya dapat menanggulangi permasalahan drainase untuk jangka pendek (Suripin, 2004). Oleh karena itu diperlukan upaya penanganan yang tidak hanya memecahkan permasalahan drainase dalam jangka pendek, tetapi juga dapat menangani permasalahan drainase

secara terintegrasi. Perencanaan drainase perlu memperhatikan fungsi drainase yang dilandaskan pada konsep pembangunan yang berwawasan lingkungan. Salah satu penanganannya adalah konsep drainase berwawasan lingkungan (eko-drainase) konsep ini berkaitan langsung dengan usaha konservasi Sumber Daya Air, yang prinsipnya adalah mengendalikan air hujan supaya dapat meresap ke dalam tanah

Oleh karena itu, penulis akan mengkaji salah satu daerah yang sering terjadi dampaknya banjir disetiap musim penghujan di kota Medan sebagai Studi Kasus pada penulisan penelitian ini yaitu pada kawasan Jl. Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi saluran Drainase pada kawasan Jl. Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan?
2. Bagaimana perencanaan drainase sumur resapan untuk pengendalian banjir Pada jl. Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan ?
3. Berapa jumlah dan titik sumur resapan yang dapat dihasilkan?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini agar tidak meluas, maka diberikan batasan masalahnya sebagai berikut:

1. Daerah kajian studi penelitian yaitu pada kawasan jl. dwikora Kecamatan Medan Perjuangan
2. Saluran yang dievaluasi adalah saluran Pengumpul (*collector Drain*) di Jl. Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan

3. Perhitungan Debit Banjir rancangan menggunakan kala ulang 10 Tahun
4. Data curah hujan yang digunakan dari stasiun Sampali ialah 10 tahun terakhir
5. Data- data pendukung lainnya didapat dari dinas Pekerjaan Umum seperti: data saluran, data kontur wilayah, koordinat wilayah.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui lama peresapan air ketika banjir terjadi pada setiap saluran di jalan dwikora kecamatan Medan Perjuangan.
2. Untuk merencanakan sistem drainase berwawasan lingkungan berupa Sumur resapan yang dapat dijadikan sebagai alternatif dalam mengurangi resiko banjir
3. Untuk mengetahui jumlah dan titik sumur resapan yang dihasilkan oleh perencanaan di jalan Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat mengetahui kondisi dan kapasitas saluran drainase yang berwawasan lingkungan, serta mendapatkan ukuran drainase yang berwawasan lingkungan di Jalan Dwikora Kecamatan Medan perjuangan agar pada saat terjadi hujan tidak menimbulkan banjir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan suatu upaya penulis dalam mencari perbandingan serta kajian sehingga penulis dapat menambah pengetahuan, inspirasi dan teori yang digunakan untuk mengkaji penelitian yang akan penulis lakukan, Dalam hal ini, penulis mengangkat beberapa sumber jurnal, tugas akhir maupun referensi lainnya, Berikut referensi nya:

- a. Tugas Akhir Mashuri dan Basri dengan judul: Perencanaan Sumur Resapan Untuk Pengendalian Banjir Di Kecamatan Ujung Bulu Kabupaten Bulukumba, dengan Luas $\pm 5,91 \text{ Km}^2$ membuat sumur resapan dengan diameter 1,5m dan kedalaman 3,5 dapat menampung debit banjir sebesar $2,266 \text{ }^3/\text{dtk}$ atau 80,44%
- b. jurnal Ilmiah Rifky Adhi dan Amini yuni dengan judul: Perbandingan Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Menggunakan Metode Sunjonto dan SNI 03-2453-2022 Pada Bangunan Komersil Di Jln Kaliriung Km 12 Sleman Jogjakarta Menyatakan bahwa Jumlah Sumur Resapan Metode SNI adalah 2 sampai 4 kali Jumlah sumur resapan sujonto bisa menampung curah hujan kala ulang 5 tahun lebih dari 98%

2.2 Analisi Hidrologi

Analisis Hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai macam bangunan air, seperti bendungan, bangunan pendelai banjir, dan bangunan irigasi, tetapi juga bangunan jalan raya, lapangan terbang, dan bangunan lainnya. Kegagalan dalam perhitungan drainase jalan raya dapat berakibat terjadi keruntuhan

dini jalan raya, demikian juga pada lapangan terbang, lapangan olah raga, dan lain-lain. Analisis hidrologi diperlukan untuk perencanaan drainase, culvert, maupun jembatan yang melintas sungai atau saluran. Komponen sistem transportasi laain yang memerlukan analisis hidologi meliputi areal parkir, landasan pacu (runway) dan aron lapangan udara, jalur transportasi massal, serta jalur kereta api.

Perencanaan fasilitas transportasi bukan satu-satunya kegiatan yang harus mempertimbangkan kelancaran air akibat hujan. Setiap kegiatan yang melibatkan lahan-lahan sebagai obyek, seperti perumahan , perkantoran, dan industri harus mempertimbangkan aliran air hujan. Perencanaan rumah harus menyediakan tidak hanya talang dan pelengkapannya, tetapi juga got/saluran yang meneruskan air hujan dari talang ke jaringan drainase, demikian juga bangunan-bangunan industri. Pada waktu pembukaan lahan, perlu diperhatikan pola drainase pasca pengembangan . Pengembangan lahan biasanya diikuti penambahan lapisan kedap air yang berakibat pada peningkatan lajau dan volume aliran permukaan. Pada tempat-tempat tertentu , perlu dibuat bangunan pengendali air hujan. Pada bagian atas lokasi dapat dibuat saluran sabuk untuk mengalirkan air menjauh dari lookasi dan langsung di alirkan ke saluran drainase atau sungai. Pada beberapa lokasi pengembangan lahan, dimana penambahan lapisan kedap air besarm pembangunan kolam penahan mungkin diperlukan untuk mengontrol kenaikan aliran permukaan. Disamping itu,yang tak kalah pentingnya dalam pembukaan lahan adalah penyediaan fasiitas pengendali sedimen untuk menjamin bahwa tanah yang tererosi tidak masuk kesaluran.Apa yang diuraikan pada paragraf di atas merupakan gambaran sepintas, betapa analisis hidrologi perlu dipertimbangkan dalam

perencanaan di hampir segala bangunan sipil. Analisis hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian dalam hiddrologi, keterbatasan teori dan rekaman data, dan keterbatasan ekonomi. Hujan adalah kejadian yang tidak dapat diprediksi. Artinya, kita tidak dapat memprediksi secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu periode waktu. (Suripin, 2004).

2.3 Siklus Hidrologi

Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relatif tetap dari masa ke masa. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus menerus, dimana kita tidak tahu kapan dan dari mana berawalnya dan kapan pula akan berakhir. Serangkaian peristiwa tersebut dinamakan siklus hidrologi.



Gambar 2.1 siklus hidrologi

Sumber: sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan, Suripin (2004)

Air menguap dari permukaan samudera akibat energi panas matahari. Laju dan jumlah penguapan bervariasi, terbesar terjadi didekat equator, dimana radiasi matahari lebih kuat. Uap air adalah murni, karena pada waktu dibawa naik ke atmosfer kandungan garam ditinggalkan. Uap air yang dihasilkan dibawa udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air yang akan jatuh kembali sebagai presipitasi berupa hujan dan atau salju. Presipitasi ada yang jatuh di samudera,, didarat, dan sebagian langsung menguap kembali sebelum mencapai ke permukaan bumi.(Suripin, 2004).

Presipitasi yang jatuh di permukaan bumi menyebar ke berbagai arah dengan beberapa cara. Sebagian akan tertahan sementara di permukaan bumi sebagai es atau salju, dan atau tahanan air, yang dikenal dengan simpanan depresi. Sebagian air hujan atau lelehan salju akan mengalir ke saluran atau sungai. Hal ini disebut aliran/limpasan permukaan. Jika permukaan tanah porous, maka sebagian air akan meresap ke dalam tanah melalui peristiwa yang disebut infiltrasi. Sebagian lagi akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman.

Dibawah permukaan tanah, pori-pori tanah berisi air dan udara. Daerah ini dikenal sebagai zona kapiler atau zona aerasi. Air yang tersimpan di zona ini disebut kelengkapan tanah, atau air kapiler. Pada kondisi tertentu air dapat mengalir secara lateral pada zona kapiler, proses ini disebut interflow. Uap air dalam zona kapiler dapat juga kembali ke permukaan tanah, kemudian menguap.

Kelebihan kelengasan tanah akan ditarik masuk oleh gravitasi dan proses ini disebut drainase gravitasi . Pada kedalaman tertentu, pori pori tanah atau batuan akan jenuh air. Batas atas zona zona jenuh air disebut muka air tanah. Air yang tersimpan alam zona jenuh air disebut air tanah. Air tanah in bergerak sebagai aliran air tanah melalui batuan atau lapisan tanah sampai akhirnya keluar permukaan sebagai sumber air (spring) atau sebagai rembesan ke danau, waduk, sungai , atau laut.

Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai. Kontribusi air tanah pada aliran sungai disebut aliran dasar, sementara total aliran disebut debit. Air yang tersimpan di waduk , danau, dan sungai di sebut air permukaan.

Dalam kaitannya dengan perencanaan drainase, komponen dalam siklus hidrologi yang terpenting adalah aliran permukaan. Oleh karena itu komponen inilah yang ditangani secara baik untuk menghindari berbagai bencana, khususnya bencana banjir.

2.4 Presipitasi

Presipitasi adalah istilah umum untuk menyatakan uap air yang menkonndensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi. Jika air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan dan jika berupa padat disebut salju. Dalam bagian ini, hanya akan dibahas tentang hujan.(Suripin, 2004).

Hujan merupakan faktor terpenting dalam analisis hidrologi. Intensitas hujan yang tinggi pada suatu kawasan hunian yang kecil daapat mengakibatkan genangan pada jalan jalan, tempat parkir , dan tempat tempat lainnya karena fasilitas

drainase tidak didesain untuk mengalirkan air akibat intensitas hujan yang tinggi. Hujan yang lebat juga dapat mengakibatkan kerusakan tanaman. Sebaliknya, tidak ada hujan untuk jangka lama dapat berakibat mengecilnya aliran sungai dan turunnya air waduk dan danau. Pendek kata, hujan dengan kejadian ekstrim, baik ekstrim tinggi maupun ekstrim rendah, dapat menimbulkan bencana bagi makhluk di bumi.

Analisis dan desain hidrologi tidak hanya memerlukan volume atau ketinggian hujan tetapi juga distribusi hujan terhadap tempat dan waktu. Distribusi hujan terhadap waktu disebut hyetograph. Dengan kata lain, hyetograph adalah grafik intensitas hujan atau ketinggian hujan terhadap waktu kejadian hujan dapat dipisahkan menjadi dua grup, yaitu hujan aktual dan hujan rencana. Kejadian hujan aktual adalah rangkaian data pengukuran di stasiun hujan selama periode tertentu. Hujan rencana adalah hyetograph hujan yang mempunyai karakteristik terpilih. Hujan rencana bukan kejadian hujan yang dikukur secara aktual dan kenyataannya, hujan yang identik dengan hujan rencana tidak pernah dan tidak akan pernah terjadi. Namun demikian, kenyataan hujan rencana mempunyai karakteristik yang secara umum sama dengan karakteristik hujan yang terjadi pada masa lalu. Demikian, menggambarkan karakteristik umum kejadian hujan yang diharapkan terjadi pada masa mendatang.

Karakteristik hujan perlu ditunjang dalam analisis dan perencanaan hidrologi, meliputi :

- 1 Intensitas i , adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu, misalnya mm/menit, mm/jam, atau mm/hari.

- 2 Lama waktu (durasi) t , adalah panjang waktu dimana hujan turun dalam menit atau jam
- 3 Tinggi hujan d , adalah jumlah atau kedalaman hujan yang terjadi selama durasi hujan dan, dinyatakan dalam ketebalan air diatas permukaan datar, dalam mm
- 4 Frekuensi adalah frekuensi kejadian dan biasanya dinyatakan dengan kala ualng T , misalnya sekali dalam 2 tahun.
- 5 Luas adalah uas geografi daerah sebaran hujan

Hubungan antara intensitas, durasi dan tinggi hujan dinyatakan dalam persamaan:

$$d = \int_0^t i dt \approx \sum_0^t i \cdot \Delta t$$

Sedangkan intensitas rata rata \bar{i} dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{i} = \frac{d}{t}$$

Secara kualitatif, intensitas curah hujan disebut juga derajat curah hujan sebagaimana diperlihatkan dalam tabel 2.1

Table 2.1 Derajat Curah Hujan Dan Intensitas Curah Hujan

Derajat Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/Jam)	Kondisi
Hujan Sangat Lemah	< 1,20	Tanah agak basah atau di bahasi sedikit
Hujan Lemah	1,20 – 3,00	Tanah menjadi basah semuanya, tetapi sulit membuat puddel
Hujan Normal	3,00 – 18,0	Dapat dibuat puddel dan bunyi hujan kedengaraan

Hujan Deras	18,0 – 60,0	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan bunyi keras hujan terdengar berasal dari genangan
Hujan Sangat Deras	>60,0	Hujan seperti ditumpahkan , sehingga saluran drainase meluap

Sumber :Sistem Drainase Perkotaan, suripin 2004

2.4.1 Pengukuran Hujan

Di indonesia, data hujan ditakar dan dikumpulkan oleh beberapa instansi antara lain dnas pengairan, dinas pertanian , dan badan meteorolgi dan geofisika. Jenis dan tipe alat penakaran hujan yang digunakan juga bebeda beda. Secara umum alat penakaran hujan dibedakan menjadi dua grup, yaitu penakar hujan manual dan penakar hujan otomatis.

Penakar hujan manual. Penakar hujan jenis ini menampung air hujan selama 24 jam. Biasanya alat in dibuka dan diukur secara teratur jmlah hujannya pada jam 09.00 pagi dan dicatat sebagai hujan yang terjadi sehari sebeumnya pada formulir yang telah ditetapkan. Dengan cara ini, kedalaman hujan yang diperoleh adalah kedalaman hujan total yang terjadi selama satu haru (24 jam). Berapa lama dan jam berapa terjdinya hujan tidak diketahui.

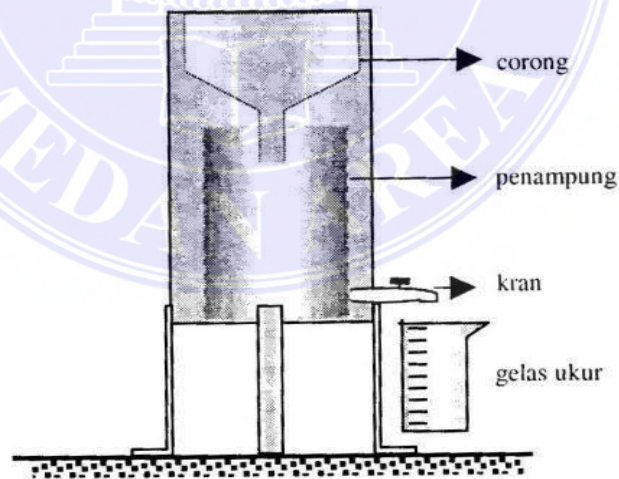
Penakar hujan manual merupakan alat ukur yang paling banyak digunakan. Alat ini terdiri dari corong dan bejana. Ukuran diameter dan tinggi sangat bervariasi dari suatu negara dengan negara lainnya dan asilnya tidak dapat diperbandingkan . Oleh karena itu, dalam satu negara alat yang digunakan serta aturan pemasangannya harus seragam. Di indonesia alat yang paling banyak digunakan adalah penakar hujan “Hellmann” dengan tinggi pemasangan 120 cm diatas muka tanah dan luas

corong 200 cm². Jumlah air hujan yang tertampung diukur dengan gelas ukur atau bulah ukur.

Alat ukur hujan yang baku harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

1. Corong harus dibuat sedemikian rupa, sehingga dapat menghindari terjadinya percikan keluar corong atau sebaliknya
2. Corong harus mempunyai liang sekecil mungkin untuk mencegah terjadinya radiasi dan penguapan

Data hujan harian banyak bermanfaat untuk sektor pertanian dan perkebunan, namun kurang bermanfaat untuk desain drainase. Hujan yang mengakibatkan banjir di perkotaan, biasanya berdurasi pendek, maka diperlukan data hujan dengan durasi waktu pendek, misalnya 5 menit, 15 menit, dan seterusnya yang dapat diperoleh dari penakar hujan otomatis.



Gambar 2.2 Alat penakar hujan manual
Sumber : *Sistem Drainase Perkotaan suripin, 2004.*

Penakar hujan otomatis (arr = automatic rainfall recorder) dengan alat ini hujan tidak perlu dicatat tiap hari karena alat ini dilengkapi dengan pencatat jumlah akumulasi

hujan terhadap waktu dalam bentuk grafik. Aada tiga jenis alat penakar hujan otomatis, weighing bucket, tipping bucket, dan float.

1. ARR dengan weighing bucket merupakan alat penakar hujan dengan bejana tampung yang dapat menampung airhujan secara kumulatif. Perekama nhujan dilakukan secar terus menerus sehingga semua hujan yang jatuh seluruhnya akan tertimbang dan terekam. Alat in itidak dilengkapi dengan pengurusan otomatis

2. ARR dengan tipping bucket. Alat ini dilengkai dengan saringan, dua bejana yang sama, dan saluran pembuangan . Air hujan yang jatuh ke dalam corong dan melewati saringan masuk k dalam bejana. Makin tinggi muka air pada bejana ini, maka titik berat bejana bergeser perlahan lahan sampai pada saat bejana penuh akan terjungkir dan menumpahkan semua airhuja yang tertampung .Kapasistas penuh bejana setara dengan 0,5 mm air hujan . Setiap kali tipping arus listrik akan terhenti dan signal ini diteruskan ke perekaman yang menggambarkan grafik hujan

3. ARR dengan float. Sesuai dengan namanya, alat ini dilengkapi dengan pelampung dalam suatu bejana yang dihubungkan dengan corong penangkap hujan melauai pipa. Gerakan naik pelampng akibat penambahan air dalam tabung di teruskan denan mekanisme khususnya yang dapat menggerakkan pena diatas kertas perekam. Alat in dilengkapi dengan alat penguas. Pada waktu pelampung mencapai posisi tertinggi, maka air akan terbuang secara otomatis melalui pembuang dan pelampung kembali pada posisi paling bawah.



Gambar 2.3 alat penakar hujan otomatis dengan tipping bucket.
Sumber : *Sistem Drainase Perkotaan, suripin 2004*

2.4.2 Analisis Hujan

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada suatu tempat atau titik saja. Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat, maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada didalam dan /atau disekitar kawasan tersebut.

Ada tiga macam cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan : (1) Rata rata aljabar (2) poligon thiessen dan (3) isohyet.

1. Rata rata aljabar

Merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada sumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar tersebar merata/hampir merata, dan harga individual curah huan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya. Hujan kawasan diperloeh dari persamaan.

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_2 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

Dimana P_1, P_2, \dots, P_n adalah curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1,2, ...,n dan n adalah banyak pos penakar hujan.

2. Metode Poligon Thiessen

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata rata timbang . Cara ini memerikan poporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat. Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos yang satu dengan lainnya adalah linier dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat.

Hasil metode poligon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500-5000 km², dan jumlah penakar hujan terbatas dibandingkan luasnya.

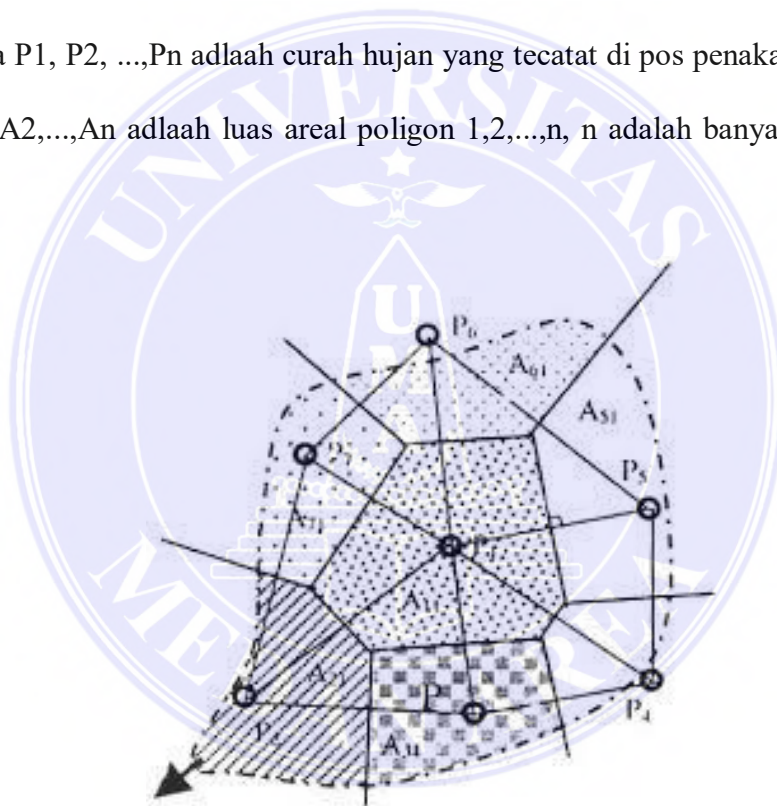
Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah langkah sebagai berikut

1. Lokasi pos penakar hujan di plot pada peta DAS. Antar pos penakar dibuat garis lurus penghubung
2. Tarik garis tegak lurus ditengah tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk poligon Thiessen . Semua titik dalam satu poligon akan mempunyai jarak terdekat dengan pos penakar yang ada ada didalamnya dibandingkan dengan jarak terhadap pos lainnya. Selanjutnya, curah hujan pada pos tersebut dianggap representasi hujan pada kawasan dalam poligon yang bersangkutan.

3. Luas areal pada tiap tiap poligon dapat diukur dengan planimeter dan luas total DAS, A, dapat diketahui dengan menjumlahkan semua luasan poligon
4. Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_iA_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dimana P_1, P_2, \dots, P_n adalah curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1, 2, ..., n. A_1, A_2, \dots, A_n adalah luas areal poligon 1, 2, ..., n, n adalah banyak pos penakar hujan



Gambar 2.4 Metode poligon thiessen
 Sumber : suripin, 2004

3. Metode Isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata – rata , namun diperlukan keahlian dan pengalaman memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap tiap pos penakar hujan Dengan kata lain, aasumsi metode thiessen

yang secara membabi buta menganggap bahwa tiap tiap pos penakar mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi

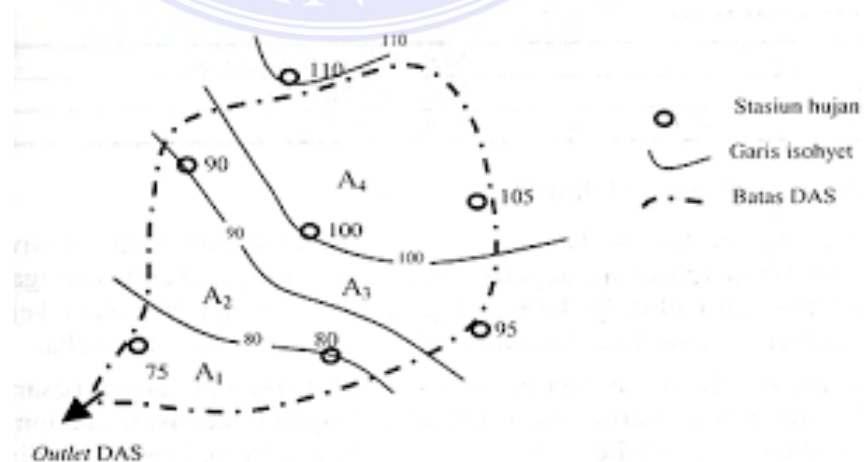
Metode isohyet terdiri dari beberapa langkah :

- 1 Pelot data kedalaman air hujan untuk tiap pos penakar hujan pada peta
- 2 Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik titik yang mempunyai kedalaman air yang sama. Interval isohyet yang umum dipakai adalah 10 mm
- 3 Hitung luas area antara dua garis isohyet dengan menggunakan planimeter. Kalikan masing masing luas areal dengan rata-rata hujan antara dua isohyet yang berdekatan

Hitung hujan rata rata DAS dengan persamaan berikut

$$P = \frac{A_1 \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) + A_2 \left(\frac{P_2 + P_3}{2} \right) + \dots + A_{n-1} \left(\frac{P_{n-1} + P_n}{2} \right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1}} = \frac{\sum \left[A \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) \right]}{\sum A}$$

Metode isohyet cock untuk daerah berbukit dan tidak terauatr dengan luas lebih dari 5000 km².



Gambar 2.5 metode isohyet
Sumber : suripin,2004

2.5 Cara Memilih Metode

Lepas dari kelebihan dan kelemahan ketiga metode yang tersebut di atas, pemilihan metode mana yang cocok dipakai pada suatu DAS dapat ditentukan dengan mempertimbangkan tiga faktor berikut :

- 1.) Jaring jaring pos penakar hujan dalam DAS
- 2.) Luas DAS
- 3.) Topografi DAS

2.6 Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Sistem hidrologi kadang kadang dipengaruhi oleh peristiwa peristiwa yang luar biasa, seperti hujan lebat, banjir dan kekeringan . Besaran peristiwa ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya, peristiwa yang luar biasa ekstrim kejadiannya sangat langka.

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya kata ulang adlaah waktu hipoteik dimana hujan degnan suatu besaran tertentu akan disamai datau dilampaui. Dalam hal in tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut.

Misalnya, hujan dengan kata ulang 10 tahunan, tidak berarti akan terjadi sekali setiap 10 tahun akan tetapi ada kemungkinan dalam jangka 1000 tahun akan terjadi 100 kali kejadian hujan 10 tahunan. Ada kemungkinan selama kurun waktu 10 tahun terjadi hujan 10 tahunan lebih dari satu kali, atau sebaliknya tidak terjadi sama sekali.

Analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang.

Ada dua macam seri data yang dipergunakan dalam analisis frekuensi yaitu :

1. Data maksimum tahunan tiap tahunan diambil hanya satu besaran maksimum yang dianggap berpengaruh pada analisis selanjutnya. Seri data seperti ini dikenal dengan seri data maksimum. Jumlah data dalam seri akan sama dengan panjang data yang tersedia. Dalam cara ini, besaran data maksimum kedua dalam suatu tahun yang mungkin lebih besar dari besaran data maksimum dalam tahun yang lain tidak diperhitungkan pengaruhnya dalam analisis. Hal ini oleh beberapa pihak dianggap kurang realistis apalagi jika diingat bahwa perhitungan permulaan tahun hidrologi mengikuti kalender masehi. Oleh karena itu, beberapa ahli menyarankan menggunakan cara seri parsial

2. Seri parsial : dengan menetapkan suatu besaran tertentu sebagai batas bawah, selanjutnya semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis seperti biasa. Pengambilan

batas bawah dapat dilakukan dengan sistem peringkat, dimana semua besaran data yang cukup besar diambil, kemudian diurutkan dari besar kekecil. Data yang diambil untuk analisis selanjutnya adalah sesuai dengan panjang data dan diambil dari besaran data yang paling besar. Dalam hal ini dimungkinkan dalam satu tahun data yang diambil lebih dari satu data, sementara tahun yang lain tidak ada data yang diambil. Dalam analisis frekuensi, hasil yang diperoleh tergantung pada kualitas dan panjang data. Makin pendek data yang tersedia, makin besar penyimpangan yang terjadi.

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah :

1. Distribusi normal
2. Distribusi log normal
3. Distribusi log pearson III
4. Distribusi Gumbel

2.6.1 Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut distribusi Gauss. Fungsi densitas peluang normal (PDF = *probability density function*) yang paling dikenal adalah

bentuk bell dan dikenal normal. PDF distribusi normal dapat dituliskan dalam bentuk rata – rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

$P(X)$ = fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal).

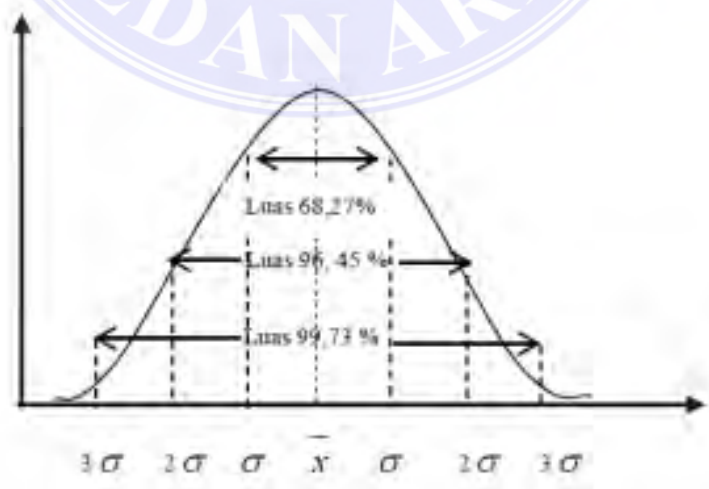
X = variabel acak kontinu.

μ = rata-rata nilai X .

σ = simpangan baku nilai X .

Analisis kurva normal cuku menggunakan parameter μ dan σ . Bentuk kurvanya simetris terhadap $X = \mu$, dan grafiknya selalu diatas sumbu datar X , serta mendekati sumbu datar X dan dimulai dari $X = \mu + 3\sigma$ dan $X = \mu - 3\sigma$. Nilai mean = median = modus. Nilai X mempunyai batas $-\infty < X < +\infty$:

Apabila suatu populasi data hirologi mempunyai distribusi berbentuk distribusi normal



Gambar 2.6 kurva distribusi frekuensi normal

Sumber : soewarno,1995

1) Kira – kira 68,27 % , terletak didaerah suatu deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara $(\mu-\sigma)$ dan $(\mu+\sigma)$

2.) Kira – kira 95,45 %, terletak di daerah dua deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara $(\mu-2\sigma)$ dan $(\mu+2\sigma)$.

3) Kira- kira 99,73%, terletak didaerah tiga deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara $(\mu-3\sigma)$ dan $(\mu+3\sigma)$

Sedangkan nilai 50% nya terletak di daerah antara $(\mu-0,6745 \sigma)$ daan $(\mu+ 0,6745\sigma)$.

Luas kurva normal selalu sama dengan satu unit persegi, sehingga

$$P(-\infty < X < \infty) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dx$$

Peluang nilai X antara $X = x_1$ dan $X = x_2$, adalah

$$P(x_1 < X < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dx$$

Apabila nilai X adalah standar, nilai rata-rata $\mu = 0$, dan deviasi standar (simpangan baku) $\sigma = 1$, maka persamaan dapat ditulis sebagai :

$$P(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2}$$

$$t = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Dalam pemakaian praktis, umumnya rumus rumus tersebut tidak digunakan secara langsung karena telah dibuat tabel untuk keperluan perhitungan, sebagaimana ditampilkan dalam lampuran tabel 2.1

$$X_T = \mu + K_{T\sigma}$$

yang didapat didekati dengan

$$X_T = \bar{X} + K_T S$$

Dimana

$$K_T = \frac{X_T - \bar{X}}{S}$$

Keterangan :

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T – tahunan

\bar{X} = nilai rata rata hirung variat

S = deviasi standar nilai variat

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode ulang	Peluang	K_T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,000	0,250	0,67

14	5,000	2,00	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1000,000	0,001	3,09

Sumber : bonnier, 1980

2.6.2 Distribusi Log Normal

Jika variable acak $Y = \text{Log } X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log NORMAL.. PDF (probability density function) untuk distribusi Log Normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata simpangan bakunya sebagai berikut :

$$P(X) = \frac{1}{X\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(Y - \mu Y)^2}{2\sigma Y^2}\right] X > 0$$

Keterangan:

$P(X)$ = peluang log normal.

X = nilai variat pengamatan.

σY = deviasi standar nilai variat Y .

μY = nilai rata-rata populasi Y .

apabila nilai $P(X)$ digambarkan pada kertas, maka peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan.

$$Y_T = \mu + K_T \sigma$$

Yang dapat didekati dengan

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S$$

$$K_T = \frac{Y_T - \bar{Y}}{S}$$

Keterangan :

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang

T = tahunan

\bar{Y} = nilai rata-rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

2.6.3 Distribusi Log Pearson III

Pada situasi tertentu, walaupun data yang diperkirakan mengikuti distribusi sudah di konversi ke dalam bentuk logaritmis, ternyata kedekatan antara data dan teori tidak cukup kuat untuk menjustifikasi pemakaian distribusi Log Normal.

Person telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tidak seperti konsep

yang melatar belakangi pemakaian distribusi Log Normal untuk banjir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak berbasis teori. Distribusi ini masih tetap dipakai karena fleksibilitasnya .

Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Person yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log-Person III. Tiga parameter penting dalam Log-Person III, yaitu harga rata-rata, simpangan baku dan kemencengan. Yang menarik, jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

Berikut langkah langkah menggunakan distribusi Log Pearson III :

4 Ubah dulu data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$

5 Hitung harga rata –rata

$$\log X = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

6 Hitung harga simpangan baku

$$s = \left[\frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^2}{n-1} \right]^{0.5}$$

7 Hitung koefisien kemencengan :

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

8 Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\log = XT = \log X + K.s$$

Dimana K adalah variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G . Tabel memperlihatkan harga K untuk berbagai nilai Kemencengan G . Hitung hujan atau banjir kala ulang T dengan menghitung antilog dari $\log X_T$

Table 2.3 Nilai K Untuk Distribusi Log Perarson III

Interval Kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,25000	2	5	10	25	50	100
koef. G	Persentase peluang terlampaui (Percent chance of being exceeded)							
	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	2,403	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	-0,815	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

Sumber : suripin,2004

2.6.4 Distribusi Gumbel

Gumbel menggunakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam deret harga harga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda.

$$P(X) = e^{-e^{-a(X-b)}}$$

Jika diambil $Y = a(X-b)$, dengan Y disebut reduced varied, maka persamaan dapat ditulis

$$P(X) = e^{-e^{-Y}}$$

Dimana e = bilangan alam = 2,7182818 . . .

Dengan mengambil da kali harga logaritma dengan bilangan dasar persamaan diiperiole persamaan :

$$X = \frac{1}{a} \{ab - \ln \{-\ln P(X)\}\}$$

Kala ulang return period merupakan nilai banyaknya tahun rata rata di mana suatu besaran disamai atau di lampai oleh suatu harga, sebanyak satu kali. Hubungan antara periode ulang dan probabilitas dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$T_r(X) = \frac{1}{1 - P(X)}$$

Substitusikan persamaan kedalam persamaan akan diperoleh berikut :

$$x_{T_r} = b - \frac{1}{a} \ln \left\{ - \ln \frac{T_r(x) - 1}{T_r(x)} \right\}$$

Dengan $Y = a(X-b)$, maka di peroleh persamaan

$$Y_{T_r} = - \ln \left\{ - \ln \frac{T_r(X) - 1}{T_r(X)} \right\}$$

Dalam penggambaran pada kertas probabilitas, Chow (1964) menyarankan pengguna rumus berikut ini :

$$X = \mu + \sigma K$$

μ = harga rata rata populasi

σ = standar deviasi

K = faktor probabilitas

Apabila jumlah populasi yang terbatas (sampel), maka persamaan dapat didekati dengan persamaan

$$X = \bar{X} + sK$$

\bar{X} = harga rata rata sampel

S = standar deviasi sampel

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim gumbel dapat di nyatakan dalam persamaan

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

Keterangan:

$Y_n = \text{reduced mean}$ yang tergantung jumlah sampel/data n (lampiran 11)

$S_n = \text{reduced standart deviation}$ yang juga tergantung pada jumlah sampel/data

n

$Y_{Tr} = \text{reduced variate}$, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini

$$Y_{Tr} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\}$$

Tabel 2.4 Reduksi Rata-Rata (Y_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,0558	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

sumber : suripin, 2004

Tabel 2.5 Reduksi Standar Deviasi (S_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2044	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2087	1,2093	1,2096

Sumber: suripin, 2004

Tabel 2.6 Reduksi Variasi Y_{Tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode ulang tahun T_r	Reduksi variasi (Y_{Tr})
2	0,3668
5	1,5004
10	2,2510
25	3,1993
50	3,9028
100	4,6012

Sumber : suripin, 2004

2.7 Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata

Perhitungan data hujan maksimum harian rata rata DAS haru dilakukan secara benar untuk analisis frekuensi data hujan. Dalam praktek sering kita jumpai perhitungan yang kuran pas, yaitu dengan cara mencari hujan maksimum harian setiap pos hujan dalam satu tahun, kemudian dirata ratakan untuk mendapatkan hujan DAS. Cara ini tidak logis karena rata rata hujan dilakukan atas hujan dari

masing masing pos hujan yang terjadi pada hari yang berlainan. Hasilnya akan jauh menyimpang dari yang seharusnya.

Cara yang seharusnya ditempuh untuk mendapatkan hujan maksimum harian rata rata DAS adalah sebagai berikut:

1. Tentukan hujan maksimum harian pada tahun tertentu di salah satu pos hujan
2. Cari besarnya curah hujan pada tanggal bulan tahun yang sama untuk pos hujan yang lain
3. Hitung hujan DAS dengan salah satu cara yang dipilih
4. Tentukan hujan maksimum harian pada tahun yang sama untuk pos hujan yang lain
5. Ulangi langkah 2 dan 3 untuk setiap tahun

Dari hasil rata rata yang diperoleh dipilih yang tertinggi setiap tahun. Data hujan yang terpilih setiap tahun merupakan hujan maksimum harian DAS untuk tahun yang bersangkutan.

2.8 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi suatu DAS adalah waktu yang diperlukan air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh dan depresi kecil terpenuhi. Dalam hal ini diasumsikan bahwa jika durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap bagian DAS secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol.

$$t_c = 0,0195 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0,77} \text{ (menit)}$$

2.9 Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi ula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan , dan frekuensi hujan biasanya di nyatakan dalam lengkung Intensitas durasi frekuensi . Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit, dan jam jam an untuk membentuk lengkung IDF. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis. Selanjutnya, berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat dengan salah satu persamaan :

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus monorobe

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ (mm/jam)}$$

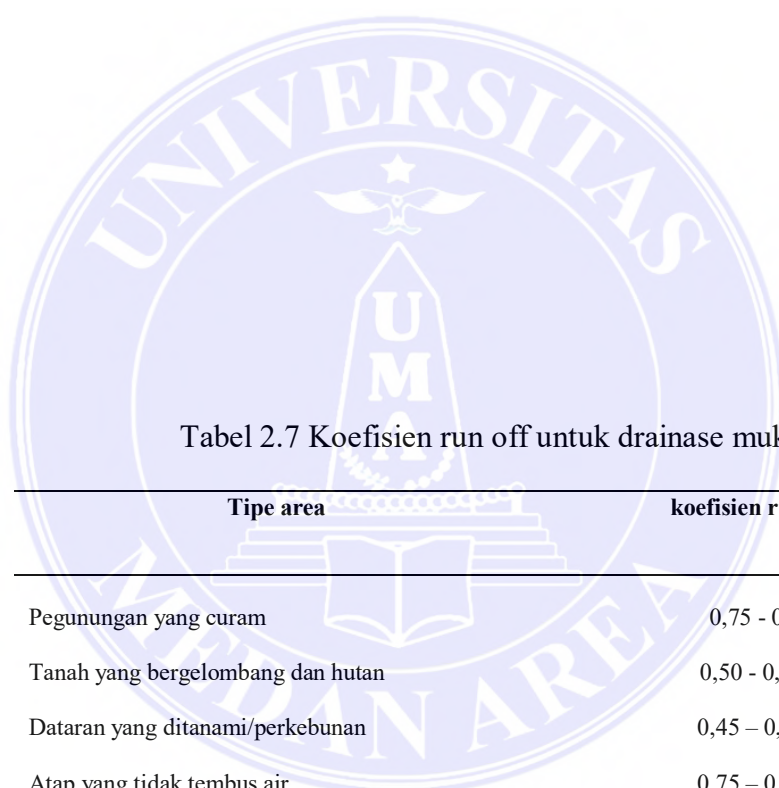
I_t = intensitas hujan (mm/jam)

tc = waktu konsentrasi (jam)

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

2.10 Koefisien Pengaliran/runoff

Koefisien runoff merupakan nilai banding antara bagian hujan yang runoff di muka bumi dengan hujan total terjadi. Berikut ini disampaikan berbagai nilai koeffisien runoff dari permukaan bumi. Koefisien runoff tersebut sebagian besar mempunyai nilai antara, tetapi sebaiknya untuk analisis, dipergunakan nilai terbesar atau nilai maksimum.



Tabel 2.7 Koefisien run off untuk drainase muka tanah

Tipe area	koefisien runoff
Pegunungan yang curam	0,75 - 0,90
Tanah yang bergelombang dan hutan	0,50 - 0,75
Dataran yang ditanami/perkebunan	0,45 – 0,60
Atap yang tidak tembus air	0,75 – 0,90
Perkerasan aspal, beton	0,80 – 0,90
Tanah padat sulit diresapi	0,40 – 0,55
Tanah agak mudah diresapi	0,05 – 0,35
Taman/Lapangan terbuka	0,05 – 0,25
Kebun	0,20

Perumahan tidak begitu rapat (20rumah/ha)	0,25 – 0,40
Perumahan kerapatan sedang (21-60 rumah/ha)	0,40 – 0,70
Perumahan rapat (61-160 rumah/ha)	0,70 – 0,80
Daerah rekreasi	0,20 – 0,30
Daerah Industri	0,80 – 0,90
Daerah perniagaan	0,90 – 0,95

Sumber : H.A.Halim Hasmar,2011

2.10.1 Koefisien Penyebar Hujan

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

Sumber: H.A.Halim Hasmar,2011

2.10.2 Metode Rasional

Hujan yang terjadi menyebabkan adanya air hujan yang kemungkinan, sebagian besar menggenang dan mengalir dipermukaan tanah (runoff) dan sebagian kecil menyerap (infiltrasi) ke dalam lapisan tanah. Jika pada permukaan tanah terjadi genangan lebih besar dari infiltrasi, maka untuk pengatiran air digunakan drainase muka tanah. Kapasitas (debit) aliran maksimum dianalisis berdasarkan metode rasional :

$$Q = \alpha \beta I t A$$

Keterangan :

- Q = debit aliran (m³/dtk)
- α = koefisien run off
- β = koefisien penyebaran hujan
- It = intensitas hujan (m/jam,m/detik)
- A = luas area aliran (m²)

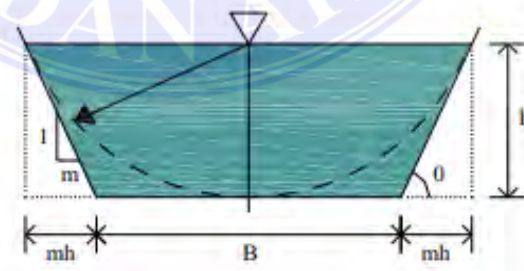
2.11 Aspek Hidraulika

Zat cair dapat diangkut dari suatu tempat ke tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah ataupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup, sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka. Sungai, saluran irigasi, selokan merupakan saluran terbuka, sedangkan pipa, gorong gorong merupakan saluran tertutup (Suripin,2004).

2.11.1 Perhitungan Debit Saluran

Berdasarkan analisis hidrolika untuk menghitung debit saluran digunakan rumus :

Penampang berbentuk trapesium



Gambar 2.7 penampang saluran trapesium
Sumber : suripin,2004

$$A = (B + mh)h$$

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

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

Keterangan :

A = luas penampang (m²)

P = Keliling basah (m)

R = Jari jari hidrolis (m)

V = Kecepatan saluran (m/detik)

2.10.2 Analisis Kapasitas Saluran

Perhitungan hidrolika digunakan untuk menganalisa dimensi penampang berdasarkan kapasitas maksimum saluran. Penentuan dimensi saluran baik yang ada (eksisteng) atau yang direncanakan berdasarkan debit maksimum yang akan dialirkan. Rumus kapasitas saluran yang digunakan adalah

$$Q \text{ saluran} = A.V(\text{m}^3/\text{detik})$$

2.12 Rumus Empiris Kecepatan Rata-rata

Karena sulit menentukan tegangan geser dan distribusi kecepatan dalam aliran turbulen, maka digunakan pendekatan empiris untuk menghitung kecepatan rata rata. Beberapa rumus empiris kecepatan rata rata akan kita bahas.

2.12.1 Rumus Chezy (1769)

Seorang insinyur prancis yang bernama antonie chezy pada tahun 1769 merumuskan kecepatan untuk aliran seragam yang sangat terkenal .dan masih

banyak diakui sampai sekarang . Dalam penurunan rumus chezy digunakan beberapa asumsi berikut ini :

1. Aliran adalah permanen
2. Kemiringan dasar saluran adalah kecil
3. Saluran adalah prismatic

Berikut rumus chezy :

$$V = C\sqrt{RS}$$

Dimana :

V = kecepatan rata rata (m/detik)

So = kemiringan dasar saluran

C = faktor tahunan aliran yang disebut koefisien chezy

2.12.2 Rumus Manning

Seorang insinyur irlandia bernama robert manning (1889) mengemukakan sebuah rumus yang akhirnya diperbaiki menjadi rumus yang sangat terkenal

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

dimana n dikenal sebagai koefisien kekasaran Manning. Perlu dicatat bahwa n bukan bilangan non dimensional, tetapi berdimensi TL^{-1/3}

Tabel 2.8 Tipikal Harga Koefisien Kekasaran Manning, N

No	Tipe saluran dan jenis bahan	Harga n		
		minimum	normal	maksimum
1	Beton			
	• Gorong-gorong lurus dan beba dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	• Gorong – gorong dedngan lengkungan dan sedikit kotoran/gangguan	0,011	0,013	0,014
	• Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	• Saluran pembuang dengan bak kontrol			

		0,013	0,015	0,017
2	Tanah, lurus dan seragam			
	• Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	• Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	• Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	• Berumpu pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3	Saluran alam			
	• Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
	• Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	• Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,08
	• Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,025	0,030	0,035
	• Saluran di belukra	0,035	0,050	0,07

Sumber :suripin , 2004

2.13 Drainase Perkotaan

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris drainage mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu. (suripin, 2004)

Secara umum, 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.

Drainase sering diabaikan oleh ahli hidraulik dan seringkali direncanakan seolah olah bukan pekerjaan yang penting, atau paling tidak dianggap kecil dibandingkan dengan pekerjaan pekerjaan pengendalian banjir.

Saat ini sistem drainase sudah menjadi salah satu infrastruktur perkotaan yang sangat penting. Kualitas manajemen suatu kota dapat dilihat dari membebaskan kota dari genangan air. Genangan air menyebabkan lingkungan menjadi kotor, dan jorok, menjadi sarang nyamuk, dan sumber penyakit lainnya, sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan, dan kesehatan masyarakat,

2.14 Saluran Tertutup

Yakni saluran yang konstruksi bagian atasnya tertutup dan saluran ini tidak berhubungan dengan udara luar. Saluran ini sering digunakan untuk aliran air kotor atau untuk saluran yang terletak di tengah kota. (Rosinta M sinaga, 2016)

2.15 Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah. Sumur resapan ini kebalikan dari sumur air minum. Sumur resapan merupakan lubang untuk memasukkan air ke dalam tanah, sedangkan sumur air minum berfungsi untuk menaikkan air tanah ke permukaan.

Sumur resapan ini berfungsi sebagai:

1. Pengendali banjir.

Sumur resapan mampu memperkecil aliran permukaan sehingga terhindar dari penggenangan aliran permukaan secara berlebihan yang menyebabkan banjir.

2. Konservasi air tanah.

Sumur resapan sebagai konservasi air tanah, diharapkan agar air hujan lebih banyak yang diresapkan ke dalam tanah menjadi air cadangan dalam tanah. Air yang

tersimpan dalam tanah tersebut akan dapat dimanfaatkan melalui sumur-sumur atau mata air. Peresapan air melalui sumur resapan ke dalam tanah sangat penting mengingat adanya perubahan tata guna tanah di permukaan bumi sebagaikosekuensi dari perkembangan penduduk dan perekonomian masyarakat. Denganadanya perubahan tata guna tanah tersebut akan menurunkan kemampuan tanahuntuk meresapkan air. Hal ini mengingat semakin banyaknya tanah yang tertutupi tembok,beton,aspal dan bangunan lainnya yang tidak meresapkan air

3. Menekan laju erosi.

Dengan ada nya penurunan aliran permukaan maka laju erosi pun akan menurun. Bila aliran permukaan menurun, tanah-tanah yang tergerus dan terhanyut pun akan berkurang. Dampaknya, aliran permukaan air hujan kecil dan erosi pun akan kecil. Dengan demikian adanya sumur resapan yang mampu menekan besarnya aliran permukaan berarti dapat menekan laju erosi

2.15.1 Dimensi Sumur Resapan

Secara teoritis volume dan efisiensi sumur resapan dapat dihitung berdasarkan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap kedalam tanah (Sunnyoto, 1988) dan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$H = \frac{Q}{F.K} \left[1 - e^{-\left(\frac{F.K.T}{\pi.R^2}\right)} \right]$$

H : tinggi muka air dalam sumur (m)

F : faktor geometrik (m)

Q : debit air masuk (m³/dt)

T : waktu pengaliran (dt)

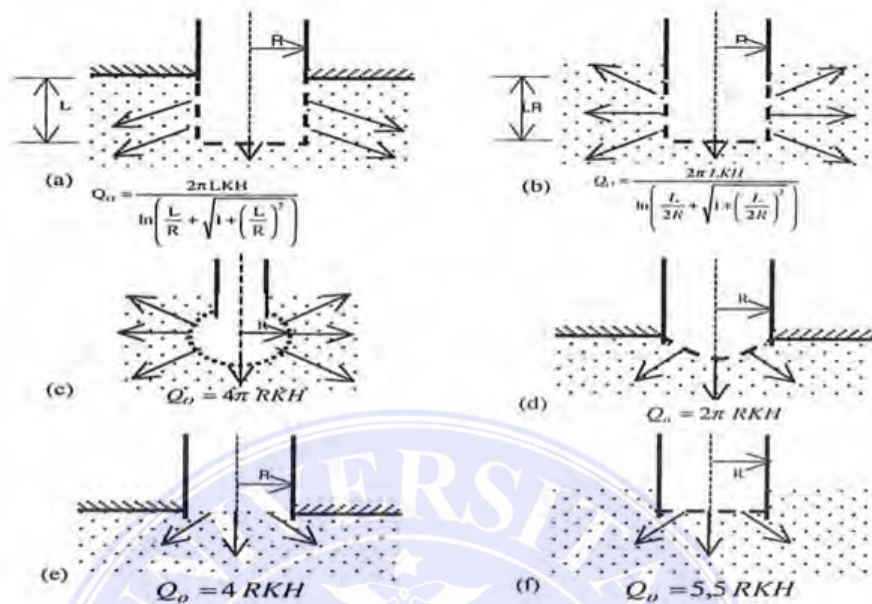
K : koefisien permeabilitas tanah (m/dt)

R : jari-jari sumur (m)

Berdasarkan konsep tersebut, maka ukuran atau dimensi sumur yang diperlukan untuk suatu lahan atau kapling sangat bergantung dari beberapa faktor, sebagai berikut:

1. Luas permukaan penutupan, yaitu lahan yang airnya akan ditampung dalam sumur resapan, meliputi luas atap, lapangan parkir dan perkerasan-perkerasan lain.
2. Karakteristik hujan meliputi intensitas hujan, lama hujan, selang waktu hujan. Secara umum dapat dikatakan bahwa makin tinggi hujan, makin lama berlangsungnya hujan memerlukan volume sumur resapan yang makin besar. Sementara selang waktu hujan yang besar dapat mengurangi volume sumur yang diperlukan.
3. Koefisien permeabilitas tanah, yaitu kemampuan tanah dalam melewatkan air per satuan waktu. Tanah berpasir mempunyai koefisien permeabilitas lebih tinggi dibandingkan tanah berlempung.
4. Kapan pengisian air melalui sumur-sumur resapan. Sebaliknya pada lahan yang muka airnya dangkal, pembuatan sumur resapan kurang efektif, terutama pada daerah pasang surut atau daerah rawa dimana air tanahnya sangat dangkal.

Sejauh ini telah dikembangkan beberapa metode untuk mendimensi sumur resapan, beberapa diantaranya adalah sebagai berikut.



Gambar 2.8 Debit resapan pada sumur dengan berbagai kondisi. (Bouilliot, 1976; dalam Sunjoto, 1988)

2.15.2 Sunjoto (1988)

Secara teoritis, volume dan efisiensi sumur resapan dapat dihitung berdasarkan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah (Sunjoto, 1988) dan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right)$$

Dimana :

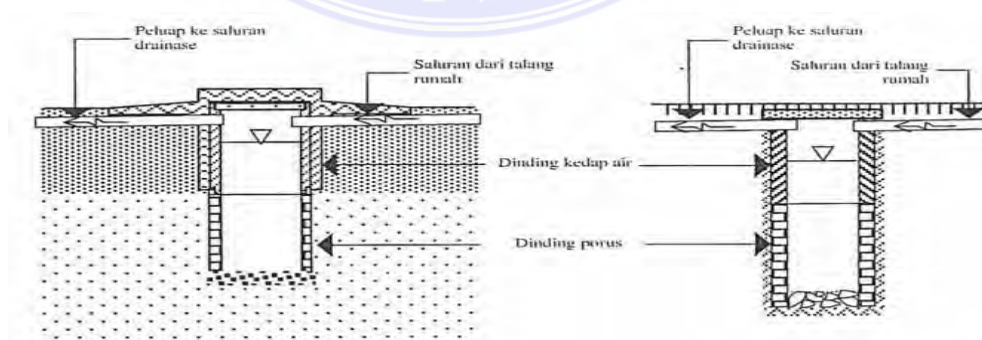
H = tinggi muka air dalam sumur (m)

- F = adalah faktor geometrik (m)
- Q = debit air masuk ($n r V d t$)
- T = waktu pengaliran (detik)
- K = koefisien permeabilitas tanah (m/dt)
- R = jari-jari sumur (m).

2.15.3 Konstruksi Sumur Resapan

Pada dasarnya sumur resapan dapat dibuat dari berbagai macam bahan yang tersedia di lokasi. Yang perlu diperhatikan bahwa untuk keamanan, sumur resapan perlu dilengkapi dengan dinding. Bahan-bahan yang diperlukan untuk sumur resapan meliputi:

1. Saluran pemasukan/pengeluaran dapat menggunakan pipa besi, pipa pralon, buis beton, pipa tanah liat, atau dari pasangan batu.
2. Dinding sumur dapat menggunakan anyaman bambu, drum bekas, tangki fiberglass, pasangan batu bata, atau buis beton.
3. Dasar sumur dan sela-sela antara galian tanah dan dinding tempat air meresap dapat diisi dengan ijuk atau kerikil.



Gambar 2.9 Salah satu contoh konstruksi sumur resapan

2.15.4 Persyaraan Sumur Resapan

Sekalipun sumur resapan banyak mendatangkan manfaat, namun pembuatannya harus memperhatikan syarat-syarat yang diperlukan untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Persyaratan umum:

1. Sumur resapan air hujan dibuat pada lahan yang lolos air dan tahan longsor.
2. Sumur resapan air hujan harus bebas kontaminasi/pencemaran limbah.
3. Air yang masuk sumur resapan adalah air hujan.
4. Untuk daerah sanitasi lingkungan buruk, sumur resapan air hujan hanya menampung dari atap dan disalurkan melalui talang.
5. Mempertimbangkan aspek hidrogeologi, geologi dan hidrologi.

Keadaan muka air tanah:

Sumur resapan dibuat pada awal daerah aliran yang dapat ditentukan dengan mengukur kedalaman dari permukaan air tanah ke permukaan tanah di sumur sekitarnya pada musim hujan.

Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah yang dapat dipergunakan untuk sumur resapan dibagi menjadi 3 kelas, yaitu:

1. Permeabilitas tanah sedang (geluh/lanau, 2,0 - 6,5 cm/jam)
2. Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus, 6,5 - 12,5 cm/jam)
3. Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar, lebih besar 12,5 cm/jam).

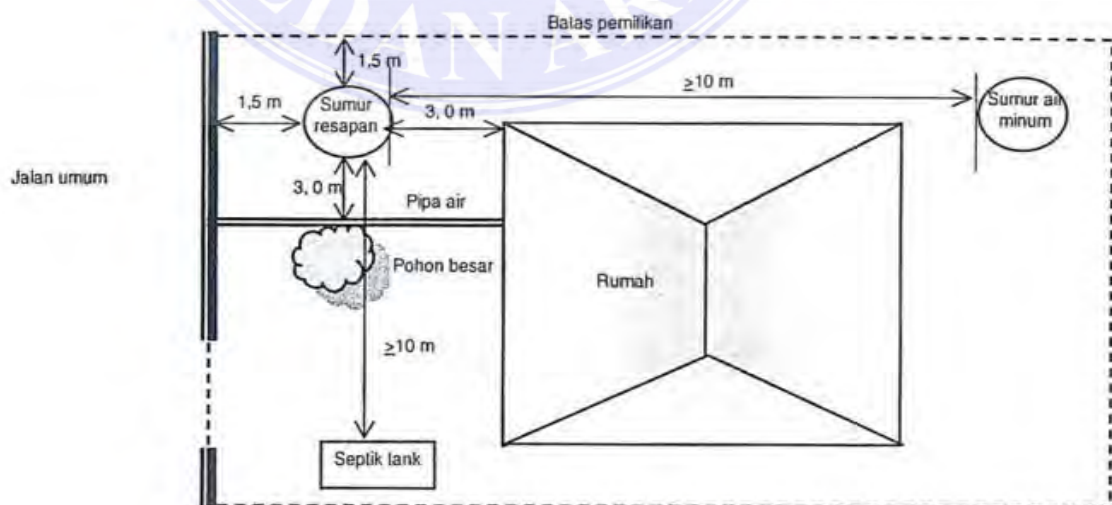
Tabel 2.9 Jarak Minimum Sumur Resapan ke Bangunan Lainnya

No.	Bangunan/obyekyangada	Jarakminimaldengan sumurresapan (m)
1.	Bangunan/rumah	3,0

2.	Batas kepemilikan lahan/kapling	1,5
3.	Sumur untuk air minum	10,0
4.	Septik tank	10,0
5.	Aliran air (sungai)	30,0
6.	Pipa air minum	3,0
7.	Jalan umum	1,5
8.	Pohon besar	3,0

Sumber : Suripin

Untuk memberikan hasil yang baik, serta tidak menimbulkan dampak negatif, penempatan sumur resapan harus memperhatikan kondisi lingkungan setempat. Penempatan sumur resapan harus memperhatikan letak septik tank, sumur air minum, posisi rumah, dan jalan umum. Tabel 2.11 memberikan batas minimum jarak sumur resapan terhadap bangunan lainnya.



Gambar 2.10 Tata letak sumur resapan (atas) dan konstruksinya (bawah) untuk resapan air hujan rumah tinggal

Pemeriksaan:

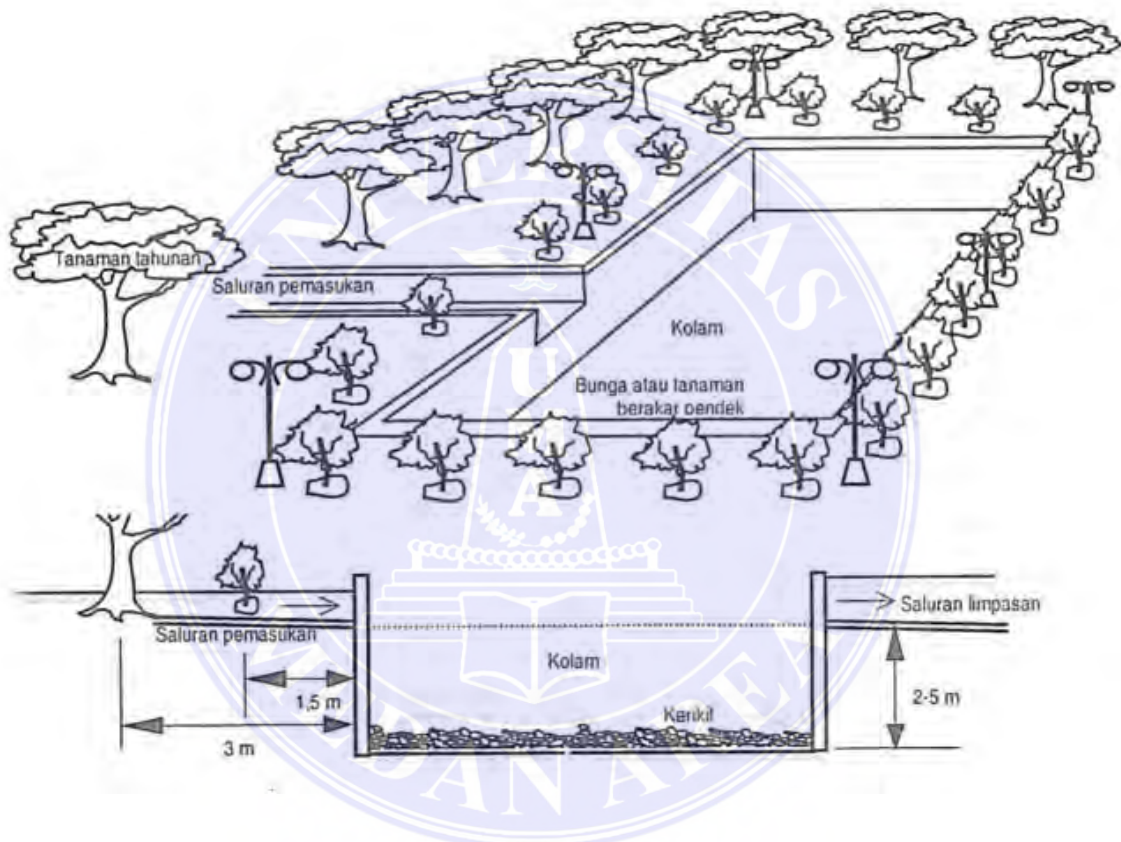
Sumur resapan air hujan perlu diperiksa secara periodik setiap 6 bulan sekali untuk menjamin kontinuitas operasi sumur resapan. Pemeriksaan yang dilakukan meliputi:

1. Aliran masuk
2. Bak kontrol
3. Kondisi sumur resapan

2.15.5 Sumur Resapan Kolektif

Pada rumah tinggal dengan ukuran kapling yang terbatas, misalnya kompleks perumahan sederhana atau sangat sederhana, penempatan sumur resapan yang memenuhi syarat akan mengalami kesulitan. Untuk mengatasi halini maka perlu dibuat sumur resapan kolektif (bersama), dimana satu sumur resapan kolektif

dapat melayani beberapa rumah, misalnya per blok atau per RT, atau kawasan yang lebih luas lagi. Untuk menjamin air mengalir dengan lancar, maka sumur resapan kolektif sebaiknya diletakkan pada lahan yang paling rendah diantara kawasan yang dilayani.



Gambar 2.11 Konstruksi Kolam Resapan dipadukan Dengan Pertamanan

Seperti halnya pada sumur resapan individual, sumur kolektif juga harus memperhatikan tata letak serta jarak yang tepat supaya dapat berfungsi dengan baik dan tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Berdasarkan lahan yang tersedia, sumur kolektif dapat dibuat dalam bentuk kolam resapan, sumur dalam, atau parit berorak. Kolam resapan cocok dibuat pada wilayah dimana lahan tersedia cukup dan kondisi air tanahnya dangkal (<5 m). Sumur dalam dapat dibuat pada

lahan sempit, namun syaratnya air tanah harus dalam ($> 5\text{m}$). Sedangkan jika lahannya sempit dan air tanahnya dangkal dapat dibuat parit berorak

Kolam resapan merupakan kolam terbuka yang khusus dibuat untuk menampung air hujan dan meresapkannya ke dalam tanah. Model kolam ini cocok untuk kawasan dimana air tanahnya dangkal namun tersedia lahan yang cukup luas. Model ini dapat dipadukan dengan pertamanan atau hutan kota/ hutan masyarakat. Dengan demikian kolam resapan dapat mempunyai fungsi ganda, konservasi air dan udara, sekaligus mempunyai nilai estetika

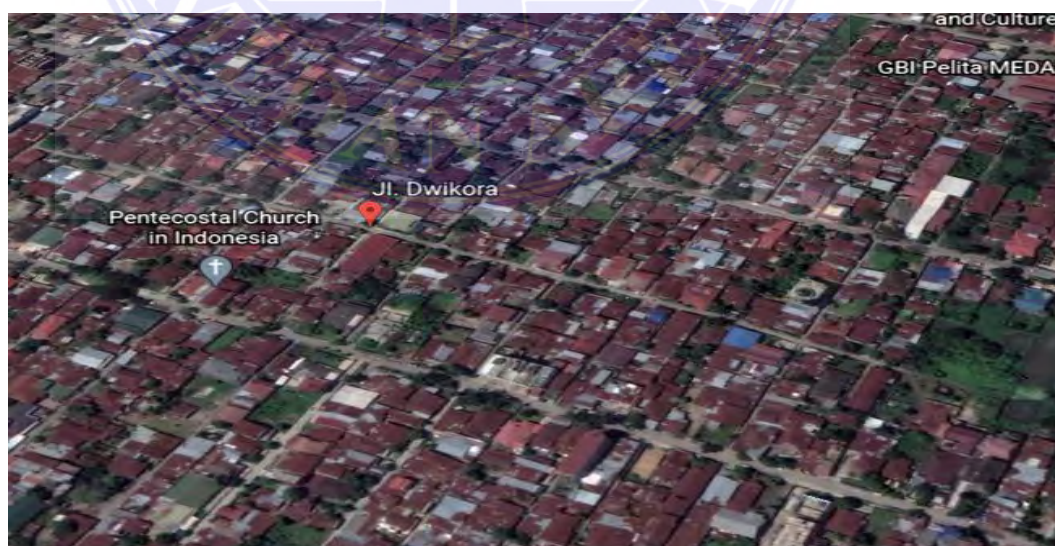


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Jl.Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan, kecamatan ini memiliki luas sekitar 7,76 Km² dan terletak dikoodinat 3°36'35.9"N 98°41'18.0"E kecamatan medan perjuangan berbatasan dengan Kec.Medan Tembung dan Medan kota di sebelah utara dan di sebelah timur kec. Medan tembung dan disebelah utara kec. Medan Area dan disebelah barat Kec.Medan Timur. Waktu Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap 2020/2021. Penelitian di mulai dari survey kondisi daerah penelitian, pengumpulan data-data, analisis hidrologi, analisis system pengaliran, rencana pengembangan system drainase untuk kondisi system drainase yang tidak memenuhi criteria standar.



Gambar 3.1. Denah lokasi Penelitian JL.Dwikora

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dibutuhkan data primer dan data sekunder adalah sebagai berikut: untuk penelitian. Data primer diperoleh dari observasi/pengamatan langsung, sedangkan untuk data sekunder berupa data curah hujan maksimum 10 tahun yang diambil dari BMKG atau diperoleh dari dinas terkait.

3.2.1 Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh dengan cara peninjauan langsung di lapangan. Peninjauan dilakukan dengan beberapa pengamatan, diantaranya survey lokasi jaringan drainase, Survey pengambilan data eksisting yang berupa foto dokumentasi jaringan drainase eksisting dan pengukuran dimensi panampang drainase eksisting.

3.2.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dengan menghubungi instansi – instansi yang terkait yaitu Dinas Bina Marga yang berhubungan langsung pada penelitian. Dalam penelitian ini memerlukan beberapa data sekunder, diantaranya peta kawasan daerah studi, dan data curah hujan dari BMKG stasiun Sampali 10 tahun terakhir yang sesuai dengan daerah penelitian lokasi studi serta data literature dan data penunjang lainnya yang berkaitan langsung terhadap pelaksanaan penelitian.

3.3 Data Ukuran Saluran Eksisting

Tabel 2.10 Ukuran Saluran

No	Nama Saluran	tinggi saluran (m)	lebar atas (m)	lebar bawah (m)	Panjang Saluran (m)	Jenis Potongan	Kondisi Ssluran Eksisting
1	Jalan Mesjid	1	1,2	0,9	196	A – A	Beton cor
2	Jalan Mapelindo	1,27	1,5	1,3	898	B – B	Beton cor
3	Jalan Dwikora	0,68	1,2	0,4	455	C – C	Beton cor
4	Jalan Rukun Damai	1,2	1,2	0,9	192	D – D	Beton cor
5	Jalan Rakyat	1,2	1,98	1,9	198	E – E	Beton cor
6	Jalan Madio Utomo	2,1	2,3	2	327	F - F	Beton cor

Sumber : pengukuran dilapangan 2022

3.3.1 Analisis Data

Berikut ini merupakan tahapan-tahapan prosedur pelaksanaan perhitungan untuk merencanakan dan melengkapi data penelitian, yakni:

1. Perhitungan Curah hujan data curah hujan maksimum harian selama 10 tahun dari BMKG. Dihitung menggunakan beberapa metode.
2. Perhitungan debit banjir puncak dengan metode rasional
3. Perhitungan kapasitas saluran drainae eksisting dan rencana menggunakan rumus manning
4. Perhitungan luas penampang basah saluran rencana, tahapan perhitungan luas penampang basah saluran rencana sama seperti pada perhitungan kapasistas saluran

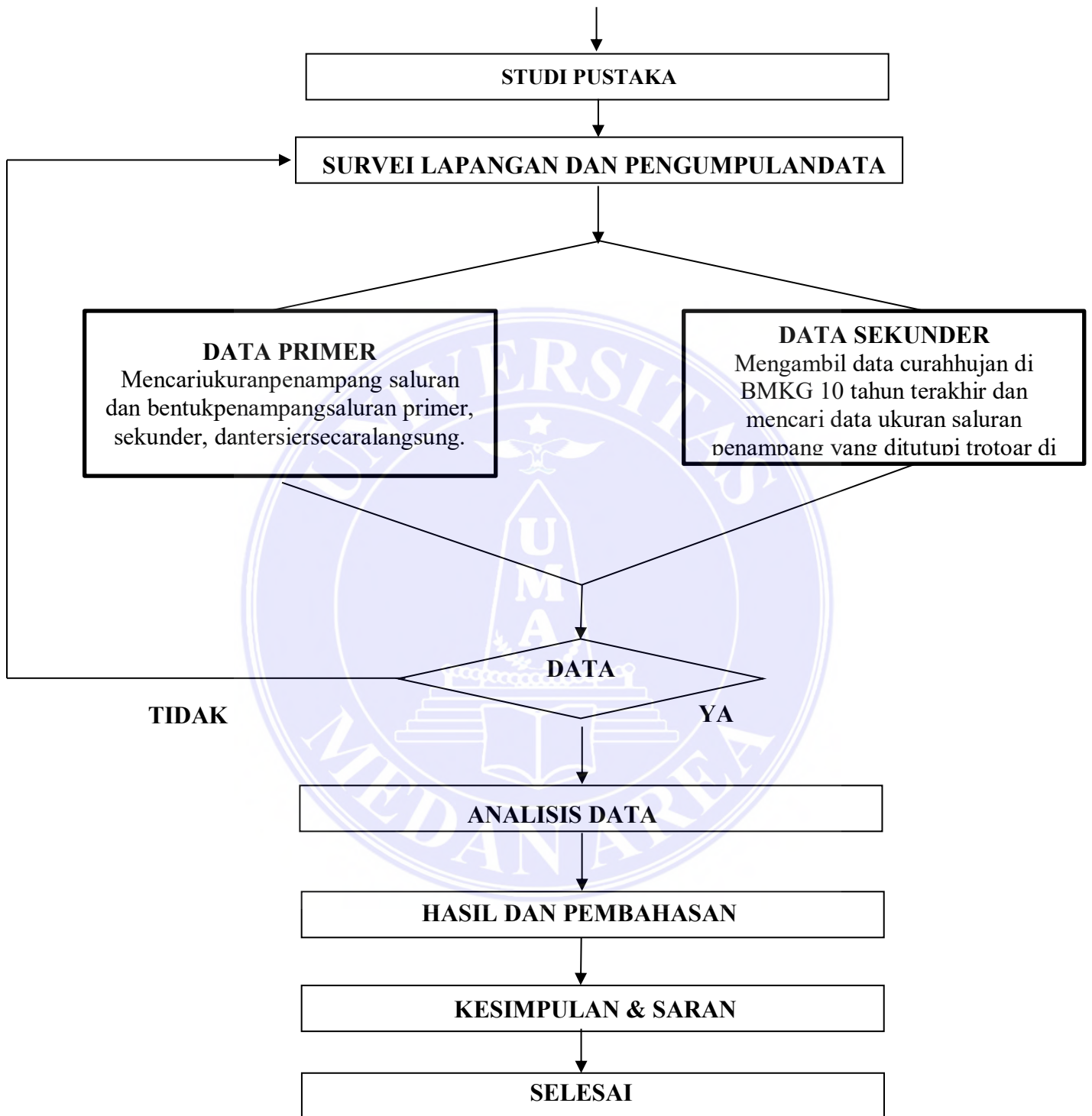
drainase eksisting. Namun yang membedakannya adalah dimensi dari saluran tersebut. Perhitungan ini dilakukan jika ternyata dari hasil perhitungan sebelumnya kapasitas saluran eksisting tidak dapat memadai debit puncak aliran

5. Perhitungan dan perencanaan Sumur Resapan di lokasi Penelitian



3.4 Kerangka Berpikir

PERSIAPAN



BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Curah Hujan Dan Rencana

Curah hujan rencana dapat dihitung berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun yang didapat dari Stasiun Badan Meteorologi, Klimatologi , dan Geofisika (BMKG) Deli Serdang dengan menentukan curah hujan harian maksimum

Tabel 4.1 Data Curah Hujan

Berikut ini hasil perhitungan keseluruhan untuk curahujan rata-rata pada tabel

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2011	258	40	74	303	235	218	610	138	369	397	279	260
2012	202	141	241	198	274	156	223	268	542	247	179	458
2013	188	335	164	109	474	125	176	286	585	408	194	174
2014	355	156	146	258	255	87	162	202	235	346	507	126
2015	20	29	129	142	329	63	164	X	268	325	187	301
2016	158	267	116	173	158	126	92	421	376	510	242	501
2017	180	100	202	171	471	88	317	185	289	433	275	222
2018	184	64	376	205	221	x	206	236	166	474	212	237
2019	173	85	268	80	301	165	198	328	168	194	444	152
2020	254	181	512	267	386	62	257	253	375	288	217	116

Sumber : BMKG DeliSerdang

Tabel 4.2 Data curah hujan harian maksimum

No	Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
1	2011	610
2	2012	542
3	2013	585
4	2014	507
5	2015	329
6	2016	510
7	2017	471
8	2018	474
9	2019	444
10	2020	512

Sumber : analisa data 2022

Selanjutnya data tersebut digunakan dalam analisis statistik untuk distribusi Normal, Log Person, Log Person III dan Gumbell.

4.2 Analisis Distribusi Frekuensi

Dalam menentukan distribusi frekuensi curah hujan dapat dilakukan berbagai cara analisis distribusi curah hujan. Analisis frekuensi curah hujan dilakukan dengan distribusi normal, log normal, log person III dan gumbel menggunakan hasil perhitungan sebelumnya.

1. Distribusi Normal

Tabel 4.3 Distribusi Normal

No	Tahun	curah hujan(mm) (Xi)	(Xi- \bar{X})	xi- \bar{x}
1	2011	610	111.6	12454.56
2	2012	542	43.6	1900.96
3	2013	585	86.6	7499.56
4	2014	507	8.6	73.96
5	2015	329	-169.4	28696.36
6	2016	510	11.6	134.56
7	2017	471	-27.4	750.76
8	2018	474	-24.4	595.36
9	2019	444	-54.4	2959.36
10	2020	512	13.6	184.96
		498.4		55250.4

Sumber :Penulis 2022

Dalam perhitungan distribusi normal dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standart deviasi, yaitu:

1. Rata-rata Curah Hujan (X)

$$X = \frac{\sum xi}{n} = \frac{4954}{10} = 495.4 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xi-X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{55250.4}{9}} = 78.35$$

Nilai K_T berdasarkan nilai T diambil dari variable reduksi gauss:

Untuk $T = 2$, Maka nilai $K_T = 0$

Untuk $T = 5$, Maka nilai $K_T = 0,84$

Untuk $T = 10$, Maka nilai $K_T = 1,28$

Untuk $T = 25$, Maka nilai $K_T = 1,71$

Untuk $T = 50$, Maka nilai $K_T = 2,05$

Maka dapat dihitung banjir puncak dengan variable reduksi gauss dengan periode ulang tertentu:

$$Q_n = X + K_T.S$$

- $Q_2 = 495.4 + (0 \times 78.53) = 495.4 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $Q_5 = 495.4 + (0,84 \times 78.53) = 561.36 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $Q_{10} = 495.4 + (1.28 \times 78.53) = 595.92 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $Q_{25} = 495.4 + (1,71 \times 78.53) = 629.7 \text{ m}^3/\text{detik}$
- $Q_{50} = 495.4 + (2,05 \times 78.53) = 656.38 \text{ m}^3/\text{detik}$

2. Distribusi Log Normal

Tabel 4.4 Hasil Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan		LogXi-Log	(LogXi-
		Harian	Log Xi	Yi	LogX) ²
		Maksimum (mm)			
1	2011	610	2.78533	0.09315871	0.008678546
2	2012	542	2.733999	0.04182817	0.001749596
3	2013	585	2.767156	0.07498475	0.005622712
4	2014	507	2.705008	0.01283684	0.000164784
5	2015	329	2.517196	-0.1749752	0.030616328
6	2016	510	2.70757	0.01539906	0.000237131
7	2017	471	2.673021	-0.0191502	0.000366731
8	2018	474	2.675778	-0.0163928	0.000268723
9	2019	444	2.647383	-0.0447881	0.002005978
10	2020	512	2.70927	0.01709884	0.00029237
			2.692171		0.0500029
			XRATA		

Sumber : penulis 2022

Dalam perhitungan distribusi Log Normal dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi, yaitu:

1. Rata-rata Curah Hujan (X)

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} = \frac{26,92}{10} = 2,692 \text{ mm}$$

$$X = 10^{2,692} = 492.03 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\text{log } X_i - \text{log } X)^2}{n-1} \right]^{0,5} = \left[\frac{0,05}{9} \right]^{0,5} = 0,074 \text{ mm}$$

Maka, dapat dihitung banjir puncak dengan variable reduksi gauss dengan periode ulang tertentu:

$$Y = \text{Log } X$$

$$\text{a. } Y_2 = \text{Log } X_2 = 2,692 + (0 \times 0,074) = 2,692$$

$$X_2 = 10^{2,692} = 492,03 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{b. } Y_5 = \text{Log } X_5 = 2,692 + (0,84 \times 0,074) = 2,754$$

$$X_5 = 10^{2,754} = 567,54 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{c. } Y_{10} = \text{Log } X_{10} = 2,692 + (1,28 \times 0,074) = 2,786$$

$$X_{10} = 10^{2,786} = 610,94 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{d. } Y_{25} = \text{Log } X_{25} = 2,692 + (1,71 \times 0,074) = 2,818$$

$$X_{25} = 10^{2,818} = 65765 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{e. } Y_{50} = \text{Log } X_{50} = 2,692 + (2,05 \times 0,074) = 2,843$$

$$X_{50} = 10^{2,843} = 696,62 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3. Distribusi Log Pearson III

Tabel 4.5 Hasil Log Person III

No	Tahun	Curah Hujan(mm) X	LogXi-			
			Log Xi	Log X	(LogXi-LogX) ²	LogXi-Logx) ³
1	2011	610	2.78533	0.093159	0.008678546	0.00080848
2	2012	542	2.733999	0.041828	0.001749596	7.3182E-05
3	2013	585	2.767156	0.074985	0.005622712	0.00042162
4	2014	507	2.705008	0.012837	0.000164784	2.1153E-06
5	2015	329	2.517196	-0.17498	0.030616328	-0.0053571
6	2016	510	2.70757	0.015399	0.000237131	3.6516E-06
7	2017	471	2.673021	-0.01915	0.000366731	-7.023E-06
8	2018	474	2.675778	-0.01639	0.000268723	-4.4051E-06
9	2019	444	2.647383	-0.04479	0.002005978	-8.9844E-05
10	2020	512	2.70927	0.017099	0.00029237	4.9992E-06
			2.692171		0.0500029	0.00414432

Sumber : penulis 2022

Dalam perhitungan distribusi Log Normal III, dibutuhkan beberapa parameter yakni curah hujan rata-rata (X) dan standar deviasi (S) dan nilai kemencengan (G) dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Rata-rata Curah Hujan (X)

$$\text{Log X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log Xi}}{n} = \frac{26,921}{10} = 2,692 \text{ mm}$$

$$X = 10^{2,692} = 492,039 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0,5} = \left[\frac{0,050}{9} \right]^{0,5} = 0,074$$

$$G = \frac{\sum (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{0,00414}{(9)(8)(0,074)^3} = 0,1418$$

Maka, dapat dihitung banjir puncak dengan variable reduksi gauss dengan periode ulang tertentu :

$$Q_n = \text{Log } Y_{10} = \text{Log } \bar{Y} + K_T S$$

$$Q_2 = 2,6 + 0 \cdot 0,074 = 2,6 = 10^{2,6} = 398,1 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_5 = 2,6 + 0,84 \cdot 0,074 = 2,67 = 10^{2,67} = 467,74 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{10} = 2,6 + 1,28 \cdot 0,074 = 2,71 = 10^{2,71} = 512,86 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{25} = 2,6 + 1,64 \cdot 0,074 = 2,74 = 10^{2,74} = 549,54 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4. Distribusi Gumbel

Tabel 4.6 Distribusi Gumbel

NO	Tahun	Curah Hujan	$(XI-\bar{X})^2$
		Harian Maksimum (mm)	
		XI	
1	2011	610	12454.6
2	2012	542	1900.96
3	2013	585	7499.56
4	2014	507	73.96
5	2015	329	28696.36
6	2016	510	134.56
7	2017	471	75.76
8	2018	474	595.36
9	2019	444	2959.36
10	2020	512	184.96
		4984	55250.4
X RATA		498,4	

Sumber :Penulis 2022

Dalam perhitungan distribusi Gumbel dibutuhkan nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Rata-rata Curah Hujan (\bar{X})

$$X = \frac{\sum x}{n} = \frac{4984}{10} = 498,4 \text{ mm}$$

b. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{55250,4}{9}} = 78,35$$

Y_n dan S_n didapat dari tabel variable masing –masing

Y_n tergantung dari sample data ($n=10$), maka $Y_n = 0,4996$

S_n tergantung dari sample data ($n=10$), maka $S_n = 0,9676$

Y_{tr} didapat dari tabel variable untuk periode ulang

Untuk $Q_2 \rightarrow Y_{tr} = 0,3668$

Untuk $Q_5 \rightarrow Y_{tr} = 1,5004$

Untuk $Q_{10} \rightarrow Y_{tr} = 2,2510$

Untuk $Q_{25} \rightarrow Y_{tr} = 3,1993$

Maka, dapat dihitung banjir puncak dengan variable reduksi gauss dengan periode ulang tertentu :

$$X_{tr} = X + \left(\frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \right) S$$

$$X_{tr} = 498,4 + \left(\frac{0,3668 - 0,4996}{0,9676} \right) \cdot 78,35 = 487,64 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$X_{tr} = 498,4 + \left(\frac{1,5004 - 0,4996}{0,9676} \right) \cdot 78,35 = 579,46 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$X_{tr} = 498,4 + \left(\frac{2,2510 - 0,4996}{0,9676} \right) \cdot 78,35 = 640,27 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$X_{tr} = 498,4 + \left(\frac{3,1993 - 0,4996}{0,9676} \right) \cdot 78,35 = 717,08 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan curah hujan maksimum dengan menggunakan 4 metode

Metode distribusi frekuensi	Periode			
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun
Normal	495,4	561,36	595,92	629,7
Log Normal	492,03	567,54	610,94	657,65
Log Pearson	398,10	467,75	512,86	549,54
Gumbel	487,64	579,46	640,27	717,08

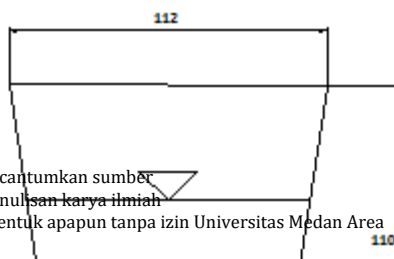
Sumber : Penulis 2022

Curah hujan maksimum harian yang digunakan adalah periode ulang 10 tahun Gumbel, yaitu 640,27 mm/hari yang kemudian digunakan untuk perhitungan debit banjir puncak.

4.3 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Eksisting

Berdasarkan hasil penelitian lapangan didapat data penampang saluran drainase pada Jl. Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan. Gambar penampang saluran eksisting dari hasil penelitian terlihat pada gambar di bawah ini :

1.POTONGAN A-A



Gambar 4.1 Potongan A-A penampang saluran pada jl. Mesjid.

Luas penampang basah saluran berbentuk Trapesium dapat dihitung:

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

$$\begin{aligned} A &= (0,9 + 1 \times 1,1)1,1 \\ &= 2,2\text{m}^2 \end{aligned}$$

Keliling Penampang saluran

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

$$P = 0,9 + 2 \cdot 1,1\sqrt{1^2 + 1}$$

$$P = 4,01\text{m}$$

Maka Didapat jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{2,2}{4,01} = 0,54\text{m}$$

Kecepatan Aliran Rata-Rata dalam Saluran (V) :

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

$$V = \frac{1}{0,015} 0,57^{\frac{2}{3}} 0,0051^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 3,28 \text{ m/detik}$$

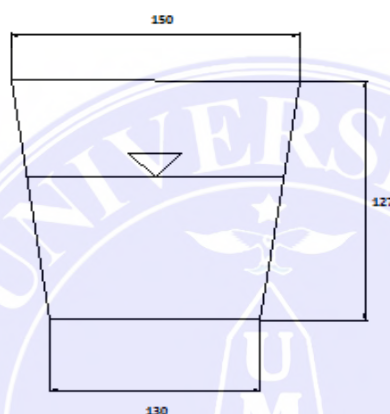
Maka debit saluran (Q) Pada daerah Jalan Mesjid dapat di hitung:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 3,28 \times 2,2$$

$$= 7,21 \text{ m}^3/\text{detik}$$

2.POTONGAN B-B



Gambar 4.2Potongan C-C Penampang Saluran Pada jl.Maplindo

Luas penampang saluran berbentuk trapesium dapat dihitung:

$$A = (B + mh)h$$

$$A = (1,3 + 0,88 \times 1,27) 1,27$$

$$= 3,07\text{m}^2$$

Keliling penampang saluran:

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

$$P = 1,3 + 2 \cdot 1,27\sqrt{0,88^2 + 1}$$

$$= 4,68\text{m}$$

Maka didapat jari-jari Hidrolis (R):

$$R = \frac{A}{P} = \frac{3,07}{4,68} = 0,65\text{m}$$

Kecepatan aliran dalam saluran (V):

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

$$= \frac{1}{0,015} 0,69^{\frac{2}{3}} 0,0011^{\frac{1}{2}}$$

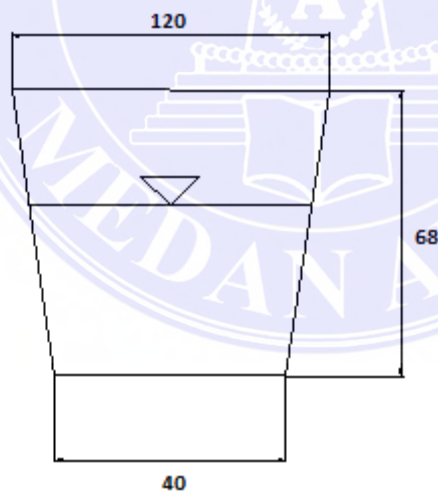
$$= 1,72 \text{ m/detik}$$

$$Q = V \times A$$

$$= 1,72 \times 3,07$$

$$= 5,28 \text{ m}^3/\text{detik}$$

3.POTONGAN C-C



Gambar 4.3 Potongan C-C Penampang Saluran Pada jl. Dwikora

Luas Penampang saluran berbentuk Trapesium dapat dihitung:

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

$$A = (0,48 + 1 \cdot 0,68) 0,68$$

$$= 0,78 \text{ m}^2$$

Keliling Penampang saluran:

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

$$\begin{aligned} P &= 0,48 + 2 \times 0,68\sqrt{0,63^2 + 1} \\ &= 1,96\text{m} \end{aligned}$$

Maka didapat jari-jari Hidrolis (R):

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,61}{1,96} = 0,31\text{m}$$

Kecepatan Aliran dalam saluran (V):

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

$$V = \frac{1}{0,015} 0,28^{\frac{2}{3}} 0,0021^{\frac{1}{2}}$$

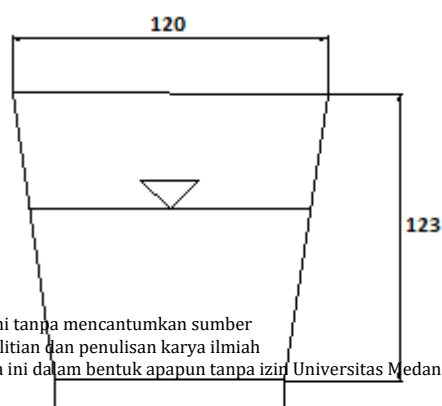
$$V = 1,30 \text{ m/detik}$$

$$Q = V \times A$$

$$= 1,30 \times 0,78$$

$$= 1,1 \text{ m}^3/\text{detik}$$

4.POTONGAN D-D



Gambar4.4 Potongan D-D Penampang saluran Pada Jl. Rukun Damai

Luas penampang saluran berbentuk Trapesium dapat dihitung:

$$A = (B + mh)h$$

$$A = (1,30 + 0,71 \times 1,23) 1,23$$

$$A = 2,67 \text{ m}^2$$

Keliling penampang saluran

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

$$P = 1,30 + 2 \times 1,23 \sqrt{0,71^2 + 1}$$

$$P = 3,92 \text{ m}$$

Maka didapat jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{2,67}{3,92} = 0,68$$

Kecepatan Aliran dalam Saluran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,015} 0,68^{\frac{2}{3}} 0,0051^{\frac{1}{2}}$$

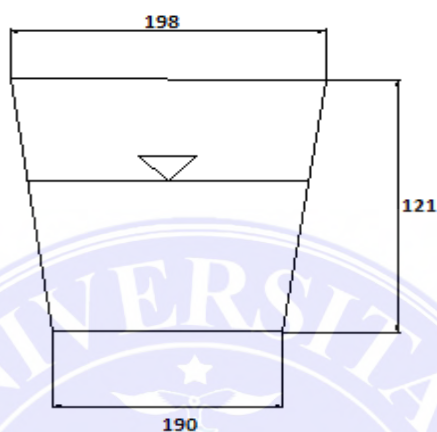
$$V = 3,68 \text{ m/detik}$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 3,68 \times 2,67$$

$$= 9,8 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5. POTONGAN E-E



Gambar 4.5 Potongan E-E Penampang Saluran Pada Jl. Rakyat

Luas penampang saluran berbentuk trapesium dapat dihitung:

$$A = (B + mh) h$$

$$A = (1,90 + 0,88 \times 1,21) 1,21$$

$$A = 3,58 \text{ m}^2$$

Keliling penampang saluran

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

$$P = 1,90 + 2 \times 1,21\sqrt{0,88^2 + 1}$$

$$P = 6,12 \text{ m}$$

Maka didapat jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{3,58}{6,12} = 0,58$$

Kecepatan Aliran dalam Saluran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,015} 0,58^2 0,0050^{\frac{1}{2}}$$

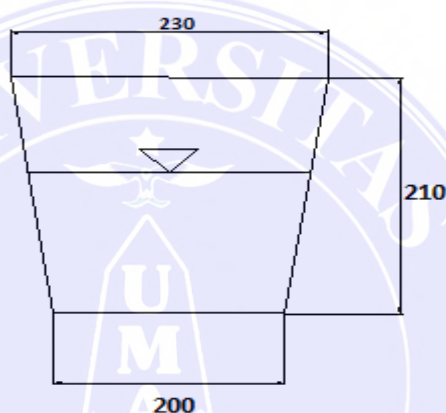
$$V = 3,27 \text{ m/detik}$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 3,27 \times 3,58$$

$$= 11,70 \text{ m}^3/\text{detik}$$

6.POTONGAN F-F



Gambar 4.6 Potongan F-F Penampang Saluran Pada Jl.Madio Utomo

Luas penampang saluran berbentuk Trapesium dapat dihitung:

$$A = (B + mh) h$$

$$A = (2 + 1,84 \times 2,1) 2,1$$

$$= 12,31 \text{ m}^2$$

Keliling Penampang Saluran

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

$$= 2 + 2 \times 2,1 \sqrt{1,84^2 + 1}$$

$$= 17,55 \text{ m}$$

Maka didapat jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} = \frac{12,31}{17,55} = 0,70$$

Kecepatan Aliran Dalam Saluran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,015} 0,70^{\frac{2}{3}} 0,0031^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 2,92 \text{ m/detik}$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 2,92 \times 12,31$$

$$= 35,95 \text{ m}^3/\text{det}$$

4.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana

1. POTONGAN A-A

Analisis hidrologi didapatkan dari perhitungan besaran debit puncak aliran genangan banjir dengan menggunakan rumus :

$$Q = as.\alpha.\beta.It.A$$

Sedangkan untuk koefisien run off akibat waktu konsentrasi (as), perkiraan nilai tersebut didapat dengan menggunakan persamaan :

$$as = \frac{2tc}{2tc + tcc}$$

Untuk mendapatkan waktu aliran air diatas permukaan tanah sampai rumus :keujung saluran (tcc) menggunakan

$$Tcc = \frac{L}{V} = \frac{196}{3,28} = 60,12 \text{ detik } 1,002 \text{ menit}$$

Kemiringan saluran atau slope (S) didapat dari Google Earth sebesar 0,0051. Dapat dihitung sebagai berikut :

$$S = \frac{t_2 - t_1}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{18 - 17}{898} \times 100\%$$

$$S = 0,0012$$

Waktu konsentrasi (t_c) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$t_c = 0,0195 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0,77}$$

$$t_c = 0,0195 \left[\frac{196}{\sqrt{0,0051}} \right]^{0,77}$$

$$t_c = 8,65 \text{ menit}$$

Maka nilai (a_s) dapat di hitung:

$$a_s = \frac{2t_c}{2t_c + t_{cc}}$$

$$a_s = \frac{2 \cdot 8,65}{2 \cdot 8,65 + 1,002}$$

$$a_s = \frac{17,3}{17,3 + 1,002}$$

$$a_s = 0,95$$

Untuk koefisien runoff (α) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 0,85

Untuk koefisien penyebaran hujan (β) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 1

Untuk intensitas hujan (I_t) didapat dgn rumus :

$$It = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$It = \frac{640,27}{24} \left[\frac{24}{8,65 \cdot \frac{1}{60}} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$It = 806,1mm / jam$$

$$It = 0,000223m / detik$$

Perhitungan analisis hidrologi untuk besaran debit puncak aliran banjir

daerah sekitar Jalan mesjid dapat dihitung dengan rumus :

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

$$Q = 0,95 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,000223 \cdot 32083$$

$$Q = 5,77m^3 / detik$$

2. POTONGAN B-B

Analisis hidrologi didapatkan dari perhitungan besaran debit puncak aliran genangan banjir dengan menggunakan rumus :

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

Sedangkan untuk koefisien run off akibat waktu konsentrasi (as), perkiraan nilai tersebut didapat dengan menggunakan persamaan :

$$as = \frac{2tc}{2tc + tcc}$$

Untuk mendapatkan waktu aliran air diatas permukaan tanah sampai rumus :keujung saluran (tcc) menggunakan

$$T_{cc} = \frac{L}{V} = \frac{898}{5,28} = 170,07 \text{ detik } 2,9 \text{ menit}$$

Kemiringan saluran atau slope (S) didapat dari Google Earth sebesar 0,0011. Dapat dihitung sebagai berikut :

$$S = \frac{t_2 - t_1}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{18 - 17}{898} \times 100\%$$

$$S = 0,0011$$

Waktu konsentrasi (t_c) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$t_c = 0,0195 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0,77}$$

$$t_c = 0,0195 \left[\frac{898}{\sqrt{0,0011}} \right]^{0,77}$$

$$t_c = 49 \text{ menit}$$

Maka nilai (as)

Untuk koefisien runoff (α) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 0,85

Untuk koefisien penyebaran hujan (β) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 1

Untuk intensitas hujan (It) didapat dgn rumus :

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

$$It = \frac{640,27}{24} \left[\frac{24}{49 \cdot \frac{1}{60}} \right]^{\frac{2}{3}} \text{ dapat di hitung}$$

$$It = 254,1 \text{ mm / jam}$$

$$It = 0,000705 \text{ m / detik}$$

$$as = \frac{2tc}{2tc + tcc}$$

$$as = \frac{2.49}{2.49 + 2,9}$$

$$as = \frac{98}{98 + 2,9}$$

$$as = 0,97$$

Perhitungan analisis hidrologi untuk besaran debit puncak aliran banjir daerah sekitar Jalan mesjid dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = as.\alpha.\beta.lt.A$$

$$Q = 0,97.0,85.1.0,000705.12365$$

$$Q = 7,18m^3 / \text{detik}$$

3. POTONGAN C-C

Analisis hidrologi didapatkan dari perhitungan besaran debit puncak aliran genangan banjir dengan menggunakan rumus :

$$Q = as.\alpha.\beta.lt.A$$

Sedangkan untuk koefisien run off akibat waktu konsentrasi (as), perkiraan nilai tersebut didapat dengan menggunakan persamaan :

$$as = \frac{2tc}{2tc + tcc}$$

Untuk mendapatkan waktu aliran air diatas permukaan tanah sampai rumus :keujung saluran (tcc) menggunakan

$$T_{cc} = \frac{L}{V} = \frac{455}{0,79} = 575 \text{ detik } 9,58 \text{ menit}$$

Kemiringan saluran atau slope (S) didapat dari Google Earth sebesar 0,0021. Dapat dihitung sebagai berikut :

$$S = \frac{t_2 - t_1}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{19 - 18}{455} \times 100\%$$

$$S = 0,0021$$

Waktu konsentrasi (t_c) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$t_c = 0,0195 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0,77}$$

$$t_c = 0,0195 \left[\frac{455}{\sqrt{0,0021}} \right]^{0,77}$$

$$t_c = 23 \text{ menit}$$

Maka nilai (as) dapat di hitung:

$$as = \frac{2t_c}{2t_c + t_{cc}}$$

$$as = \frac{2.23}{2.23 + 9,58}$$

$$as = \frac{46}{46 + 9,58}$$

$$as = 0,88$$

Untuk koefisien runoff (α) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 0,85

Untuk koefisien penyebarkan hujan (β) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 1

Untuk intensitas hujan (It) didapat dgn rumus :

$$It = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$It = \frac{640,27}{24} \left[\frac{24}{23 \cdot \frac{1}{60}} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$It = 420,1 \text{ mm / jam}$$

$$It = 0,000116 \text{ m / detik}$$

Perhitungan analisis hidrologi untuk besaran debit puncak aliran banjir daerah sekitar Jalan mesjid dapat dihitung dengan rumus :

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

$$Q = 0,88 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,000116 \cdot 65997$$

$$Q = 5,72 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

4. POTONGAN D-D

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

Waktu konsentrasi

$$as = \frac{2tc}{2tc + tcc}$$

$$tcc = \frac{L}{V} = \frac{192}{3,68} = 0,86 \text{ menit}$$

Kemiringan :

$$S = \frac{t2 - t1}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{18 - 17}{195} \times 100\%$$

$$S = 0,0051$$

Waktu konsentrasi (tc) dapat dihitung dengan persamaan rumus :

$$tc = 0,0195 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0,77}$$

$$tc = 0,0195 \left[\frac{195}{0,0051} \right]^{0,77}$$

$$tc = 8,62 \text{menit}$$

Maka nilai (as) dapat dihitung :

$$as = \frac{2tc}{2tc + tcc}$$

$$as = \frac{2.8,62}{2.8,62 + 0,86}$$

$$as = \frac{17,24}{18,1}$$

$$as = 0,95$$

Untuk koefisien runoff (α) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 0,85

Untuk koefisien penyebaran hujan (β) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 1

Untuk intensitas hujan (It) didapat dgn rumus :

$$It = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$It = \frac{640,27}{24} \left[\frac{24}{8,62 \cdot \frac{1}{60}} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$It = 809 \text{mm} / \text{jam}$$

$$It = 0,00024 \text{m} / \text{det ik}$$

Maka, hasilnya adalah

$$Q = as.\alpha.\beta.lt.A$$

$$Q = 0,95.0,85.1.0,000264.24323$$

$$Q = 5,18m^3 / detik$$

5. POTONGAN E-E

$$Q = as.\alpha.\beta.lt.A$$

Waktu konsentrasi

$$as = \frac{2tc}{2tc + tcc}$$

$$tcc = \frac{L}{V} = \frac{198}{11,7} = 0,28menit$$

Kemiringan :

$$S = \frac{t2 - t1}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{17 - 16}{198} \times 100\%$$

$$S = 0,0050$$

Waktu konsentrasi (tc) dapat dihitung dengan persamaan rumus :

$$tc = 0,0195 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0,77}$$

$$tc = 0,0195 \left[\frac{198}{0,0050} \right]^{0,77}$$

$$tc = 8,79menit$$

Maka nilai (as) dapat dihitung :

$$as = \frac{2tc}{2tc + tcc}$$

$$as = \frac{2.8,79}{2.8,79 + 0,28}$$

$$as = \frac{17,58}{17,86}$$

$$as = 0,98$$

Untuk koefisien runoff (α) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 0,85

Untuk koefisien penyebaran hujan (β) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 1

Untuk intensitas hujan (It) didapat dgn rumus :

$$It = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$It = \frac{640,27}{24} \left[\frac{24}{8,79 \frac{1}{60}} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$It = 798mm / jam$$

$$It = 0,00061m / det ik$$

Maka, hasilnya adalah

$$Q = as.\alpha.\beta.lt.A$$

$$Q = 0,98.0,85.1.0,00061.37867$$

$$Q = 19,24m^3 / det ik$$

6. POTONGAN F-F

$$Q = as.\alpha.\beta.lt.A$$

Waktu konsentrasi

$$as = \frac{2tc}{2tc + tcc}$$

$$t_{cc} = \frac{L}{V} = \frac{327}{35,9} = 0,15 \text{ menit}$$

Kemiringan :

$$S = \frac{t_2 - t_1}{L} \times 100\%$$

$$S = \frac{16 - 15}{327} \times 100\%$$

$$S = 0,0031$$

Waktu konsentrasi (tc) dapat dihitung dengan persamaan rumus :

$$tc = 0,0195 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0,77}$$

$$tc = 0,0195 \left[\frac{327}{\sqrt{0,0031}} \right]^{0,77}$$

$$tc = 15,56 \text{ menit}$$

Maka nilai (as) dapat dihitung :

$$as = \frac{2tc}{2tc + t_{cc}}$$

$$as = \frac{2 \cdot 15,56}{2 \cdot 15,56 + 0,15}$$

$$as = \frac{31,12}{31,27}$$

$$as = 0,99$$

Untuk koefisien runoff (α) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 0,85

Untuk koefisien penyebaran hujan (β) dapat dilihat di tabel, didapat nilainya 1

Untuk intensitas hujan (It) didapat dgn rumus :

$$It = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{tc} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$It = \frac{640,27}{24} \left[\frac{24}{15,56 \frac{1}{60}} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$It = 545mm / jam$

$It = 0,00151m / detik$

Maka, hasilnya adalah

$Q = as.\alpha.\beta.lt.A$

$Q = 0,99.0,85.1.0,00151.11468$

$Q = 14,57m^3 / detik$

4.5 Perhitungan Debit Saluran Rencana Drainase

- 1. POTONGAN (A-A)..... **Memenuhi(ok!)**
- 2. POTONGAN (B-B)

Luas Penampang Basah (A)

$A = (B + m.h)h$

$A = (1,4 + 1,1.1,5)1,5$

$A = 4,5m$

Keliling Basah Saluran

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

$P = 1,4 + 2.1,5\sqrt{1,1^2 + 1}$

$P = 5,8m$

Maka Dapat dihitung Jari-Jari Hidrolis:

$R = \frac{A}{P} = \frac{4,5}{5,8} = 0,8m$

Aliran Rata-Rata Dalam Kecepatan Saluran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,015} (0,8)^{\frac{2}{3}} (0,0011)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,9m / \text{det ik}$$

Maka Debit Saluran Rencana di jl. Mapelindo Dapat Dihitung

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 1,9 \cdot 4,5$$

$$Q = 8,55m^3 / \text{det ik} \dots\dots\dots \text{Memenuhi (ok!)}$$

3. POTONGAN (C-C)

Luas Penampang Basah (A)

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

$$A = (1 + 1,1 \cdot 1,5)1,5$$

$$A = 4m$$

Keliling Basah Saluran

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

$$P = 1 + 2 \cdot 1,5\sqrt{1,1^2 + 1}$$

$$P = 5,4m$$

Maka Dapat Dihitung Jari-Jari Hidrolis

$$R = \frac{A}{P} = \frac{4}{5,4} = 0,7m$$

Aliran Rata-Rata Dalam Kecepatan Saluran (V)

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$
$$V = \frac{1}{0,015} (0,7)^{\frac{2}{3}} (0,0021)^{\frac{1}{2}}$$
$$V = 2,4m / \text{det ik}$$

Maka Debit Saluran Rencana di jl. Mapelindo Dapat Dihitung

$$Q = V.A$$
$$Q = 2,4.4$$
$$Q = 9,8m^3 / \text{det ik} \dots\dots\dots\text{Memenuhi (ok!)}$$

4. POTONGAN (D-D).....**Memenuhi (ok!)**

5. POTONGAN (E-E)

Luas Penampang Basah (A)

$$A = (B + m.h)h$$
$$A = (1,9 + 1,1.1,6)1,6$$
$$A = 5,8m$$

Keliling Basah Saluran

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1}$$
$$P = 1,9 + 2.1,6\sqrt{1,1^2 + 1}$$
$$P = 6,6m$$

Maka Dapat Dihitung Jari-Jari Hidrolis

$$R = \frac{A}{P} = \frac{5,8}{6,6} = 0,8m$$

Aliran Rata-Rata Dalam Kecepatan Saluran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,015} (0,8)^{\frac{2}{3}} (0,0050)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 4m / \text{det ik}$$

Maka Debit Saluran Rencana di jl. Mapelindo Dapat Dihitung

$$Q = V.A$$

$$Q = 4.5,8$$

$$Q = 23,2m^3 / \text{det ik} \dots\dots\dots \text{Memenuhi (ok!)}$$

6.POTONGAN (F-F).....Memenuhi (ok!)

Tabel 4.8 Hasil perhitungan Debit kapasitas,Debit Banjir rencana,Debit

No	Nama Jalan	kapasitas Rencana				Debit Kapasitas Saluran Drainase Eksisting (m ³ /dtk)	Debit Banjir Rencana (m ³ /dtk)	Debit Kapasitas Saluran Drainase Rencana (m ³ /dtk)
		Potongan Saluran	Tinggi Saluran (m)	Lebar Atas (m)	Lebar Bawah (m)			
1	jl. Mesjid Jl.	A-A	1,1	1,2	0,9	7,21	5,77	-
2	Mapelindo JL.	B-B	1,27	1,5	1,3	5,28	7,18	8,55
3	Dwikora JL. Rukun	C-C	0,68	1,2	0,4	1,1	5,72	9,8
4	Damai	D-D	1,2	1,2	0,9	9,8	5,18	-
5	JL. Rakyat JL. Madio	E-E	1,2	1,98	1,9	11,70	19,24	23,2
6	Utomo	F-F	2,1	2,3	2	35,95	14,57	-

Sumber: Penulis

4.6 Sumur Resapan

Penampang sumur resapan yang digunakan adalah bulat dengan jari-jari 0,5m dan tinggi 3,5m debit banjir yang akan ditampung sumur resapan menggunakan persamaan Sujonto yaitu:

$$Q_o = \frac{2\pi LKH}{\ln \left[\frac{l}{@R} + \sqrt{1 + \left(\frac{l}{2R}\right)^2} \right]}$$

$$H = \frac{Q}{FK} \left[1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right]$$

Dimana:

Q_o = debit banjir yang akan ditampung sumur resapan (m³/det)

Q = debit air masuk (m³/det)

L = tinggi sumur resapan yang masuk ke dalam tanah (m)

K = koefisien permeabilitas tanah (m/det)

H = tinggi muka air (m) T = waktu pengaliran R = jari-jari sumur (m)

Sumur resapan ditempatkan pada lahan pekarangan penduduk. Dalam perhitungan ini di ambil dari jalan Dwikora yang merupakan lokasi genangan.

Panjang jalan yang membuang aliran airnya ke Sungai adalah ± 500 m dan lebarnya diambil rata-rata 100 m. Penggunaan sumur resapan 80% dari total rumah yang ada di lokasi tersebut. Rata-rata luas tanah untuk satu rumah penduduk adalah 20×10 m².

ααα Kawasan penduduk di jln. Dwikora (kelurahan Tegal rejo) seluas 24 Ha (240

X1000 m²) dihuni oleh 1200 KK

$$K = 1,5 \times 10^{-4} \text{ m/dt}$$

$$\text{Waktu Konsentrasi } V = 1 \text{ m/dtk, } t_c = 18,6 \text{ menit}$$

$$\text{IDF} = 134,5 \text{ mm/jm}$$

$$\text{Luas kapling / kk } 240000 : 2000 = 120 \text{ m}^2$$

$$\text{Halaman} = 100 \text{ m}^2 \quad \alpha = 0,10$$

α

$$\text{Atap} = 100 \text{ m}^2 \quad \alpha = 0,95$$

$$\text{Jalan Aspal} = 50 \text{ m}^2 \quad \alpha = 0,95$$

$$\alpha_{gab} = \frac{100 \times 0,10 + 100 \times 100 \times 0,95 + 50 \times 0,95}{50} = 1,2$$

$$\text{Panjang Lintasan Terjauh} = (1000^2 + 240^2)^{0,5} = 1,028 \text{ m}$$

$$\text{IDF} = 134,5 \text{ mm/jm}$$

Drainase tanpa sumur Resapan

$$Q = 0,002778.C.I.A$$

$$= 0,002778 \times 1,2 \times 134,5 \times 24 = 10,8 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$T_d = 2 \text{ jm}, I = 48 \text{ mm/jm}$$

$$F = 5,5 \text{ (gbr 2.6)}$$

$$= 5,5 \times 0,5 = 2,75 \text{ m}$$

$$K = 1,5 \times 10^{-4} \text{ mm/dtk}$$

$$Q_m \text{ dari atap} = 0,0078 \times 0,95 \times 48 \times 100 \cdot 10^{-4} = 1,27 \times 10^{-3} \text{ mm/dtk}$$

$$H = \frac{1,27 \times 10^{-3}}{2,75 \times 1,5 \times 10^{-4}} \left[1 - e^{-\frac{2,75 \times 1,5 \times 10^{-4} \times 7200}{3,14 \times 0,5^2}} \right] = 3,0 \text{ m}$$

Debit Banjir yang Ditampung Oleh Sumur Resapan

$$Q_0 = \frac{2\pi \times 3,50 \times 1,5 \cdot 10^{-4} \times 3}{\ln \left[\frac{3,50}{2,0,5} + \sqrt{1 + \frac{3,50}{2,0,5}} \right] \cdot 2}$$

$$= 0,00456 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Luas daerah total di lokasi tersebut adalah 600x100 m². Luas untuk satu kepala keluarga adalah 20x10 m². Jadi total rumah yang ada di lokasi tersebut adalah (600x100)/(20x10) = 300 rumah. Rumah yang menerapkan sumur resapan hanya diambil 17% dari total rumah. Jadi, jumlah sumur resapan adalah 17%x300= 52 buah.

Total debit banjir yang ditampung oleh sumur resapan: Qrembesan sumur resapan

$$= 0,00456 \times 52 = 0,25536 \text{ m}^3/\text{det}$$

Debit Banjir Rencana sumur resapan di JL.Dwikora seluas 600 X 100 m²

$$\begin{aligned}Q_{rin} &= 0,2778 \times C.I.A \\ &= 0,2778 \times 0,5 \times 48,56 \times (0,6 \times 0,1) \\ &= 0,404 \text{ m}^3/\text{dtk}\end{aligned}$$

Debit banjir rencana (output) merupakan debit banjir rencana (input) dikurangi debit rembesan. Debit banjir rencana (output) di lokasi Jl. Dwikora

$$\begin{aligned}Q_{rout} &= Q_{ren} - Q_{rembesan} \\ &= 0,404 - 0,25536 \\ &= 0,14864 \text{ m}^3/\text{det}\end{aligned}$$

Persentase yang terserap:

$$\begin{aligned}\% \text{terserap} &= (Q_{rembesan} / Q_{rin}) \cdot 100\% \\ &= (0,25536 / 0,404) \cdot 100\% \\ &= 70\%\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa sumur resapan yang diterapkan mampu mengurangi debit banjir hingga 70 %.

BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian bahwa kondisi saluran eksisting yang sering terjadi banjir atau genangan dikarenakan tidak mempunya beberapa saluran drainase untuk mengalirkan air hujan karena kapasitas debit di saluran lebih kecil daripada debit banjir rencana sehingga saluran tidak dapat menampung cukup banyak air yang masuk.
2. Perencanaan sumur resapan di wilayah Jl. Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan dianjurkan pada setiap halaman rumah membuat sumur resapan dengan diameter 0,5m dan kedalaman 3,5 m .Prosentase debit banjir yang dapat dikurangi akibat sumur resapan adalah 70%
3. Jumlah titik sumur resapan yang direncanakan untuk wilayah Jl. Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan adalah 52 buah sumur resapan dengan kapasitas setiap sumur resapan 0,25536 m³/det dengan jarak rata-rata setiap ruas jalan 20 m

5.2 SARAN

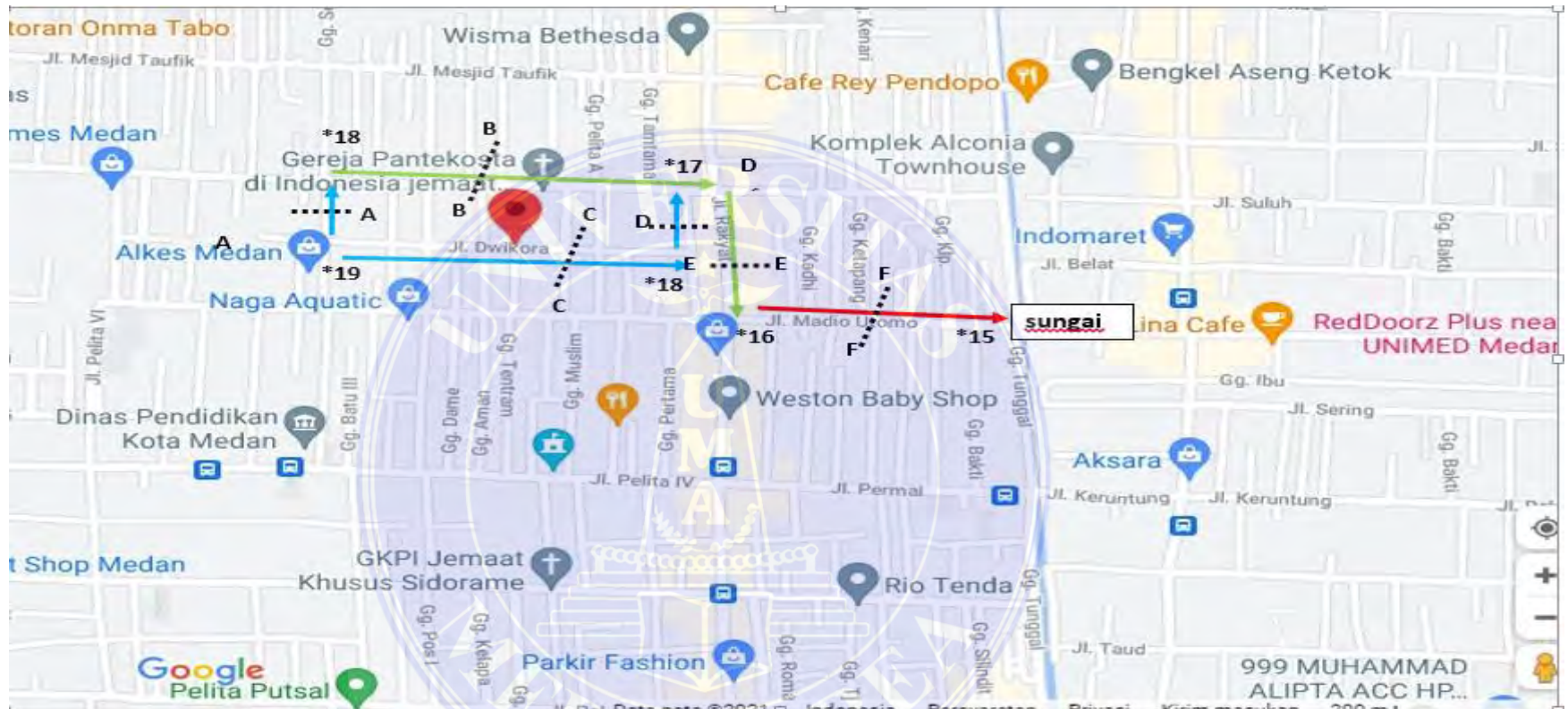
Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan pada penelitian ini, Penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk mengatasi banjir yang ada pada kawasan Mall Jl.Dwikora Kecamatan Medan Perjuangan dilakukan pelebaran ukuran saluran drainase dan melakukan pengurukan saluran drainase yang ada agar dapat menampung jumlah debit air hujan yang masuk.
2. Menerapkan penggunaan sumur resapan di setiap rumah warga.
3. Perlu adanya kesadaran masyarakat akan kebersihan lingkungan dan bahaya genangan air yang diakibatkan sampah yang terdapat disaluran drainase sehingga mengurangi debit aliran saluran drainase.
4. Mengelola daerah resapan hujan agar dapat menyerap air hujan dengan baik dan menambah cadangan air tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Soemarto,CD. 1999. *Hidrologi Teknik. Edisi ke 2 (dengan perbaikan)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Suripin. 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Sunjoto. 1987. “Sistem Drainase Air Hujan yang Berwawasan Lingkungan”,Makalah Seminar Pengkajian Sitem Hidrologi dan Hidrolika, PAU Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Nova, Bandung.
- Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan (SNI:03-2453-2002)
- Triatmodjo, B, 1993. *Hidraulika I*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmojo, B, 1996. *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Direktorat Jendral Pengairan. 2000. *Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Pusat Penelitian Pranata Pembangunan Universitas Indonesia, Jakarta.
- Mashuri, Basri.2017. *Perencanaan Sumur Resapan Untuk Pengendalian Banjir Di Kecamatan Ujung Bulu Kabupaten Bulu Kumba, Makasar*.
- Hasmar, H.A Halim. 2011. *Drainase Terapan*. Penerbit UII Press Yogyakarta. Yogyakarta
- Maryono, Agus. 2003. *Konsep Ekodrainase sebagai Pengganti Drainase Konvensional*. Pusat Studi Transportasi dan LogistikUGM, Yogyakarta Priatna, Budhi. *Sumur Resapan Air Hujan..*
- Sinaga, M Rosinta Dan H Rumilla .2016. *Analisis Sistem Saluran Drainase Pada jalan Perjuangan Medan, Jurnal Teknik Sipil UNIMED, Vol 2,41-49*.Medan

LAMPIRAN 1 DENAH



- Keterangan :
- = Saluran primer
 - = Saluran sekunder
 - = Saluran Tersier
 - *) = Tinggi Elevasi Tanah
 - - - = Potongan Drainase

LAMPIRAN 2 DOKUMENTASI SALURAN DRAINASE PENELITIAN



Gambar saluran tersier JL.Dwikora



Gambar saluran sekunder JL.Rakyat



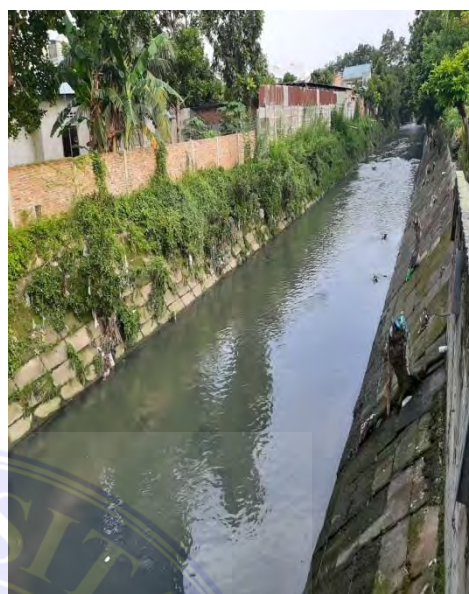
Gambar saluran sekunder JL.Mapelindo



Gambar saluran primer JL.Madio Utomo



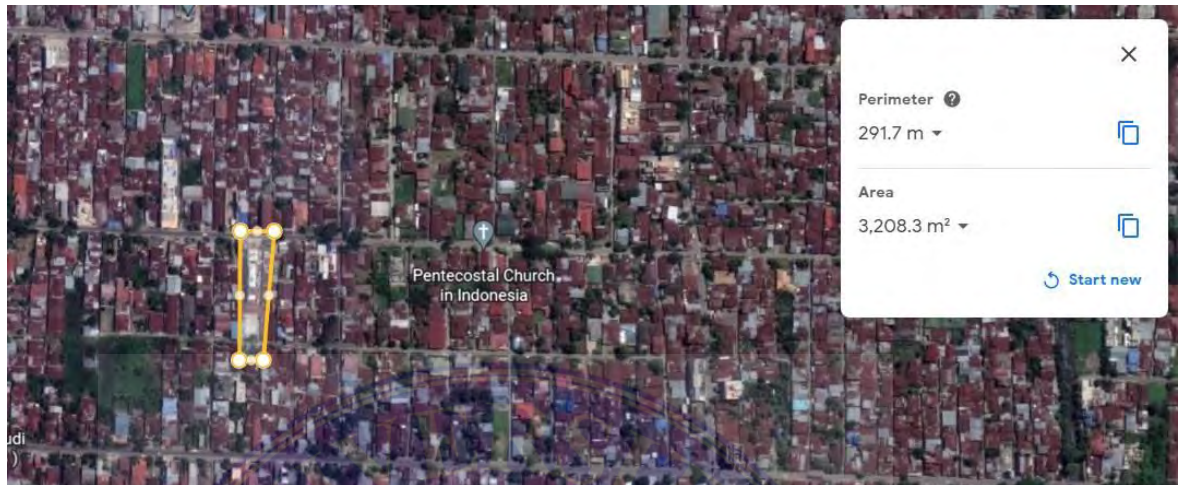
Gambar saluran tersier JL.Rukun Damai



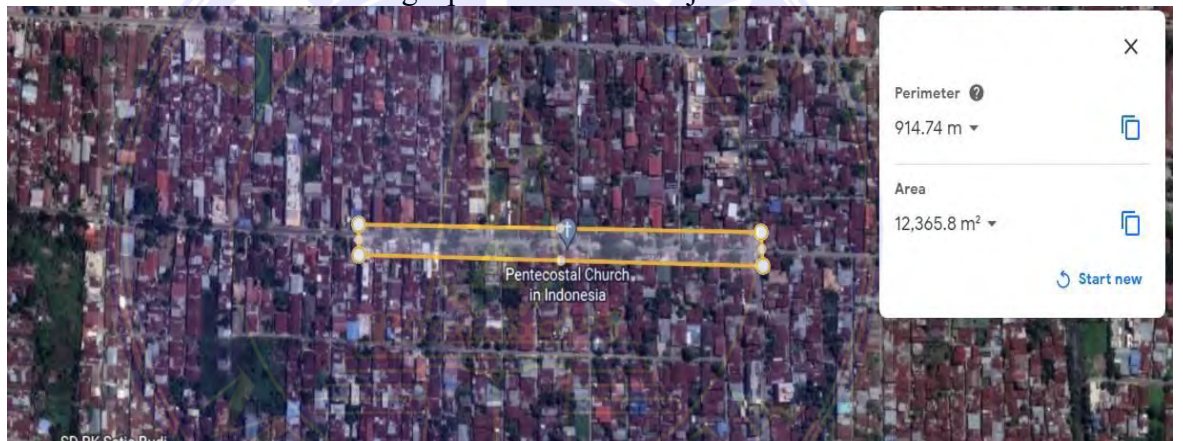
Gambar saluran pembuangan terakhir



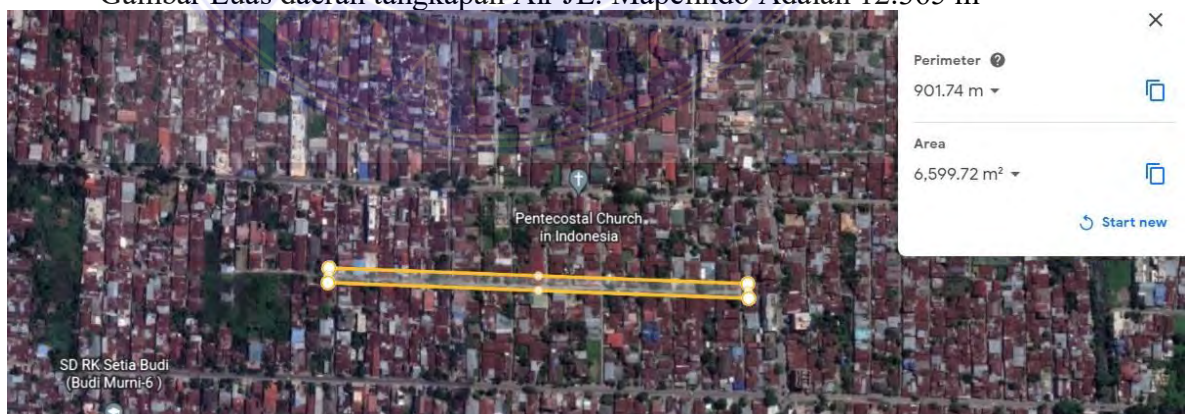
LAMPIRAN 3 LUAS DAERAH TANGKAPAN AIR TIAP JALAN



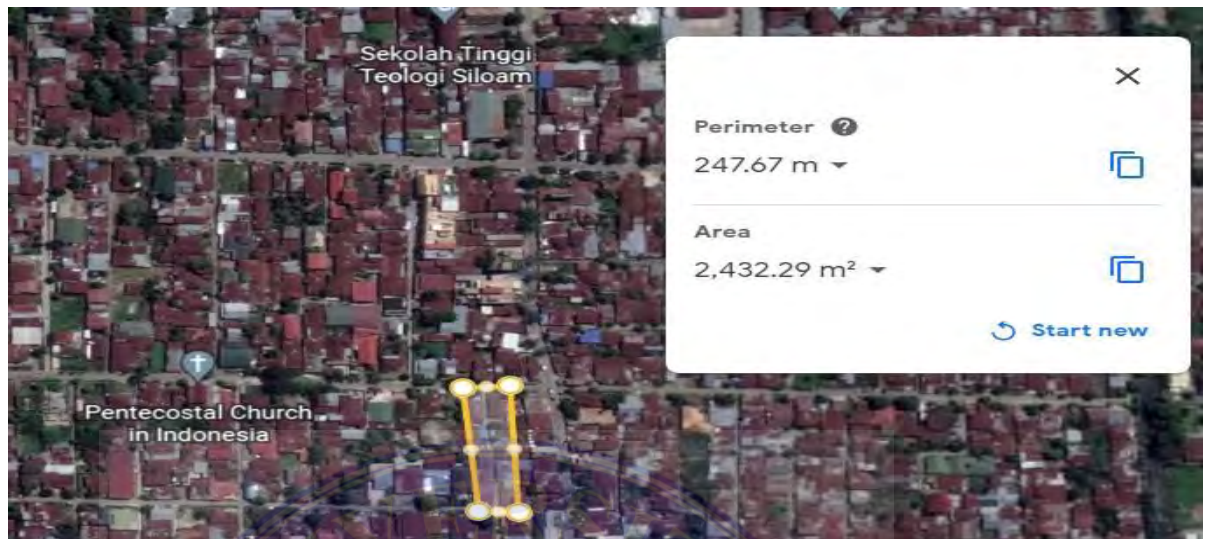
Gambar luas daerah tangkapan Air di JL. Mesjid Adalah 3.208 m²



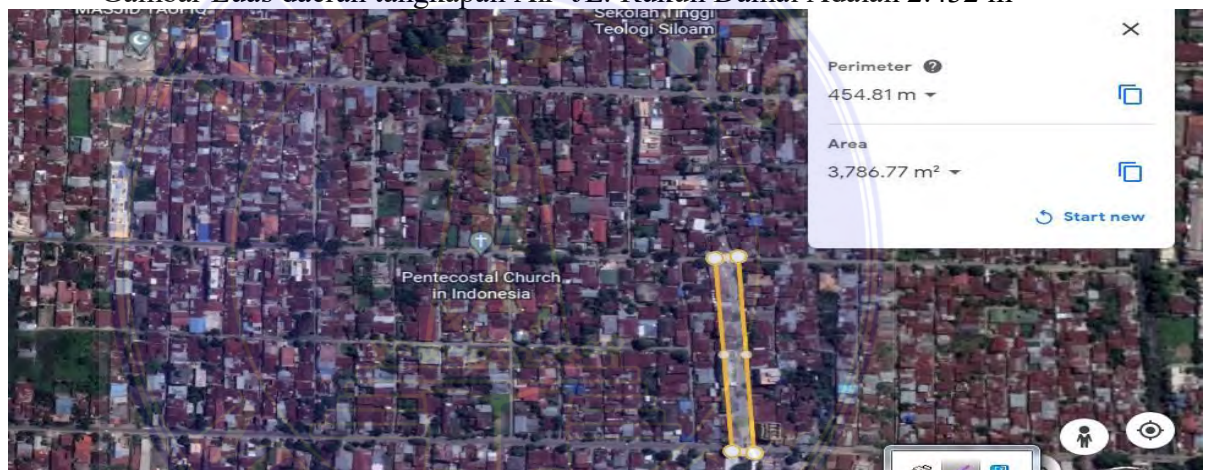
Gambar Luas daerah tangkapan Air JL. Mapelindo Adalah 12.365 m²



Gambar Luas daerah tangkapan Air JL. Dwikora Adalah 6.599 m²



Gambar Luas daerah tangkapan Air JL. Rukun Damai Adalah 2.432 m²

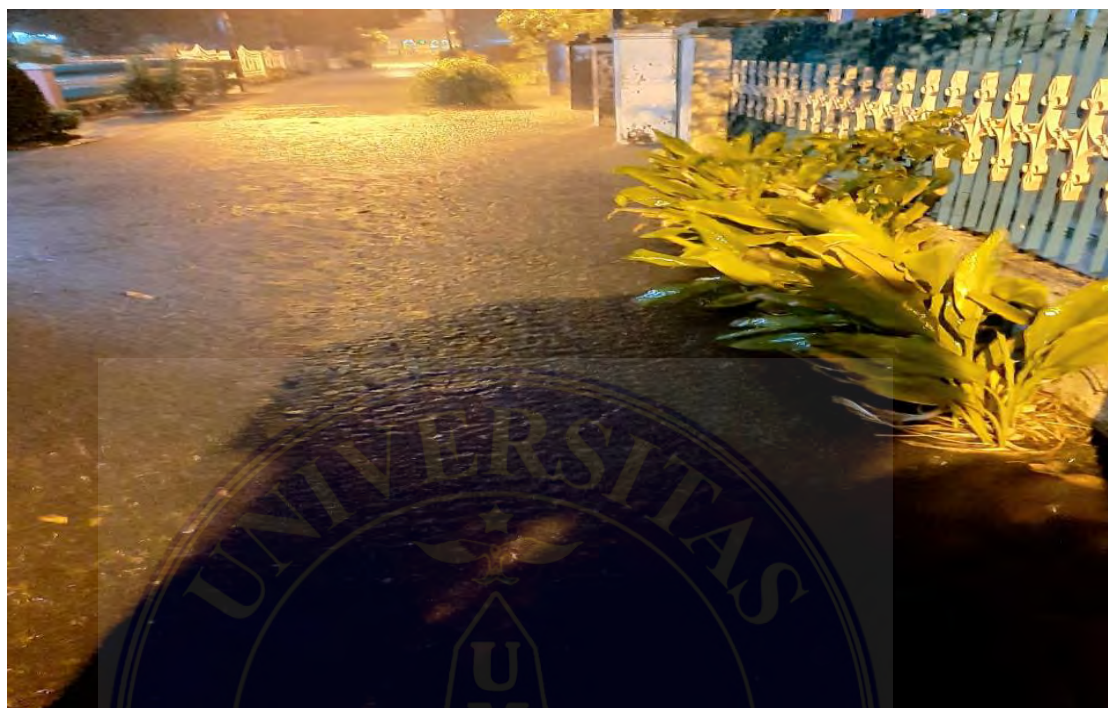


Gambar Luas daerah tangkapan Air JL. Rakyat Adalah 3.786 m²



Gambar Luas daerah tangkapan Air JL. Madio Utomo Adalah 11.468 m²

LAMPIRAN 4 KONDISI LOKASI PENELITIAN KETIKA BANJIR



Gambar Lokasi Banjir Penelitian di JL. Dwikora



Gambar lokasi Banjir Pada JL. Mapelindo