

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Banjir adalah aliran air yang tingginya melebihi muka air normal, sehinggamelimpas dari sungai atau saluran menyebabkan adanya genangan padalahan di sisi sungai atau saluran. Aliran air limpasan tersebut semakinmeninggi, melimpasi permukaan tanah yang biasanya tidak dilewati air (Bakornas PB: 2007). Ada 2 jenis peristiwa banjir, pertama peristiwabanjir/genangan di daerah yang biasanya tidak terjadi banjir kedua banjir yang terjadi akibat saluran atau sungai tidak mampu mengalirkan debit yang ada. Maka, manusia membuat sebuah sistem jaringan yang disebut Jaringan drainase untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Menurut Suripin (2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras atau membuang air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai rangkaian bangunan air dari suatu kawasan atau lahan. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang melimpas pada suatu daerah, serta penanggulangan akibat yang ditimbulkan kelebihan air tersebut (Suhardjono 1948:). Namun kenyataannya banyak jaringan drainase yang kinerjanya bisa dinilai buruk dan keluar dari fungsi sebenarnya. Tingginya tingkat pembangunan diperkotaan membuat pembangunan dan perawatan drainase dipandang sebelah mata.

Drainase seakan dibangun dan dirawat seadanya menjadikan kontruksi jaringan drainase seakan-akan menjadi konstruksi yang tak perlu perhatian khusus. Kenyataannya drainase adalah aspek penting dalam pembangunan yang berkelanjutan dan kelihatannya sederhana namun bila drainase tidak didesain dan direncanakan dengan baik maka banyak hal berdampak ketika kinerja drainase tidak maksimal seperti halnya banjir yang akan merambat ke berbagai aspek-aspek seperti ekonomi, kesehatan, transportasi, pendidikan dan lainnya. Sehingga drainase seharusnya tidak lagi menjadi bangunan sekunder dalam perkembangan sebuah tata wilayah

namun lebih dari itu harus didesain dan direncanakan dengan baik dan matang agar apapun yang dihasilkan maksimal. Sistem penanggulangan banjir pun tidak serta-merata hanya drainase namun banyak bangunan-bangunan pelengkap yang dapat membantu kinerja drainase untuk mengatasi limpasan air yang mengalir permukaan akibat rusaknya peresapan di tanah. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no.12 Tahun 2014 pasal 1 menyebutkan berbagai sarana-prasarana perlengkapan drainase. Hal ini menegaskan bahwa dalam penanggulangan banjir dan perencanaan sebuah tata wilayah dibutuhkan sebuah sistem jaringan drainase dan sistem penanggulangan banjir yang terintegrasi dengan baik antar satu dan lainnya.

1.2 Identifikasi Masalah

Pada penelitian ini masalah yang muncul adalah kondisi drainase pada lingkungan kampus Universitas HKBP Nommensen Medan. Universitas HKBP Nommensen Medan merupakan sebuah perguruan tinggi swasta yang berada di Provinsi Sumatera Utara. Dan tepatnya pada tahun 2017 silam Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN-PT) telah meyeleksi kampus Universitas HKBP Nommensen Medan dan mendapat jurusan jurusan yang akreditasinya menjadi baik. Namun Perkembangan kawasan Universitas HKBP Nommensen Medan khususnya di daerah Fakultas Teknik sampai gedung Birorektor tidak dibarengi dengan sistem drainase yang tidak memadai, sehingga pada saat musim penghujan mengakibatkan genangan-genangan di beberapa titik dan terparah adalah genangan di seberang Parkir sepeda motor dan sibelah gedung Fakultas Teknik yang cukup tinggi. Oleh karena itu, dengan permasalahan tersebut perlu sebuah tindakan untuk mengatasi buruknya kinerja drainase di daerah tersebut. Salah satunya adalah redesain sistem drainase, sebagai bangunan pelengkap sistem penanggulangan banjir yang terintegrasi baik.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- 1.3.1. Bagaimana arah aliran drainase eksisting di daerah Universitas HKBP Nommenssen Medan?
- 1.3.2. Bagaimana desain kapasitas drainase eksisting di daerah Universitas HKBP Nommenssen Medan?
- 1.3.3. Bagaimana besar luapan air yang terjadi saat pada saat banjir ?
- 1.3.4. Bagaimana desain saluran dengan debit rencana ?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1.4.1. Mengetahui arah aliran drainase eksisting di Universitas HKBP Nommenssen Medan
- 1.4.2. Mengetahui kapasitas drainase eksisting di lingkungan Universitas HKBP Nommenssen Medan
- 1.4.3. Mengetahui besar luapan air yang terjadi pada saat banjir.
- 1.4.4. Mendesain saluran drainase sesuai dengan debit rencana.

1.5 Batasan Masalah

- 1.5.1. Saluran yang dianalisis adalah saluran di daerah Universitas HKBP Nommenssen Medan.
- 1.5.2. Desain penampang drainase yang dianalisis sesuai tata kaidah perhitungan hidrologi dan hidrolika yang berlaku.
- 1.5.3. Debit banjir rencana kala ulang 10 tahun.

1.6 Manfaat Penelitian

- 1.6.1. Sebagai bahan evaluasi sistem drainase di Lingkungan Universitas HKBP Nommenssen Medan.
- 1.6.2. Memberikan desain penampang drainase yang baru kepada civitas akademik Universitas HKBP Nommenssen Medan agar menjadi masukan dan pertimbangan yang bisa langsung

dikerjakan yang berkesinambungan dengan Masterplan Universitas HKBP Nommensen Medan.

- 1.6.3. Memberikan masukan dalam pemanfaatan limpasan air berdasarkan best management practice (BMP).
- 1.6.4. Menjadi bahan pembelajaran dan referensi untuk penelitian selanjutnya terutama dalam bidang perencanaan drainase perkotaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Infrastruktur air perkotaan meliputi tiga sistem yaitu sistem air bersih (*urban water supply*), sistem sanitasi (*waste water*) dan sistem drainase air hujan (*storm water system*). Ketiga sistem tersebut saling terkait, sehingga idealnya dikelola secara integrasi. Hal ini sangat penting untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya dan fasilitas, menghindari ketumpang-tindihan tugas dan tanggung jawab, serta keberlanjutan pemanfaatan sumber daya air.

Sistem air bersih meliputi pengadaan (*acquisition*), pengolahan (*treatment*), dan pengiriman/pendistribusian (*delivery*) air bersih ke pelanggan baik domestik, komersil, industri, maupun sosial. Sistem sanitasi dimulai dari titik keluarnya sistem air bersih. Sistem pengumpul mengambil air buangan domestik, komersil, industri dan kebutuhan umum. Ada dua istilah yang banyak dipakai untuk mendiskripsikan sistem air buangan (*waste water system*) yaitu, “*wastewater*” dan “*sewage*”. Secara umum sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004).

2.2. Dasar-Dasar Kriteria Perencanaan Drainase

Tujuan perencanaan ini adalah untuk mengalirkan genangan air sesaat yang terjadi pada musim hujan serta dapat mengalirkan air kotor hasil buangan dari rumah tangga. Kelebihan air atau genangan air sesaat terjadi karena keseimbangan air pada daerah tertentu terganggu. Disebabkan oleh air yang masuk dalam daerah tertentu lebih besar dari air keluar.

Kriteria dalam perencanaan dan perancangan drainase perkotaan yang umum (Suripin, 2004) yaitu :

1. Perencanaan drainase haruslah sedemikian rupa sehingga fungsi fasilitas drainase sebagai penampung, pembagi dan pembuang air dapat sepenuhnya berdaya guna dan berhasil guna.
2. Pemilihan dimensi drainase harus diperkirakan keamanan dan keekonomisannya.
3. Perencanaan drainase haruslah mempertimbangkan pula segi kemudahan dan nilai ekonomis dari pemeliharaan sistem drainase.

2.3. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (Suripin, 2004). Fenomena hidrologi sebagai mana telah dijelaskan di bagian sebelumnya adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi. Fenomena hidrologi seperti besarnya curah hujan, temperature, penguapan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air, akan selalu berubah menurut waktu. Untuk suatu tujuan tertentu data-data hidrologi dapat dikumpulkan, dihitung, disajikan, dan ditafsirkan dalam beberapa prosedur tertentu.

2.3.1. Data Curah Hujan

Data curah hujan merupakan data berupa jumlah besaran hujan dalam satuan tinggi (mm) yang jatuh ke permukaan tanah yang terakumulatif dalam periode waktu tertentu.

2.3.2. Data Hujan Yang Hilang

Data yang ideal adalah data yang untuk dan sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Tetapi dalam praktek sangat sering dijumpai data yang tidak lengkap (*incomplete record*) hal ini dapat disebabkan beberapa hal, antara lain yaitu kerusakan alat, kelalaian petugas, penggantian alat, bencana (pengrusakan) dan sebagainya. Keadaan tersebut menyebabkan pada bagian– bagian tertentu dari data runtut waktu terdapat data yang kosong (*missing record*). Dalam memperkirakan besarnya data yang hilang, harus diperhatikan pula

pola penyebaran hujan pada stasiun yang bersangkutan maupun stasiun-stasiun sekitarnya.

Keadaan data hujan hilang ini untuk kepentingan tertentu dapat mengganggu. Misalnya pada suatu saat terjadi banjir, sedangkan data hujan pada satu atau beberapa stasiun pada saat yang bersamaan tidak tersedia (karena berbagai sebab). Keadaan demikian tidak terasa merugikan bila data tersebut tidak tercatat pada saat yang dipandang tidak penting. Menurut Soewarno (2000) dalam bukunya “Hidrologi Operasional Jilid Kesatu”, analisis hidrologi memang tidak selalu diperlukan pengisian data yang kosong atau hilang. Misal terdapat data kosong pada musim kemarau sedang analisis data hidrologi tersebut menghitung debit banjir musim penghujan maka dipandang tidak perlu melengkapi data pada periode kosong musim kemarau tersebut, tetapi bila untuk analisis kekeringan maka data kosong pada musim kemarau tersebut harus diusahakan untuk melengkapi. Data hujan yang hilang dapat diestimasi apabila di sekitarnya ada stasiun penakar hujan (minimal 2 stasiun) yang lengkap datanya atau stasiun penakar yang datanya hilang diketahui hujan rata-rata tahunannya. (Montarcih, 2010) Menghadapi keadaan ini, terdapat dua langkah yang dapat dilakukan yaitu :

1. Membiarkan saja data yang hilang tersebut, karena dengan cara apapun data tersebut tidak akan diketahui dengan tepat.
2. Bila dipertimbangkan bahwa data tersebut mutlak diperlukan maka perkiraan data tersebut dapat dilakukan dengan cara-cara yang dikenal.

Beberapa metode yang dapat digunakan menurut buku “Mengenal Dasar– Dasar Hidrologi” halaman 190-191 oleh Ir. Joyce Martha dan Ir. Wanny Adidarma, Dipl. HE. yaitu *Normal Ratio Method*, cara “*Inversed Square Distance*” dan cara rata–rata aljabar. Sedangkan menurut Soewarno dalam bukunya “Hidrologi Operasional Jilid Kesatu” halaman 202, ada 3 metode yang digunakan untuk memperkirakan data hujan periode kosong

diantaranya rata-rata aritmatik (*arithmatical average*), perbandingan normal (*normal ratio*), dan kantor Cuaca Nasional Amerika Serikat (*US.National Weather service*).

Ada kesamaan metode perhitungan dari buku “Hidrologi Operasional Jilid Kesatu” dengan buku “Mengenal Dasar-dasar Hidrologi”, yaitu Metode rata-rata aritmatik dengan rata-rata aljabar, dan *Normal Ratio Method* dengan perbandingan normal (*normal ratio*) yang terdapat di buku Soewarno.

2.3.2.1. Normal Ratio Method

Linsley, Kohler dan Paulhus (1958) menyarankan satu metode yang disebut “*Normal Ratio Method*”, syaratnya adalah perbedaan curah hujan normal tahunan dari pos X yang hilang datanya dengan pos sekelilingnya > 10% sebagai berikut

$$D_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \frac{A_{n_x}}{A_{n_i}} \quad (1)$$

dengan, D_x = Data tinggi hujan harian maksimum di stasiun x
 n = Jumlah stasiun di sekitar x untuk mencari data d_x
 d_i = Data tinggi hujan harian maksimum di stasiun i
 A_{n_x} = Tinggi hujan rata-rata tahunan di stasiun x
 A_{n_i} = Tinggi hujan rata-rata tahunan di stasiun sekitar x

2.3.2.2. Cara “Inversed Square Distance”

Persamaan yang digunakan dalam cara “*Inversed Square Distance*” adalah :

$$P_x = \frac{\frac{1}{(d_xA)^2} P_A + \frac{1}{(d_xB)^2} P_B + \frac{1}{(d_xC)^2} P_C}{\frac{1}{(d_xA)^2} + \frac{1}{(d_xB)^2} + \frac{1}{(d_xC)^2}} \quad (2)$$

dengan : P_x = Tinggi hujan yang dipertanyakan
 P_A, P_B, P_C =Tinggi hujan pada stasiun disekitarnya
 d_{xA}, d_{xB}, d_{xC} = Jarak stasiun X terhadap masing masing stasiun A,B,C

2.3.2.3. Rata-rata Aljabar

Syaratnya adalah perbedaan curah hujan normal tahunan dari pos X yang hilang datanya dengan pos sekelilingnya > 10% sebagai berikut :

$$H_x = \frac{1}{n} (H_a + H_b + H_c + \dots + H_n) \quad (3)$$

dimana : H_x = Curah Hujan yang hilang
 H_a, H_b, H_c = Curah hujan bulanan di pos A, B dan C
 H_n = Curah hujan bulanan di pos ke-n

2.3.3. Data Hujan DAS (Daerah Aliran Sungai)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah air yang mengalir pada suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi dimana air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh dan terkumpul dalam sistem tersebut. Air pada DAS merupakan aliran air yang mengalami siklus hidrologi secara alamiah.

2.3.3.1. Rata-Rata Aljabar

Dengan menggunakan metode Aritmatik, curah hujan rata-rata DAS dapat ditentukan dengan menjumlahkan curah hujan dari semua tempat pengukuran untuk suatu periode tertentu dan membaginya dengan banyaknya stasiun pengukuran. Metode ini dapat dipakai pada daerah datar dengan jumlah stasiun hujan relatif banyak, dengan anggapan bahwa di DAS tersebut sifat hujannya adalah merata (uniform) Secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$Dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (4)$$

dengan: p = curah hujan rata-rata,
 p_1, p_2, \dots, p_n = curah hujan pada setiap stasiun,
 n = banyaknya stasiun curah hujan.

Metode ini sangat sederhana dan mudah diterapkan, akan tetapi kurang memberikan hasil yang teliti mengingat

tinggi curah hujan yang sesungguhnya tidak mungkin benar-benar merata pada seluruh DAS. Utamanya di wilayah tropis termasuk Indonesia, sifat distribusi hujan mmenurut ruang sangat bervariasi, sehingga untuk suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) yang relatif besar, metode Aritmatik tidak cocok untuk digunakan.

2.3.3.2. Metode Polygon Thiessen

Dalam metode poligon thiessen, curah hujan rata-rata didapatkan dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian setiap stasiun penakar hujan akan terletak pada suatu wilayah poligin tertutup luas tertentu. Cara ini dipandang lebih baik dari cara rerata aljabar (Arimatik), Yaitu dengan memasukkan faktor luas areal yang diwakili oleh setiap stasiun hujan. Jumlah perkalian antara tiap-tiap luas poigon dengan besar curah hujan di stasiun dalam poligon tersebut dibagi dengan luas daerah seluruh DAS akan menghasilkan nnilai curah hujan rata-rata DAS. Prosedur hitungan dari metode ini dilukiskan pada persamaan-persamaan berikut:

$$p = \frac{A_1.p_1 + A_2.p_2 + \dots + A_n.p_n}{A_{total}} \quad (6)$$

dengan: p = curah hujan rata-rata,
 p_1, p_2, \dots, p_n = curah hujan pada setiap stasiun,
 A_1, A_2, \dots, A_n = luas yang dibatasi tiap poligon atau luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, ..., n.

Nilai perbandingan antara luas poligon yang mewakili setiap stasiun terhadap luas total Daerah Aliran Sungai (DAS) tersebut disebut sebagai faktor bobot Thiessen untuk stasiun tersebut. Dengan demikian cara ini dipandang lebih baik dari cara rerata aljabar karena telah memperhitungkan pengaruh letak penyebaran stasiun penakar hujan. Metode ini cocok

untuk menentukan hujan rata-rata dimana lokasi hujan tidak banyak dan tidak merata.

2.3.3.3. Metode Isohyet

Metode ini menggunakan pembagian DAS dengan garis-garis yang menghubungkan tempat-tempat dengan curah hujan yang sama besar (isohyet). Curah hujan rata-rata di daerah aliran sungai didapatkan dengan menjumlahkan perkalian antara curah hujan rata-rata di antara garis-garis isohyet dengan luas daerah yang dibatasi oleh garis batas DAS dan dua garis isohyet, kemudian dibagi dengan luas seluruh DAS. Cara ini mempunyai kelemahan yaitu apabila dikerjakan secara manual, dimana setiap kali harus menggambarkan garis isohyet yang tentunya hasilnya sangat tergantung pada masing-masing pembuat garis. Unsur subyektivitas ini dapat dihindarkan dengan penggunaan perangkat lunak komputer yang dapat menghasilkan gambar garis isohyet berdasarkan sistem intrpolasi grid, sehingga hasilnya akan sama untuk setiap input data di masing-masing stasiun hujan.

Ilustrasi hitungan hujan rerata DAD dengan menggunakan metode isohyet dapat kita lihat pada Contoh Soal dan Penyelesaian. Persamaan dalam hitungan hujan rata-rata dengan metode isohyet dapat kita rumuskan seperti berikut:

$$\bar{p} = \left(\frac{A_1}{A_{total}} x \frac{(p_1+p_2)}{2} \right) + \left(\frac{A_2}{A_{total}} x \frac{(p_2+p_3)}{2} \right) \dots + \left(\frac{A_n}{A_{total}} x \frac{(p_n+p_{n+1})}{2} \right)$$

dengan: p = curah hujan rata-rata,

p₁, p₂, ..., p_n = besaran curah hujan yang sama pada setiap garis isohyet,

A_t = luas total DAS (A₁+A₂+...+A_n)

Dalam praktek pemakaian hitungan hujan DAS tersebut, banyak digunakan cara kedua atau metode Poligon Thiessen karena dipandang lebih praktis dengan hasil yang cukup baik.

2.3.4. Uji Konsistensi Data Hujan

Menurut Soewarno dalam bukunya “Hidrologi Operasional Jilid Kesatu”, data hujan yang diperlukan untuk analisis disarankan minimal 30 tahun data runtut waktu. Data itu harus tidak mengandung kesalahan dan harus dicek sebelum digunakan untuk analisis hidrologi lebih lanjut. Agar tidak mengandung kesalahan (*error*) dan harus tidak mengandung data kosong (*missing record*). Oleh karena itu harus dilakukan pengecekan kualitas data (*data quality control*). Beberapa kesalahan yang mungkin terjadi dapat disebabkan oleh faktor manusia, alat dan faktor lokasi. Bila terjadi kesalahan maka data itu dapat disebut tidak konsisten (*inconsistency*). Uji konsistensi (*consistency test*) berarti menguji kebenaran data.

Data hujan disebut konsisten (*consistent*) berarti data yang terukur dan dihitung adalah teliti dan benar serata sesuai dengan fenomena saat hujan itu terjadi. Dua cara untuk menguji konsistensi data hujan dengan menggunakan analisis kurva masa ganda (*double mass curve analysis*) dan *RAPS* (*Rescaled Adjusted Partical Sums*). Pengujian tersebut dapat diketahui apakah terjadi perubahan lingkungan atau perubahan cara menakar. Jika hasil uji menyatakan data hujan di suatu stasiun konsisten berarti pada daerah pengaruh sistem tersebut tidak terjadi perubahan lingkungan dan tidak terjadi perubahan cara menakar selama pencatatan data tersebut dan sebaliknya. Ketelitian hasil perhitungan dalam ramalan hidrologi sangat diperlukan, yang tergantung dari konsistensi data itu sendiri. Dalam suatu rangkaian data pengamatan hujan, dapat timbul non-homogenitas dan ketidaksesuaian, yang dapat mengakibatkan penyimpangan dalam perhitungan. Non-homogenitas ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

- a. Perubahan letak stasiun.
- b. Perubahan system pendataan.
- c. Perubahan iklim.
- d. Perubahan dalam lingkungan sekitar.

2.3.4.1. Metode RAPS (Rescaled Adjusted Partical Sums)

Pengujian menggunakan data hujan tahunan rata-rata dari stasiun hujan itu sendiri yaitu dengan uji kumulatif penyimpangan kuadratnya dengan reratanya. Syaratnya adalah stasiun hujan yang berpengaruh harus berjumlah ≤ 2 (*Standalone Station*) berikut dapat kita lihat pada tabel 2.1 tentang syarat untuk periode ulang pada setiap stasiun.

Tabel 2.1 Nilai $\frac{Q^{0,5}}{n}$ dan $\frac{R^{0,5}}{n}$

N	$\frac{Q^{0,5}}{n}$			$\frac{R^{0,5}}{n}$		
	90 %	95%	99%	90 %	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.10	1.22	1.42	1.34	1.43	1.60
30	1.12	1.24	1.48	1.40	1.50	1.70
40	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.50	1.62	1.85
	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2.00

Sumber: Harto, 1993: 168

2.3.4.2. Metode Kurva Massa Ganda (*Double Curve Analysis*)

Uji konsistensi ini dapat diselidiki dengan cara membandingkan curah hujan tahunan komulatif dari stasiun yang diteliti dengan harga komulatif curah hujan rata-rata dari suatu jaringan stasiun dasar yang bersesuaian. Pada umumnya, metode ini disusun dengan urutan kronologis mundur dan dimulai dari tahun yang terakhir atau data yang terbaru hingga data terakhir.

Jika data hujan tidak konsisten karena perubahan atau gangguan lingkungan di sekitar tempat penakar hujan dipasang, misalnya, penakar hujan terlindung oleh pohon, terletak berdekatan dengan gedung tinggi, perubahan penakaran dan pencatatan, pemindahan letak penakar dan sebagainya, memungkinkan terjadi penyimpangan terhadap *trend* semula. Hal ini dapat diselidiki dengan menggunakan lengkung massa ganda. Kalau tidak ada perubahan terhadap lingkungan maka akan diperoleh garis ABC berupa garis lurus dan tidak terjadi patahan arah

garis, maka data hujan tersebut adalah konsisten. Tetapi apabila pada tahun tertentu terjadi perubahan lingkungan, didapat garis patah ABC'. Penyimpangan tiba-tiba dari garis semula menunjukkan adanya perubahan tersebut, yang bukan disebabkan oleh perubahan iklim atau keadaan hidrologis yang dapat menyebabkan adanya perubahan *trend*. Sehingga data hujan tersebut dapat dikatakan tidak konsisten dan harus dilakukan koreksi. Apabila data hujan tersebut tidak konsisten, maka dapat dilakukan koreksi dengan menggunakan rumus:

$$Y_z = Fk \times Y \quad (5)$$

$$Fk = \frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_c} \quad (6)$$

Keterangan:

- Yz = Data hujan yang diperbaiki, mm
- Y = Data hujan hasil pengamatan, mm
- Tg α = Kemiringan sebelum ada perubahan
- Tg α_c = Kemiringan setelah ada perubahan

2.3.5 Analisis Hujan

Hujan merupakan komponen yang amat penting dalam analisis hidrologi pada perancangan debit untuk menentukan dimensi saluran drainase. Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan sangat luas tidak bisa diwakili satu titik pos pengukuran. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa pos pengukuran hujan yang ada disekitar kawasan tersebut. Ada 3 macam cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan: (1) rata-rata aljabar, (2) poligon thiessen dan (3) isohyet.

Tabel 2.2 Syarat metode hujan rata-rata wilayah berdasarkan pos hujannya

Jumlah pos cukup	Isohyet, Thiessen, Aritmatik
Jumlah pos hujan terbatas	Thiessen, Aritmatik
Pos hujan tunggal	Metode Hujan Titik

Tabel 2.3 Syarat metode hujan rata-rata wilayah berdasarkan luas DPS

DPS besar > 5000 Km ²	Isohyet
DPS sedang (500 – 5000 Km ²)	Thiessen
DPS kecil < 500 Km ²	Aritmatik, Thiessen

Tabel 2.4 Syarat metode hujan rata-rata wilayah berdasarkan topografinya.

Topografi	Metode
Berbukit , pegunungan dan tidak beraturan	Isohyet
Dataran Thiessen,	Aritmatik

2.3.6 Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata

Curah hujan diperlukan untuk menentukan besarnya intensitas yang digunakan sebagai prediksi timbulnya aliran permukaan wilayah. Curah hujan yang digunakan dalam analisis adalah curah hujan harian maksimum rata-rata dalam satu tahun yang telah dihitung. Perhitungan data hujan maksimum harian rata-rata harus dilakukan secara benar untuk analisis frekuensi data hujan.

2.3.7 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi digunakan untuk menetapkan besaran hujan atau debit dengan kala ulang tertentu. Analisis frekuensi dapat dilakukan untuk seri data yang diperoleh dari rekaman data baik data hujan/debit, dan didasarkan pada sifat statistik data yang tersedia untuk memperoleh probabilitas besaran hujan/debit di masa yang akan datang (diandaikan

bahwa sifat statistik tidak berubah/sama). Amin (2010) mengatakan bahwa tahapan analisis frekuensi hujan dapat dijabarkan sebagai berikut :

- Menyiapkan data hujan yang sudah dipilih berdasarkan metode pemilihan data terbaik menurut ketersediaan data.
- Data diurutkan dari kecil ke besar (atau sebaliknya).
- Hitung besaran statistik data yang bersangkutan (\bar{X} , s, Cv, Cs, Ck)

Dalam analisis frekuensi distribusi probabilitas teoritik yang cocok untuk data yang ada ditentukan berdasarkan parameter-parameter statistika seperti nilai rerata, standar deviasi, koefisien asimetri, koefisien variasi dan koefisien kurtosis.

Adapun rumus-rumus parameter statistika tersebut antara lain sebagai berikut ini:

a. Nilai rerata (\bar{X})

Nilai rerata merupakan nilai yang dianggap cukup representative dalam suatu distribusi. Nilai rata-rata tersebut dianggap sebagai nilai sentral dan dapat dipergunakan untuk pengukuran sebuah distribusi.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (7)$$

b. Simpangan baku (*standard deviation*) (S)

Umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar (*standard deviation*). Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai deviasi standar (S) akan besar pula, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka (S) akan kecil.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (8)$$

c. Koefisien asimetri (skewness) (Cs)

Kemencengan (skewness) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (asymmetry) dari suatu bentuk distribusi. Apabila suatu kurva frekuensi dari suatu distribusi mempunyai ekor memanjang ke kanan atau ke kiri terhadap titik pusat maksimum maka kurva tersebut tidak akan berbentuk simetri, keadaan itu disebut menceng ke kanan atau ke kiri. Pengukuran kemencengan adalah mengukur seberapa besar suatu kurva frekuensi dari suatu distribusi tidak simetri. Kurva distribusi yang bentuknya simetri maka nilai CS = 0.00, kurva distribusi yang bentuknya menceng ke kanan maka CS lebih besar nol, sedangkan yang bentuknya menceng ke kiri maka CS kurang dari nol.

$$C_s = \frac{n^n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (9)$$

d. Koefisien variasi (Cv)

Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (10)$$

e. Koefisien kurtosis (Ck)

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (11)$$

dengan : X_i = varian yang berupa hujan atau data debit

\bar{X} = rerata data hujan atau debit

n = jumlah data yang dianalisis

S = simpangan baku

C_s = koefisien asimetri

C_v = koefisien variasi

C_k = koefisien kurtosis

➤ Pemilihan jenis sebaran (distribusi)

Setelah parameter statistik diketahui, maka distribusi yang cocok untuk digunakan dalam analisis frekuensi dapat ditentukan. Distribusi probabilitas yang sering dipakai dalam analisis hidrologi yaitu distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III. Sifat-sifat khas dari setiap macam distribusi frekuensi sebagai berikut (Jayadi, 2000) :

a. Distribusi Normal

Distribusi normal banyak digunakan dalam analisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi rata-rata curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan dan sebagainya.

Ciri khas distribusi Normal adalah :

1. Skewness (C_s) $\approx 0,00$
2. Kurtosis (C_k) $= 3,00$
3. Probabilitas $X \leq (\bar{X} - S)$ $= 15,87\%$
4. Probabilitas $X \leq \bar{X}$ $= 50,00\%$
5. Probabilitas $X \leq (\bar{X} + S)$ $= 84,4\%$

b. Distribusi Log Normal

Distribusi log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah nilai varian X menjadi nilai logaritmik varian X. Secara matematis distribusi log normal ditulis sebagai berikut:

$$P(X) = \frac{1}{(\log X)(S)\sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{\log X - \bar{X}}{S} \right)^2 \right\} \quad (12)$$

dimana, $P(X)$ = peluan log normal

- X = nilai varian pengamat
- \bar{X} = rata-rata dari logaritmik varian X
- S = deviasi standar dari logaritmik nilai varian
x

Apabila nilai P(X) digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus.

Sifat statistik distribusi Log Normal adalah :

1. $C_S > 3.C_V$
2. $C_S > 0$

Persamaan garis teoritik probabilitas :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (13)$$

dengan, X_T = debit banjir maksimum dengan kala ulang
T tahun

K_T = faktor frekuensi

S = simpangan baku

c. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir.

Ciri khas statistik distribusi Gumbel adalah :

1. $C_S = 1,396$
2. $C_k = 5,4002$

Persamaan garis teoritik probabilitasnya adalah :

$$X_{tr} = \bar{x}_r + \frac{\sigma_x}{\sigma_n} (Y_t - Y_n) \quad (14)$$

dengan : Y = *reduced variat*

Y_n = *mean* dari *reduced variate* tergantung pada jumlah tahun pengamatan

σ_n = simpangan baku *reduced variate*

X_n = banyaknya data

d. Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi.

Pearson tipe III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik. Sifat statistik distribusi ini adalah :

1. Jika tidak menunjukkan sifat-sifat seperti pada ketiga distribusi di atas.
2. Garis teoritik probabilitasnya berupa garis lengkung.

Parameter-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi Log Pearson type III adalah (Soemarto, 1987) :

1. harga rata-rata (\bar{x}).
2. standar deviasi (S),
3. koefisien kepengcengan C_S
4. Data digambarkan pada kertas probabilitas.
5. Ploting persamaan garis teoritis berdasarkan Persamaan (6) untuk distribusi Log normal, dan Persamaan (7) untuk distribusi Gumbel.
6. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

Terdapat beberapa cara untuk menguji jenis probabilitas dengan kesesuaian data yang ada antara lain :

a. Uji Chi-Kuadrat

Pada dasarnya uji ini merupakan pengecekan terhadap penyimpangan rerata dari data yang dianalisis berdasarkan

distribusi terpilih. Penyimpangan tersebut diukur dari perbedaan antara nilai probabilitas setiap varian x menurut hitungan dengan pendekatan empiris. Rumus yang digunakan sebagai berikut (Jayadi, 2000) :

$$x^2 = \sum_{i=1}^k \left[\frac{(Ef - Of)^2}{Ef} \right] \quad (15)$$

dengan : x^2 = harga Chi-Kuadrat
 Ef = estimasi frekuensi untuk kelas i
 Of = *observed* pada kelas i
 K = banyaknya kelas

Syarat dari uji Chi-Kuadrat adalah harga x^2 harus lebih kecil dari pada x^2_{cr} (Chi-Kuadrat kritik) yang besarnya tergantung pada derajat kebebasan (DK) dan derajat nyata (α). Pada analisis frekuensi sering diambil derajat nyata 5%.

Derajat kebebasan dihitung dengan persamaan :

dengan : DK : derajat kebebasan,
 K : banyaknya kelas,
 P : jumlah parameter.

b. Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian dilakukan dengan mencari nilai selisih probabilitas tiap varian X menurut distribusi teoritik yaitu Δ_i . Harga Δ_i maksimum harus lebih kecil dari Δ kritik yang besarnya ditetapkan berdasarkan banyaknya data dan derajat nyata (α) (Jayadi, 2000).

2.3.8 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada aliran ke titik kontrol yang ditentukan pada sebuah aliran. Pada Prinsipnya waktu konsentrasi

dibagi menjadi :

- a. Inlet time (t_o), yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di permukaan tanah menuju saluran drainase.
- b. Conduit time (t_d), yaitu waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik yang ditentukan

Waktu konsentrasi (t_c) ditentukan dengan rumus :

$$T_c = t_o + t_d \quad (16)$$

3.3.9 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. Hubungan antara intensitas, lama hujan dan frekuensi hujan. biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas - Durasi - Frekuensi (*IDF = Intensity – Duration - Frequency Curve*). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam- jaman untuk membentuk lengkung IDF. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis. Selanjutnya, berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat dengan salah satu dari persamaan berikut:

- a. Rumus Talbot

Rumus ini banyak digunakan karena mudah diterapkan dan tetapan-tetapan a dan b ditentukan dengan harga-harga yang terukur sebagai berikut:

$$i = \frac{a}{t+b} \quad (17)$$

dimana : t : lamanya hujan (jam)

I : Intensitas hujan (mm/jam)

a & b : konstanta yang tergantung lamanya hujan terjadi

- b. Rumus Sherman

Rumus ini mungkin cocok untuk jangka waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam

$$i = \frac{a}{t^n} \quad (18)$$

dimana: I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

T : Lamanya curah hujan (jam)

a dan n : konstanta

c. Persamaan Ishiguro

$$i = \frac{a}{b + \sqrt{t}} \quad (19)$$

dimana: I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

T : Lamanya curah hujan (jam)

a dan n : konstanta

d. Persamaan Mononobe

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian maka digunakan perhitungan mononobe :

$$i = \frac{R24}{24} \left(\left(\frac{24}{t} \right)^2 \right) \quad (20)$$

dimana : I :intensitas hujan (mm/jam)

T : lamanya hujan (jam)

R24 : Curah hujan maksimum (mm).

2.3.10 Analisis Debit Banjir Rencana

Debit rencana adalah debit kala ulang yang digunakan untuk menentukan debit banjir pada periode tertentu , ada beberapa metode pada perencanaan drainase untuk mendapatkan debit rencana yaitu Weduwen, Haspers dan Rasional. Untuk rasional sendiri syarat batas adalah DAS < 60 km² , untuk metode weduwen syarat batas DAS < 100 km² dan Haspers memiliki syarat batas DAS < 300 Km². Dikarenakan DAS Universitas HKBP Nommensen Medan adalah sekitar 60 Ha-70 Ha

maka 3 metode tersebut masuk dalam syarat batas untuk digunakan.

Pada Metode Rasional, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q_r = 0,278 \times C \times I \times A \quad (21)$$

Dimana : Q_r = Debit kala ulang (m^3 / detik)
 C = Koefisien Pengaliran
 I = Intensitas Hujan Kala Ulang Tertentu (mm/jam)
 A = Luas Daerah Pengaliran (Km^2)

Pada metode Haspers, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q_r = \alpha \times \beta \times q \times A \quad (22)$$

Dimana : Q_r : Debit rencana kala ulang (m^3 / detik)
 α : Koefisien limpasan air hujan
 β : Koefisien pengurangan luas daerah hujan
 q : Intensitas maksimum jatuhnya hujan rata-rata (m^3 /det/km)
 A : Luas daerah pengaliran (Km^2)

Pada metode Weduwen, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q_r = \alpha \times \beta \times q_n \times f \quad (23)$$

Dimana : Q_r : Debit rencana kala ulang (m^3 / detik)
 α : Koefisien limpasan air hujan
 β : Koefisien pengurangan luas daerah hujan
 q_n : Curah hujan (mm/jam)
 f : Luas daerah pengaliran (Km^2)

2.3.11 Penampang Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah tipe saluran yang dimana permukaan aliran air bersentuhan dengan udara sehingga tekanan air dianggap sama dengan tekanan atmosfer. Saluran ini berfungsi mengalirkan air limpasan

permukaan atau air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan cukup, ataupun drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan / mengganggu lingkungan. Contoh saluran terbuka antara lain: Sungai, saluran irigasi, selokan, talud dan estuary.

2.3.12 Penampang Saluran Drainase

Saluran untuk drainase tidak terlampau jauh berbeda dengan saluran air lainnya pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat memperoleh dimensi tampang yang ekonomis. Dimensi saluran yang erlalu besar berarti tidak ekonomis, sebaliknya dimensi saluran yang terlalu kecil tingkat kerugian akan besar. Efektifitas penggunaan dari berbagai bentuk tampang saluran drainase yang dikaitkan dengan fungsi saluran dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Fungsi penampang saluran drainase

Trapeسيوم	Untuk debit besar yang sifat aliran menerus dengan fluktuasi kecil	Pada daerah dengan lahan yang cukup
Persegi Panjang	Untuk debit besar yang sifat aliran menerus dengan fluktuasi kecil	Pada daerah dengan lahan yang tidak tersedia dengan cukup
$\frac{1}{2}$ lingkaran	Untuk menyalurkan air limbah dengan debit kecil	
Segitiga	Untuk debit kecil sampai nol dari limbah air hujan	
Bula Lingkaran	Untuk air hujan dan air Limbah	Pada daerah rumah tangga dan pertokoan

Sumber : Masduki 1990

2.3.13 Kecepatan Aliran Drainase

Kecepatan dalam saluran biasanya sangat bervariasi dari satu titik ke titik lainnya. Hal ini disebabkan adanya tegangan geser di dasar saluran, dinding saluran dan keberadaan permukaan bebas. Kecepatan aliran mempunyai tiga komponen arah menurut koordinat kartesius. Namun komponen arah vertikal dan lateral biasanya kecil dan dapat diabaikan. Sehingga, hanya kecepatan aliran yang searah dengan arah aliran yang diperhitungkan. Komponen kecepatan ini bervariasi terhadap kedalaman dari permukaan air. Kecepatan minimum yang diijinkan adalah kecepatan terkecil yang tidak menimbulkan pengendapan dan tidak merangsang tumbuhnya tanaman *aquatic* dan lumut. Pada umumnya, kecepatan sebesar 0,60 – 0,90 m/detik dapat digunakan dengan aman apabila prosentase lumpur yang ada di air cukup kecil. Kecepatan 0,75 m/detik bisa mencegah tumbuhnya lumut.

Penentuan kecepatan aliran air didalam saluran yang direncanakan didasarkan pada kecepatan minimum yang diperbolehkan agar konstruksi saluran tetap aman. Persamaan Manning sebagai berikut:

$$V=1/nxR^{2/3}xS^{1/2} \quad (24)$$

dimana :
V = Kecepatan aliran (m/detik)
n = Koefisien kekasaran manning
R = Jari-jari hidrolik
S = Kemiringan memanjang saluran

Harga n Manning tergantung pada kekasaran sisi dan dasar saluran. Harga n koefisien manning akan berpengaruh dan mempunyai andil besar terhadap kecepatan pada saluran terbuka. Selain itu kemiringan saluran juga menambah kecepatan aliran air di saluran terbuka bertambah bila kemiringan saluran makin curam. Kecepatan dalam saluran terbuka perlu dibatasi sesuai bahan-bahan yang melapisi dinding saluran terbuka tersebut dan dasar saluran tersebut dikarenakan bila melebihi batas yang

disyaratkan akan menimbulkan *scouring* dan rusaknya dinding saluran yang akan berakibat tidak maksimalnya aliran air selanjutnya. Batas kecepatan aliran air berdasarkan bahan penyusun dinding dan dasar saluran dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 Batas Kecepatan Aliran berdasarkan bahan material

Jenis Bahan	Kecepatan Aliran Air Diizinkan
Pasir Halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau Aluvial	0,60
Kerikil Halus	0,75
Lempung Kokoh	0,75
Lempung Padat	1,10
Kerikil Kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50

Sumber : Drainase Perkotaan, 1997.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di jaringan drainase yang terletak di

lingkungan kampus Universitas HKBP Nommensen Medan tepatnya di sistem drainase Fakultas Teknik, dan Parkiran .Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian

3.2 Data yang digunakan

Dari hasil pengambilan data existing saluran untuk penelitian ini yang dilakukan di lingkungan Universitas HKBP Nommensen Medan dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Data Existing Saluran

NO	Nama Saluran	Saluran Persegi			
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Tinggi Air (m)
1	P1	11.38	0.30	0.30	0.20
2	P2	11.38	0.30	0.30	0.20

NO	Nama Saluran	Saluran Persegi			
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Tinggi Air (m)
3	P3	31.00	0.30	0.30	0.20
4	P4	110.00	0.30	0.30	0.20
5	J1	112.40	0.45	0.50	0.40
6	J2	16.00	0.28	0.50	0.40
7	J3	32.80	0.28	0.35	0.25
8	J4	33.60	0.30	0.40	0.30
9	J5	18.40	0.30	0.40	0.30
10	J6	5.00	0.30	0.30	0.20
11	J7	18.50	0.30	0.30	0.20
12	GK1	38.48	0.80	0.80	0.70
13	GK2	38.48	0.80	0.80	0.70
14	GE1	103.70	0.35	0.30	0.20
15	GE2	13.20	0.30	0.30	0.20
16	GE3	103.70	0.30	0.30	0.20
17	GI1	37.50	0.70	0.80	0.70
18	GI2	101.50	0.70	0.80	0.70
19	GI3	37.50	0.70	0.80	0.70
20	GI4	101.50	0.70	0.80	0.70
21	GL1	52.80	0.80	0.70	0.60
22	GL2	37.50	0.80	0.70	0.60
23	GL3	52.80	0.80	0.70	0.60
24	GH1	53.50	0.40	0.20	0.10
25	GH2	53.50	0.40	0.20	0.10
26	GH3	20.80	0.35	0.30	0.20
27	GH4	50.80	0.80	0.70	0.60

NO	Nama Saluran	Saluran Persegi			
		Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Tinggi Air (m)
28	GS1	24.10	0.30	0.15	0.05
29	GP1	33.50	0.30	0.30	0.20
30	GP2	23.55	0.40	0.30	0.20
31	GP3	40.70	0.30	0.30	0.20
32	GKA1	34.40	0.40	0.25	0.15
33	GB1	19.35	0.30	0.30	0.20

Pada penelitian ini dibutuhkan data :

- Data Primer

Data primer yang digunakan berupa :

- Dimensi drainase eksisting berupa ukuran penampang drainase dari tinggi lebar dalam satuan (m) dan arah aliran.
- Data material yang dasar saluran sebagai pembentuk penampang saluran drainase untuk mengetahui koefisien manning yang akan digunakan.
- Pengukuran topografi (elevasi).
- Titik banjir daerah studi kasus.

- Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini berupa :

- Data topografi berupa data elevasi kontur dan Panjang saluran drainase.
- Data curah hujan dari stasiun hujan yang berpengaruh pada aliran di system drainase yang diteliti dengan rentang data 10 tahun di masing- masing stasiun.

3.3 Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian, yaitu :

1. Meteran
2. Laptop

3. Alat-alat tulis
4. Alat Ukur Tanah

3.4 Langkah Pengerjaan

1. Pengumpulan data dan *survey*

Tahapan yang pertama adalah mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian baik data primer maupun data sekunder.

2. Menganalisa pola arah aliran drainase eksisting

Menganalisa pola arah alirannya itu menganalisa aliran air dari system drainase eksisting berdasarkan elevasi kontur.

3. Merencanakan pola aliran

Merencanakan pola aliran adalah dimana merencanakan dan mendesain pola aliran air ada jaringan drainase sesuai elevasi kontur dari hasil praktikum 2017-2018 Pengukuran LONGITUDINAL SECTION dan CROSS SECTION di universitas HKBP Nommensen Medan, sehingga air akan mengalir kehilir dengan energi gravitasinya.

4. Perhitungan debit penampang saluran eksisting

Debit dicari dengan persamaan $Q = V \times A$ yang dimana A adalah luas penampang yang di dapatkan dari hasil data primer dan V didapatkan berdasarkan rumus manning pada saluran terbuka yaitu $V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2}$.

5. Perhitungan debit rencana

Perhitungan Debit Rencana didapatkan dari analisis hidrologi yang berupa pengubahan data curah hujan menjadi debit kala ulang rencana diawali dengan data curah hujan yang didapat dari data sekunder lalu bila ada data hilang/bias dicari atau digantikan dengan metode data hujan yang hilang. Setelah itu peneliti mencari luas pengaruh stasiun hujan terhadap daerah aliran system drainase dengan salah satu metode antara thiessen , isohyet atau pun aritmatik aljabar dengan pertimbangan syarat

yang dijabarkan pada bab II, lalu peneliti akan mencari curah hujan maksimum rata-rata dengan menggunakan metode gumbel, peneliti lalu melanjutkan keanalisis frekuensi untuk mencari tahu pemilihan metode apa yang tepat dalam pemilihan jenis sebaran (distribusi) berdasarkan syarat koefisien skewness dan kurtosisnya, lalu perhitungan waktu konsentrasi aliran air selanjutnya peneliti akan menghitung hujan rencana berdasarkan beberapa metode intensitas hujan yang sesuai dengan beberapa syarat dan kondisi setelah itu perhitungan dilanjutkan debit rencana dengan metode rasional. Debit rencana kala ulang yang digunakan adalah 10 tahun untuk perencanaan drainase perkotaan yang biasa di gunakan oleh peneliti-peneliti terdahulu dari jurnal-jurnal terkait dan aturan kaedah yang berlaku.

6. Pemeriksaan debit saluran eksisting (Q_s) dengan debit rencana (Q_r) Selanjutnya yaitu pemeriksaan debit saluran eksisting dengan debit rencana. Bila $Q_s > Q_r$ maka tidak perlu adanya redesain namun bila $Q_r > Q_s$ maka redesain harus dilakukan.
7. Penggambaran desain penampang baru Langkah berikutnya adalah menggambar desain penampang baru hasil redesain dengan program AUTOCAD

3.5 Diagram Alir Penelitian



