

TUGAS AKHIR

**EVALUASI DIMENSI SALURAN DRAINASE PADA
KAWASAN KELURAHAN SEI KERA HULU
KECAMATAN MEDAN TEMBUNG KOTA MEDAN
(*Studi Kasus*)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

**HARJUMAWAN
1307210152**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Harjumawan

NPM : 1307210152

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Sei Kera Hulu Kecamatan Medan Tembung Kota Medan (Studi Kasus)

Bidang ilmu : Keairan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2017

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Dosen Pembimbing II / Peguji

Ir. H. Hendarmin Lubis

Ir. Zurkiyah, M.T

Dosen Pembanding I / Penguji

Dosen Pembanding II / Peguji

Dr. Hj. Rumillah Harahap,

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Harjumawan

Tempat /Tanggal Lahir: Kwala Bingai / 09 Juni 1995

NPM : 1307210152

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Sei Kera Hulu Kecamatan Medan Tembung Kota Medan”,

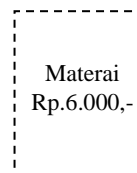
bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2017

Saya yang menyatakan,



(Harjumawan)

ABSTRAK

EVALUASI DIMENSI SALURAN DRAINASE PADA KAWASAN KELURAHAN SEI KERA HULU KECAMATAN MEDAN TEMBUNG KOTA MEDAN (*Studi Kasus*)

Harjumawan

1307210152

Ir. H. Hendarmin Lubis

Ir. Zurkiyah, M.T

Permasalahan yang terjadi pada sistem drainase Kecamatan Medan Tembung yaitu setiap tahunnya selalu tergenang air, khususnya pada musim penghujan. Pada sejumlah saluran drainase, baik yang ada dalam lingkungan rumah penduduk maupun saluran induk begitu hujan besar terjadi air meluap keluar dan menggenangi pemukiman dan ruas jalan. Luas genangan banjir ± 400 m, tinggi genangan ± 50 cm, dan lamanya genangan ± 3 jam di Jl. Perjuangan. Dari hasil survei dilapangan didapat data-data saluran drainase eksisting yaitu, untuk drainase primer adalah lebar atas 7 meter, lebar bawah 4 meter, tinggi 2 meter, dan kemiringan 1,5 meter, untuk drainase sekunder adalah lebar atas 1,4 meter, lebar bawah 0,8 meter, tinggi 0,6 meter, dan kemiringan 0,3 meter, dan untuk drainase tersier adalah lebar atas 0,5 meter, lebar bawah 0,3 meter, tinggi 0,2 meter, dan kemiringan 0,1 meter. Pada penelitian ini digunakan metode *Log Pearson Type III* dan dari hasil analisa di dapat nilai debit (Q) rancangan untuk kala ulang 10 tahun yaitu, untuk saluran primer $Q_{10} = 2,678 \text{ m}^3/\text{det}$, untuk saluran sekunder $Q_{10} = 1,112 \text{ m}^3/\text{det}$, dan untuk saluran tersier $Q_{10} = 0,318 \text{ m}^3/\text{det}$, dari hasil analisa tersebut di dapat bahwasannya saluran drainase sekunder dan tersier sudah tidak mampu lagi untuk menampung besarnya debit curah hujan, sedangkan untuk saluran drainase primer masih mampu untuk menampung besarnya debit curah hujan. Maka dari itu untuk saluran drainase sekunder dan tersier perlu dilakukan perencanaan ulang agar mampu untuk menampung besarnya debit curah hujan, agar apabila hujan deras terjadi maka air tidak lagi meluap dan menimbulkan genangan atau banjir di wilayah tersebut.

Kata kunci: *Drainase, analisis hidrologi, analisis hidrolika, debit.*

ABSTRACT

EVALUATION OF DRAINAGE CHANNEL DIMENSIONS IN THE REGION UPSTREAM VILLAGE SEI KERA HULU DISTRICTS TEMBUNG MEDAN CITY (Case Study)

Harjumawan
1307210152

Ir. H. Hendarmin Lubis

Ir. Zurkiyah, M.T

The problems that occurred in the district of Medan Tembung drainage system that is flooded every year, especially in the rainy season. In a number of drainage channels, both in the home environment and the population of the trunk so big rain occurs water overflowing out and inundate settlements and roads. Size floodwaters ± 400 m, the water level of ± 50 cm, and the length of a pool of ± 3 hours at Jl. Perjuangan. From the results obtained in the field survey data, namely the existing drainage channels, for primary drainage is over 7 meters width, bottom width of 4 meters, height of 2 meters and a slope of 1.5 meters, to the secondary drainage is a top width of 1.4 meters, a width under 0.8 meters, 0.6 meters high and 0.3 meter slope, and for tertiary drainage is a top width of 0.5 meters, width below 0.3 meters, 0.2 meters high and 0.1 meters slope , In this study used methods Log Pearson Type III and the results of the analysis in to the value of the discharge (Q) designed to return period of 10 years ie, from primary pipelines $Q_{10} = 2.678 \text{ m}^3/\text{s}$, for the secondary channel $Q_{10} = 1,112 \text{ m}^3/\text{s}$, and for tertiary canals $Q_{10} = 0.318 \text{ m}^3/\text{s}$, the results of the analysis can be bahwasannya in secondary and tertiary drainage channel was no longer able to accommodate the amount of discharge of rainfall, while the primary drainage channel is still able to accommodate the amount of discharge of rainfall. Therefore for secondary and tertiary drainage channels need to be re-planning to be able to accommodate the amount of discharge of rainfall, so that when heavy rains occur, the water no longer overflowed and caused inundation or flooding in the region.

Keywords: Drainage, hydrology analysis, analysis of hydraulics, discharge.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Sei Kera Hulu Kecamatan Medan Tembung Kota Medan” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Ir. H. Hendarmin Lubis selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Zurkiyah, M.T selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Hj. Rumillah Harahap selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ade Faisal selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si sebagai sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Rahmatullah S.T, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
8. Teristimewa untuk Ayahanda Sukardi dan Ibunda Sugiani yang telah memberikan dukungan dan membantu baik secara doa, materi dan nasihat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Teristimewa untuk Kakanda Ramadhan Sahputra yang telah memberikan dukungan serta doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Sahabat-sahabat penulis: Nanda, Syarbaini, Hari, Dian, Eka, Dicky, Uci, Dini, Dila, Brenda dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, April 2017

Harjumawan

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR | iii |
| ABSTRAK | iv |
| <i>ABSTRACT</i> | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR NOTASI | xvi |
| DAFTAR SINGKATAN | xviii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Ruang Lingkup Penelitian | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 5 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Umum | 7 |
| 2.2 Banjir | 8 |
| 2.2.1 Jenis-Jenis Banjir | 8 |
| 2.2.2 Faktor Penyebab Banjir | 9 |
| 2.2.3 Banjir Rencana | 10 |
| 2.3 Analisa Hidrologi | 10 |
| 2.3.1 Siklus Hidrologi | 11 |
| 2.3.2 Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum | 12 |
| 2.3.3 Analisa Curah Hujan Rencana | 13 |
| 2.3.4 Distribusi Frekuensi | 15 |
| 2.3.5 Uji Kecocokan Distribusi | 21 |

| | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|----|
| 2.3.6 | Waktu Konsentrasi (T_c) | 24 |
| 2.3.7 | Analisa Intensitas Curah Hujan | 27 |
| 2.3.8 | Koefisien Pengaliran (C) | 27 |
| 2.3.9 | Kecepatan Aliran | 30 |
| 2.3.10 | Koefisien Tampung | 31 |
| 2.3.11 | Koefisien Limpasan (<i>Runoff</i>) | 31 |
| 2.3.12 | Luas Daerah Pengaliran (A) | 32 |
| 2.3.13 | Analisa Debit Rencana | 33 |
| 2.4 | Analisa Hidraulika | 34 |
| 2.4.1 | Pengertian Drainase | 34 |
| 2.4.2 | Sejarah Perkembangan Drainase | 35 |
| 2.4.3 | Drainase Perkotaan | 36 |
| 2.4.4 | Sistem Drainase | 36 |
| 2.4.5 | Kegunaan Saluran Drainase | 38 |
| 2.4.6 | Jenis-Jenis Drainase | 38 |
| 2.4.7 | Pola Jaringan Drainase | 40 |
| 2.4.8 | Bentuk-Bentuk Saluran Drainase | 43 |
| 2.4.9 | Saluran Terbuka | 45 |
| 2.4.10 | Saluran Tertutup | 48 |
| 2.5 | Dimensi Saluran | 48 |
| 2.5.1 | Air Limbah Rumah Tangga | 50 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | | |
| 3.1 | Bagan Alir Penelitian | 52 |
| 3.2 | Umum | 54 |
| 3.3 | Lokasi Penelitian | 54 |
| 3.3.1 | Kondisi Umum Lokasi Penelitian | 55 |
| 3.4. | Pengumpulan Data | 55 |
| 3.4.1 | Data Primer | 56 |
| 3.4.2 | Data Sekunder | 61 |
| 3.5. | Analisa Hidrologi | 61 |
| 3.5.1 | Analisa Frekuensi Curah Hujan | 62 |
| 3.5.2 | Uji Kecocokan Distribusi | 62 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.5.3 | Intensitas Hujan | 62 |
| 3.5.4 | Metode Rasional | 62 |
| 3.6. | Analisa Hidraulika | 63 |
| BAB 4 | ANALISA DATA | |
| 4.1 | Analisa Curah Hujan Rencana | 64 |
| 4.2 | Analisa Frekuensi | 65 |
| 4.3 | Pemilihan Jenis Sebaran | 67 |
| 4.4 | Penentuan Jenis Sebaran Secara Grafis (Ploting Data) | 62 |
| 4.5 | Pengujian Keselarasan Sebaran | 69 |
| 4.5.1 | Uji Kecocokan <i>Smirnov-Kolmogorov</i> | 69 |
| 4.6 | Pengukuran Curah Hujan Rencana | 70 |
| 4.7 | Analisa Debit Rencana | 72 |
| 4.7.1 | Metode Rasional | 72 |
| 4.8 | Intensitas Curah Hujan | 73 |
| 4.9 | Analisa Hidraulika | 75 |
| 4.9.1 | Perhitungan Kapasitas Tampungan Saluran Drainase | 75 |
| 4.9.2 | Perhitungan Debit Saluran | 88 |
| 4.9.3 | Perhitungan Perencanaan Ulang Kapasitas Tampungan | 101 |
| BAB 5 | KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 | Kesimpulan | 115 |
| 5.2 | Saran | 116 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 117 |
| | LAMPIRAN | |
| | DAFTAR RIWAYAT HIDUP | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1 | <i>Reduced mean, Y_n</i> (Suripin, 2004) | 17 |
| Tabel 2.2 | <i>Reduced standard deviation, S_n</i> (Suripin, 2004) | 17 |
| Tabel 2.3 | <i>Reduced variate (Y_{T_r})</i> sebagai fungsi periode ulang <i>Gumbel</i> (Suripin, 2004) | 18 |
| Tabel 2.4 | Nilai K untuk distribusi <i>Log Person Type III</i> (Suripin,2004) | 19 |
| Tabel 2.5 | Nilai kritis untuk uji <i>Smirnov-Kolmogrov</i> (Suripin, 2004) | 21 |
| Tabel 2.6 | Nilai kritis untuk distribusi <i>Chi-Square</i> (Montarcih, 2009) | 23 |
| Tabel 2.7 | Kemiringan melintang normal perkerasan jalan (BNKT, 1990) | 25 |
| Tabel 2.8 | Harga n untuk rumus <i>Manning</i> (BNKT,1990) | 25 |
| Tabel 2.9 | Koefisien aliran (C) (Wesli, 2008) | 29 |
| Tabel 2.10 | Koefisien pengaliran berdasarkan persentase permukaan yang kedap dengan waktu konsentrasi (Wesli, 2008) | 30 |
| Tabel 2.11 | Koefisien pengaliran (C) (Dirjen Bina Marga, 1986) | 32 |
| Tabel 2.12 | Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004) | 36 |
| Tabel 2.13 | Bentuk umum drainase saluran terbuka dan fungsinya (Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 1995) | 43 |
| Tabel 2.14 | Koefisien kekerasan <i>Manning</i> (Triadmodjo, 1993) | 49 |
| Tabel 2.15 | Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN: 979-8382-49-8, 1994) | 49 |
| Tabel 2.16 | Penggunaan air di kota dan jumlah yang dipakai (Subarkah Imam, 1980) | 50 |
| Tabel 3.1 | Data curah hujan (Stasiun BMKG Sampali) | 61 |
| Tabel 4.1 | Data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Sampali Medan | 64 |
| Tabel 4.2 | Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi <i>Gumbel</i> | 65 |
| Tabel 4.3 | Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi <i>Log Normal</i> dan <i>Log Pearson Type III</i> | 66 |
| Tabel 4.4 | Hasil pengukuran dispesi Stasiun Sampali | 67 |
| Tabel 4.5 | Parameter pemilihan distribusi curah hujan | 67 |
| Tabel 4.6 | Ploting data | 69 |
| Tabel 4.7 | Perhitungan uji kecocokan <i>Smirnov-Kolmogorov</i> | 69 |

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 4.8 | Analisa frekuensi distribusi <i>Log Pearson Type III</i> | 70 |
| Tabel 4.9 | Perhitungan curah hujan rencana metode <i>Log Pearson Type III</i> | 71 |
| Tabel 4.10 | Perhitungan intensitas curah hujan | 74 |
| Tabel 4.11 | Perhitungan Q rancangan debit banjir drainase primer di Jl. Prof. HM Yamin | 74 |
| Tabel 4.12 | Perhitungan Q rancangan debit banjir drainase sekunder di Jl. Perjuangan | 74 |
| Tabel 4.13 | Perhitungan Q rancangan debit banjir drainase tersier di Jl. Perjuangan | 75 |
| Tabel 4.14 | Hasil survei drainase primer di Jl. Sering | 76 |
| Tabel 4.15 | Hasil survei drainase primer di Jl. Rela | 76 |
| Tabel 4.16 | Hasil survei drainase primer di Jl. Taud | 77 |
| Tabel 4.17 | Hasil survei drainase primer di Jl. Pimpinan | 78 |
| Tabel 4.18 | Hasil survei drainase primer di Jl. Moh. Yakub Lubis | 79 |
| Tabel 4.19 | Hasil survei drainase primer di Jl. H. Moh. Yamin | 80 |
| Tabel 4.20 | Hasil survei drainase sekunder di Jl. Perjuangan | 80 |
| Tabel 4.21 | Hasil survei drainase sekunder di Jl. Perjuangan | 82 |
| Tabel 4.22 | Hasil survei drainase sekunder di Jl. Perjuangan | 83 |
| Tabel 4.23 | Hasil survei drainase sekunder di Jl. Perjuangan | 84 |
| Tabel 4.24 | Hasil survei drainase tersier di Jl. Perjuangan | 85 |
| Tabel 4.25 | Hasil survei drainase tersier di Jl. Perjuangan | 86 |
| Tabel 4.26 | Hasil survei drainase tersier di Jl. Perjuangan | 87 |
| Tabel 4.27 | Hasil survei drainase tersier di Jl. Perjuangan | 88 |
| Tabel 4.28 | Data ukuran dan kondisi drainase primer di Jl. Sering | 89 |
| Tabel 4.29 | Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran primer Jl. Sering | 90 |
| Tabel 4.30 | Perhitungan Q tampungan penampang | 91 |
| Tabel 4.31 | Data ukuran dan kondisi drainase sekunder sebelah kiri Jl. Perjuangan | 91 |
| Tabel 4.32 | Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran sekunder Jl. Perjuangan | 93 |
| Tabel 4.33 | Perhitungan Q tampungan penampang | 93 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabel 4.34 | Data ukuran dan kondisi drainase sekunder sebelah kanan Jl. Perjuangan | 94 |
| Tabel 4.35 | Perbandingan Q evaluasai tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran sekunder Jl. Perjuangan | 95 |
| Tabel 4.36 | Perhitungan Q tampungan penampang | 96 |
| Tabel 4.37 | Data ukuran dan kondisi drainase tersier sebelah kiri Jl. Perjuangan | 96 |
| Tabel 4.38 | Perbandingan Q evaluasai tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran tersier Jl. Perjuangan | 98 |
| Tabel 4.39 | Perhitungan Q tampungan penampang | 98 |
| Tabel 4.40 | Data ukuran dan kondisi drainase tersier sebelah kanan Jl. Perjuangan | 99 |
| Tabel 4.41 | Perbandingan Q evaluasai tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran tersier Jl. Perjuangan | 100 |
| Tabel 4.42 | Perhitungan Q tampungan penampang | 101 |
| Tabel 4.43 | Data ukuran dan kondisi drainase primer Jl. Sering | 101 |
| Tabel 4.44 | Perbandingan Q evaluasai tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran primer Jl. Sering | 103 |
| Tabel 4.45 | Perhitungan Q tampungan penampang | 103 |
| Tabel 4.46 | Data ukuran dan kondisi drainase sekunder sebelah kiri Jl. Perjuangan | 104 |
| Tabel 4.47 | Perbandingan Q evaluasai tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran sekunder Jl. Perjuangan | 106 |
| Tabel 4.48 | Perhitungan Q tampungan penampang | 106 |
| Tabel 4.49 | Data ukuran dan kondisi drainase sekunder sebelah kanan Jl. Perjuangan | 107 |
| Tabel 4.50 | Perbandingan Q evaluasai tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran sekunder Jl. Perjuangan | 108 |
| Tabel 4.51 | Perhitungan Q tampungan penampang | 109 |
| Tabel 4.52 | Data ukuran dan kondisi drainase tersier sebelah kiri Jl. Perjuangan | 109 |
| Tabel 4.53 | Perbandingan Q evaluasai tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran tersier Jl. Perjuangan | 111 |
| Tabel 4.54 | Perhitungan Q tampungan penampang | 111 |
| Tabel 4.55 | Data ukuran dan kondisi drainase tersier sebelah kanan Jl. Perjuangan | 112 |
| Tabel 4.56 | Perbandingan Q evaluasai tampungan penampang dan Q | |

| | |
|---|-----|
| rancangan debit banjir saluran tersier Jl. Perjuangan | 113 |
| Tabel 4.57 Perhitungan Q tampungan penampang | 114 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Siklus hidrologi | 11 |
| Gambar 2.2 | Saluran siku | 40 |
| Gambar 2.3 | Saluran paralel | 41 |
| Gambar 2.4 | Saluran <i>grid iron</i> | 41 |
| Gambar 2.5 | Saluran alamiah | 42 |
| Gambar 2.7 | Saluran jarring-jaring | 43 |
| Gambar 2.8 | Penampang persegi panjang | 46 |
| Gambar 2.9 | Penampang saluran trapesium | 47 |
| Gambar 3.1 | Bagan alir penelitian | 53 |
| Gambar 3.2 | Peta lokasi penelitian kawasan Tembung Kota Medan | 56 |
| Gambar 3.3 | Kondisi drainase primer pada Sp-1 jarak 447,5 meter | 57 |
| Gambar 3.4 | Kondisi drainase primer pada Sp-4 jarak 1790 meter | 57 |
| Gambar 3.5 | Kondisi drainase sekunder pada Ss-2 jarak 665 meter (kiri) | 58 |
| Gambar 3.6 | Kondisi drainase sekunder pada Ss-52 jarak 665 meter (kanan) | 58 |
| Gambar 3.7 | Kondisi drainase sekunder pada Ss-4 jarak 997,5 meter (kiri) | 59 |
| Gambar 3.8 | Kondisi drainase sekunder pada Ss-4 jarak 997,5 meter (kanan) | 59 |
| Gambar 3.9 | Kondisi drainase tersier pada St-2 jarak 100 meter (kanan) | 60 |
| Gambar 3.10 | Denah lokasi penelitian | 60 |
| Gambar 4.1 | Grafik curah hujan rencana metode <i>Log Pearson Type III</i> | 72 |
| Gambar 4.2 | Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Sering | 76 |
| Gambar 4.3 | Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Rela | 77 |
| Gambar 4.4 | Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Taud | 78 |
| Gambar 4.5 | Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Pimpinan | 78 |
| Gambar 4.6 | Dimensi penampang saluran drainase primer | |

| | | |
|-------------|---|-----|
| | Jl. Moh. Yakub Lubis | 79 |
| Gambar 4.7 | Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. H. Moh. Yamin | 80 |
| Gambar 4.8 | Gambar penampang saluran drainase sekunder di Jl. Perjuangan | 81 |
| Gambar 4.9 | Gambar penampang saluran drainase sekunder di Jl. Perjuangan | 82 |
| Gambar 4.10 | Gambar penampang saluran drainase sekunder di Jl. Perjuangan | 83 |
| Gambar 4.11 | Gambar penampang saluran drainase sekunder di Jl. Perjuangan | 84 |
| Gambar 4.12 | Gambar penampang saluran drainase tersier di Jl. Perjuangan | 85 |
| Gambar 4.13 | Gambar penampang saluran drainase tersier di Jl. Perjuangan | 86 |
| Gambar 4.14 | Gambar penampang saluran drainase tersier di Jl. Perjuangan | 87 |
| Gambar 4.15 | Gambar penampang saluran drainase tersier di Jl. Perjuangan | 88 |
| Gambar 4.16 | Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Sering | 89 |
| Gambar 4.17 | Dimensi penampang saluran drainase sekunder Jl. Perjuangan | 92 |
| Gambar 4.18 | Dimensi penampang saluran drainase sekunder Jl. Perjuangan | 94 |
| Gambar 4.19 | Dimensi penampang saluran drainase tersier Jl. Perjuangan | 97 |
| Gambar 4.20 | Dimensi penampang saluran drainase tersier Jl. Perjuangan | 99 |
| Gambar 4.21 | Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Sering | 102 |
| Gambar 4.22 | Dimensi penampang saluran drainase sekunder Jl. Perjuangan | 104 |
| Gambar 4.23 | Dimensi penampang saluran drainase sekunder Jl. Perjuangan | 107 |
| Gambar 4.24 | Dimensi penampang saluran drainase tersier Jl. Perjuangan | 110 |
| Gambar 4.25 | Dimensi penampang saluran drainase tersier Jl. Perjuangan | 112 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|-----------------|---|
| A | = Luas daerah tangkapan (Ha) |
| As | = Luas penampang saluran (m ²) |
| B | = Lebar Penampang (m) |
| C | = Koefisien pengaliran |
| Cv | = Koefisien varasi |
| Cs | = Koefisien tampungan |
| Ck | = Koefisien kurtosis curah hujan |
| Ej | = Frekuensi teoritis kelas |
| H | = Tinggi saluran (m) |
| I | = Intensitas hujan (mm/jam) |
| K | = Faktor frekuensi <i>Gumbel</i> |
| k | = Jumlah kelas |
| L | = Panjang Lintasan Aliran di atas Permukaan Lahan (m) |
| Ls | = Panjang Lintasan Aliran di dalam Saluran (m) |
| N | = Banyaknya data |
| n | = Angka Kekasaran <i>Manning</i> |
| Oj | = Frekuensi pengamatan kelas |
| P | = Keliling basah saluran (m) |
| Q | = Debit maksimum (m ³ /det) |
| R | = Jari-jari hidrolis (m) |
| R ₂₄ | = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm) |
| S | = Kemiringan Lahan |
| Sd | = Deviasi standar curah hujan |
| Sn | = <i>Reduced standart deviation</i> , yang tergantung juga pada jumlah sampel/data ke-n |

- T_0 = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang saluran (jam)
- T_c = Waktu konsentrasi (jam)
- T_d = Waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)
- V = Kecepatan Aliran di dalam Saluran (m/detik)
- X = Harga rata-rata sampel dari data hujan
- X_T = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T
- X_i = Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
- X_h^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung
- Y_n = *Reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data ke-n
- Y_{T_r} = *Reduced variated*

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|------|---|
| DTA | = Daerah Tangkapan Air |
| DTA | = Daerah Aliran Sungai |
| BMKG | = Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan Kota Medan yang amat pesat di Provinsi Sumatera Utara khususnya kawasan Medan Tembung, permasalahan drainase perkotaan semakin meningkat pula. Pada umumnya penanganan drainase di banyak kota di Provinsi Sumatera Utara masih bersifat parsial, sehingga tidak menyelesaikan permasalahan banjir dan genangan secara tuntas. Pengelolaan drainase perkotaan harus dilaksanakan secara menyeluruh, dimulai tahap perencanaan, konstruksi, operasi dan pemeliharaan, serta ditunjang dengan peningkatan kelembagaan, pembiayaan serta partisipasi masyarakat. Peningkatan pemahaman mengenai drainase kepada pihak yang terlibat baik pelaksana maupun masyarakat perlu dilakukan secara berkesinambungan agar penanganan dapat dilakukan dengan sebaik-baiknya, karena sistem drainase perkotaan merupakan salah satu komponen infrastruktur perkotaan yang sangat penting. Kemajuan sebuah kota dapat langsung dinilai dari kondisi sistem drainasenya.

Drainase perkotaan sebagai salah satu prasarana kota yang memiliki keterkaitan dengan prasarana kota lainnya, instansi penanggung jawabnya berbeda-beda dengan sumber dana yang beragam, sehingga apabila penanganannya tidak terpadu maka sulit untuk menjaga suatu tingkat pelayanan yang baik. Salah satu kondisi yang menunjukkan kurangnya tingkat pelayanan prasarana perkotaan khususnya prasarana drainase perkotaan adalah terjadinya genangan air (banjir).

Banjir merupakan fenomena alam yang biasa terjadi disuatu kawasan yang banyak dialiri oleh aliran sungai. Secara sederhana banjir dapat didefinisikan sebagai hadirnya air disuatu kawasan luas sehingga menutupi permukaan bumi kawasan tersebut. Sedangkan sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat

difungsikan secara optimal, jadi sistem drainase adalah rekayasa infrastruktur di suatu kawasan untuk menanggulangi adanya genangan banjir.

Di Kota Medan sendiri, khususnya drainase di kawasan Medan Tembung sering terjadi genangan air (banjir), dimana banjir dan genangan-genangan air terjadi bukan lagi karena faktor-faktor alam yang ekstrem, namun permasalahan yang kompleks seperti: daerah resapan air yang semakin berkurang akibat pertumbuhan penduduk yang tinggi, berdirinya bangunan-bangunan perumahan, hotel, restoran dan fasilitas publik yang tidak sesuai dengan tata ruang kota, sarana drainase yang tidak terawat bahkan rusak dan tidak layak.

Kebutuhan terhadap drainase berawal dari kebutuhan air untuk kehidupan manusia yang mana untuk kebutuhan tersebut manusia memanfaatkan saluran air untuk kebutuhan rumah tangga, pertanian, perikanan, peternakan dan lain sebagainya. Bentuk dari pada keadaan tersebut mengakibatkan daerah yang tergenang di kota, khususnya Medan Tembung Kota Medan semakin bertambah. Untuk mengatasi permasalahan genangan tersebut maka diperlukan penanganan yang terencana yakni dengan melakukan identifikasi permasalahan secara seksama dan membuat desain yang mampu mengatasi masalah tersebut. Banyak faktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir, diantaranya adalah:

1. Curah hujan

Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir di sungai dan bilamana melebihi tebing sungai maka akan timbul banjir atau genangan.

2. Kapasitas drainase yang tidak memadai

Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota tersebut sering menjadi sasaran musim banjir.

3. Sampah

Disiplin masyarakat untuk membuang sampah pada tempat yang ditentukan tidak baik, umumnya mereka langsung membuang sampah ke sungai. Di kota-kota besar hal ini sangat mudah dijumpai. Pembuangan

sampah di alur sungai dapat meninggikan muka air banjir karena menghalangi aliran.

4. Drainase perkotaan yang tidak terawat

Drainase perkotaan dan pengembangan lahan pertanian pada daerah bantuan banjir akan mengurangi kemampuan bantaran dalam menampung debit air yang tinggi.

Kawasan Medan Tembung merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara dimana sebagian besar daerahnya terdiri dari gedung-gedung dan pemukiman penduduk. Sempitnya lahan di kawasan Medan Tembung mengakibatkan terjadinya desakan pemukiman penduduk. Kondisi tersebut mengakibatkan kemiringan bentuk aliran air dari pada drainase-drainase eksisting menjadi lebih kecil dan kapasitasnya menjadi berkurang.

Area drainase kawasan Medan Tembung dipilih sebagai daerah penelitian karena terdapat banyak genangan air di lokasi pusat penduduk, perekonomian, akses jalan dan tempat pelayanan publik. Maka dampak genangan yang dapat merugikan secara langsung maupun tidak langsung ini harus dibuat penanganannya.

Drainase di kawasan Medan Tembung merupakan saluran drainase mikro yang sudah di tingkatkan menjadi saluran drainase teknis yang beberapa waktu saat debit hujan memuncak mengalami *over load* debit. Dengan hasil pengamatan drainase yang di ruas teknisnya untuk Drainase Primer berdimensi $B=4$ m, $T=7$ m, $H=2$ m, untuk Drainase Sekunder berdimensi $B=0,8$ m, $T=1,4$ m, $H=0,6$ m dan untuk drainase tersier berdimensi $B=0,3$ m, $T=0,5$ m, $H=0,2$. sering mengalami kondisi dimana beda tinggi dari tanggul saluran antara 0,010–0,500m. sehingga beda elevasi yang dasar saluran drainase dan dasar *out let sub drain* yang bervariasi antara 0,010–0,500m. Sehingga pada saat ini dapat disimpulkan bahwa *out let* layanan saluran drainase di kawasan Medan Tembung terjadi hambatan atau biasa disebut antrian air. Maka perlulah diadakannya “Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Sei Kera Hulu Kecamatan Medan Tembung Kota Medan” sehingga diharapkan dapat membantu penanganan

alternatif penambahan dimensi penampang di drainase primer dan drainase sekunder jika secara teknis masih memenuhi syarat.

Pada tugas akhir ini penelitian akan dipusatkan di kawasan Kecamatan Medan Tembung. Ini disebabkan karena keadaan pemukiman dan perumahan yang padat, pemanfaatan lahan yang tidak teratur, dan tidak fungsional.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang penelitian tersebut, maka yang menjadi permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Distribusi apa yang sesuai untuk mengevaluasi data yang ada?
2. Berapa besarnya intensitas curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang di dapat dari stasiun Klimatologi?
3. Berapa besarnya debit banjir rencana di daerah penelitian?
4. Apakah saluran drainase eksisting masih mampu untuk menampung debit banjir rencana di Kecamatan Medan Tembung kota Medan?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk penelitian ini agar lebih terarah, maka penulis membatasi masalah ini sebagai berikut:

1. Menentukan distribusi yang sesuai dengan mengevaluasi data yang ada.
2. Menentukan curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang didapat dari stasiun Klimatologi daerah Medan Tembung.
3. Mengevaluasi debit banjir rencana pada daerah penelitian di drainase primer, sekunder dan tersier Kecamatan Medan Tembung.
4. Melakukan evaluasi hidrolis untuk menangani permasalahan banjir pada daerah penelitian tersebut.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian diatas dalam permasalahan pasti mempunyai tujuan yang ingin dicapai, sehingga akan mendapatkan hasil atau jawaban untuk keberhasilan. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui distribusi yang sesuai dengan mengolah data yang sudah ada.
2. Untuk memperoleh intensitas curah hujan rencana pada daerah penelitian dengan menganalisa data curah hujan dari stasiun pengamat hujan yang ada di daerah tersebut.
3. Untuk mendapatkan debit banjir rencana dan waktu konsentrasi di lokasi penelitian pada daerah tangkapan air.
4. Untuk mengetahui apakah saluran drainase eksisting masih mampu menampung debit banjir rencana pada kawasan Medan Tembung kota Medan.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan tujuan penelitian, maka penelitian ini akan bermanfaat untuk:

1. Secara akademis sebagai ilmu pengetahuan dan proses belajar untuk bahan masukan serta pertimbangan dalam melakukan kajian ilmiah tentang evaluasi debit banjir rencana pada kawasan Medan Tembung kota Medan.
2. Secara teoritis meningkatkan pemahaman dalam menganalisa dan pembahasan data untuk mengetahui perbedaan atau perbandingan dari hasil yang dikaji secara umum.
3. Secara praktis dapat mengetahui masalah banjir pada daerah tangkapan air di kawasan Medan Tembung kota Medan.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk penulisan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Pada Kawasan Kelurahan Sei Kera Hulu Kecamatan Medan Tembung Kota Medan” ini tersusun dari 5 bab, pada tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang uraian mengenai tinjauan secara umum, Latar belakang, Rumusan masalah, Ruang lingkup penelitian, Tujuan dan Manfaat penelitian, dan Sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan uraian teoritis, dan menunjukkan pembahasan mengenai penyusunan terapan dari sejumlah buku, yang dapat menjadi bahan acuan dalam penyusunan ini dan membuat aplikasi perhitungan yang dapat mendukung dalam kelengkapan penyusunan tugas akhir ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas persiapan dan pelaksanaan penelitian, yang berasal dari instansi pemerintah maupun swasta yang terkait data sekunder ataupun primer. Dimana data sekunder meliputi data hidrologi dan klimatologi sedangkan primer dengan melakukan survei. Adapun pengumpulan data bertujuan untuk memenuhi data-data yang berhubungan dengan permasalahan guna melengkapi penulisan ini.

BAB 4 ANALISA DATA

Bab ini berisi tentang penyusunan dan pengolahan data yang berhubungan secara langsung dengan kondisi sistem drainase di Kecamatan Medan Tembung Kota Medan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai hasil akhir penulisan tugas akhir berupa kesimpulan dan saran yang diperlukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Secara umum, sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Dirunut dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyer drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang system drainase sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, jembatan (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando, dan stasiun pompa. Pada sistem yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima, air diolah dahulu di instalasi pengolah air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memenuhi baku mutu tertentu yang dimasukkan ke bak air penerima, sehingga tidak merusak lingkungan (Suripin, 2004).

Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain (Suripin, 2004):

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

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu:

1. Sistem Drainase Makro

Sistem drainase makro yaitu sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Pada umumnya sistem drainase makro ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (*major system*) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase

primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

2. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

2.2. Banjir

Banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya (Suripin, 2004).

Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran. Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang.

2.2.1. Jenis-Jenis Banjir

Banjir dibedakan atas peristiwanya:

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

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

2.2.2. Faktor Penyebab Banjir

Banyak faktor menjadi penyebab terjadinya banjir. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Yang termasuk sebab-sebab alami di antaranya adalah:

1. Curah hujan

Curah hujan dapat mengakibatkan banjir apabila turun dengan intensitas tinggi, durasi lama, dan terjadi pada daerah yang luas.

2. Pengaruh Fisiografi

Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan daerah pengaliran sungai (DPS), kemiringan sungai, geometrik hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), dan lokasi sungai merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

3. Erosi dan Sedimentasi

Erosi dan sedimentasi di DPS berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi dan sedimentasi menjadi problem klasik sungai-sungai di Indonesia. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran, sehingga timbul genangan dan banjir di sungai.

4. Menurunnya Kapasitas Sungai

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi DPS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai yang dikarenakan tidak adanya vegetasi penutup dan penggunaan lahan yang tidak tepat.

5. Pengaruh Air Pasang

Air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (*back water*). Contoh ini terjadi di Kota Semarang dan Jakarta. Genangan ini dapat terjadi sepanjang tahun baik di musim hujan dan maupun di musim kemarau.

6. Kapasitas Drainase Yang Tidak Memadai

Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota-kota tersebut sering menjadi langganan banjir di musim hujan.

2.2.3. Banjir Rencana

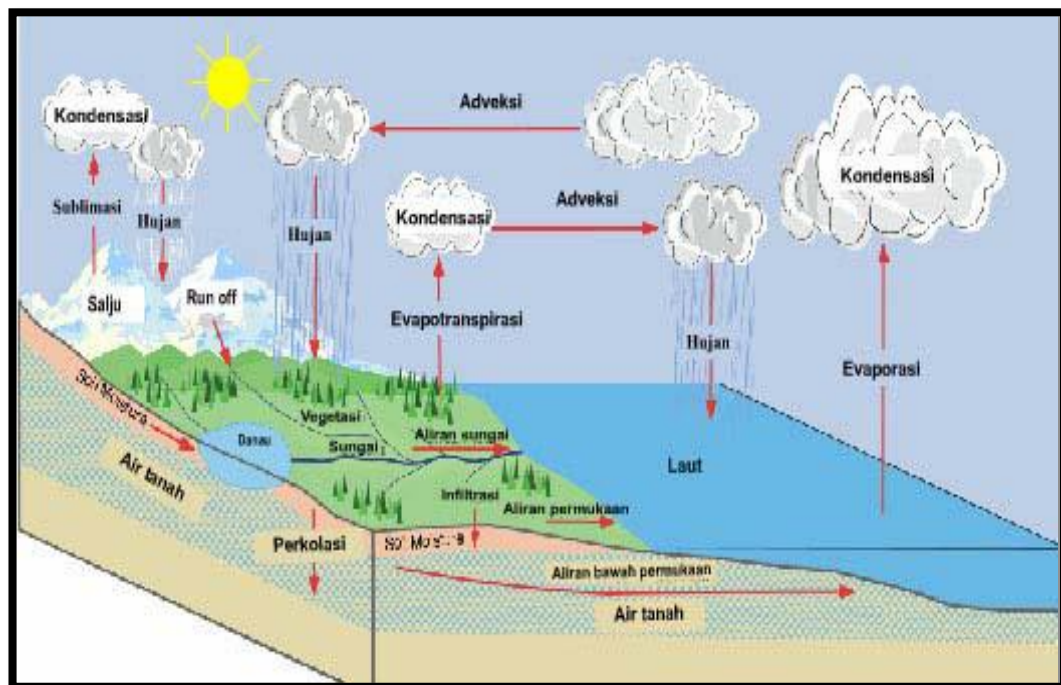
Banjir rencana tidak boleh kita tetapkan terlalu kecil agar jagan terlalu sering terjadi ancaman pengrusakan bangunan atau daerah disekitarnya. Tetapi juga tidak boleh terlalu besar sehingga ukuran bangunan tidak ekonomis. Jatuhnya hujan terjadi menurut suatu pola dan suatu siklus tertentu. Hanya kadang-kadang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

2.3. Analisa Hidrologi

Analisa Hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian dalam hidrologi, 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).

2.3.1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawa oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap air tersebut terkondensasi membentuk awan, dan pada akhirnya dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi yang jatuh ke bumi menyebar dengan arah yang berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut untuk sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (evaporasi) dan pemeluhan (transpirasi) oleh tanaman (Hisbulloh, 1995). (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi (goesmanda.blogspot.com).

Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh ke dalam tanah menjadi bagian dari air-tanah (*groundwater*). Dibawah pengaruh gaya gravitasi, baik aliran air-permukaan (*surface streamflow*) maupun air dalam tanah bergerak menuju tempat yang lebih rendah yang akhirnya dapat mengalir ke laut. Namun, sebagian besar air permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (transpirasi) sebelum sampai ke laut (JR dan Paulhus, 1986).

2.3.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum

Sistem hidrologi kadang-kadang dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yang luar biasa (ekstrim), seperti hujan lebat, banjir, dan kekeringan. Tujuan Analisis Frekuensi Curah Hujan adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Analisis Frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis.

Frekuensi Hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sedangkan, kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut (Suripin, 2004).

Untuk analisis diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakaran hujan, baik secara manual maupun otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan dimasa lalu.

Berdasarkan pengalaman yang ada, penggunaan periode ulang digunakan untuk perencanaan (Wesli, 2008).

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

Berdasarkan prinsip dalam penyelesaian masalah drainase berdasarkan aspek hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan besaran hujan rencana dengan kala ulang tertentu harus dipersiapkan data hujan berdasarkan pada durasi harian, jam dan menit.

Dalam analisa curah hujan untuk menentukan debit banjir rencana, data curah hujan yang dipergunakan adalah curah hujan maksimum tahunan. Hujan rata-rata yang diperoleh dengan cara ini dianggap similar (mendekati) hujan-hujan terbesar yang terjadi. Untuk perhitungan curah hujan rencana digunakan Distribusi *Log*

Normal, Distribusi *Log Pearson III* dan Distribusi *Gumbel*. Setelah didapat curah hujan rencana dari ke empat metode tersebut, maka diambil yang paling ekstrim yang digunakan nantinya pada debit rencana.

2.3.3. Analisa Curah Hujan Rencana

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Dalam analisa digunakan curah hujan rencana, hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam atau menit. Hal ini akan membawa konsekuensi dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang (*return periode*) yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Dalam pemilihan suatu teknik analisis penentuan banjir rencana tergantung dari data-data yang tersedia dan macam dari bangunan air yang akan dibangun (Soewarno, 1995).

a. Analisa Frekuensi Curah Hujan

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

1. Menentukan curah hujan harian maksimum merata untuk tiap-tiap tahun data.

2. Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari besar ke kecil, yaitu: *Mean, Standart Deviation, Coeffisient of Variation, Coeffisient of Skewness, Coeffisient of Kurtosis.*
3. Menentukan jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter yang ada.

b. Analisa Frekuensi

Dari curah hujan rata-rata dari berbagai stasiun yang ada di daerah aliran sungai, selanjutnya dianalisis secara statistik untuk mendapatkan pola sebaran data curah hujan yang sesuai dengan pola sebaran data curah hujan rata-rata (Soewarno, 1995).

1. Standart Deviasi (S)

Perhitungan standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n-1}} \quad (2.1)$$

Dimana:

- S = Deviasi standar curah hujan
- X = Nilai rata-rata curah hujan
- X_i = Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
- N = Jumlah data curah hujan

2. Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi. Perhitungan koefisien variasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$Cv = \frac{S}{X} \quad (2.2)$$

Dimana:

- Cv = Koefisien variasi
- S = Deviasi standar
- X = Nilai rata-rata varian

Dari nilai-nilai diatas, kemudian dilakukan pemilihan jenis sebaran yaitu dengan membandingkan koefisien distribusi dari metode yang akan digunakan.

3. Koefisien *Skewness* (Cs)

Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Perhitungan koefisien *skewness* digunakan rumus sebagai berikut:

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - X)^2}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.3)$$

Dimana:

Cs = Koefisien *skewness*

Xi = Nilai varian ke-i

X = Nilai rata-rata

n = Jumlah data

S = Deviasi standar

4. Pengukuran Kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva disribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal yang mempunyai $Ck = 3$ yang dinamakan *mesokurtik*, $Ck < 3$ berpuncak tajam yang dinamakan *leptokurtic*, sedangkan $Ck > 3$ berpuncak datar dimanakan *platikurtik*. Perhitungan kurtosis dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Cs = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi - X)^4}{S^4} \quad (2.4)$$

Dimana:

Ck = Koefisien kurtosis curah hujan

n = Jumlah data curah hujan

X = Nilai rata-rata dari sampel

Xi = Curah hujan ke-i

S = Standar deviasi

2.3.4. Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi

rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien *skewness* (kocondongan atau kemencengan).

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini beberapa jenis distribusi frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini:

- Distribusi *Gumbel*.
- Distribusi *Log Pearson Type III*.

1. Distribusi *Gumbel*

Gumbel merupakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam deret harga-harga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda. Apabila jumlah populasi yang terbatas (sampel), maka dapat didekati dengan (pers 2.5).

$$X_T = X + S \times K \quad (2.5)$$

Dimana:

X_T = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

X = Harga rata-rata sampel dari data hujan

S = Standar deviasi (simpangan baku) sampel

K = Faktor frekuensi *Gumbel*

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim *Gumbel* dapat dinyatakan dalam (pers 2.6).

$$K = \frac{Y_{T_r} - Y_n}{S_n} \quad (2.6)$$

Dimana:

K = Faktor frekuensi *Gumbel*

Y_n = *Reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data ke-n

S_n = *Reduced standard deviation*, yang juga tergantung pada jumlah sampel/data ke-n

Y_{T_r} = *Reduced variated*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$Y_{T_r} = -\ln \left\{ \frac{-\ln T_R - 1}{T_R} \right\} \quad (2.7)$$

Tabel 2.3: *Reduced variate* (Y_{T_r}) sebagai fungsi periode ulang *Gumbel* (Suripin, 2004).

| Periode Ulang, T_r | <i>Reduced Variate</i> , Y_{T_r} | Periode Ulang, T_r | <i>Reduced Variate</i> , Y_{T_r} |
|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 2 | 0.3668 | 100 | 4.6012 |
| 5 | 1.5004 | 200 | 5.2969 |
| 10 | 2.251 | 250 | 5.5206 |
| 20 | 2.9709 | 500 | 6.2149 |
| 25 | 3.1993 | 1000 | 6.9087 |
| 50 | 3.9028 | 5000 | 8.5188 |
| 75 | 4.3117 | 10000 | 9.2121 |

Substitusikan pers. (2.8) ke dalam pers. (2.9), maka akan didapat persamaan berikut:

$$X_{T_r} = X + \frac{Y_{T_r} + Y_n}{S_n} S \quad (2.8)$$

$$= X - \frac{Y_n S}{S_n} + \frac{Y_{T_r} S}{S_n} \quad (2.9)$$

Atau:

$$X_{T_r} = b + \frac{1}{a} Y_{T_r} \quad (2.10)$$

Dimana:

$$a = \frac{S_n}{S} \text{ dan } b = X - \frac{Y_n S}{S_n} \quad (2.11)$$

2. Distribusi *Log Pearson Type III*

Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan *Pearson* yang menjadi perhatian ahli sumber daya air adalah *Log Pearson III*. Ada tiga parameter penting dalam *Log Pearson Type III*, yaitu:

1. Harga rata-rata.
2. Simpangan baku.
3. Koefisien Kemencengan.

Yang menarik, jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi *Log Normal*. Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi *Log Pearson Type III*, yaitu:

Ubah data kedalam bentuk logaritmis, $X = \log X$

- Hitung harga rata-rata:

$$\log X = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (2.12)$$

- Hitung harga simpangan baku:

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^2}{n-1} \right]^{0,5} \quad (2.13)$$

- Hitung koefisien kemencengan:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (2.14)$$

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

$$\text{Log } X_T = \log X + K.S \quad (2.15)$$

K adalah variabel standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G (lihat Tabel 2.4).

Tabel 2.4: Nilai K untuk distribusi *Log Pearson Type III* (Suripin, 2004).

| Interval Kejadian (<i>Recurrence Interval</i>), Tahun (Periode Ulang) | | | | | | | | |
|---|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10,101 | 12,500 | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| Koef . G | Persentase Peluang Terlampaui (<i>Percent Chance Of Being Exceeded</i>) | | | | | | | |
| | 99 | 80 | 50 | 20 | 10 | 4 | 2 | 1 |
| 3.0 | -0.667 | -0.636 | -0.396 | 0.420 | 1,180 | 2,278 | 3,152 | 4,051 |
| 2.8 | -0.714 | -0.666 | -0.384 | 0.460 | 1,210 | 2,275 | 3,144 | 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 |

Tabel 2.4: Lanjutan.

| Interval Kejadian (<i>Recurrence Interval</i>), Tahun (Periode Ulang) | | | | | | | | |
|---|---|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 10,101 | 12,500 | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| Koef . G | Persentase Peluang Terlampaui (<i>Percent Chance Of Being Exceeded</i>) | | | | | | | |
| | 99 | 80 | 50 | 20 | 10 | 4 | 2 | 1 |
| 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 | 2,076 | 3,271 |
| 1.2 | -1.449 | -0.844 | -0.195 | 0.732 | 1,340 | 2,087 | 2,626 | 3,149 |
| 1.0 | -1.588 | -0.852 | -0.164 | 0.758 | 1,340 | 2,043 | 2,542 | 3,022 |
| 0.8 | -1.733 | -0.856 | -0.132 | 0.780 | 1,336 | 1,993 | 2,453 | 2,891 |
| 0.6 | -1.880 | -0.857 | -0.099 | 0.800 | 1,328 | 1,939 | 2,359 | 2,755 |
| 0.4 | -2.029 | -0.855 | -0.066 | 0.816 | 1,317 | 1,880 | 2,261 | 2,615 |
| 0.2 | -2.178 | -0.850 | -0.033 | 0.830 | 1,301 | 1,818 | 2,159 | 2,472 |
| 0.0 | -2.326 | -0.842 | 0.000 | 0.842 | 1,282 | 1,715 | 2,051 | 2,326 |
| -0.2 | -2.472 | -0.830 | 0.033 | 0.850 | 1,258 | 1,680 | 1,945 | 2,178 |
| -0.4 | -2.615 | -0.816 | 0.066 | 0.855 | 1,231 | 1,606 | 1,834 | 2,029 |
| -0.6 | -2.755 | -0.800 | 0.099 | 0.857 | 1,200 | 1,528 | 1,720 | 1,880 |
| -0.8 | -2.891 | -0.780 | 0.132 | 0.856 | 1,166 | 1,448 | 1,606 | 1,733 |
| -1.0 | -3.022 | -0.758 | 0.164 | 0.852 | 1,086 | 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 | -2.238 | -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 | -0.532 | 0.351 | 0.725 | 0,795 | 0,823 | 0,823 | 0,832 |
| -2.6 | -3.889 | -0.490 | 0.368 | 0.696 | 0,747 | 0,764 | 0,768 | 0,796 |
| -2.8 | -3.973 | -0.469 | 0.384 | 0.666 | 0,702 | 0,712 | 0,714 | 0,714 |
| -0.4 | -2.615 | -0.816 | 0.066 | 0.855 | 1,231 | 1,606 | 1,834 | 2,029 |
| -0.6 | -2.755 | -0.800 | 0.099 | 0.857 | 1,200 | 1,528 | 1,720 | 1,880 |

2.3.5. Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi adalah untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Untuk pengujian parameter dapat dilakukan dengan Uji Chi-kuadrat (*Chi-square*) atau Uji *Smirnov-Kolmogorov*.

- Uji *Smirnov-Kolmogorov*

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Hal itu dikarenakan nilai uji yang terdapat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Nilai kritis untuk uji *Smirnov-Kolmogorov* (Suripin, 2004).

| Ukuran Sampel (n) | <i>Level Of Significance α (%)</i> | | | |
|-------------------|--|------|------|------|
| | 20 | 10 | 5 | 1 |
| 5 | 0,45 | 0,51 | 0,56 | 0,67 |
| 10 | 0,332 | 0,37 | 0,41 | 0,49 |
| 15 | 0,27 | 0,30 | 0,34 | 0,40 |
| 20 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,36 |
| 25 | 0,21 | 0,24 | 0,27 | 0,32 |
| 30 | 0,19 | 0,22 | 0,24 | 0,29 |
| 35 | 0,18 | 0,20 | 0,23 | 0,27 |
| 40 | 0,17 | 0,19 | 0,21 | 0,25 |
| 45 | 0,16 | 0,18 | 0,20 | 0,24 |
| 50 | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 0,23 |

Prosedur dasarnya mencakup perbandingan antara probabilitas kumulatif lapangan dan distribusi kumulatif fungsi yang ditinjau. Sampel yang berukuran n, diatur dengan urutan yang meningkat. Dari data yang diatur untuk membentuk suatu fungsi frekuensi kumulatif tangga.

Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut:

Uji Smirnov-Kolmogorov

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

$$X_1 P(X_1) \quad ; \quad X_2 P(X_2) \quad ; \quad X_n P(X_n)$$

- Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data.

$$X_1 P'(X_1) \quad ; \quad X_2 P'(X_2) \quad ; \quad X_n P'(X_n)$$

- Dari kedua nilai ini peluang tersebut tentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{Maksimum } [P(X_m) - P'(X_m)]$$

Berdasarkan Tabel 2.5 nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov*) tentukan nilai kritis (D_0). Apabila nilai D lebih kecil dari nilai D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, tetapi apabila nilai D lebih besar dari nilai D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak dapat diterima.

- *Uji Chi-Square*

Uji Chi-Square adalah salah satu uji statistik paramatik yang cukup sering digunakan dalam penelitian. *Uji Chi-Square* ini biasa diterapkan untuk pengujian kenormalan data, pengujian data yang berlevel nominal atau untuk menguji perbedaan dua atau lebih proposi sampel. *Uji Chi-Square* diterapkan pada kasus dimana akan uji diamati (data observasi) berbeda secara nyata atautkah tidak dengan frekuensi yang diterapkan. *Uji Chi-Square* adalah teknik analisis yang digunakan untuk menentukan perbedaan frekuensi (O_j) dengan frekuensi espektasi atau frekuensi harapan (E_j) suatu kategori tertentu. Uji ini dapat dilakukan pada data diskrit atau frekuensi.

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

1. Menghitung jumlah kelas dengan rumus:

$$K = 1 + 3,22 \log n \quad (2.16)$$

Dimana:

K = Jumlah kelas
 N = Banyaknya data

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

$$X_h^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j} \quad (2.17)$$

Dimana:

X_h^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung

k = Jumlah kelas

O_j = Frekuensi pengamatan kelas

E_j = Frekuensi teoritis kelas

6. Menentukan μ^2 cr dari tabel dengan menentukan taraf signifikan (α) dan derajat kebebasan (v).

Menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan μ^2 hitung $< \mu^2$ cr maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai μ^2 hitung $> \mu^2$ cr maka distribusi tidak terpenuhi. Untuk melihat nilai distribusi yang tertera pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Nilai kritis untuk distribusi *Chi-Square* (Montarcih, 2009).

| d ^k | α derajat kepercayaan | | | | | | | |
|----------------|-----------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | t _{0,995} | t _{0,99} | t _{0,975} | t _{0,95} | t _{0,05} | t _{0,025} | t _{0,01} | t _{0,005} |
| 1 | 0,39 | 0,16 | 0,098 | 0,393 | 3,841 | 5,024 | 6,635 | 7,879 |
| 2 | 0,100 | 0,201 | 0,506 | 0,103 | 5,991 | 6,783 | 9,210 | 10,597 |
| 3 | 0,717 | 0,115 | 0,216 | 0,352 | 7,815 | 9,348 | 11,345 | 12,838 |
| 4 | 0,207 | 0,297 | 0,484 | 0,711 | 9,488 | 11,143 | 13,277 | 14,860 |
| 5 | 0,412 | 0,554 | 0,831 | 1,145 | 11,070 | 12,832 | 15,086 | 16,750 |
| 6 | 0,676 | 0,872 | 1,237 | 1,635 | 12,592 | 14,449 | 16,812 | 18,548 |
| 7 | 0,989 | 1,239 | 1,690 | 2,167 | 14,067 | 16,013 | 18,475 | 20,278 |
| 8 | 1,344 | 1,646 | 2,180 | 2,733 | 15,507 | 17,535 | 20,090 | 24,995 |
| 9 | 1,735 | 2,088 | 2,700 | 3,325 | 16,919 | 19,023 | 21,666 | 23,598 |
| 10 | 2,156 | 2,558 | 3,247 | 3,940 | 18,307 | 20,483 | 23,209 | 25,188 |
| 11 | 2,603 | 3,053 | 3,816 | 4,575 | 19,675 | 21,920 | 24,725 | 26,757 |
| 12 | 3,074 | 3,571 | 4,404 | 5,226 | 21,026 | 23,337 | 26,217 | 28,300 |

Tabel 2.6: Lanjutan.

| No | α derajat kepercayaan | | | | | | | |
|----|------------------------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | $t_{0,995}$ | $t_{0,99}$ | $t_{0,975}$ | $t_{0,95}$ | $t_{0,05}$ | $t_{0,025}$ | $t_{0,01}$ | $t_{0,005}$ |
| 13 | 3,565 | 4,107 | 5,009 | 5,892 | 22,362 | 24,736 | 27,688 | 29,819 |
| 14 | 4,075 | 4,660 | 5,629 | 6,571 | 23,685 | 26,119 | 29,141 | 31,319 |
| 15 | 4,601 | 5,229 | 6,262 | 7,261 | 24,996 | 27,488 | 30,578 | 32,801 |
| 16 | 5,142 | 5,812 | 6,908 | 7,962 | 26,296 | 28,845 | 32,000 | 34,267 |
| 17 | 5,697 | 6,408 | 7,564 | 8,672 | 27,587 | 30,191 | 33,409 | 35,718 |
| 18 | 6,265 | 7,015 | 8,231 | 9,390 | 28,869 | 31,526 | 34,805 | 37,156 |
| 19 | 6,884 | 7,633 | 8,907 | 10,117 | 30,144 | 32,852 | 36,191 | 38,852 |
| 20 | 7,434 | 8,260 | 9,591 | 10,851 | 31,410 | 34,170 | 37,566 | 39,997 |
| 21 | 8,034 | 8,897 | 10,283 | 11,591 | 32,671 | 35,497 | 38,982 | 41,401 |
| 22 | 8,643 | 9,542 | 10,982 | 12,338 | 33,924 | 36,781 | 40,298 | 42,796 |
| 23 | 9,260 | 10,196 | 11,689 | 13,091 | 35,172 | 38,076 | 41,638 | 44,181 |
| 24 | 9,886 | 10,856 | 12,401 | 13,848 | 36,415 | 39,264 | 42,920 | 45,558 |
| 25 | 10,52 | 11,524 | 13,120 | 14,611 | 37,652 | 40,646 | 44,314 | 46,928 |
| 26 | 11,16 | 12,198 | 13,844 | 15,379 | 38,885 | 41,923 | 45,642 | 48,920 |

2.3.6. Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu Konsentrasi untuk saluran air hujan daerah perkotaan terdiri dari waktu yang diperlukan oleh limpasan untuk mengalir di permukaan tanah untuk mencapai saluran terdekat (t_0) dan waktu pengaliran dalam saluran ke titik yang dimaksud (t_d). Dalam penelitian ini drainase yang akan di tinjau sepanjang 1330 m di bagi menjadi 4 titik tinjauan dan drainase yang di teliti sebelah kanan & kiri badan jalan. Maka untuk menghitung waktu konsentrasinya adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Konsentrasi} \implies T_0 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \quad (2.18)$$

$$T_d = \frac{L_s}{60 \times V} \quad (2.19)$$

$$T_c = T_0 + T_d \quad (2.20)$$

Keterangan:

L = Panjang Lintasan Aliran di atas Permukaan Lahan (m)

Ls = Panjang Lintasan Aliran di dalam Saluran (m)

S = Kemiringan Lahan

n = Angka Kekasaran *Manning*

V = Kecepatan Aliran di dalam Saluran (m/detik)

T_d = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di muka tanah menuju saluran drainase

T_0 = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang saluran

T_c = Waktu konsentrasi

Dalam hal ini nilai S (Kemiringan Lahan) yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan:

Tabel 2.7: Kemiringan melintang normal perkerasan jalan (BNKT, 1990).

| No. | Jenis Lapis Permukaan Jalan | Kemiringan Melintang Normal (i) (%) |
|-----|-----------------------------|--|
| 1 | Beraspal, Beton | 2% - 3% |
| 2 | Japat | 4% - 6% |
| 3 | Kerikil | 3% - 6% |
| 4 | Tanah | 4% - 6% |

Dan harga n (Angka Kekasaran *Manning*) yang digunakan dalam perhitungan berdasarkan Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Harga n untuk rumus *Manning* (BNKT, 1990).

| No. | Tipe Saluran | Baik Sekali | Baik | Sedang | Jelek |
|-----|---|-------------|-------|--------|-------|
| 1 | Saluran Tanah, Lurus Teratur | 0,017 | 0,020 | 0,023 | 0,025 |
| 2 | Saluran Tanah yang dibuat dengan Excavator | 0,023 | 0,028 | 0,030 | 0,040 |
| 3 | Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur | 0,023 | 0,030 | 0,033 | 0,035 |
| 4 | Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur | 0,035 | 0,040 | 0,045 | 0,045 |

Tabel 2.8: *Lanjutan.*

| No. | Tipe Saluran | Baik Sekali | Baik | Sedang | Jelek |
|-----|--|-------------|-------|--------|-------|
| 5 | Saluran batuan yang dibedakan ada tumbuh-tumbuhan | 0,025 | 0,030 | 0,035 | 0,040 |
| 6 | Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu | 0,028 | 0,030 | 0,033 | 0,035 |
| 7 | Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah | 0,020 | 0,025 | 0,028 | 0,030 |
| 8 | Bersih lurus, tidak berpasir, tidak berlubang | 0,025 | 0,028 | 0,030 | 0,033 |
| 9 | Banyak tumbuh-tumbuhan | 0,075 | 0,100 | 0,125 | 0,150 |
| 10 | Melengkung, bersih, berlubang dan berdinding pasir | 0,033 | 0,035 | 0,040 | 0,045 |
| 11 | Seperti no 9 tapi ada tumbuhan atau kerikil | 0,030 | 0,033 | 0,035 | 0,040 |
| 12 | Seperti no 10, dangkal tidak teratur | 0,040 | 0,045 | 0,050 | 0,055 |
| 13 | Seperti no 10 berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan | 0,035 | 0,040 | 0,045 | 0,050 |
| 14 | Seperti no 12, sebagian berbatu | 0,045 | 0,050 | 0,055 | 0,060 |
| 15 | Aliran pelan banyak tumbuhan dan berlubang | 0,050 | 0,060 | 0,070 | 0,080 |
| 16 | Saluran pasangan batu tanpa finishing | 0,025 | 0,030 | 0,033 | 0,035 |
| 17 | Seperti no 16 tapi dengan finishing | 0,017 | 0,020 | 0,025 | 0,030 |
| 18 | Saluran Beton | 0,014 | 0,016 | 0,019 | 0,021 |

Tabel 2.8: *Lanjutan.*

| No. | Tipe Saluran | Baik Sekali | Baik | Sedang | Jelek |
|-----|--|-------------|-------|--------|-------|
| 19 | Saluran Beton, Halus dan Rata | 0,010 | 0,011 | 0,012 | 0,013 |
| 20 | Saluran beton pracetak dengan acuan baja | 0,013 | 0,014 | 0,014 | 0,015 |
| 21 | Saluran beton pracetak dengan acuan kayu | 0,015 | 0,016 | 0,016 | 0,018 |

2.3.7. Analisis Intensitas Curah Hujan

Intensitas Curah Hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya (Suripin, 2004).

Metode yang dipakai dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah Metode Mononobe yaitu apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia yang ada hanya data hujan harian. Persamaan umum yang dipergunakan untuk menghitung hubungan antara intensitas hujan T jam dengan curah hujan maksimum harian sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.21)$$

Dimana:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

2.3.8. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (C) adalah perbandingan antara jumlah aliran (*run off*) dengan jumlah curah hujan. Sehingga dapat dirumuskan dengan (Pers 2.22).

$$C = \frac{\text{Jumlah aliran}}{\text{Jumlah curah hujan}} \quad (2.22)$$

Untuk daerah tangkapan berabeka ragam, bentuk permukaan dapat dicari koefisien pengalirannya dengan rumus:

$$C = \frac{(A_1 C_1 + A_2 C_2 + \dots + A_n C_n)}{A} \quad (2.23)$$

Dimana:

C = Koefisien pengaliran

A = Luas daerah tangkapan (m²)

Persentase angka pengaliran berangsur-angsur bertambah selama hujan berlangsung, juga harga koefisien pengaliran tersebut berbeda-beda, yang mana hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Faktor meteorologi, yang mencakup:

- Curah hujan
- Intersepsi
- Evaporasi
- Transpirasi

2. Faktor daerah, yang mencakup:

- Karakteristik daerah pengaliran
- Faktor fisik, yaitu antara lain:
 - Penggunaan lahan (*land use*)
 - Jenis tanah
 - Kondisi topografi

Dapat dimengerti betapa sukar untuk menentukan besarnya pengaruh dari setiap faktor itu sendiri-sendiri. Berhubung dengan itu mungkin diperhitungkan semua faktor secara sendiri-sendiri. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari karena dalam hal ini pengaruh koefisien pengaliran sangat besar dalam menentukan besarnya aliran disuatu tempat daerah tertentu berdasarkan jenis daerah aliran tersebut, koefisien pengaliran secara umum diperlihatkan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9: Koefisien aliran (C) secara umum (Wesli, 2008).

| Tipe Daerah Aliran | Kondisi | Koefisien aliran (C) |
|-------------------------|------------------------------|----------------------|
| Rerimpunan | Tanah pasir, datar, 2% | 0,05 – 0,10 |
| | Tanah pasir, rata-rata, 2-7% | 0,10 – 0,15 |
| | Tanah pasir, curam, 7% | 0,15 – 0,20 |
| | Tanah gemuk, datar, 2% | 0,13 – 0,17 |
| | Tanah gemuk, rata-rata, 2-7% | 0,18 – 0,22 |
| | Tanah gemuk, curam, 7% | 0,25 – 0,35 |
| <i>Business</i> | Daerah kota lama | 0,75 – 0,95 |
| | Daerah pinggiran | 0,50 – 0,70 |
| Perumahan | Daerah "Single family" | 0,30 – 0,50 |
| | "Multi units" terpisah-pisah | 0,40 – 0,60 |
| | "Multi units" tertutup | 0,60 – 0,75 |
| | "Suburan" | 0,25 – 0,40 |
| | Daerah rumah apartemen | 0,50 – 0,70 |
| Industri | Daerah ringan | 0,50 – 0,80 |
| | Daerah berat | 0,60 – 0,90 |
| Pertamanan, Kuburan | | 0,10 – 0,25 |
| Tempat bermain | | 0,20 – 0,35 |
| Halaman kereta api | | 0,20 – 0,40 |
| Daerah yang tidak layak | | 0,10 – 0,30 |
| Jalan | Beraspal | 0,70 – 0,95 |
| | Beton | 0,80 – 0,95 |
| | Batu | 0,70 – 0,85 |
| Untuk berjalan dan naik | | 0,70 – 0,85 |
| Atap | | 0,70 – 0,95 |

Pada perencanaan drainase di kawasan Tembung, digunakan koefisien pengalihan pada Tabel 2.9: Koefisien aliran (C) secara umum (Wesli, 2008) dengan alasan-alasan sebagai berikut:

1. Harga-harga koefisien *run off* (koefisien pengaliran pada Tabel 2.9) merupakan hasil yang di survei (diselidiki) pada sebagian daerah di Amerika Serikat.
2. Harga-harga koefisien pada Tabel 2.9 tidak tergantung pada lamanya hujan.
3. Harga-harga koefisien pengaliran pada Tabel 2.9 sangat sesuai untuk penelitian kasus ini, karena persentase daerah kedap dapat disurvei di lapangan.

Koefisien pengaliran dapat di persentasekan berdasarkan permukaan yang kedap dengan melihat waktu konsentrasinya seperti yang terlihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10: Koefisien pengaliran berdasarkan persentase permukaan yang kedap dengan waktu konsentrasi (Wesli, 2008).

| t _c | Persentase permukaan yang kedap | | | | | | | | | | |
|----------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 10 | 0,149 | 0,189 | 0,229 | 0,269 | 0,309 | 0,350 | 0,390 | 0,430 | 0,470 | 0,510 | 0,550 |
| 20 | 0,236 | 0,277 | 0,318 | 0,360 | 0,400 | 0,442 | 0,483 | 0,524 | 0,566 | 0,607 | 0,648 |
| 30 | 0,287 | 0,329 | 0,372 | 0,414 | 0,457 | 0,499 | 0,541 | 0,584 | 0,626 | 0,669 | 0,711 |
| 45 | 0,334 | 0,377 | 0,421 | 0,464 | 0,508 | 0,551 | 0,594 | 0,638 | 0,681 | 0,730 | 0,768 |
| 60 | 0,371 | 0,415 | 0,458 | 0,502 | 0,546 | 0,590 | 0,633 | 0,677 | 0,721 | 0,764 | 0,808 |
| 75 | 0,398 | 0,442 | 0,486 | 0,530 | 0,574 | 0,618 | 0,661 | 0,705 | 0,749 | 0,793 | 0,837 |
| 90 | 0,422 | 0,465 | 0,509 | 0,552 | 0,596 | 0,639 | 0,682 | 0,736 | 0,769 | 0,813 | 0,856 |
| 105 | 0,445 | 0,487 | 0,530 | 0,572 | 0,615 | 0,657 | 0,699 | 0,742 | 0,784 | 0,827 | 0,869 |
| 120 | 0,463 | 0,505 | 0,546 | 0,588 | 0,629 | 0,671 | 0,713 | 0,754 | 0,796 | 0,837 | 0,879 |

2.3.9. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran adalah kecepatan rata-rata suatu aliran dalam waktu tertentu.

Rumus kecepatan aliran metode *manning* yaitu:

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.24)$$

Dimana:

v = Kecepatan aliran

R = Radius hidrolis

S = Kemiringan saluran

n = Koefisien *Manning*

2.3.10. Koefisien Tampungan

Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relatif mengalirkan lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Efek tempungan oleh cekungan ini terhadap debit rencana diperkirakan dengan koefisien tampungan yang diperoleh dengan rumus (Pers 2.25).

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \quad (2.25)$$

Dimana:

C_s = Koefisien tampungan

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

T_d = Waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)

2.3.11. Koefisien Limpasan (*Runoff*)

Dalam perencanaan drainase, bagian air hujan yang menjadi perhatian adalah aliran permukaan (*surface runoff*), sedangkan untuk pengendalian banjir tidak hanya aliran permukaan, tetapi limpasan (*runoff*). Limpasan adalah gabungan anatar aliran permukaan, aliran-aliran yang tertunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan (*subsurface flow*).

Aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai dari berbagai faktor secara bersamaan. Faktor –faktor yang mempengaruhi limpasan aliran pada saluran atau sungai tergantung dari berbagai macam faktor secara bersamaan. Faktor yang berpengaruh secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu:

- Faktor meteorologi yaitu karakteristik hujan seperti intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi hujan.
- Karakteristik DAS meliputi luas dan bentuk DAS, topografi dan tata guna lahan.

Ketetapan dalam menentukan besarnya debit air sangatlah penting dalam penentuan dimensi saluran. Disamping penentuan luas daerah pelayanan drainase dan curah hujan rencana, juga dibutuhkan besaran harga koefisien pengaliran (C).

Pengambilan harga C harus disesuaikan dengan rencana perubahan tata guna lahan yang terjadi pada waktu yang akan datang. Berikut ini koefisien C untuk metode rasional, sebagai berikut:

Tabel 2.11: Koefisien pengaliran (C) (Dirjen Bina Marga, 1986).

| No. | Kondisi Permukaan Tanah | Koefisin Pengaliran (C) |
|-----|--|--|
| 1 | Daerah Perkotaan | 0,70-0,95 |
| 2 | Daerah Pinggiran Kota | 0,60-0,70 |
| 3 | Daerah Industri | 0,60-0,90 |
| 4 | Permukiman Padat | 0,60-0,80 |
| 5 | Permukiman Tidak Padat | 0,40-0,60 |
| 6 | Jalan Beton dan Jalan Aspal | 0,70-0,95 |
| 7 | Jalan Kerikil dan Jalan Tanah | 0,40-0,70 |
| 8 | Bahu Jalan: <ul style="list-style-type: none"> • Tanah Berbutir Halus • Tanah Berbutir Kasar • Batuan Masif Keras • Batuan Masif Lunak | 0,40-0,65 0,10-0,20 0,70-0,85 0,60-0,75 |
| 9 | Taman dan Kebun | 0,20-0,40 |
| 10 | Persawahan | 0,45-0,60 |
| 11 | Perbukitan | 0,70-0,80 |
| 12 | Pegunungan | 0,75-0,90 |

2.3.12. Luas Daerah Pengaliran (A)

Batas-batas daerah pengaliran ditetapkan berdasarkan peta topografi, pada umumnya dalam skala 1 : 50.000 – 1 : 25.000. jika luas daerah pengaliran relatif kecil diperlukan peta dalam skala yang lebih besar. Dalam praktek sehari-hari, sering terjadi tidak tersedia peta topographi ataupun peta pengukuran lainnya yang memadai sehingga menetapkan batas daerah pengaliran merupakan suatu

pekerjaan yang sulit. Jika tidak memungkinkan memperoleh peta topographi yang memadai, asumsi berikut dapat dipakai sebagai bahan pembandingan.

2.3.13. Analisa Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Untuk drainase perkotaan dan jalan raya, sebagai debit rencana debit banjir maksimum periode ulang 5 tahun, yang mempunyai makna kemungkinan banjir maksimum tersebut disamai atau dilampaui 1 kali dalam 5 tahun atau 2 kali dalam 10 tahun atau 20 kali dalam 100 tahun. Penetapan debit banjir maksimum periode 5 tahun ini berdasarkan pertimbangan:

- Resiko akibat genangan yang ditimbulkan oleh hujan relatif kecil dibandingkan dengan banjir yang ditimbulkan meluapnya sebuah sungai.
- Luas lahan diperkotaan relatif terbatas apabila ingin direncanakan saluran yang melayani debit banjir maksimum periode ulang lebih besar dari 5 tahun.
- Daerah perkotaan mengalami perubahan dalam periode tertentu sehingga mengakibatkan perubahan pada saluran drainase.

Perencanaan debit rencana untuk drainase perkotaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (Metode Rasional). Adapun rumusan perhitungan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,000278CIA \quad (2.26)$$

Dimana:

C = Koefisien limpasan air hujan

I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

Q = Debit maksimum (m³/det)

Luas daerah pengeringan pada umumnya diwilayah perkotaan terdiri dari beberapa daerah yang mempunyai karakteristik permukaan tanah yang berbeda

(*sub area*) sehingga koefisien pengaliran untuk masing-masing *sub area* nilainya berbeda dan untuk menentukan koefisien pengaliran pada wilayah tersebut dilakukan penggabungan masing-masing *sub area*. Untuk penentuan koefisien limpasan harus dipilih dari pengetahuan akan daerah yang ditinjau terhadap pengalaman, dan harus dipilih dengan jenis pembangunan yang ditetapkan oleh rencana kota. Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relatif mengalirkan lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Efek tampungan oleh cekungan ini terhadap debit rencana diperkirakan dengan koefisien tampungan yang diperoleh dengan rumus berikut ini:

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \quad (2.27)$$

Di mana:

C_s = Koefisien tampungan oleh cekungan terhadap debit rencana

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

T_d = Waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat Pengukuran (jam)

2.4. Analisa 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 yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*). Sungai, saluran irigasi, selokan merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, *aqueduct*, gorong-gorong merupakan saluran tertutup (Suripin, 2004).

Analisa Hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap lainnya dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun saluran tertutup.

2.4.1. Pengertian Drainase

Drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu.

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dalam salinitas, dimana drainase merupakan suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih dan sehat.

Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah genangan air atau banjir.

2.4.2. Sejarah Perkembangan Drainase

Drainase perkotaan awalnya tumbuh dari kemampuan manusia mengenali lembah-lembah sungai yang mampu mendukung kebutuhan pokok hidupnya. Kebutuhan pokok tersebut berupa ketersediaan air bagi keperluan rumah tangga, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi dan kebutuhan sosial budaya.

Siklus ketersediaan/keberadaan air, terjadinya ketersediaan air secara berlebih. Untuk sehari-harinya terjadi buangan air dari penggunaan yang mengganggu lingkungan. Berangkat dari kesadaran akan arti kenyamanan hidup

sangat tergantung pada kondisi lingkungan, maka manusia mulai mengatur lingkungan.

Harus diakui bahwa pertumbuhan dan perkembangan ilmu drainase perkotaan dipengaruhi oleh perkembangan ilmu hidrolika, matematika, statistika, fisika, kimia, komputasi dan bahkan juga ilmu ekonomi dan sosial budaya sebagai ibu asuh pertama kali. Ketika didominasi oleh ilmu hidrologi, hidrolika, mekanika tanah, ilmu ukur tanah, matematika, pengkajian ilmu drainase perkotaan tetap menggunakan konsep statistika. Sehingga ilmu drainase perkotaan (terapan) merupakan ilmu yang memberikan kelengkapan dari ilmu teknik sipil.

Namun dengan semakin akrabnya hubungan drainase ilmu perkotaan dengan statistika. Kesehatan lingkungan, sosial ekonomi yang selalu menuntut pendekatan masalah secara terpadu, maka ilmu drainase perkotaan semakin tumbuh secara tepat menjadi ilmu yang mempunyai dinamika yang cukup tinggi.

2.4.3. Drainase perkotaan

Drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota.

Sistem drainase pokok mencakup sungai dan saluran alami, saluran pembuangan, dataran penampung banjir dan jalan utama. Sistem drainase pokok harus mempunyai kapasitas cukup untuk melayani banjir-banjir sungai dan saluran dengan daerah lebih dari 100 Ha, dengan masa ulang 10 tahun. Seperti yang tertera pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12: Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004).

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

2.4.4. Sistem Drainase

Banyaknya air yang mengalir pada suatu saluran drainase dipengaruhi oleh curah hujan, suhu udara, iklim suatu daerah, tinggi rendahnya permukaan tanah dan kepadatan tanah. Jaringan drainase perkotaan meliputi saluran alur air, baik alur alam maupun buatan yang hulunya terletak di kota dan bermuara disungai yang melewati kota tersebut atau bermuara ke laut tepi kota tersebut.

Drainase perkotaan melayani pembuangan kelebihan air pada suatu kota dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah (*Surface Drainage*) atau dibawah permukaan tanah (*Subsurface Drainage*) untuk dibuang ke sungai, laut atau ke danau. Kelebihan air tersebut dapat berupa air hujan, air limbah *domestic* maupun air limbah industri.

Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan atau pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi:

1. Pemukiman.
2. Kawasan industri dan perdagangan.
3. Kampus dan sekolah.
4. Rumah sakit dan fasilitas umum.
5. Lapangan olah raga.
6. Lapangan parkir.
7. Instalasi militer, listrik dan telekomunikasi.
8. Pelabuhan dan Bandar udara.

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

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

Dalam sistem jaringan drainase, sesuai dengan fungsi dan sistem kerjanya dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Saluran pencegahan pembebanan (*interceptor drain*)

Saluran pencegahan pembebanan adalah saluran yang berfungsi sebagai pencegahan terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap

daerah lain yang ada dibawahnya. Saluran ini biasanya dibangun dan diletakkan pada bagian yang relatif sejajar dengan garis kontur. *Outlet* dari saluran ini biasanya terdapat di *Collector Drain* dan langsung ke drainase dalam (*natural drain*).

2. Saluran Pengumpul (*Collector Drain*)

Saluran pengumpul adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya di buang ke pembawa (*conventor drain*).

3. Saluran pembawa (*Conventor Drain*)

Saluran pembawa adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air pembuangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui. Dalam kenyataan dapat terjadi suatu saluran bekerja sekaligus untuk kedua atau bahkan ketiga jenis fungsi tersebut.

2.4.5. Kegunaan Saluran Drainase

Kegunaan saluran drainase antara lain:

- Meringankan daerah genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
- Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
- Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
- Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

2.4.6. Jenis-Jenis Drainase

1. Menurut sejarah terbentuknya drainase:

- Drainase alamiah (*Natural drainage*), yaitu sistem drainase yang terbentuk secara alami dan tidak ada unsur campur tangan manusia.
- Drainase buatan, yaitu sistem drainase yang dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk menentukan debit akibat hujan, dan dimensi saluran.

2. Menurut letak saluran

- Drainase permukaan tanah (*Surface Drainage*), yaitu aliran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air hujan limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *open channel flow*. Pada drainase saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas dimana permukaan bebas dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung.
- Drainase bawah tanah (*Sub Surface Drainage*), yaitu saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan tersebut antara lain tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah yang tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, taman, dan lain-lain serta untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Pada drainase saluran tertutup tidak terdapat permukaan yang bebas, oleh karena itu permukaan air secara langsung tidak dipengaruhi oleh tekanan udara luar.

3. Menurut fungsi

- *Single Purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja.
- *Multi Purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.

4. Menurut konstruksinya

- Saluran terbuka, yaitu saluran yang lebih cocok untuk air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non hujan yang tidak akan membahayakan kesehatan/mengganggu lingkungan.
- Saluran tertutup, yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan lingkungan) atau untuk saluran yang terletak ditengah kota.

5. Menurut sistem pengalirannya

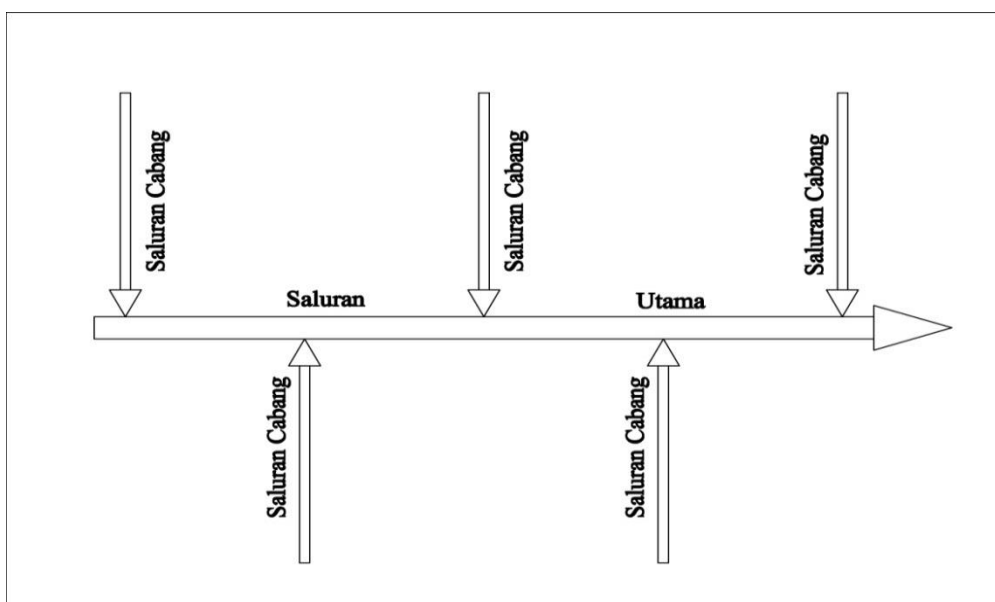
- Drainase dengan sistem jaringan, adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata saluran dengan bangunan-bangunan pelengkapannya.
- Drainase dengan sistem resapan, adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air permukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran atau saluran resapan. Sistem resapan ini sangat menguntungkan bagi usaha konversi air.

2.4.7. Pola Jaringan Drainase

Dalam perencanaan sistem drainase suatu kawasan harus memperhatikan pola jaringan drainasenya. Pola jaringan drainase tergantung dari topografi dan tata guna lahan kawasan tersebut. Berikut ini pola jaringan drainase:

1. Siku

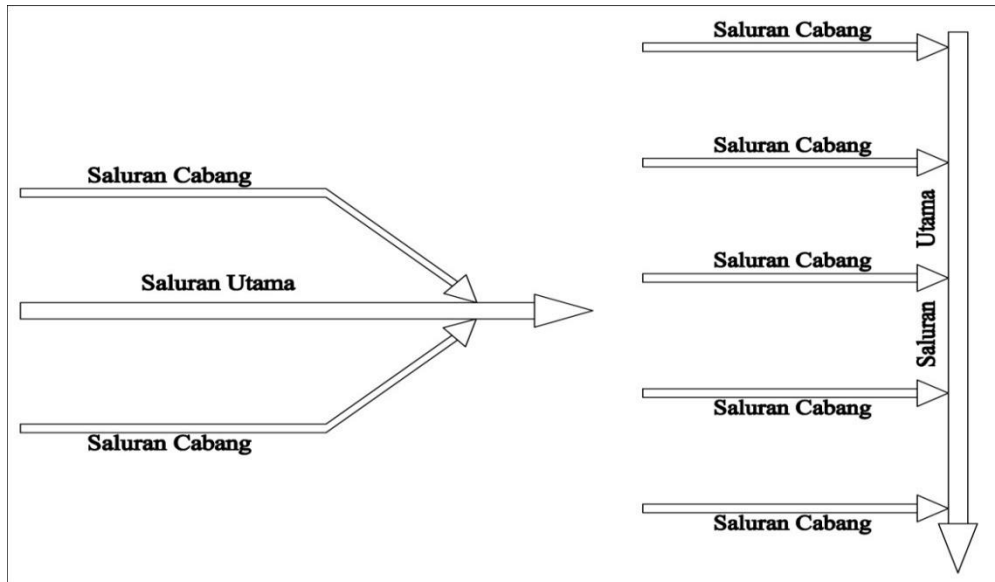
Pola jaringan ini dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari sungai yang berada kota dijadikan sebagai saluran pembuang akhir.



Gambar 2.2: Saluran siku (Sukarto, 1999).

2. Paralel

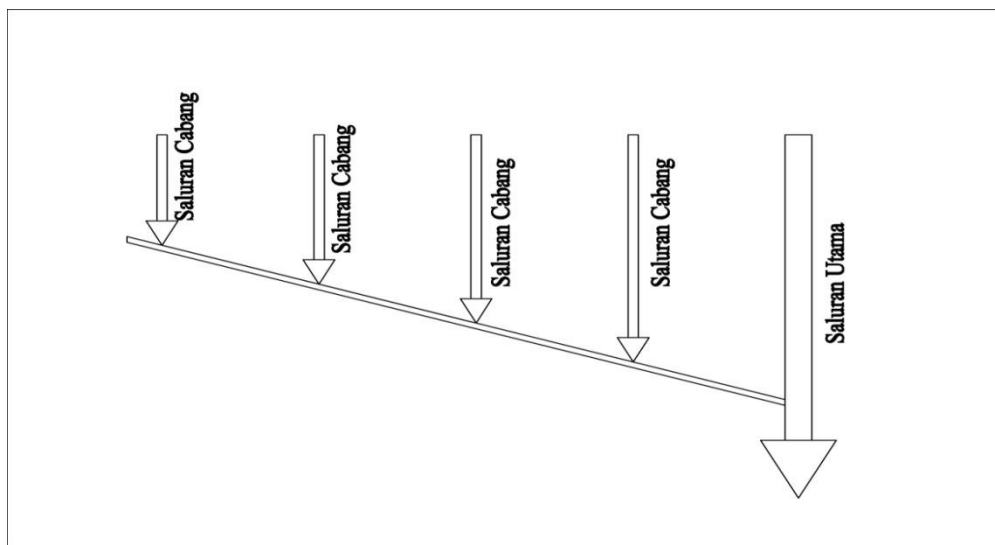
Pada jaringan paralel, saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.



Gambar 2.3: Saluran paralel (Sukarto, 1999).

3. *Grid Iron*

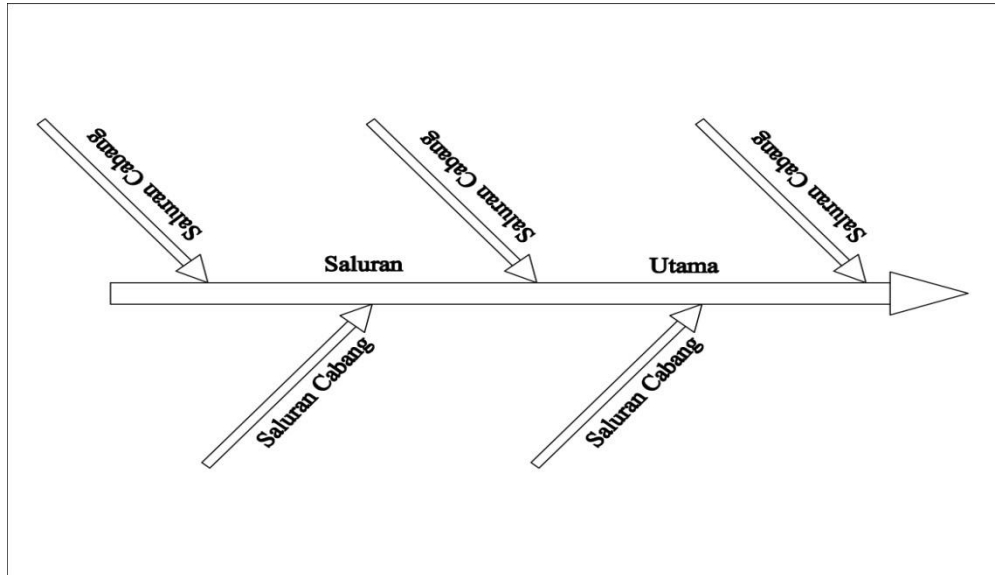
Pola jaringan *grid iron* untuk daerah sungai terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dahulu pada saluran pengumpul.



Gambar 2.4: Saluran *grid iron* (Sukarto, 1999).

4. Alamiah

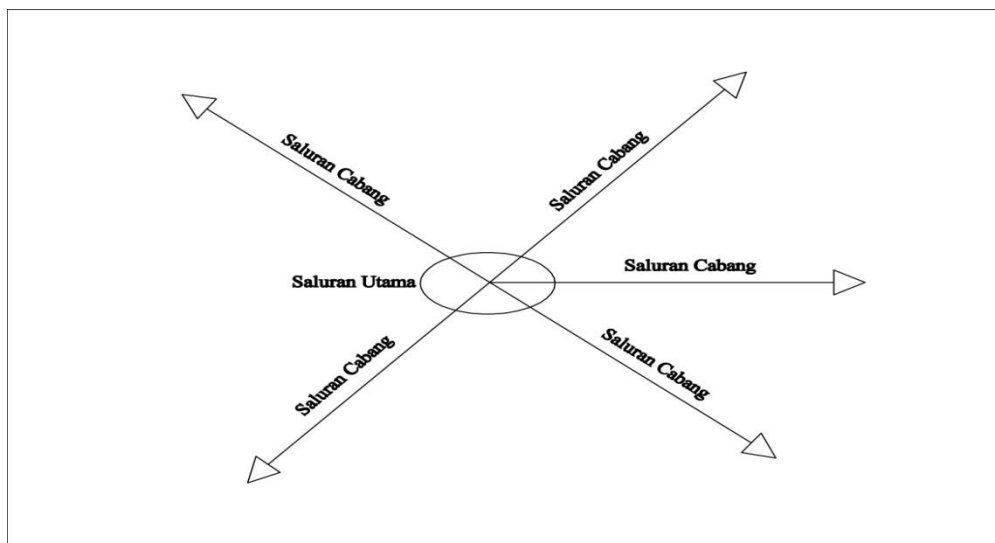
Pola jaringan ini dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dan beban dari sungai pada pola jaringan alamiah lebih besar. Sungai yang berada di tengah kota dijadikan sebagai saluran pembuangan akhir.



Gambar 2.5: Saluran alamiah (Sukarto, 1999).

5. Radial

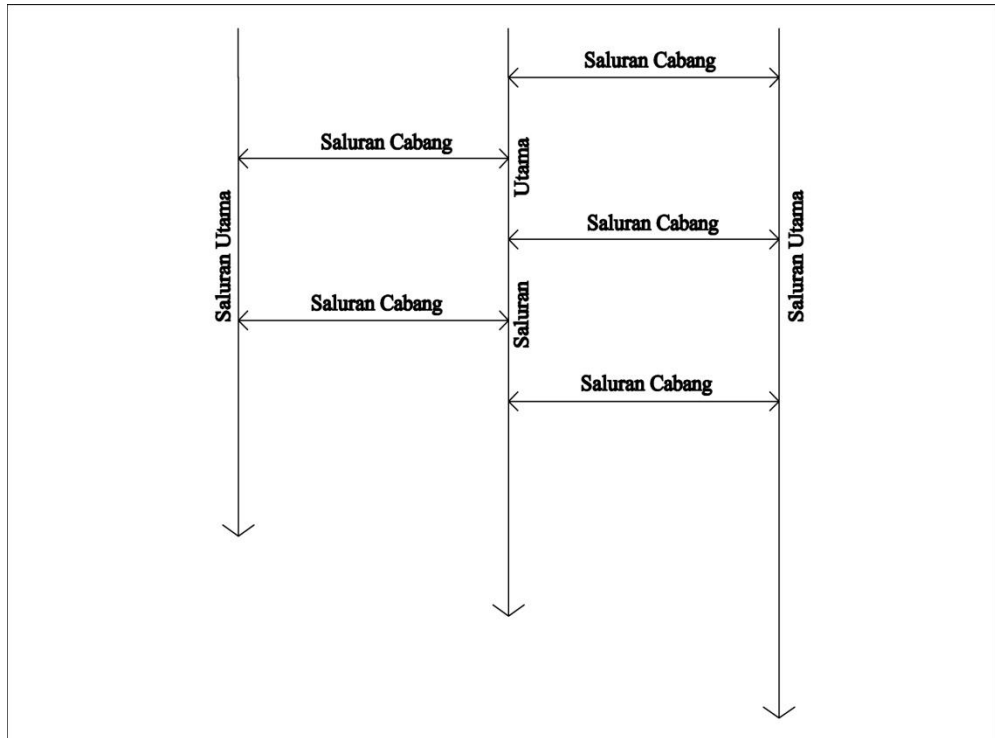
Pola jaringan radial berada pada daerah yang berbukit, sehingga pola saluran tersebut memencar ke segala arah.



Gambar 2.6: Saluran radial (Sukarto, 1999).

6. Jaringan-jaring

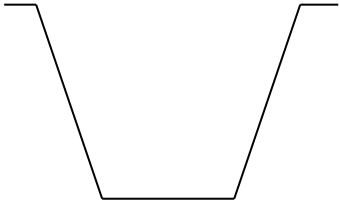
Pola jaringan jaring-jaring mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya, sehingga cocok untuk daerah topografi datar.



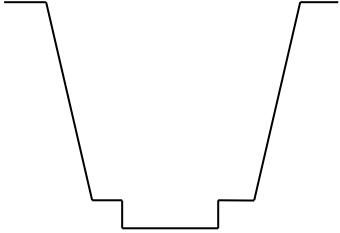
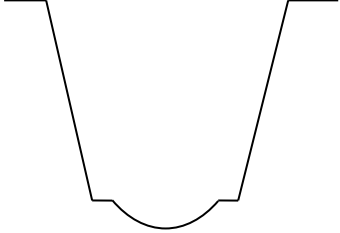
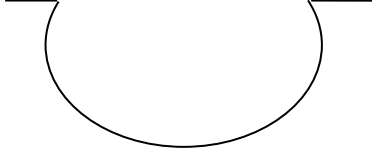
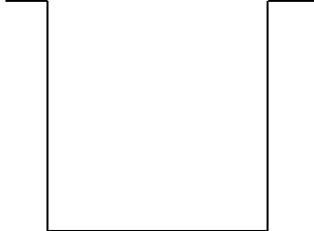
Gambar 2.7: Saluran jaring-jaring (Sukarto, 1999).

2.4.8. Bentuk-Bentuk Saluran Drainase

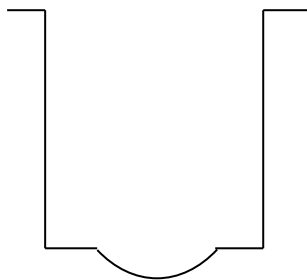
Tabel 2.13: Bentuk Umum Drainase Saluran Terbuka dan Fungsinya (Departemen Permukiman dan Prasarana wilayah, 1995).

| No. | Bentuk Saluran | Fungsi |
|-----|--|--|
| 1 | Trapesium  | Menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuas kecil. Bentuk saluran ini dapat digunakan pada daerah yang masih cukup tersedia lahan. |

Tabel 2.13: *Lanjutan.*

| No. | Bentuk Saluran | Fungsi |
|-----|---|---|
| 2 | <p data-bbox="437 365 829 450">Kombinasi Trapesium dengan Segi Empat</p>  | <p data-bbox="887 365 1348 674">Menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar dan kecil. Sifat alirannya berfluktuasi besar dan terus menerus, tapi debit minimumnya masih cukup besar.</p> |
| 3 | <p data-bbox="437 808 829 893">Kombinasi Trapesium dengan Setengah Lingkaran</p>  | <p data-bbox="887 808 1348 1167">Sama dengan bentuk (2), sifat alirannya terus menerus dan berfluktuasi besar dengan debit minimum. Fungsi bentuk setengah lingkaran ini adalah untuk menampung dan mengalirkan debit minimum tersebut.</p> |
| 4 | <p data-bbox="501 1267 764 1301">Setengah Lingkaran</p>  | <p data-bbox="887 1267 1348 1518">Menyalurkan limbah air hujan untuk debit yang kecil. Umumnya digunakan untuk saluran-saluran rumah penduduk dan sisi jalan perumahan padat.</p> |
| 5 | <p data-bbox="557 1599 708 1632">Segi Empat</p>  | <p data-bbox="887 1599 1348 1794">Menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar. Sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi kecil.</p> |

Tabel 2.13: *Lanjutan.*

| No. | Bentuk Saluran | Fungsi |
|-----|---|--|
| 6 | <p>Kombinasi Segi Empat dengan Lingkaran Setengah Lingkaran</p>  | <p>Bentuk saluran segi empat ini digunakan pada lokasi jalur saluran yang tidak mempunyai lahan yang cukup/terbatas. Fungsinya sama dengan bentuk (2) dan (3).</p> |

2.4.9. Saluran Terbuka

Pada saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas, permukaan bebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Kekentalan dan gravitasi mempengaruhi sifat aliran pada saluran terbuka. Saluran terbuka umumnya digunakan pada daerah yang:

- Lahan yang masih memungkinkan (luas).
- Lalu lintas pejalan kakinya relatif jarang.
- Beban di kiri dan kanan saluran relatif ringan.

1. Debit aliran bila menggunakan rumus *Manning*:

$$Q = A.V \tag{2.28}$$

Kondisi debit aliran berfluktuasi sehingga perlu memperhatikan kecepatan aliran. Diupayakan agar pada saat debit pembuangan kecil masih dapat mengangkut sedimen, dan pada keadaan debit besar terhindar dari bahaya erosi.

2. Penampang Saluran

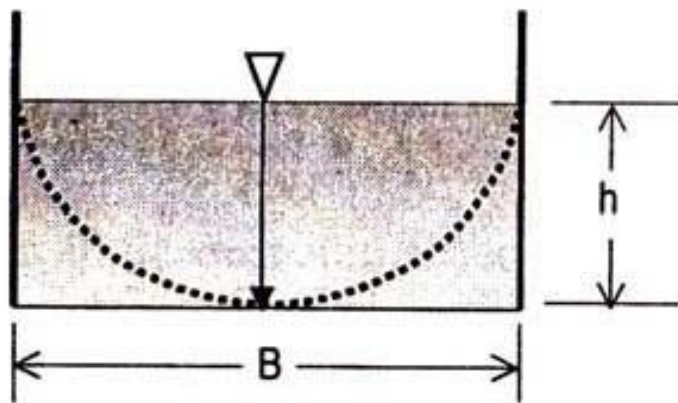
Penampang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan

kemiringan dasar tertentu. Berdasarkan persamaan kontinuitas, tampak jelas bahwa untuk luas penampang melintang tetap, debit maksimum dicapai jika kecepatan aliran maksimum. Dari rumus *Manning* maupun *Chezy* dapat dilihat bahwa untuk kemiringan dasar dan kekasaran tetap, kecepatan maksimum dicapai jika jari-jari hidraulik R maksimum.

Selanjutnya untuk penampang tetap, jari-jari hidraulik maksimum keliling basah, P minimum. Kondisi seperti yang telah kita pahami tersebut memberi jalan untuk menentukan dimensi penampang melintang saluran yang ekonomis untuk berbagai macam bentuk seperti tampang persegi dan tampang trapesium.

➤ Penampang Saluran Persegi Paling Ekonomis

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



Gambar 2.8: Penampang persegi panjang (Suripin, 2004).

Untuk penampang persegi paling ekonomis:

$$A = B \cdot h \quad (2.29)$$

$$P = B + 2h \quad (2.30)$$

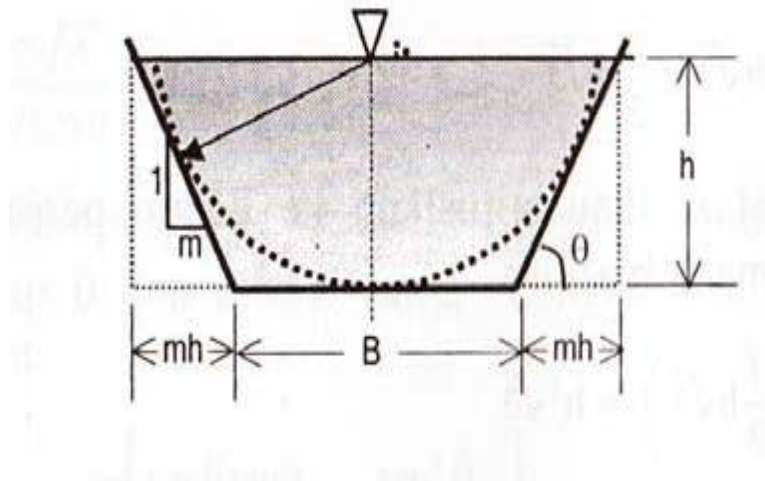
$$B = 2h \text{ atau } h = \frac{B}{2} \quad (2.31)$$

Jari-jari hidrolik R :

$$R = \frac{A}{P} = \frac{B \cdot h}{B + 2h} \quad (2.32)$$

➤ Penampang Saluran Trapesium Paling ekonomis

Luas penampang melintang A dan Keliling basah P, saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar b, kedalaman h dan kemiringan dinding 1 m (Gambar 2.9) dapat dirumuskan sebagai berikut:



Gambar 2.9: Penampang saluran trapesium (Suripin, 2004).

$$A = (B + mh)h \quad (2.33)$$

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (2.34)$$

$$B = P - 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (2.35)$$

X Penampang trapesium paling ekonomis adalah jika kemiringan dindingnya $m = 1/\sqrt{3}$ atau $\theta = 60^\circ$. Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$B = \frac{2}{3}h\sqrt{3} \quad (2.36)$$

$$B = h^2\sqrt{3} \quad (2.37)$$

- Kemiringan dinding saluran m (berdasarkan kriteria).
- Luas penampang (A) = $(b + mh)h$ (m^2).
- Keliling basah (P) = $b + 2h\sqrt{m^2 + 1}$ (m).
- Jari-jari hidrolis $R = \frac{A}{P}$ (m).
- Kecepatan Aliran $V = \frac{1}{n}R^{\frac{2}{3}}I^{\frac{1}{2}}$ (m^3/det).

2.4.10. Saluran Tertutup

Aliran dalam saluran terbuka digerakkan oleh gaya penggerak yang dilakukan oleh jumlah berat aliran yang mengalir menuruni lereng, sedang pada saluran tertutup gaya penggerak tersebut dilakukan oleh *gradient* tekanan. Ketentuan-ketentuan mengenai aliran bagi saluran tertutup yang penuh adalah tidak berlaku pada saluran terbuka. Pendekatan yang digunakan di Indonesia dalam merancang drainase perkotaan masih menggunakan cara konvensional, yaitu dengan menggunakan saluran terbuka. Bila digunakan saluran yang ditanam dalam tanah biasanya berbentuk bulat atau persegi, maka diasumsikan saluran tersebut tidak terisi penuh (dalam arti tidak tertekan), sehingga masih dapat dipergunakan persamaan saluran terbuka. Saluran tertutup umumnya digunakan pada:

- Daerah yang lahannya terbatas (pasar, pertokoan).
- Daerah yang lalu lintas pejalan kakinya padat.
- Lahan yang dipaki untuk lapangan parkir.

2.5. Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran didasarkan pada debit harus ditampung oleh saluran (Q_s dalam m^3/det) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana (Q_r dalam m^3/det). Kondisi demikian dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$Q_s \geq Q_r \quad (2.38)$$

Debit yang mampu ditampung oleh saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan rumus seperti di bawah ini:

$$Q_s = A_s \cdot V \quad (2.39)$$

Dimana:

A_s = Luas penampang saluran (m^2)

V = Kecepatan rata-rata aliran didalam saluran (m/det)

Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus *Manning* sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.40)$$

$$R = \frac{As}{P} \quad (2.41)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det)

n = Koefisien kekasaran *Manning*

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran

As = Luas penampang saluran (m²)

P = Keliling basah saluran (m)

Nilai koefisien kekasaran *Manning* n, untuk gorong-gorong dan saluran pasangan dapat dilihat pada Tabel 2.14.

Tabel 2.14: Koefisien kekasaran *Manning* (Triadmodjo, 1993).

| No. | Tipe Saluran | Koefisien Manning (n) |
|-----|---|-----------------------|
| 1 | Besi tuang lapis | 0,014 |
| 2 | Kaca | 0,010 |
| 3 | Saluran beton | 0,013 |
| 4 | Bata dilapis mortar | 0,015 |
| 5 | Pasangan batu disemen | 0,025 |
| 6 | Saluran tanah bersih | 0,022 |
| 7 | Saluran tanah | 0,030 |
| 8 | Saluran dengan dasar baru dan tebing rumput | 0,040 |
| 9 | Saluran pada galian batu padas | 0,040 |

Tabel 2.15: Nilai kemiringan dinding saluran sesuai bahan (ISBN: 979 – 8382 – 49 – 8, 1994).

| No. | Bahan Saluran | Kemiringan Dinding (m) |
|-----|------------------------------|------------------------|
| 1 | Batuan/ cadas | 0 |
| 2 | Tanah lumpur | 0,25 |
| 3 | Lempung keras/ tanah | 0,5 – 1 |
| 4 | Tanah dengan pasangan batuan | 1 |

Tabel 2.15: *Lanjutan.*

| No. | Bahan Saluran | Kemiringan Dinding (m) |
|-----|----------------------|------------------------|
| 5 | Lempung | 1,5 |
| 6 | Tanah berpasir lepas | 2 |
| 7 | Lumpur berpasir | 3 |

2.5.1. Air Limbah Rumah Tangga

Perkiraan jumlah air limbah rumah tangga suatu daerah biasanya sekitar 60-75% dari air yang disalurkan ke daerah itu. Jadi, bila air yang dipergunakan untuk suatu daerah pemukiman diketahui jumlahnya, maka kemungkinan *output* air limbah rumah tangga dari daerah itu dapat diperkirakan.

Aliran air limbah rumah tangga bervariasi sepanjang hari maupun sepanjang tahun. Puncak harian dari suatu daerah perumahan yang kecil biasanya terjadi di pertengahan pagi hari, variasi antara 200 hingga lebih dari 500 persen dari laju aliran rata-rata, tergantung yang turut memakai. Karena variasi aliran air limbah akan berubah sesuai dengan ukuran kota dan kondisi-kondisi lokal yang lain, maka harga-harga umum yang dikutip di atas hanya patokan saja.

Tabel 2.16: Penggunaan air di kota dan jumlah yang dipakai (Subarkah Imam, 1980).

| Penggunaan | Jumlah Kisaran | | Jumlah Umum | |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Galon/kapita/ hari | Liter/kapita/ hari | Galon/kapita/ hari | Liter/kapita/ hari |
| Rumah Tangga | 40-80 | 150-300 | 65 | 250 |
| Komersial | 10-75 | 40-300 | 40 | 150 |
| Public uses | 15-25 | 60-100 | 20 | 75 |
| Kehilangan & Pemborosan | 15-25 | 60-100 | 20 | 75 |

Tabel 2.16: *Lanjutan.*

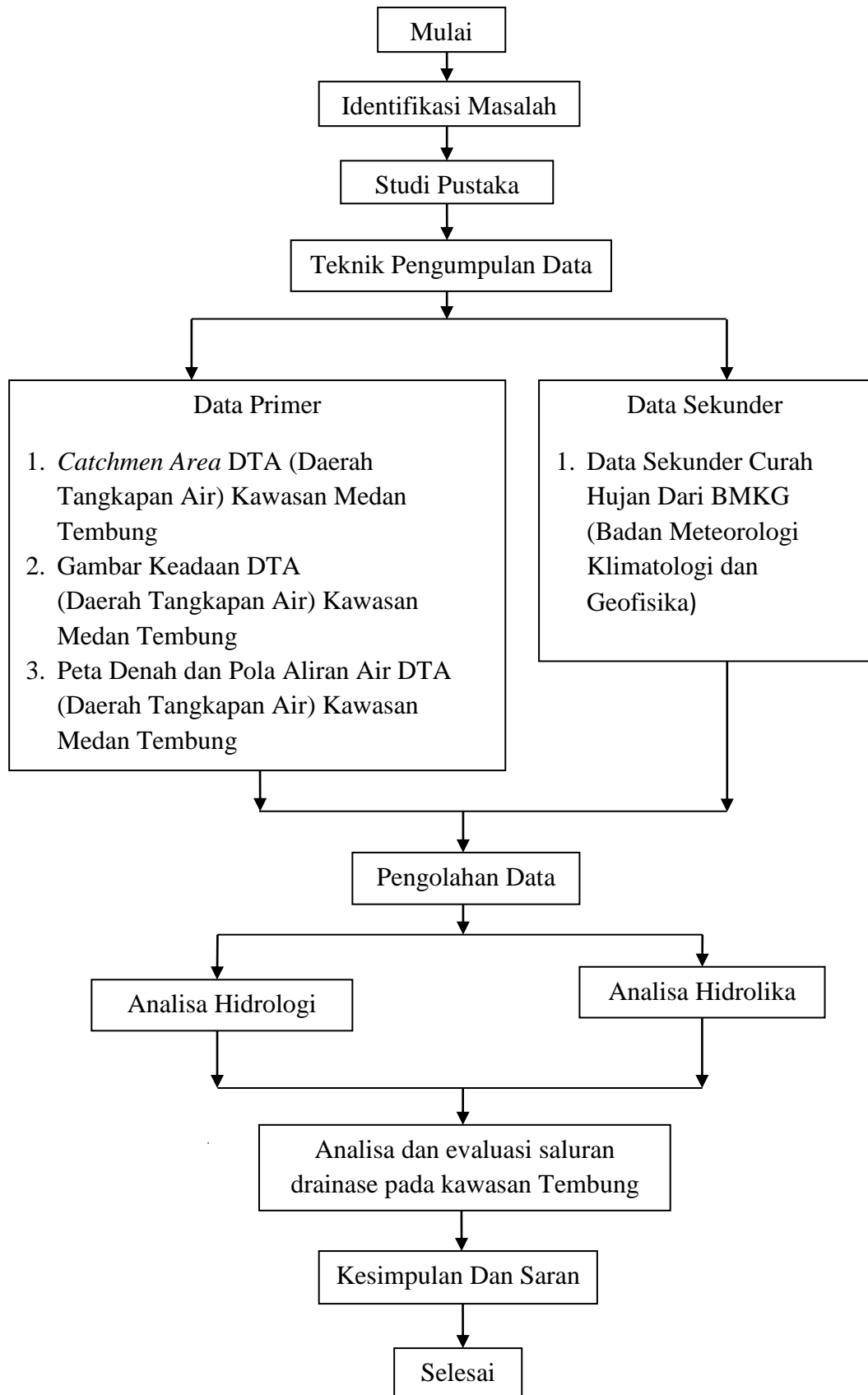
| Penggunaan | Jumlah Kisaran | | Jumlah Umum | |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Galon/kapita/ hari | Liter/kapita/ hari | Galon/kapita/ hari | Liter/kapita/ hari |
| Jumlah | 80-250 | 310-800 | 145 | 550 |

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dipergunakan sebagai gambaran langkah-langkah yang akan diambil dalam proses perencanaan. Terdapat beberapa proses identifikasi masalah yang ada, proses pengumpulan data, proses pengkombinasian data, serta proses menganalisa dan mengevaluasi data yang ada (lihat Gambar 3.1).



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

3.2. Umum

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang di peroleh. Untuk penelitian suatu kasus diperlukan adanya metodologi yang berfungsi sebagai panduan kegiatan yang dilaksanakan dalam pengumpulan data-data.

Pada penelitian ini, metodologi yang digunakan untuk mengolah data adalah Metode Kuantitatif Deskriptif, yaitu metode perhitungan dan penjabaran hasil pengolahan data lapangan dari tiap lokasi yang di tinjau (data primer). Kemudian mengumpulkan data curah hujan dan peta lokasi penelitian yang diperoleh dari beberapa instansi terkait (data sekunder).

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan analisis hidrologi dan hidrolika. Analisis hidrologi dan hidrolika dilakukan untuk menentukan nilai debit rencana dan debit kapasitas. Analisis hidrologi meliputi analisis curah hujan rata-rata dan analisis debit rencana. Analisis data curah hujan bertujuan untuk menentukan data curah hujan yang akan digunakan untuk perhitungan.

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung debit rencana diperlukan data-data antara lain luas, intensitas hujan selama waktu konsentrasi dan nilai koefisien pengaliran. Untuk menghitung debit kapasitas diperlukan data dimensi saluran. Nilai debit rencana dan debit kapasitas saluran drainase kemudian dibandingkan untuk melihat kemampuan dari setiap saluran. Saluran drainase yang tidak mampu menampung debit rencana merupakan saluran yang menjadi prioritas penanganan. Jika saluran tidak mampu menanggung debit yang lewat maka dilakukan penataan ulang saluran, sedangkan jika saluran mampu menampung debit yang ada maka dapat dilakukan pemeliharaan saluran seperti pemasangan kisi-kisi penahan sampah dan normalisasi saluran.

3.3. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian pada tugas akhir ini, lokasi wilayah studi diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai daerah serta lingkungan tempat atau lokasi penelitian. Untuk itu dilakukan pengambilan data baik secara langsung

maupun tidak langsung. Pengambilan data langsung maksudnya adalah peninjauan dan pencatatan atau pengukuran langsung yang dilakukan dilapangan. Dan yang dimaksud dengan pengambilan data tidak langsung adalah pengambilan data kepada instansi atau pejabat yang berkaitan dengan pengadaan data-data guna membantu memenuhi dan melengkapi data.

3.3.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Adapun lokasi studi pada tugas akhir ini diambil pada kawasan drainase Tembung Kota Medan yang dipusatkan pada Kecamatan Medan Tembung dikarenakan wilayah ini rawan terjadi genangan. Data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah Kecamatan Medan Tembung didapat melalui stasiun Klimatologi Sampali Kota Medan. Luas total area Wilayah Medan Tembung adalah 778 Ha. Dengan luas area genangan sebesar $0,45 \text{ km}^2 = 45 \text{ Ha}$.

3.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan semua informasi penelitian yang berguna dalam menganalisis hidrologi dan hidraulika pada lokasi penelitian. Data-data tersebut berupa data lokasi penelitian tersebut serta data curah hujan bulanan berdasarkan beberapa stasiun penangkar curah hujan tahun 2007 hingga 2016 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Sampali Kota Medan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Data primer terdiri atas:

1. *Catchmen area* (luas genangan banjir) Daerah Tangkapan Sungai (DTA) kawasan Tembung Kota Medan.
2. Gambar keadaan Daerah Tangkapan Air (DTA) drainase primer dan drainase sekunder kawasan Tembung Kota Medan.
3. Peta denah dan pola aliran air Daerah Tangkapan Air (DTA) dari survei drainase pada kawasan Tembung Kota Medan.

Data sekunder terdiri atas:

1. Data curah hujan bulanan dan harian maksimum tahun 2007 hingga 2016 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Sampali Kota Medan.

3.4.1. Data Primer

- *Cathmen area* daerah penelitian pada kawasan Tembung Kota Medan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2: *Cathmen area* daerah penelitian pada kawasan Tembung Kota Medan.

- Gambar keadaan Daerah Tangkapan Air (DTA) drainase primer pada kawasan Tembung Kota Medan dapat diligat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.3: Kondisi drainase primer pada Sp-1 jarak 447,5 meter.

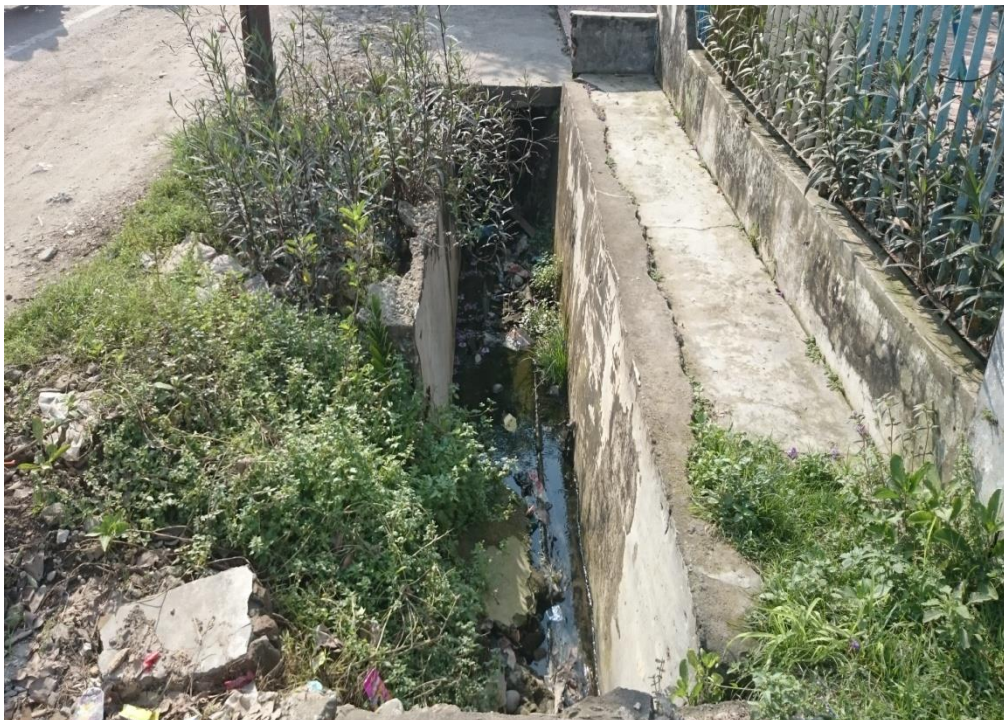


Gambar 3.4: Kondisi drainase primer pada Sp-4 jarak 1790 meter.

- Gambar keadaan Daerah Tangkapan Air (DTA) drainase sekunder pada kawasan Tembung Kota Medan.



Gambar 3.5: Kondisi drainase sekunder pada Ss-2 jarak 665 meter (Kiri).



Gambar 3.6: Kondisi drainase sekunder pada Ss-2 jarak 665 meter (Kanan).



Gambar 3.7: Kondisi drainase sekunder pada Ss-4 jarak 997,5 meter (Kiri).



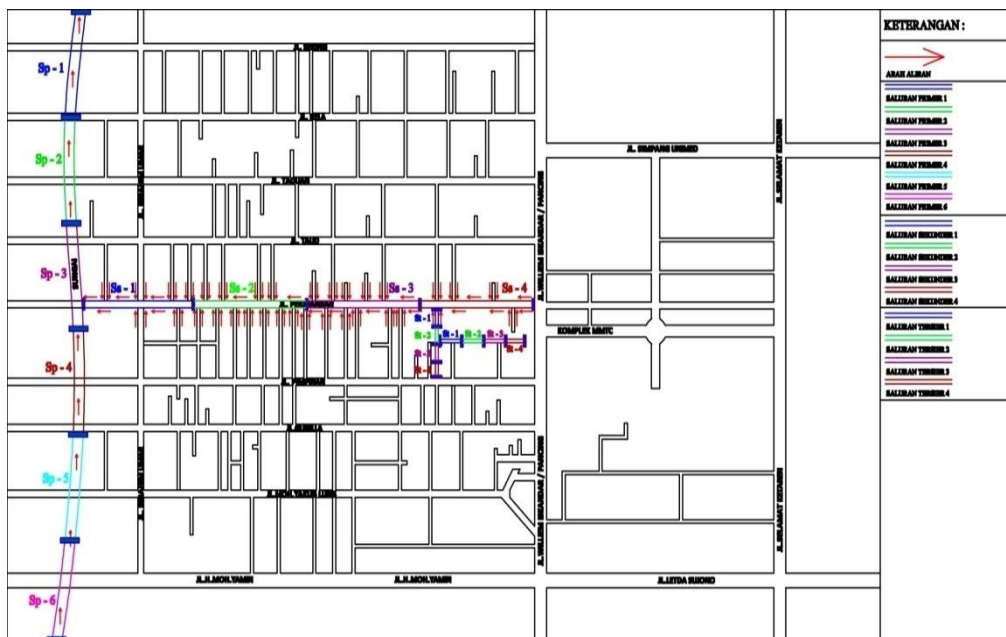
Gambar 3.8: Kondisi drainase sekunder pada Ss-3 jarak 997,5 meter (Kanan).

- Gambar keadaan Daerah Tangkapan Air (DTA) drainase tersier pada kawasan Tembung Kota Medan.



Gambar 3.9: Kondisi drainase tersier pada St-2 jarak 100 meter (Kanan).

- Denah dan pola aliran Daerah Tangkapan Air (DTA) drainase pada kawasan Tembung Kota Medan.



Gambar 3.10: Denah dan pola aliran Daerah Tangkapan Air (DTA) drainase pada kawasan Tembung Kota Medan.

3.4.2. Data Sekunder

Data sekunder hujan bulanan dan harian maksimum tahun 2007 hingga 2016 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) stasiun Sampali Kota Medan.

Berikut data curah hujan maksimum harian (mm) Kecamatan Medan Tembung Seperti yang terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Data curah hujan (Stasiun BMKG Sampali).

| TAHUN | JAN | FEB | MAR | APR | MEI | JUN | JUL | AGU | SEP | OKT | NOV | DES |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2007 | 56 | - | 10 | 42 | 61 | 60 | 37 | 50 | 70 | 50 | 65 | 70 |
| 2008 | 10 | - | 35 | 15 | 18 | 15 | 47 | 30 | 40 | 55 | 75 | 50 |
| 2009 | 75 | 16 | 50 | 55 | 80 | 11 | 50 | 41 | 50 | 62 | 40 | 15 |
| 2010 | 47 | 15 | 12 | 32 | 40 | 65 | 40 | 33 | 38 | 25 | 50 | 100 |
| 2011 | 65 | 55 | 42 | 50 | 60 | 20 | 80 | 70 | 75 | 43 | 65 | 55 |
| 2012 | 45 | 25 | 16 | 60 | 70 | 75 | 50 | 55 | 55 | - | 40 | 38 |
| 2013 | 35 | 75 | 20 | 75 | 13 | 35 | 70 | 45 | 30 | 40 | 65 | 95 |
| 2014 | 25 | 15 | 25 | 55 | 60 | 15 | 20 | 60 | 45 | 40 | 80 | 85 |
| 2015 | 15 | 50 | 10 | 15 | 25 | 20 | 65 | 25 | 45 | 85 | 90 | 75 |
| 2016 | 40 | 100 | 10 | 10 | 30 | 25 | 55 | 30 | 86 | 82 | 17 | 45 |

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) mulai dari pemasukan data (*input*) sampai dengan pencetakan hasil (*output*) berupa peta. Peralatan tersebut mencakup perangkat keras yang terdiri dari: (a) computer, (b) printer dan (c) alat tulis. Perangkat lunak yang terdiri dari: (a) *Microsoft office 2007*, (b) *Google Earth 7.1.1.1871*, (c) *Global mapper i5*, dan (d) *Auto cad* versi 2007.

3.5. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi yang dilakukan pada penelitian ini meliputi kegiatan mengolah data mentah sampai didapatkan harga debit limpasan (banjir). Data hujan yang dipakai untuk analisa ini berasal dari stasiun yang berada di wilayah Kota Medan, yaitu Stasiun Sampali.

3.5.1. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Tujuan dari analisa frekuensi curah hujan ini adalah untuk memperoleh curah hujan dengan beberapa periode ulang. Data hujan yang digunakan adalah data bulanan maksimum. Pada analisa ini digunakan beberapa metoda analisa distribusi untuk memperkirakan curah hujan dengan tahun periode ulang tertentu. Metode yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat. Periode ulang yang akan dihitung pada masing-masing metode adalah untuk periode ulang 2, 5, dan 10 tahun.

1. Metode Distribusi *Log Normal*.
2. Metode Distribusi *Log Pearson Type III*.
3. Metode Distribusi *Gumbel*.

3.5.2. Uji Kecocokan Distribusi

Pengujian kecocokan sebaran adalah untuk menguji apakah sebaran yang dipilih dalam pembuatan *duration curve* cocok dengan sebaran empirisnya. Pengujian parameter dilakukan dengan metode *Smirnov-Kolmogorov*.

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

3.5.3. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya.

3.5.4. Metode Rasional

Untuk menghitung debit rencana pada penelitian ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk

menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase.

Adapun asumsi dari metode rasional adalah pengaliran maksimum terjadi kalau lama waktu curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya. Untuk daerah yang luas pengalirannya lebih besar dari 80 Ha maka rumus rasional secara matematis.

3.6. Analisa Hidraulika

Analisa hidrolis dilakukan terhadap area drainase kawasan Tembung Kota Medan dimana pada potongan penampang drainase waktu pemasukan (*inlet time*) dan waktu pengeluaran (*outlet time*) yang didapat serta menentukan kapasitas penampang berdasarkan data-data yang diperoleh sehingga didapat kapasitas debit yang telah direncanakan.

BAB 4

ANALISA DATA

4.1. Analisa Curah Hujan Rencana

Analisa curah hujan rencana adalah analisa curah hujan untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan tahun ke n yang mana akan digunakan untuk mencari debit banjir rancangan. Jika di dalam suatu area terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan hujan area. Untuk mendapatkan harga curah hujan area dapat dihitung dengan metode rata-rata aljabar seperti tang terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Sampali Medan.

| Tahun | Curah Hujan Harian Maksimum (mm) |
|--------------|----------------------------------|
| 2007 | 70 |
| 2008 | 75 |
| 2009 | 80 |
| 2010 | 100 |
| 2011 | 80 |
| 2012 | 75 |
| 2013 | 95 |
| 2014 | 85 |
| 2015 | 90 |
| 2016 | 100 |
| N = 10 Tahun | Total = 850 |

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

4.2. Analisa Frekuensi

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

Tabel 4.2: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi *Gumbel*.

| Tahun | X_i | X | $X_i - X$ | $(X_i - X)^2$ | $(X_i - X)^3$ | $(X_i - X)^4$ |
|------------------------|-------|-----|-----------|---------------|---------------|---------------|
| 2007 | 70 | 85 | -15 | 225 | -3375 | 50625 |
| 2008 | 75 | 85 | -10 | 100 | -1000 | 10000 |
| 2009 | 80 | 85 | -5 | 25 | -125 | 625 |
| 2010 | 100 | 85 | 15 | 225 | 3375 | 50625 |
| 2011 | 80 | 85 | -5 | 25 | -125 | 625 |
| 2012 | 75 | 85 | -10 | 100 | -1000 | 10000 |
| 2013 | 95 | 85 | 10 | 100 | 1000 | 10000 |
| 2014 | 85 | 85 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2015 | 90 | 85 | 5 | 25 | 125 | 625 |
| 2016 | 100 | 85 | 15 | 225 | 3375 | 50625 |
| $\Sigma = 10$ Tahun | 850 | | | 1050 | 2250 | 183750 |

Parameter Statistik

Curah hujan rata-rata (X)

$$X = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{850}{10} = 85$$

Standart deviasi (S) berdasarkan Pers. 2.1

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Xi-X)^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{1050}{9}} = 10,8012345$$

Koefisien skewness (Cs) berdasarkan pers. 2.3

$$Cs = \frac{N \sum(Xi-X)^3}{(N-1)(N-2)Sd^3} = \frac{10(2250)}{(9)(8)(10,8012345)^3} = 0,247987526$$

Pengukuran kurtosis (Ck) berdasarkan Pers. 2.4

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Xi-X)^4}{Sd^4} = \frac{\frac{1}{10}(183750)}{10,8012345^4} = 1,349999999$$

Koefisien variasi (Cv) berdasarkan Pers. 2.2

$$Cv = \frac{S}{X} = \frac{10,8012345}{85} = 0,127073347$$

Untuk mengetahui perhitungan analisa frekuensi dengan menggunakan metode distribusi *Log Normal* dan *Log Pearson Type III* seperti pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi *Log Normal* dan *Log Pearson Type III*.

| Tahun | Xi | Yi = Log Xi | Log Yi – Log Y | (Log Yi – Log Y) ² | (Log Yi – Log Y) ³ | (Log Yi – Log Y) ⁴ |
|-----------------|-----|-------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 2007 | 70 | 1,84509804 | -0,018699643 | 0,0003496766 | -0,000006539 | 0,0000001223 |
| 2008 | 75 | 1,875061263 | -0,011703628 | 0,0001369749 | -0,000001603 | 0,0000000188 |
| 2009 | 80 | 1,903089987 | -0,005259766 | 0,0000276651 | -0,000000145 | 0,0000000008 |
| 2010 | 100 | 2 | 0,016310905 | 0,0002660456 | 0,000004339 | 0,0000000708 |
| 2011 | 80 | 1,903089987 | -0,005259766 | 0,0000276651 | -0,000000145 | 0,0000000008 |
| 2012 | 75 | 1,875061263 | -0,011703628 | 0,0001369749 | -0,000001603 | 0,0000000188 |
| 2013 | 95 | 1,977723605 | 0,011446507 | 0,0001310225 | 0,000001500 | 0,0000000172 |
| 2014 | 85 | 1,929418926 | 0,000707444 | 0,0000005004 | 0,000000000 | 0,0000000000 |
| 2015 | 90 | 1,954242509 | 0,006259366 | 0,0000391797 | 0,000000245 | 0,0000000015 |
| 2016 | 100 | 2 | 0,016310905 | 0,0002660456 | 0,000004339 | 0,0000000708 |
| Σ = 10 Tahun | 850 | 19,26278558 | | 0,0013817504 | 0,000000388 | 0,0000003218 |

Parameter Statistik

Curah hujan rata-rata (X)

$$Y = \frac{\sum Xi}{N} = \frac{850}{10} = 85$$

Standart deviasi (S) berdasarkan Pers. 2.1

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Yi-Y)^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{0,0013817504}{9}} = 0,012390634$$

Koefisien skewness (Cs) berdasarkan pers. 2.3

$$Cs = \frac{N \sum(Yi-Y)^3}{(N-1)(N-2)Sd^3} = \frac{10(0,000000388)}{(9)(8)(0,012390634)^3} = 0,024677639$$

Pengukuran kurtosis (Ck) berdasarkan Pers. 2.4

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Yi-Y)^4}{Sd^4} = \frac{\frac{1}{10} (0,0000003218)}{0,012390634^4} = 1,365249181$$

Koefisien variasi (Cv) berdasarkan Pers. 2.2

$$Cv = \frac{S}{Y} = \frac{0,012390634}{85} = 0,000145772$$

Untuk mengetahui hasil dispersi parameter statistik dan parameter hasil logaritma pengukuran dispersi Stasiun Sampali dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil pengukuran dispersi Stasiun Sampali

| No | Dispersi | Hasil Dispersi | |
|----|----------|---------------------|---------------------------|
| | | Parameter Statistik | Parameter Hasil Logaritma |
| 1 | Sd | 10,8012345 | 0,012390634 |
| 2 | Cv | 0,127073347 | 0,000145772 |
| 3 | Cs | 0,247987526 | 0,024677639 |
| 4 | Ck | 1,349999999 | 1,365249181 |

4.3. Pemilihan Jenis Sebaran

Ketentuan dalam parameter pemilihan distribusi curah hujan tercantum dalam Tabel 4.5.

Tebel 4.5: Parameter pemilihan distribusi curah hujan.

| Jenis Sebaran | Kriteria | Hasil | Keterangan |
|---------------|----------|------------|------------|
| Normal | Cs = 0 | Cs = 0,248 | |
| | Ck = 3 | Ck = 1,350 | |

Tabel 4.5: *Lanjutan.*

| Jenis Sebaran | Kriteria | Hasil | Keterangan |
|-------------------------|---|--------------------------|------------|
| <i>Gumbel</i> | Cs = 1,14 Ck = 5,4 | Cs = 0,248 Ck = 1,350 | |
| <i>Log Normal</i> | Cs = 3 Cv + Cv ³ = 2,2773 Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3 = 3,7676 | Cs = 0,025 Ck = 1,365 | |
| Log Pearson Tipe III | Cs ≠ 0 | Cs = 0,025 | Dipilih |

Berdasarkan parameter data hujan skala normal maka dapat mengestimasi distribusi yang cocok dengan curah hujan tertentu. Adapun distribusi yang dipakai dalam perhitungan ini adalah *Metode Log Pearson Type III*.

4.4. Penentuan Jenis Sebaran Secara Grafis (Plotting Data)

Disamping metode analisis kita juga melakukan metode grafis, yaitu dengan cara plotting pada kertas probabilitas. Untuk mendapatkan jenis distribusi yang sesuai dengan distribusi data debit yang ada di daerah penelitian, maka perlu dilakukan pengeplotan data pada kertas probabilitas (*Gumbel, Log Normal, Log Pearson Type III*). dari plotting pada kertas probabilitas tersebut, bisa dilihat sebaran yang cocok/yang mendekati garis regresinya. Sebelum melakukan penggambaran, data harus diurutkan terlebih dahulu dari yang terkecil hingga yang paling besar. Penggambaran posisi (*Plotting Positions*) yang dipakai adalah cara yang dikembangkan oleh *Weinbull* dan *Gumbel*, yaitu:

$$P(X_m) = \frac{m}{n+1} \times 100 \%$$

Dimana:

P(X_m) = Data sesudah diurutkan dari kecil ke besar

m = Nomor urut

n = Jumlah data (10)

Untuk mengetahui hasil dari plotting data yang sesuai dengan distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Ploting data.

| Tahun | X_i | M | (X_i) | $P(X_m)$ | $P(X_m)$ |
|-------|-------|----|-----------|----------|----------|
| 2007 | 70 | 1 | 70 | 9,090 | 11,111 |
| 2008 | 75 | 2 | 75 | 18,181 | 22,222 |
| 2009 | 80 | 3 | 75 | 27,272 | 33,333 |
| 2010 | 100 | 4 | 80 | 36,363 | 44,444 |
| 2011 | 80 | 5 | 80 | 45,454 | 55,555 |
| 2012 | 75 | 6 | 85 | 54,545 | 66,666 |
| 2013 | 95 | 7 | 90 | 63,636 | 77,777 |
| 2014 | 85 | 8 | 95 | 72,727 | 88,888 |
| 2015 | 90 | 9 | 100 | 81,818 | 100,000 |
| 2016 | 100 | 10 | 100 | 90,909 | 111,111 |

Agar lebih meyakinkan, setelah dilskukan ploting data pada kertas probabilitas, perlu dilakukan uji keselarasan sebaran (*Goodness of fit test*) yaitu dengan *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov*.

4.5. Pengujian Keselarasan Sebaran

Uji kecocokan distribusi adalah untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

4.5.1. Uji Kecocokan *Smirnov-Kolmogorov*

Perhitungan uji kecocokan sebaran dengan *Smirnov-Kolmogorov* untuk metode *Log Pearson Type III* pada daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Perhitungan uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov*.

| M | X_i | Log X_i | $P(X)$ | Log X_i | $P(X<)$ | Sd | $P'(X)$ | $P'(X<)$ | D |
|---|-------|-----------|--------|-----------|---------|-------|---------|----------|-------|
| 1 | 70 | 1,845 | 0,090 | 0,285 | 0,909 | 0,012 | 0,111 | 0,889 | 0,020 |

Tabel 4.7: *Lanjutan.*

| M | Xi | Log Xi | P(X) | Log Xi | P(X<) | Sd | P'(X) | P'(X<) | D |
|----|-----|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 2 | 75 | 1,875 | 0,181 | 0,285 | 1,818 | 0,012 | 0,222 | 1,778 | 0,040 |
| 3 | 75 | 1,875 | 0,272 | 0,285 | 2,727 | 0,012 | 0,333 | 2,667 | 0,060 |
| 4 | 80 | 1,903 | 0,363 | 0,285 | 3,636 | 0,012 | 0,444 | 3,556 | 0,080 |
| 5 | 80 | 1,903 | 0,454 | 0,285 | 4,545 | 0,012 | 0,555 | 4,445 | 0,100 |
| 6 | 85 | 1,929 | 0,545 | 0,285 | 5,454 | 0,012 | 0,666 | 5,334 | 0,120 |
| 7 | 90 | 1,954 | 0,636 | 0,285 | 6,363 | 0,012 | 0,777 | 6,223 | 0,140 |
| 8 | 95 | 1,978 | 0,727 | 0,285 | 7,272 | 0,012 | 0,888 | 7,112 | 0,160 |
| 9 | 100 | 2 | 0,818 | 0,285 | 8,181 | 0,012 | 1,000 | 8,000 | 0,181 |
| 10 | 100 | 2 | 0,909 | 0,285 | 9,090 | 0,012 | 1,111 | 8,889 | 0,201 |

Dari perhitungan nilai D, tabel, menunjukkan nilai D max = 0,201, data pada peringkat m = 10. Dengan menggunakan data pada tabel untuk derajat kepercayaan 5 % atau $\alpha = 0,05$, maka diperoleh $D_0 = 0,41$. Karena nilai D max lebih kecil dari nilai D_0 kritis ($0,201 < 0,41$), maka persamaan distribusi yang diperoleh dapat diterima.

4.6. Pengukuran Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan dengan metode distribusi *Log Pearson Type III*, Seperti yang terlihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Analisa frekuensi distribusi *Log Pearson Type III*.

| No | Tahun | Xi | Log Xi | Log Xi – Log Xrt | (Log Xi – Log Xrt)^2 | (Log Xi – Log Xrt)^3 |
|----|-------|-----|--------|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 2007 | 70 | 1,8451 | -0,0843 | 0,0071 | -0,0006 |
| 2 | 2008 | 75 | 1,8751 | -0,0543 | 0,0029 | -0,0002 |
| 3 | 2009 | 80 | 1,9031 | -0,0263 | 0,0007 | 0,0000 |
| 4 | 2010 | 100 | 2 | 0,0706 | 0,0050 | 0,0003 |
| 5 | 2011 | 80 | 1,9031 | -0,0263 | 0,0007 | 0,0000 |
| 6 | 2012 | 75 | 1,8751 | -0,0543 | 0,0029 | -0,0002 |
| 7 | 2013 | 95 | 1,9777 | 0,0483 | 0,0023 | 0,0001 |

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

| No | Tahun | Xi | Log Xi | Log Xi – Log Xrt | (Log Xi – Log Xrt)^2 | (Log Xi – Log Xrt)^3 |
|-----------|-------|-----|---------|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| 8 | 2014 | 85 | 1,9294 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 9 | 2015 | 90 | 1,9542 | 0,0248 | 0,0006 | 0,0000 |
| 10 | 2016 | 100 | 2 | 0,0706 | 0,0050 | 0,0003 |
| Jumlah | | 850 | 19,2628 | -0,0312 | 0,0272 | -0,0003 |
| Rata-rata | | 85 | 1,92628 | -2,23228 | | |

Rumus *Log Pearson Type III*:

$$\text{Log}(X_t) = (\text{Log } X_{rt}) + K \times S$$

$$X_t = 10^{\text{Log } X_t}$$

Dimana:

X_t = Curah hujan rencana

X_{rt} = Curah hujan rata-rata

K = Koefesien untuk distribusi *Log Pearson*

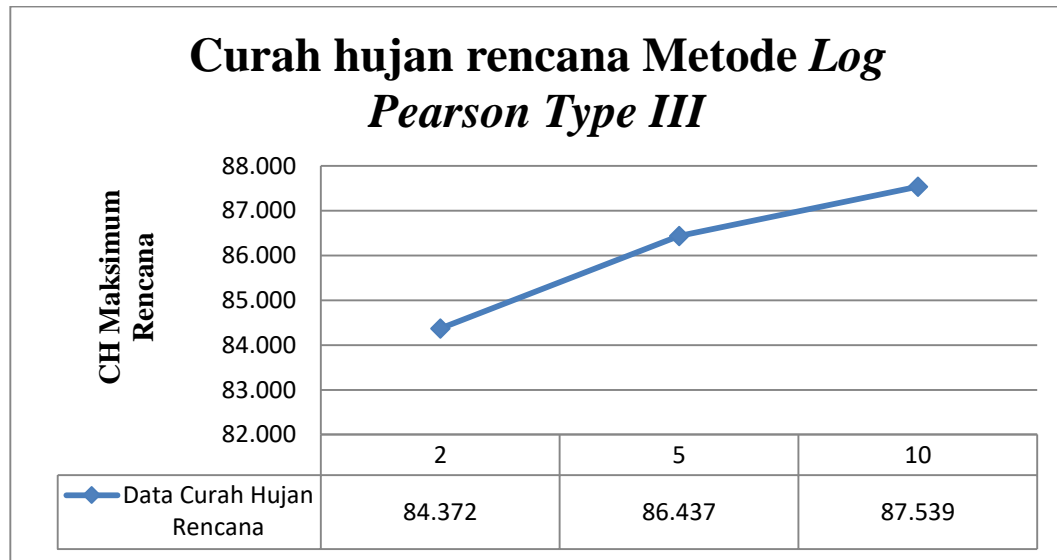
S = Standar deviasi

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode *Log Pearson Type III* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Perhitungan curah hujan rencana metode *Log Pearson Type III*.

| No | Periode | Rata-rata Log Xi | Sd | Cs | Nilai k | <i>Log Pearson Type III</i> | |
|----|---------|---------------------|--------|--------|---------|-----------------------------|---------|
| | | | | | | Log Rr | Rr (mm) |
| 1 | 2 | 1,9263 | 0,0124 | 0,0247 | -0,004 | 1,9262 | 84,372 |
| 2 | 5 | 1,9263 | 0,0124 | 0,0247 | 0,840 | 1,9367 | 86,437 |
| 3 | 10 | 1,9263 | 0,0124 | 0,0247 | 1,284 | 1,9422 | 87,539 |
| 4 | 25 | 1,9263 | 0,0124 | 0,0247 | 1,728 | 1,9477 | 88,654 |
| 5 | 50 | 1,9263 | 0,0124 | 0,0247 | 2,064 | 1,9519 | 89,516 |
| 6 | 100 | 1,9263 | 0,0124 | 0,0247 | 2,344 | 1,9554 | 90,240 |

Grafik curah hujan rencana dengan menggunakan metode *Log Pearson Type III* dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Grafik curah hujan rencana metode *Log Pearson Type III*.

4.7. Analisa Debit Rencana

Untuk menghitung debit rencana pada penelitian ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase.

4.7.1. Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas pengaliran dari saluran drainase kawasan Medan Tembung adalah 45 Ha. Sesuai dengan Pers. 2.26 rumus debit banjir rancangan metode rasional adalah sebagai berikut:

Rumus:

$$Q = 0,00278 C.I.A$$

Dimana:

Q = Debit dalam (m³/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

Pada drainase kawasan Medan Tembung Kota Medan, digunakan koefisien pengaliran sebesar 0,95 sesuai pada tabel 2.9: Koefisien aliran, dikarenakan daerah permukiman di kawasan Medan Tembung Kota Medan adalah daerah perkotaan

4.8. Intensitas Curah Hujan

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

Metode Dr.Mononobe

Rumus untuk mencari intensitas curah hujan Mononobe digunakan persamaan rumus:

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

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

tc = Lamanya curah hujan (menit)

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

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun (Q₂).

Diketahui data sebagai berikut:

$$tc = \left(\frac{0,87 \times 2,685^2}{1000 \times 0,0019} \right)^{0,385}$$

$$tc = 1,584$$

$$I = \frac{84,372}{24} \times \left[\frac{24}{1,584} \right]^{2/3}$$

$$I = 21,722 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas curah hujan untuk periode 5 dan 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Perhitungan intensitas curah hujan.

| No | Periode | R ₂₄ (mm) | C | tc (jam) | I (mm/jam) |
|----|---------|----------------------|------|----------|------------|
| 1 | 2 | 84,372 | 0,95 | 1,584 | 21,722 |
| 2 | 5 | 86,437 | 0,95 | 1,584 | 22,254 |
| 3 | 10 | 87,539 | 0,95 | 1,584 | 22,538 |

Luas *cathment area* drainase kawasan Medan Tembung Kota Medan adalah = 45 Ha. Koefisien pengaliran (C) = 0.95 → Wilayah perkotaan Tabel 2.9: Koefisien aliran (C) secara umum (Wesli, 2008).

Jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

$$Q = 0,00278 C.I.A$$

$$Q = 0,00278. 0,95. 21,722. 45$$

$$Q = 2,582 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun tersedia didalam Tabel 4.11, 4.12 dan 4.13.

Tabel 4.11: Perhitungan Q rancangan debit banjir drainase primer di Jl. H. Moh. Yamin.

| No | Periode | L (Km) | C | tc (jam) | I (mm/jam) | A (Ha) | Q (m ³ /det) |
|----|---------|--------|------|----------|------------|--------|-------------------------|
| 1 | 2 | 2,685 | 0,95 | 1,584 | 21.722 | 45 | 2,582 |
| 2 | 5 | 2,685 | 0,95 | 1,584 | 22,254 | 45 | 2,645 |
| 3 | 10 | 2,685 | 0,95 | 1,584 | 22,538 | 45 | 2,678 |

Tabel 4.12: Perhitungan Q rancangan debit banjir drainase sekunder di Jl. Perjuangan.

| No | Periode | L (Km) | C | tc (jam) | I (mm/jam) | A (Ha) | Q (m ³ /det) |
|----|---------|--------|------|----------|------------|--------|-------------------------|
| 1 | 2 | 1,330 | 0.95 | 0,922 | 31,124 | 13 | 1,069 |
| 2 | 5 | 1,330 | 0.95 | 0,922 | 31,978 | 13 | 1,098 |

Tabel 4.12: *Lanjutan.*

| No | Periode | L (Km) | C | tc (jam) | I (mm/jam) | A (Ha) | Q (m ³ /det) |
|----|---------|--------|------|----------|---------------|--------|-------------------------|
| 3 | 10 | 1,330 | 0.95 | 0,922 | 32,386 | 13 | 1,112 |

Tabel 4.13: Perhitungan Q rancangan debit banjir drainase tersier di Jl. Perjuangan.

| No | Periode | L (Km) | C | tc (jam) | I (mm/jam) | A (Ha) | Q (m ³ /det) |
|----|---------|--------|------|----------|---------------|--------|----------------------------|
| 1 | 2 | 0,4 | 0.95 | 0,366 | 57,971 | 2 | 0,306 |
| 2 | 5 | 0,4 | 0.95 | 0,366 | 59,389 | 2 | 0,314 |
| 3 | 10 | 0,4 | 0.95 | 0,366 | 60,147 | 2 | 0,318 |

4.9. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika penampang saluran drainase primer, sekunder dan tersier yang berada di Jl. Sering, Jl. Rel, Jl. Taud, Jl. Pimpinan, Jl. Moh. Yakub Lubis dan Jl. H. Moh. Yamin Kecamatan Medan Tembung dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir < Q tampungan saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir.

4.9.1. Perhitungan Kapasitas Tampungan Saluran Drainase

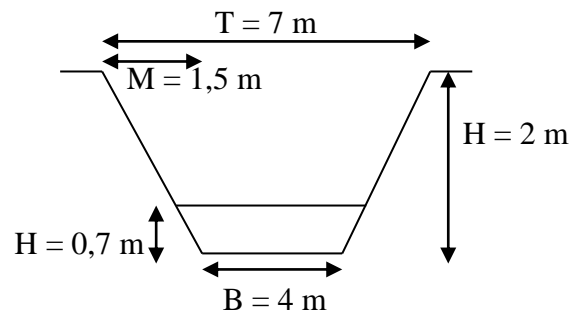
a. Drainase primer di Jl. Sering (Sp-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Sering drainase primer data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Hasil survei drainase primer di Jl. Sering.

| No | Saluran Primer | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|----------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Sering | 7 | 4 | 2 | 1,5 | 2685 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Sering.

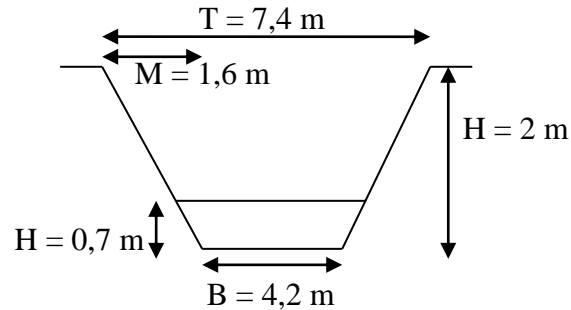
b. Drainase primer di Jl. Relu (Sp-2)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Relu drainase primer data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Hasil survei drainase primer di Jl. Relu.

| No | Saluran Primer | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|----------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Relu | 7,4 | 4,2 | 2 | 1,6 | 2685 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3: Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Relat.

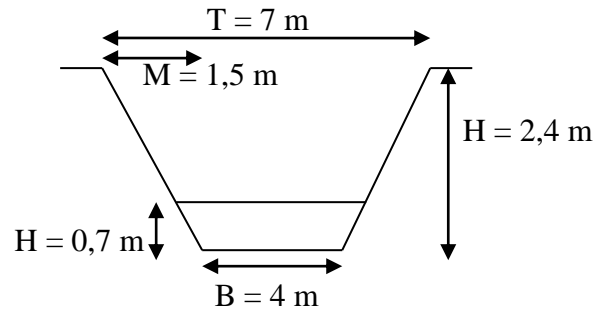
c. Drainase primer di Jl. Taud (Sp-3)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Taud drainase primer data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16: Hasil survei drainase primer di Jl. Taud.

| No | Saluran Primer | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|----------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Taud | 7 | 4 | 2,4 | 1,5 | 2685 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4: Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Taud.

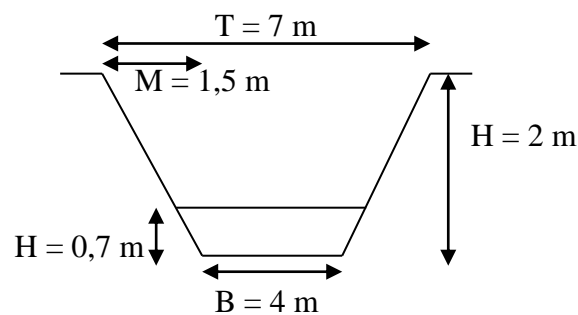
d. Drainase primer di Jl. Pimpinan (Sp-4)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Pimpinan drainase primer data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17: Hasil survei drainase primer di Jl. Pimpinan.

| No | Saluran Primer | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|----------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Pimpinan | 7 | 4 | 2 | 1,5 | 2685 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5: Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Pimpinan.

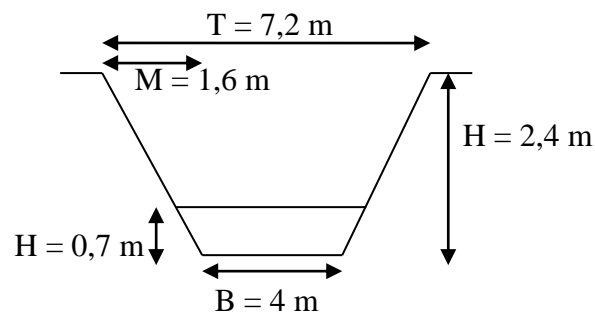
e. Drainase primer di Jl. Moh. Yakub Lubis (Sp-5)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Moh. Yakub Lubis drainase primer data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18: Hasil survei drainase primer di Jl. Moh. Yakub Lubis.

| No | Saluran Primer | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|----------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Moh. Yakub Lubis | 7,2 | 4 | 2,4 | 1,6 | 2685 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6: Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Moh. Yakub Lubis.

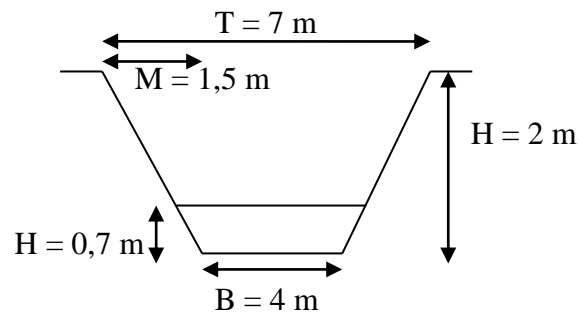
f. Drainase primer di Jl. H. Moh. Yamin (Sp-6)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. H. Moh. Yamin drainase primer data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19: Hasil survei drainase primer di Jl. H. Moh. Yamin.

| No | Saluran Primer | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|-------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. H. Moh. Yamin | 7 | 4 | 2 | 1,5 | 2685 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7: Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Moh. Yamin.

g. Drainase Sekunder di Jl. Perjuangan (Ss-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Perjuangan drainase sekunder data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.20.

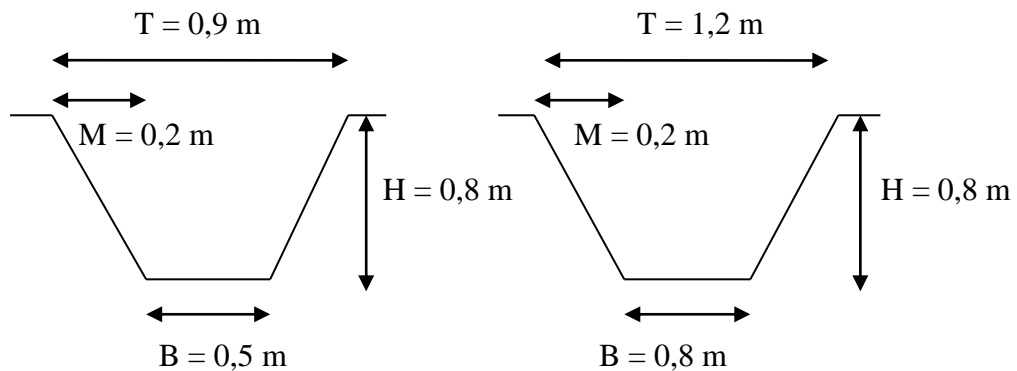
Tabel 4.20: Hasil survei drainase sekunder di Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Sekunder | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|-----------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan (Kiri) | 0,9 | 0,5 | 0,8 | 0,2 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |

Tabel 4.20: *Lanjutan.*

| No | Saluran Sekunder | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 2 | Jl. Perjuangan (Kanan) | 1,2 | 0,8 | 0,8 | 0,2 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8: Gambar penampang saluran drainase sekunder di Jl. Perjuangan.

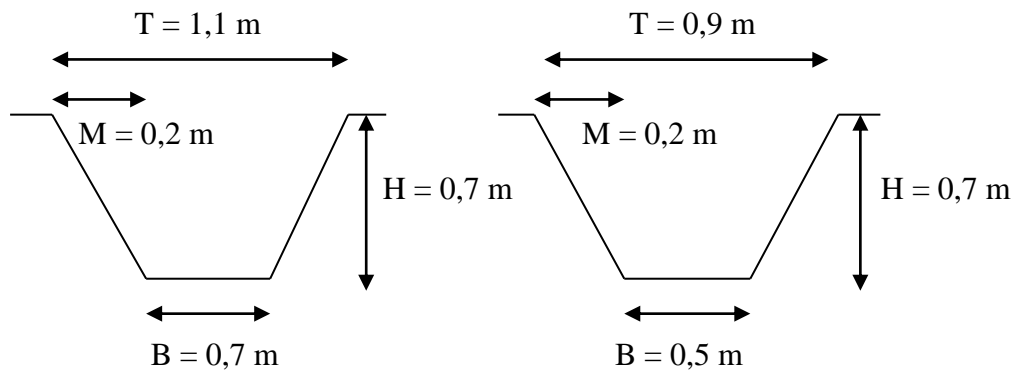
h. Drainase Sekunder di Jl. Perjuangan (Ss-2)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Perjuangan drainase sekunder data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21: Hasil survei drainase sekunder di Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Sekunder | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan (Kiri) | 1,1 | 0,7 | 0,7 | 0,2 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |
| 2 | Jl. Perjuangan (Kanan) | 0,9 | 0,5 | 0,7 | 0,2 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9: Gambar penampang saluran drainase sekunder di Jl. Perjuangan.

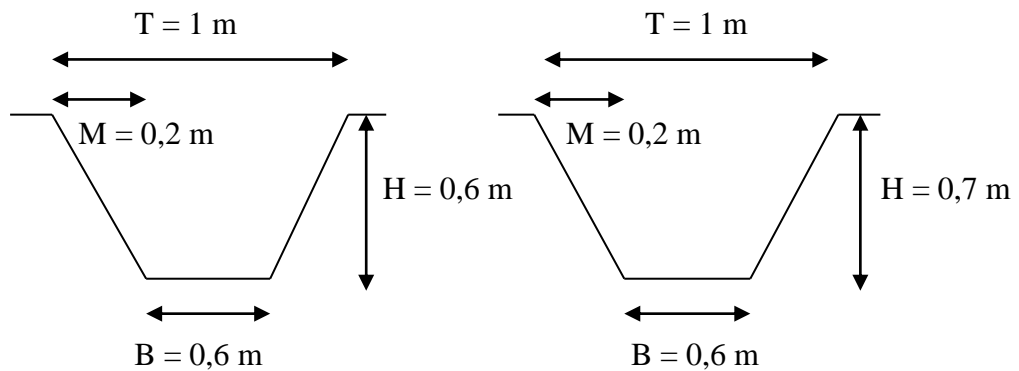
i. Drainase Sekunder di Jl. Perjuangan (Ss-3)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Perjuangan drainase sekunder data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22: Hasil survei drainase sekunder di Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Sekunder | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan (Kiri) | 1 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |
| 2 | Jl. Perjuangan (Kanan) | 1 | 0,6 | 0,7 | 0,2 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10: Gambar penampang saluran drainase sekunder di Jl. Perjuangan.

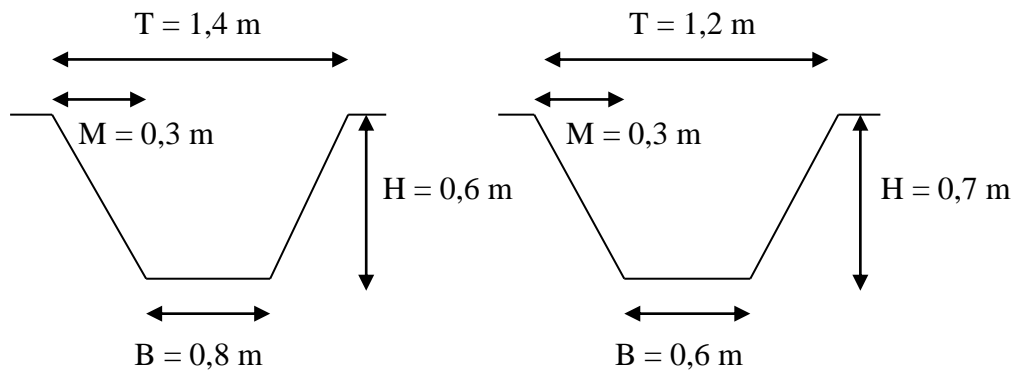
j. Drainase Sekunder di Jl. Perjuangan (Ss-4)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Perjuangan drainase sekunder data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23: Hasil survei drainase sekunder di Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Sekunder | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan (Kiri) | 1,4 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |
| 2 | Jl. Perjuangan (Kanan) | 1,2 | 0,6 | 0,7 | 0,3 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11: Gambar penampang saluran drainase sekunder di Jl. Perjuangan.

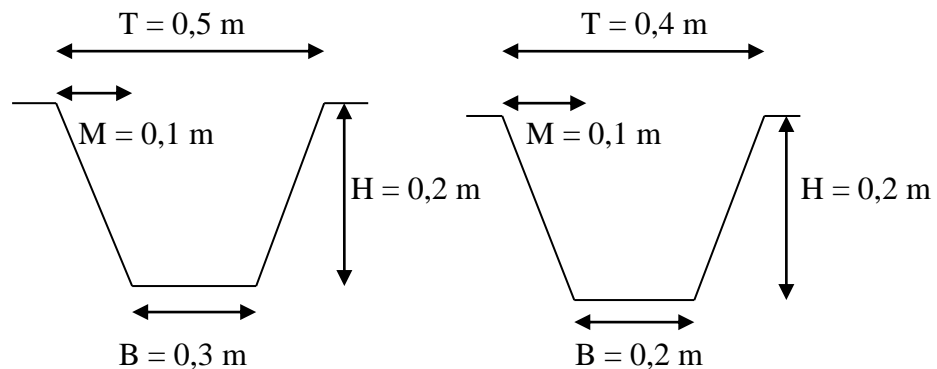
k. Drainase Tersier di Jl. Perjuangan (St-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Perjuangan drainase tersier data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24: Hasil survei drainase tersier di Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Tersier | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan (Kiri) | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 400 | Pasangan Batu Disemen |
| 2 | Jl. Perjuangan (Kanan) | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 400 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12: Gambar penampang saluran drainase tersier di Jl. Perjuangan.

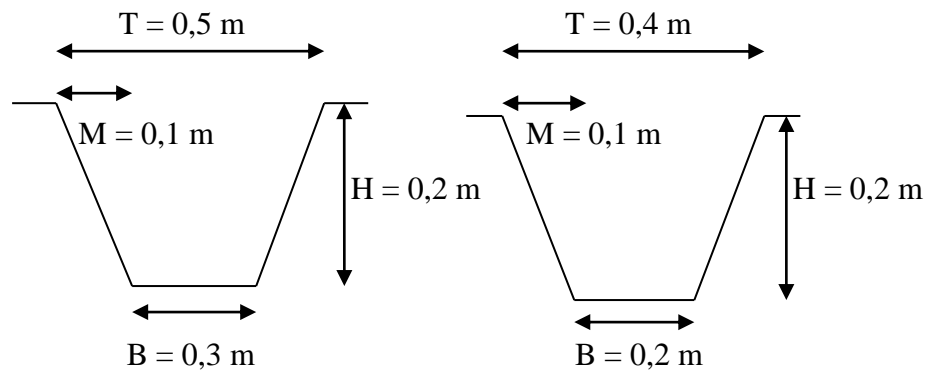
1. Drainase Tersier di Jl. Perjuangan (St-2)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Perjuangan drainase tersier data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25: Hasil survei drainase tersier di Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Tersier | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan (Kiri) | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 400 | Pasangan Batu Disemen |
| 2 | Jl. Perjuangan (Kanan) | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 400 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13: Gambar penampang saluran drainase tersier di Jl. Perjuangan.

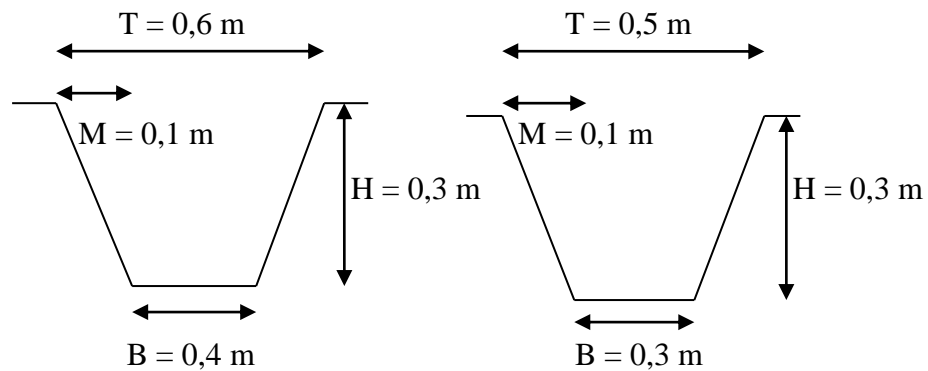
m. Drainase Tersier di Jl. Perjuangan (St-3)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Perjuangan drainase tersier data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26: Hasil survei drainase tersier di Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Tersier | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan (Kiri) | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 400 | Pasangan Batu Disemen |
| 2 | Jl. Perjuangan (Kanan) | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 400 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14: Gambar penampang saluran drainase tersier di Jl. Perjuangan.

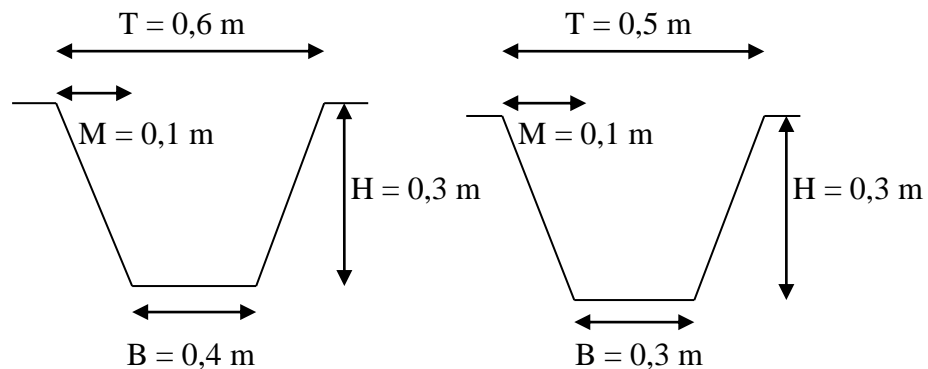
n. Drainase Tersier di Jl. Perjuangan (St-4)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan pada Jl. Perjuangan drainase tersier data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27: Hasil survei drainase tersier di Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Tersier | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan (Kiri) | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,1 | 400 | Pasangan Batu Disemen |
| 2 | Jl. Perjuangan (Kanan) | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 400 | Pasangan Batu Disemen |

Untuk mengetahui ukuran dimensi penampang drainase primer yang berdasarkan survei dilapangan dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15: Gambar penampang saluran drainase tersier di Jl. Perjuangan.

4.9.2. Perhitungan Debit Saluran

Perhitungan debit saluran dilakukan untuk mengetahui apakah ukuran dimensi saluran yang ada dilapangan dapat menampung besar debit banjir rancangan. Apabila nilai Q rancangan debit $<$ Q tampung saluran maka saluran dapat dikatakan tidak akan mampu menampung besarnya debit banjir.

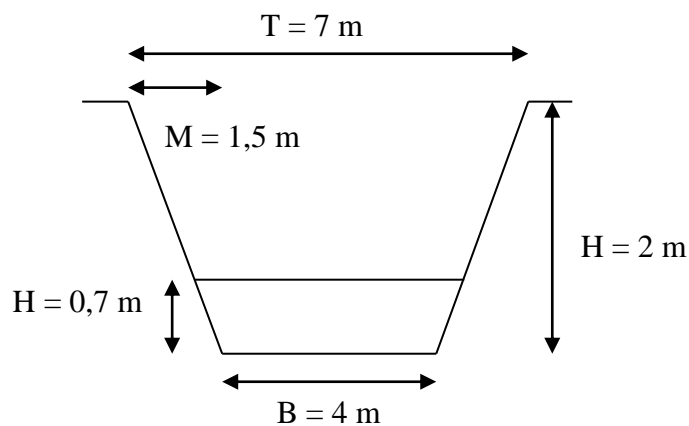
1. Perhitungan drainase primer Jl. Sering (Sp-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan dilapangan data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28: Data ukuran dan kondisi drainase primer Jl. Sering.

| No | Saluran Primer | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|----------------|----------------|------------|------------|------------|--------------------------|----------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Sering | 7 | 4 | 2 | 1,5 | 2685 | Pasangan Batu Disemen |

Bentuk dimensi penampang drainase primer dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16: Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Sering.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

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

$$A = (4 + 1,5 \cdot 0,7) \cdot 0,7$$

$$A = 3,535 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 4 + 2 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{1 + 1,5^2}$$

$$P = 6,524 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{(B+m.H)H}{B+2 H \sqrt{1+m^2}}$$

$$R = \frac{(4+1,5 \cdot 0,7) \cdot 0,7}{4+2 \cdot 0,7 \sqrt{1+1,5^2}}$$

$$R = 0,542 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,542^{\frac{2}{3}} \times 0,0019^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,159 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,158 \times 3,535$$

$$Q = 4,097 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q evaluasi tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29: Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran primer Jl. Sering.

| No | Nama Saluran | Q Tampungan Penampung | Q Rancangan Debit Banjir | | | Keterangan |
|----|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun | |
| 1 | Drainase Primer Jl. Sering | 4,097 m ³ /det | 2,582 m ³ /det | 2,645 m ³ /det | 2,678 m ³ /det | Aman untuk 2, 5, 10 tahun |

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

Untuk perhitungan Q tampungan penampang pada Sp-2 sampai Sp-6 dapat dilihat di dalam Tabel 4.30.

Tabel 4.30: Perhitungan Q tampungan penampang.

| No. | Jenis saluran | Luas permukaan (A) (m ²) | Keliling basah (P) (m) | Jari-jari hidraulis (R) (m) | Kecepatan (V) (m/det) | Debit (Q) (m ³ /det) |
|-----|---------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | Sp 1 | 5,535 | 6,524 | 0,542 | 1,159 | 4,097 |
| 2 | Sp2 | 3,724 | 6,841 | 0,544 | 1,162 | 4,329 |
| 3 | Sp 3 | 3,535 | 6,524 | 0,542 | 1,159 | 4,097 |
| 4 | Sp 4 | 3,535 | 6,524 | 0,542 | 1,159 | 4,097 |
| 5 | Sp 5 | 3,584 | 6,641 | 0,540 | 1,156 | 4,142 |
| 6 | Sp 6 | 3,535 | 6,524 | 0,542 | 1,159 | 4,097 |

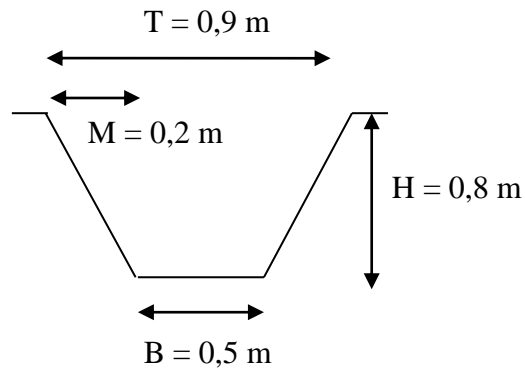
2. Perhitungan drainase sekunder sebelah kiri Jl. Perjuangan (Ss-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31: Data ukuran dan kondisi drainase sekunder sebelah kiri Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Sekunder | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan | 0,9 | 0,5 | 0,8 | 0,2 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |

Bentuk dimensi penampang drainase sekunder dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17: Dimensi penampang saluran drainase sekunder Jl. Perjuangan.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

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

$$A = (0,5 + 0,2 \cdot 0,8) 0,8$$

$$A = 0,528 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 0,5 + 2 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{1 + 0,2^2}$$

$$P = 2,132 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{(B+m \cdot H)H}{B+2H \sqrt{1+m^2}}$$

$$R = \frac{(0,5 + 0,2 \cdot 0,8) 0,8}{0,5 + 2 \cdot 0,8 \sqrt{1 + 0,2^2}}$$

$$R = 0,248 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,248^{\frac{2}{3}} \times 0,0019^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,687 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,687 \times 0,528$$

$$Q = 0,363 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q evaluasi tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32: Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran sekunder Jl. Perjuangan.

| No | Nama Saluran | Q Tampungan Penampung | Q Rancangan Debit Banjir | | | Keterangan |
|----|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun | |
| 1 | Drainase Sekunder Jl. Perjuangan | 0,363 m ³ /det | 1,069 m ³ /det | 1,098 m ³ /det | 1,112 m ³ /det | Tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun |

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

Untuk perhitungan Q tampungan penampang pada Ss-2 sampai Ss-4 dapat dilihat di dalam Tabel 4.33.

Tabel 4.33: Perhitungan Q tampungan penampang.

| No. | Jenis saluran | Luas permukaan (A) (m ²) | Keliling basah (P) (m) | Jari-jari hidraulis (R) (m) | Kecepatan (V) (m/det) | Debit (Q) (m ³ /det) |
|-----|---------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | Ss 1 | 0,528 | 2,132 | 0,248 | 0,687 | 0,363 |
| 2 | Ss 2 | 0,588 | 2,128 | 0,276 | 0,740 | 0,435 |
| 3 | Ss 3 | 0,432 | 1,824 | 0,237 | 0,667 | 0,288 |
| 4 | Ss 4 | 0,588 | 2,053 | 0,286 | 0,757 | 0,445 |

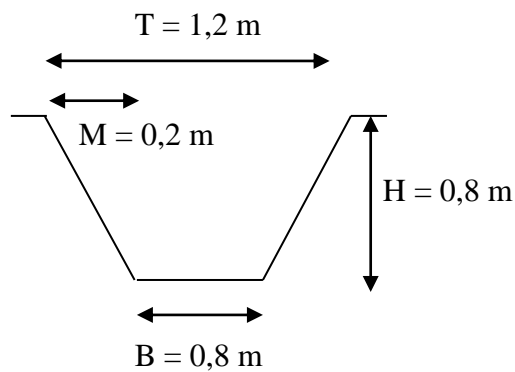
3. Perhitungan drainase sekunder sebelah kanan Jl. Perjuangan (Ss-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34: Data ukuran dan kondisi drainase sekunder sebelah kanan Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Sekunder | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan | 1,2 | 0,8 | 0,8 | 0,2 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |

Bentuk dimensi penampang drainase sekunder dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18: Dimensi penampang saluran drainase sekunder Jl. Perjuangan.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

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

$$A = (0,8 + 0,2 \cdot 0,8) 0,8$$

$$A = 0,768 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 0,8 + 2 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{1 + 0,2^2}$$

$$P = 2,432 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{(B+m.H)H}{B+2H\sqrt{1+m^2}}$$

$$R = \frac{(0,8 + 0,2 \cdot 0,8) 0,8}{0,8 + 2 \cdot 0,8 \sqrt{1+0,2^2}}$$

$$R = 0,316 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,316^{\frac{2}{3}} \times 0,0019^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,808 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,808 \times 0,768$$

$$Q = 0,621 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q evaluasi tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35: Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran sekunder Jl. Perjuangan.

| No | Nama Saluran | Q Tampungan Penampung | Q Rancangan Debit Banjir | | | Keterangan |
|----|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun | |
| 1 | Drainase Sekunder Jl. Perjuangan | 0,621 m ³ /det | 1,069 m ³ /det | 1,098 m ³ /det | 1,112 m ³ /det | Tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun |

Dari hasil perhitungan nilai Q kapasitas tampungan penampang drainase sekunder dengan perhitungan nilai Q rancangan debit banjir periode 2, 5, dan 10

tahun diketahui bahwa drainase sekunder sudah tidak mampu lagi menampung besarnya debit curah hujan.

Untuk perhitungan Q tampungan penampang pada Ss-2 sampai Ss-4 dapat dilihat di dalam Tabel 4.36.

Tabel 4.36: Perhitungan Q tampungan penampang.

| No. | Jenis saluran | Luas permukaan (A) (m ²) | Keliling basah (P) (m) | Jari-jari hidraulis (R) (m) | Kecepatan (V) (m/det) | Debit (Q) (m ³ /det) |
|-----|---------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | Ss 1 | 0,768 | 2,432 | 0,316 | 0,808 | 0,621 |
| 2 | Ss 2 | 0,448 | 1,928 | 0,232 | 0,659 | 0,295 |
| 3 | Ss 3 | 0,518 | 2,028 | 0,255 | 0,702 | 0,363 |
| 4 | Ss 4 | 0,567 | 2,062 | 0,275 | 0,737 | 0,418 |

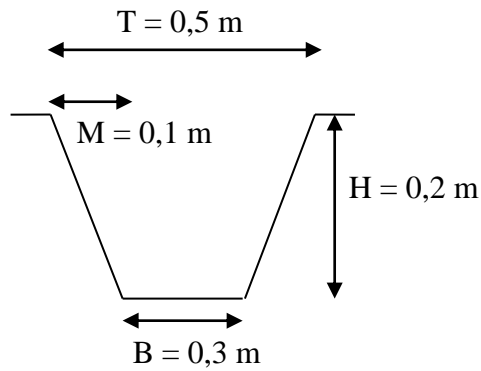
4. Perhitungan drainase tersier sebelah kiri Jl. Perjuangan (St-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan dilapangan data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37: Data ukuran dan kondisi drainase tersier sebelah kiri Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Tersier | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|-----------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan | 0,5 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 400 | Pasangan Batu Disemen |

Bentuk dimensi penampang drainase tersier dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19: Dimensi penampang saluran drainase tersier Jl. Perjuangan.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

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

$$A = (0,3 + 0,1 \cdot 0,2) 0,2$$

$$A = 0,064 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

$$P = 0,702 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{(B+m.H)H}{B+2H\sqrt{1+m^2}}$$

$$R = \frac{(0,3 + 0,1 \cdot 0,2) \cdot 0,2}{0,3 + 2 \cdot 0,2 \sqrt{1 + 0,1^2}}$$

$$R = 0,091 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,091^{\frac{2}{3}} \times 0,0019^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,353 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,353 \times 0,064$$

$$Q = 0,023 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q evaluasi tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38: Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran tersier Jl. Perjuangan.

| No | Nama Saluran | Q Tampungan Penampung | Q Rancangan Debit Banjir | | | Keterangan |
|----|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun | |
| 1 | Drainase Tersier Jl. Perjuangan | 0,023 m ³ /det | 0,305 m ³ /det | 0,314 m ³ /det | 0,318 m ³ /det | Tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun |

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

Untuk perhitungan Q tampungan penampang pada St-2 sampai St-4 dapat dilihat di dalam Tabel 4.39.

Tabel 4.39: Perhitungan Q tampungan penampang.

| No. | Jenis saluran | Luas permukaan (A) (m ²) | Keliling basah (P) (m) | Jari-jari hidraulis (R) (m) | Kecepatan (V) (m/det) | Debit (Q) (m ³ /det) |
|-----|---------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | St 1 | 0,064 | 0,702 | 0,091 | 0,353 | 0,023 |
| 2 | St 2 | 0,064 | 0,702 | 0,091 | 0,0353 | 0,023 |
| 3 | St 3 | 0,129 | 1,003 | 0,129 | 0,444 | 0,057 |
| 4 | St 4 | 0,129 | 1,003 | 0,129 | 0,444 | 0,057 |

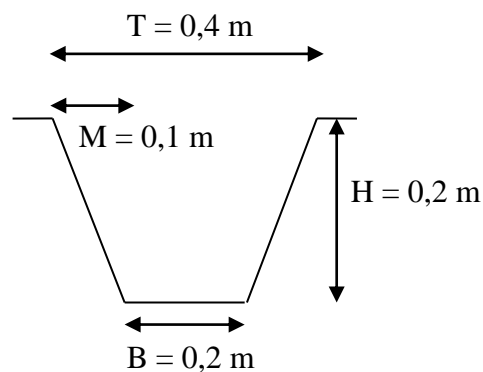
5. Perhitungan drainase tersier sebelah kanan Jl. Perjuangan (St-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan dilapangan data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40: Data ukuran dan kondisi drainase tersier sebelah kanan Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Tersier | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|-----------------|----------------|------------|------------|------------|--------------------------|----------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 400 | Pasangan Batu Disemen |

Bentuk dimensi penampang drainase tersier dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20: Dimensi penampang saluran drainase tersier Jl. Perjuangan.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

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

$$A = (0,2 + 0,1 \cdot 0,2) 0,2$$

$$A = 0,044 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

$$P = 0,602 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{(B+m.H)H}{B+2H\sqrt{1+m^2}}$$

$$R = \frac{(0,2 + 0,1 \cdot 0,2) \cdot 0,2}{0,2 + 2 \cdot 0,2 \sqrt{1+0,1^2}}$$

$$R = 0,073 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,073^{\frac{2}{3}} \times 0,0019^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,305 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,305 \times 0,044$$

$$Q = 0,013 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q evaluasi tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41: Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran tersier Jl. Perjuangan.

| No | Nama Saluran | Q Tampungan Penampung | Q Rancangan Debit Banjir | | | Keterangan |
|----|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun | |
| 1 | Drainase Tersier Jl. Perjuangan | 0,013 m ³ /det | 0,305 m ³ /det | 0,314 m ³ /det | 0,318 m ³ /det | Tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun |

Dari hasil perhitungan nilai Q kapasitas tampungan penampang drainase tersier dengan perhitungan nilai Q rancangan debit banjir periode 2, 5, dan 10

tahun diketahui bahwa drainase tersier sudah tidak mampu lagi menampung besarnya debit curah hujan.

Untuk perhitungan Q tampungan penampung pada St-2 sampai St-4 dapat dilihat di dalam Tabel 4.42.

Tabel 4.42: Perhitungan Q tampungan penampung.

| No. | Jenis saluran | Luas permukaan (A) (m ²) | Keliling basah (P) (m) | Jari-jari hidraulis (R) (m) | Kecepatan (V) (m/det) | Debit (Q) (m ³ /det) |
|-----|---------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | St 1 | 0,044 | 0,602 | 0,073 | 0,305 | 0,013 |
| 2 | St 2 | 0,044 | 0,602 | 0,073 | 0,305 | 0,013 |
| 3 | St 3 | 0,099 | 0,903 | 0,110 | 0,399 | 0,039 |
| 4 | St 4 | 0,099 | 0,903 | 0,110 | 0,399 | 0,039 |

4.9.3. Perhitungan Perencanaan Ulang Kapasitas Tampungan Penampung

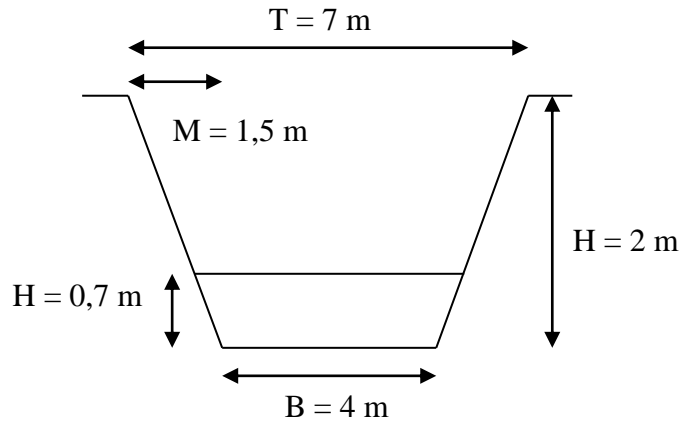
1. Perhitungan drainase primer Jl. Sering (Sp-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan dilapangan data-data yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43: Data ukuran dan kondisi drainase primer Jl. Sering.

| No | Saluran Primer | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|----------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Sering | 7 | 4 | 2 | 1,5 | 2685 | Pasangan Batu Disemen |

Bentuk dimensi penampung drainase primer dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21: Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Sering.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

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

$$A = (4 + 1,5 \cdot 0,7) \cdot 0,7$$

$$A = 3,535 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 4 + 2 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{1 + 1,5^2}$$

$$P = 6,524 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{(B+m.H)H}{B+2 H \sqrt{1+m^2}}$$

$$R = \frac{(4+1,5 \cdot 0,7) \cdot 0,7}{4+2 \cdot 0,7 \sqrt{1+1,5^2}}$$

$$R = 0,542 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning):

Koefisien pengaliran Manning untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,542^{\frac{2}{3}} \times 0,0019^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,159 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,158 \times 3,535$$

$$Q = 4,097 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q evaluasi tampungan penampang diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.44.

Tabel 4.44: Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran primer Jl. Sering.

| No | Nama Saluran | Q Tampungan Penampung | Q Rancangan Debit Banjir | | | Keterangan |
|----|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun | |
| 1 | Drainase Primer Jl. Sering | 4,097 m ³ /det | 2,582 m ³ /det | 2,645 m ³ /det | 2,678 m ³ /det | Aman untuk 2, 5, 10 tahun |

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

Untuk perhitungan Q tampungan penampang pada Sp-2 sampai Sp-6 dapat dilihat di dalam Tabel 4.45.

Tabel 4.45: Perhitungan Q tampungan penampang.

| No. | Jenis saluran | Luas permukaan (A) (m ²) | Keliling basah (P) (m) | Jari-jari hidraulis (R) (m) | Kecepatan (V) (m/det) | Debit (Q) (m ³ /det) |
|-----|---------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | Sp 1 | 5,535 | 6,524 | 0,542 | 1,159 | 4,097 |
| 2 | Sp2 | 3,724 | 6,841 | 0,544 | 1,162 | 4,329 |

Tabel 4.45: *Lanjutan.*

| No. | Jenis saluran | Luas permukaan (A) (m ²) | Keliling basah (P) (m) | Jari-jari hidraulis (R) (m) | Kecepatan (V) (m/det) | Debit (Q) (m ³ /det) |
|-----|---------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 3 | Sp 3 | 3,535 | 6,524 | 0,542 | 1,159 | 4,097 |
| 4 | Sp 4 | 3,535 | 6,524 | 0,542 | 1,159 | 4,097 |
| 5 | Sp 5 | 3,584 | 6,641 | 0,540 | 1,156 | 4,142 |
| 6 | Sp 6 | 3,535 | 6,524 | 0,542 | 1,159 | 4,097 |

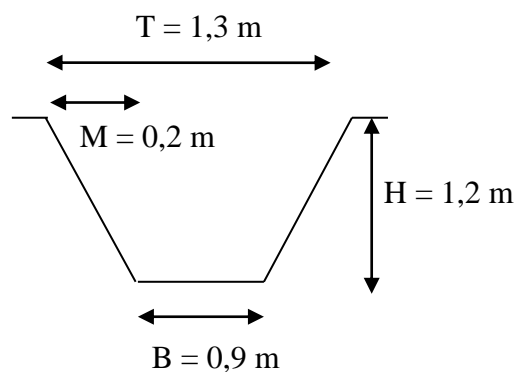
2. Perhitungan drainase sekunder sebelah kiri Jl. Perjuangan (Ss-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang akan direncanakan antara lain dapat dilihat pada Tabel 4.46.

Tabel 4.46: Data ukuran dan kondisi drainase sekunder sebelah kiri Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Sekunder | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan | 1,3 | 0,9 | 1,2 | 0,2 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |

Bentuk dimensi penampang drainase sekunder dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22: Dimensi penampang saluran drainase sekunder Jl. Perjuangan.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

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

$$A = (0,9 + 0,2 \cdot 1,2) 1,2$$

$$A = 1,368 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

$$P = 3,347 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{(B+m.H)H}{B+2 H \sqrt{1+m^2}}$$

$$R = \frac{(0,9 + 0,2 \cdot 1,2) 1,2}{0,9+2 \cdot 1,2 \sqrt{1+0,2^2}}$$

$$R = 0,409 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,409^{\frac{2}{3}} \times 0,0019^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,960 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,960 \times 1,368$$

$$Q = 1,313 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q evaluasi tampungan penampang diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.47.

Tabel 4.47: Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran sekunder Jl. Perjuangan.

| No | Nama Saluran | Q Tampungan Penampang | Q Rancangan Debit Banjir | | | Keterangan |
|----|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun | |
| 1 | Drainase Sekunder Jl. Perjuangan | 1,313 m ³ /det | 1,069 m ³ /det | 1,098 m ³ /det | 1,112 m ³ /det | Tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun |

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

Untuk perhitungan Q tampungan penampang pada Ss-2 sampai Ss-4 dapat dilihat di dalam Tabel 4.48.

Tabel 4.48: Perhitungan Q tampungan penampang.

| No. | Jenis saluran | Luas permukaan (A) (m ²) | Keliling basah (P) (m) | Jari-jari hidraulis (R) (m) | Kecepatan (V) (m/det) | Debit (Q) (m ³ /det) |
|-----|---------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | Ss 1 | 1,368 | 3,347 | 0,409 | 0,960 | 1,313 |
| 2 | Ss 2 | 1,452 | 3,344 | 0,434 | 1,000 | 1,452 |
| 3 | Ss 3 | 1,200 | 3,040 | 0,395 | 0,938 | 1,126 |
| 4 | Ss 4 | 1,300 | 3,088 | 0,421 | 0,979 | 1,273 |

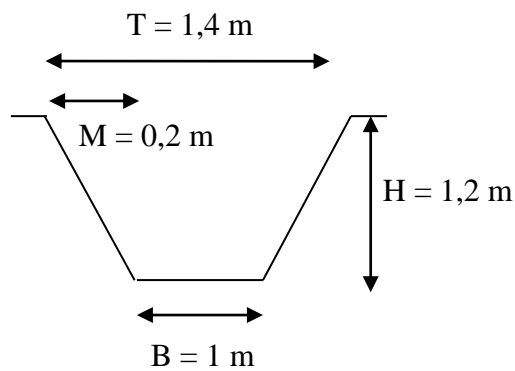
3. Perhitungan drainase sekunder sebelah kanan Jl. Perjuangan (Ss-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang akan direncanakan antara lain dapat dilihat pada Tabel 4.49.

Tabel 4.49: Data ukuran dan kondisi drainase sekunder sebelah kanan Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Sekunder | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|------------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan | 1,4 | 1 | 1,2 | 0,2 | 1330 | Pasangan Batu Disemen |

Bentuk dimensi penampang drainase sekunder dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23: Dimensi penampang saluran drainase sekunder Jl. Perjuangan.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

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

$$A = (1 + 0,2 \cdot 1,2) 1,2$$

$$A = 1,488 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

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

$$P = 3,447 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{(B+m.H)H}{B+2H\sqrt{1+m^2}}$$

$$R = \frac{(1+0,2 \cdot 1,2) 1,2}{1+2 \cdot 1,2 \sqrt{1+0,2^2}}$$

$$R = 0,432 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,432^{\frac{2}{3}} \times 0,0019^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,996 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,996 \times 1,488$$

$$Q = 1,482 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q evaluasi tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.50.

Tabel 4.50: Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran sekunder Jl. Perjuangan.

| No | Nama Saluran | Q Tampungan Penampung | Q Rancangan Debit Banjir | | | Keterangan |
|----|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun | |
| 1 | Drainase Sekunder Jl. Perjuangan | 1,482 m ³ /det | 1,069 m ³ /det | 1,098 m ³ /det | 1,112 m ³ /det | Tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun |

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

Untuk perhitungan Q tampungan penampang pada Ss-2 sampai Ss-4 dapat dilihat di dalam Tabel 4.51.

Tabel 4.51: Perhitungan Q tampungan penampang.

| No. | Jenis saluran | Luas permukaan (A) (m ²) | Keliling basah (P) (m) | Jari-jari hidraulis (R) (m) | Kecepatan (V) (m/det) | Debit (Q) (m ³ /det) |
|-----|---------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | Ss 1 | 1,488 | 3,447 | 0,432 | 0,996 | 1,482 |
| 2 | Ss 2 | 1,232 | 3,144 | 0,392 | 0,934 | 1,150 |
| 3 | Ss 3 | 1,342 | 3,244 | 0,414 | 0,968 | 1,299 |
| 4 | Ss 4 | 1,463 | 3,297 | 0,444 | 1,014 | 1,484 |

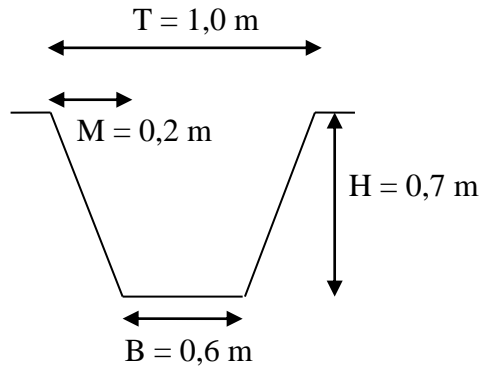
4. Perhitungan drainase tersier sebelah kiri Jl. Perjuangan (St-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan dilapangan data-data yang akan direncanakan antara lain dapat dilihat pada Tabel 4.52.

Tabel 4.52: Data ukuran dan kondisi drainase tersier sebelah kiri Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Tersier | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|-----------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan | 1 | 0,6 | 0,7 | 0,2 | 400 | Pasangan Batu Disemen |

Bentuk dimensi penampang drainase tersier dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24: Dimensi penampang saluran drainase tersier Jl. Perjuangan.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

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

$$A = (0,6 + 0,2 \cdot 0,7) \cdot 0,7$$

$$A = 0,518 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 0,6 + 2 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{1 + 0,2^2}$$

$$P = 2,028 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{(B+m \cdot H)H}{B+2H \sqrt{1+m^2}}$$

$$R = \frac{(0,6 + 0,2 \cdot 0,7) \cdot 0,7}{0,6 + 2 \cdot 0,7 \sqrt{1+0,2^2}}$$

$$R = 0,255 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,255^{\frac{2}{3}} \times 0,0019^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,702 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,702 \times 0,518$$

$$Q = 0,363 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q evaluasi tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.53.

Tabel 4.53: Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran tersier Jl. Perjuangan.

| No | Nama Saluran | Q Tampungan Penampung | Q Rancangan Debit Banjir | | | Keterangan |
|----|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun | |
| 1 | Drainase Tersier Jl. Perjuangan | 0,363 m ³ /det | 0,305 m ³ /det | 0,314 m ³ /det | 0,318 m ³ /det | Tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun |

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

Untuk perhitungan Q tampungan penampang pada St-2 sampai St-4 dapat dilihat di dalam Tabel 4.54.

Tabel 4.54: Perhitungan Q tampungan penampang.

| No. | Jenis saluran | Luas permukaan (A) (m ²) | Keliling basah (P) (m) | Jari-jari hidraulis (R) (m) | Kecepatan (V) (m/det) | Debit (Q) (m ³ /det) |
|-----|---------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | St 1 | 0,518 | 2,028 | 0,255 | 0,702 | 0,363 |
| 2 | St 2 | 0,518 | 2,028 | 0,255 | 0,702 | 0,363 |
| 3 | St 3 | 0,492 | 1,924 | 0,256 | 0,702 | 0,345 |
| 4 | St 4 | 0,492 | 1,924 | 0,256 | 0,702 | 0,345 |

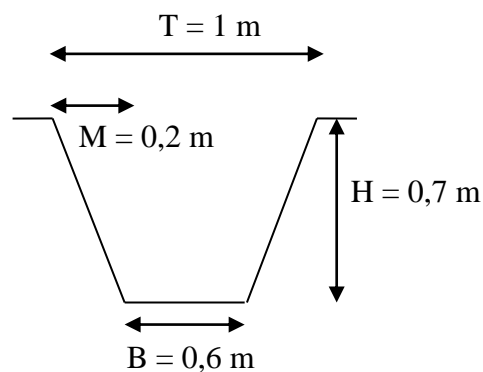
5. Perhitungan drainase tersier sebelah kanan Jl. Perjuangan (St-1)

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan dilapangan data-data yang akan direncanakan antara lain dapat dilihat pada Tabel 4.55.

Tabel 4.55: Data ukuran dan kondisi drainase tersier sebelah kanan Jl. Perjuangan.

| No | Saluran Tersier | Ukuran Saluran | | | | Panjang Saluran Meter | Kondisi Eksisting Meter |
|----|-----------------|----------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------------------|
| | | T Meter | B Meter | H Meter | M Meter | | |
| 1 | Jl. Perjuangan | 1 | 0,6 | 0,7 | 0,2 | 400 | Pasangan Batu Disemen |

Bentuk dimensi penampang drainase tersier dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25: Dimensi penampang saluran drainase tersier Jl. Perjuangan.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

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

$$A = (0,6 + 0,2 \cdot 0,7) 0,7$$

$$A = 0,518 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

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

$$P = 0,6 + 2 \cdot 0,7 \cdot \sqrt{1 + 0,2^2}$$

$$P = 2,028 \text{ m}$$

Jari-jari Hidraulis (R):

$$R = \frac{(B+m.H)H}{B+2H\sqrt{1+m^2}}$$

$$R = \frac{(0,6 + 0,2 \cdot 0,7) \cdot 0,7}{0,6 + 2 \cdot 0,7 \sqrt{1+0,2^2}}$$

$$R = 0,255 \text{ m}$$

Kecepatan (*Manning*):

Koefisien pengaliran *Manning* untuk kondisi saluran batu pecah disemen = 0,025

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,255^{\frac{2}{3}} \times 0,0019^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0,702 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,702 \times 0,518$$

$$Q = 0,363 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q evaluasi tampungan penampung diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Tabel 4.56.

Tabel 4.56: Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran tersier Jl. Perjuangan.

| No | Nama Saluran | Q Tampungan Penampung | Q Rancangan Debit Banjir | | | Keterangan |
|----|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| | | | 2 Tahun | 5 Tahun | 10 Tahun | |
| 1 | Drainase Tersier Jl. Perjuangan | 0,363 m ³ /det | 0,305 m ³ /det | 0,314 m ³ /det | 0,318 m ³ /det | Tidak aman untuk 2, 5, 10 tahun |

Dari hasil perhitungan nilai Q kapasitas tampungan penampang drainase tersier dengan perhitungan nilai Q rancangan debit banjir periode 2, 5, dan 10

tahun diketahui bahwa drainase tersier sudah mampu untuk menampung besarnya debit curah hujan.

Untuk perhitungan Q tampungan penampang pada St-2 sampai St-4 dapat dilihat di dalam Tabel 4.57.

Tabel 4.57: Perhitungan Q tampungan penampang.

| No. | Jenis saluran | Luas permukaan (A) (m ²) | Keliling basah (P) (m) | Jari-jari hidraulis (R) (m) | Kecepatan (V) (m/det) | Debit (Q) (m ³ /det) |
|-----|---------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | St 1 | 0,518 | 2,028 | 0,255 | 0,702 | 0,363 |
| 2 | St 2 | 0,518 | 2,028 | 0,255 | 0,702 | 0,363 |
| 3 | St 3 | 0,492 | 1,924 | 0,256 | 0,702 | 0,345 |
| 4 | St 4 | 0,492 | 1,924 | 0,256 | 0,702 | 0,345 |

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada bab ini akan dijelaskan uraian dan rangkuman berdasarkan data-data yang dikumpulkan serta hasil pengamatan langsung dilapangan, baik perhitungan secara teknis maupun program, maka penyusun dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dari analisa yang dilakukan, dihasilkan data-data yang sesuai dengan ketentuan dalam melakukan pemilihan distribusi.
 - Adapun distribusi yang dapat digunakan adalah distribusi *Log Pearson Type III* dengan ketentuan $C_s \neq$ yang sesuai dengan data-data yang didapat untuk distribusi *Log Pearson Type III* yaitu $C_s = 0,025$.
 - Agar pemilihan sebaran tersebut dapat lebih akurat dan dapat diterima perlu diadakan uji keselarasan distribusi, dengan memilih uji *Smirnov-Kolmogorov* sebagai hasil yang dapat diterima dengan perbandingan $\Delta_{maks} 0,201 < 0,41$.
2. Dengan menggunakan didtribusi *Log Pearson Type III*, diperoleh intensitas curah hujan rencana maksimum pada periode ulang 10 tahun untuk drainase primer adalah 22,538 mm/jam, drainase sekunder adalah 32,386 mm/jam dan untuk drainase tersier adalah 60,147 mm/jam yang disebabkan intensitas curah hujan yang tinggi.
3. Dari hasil perhitungan debit banjir didapat:
 - Debit banjir rencana (Q) periode 10 tahun untuk drainase primer adalah 2,678 m³/det dan waktu konsentrasi (tc) adalah 1,584 jam.
 - Debit banjir rencana (Q) periode 10 tahun untuk drainase sekunder adalah 1,112 m³/det dan waktu konsentrasi (tc) 0,922 jam.
 - Debit banjir rencana (Q) periode 10 tahun untuk drainase tersier adalah 0,318 m³/det dan waktu konsentrasi (tc) 0,366 jam.

4. Dari hasil perhitungan dimensi saluran eksisting drainase primer masih mampu untuk menampung besarnya debit banjir rencana pada daerah penelitian, sedangkan untuk drainase sekunder dan tersier sudah tidak mampu lagi untuk menampung besarnya debit banjir rencana pada daerah penelitian.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukannya analisa lanjutan yang lebih spesifik sehingga didapat data-data yang lebih akurat sebagai dasar dalam menangani masalah-masalah yang terjadi pada drainase primer, sekunder dan tersier pada kawasan Kecamatan Medan Tembung Kota Medan.
2. Dari evaluasi dilapangan terdapat drainase yang tidak berfungsi dengan normal, sehingga perlu dilakukannya:
 - Pemulihan penampang drainase sekunder dari titik Ss-1 jarak 333 meter sampai titik Ss-4 jarak 1330 meter.
 - Pemulihan penampang drainase tersier dari titik St-1 jarak 100 meter sampai titik St-4 jarak 400 meter.
3. Perlu dilakukannya pengerukan dan pembersihan dari sampah yang membuat drainase tidak berfungsi dengan normal, kemudian sampah yang didapat dari hasil pengerukan dibuang pada tempatnya agar tidak kembali menyumbat saluran drainase.
4. Membangun dimensi penampang drainase yang sesuai dengan kapasitas debit banjir rencana di seluruh titik-titik rawan banjir.
5. Menjaga dan memelihara saluran drainase yang ada agar tidak mengalami pelimpahan air atau banjir dengan cara merawat saluran drainase dari sedimentasi yang berlebihan.

DAFTAR PUSTAKA

- BNKT (1990) *Petunjuk drainase permukaan jalan*.
- Dirjen Bina Marga (1986) *Petunjuk desain drainase permukaan jalan*.
- Departemen Permukiman dan Prasarana wilayah (1995) *Urban drainase guidilines and technical standarts*.
- Hisbulloh (1995) *Hidrologi untuk pengairan*, Jakarta: Pradnya Paramita.
- ISBN 979-8382-49-8. (1994) *Standar perencanaan irigasi, kriteria perencanaan bagian perencanaan jaringan irigasi*, Bandung: CV. Galang Persada.
- JR dan Paulhus. (1986) *Mengenal dasar-dasar hidrologi*, Bandung : Nova
- Montarcih (2009) *Hidrologi teknik sumber dayaa air jilid 1*, Malang: Citra.
- Subarkah, I. (1980) *Hidrologi untuk perencanaan bangunan air*, Jakarta: Idea Dharma.
- Suripin (2004) *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*, Jakarta: Andi.
- Soewarno (1995) *Hidrologi aplikasi metode statistik jilid 1 dan 2*, Bandung: Nova.
- Sukarto (1999) *Drainase perkotaan*, Jakarta: Mediatama Saptakarya.
- Triadmodjo, B. (2009) *Hidrologi terapan*, Yogyakarta: Beta Offset.
- Wesli (2008) *Drainase perkotaan*, Yogyakarta: Graha Ilmu.S

LAMPIRAN



Kondisi drainase primer pada STO-3 jarak 402 meter.



Kondisi drainase sekunder pada STO-11 jarak 1330 meter.



Kondisi drainase tersier pada STO-3 jarak 275 meter.



Foto Lokasi Banjir Di Jl. Perjuangan.



Foto Lokasi Banjir Di Jl. Perjuangan.



Foto Lokasi Banjir Di Jl. Perjuangan.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Harjumawan
Panggilan : Harju
Tempat, Tanggal Lahir : Kwala Bingai, 09 Juni 1995
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat Sekarang : Lingk. VIII Dendang Tirta Kec. Stabat, Kab. Langkat
Nomor KTP : 1205070906950004
Alamat KTP : Lingk. VIII Dendang Tirta Kec. Stabat, Kab. Langkat
No. HP/Telp Seluler : 085359678189
E-mail : harjuftsipil13@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

| No | Tingkat Pendidikan | Nama dan Tempat | Tahun Kelulusan |
|----|--|----------------------------|-----------------|
| 1 | Sekolah Dasar | SD Negeri 050657 Stabat | 2007 |
| 2 | SMP | SMP Swasta HANGTUAH Stabat | 2010 |
| 3 | SMA | SMK Negeri 1 Stabat | 2013 |
| 4 | Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2013 sampai selesai. | | |