

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian terdahulu bertujuan untuk membandingkan penelitian yang sedang dikerjakan penulis dengan penelitian yang sudah dilakukan dari peneliti sebelumnya penelitian yang dimaksud adalah yang berkaitan dengan bidang yang ditinjau sehingga dapat mendukung teori yang ada dalam melakukan penelitian. Dengan demikian, maka penulis dapat melihat apa saja kelebihan dan kekurangan pada hasil penelitian yang penulis laksanakan.

Ada beberapa penelitian terdahulu yang digunakan dalam studi ini antara lain sebagai berikut :

1. Lourin (2020), melakukan penelitian dengan judul Evaluasi Perencanaan Saluran Drainase, Kecamatan Teluk, Kota Ambon. Evaluasi dan perencanaan drainase dilakukan dengan menggunakan curah hujan dengan metode *Gumbel*, metode Log Pearson Tipe III, dan metode Log Normal. Didapatkan besar debit rancangan adalah 0,888 m³/dtk pada ruas jalan Laimena, penulis melakukan peningkatan saluran drainase dengan adanya pelebaran, penggerukan dimensi saluran yang sesuai dengan tata guna lahan pada lokasi studi.
2. Halwa (2021), melakukan penelitian dengan judul Kajian Evaluasi Kinerja Saluran Drainase di Daerah Air Hitam Kota Samarinda. Penelitian ini dilakukan dengan mengevaluasi kinerja saluran drainase. Data yang diperlukan adalah data curah hujan maksimum, peta topografi, peta tata guna lahan dan kondisi eksisting saluran drainase. Metode yang digunakan adalah metode *Log Person Tipe III*, dan metode modifikasi rasional untuk debit rencana dan rumus *Manning* untuk menghitung dimensi saluran baru. Berdasarkan hasil analisa didapatkan debit rencana periode ulang 10 tahun 0,94 m³/dtk. Saluran yang tidak mampu menampung debit saluran, dilakukan pendimensian ulang hingga layak menampung debit banjir yang ada.
3. Arwidyanto (2022), melakukan penelitian dengan judul Peningkatan Kinerja Sistem Drainase Perkotaan Nganjuk. Penelitian ini

menggunakan data yang diambil melalui pengukuran saluran secara langsung di lapangan dengan memperhatikan tata guna lahan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya 15 saluran drainase yang tidak memenuhi kapasitas sehingga harus dilakukan perubahan dimensi pada saluran tersebut dengan melakukan pelebaran dasar saluran.

4. Baiq (2020), melakukan penelitian dengan judul Peningkatan Kinerja Sistem Drainase Kertosono Kabupaten Nganjuk. Pada penelitian ini dilakukan analisis curah hujan 10 tahun terakhir menggunakan metode *Log Person Tipe III* dan Metode *EJ Gumbel*. Berdasarkan hasil analisis kapasitas saluran eksisting didapatkan 2 saluran yang tidak dapat menampung debit saluran. Untuk yang tidak memenuhi syarat maka dilakukan peningkatan saluran drainase dengan membuat sumur resapan.
5. Hidayah (2016), melakukan penelitian dengan judul Evaluasi Kapasitas Saluran Sistem Drainase Desa Pulorejo Kecamatan Purwodadi Kabupaten Grobogan. Kondisi drainase di Desa Pulorejo perlu mendapat perhatian khusus dikarenakan mengalami penurunan kualitas. Saluran drainase Desa Pulorejo berfungsi untuk mengalirkan air hujan dari area permukiman menuju sungai yang dibawa keluar Desa Pulorejo, sehingga perlu dilakukan evaluasi sistem drainase di Desa Pulorejo.

Uraian diatas tersebut merupakan beberapa ringkasan penelitian terdahulu dengan hasil penelitiannya. Untuk selengkapnya dapat di lihat di **Tabel 2.1** (Halaman 8)

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan	Persamaan
1	Lourin, Dr. Ir. Kustamar, MT, Sriliani, ST, MT. 2020	Evaluasi dan Perencanaan Saluran Drainase, Kecamatan Teluk, Kota Ambon	Evaluasi dan perencanaan drainase dilakukan dengan menggunakan perhitungan curah hujan dengan metode <i>Gumbel</i> , metode Log Pearson Tipe III, dan metode Log Normal. Didapatkan besar debit rancangan adalah 0,888 m ³ /dtk pada ruas jalan Laimena, penulis melakukan peningkatan saluran drainase dengan adanya pelebaran, penggerukan dimensi saluran yang sesuai dengan tata guna lahan pada lokasi studi.	1. Lokasi studi berada di Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon 2. Penulis melakukan perkiraan debit air kotor karena lokasi studi merupakan pemukiman padat penduduk sehingga sangat berpengaruh terhadap debit total.	1. Sama sama melakukan analisa hidrologi dan hidrolika pada saluran terbuka yaitu saluran drainase. 2. Melakukan perencanaan ulang saluran drainase ditinjau dari evaluasi data saluran dan perhitungan kapasitas saluran drainase dalam menampung debit banjir.
2.	Halwa Zuyyinal Iلمي, Ir. I Wayan Mundra, MT, Ir. Bambang, Wedyanata, MT. 2021	Kajian Evaluasi Kinerja Saluran Drainase di Daerah Air Hitam Kota Samarinda	Penelitian ini dilakukan dengan mengevaluasi kinerja saluran drainase. Data yang diperlukan adalah data curah hujan maksimum, peta topografi, peta tata guna lahan dan kondisi eksisting saluran drainase. Metode yang digunakan adalah metode <i>Log Person Tipe III</i> , dan metode modifikasi rasional untuk debit rencana dan rumus <i>Manning</i> untuk menghitung dimensi saluran baru. Berdasarkan hasil analisa didapatkan	1. Lokasi studi berada di daerah Air Hitam Kota Samarinda 2. Terdapat perhitungan debit air kotor dan perhitungan jumlah penduduk dengan metode eksponensial	1. Menganalisa curah hujan menggunakan metode rata rata aljabar dengan metode <i>Log Person Tipe III</i> . 2. Melakukan redesign pada saluran drainase yang

			debit rencana periode ulang 10 tahun $0,94 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Saluran yang tidak mampu menampung debit saluran, dilakukan pendimensian ulang hingga layak menampung debit banjir yang ada.		tidak mampu menampung debit banjir
3	Muhammad Dicky Arwidyanto, Ir. I Wayan Mundra, MT Sriliani Surbakti, ST, MT. 2022	Kajian Sistem Drainase Melalui Sumur Resapan di Kawasan Perumahan Wilis Indah 2, Kota Kediri	Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Log Person tipe III, Pada analisa intensitas digunakan kala ulang 5 tahun. Peneliti melakukan evaluasi debit rencana dan kapasitas saluran. Diketahui Sebanyak 12 saluran tidak memenuhi syarat dan tidak dapat menampung debit banjir. Maka peneliti memilih alternatif sumur resapan dengan penampang lingkaran pada lokasi studi.	1. Melakukan kajian sistem drainase di kawasan perumahan wilis indah 2 Kota Kediri. 2. Dari hasil evaluasi kapasitas saluran yang tidak mampu menampung debit banjir, penulis ini melakukan perencanaan sumur resapan yang berwawasan lingkungan.	1. Analisis curah hujan menggunakan metode rata-rata aljabar dengan metode E.J <i>Gumbel</i> dan <i>Log Person Tipe III</i> . Untuk perhitungan curah hujan menggunakan jangka waktu 10 tahun terakhir.

4.	Adha Ryanwira, Ir. I Wayan Mundra, MT, Nenny Roostrianawaty, MT 2020	Peningkatan Kinerja Sistem Drainase Perkotaan Nganjuk	Penelitian ini menggunakan data yang diambil melalui pengukuran saluran secara langsung di lapangan dengan memperhatikan tata guna lahan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya 15 saluran drainase yang tidak memenuhi kapasitas sehingga harus dilakukan perubahan dimensi pada saluran tersebut dengan melakukan pelebaran dasar saluran.	1. Penulis menggunakan <i>Polygon Thiessen</i> untuk menganalisis curah hujan rerata daerah. 2. Terdapat perhitungan debit air kotor dan perhitungan jumlah penduduk dengan metpde eksponensial.	1. Melakukan perhitungan kecepatan rata-rata dengan rumus <i>Maning</i> sebagai rumus aliran seragam dalam perhitungan saluran 2. Memperbesar dimensi saluran drainase karena hasil evaluasi kapasitas saluran
5	Baiq Husnul Khotimah, Ir. Kustamar, MT, Nenny Roostrianawaty, MT 2020	Peningkatan Kinerja Sistem Drainase Kertosono Kabupaten Nganjuk	Pada penelitian ini dilakukan analisis curah hujan 10 tahun terakhir menggunakan metode <i>Log Person Tipe III</i> dan Metode <i>EJ Gumbel</i> . Berdasarkan hasil analisis kapasitas saluran eksisting didapatkan 2 saluran yang tidak dapat menampung debit saluran. Untuk yang tidak memenuhi syarat maka dilakukan peningkatan saluran drainase dengan membuat sumur resapan.	1. Penulis melakukan peningkatan kinerja sistem saluran drainase di Kecamatan Kertosono Kabupaten Nganjuk 2. Menganalisa curah hujan rata-rata dengan 1 stasiun hujan yaitu stasiun Kertosono. Sehingga tidak ada stasiun pembanding.	Meningkatkan kapasitas saluran drainase dengan pelebaran saluran dan pendimensian ulang pada saluran drainase.

2.2 UMUM

Drainase yang berasal dari Bahasa Inggris *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu atau rusak (Fairizi, 2015). Drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh daerah tersebut. (Suhardjono 1948:1) Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah (Suripin, 2004).

Menurut Widhita 2015, drainase merupakan komponen yang penting dalam sarana dan prasarana yang dibutuhkan oleh masyarakat guna menciptakan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air atau permukaan resapan. Selain itu drainase juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air, dan banjir. Kualitas manajemen suatu kota dapat dilihat dari kualitas sistem drainase yang ada. Sistem drainase yang baik dapat membebaskan kota dari genangan air. Sedangkan, drainase yang kurang baik menyebabkan berbagai masalah. Salah satunya genangan atau banjir. (Mawarni, 2015).

Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya masalah pada sistem drainase perkotaan antara lain:

1. Peningkatan debit manajemen sampah yang kurang baik menyebabkan pendangkalan atau penyempitan pada saluran drainase. Kapasitas saluran drainase menjadi berkurang sehingga tidak dapat menampung debit maka terjadilah genangan pada wilayah tersebut.
2. Peningkatan jumlah penduduk kota yang cukup pesat dan cepat secara otomatis maka terjadi peningkatan pada limbah masyarakat dan sampah..

3. Penyempitan dan pendangkalan saluran drainase

2.3 JENIS-JENIS DRAINASE

Menurut Mahdi, 2017, Drainase memiliki banyak jenis yang dilihat dari berbagai aspek. Jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Menurut Asal Pembuatannya

Drainase menurut asal pembuatannya terbagi dalam 2 bentuk.

Berikut ini bentuk drainase menurut letak bangunannya

- a. Drainase Alami (*Natural Drainage*), drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong, dan lainnya. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air bergerak karena adanya gravitasi yang terjadi secara terus menerus yang kemudian membentuk jalan air permanen seperti sungai.
- b. Drainase Buatan (*Artificial Drainage*), drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan khusus seperti pasangan batu /beton, gorong-gorong, dan pipa.

2. Menurut Letak Bangunannya

Drainase menurut letak bangunannya terbagi dalam beberapa bentuk.

Berikut ini bentuk drainase menurut letak bangunannya :

- a. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*), saluran yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *Open Channel Flow*.
- b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*Sub Surface Drainage*), saluran yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah tanah (pipa) karena alasan tertentu

3. Menurut fungsinya

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

- a. *Single Purpose*, saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja, misalnya air hujan atau air buangan lainnya.

- b. *Multi Purpose*, saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur ataupun bergantian, misalnya air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersama.

4. Menurut konstruksinya

Dalam merencanakan dan membangun drainase, sangat penting harus diketahui jenis konstruksinya. Berikut ini adalah jenis drainase menurut konstruksinya :

- a. Saluran Terbuka, saluran yang konstruksi bagian atasnya terbuka dan berhubungan dengan udara luar. Saluran ini lebih sesuai untuk drainase hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luas lahan yang cukup.
- b. Kotor dan air limpasan yang biasanya terletak di bawah bedah jalan.

2.4 POLA JARINGAN DRAINASE

Menurut Mahdi, 2017: Dalam perencanaan sistem drainase suatu kawasan, harus memperhatikan pola jaringan drainase yang diperhatikan dengan mempertimbangkan topografi dan tataguna lahan kawasan tersebut

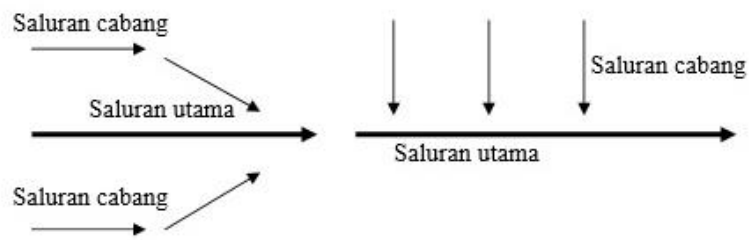
Berikut adalah beberapa macam pola jaringan drainase :

- a. Siku, dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari elevasi sungai. Sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada di tengah kota.



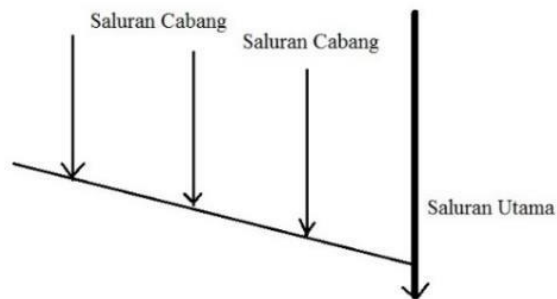
Gambar 2.1 Pola Jaringan Drainase Siku

- b. Paralel, saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek. Apabila terjadi perkembangan kota saluran- saluran tersebut dapat disesuaikan.



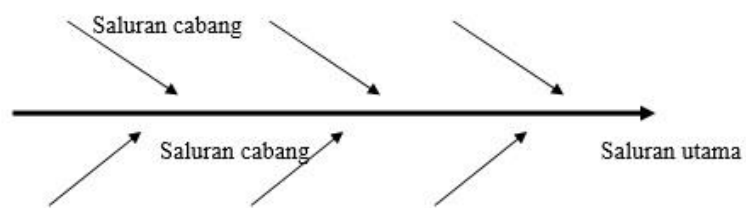
Gambar 2.2 Pola Jaringan Drainase Pararel

- c. *Grid Iron*, untuk daerah yang sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



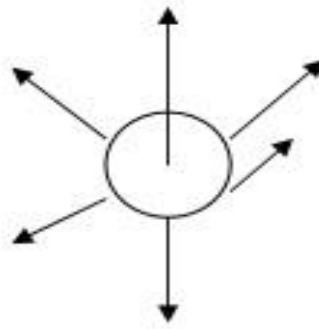
Gambar 2.3 Pola Jaringan Drainase *Grid Iron*

- d. Alamiah, pola jaringan yang hampir sama dengan pola siku, namun jaringan saluran cabang tidak selalu berbentuk siku terhadap saluran utama.



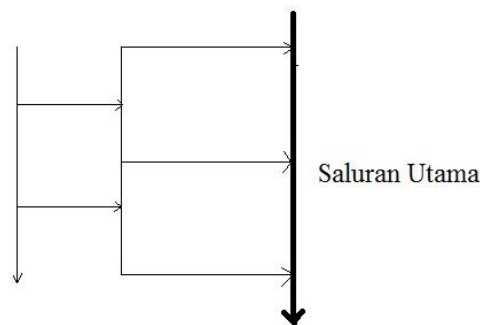
Gambar 2.4 Pola Jaringan Drainase Alamiah

- e. Radial, pola jaringan yang mengalirkan air dari sumber air memencar ke berbagai arah, pola ini sangat cocok pada daerah yang berbukit.



Gambar 2.5 Pola Jaringan Drainase Radial

- f. Jaring- Jaring, pola yang mempunyai saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah yang topografinya datar.



Gambar 2.6 Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring

2.5 SISTEM DRAINASE

Sistem drainase merupakan bagian dari infrastruktur suatu kawasan. dalam kelompok infrastruktur air, infrastruktur wilayah, selain itu ada kelompok jalan, sarana transportasi, pengolahan limbah, bangunan perkotaan, kelompok energi dan telekomunikasi (Suripin,2004). Sistem Drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan. Bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima (*receiving waters*) (Suripin,2004). Di sepanjang sistem drainase sering dijumpai bangunan lainnya

seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air, pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando dan stasiun pompa. Pada sistem drainase yang lengkap, sebelum masuk ke badan air, penerima air diolah dahulu pada instalasi pengolahan air limbah (ipal), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memiliki baku mutu tertentu yang dimasukkan kedalam badan air penerima biasanya sungai, sehingga tidak merusak lingkungan (Suripin, 2004)

Sistem drainase terbagi menjadi 2, yaitu :

a. Sistem Drainase Mayor

Sistem drainase mayor adalah sistem saluran yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Pada umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal-kanal dan sungai. Perencanaan drainase mayor ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5-10 tahun dan dalam perencanaan sistem drainase, diperlukan topografi yang detail (Khotimah, 2020)

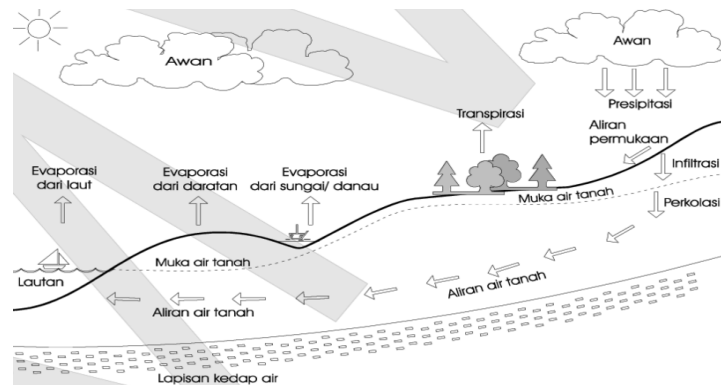
b. Sistem Drainase Minor

Sistem drainase minor adalah sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase minor adalah saluran sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya, dimana debit air yang dapat ditampung tidak terlalu besar. (Allafa, 2008)

2.6 PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA

Banjir dapat terjadi akibat naiknya permukaan air yang disebabkan oleh curah hujan yang diatas normal, perubahan suhu, tanggul atau bendungan yang bobol, serta saluran drainase yang tidak memenuhi kapasitas. (Ligak, 2018).

Salah satu faktor terjadinya banjir adalah hujan, yang disebabkan oleh proses menguapnya air laut karena adanya radiasi matahari dan awan yang terjadi karena uap air, bergerak di atas dataran didesak oleh angin. Presipitasi karena adanya tabrakan butir-butir uap air akibat desakan angin, dapat berbentuk hujan atau salju yang jatuh ke tanah membentuk limpasan (*run off*) yang mengalir kembali ke laut Hal ini yang disebut dengan siklus hidrologi (Ratna, 2014).



Gambar 2.7 Siklus Hidrologi

Sumber : Soemarto, 1987

Hidrologi memiliki peranan sangat penting dalam perencanaan sistem drainase perkotaan. Dengan adanya data curah hujan mengetahui debit rencana sebagai dasar perencanaan drainase perkotaan.

2.6.1 Curah Hujan Rata-Rata Daerah

Curah hujan diperlukan untuk mengetahui profil muka air sungai dan untuk rancangan suatu drainase diperlukan hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam millimeter.

Cara menentukan curah hujan rerata harian maksimum daerah dilakukan berdasarkan pengamatan beberapa stasiun pencatat hujan. Perhitungan curah hujan rata-rata maksimum ini dapat menggunakan beberapa metode, diantaranya :

- a. Metode rata-rata aljabar

Tinggi rata – rata curah hujan didapatkan dengan mengambil nilai rata – rata hitung pengukuran hujan di stasiun curah hujan didalam *catchment area* tersebut

$$R = \frac{1}{N} [R_1 + R_2 + \dots + R_n] \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

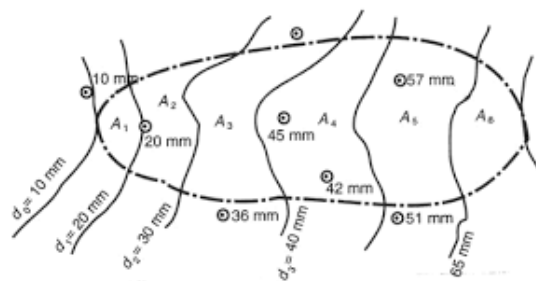
R = Curah hujan daerah

n = Jumlah titik atau pos pengamatan

R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan

b. Garis *Isohiet*

Peta *Isohiet* digambarkan pada peta topografi dengan perbedaan (interval) 10 mm sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan di dalam dan di sekitar daerah yang dimaksud. Luas daerah antara dua garis *isohiet* yang berdekatan diukur dengan planimeter. Demikian pula harga rata-rata dari garis-garis *isohiet* yang berdekatan yang termasuk bagian daerah itu dapat dihitung.



Gambar 2.8 Garis *Ishoyet*

Curah hujan daerah tersebut dapat dihitung menurut persamaan berikut

$$R = \frac{(A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2.2)$$

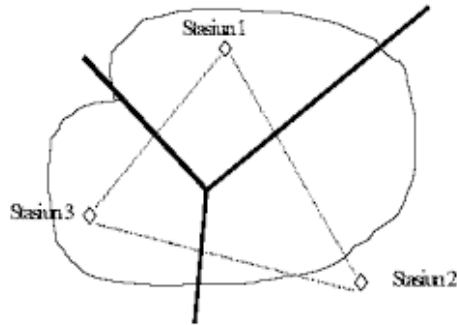
Keterangan :

R = Curah hujan daerah

A = Luas daerah yang mewakili titik pengamatan

R_n = Curah hujan tiap titik pengamatan

- c. Cara ini memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan dengan pengertian bahwa setiap stasiun hujan mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu. Luas termasuk faktor koreksi bagi hujan di stasiun yang bersangkutan.



Gambar 2.9 Polygon Thiessen

- Semua stasiun yang terdapat dalam dihubungkan dengan garis sehingga terbentuk jaringan segitiga-segitiga.
- Pada masing-masing segitiga ditarik garis sumbuanya, dan semua garis sumbu tersebut membentuk *polygon*.
- Luas daerah yang hujannya dianggap mewakili oleh satu stasiun yang bersangkutan adalah daerah yang dibatasi oleh garis-garis poligon tersebut atau batas DAS.

$$P = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + P_3 A_3 \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + A_3 \dots A_n} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

P = Hujan rata-rata (mm)

P_n = Jumlah hujan masing-masing stasiun yang diamati (mm)

A_n = Luas sub-area yang mewakili masing-masing STA (Km²)

2.6.2 Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Uji Konsistensi dilakukan untuk mengetahui konsistensi atau terikatnya data hujan tahunan dari stasiun hujan yang ada. Uji Konsistensi data dapat dilakukan dengan membandingkan data kumulatif hujan dengan nilai kumulatif rata-rata stasiun hujan dari stasiun hujan yang bersesuaian. Perhitungan

tersebut kemudian disajikan dalam bentuk Kurva Masa Ganda (*Double Mass Curve*) dengan melihat kurva masa ganda. Apabila garis kurva lurus dan tidak terjadi patahan maka data hujan tersebut konsisten. Sebaliknya, apabila garis kurva terjadi patahan dan tidak lurus maka data tersebut tidak konsisten. Data yang tidak konsisten dapat disebabkan oleh perubahan lingkungan atau perubahan cara menakar. Apabila terjadi data hujan yang tidak konsisten, maka dapat dilakukan koreksi dengan menggunakan rumus berikut :

$$YZ = \frac{\tan a}{\tan a_0} Y \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

YZ = Hujan yang dikoreksi (mm)

Y = Hujan Pengamatan (mm)

$\tan a$ = Kemiringan sebelum perubahan

$\tan a_0$ = Kemiringan setelah perubahan

2.6.3 Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi dimaksudkan untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai dalam mendapatkan curah hujan rencana yang diambil dari data curah hujan rerata daerah. Pemilihan jenis distribusi curah hujan yang sesuai berdasarkan koefisien asimetri, kepeccengan kurtosis (CD. Soemarto, Hidrologi Teknik, 1987).

1. Rata – rata

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots (2.5)$$

2. Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.6)$$

3. Koefisien *skewness*

$$C_s = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{Sd^3} \dots\dots\dots (2.7)$$

4. Koefisien kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3).Sd^4} \dots\dots\dots(2.8)$$

5. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana :

- \bar{X} = Rata-rata
- Xi = Varian ke - i
- n = Banyaknya data
- Sd = Standar deviasi
- Cs = Koefisien *skewness*
- Ck = Koefisien kurtosis
- Cv = Koefisien Variasi

2.6.4 Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas digunakan untuk menentukan hujan rancangan maximum. Dimana hujan rancangan maksimum adalah curah hujan terbesar tahunan dengan pengulangan tertentu yang mungkin terjadi di suatu tempat. Metode yang digunakan untuk memperkirakan curah hujan adalah Metode *Log Person Type III* dan *E.J Gumbel*.

A. Metode *Log Person Type III*

Metode *Log Person Type III* digunakan untuk menghitung besar hujan rancangan yang terjadi dengan periode ulang T tahun. Adapun prosedur perhitungan curah hujan rancangan dengan distribusi Metode *Log Person Type III* adalah sebagai berikut (Soemarto,1987) :

- Susun data curah hujan dimulai dengan nilai yang terbesar
- Konversikan nilai dari data asli ke dalam bentuk logaritma, atau dari $X_1 X_2 X_3 \dots X_n$ menjadi $\text{Log } X_1, \text{Log } X_2 \text{Log } X_3 \dots \text{Log } X_n$
- Hitunglah rata-rata sesuai dengan persamaan :

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{log}Xi}{n} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

$\bar{X} \text{ Log}$ = Curah hujan rata-rata

n = Banyaknya data

\sum_{n-1}^n = Jumlah curah hujan dari banyaknya data

- Menghitung harga standar devisi dengan rumus berikut :

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{n-1}^n (\log Xi - \log \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

S_1 = Simpangan Baku

X_i = Data hujan

- Menghitung koefisien kepercengan

$$CS = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log xi - \overline{\log xi})^3}{(n-1)(n-2)(\tau \log xi)^3} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

$\bar{X} \text{ Log}$ = Curah hujan rata-rata

n = Banyaknya data

\sum = Jumlah curah hujan dari banyaknya data

- Menghitung Logaritma curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu

$$\text{Log } X_\tau = \log \bar{X} + G \cdot Si \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

$\text{Log } \bar{X}$ = Rata-rata logaritma dari hujan maximum tahunan

G = Konstanta

- Curah hujan rancangan dengan kala ulang yang dipilih dicari dengan menghitung *antilog* dari X_r

B. Metode *E.J. Gumbel*

Analisis frekuensi untuk curah hujan rancangan (x) dengan metode *E.J. Gumbel*, yaitu :

$$X_T = \bar{X} + s.K \dots\dots\dots (2.14)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum R^2 (K \cdot \sum R)}{n-1}} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

X_t = Curah hujan rancangan dengan kala ulang T tahun

\bar{X} = Nilai rata-rata aritmatik hujan kumulatif

S = Standar deviasi/penyimbangan baku sampel

K = Faktor frekuensi

R = Total curah hujan

Y_t = *Reduced variate*

Y_n = *Reduced mean* yang tergantung dari besarnya sampel n

S_n = *Reduced standart deviation*

Tabel 2.2 Syarat Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3
Log Normal	Cs = 0,82 Ck = 4,22
Log Person Tipe III	Cs ≠ 0
E.J. Gumbel	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002

Sumber : CD. Soemarto, *Hidrologi Teknik*, 1987

Tabel 2.3 Nilai koefisien kepencengan Positif Interval
Pengulangan Dalam Tahun

Show Coefficient	1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	25	50	100	200
					Present Chance						
C ₁	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	-0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	-0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	-0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	-0.479	1.224	2.272	3.097	3.962	4.783
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	-0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	-0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	-0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	-0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.1	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	-0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.454
2.0	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	-0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
1.0	-0.990	-0.949	-0.870	-0.777	-0.307	-0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-1.037	-0.984	-0.930	-0.788	-0.294	-0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	-0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	-0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	-0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	-0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	-1.318	-1.163	-1.041	-0.832	-0.225	-0.706	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-1.388	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	-0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	-0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	-0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	-0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
-9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	-0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
-8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.145	-0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
-7	-1.806	-1.458	-1.183	-0.857	-0.132	-0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.323
-6	-1.880	-1.423	-1.200	-0.857	-0.116	-0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
-5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.099	-0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
-4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	-0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
-3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	-0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
-2	-2.175	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	-0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
-1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	-0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0	-0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

Sumber : C.D Soemarto Hidrologi Teknik

Tabel 2.4 Nilai koefisien kepengcengan Negatif Interval
Pengulangan Dalam Tahun

Show Coefficient	1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	25	50	100	200
					Present Chance						
C ₁	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
-1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
-2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
-3	-2.544	-1.726	-1.309	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.097	3.962	4.783
-4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.711
-5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
-6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
-7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
-8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.454
-9	-2.957	-1.858	-1.339	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
-1.0	-3.022	-1.877	-1.340	-0.739	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
-1.1	-3.087	-1.894	-1.341	-0.752	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
-1.2	-3.149	-1.910	-1.340	-0.765	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
-1.3	-3.211	-1.925	-1.339	-0.777	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.788	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
-1.5	-3.330	-1.951	-1.333	-0.799	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.808	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
-1.7	-3.444	-1.972	-1.324	-0.817	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.825	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
-1.9	-3.553	-1.989	-1.310	-0.832	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
-2.0	-3.605	-1.996	-1.302	-0.844	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
-2.1	-3.656	-2.001	-1.294	-0.852	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.854	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
-2.3	-3.753	-2.009	-1.274	-0.856	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
-2.4	-3.800	-2.011	-1.262	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
-2.5	-3.845	-2.012	-1.250	-0.857	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
-2.6	-3.889	-2.013	-1.238	-0.856	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
-2.7	-3.932	-2.012	-1.224	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
-2.8	-3.973	-2.010	-1.210	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.743
-2.9	-4.013	-2.007	-1.195	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
-3.0	-4.051	-2.003	-1.180	-0.853	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

Sumber : C.D Soemarto Hidrologi Teknik

Tabel 2.5 Nilai K pada Distribusi Log Person Type III

Koefisien Skewness (Cs)	Periode Ulang					
	2	5	10	25	50	100
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051
2.8	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973
2.6	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889
2.4	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
2.3	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388
2.1	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271
2.0	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149

1.8	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022
1.6	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891
1.4	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755
1.2	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615
0.8	-0.033	0.830	1.301	1.818	1.818	2.472
0.6	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326
0.4	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178
0.2	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029
0.0	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880
-0.2	0.132	0.856	1.166	1.488	1.606	1.733
-0.4	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588
-0.6	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-0.8	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318
-1.0	0.254	0.817	1.994	1.116	1.166	1.197
-1.2	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087
-1.4	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990
-1.6	0.330	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900
-1.8	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832
-2.0	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769
-2.2	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714
-2.4	0.396	0.636	0.666	0.666	0.666	0.667

Sumber : Suripin (2004)

Tabel 2.6 Nilai Mean, Yn

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5118	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5243	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5451
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5538	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5650	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5574	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5591	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber : Suripin (2004)

Tabel 2.7 Nilai Standart Deviasi, Sn

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber : C.D Soemarto Hidrologi Teknik

Tabel 2.8 Nilai Variasi, Y_{Tr} sebagai fungsi periode ulang

Periode Ulang T_r (tahun)	Reduced Variate, Y_{Tr}	Periode Ulang T_r (tahun)	Reduced Variate, Y_{Tr}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	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

Sumber : C.D Soemarto Hidrologi Teknik

2.6.5 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Pemeriksaan uji kesesuaian distribusi frekuensi digunakan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesis. Dengan hasil pengujian distribusi frekuensi ini maka dapat diketahui :

1. Hasil pengamatan dinyatakan benar dan diperoleh dengan hasil teoritis
2. Kebenaran hipotesis diterima/ditolak

Pengujian ini dilakukan dengan cara

- a. Uji *Chi-Square*
- b. *Smirnov Kolmogorov*

Langkah-langkah pengerjaan :

1. Data disusun berurutan dari besar ke kecil

Menghitung peluang dengan persamaan weibull (Subarkah, 1980)

dengan :

P = Peluang

m = Nomor urut data

n = Jumlah data

2. Plot hubungan data hujan dengan peluangnya pada kertas probabilitas.

a. Uji *Chi-Square*

Pengujian kesesuaian dengan sebaran adalah untuk menguji apakah sebaran yang dipilih dalam pembuatan kurva cocok dengan sebaran empirisnya.

Uji *Chi-Square* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik data yang dianalisis.

Parameter X^2 dihitung dengan persamaan berikut :

$$x^2 = \sum_i \frac{O_i - E_i}{E_i}^2 \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan :

X^2 = Parameter X^2 terhitung

Ef = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian keras

Of = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

n = jumlah sub kelompok

Derajat nyata atau derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan (DK) dihitung dengan rumus :

$$DK = K - (p + 1) \dots\dots\dots (2.18)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

K = Derajat kebebasan

P = banyaknya parameter untuk *Chi*-kuadrat

K = Jumlah kelas distribusi

n = Banyak data

Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maximum terkecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut :

$$X2 < X2cr \dots\dots\dots(2.20)$$

Keterangan :

$X2$ = Parameter *Chi-Square* Terhitung

$X2cr$ = Parameter *Chi-Square* kritis

b. Uji *Smirnov Kolmogorov*

Pengujian distribusi probabilitas dengan metode *Smirnov Kolmogorov* dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Urutkan data (X_i) dari besar ke kecil atau sebaliknya
2. Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut dengan rumus *Weibull* sebagai berikut

$$P(X_i) = \frac{n+1}{i} \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan :

n = Jumlah data

$P(X_i)$ = Nomor urut data

3. Tentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurut tersebut (X_i) berdasarkan persamaan probabilitas dan dipilih
4. Hitung selisih (Δ_{max}) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurutkan. Persamaan Δ_{max} dihitung dengan persamaan *Chakravat (Girsang, 2008)* berikut :

$$\Delta_{max} = P(X_i) - P'(X_i) \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan :

Δ_{max} = Selisih

$P(X_i)$ = Nomor urut data

5. Tentukan apakah $\Delta_{max} < \Delta_{kritis}$ jika “tidak” artinya distribusi probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

2.6.6 Intensitas Hujan

Pada umumnya makin besar waktu (t) intensitas hujannya makin kecil. Jika tidak ada waktu untuk mengamati beberapa intensitas hujan atau disebabkan oleh tidak adanya alat, untuk intensitas hujan ini dapat ditempuh dengan menggunakan metode *Mononobe* (Adha, 2019)

$$i = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^m \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

i = Intensitas Hujan (mm/jam)

t = Waktu konsentrasi/ T_c (jam)

R_{24} = Tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

m = Konstanta (2/3)

2.6.7 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Besaran ini dipengaruhi oleh tataguna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi lahan.

Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari (Madhi Putra, 2015).

Pehitungan koefisien pengaliran pada kawasan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{C1 .A1+C2 .A2+...+Cn .An}{A1+A2+...+An} \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

C = Harga rata-rata koefisien pengaliran

Cn = Koefisien pengaliran tiap daerah

An = Luas masing-masing daerah

Dalam klasifikasi besarnya nilai koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.9 Koefisien pengaliran

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran (C)
Perumahan tidak terlalu rapat 20 rumah/ ha	0.25-0.40
Perumahan kerapatan sedang 20-60 rumah/ha	0.40-0.70
Perumahan Rapat 60-160 rumah /Ha	0.70-0.80
Taman dan daerah rekreasi	0.20-0.30
Daerah Industri	0.80-0.90
Daerah perniagaan	0.90-0.95

Sumber : (Madhi Putra, 2015)

2.6.8 Debit Banjir Rencana dengan Metode Rasional

Debit banjir rencana adalah debit maksimum yang mungkin terjadi pada suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu. Untuk menaksir debit banjir rencana digunakan cara hidrograf satuan yang didasarkan oleh parameter dan karakteristik daerah pengalirannya.

Metode rasional merupakan cara untuk menghitung debit banjir dari curah hujan. Metode ini, dapat digunakan untuk perencanaan drainase daerah perngaliran yang relatif sempit.

Bentuk umum rumus rasional ini adalah sebagai berikut :

$$Q = 0.278 C.I.A \dots\dots\dots(2.24)$$

Keterangan :

Q = Debit banjir maksimum (m^3)

C = Koefisien pengairan

I = Intensitas hujan untuk periode ulang tertentu (mm/jam)

A = Luas daerah pengairan (Km^2)

2.7 PERENCANAAN SALURAN

Saluran drainase merupakan jenis hidrolika saluran terbuka. Saluran terbuka dapat diklasifikasikan berdasarkan asal-usulnya dan konsistensi bentuk penampang dan kemiringan dasar.

Klasifikasi saluran terbuka berdasarkan asal-usulnya ada 2 yaitu, sebagai berikut:

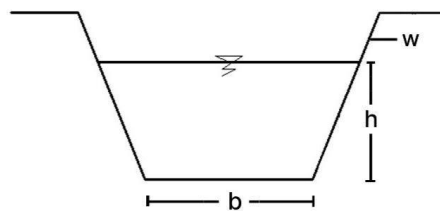
- Saluran Alam
Saluran yang sudah terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia. Misalnya : sungai-sungai kecil di daerah hulu (pegunungan) hingga sungai besar di muara.
- Saluran Buatan
Saluran yang direncanakan dan dibangun langsung oleh manusia. Misalnya: saluran drainase tepi jalan, saluran irigasi untuk mengairi persawahan, saluran pembuangan, saluran untuk membawa air ke pembangkit listrik tenaga air, saluran untuk *supply* air minum, dan saluran banjir.
- Saluran Terbuka
Saluran Terbuka adalah sistem saluran yang biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (sistem terpisah), namun kebanyakan sistem saluran ini berfungsi sebagai saluran campuran.

- Pada pinggiran kota, saluran terbuka ini biasanya tidak diberi lining (lapisan pelindung). Akan tetapi saluran terbuka di dalam kota harus diberi lining dengan beton, pasangan batu (*masonry*) ataupun dengan pasangan bata.

Perencanaan saluran bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana atau kapasitas saluran terhadap debit hidrologi yang dihasilkan

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A \dots\dots\dots(2.25)$$

- Penampang Trapesium



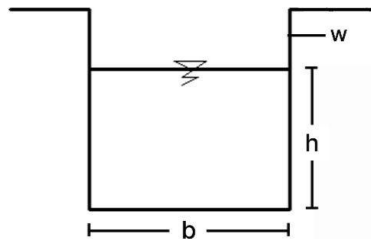
Gambar 2. 10 Penampang Trapesium

$$A = (b + 2h) \dots\dots\dots(2.26)$$

$$P = b + 2h (1 + z^2)^{1/2} \dots\dots\dots (2.27)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(2.28)$$

- Penampang Persegi



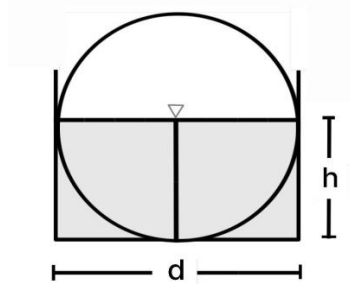
Gambar 2.11 Penampang Persegi

$$A = b \times h \dots\dots\dots(2.29)$$

$$P = b \times 2h \dots\dots\dots (2.30)$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \cdot h}{b + 2h} \dots\dots\dots (2.31)$$

➤ . Penampang Lingkaran



Gambar 2. 12 Gambar Penampang Lingkaran

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \sin\theta) D^2 \dots\dots\dots (2.32)$$

$$K = \frac{1}{2} \theta \times D \dots\dots\dots (2.33)$$

$$R = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\sin\theta}{\theta} \right) \times D \dots\dots\dots (2.34)$$

$$T = 2 \sqrt{y(D - y)} \dots\dots\dots (2.35)$$

$$D = \frac{1}{8} \left(\frac{\theta \sin \theta}{\sin^{\frac{1}{2}} \theta} \right) \times D \dots\dots\dots (2.36)$$

$$Z = \sqrt{\frac{2 (\theta - \sin\theta)^{1,5}}{32 (\sin^{\frac{1}{2}} \theta)^{0,5}} \times D^{2,5}} \dots\dots\dots (2.37)$$

Keterangan :

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi air dalam saluran

w = Tinggi Jagaan Saluran

d = Diameter Saluran

R = Jari-jari hidrolis penampang saluran

I = Kemiringan saluran

Q = Kecepatan aliran

n = Koefisien kekasaran *manning*

Selain bentuk-bentuk penampang di atas masih banyak lagi bentuk saluran yang merupakan kombinasi dari bentuk-bentuk dasar tersebut dan dibuat sesuai dengan kebutuhannya. Bentuk penampang segiempat umumnya dipilih untuk kawasan yang memiliki lahan terbatas.

2.7.1 Kemiringan Dasar Saluran (S_0)

Kemiringan dasar saluran digunakan dalam menentukan nilai waktu konsentrasi dan mempengaruhi kecepatan aliran air dalam saluran, kemiringan dasar saluran dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut: (Madhi Putra, 2015)

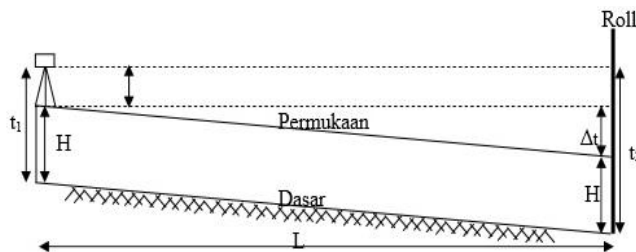
$$S_0 = \frac{\Delta t}{L} = \frac{(t_2 - t_1)}{L} \dots\dots\dots(2.38)$$

Keterangan :

S_0 = Kemiringan dasar saluran

Δ_t = Selisih tinggi dasar saluran antara hulu dan hilir drainase

L = Panjang saluran



Gambar 2. 13 Pengukuran Kemiringan Saluran

2.7.2 Dimensi Saluran

Untuk merencanakan dimensi saluran, kita menggunakan rumus manning dikarenakan rumus ini memiliki luas penampang sesuai dengan rumus aliran seragam. Rumus manning :

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(2.39)$$

Keterangan :

n = Koefisien kekasaran dinding (manning)

R = Jari-jari hidrolika (m)

S = Kemiringan dasar saluran