

# **SKRIPSI**

## **Analisis Debit Banjir Terhadap Kapasitas Sungai Matangnga Dengan Metode Soil Conservation Service (SCS) Dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Sarjana S1  
Pada Program Studi Teknik Sipil.



Disusun Oleh:

**CHANDRA**

**D01 20 337**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SULAWESI BARAT**

**MAJENE 2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS DEBIT BANJIR TERHADAP KAPASITAS SUNGAI  
MATANGGA DENGAN METODE SOIL CONSERVATION SERVICE  
(SCS) DAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK (HSS)  
NAKAYASU

### TUGAS AKHIR

Oleh :

**CHANDRA**

**NIM : D0120337**

**(Program Studi Teknik Sipil)**

Universitas Sulawesi Barat

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh  
gelar Sarjana Teknik

Tanggal 07 November 2024

Mengetahui,

Pembimbing 1

Abdi Manaf, S.T., MT  
NIP.19700421 200312 1 009

Pembimbing 2

Amalia Nurdin, ST., MT  
NIP.19871212 201903 2 017

Dekan Fakultas Teknik



Dr.Ir. Hafsa Nirwana, S.T., M.T.  
NIP.19640405 199003 2 002

Koordinator Program Studi



Amalia Nurdin, S.T., MT.  
NIP.19871212 201903 2 017

**ANALISIS DEBIT BANJIR TERHADAP KAPASITAS SUNGAI  
MATANGGA DENGAN METODE SOIL CONSERVATION SERVICE  
(SCS) DAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK (HSS)  
NAKAYASU**

**ABSTRAK**

Chandra

[chandralemo1206@gmail.com](mailto:chandralemo1206@gmail.com)

Sungai Matangnga adalah salah satu sungai yang terletak di Desa rangoan, Kecamatan Matangnga, Kabupaten Polewali, Provinsi Sulawesi Barat, yang pada musim penghujan tiba sering terjadi banjir bandang yang diakibatkan oleh tingginya curah hujan yang mengakibatkan meluapnya air sungai Matangnga hingga merendam pemukiman desa Rangoan. Penelitian ini untuk mengetahui Berapa besar kapasitas debit aliran pada sungai matangga, maka dilakukan pengamatan untuk menganalisis Berapa besar debit banjir Pada kala ulang 5, 10, 20, 50 dan 100 Tahun dengan menggunakan Metode Soil Conservation Service (SCS) Dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu Terhadap Kapasitas Debit Aliran Sungai Matangnga.

Dengan menggunakan metode Kuantitatif maka didapatkan data-data seperti data curah hujan dan data-data yang diambil langsung dari lokasi penelitian. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan selama 11 tahun yaitu dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2023. Dari analisis dengan metode SCS dan HSS Nakayasu menghasilkan debit puncak banjir Pada Metode SCS Sebesar (Q) adalah 126785,79 m<sup>3</sup>/Det, dan Metode HSS Nakayasu sebesar (Qp) adalah 9708,74 m<sup>3</sup>/Det

Kata Kunci: Debit Banjir, Metode SCS Dan HSS Nakayasu

ANALYSIS OF FLOOD DISCHARGE ON THE CAPACITY OF THE  
MATANGGA RIVER USING THE SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS)  
METHOD AND THE NAKAYASU SYNTHETIC UNIT HYDROGRAPH  
(HSS) METHOD

ABSTRACT

Chandra

[chandralemo1206@gmail.com](mailto:chandralemo1206@gmail.com)

The Matangnga River is one of the rivers located in Rangoan Village, Matangnga District, Polewali Regency, West Sulawesi Province, where during the rainy season, flash floods often occur which are caused by high rainfall which results in the Matangnga river water overflowing and submerging the Rangoan village settlement. This research is to find out how much the flow capacity of the Matangnga River is, observations were made to analyze how big the flood discharge was at return periods of 5, 10, 20, 50 and 100 years using the Soil Conservation Service (SCS) Method and the Synthetic Unit Hydrograph Method (HSS) Nakayasu on the Flow Capacity of the Matangnga River.

By using quantitative methods, data such as rainfall data and data taken directly from the research location are obtained. The rainfall data used is rainfall data for 11 years, namely from 2013 to 2023. From analysis using the SCS and HSS Nakayasu methods, the peak flood discharge in the SCS method is 126785.79 m<sup>3</sup>/sec, and the SCS method is 126785.79 m<sup>3</sup>/sec. Nakayasu HSS of (Qp) is 9708.74 m<sup>3</sup>/Sec

Keywords: Flood discharge, SCS and HSS Nakayasu methods

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Sungai adalah sayatan dipermukaan bumi, reservoir dan saluran alami, dan jalan bagi air dan arus mengalir dari hulu cekungan ke tempat-tempat yang lebih rendah dan terakhir ke laut. Namun pada saat terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi, sungai-sungai tersebut bisa saja tidak dapat menampung debit air hujan sehingga air dapat meluap keluar dari sungai dan mengakibatkan banjir dikawasan sekitar sungai. Hujan adalah pembentukan hujan, salju atau hujan batu (hail) yang berasal dari awan. Awan tersebut mengelilingi bumi, yang diatur oleh arus udara di atmosfer perjalanannya melalui evaporasi, transpirasi, evapo-transpirasi, kondensasi, dan presipitasi.

Banjir merupakan bencana alam yang terjadi akibat ketidakmampuan saluran atau sungai suatu wilayah menampung tingginya curah hujan di wilayah atau akibat genangan air yang disebabkan oleh kemiringan atau kontur tanah yang tidak seimbang. Banjir dapat diklasifikasi dalam dua kategori yaitu banjir alami dan banjir yang disebabkan oleh ulah manusia. Banjir alami disebabkan oleh tingginya curah hujan sedangkan banjir yang disebabkan oleh ulah manusia adalah banjir yang disebabkan kegiatan manusia yang menyebabkan perubahan-perubahan lingkungan.

Sungai Matangnga adalah salah satu sungai yang terletak di Kabupaten Polewali, Kecamatan Matangnga, Desa rangoan yang pada musim penghujan tiba sering terjadi banjir bandang yang diakibatkan oleh tingginya curah hujan yang mengakibatkan meluapnya air sungai Matangnga hingga merendam pemukiman Desa rangoan. Bencana banjir ini tidak selalu terjadi selama musim penghujan tiba namun dalam beberapa bulan terakhir telah terjadi banjir sebanyak lima kali dalam satu bulan dan rata-rata banjir yang terjadi adalah banjir bandang.

Bencana banjir yang terjadi di kawasan sekitar sungai Matangnga memiliki dampak yang terbilang cukup besar seperti terendamnya rumah

warga, kerusakan lahan dan beberapa warga yang berprofesi sebagai petani harus mengalami gagal panen diakibatkan area persawahan dan kebun cabe yang siap panen ikut tergenang dan terbawa arus banjir hingga beberapa sarana irigasi dan daerah perkebunan longsor dan mengalami kerusakan, selain dari pada itu beberapa fasilitas umum seperti pustu rangoan mengalami kerusakan serta beberapa kendaraan warga yang ikut rusak berat akibat terbawa oleh arus banjir.

Banjir yang terjadi di Desa rangoan Kecamatan Matangnga selain disebabkan oleh tingginya intensitas curah hujan juga diperkirakan disebabkan adanya endapan atau sedimentasi pada sungai karena adanya pengalihfungsian hutan menjadi kebun jagung yang menyebabkan erosi serta sedimentasi dan aliran permukaan meningkat selain dari pada itu adanya pemukiman warga didaerah bantaran sungai matangnga yang tidak memperhatikan garis sempadan sungai yang mengakibatkan dimensi sungai mengecil.

Untuk memperkirakan dan mengetahui besarnya debit banjir yang terjadi pada sungai Matangnga dengan Metode Hidrograf Satuan Sintesis (SHS) Nakayasu dan Metode Soil Conservation Service (SCS), peneliti mengangkat judul Tugas Akhir yaitu **“Analisis Debit Banjir Terhadap Kapasitas Sungai Matangnga Dengan Metode Soil Conservation Service (SCS) Dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana Analisis DAS ?
- b. Bagaimana hasil analisa curah hujan di DAS sungai Matangnga ?
- c. Bagaimana hasil analisa debit banjir puncak menggunakan metode Soil Conservation Service (SCS) Dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan pada rumusan masalah diatas, berikut tujuan penelitian yang relevan untuk penelitian Analisis debit banjir yang ada di sungai Matangnga sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui Bagaimana Analisis DAS Pada Sungai Matangnga
- b. Untuk Mengetahui hasil analisa curah hujan di DAS sungai Matangnga
- c. Untuk mengetahui Bagaimana hasil analisa debit banjir puncak menggunakan metode Soil Conservation Service (SCS) Dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu

### **1.4 Batasan Masalah**

Dari latar belakang dan tujuan penelitian yang telah disampaikan, berikut adalah batasan masalah yang dapat digunakan dalam penelitian Analisis Debit Banjir Kala Ulang Tertentu Terhadap Kapasitas Sungai Matangnga Dengan Metode Soil Conservation Service (SCS) Dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu:

- a. Penelitian akan membandingkan antara 2 metode . Soil Conservation Service (SCS) Dan Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu Terhadap Kapasitas Sungai Matangnga untuk mengetahui debit banjir yang ada di sungai matangnga.
- b. Waktu penelitian ini terbatas pada kala ulang tertentu 5, 10, 20, 50, 100 tahun

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat digunakan sebagai dasar untuk pengelolaan lingkungan dan infrastruktur di wilayah tersebut.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Dalam proses penyusunan proposal penelitian sistematika penulisan sangat dibutuhkan agar penulis dapat menyelesaikan dengan terstruktur. Dalam penulisan penelitian ini ada beberapa tahap sistematika penulisan diantaranya sebagai berikut :

- BAB I : Mengemukakan tentang latar belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian, Sistematika Penulisan dan Keaslian Penulisan
- BAB II : Pada Bab ini akan membahas tentang Kajian Penelitian Terdahulu dan Landasan Teori yang berkaitan dengan Sungai, Banjir, Curah Hujan, DAS, Pola Distribusi hujan, Uji Kecocokan distribusi, Metode SCS Dan HSS Nakayasu
- BAB III : Pada BAB ini membahas tentang Metodologi Penelitian, Tempat dan Waktu Penelitian, Sumber data, Tahap Penelitian, Analisa Data dan Alir Proses Penelitian
- BAB IV : Pada Bab Ini Disampaikan Hasil dan Pembahasan Data dari Penelitian yang telah dilakukan berdasarkan pada bab-bab sebelumnya. Rumusan masalah dari topik ini disampaikan pada Bab I yang telah didukung oleh bab II Tinjauan Pustaka dan bab III Metode Penelitian
- BAB V : Pada Bab V Menarik Kesimpulan dari Hasil dan Pembahasan yang Menjelaskan mengenai isi penelitian. Maksud dan Tujuan Penulis, serta membrikan saran yang ditujukan kepada pihak pemerintah, Instansi Berkepentingan/Tenaga Ahli Bangunan dan Penelitian selanjutnya

Daftar Pustaka  
Lampiran

**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Penelitian Terdahulu**

Adapun penelitian yang sudah ada dilakukan sebelumnya yang memiliki keterkaitan dan hubungan dengan penelitian ini, diantaranya yaitu:

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu

<b>No</b>	<b>Nama Penulis dan Tahun</b>	<b>Judul</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
	Saputra A.,(2014)	Analisis Banjir Rancangan Das Menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu Dan Snyder (Studi Kasus Sungai Karang Anyar Kota Tarakan)”	Kala Ulang Yang Terjadi Pada Perhitungan Hidrograf Sungai Karang Anyar Adalah Berdasarkan Metode Nakayasu Dan Pada, Grafik Kala Ulang, 5, 20, 50, 100, Dan 200 Tahun Diperoleh Hasil Dengan Nilai Titik Puncak Masing-Masing Adalah 5 Tahun = 96,58 M <sup>3</sup> /Dt, 20 Tahun = 111,54 M <sup>3</sup> /Dt, 50 Tahun = 122,44 M <sup>3</sup> /Dt, 100 Tahun = 129,72 M <sup>3</sup> /Dt, 200 Tahun = 136,96 M <sup>3</sup> /Dt. Berdasarkan Metode Snyder , Grafik Kala Ulang, 5, 20, 50, 100, Dan 200 Tahun Diperoleh Hasil Nilai Titik Puncak Masing-Masing Adalah 5 Tahun =

			<p>114,15507 M<sup>3</sup>/Dt, 20 Tahun = 131,9675 M<sup>3</sup>/Dt, 50 Tahun = 144,9474 M<sup>3</sup>/Dt, 100 Tahun = 153,6142 M<sup>3</sup>/Dt, 200 Tahun = 162,2429 M<sup>3</sup>/Dt.”.Adapun persamaannya yaitu “Kala ulang dan metode” dengan perbedaan yaitu “menggunakan metod HSS Snyder”.</p>
2	Zikriansyah, M. A. (2016).	Analisis Debit Banjir dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik pada Sungai Batanghari Leko Kecamatan Batanghari Leko	<p>dengan kala ulang 10 tahun diperoleh Hasil debit puncak banjir Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu 1219,041 m<sup>3</sup>/detik pada t = 16,973 jam, Hidrograf Satuan Sintetik Snyder 4707,91 m<sup>3</sup>/detik pada t = 21 jam dan Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I sebesar 395,461 m<sup>3</sup>/detik pada t = 5 jam. Dari perhitungan 3 metode HSS tersebut dapat di simpulkan bahwa Hidrograf Satuan Sintetik yang mendekati adalah Hidrograf Satuan</p>

			Sintetik Nakayasu. Adapun persamaannya yaitu “metode untuk menghitung debit banjir dan kala ulang” Dan perbedaannya yaitu “tambahan metode dan hanya kala ulang 10 tahun
3	Sumarraw S.F (2018)	Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Palaus Di Kelurahan Lowu I Kabupaten Minahasa	Perbedaan beragam debit banjir rencana untuk berbagai kala ulang dipengaruhi oleh berbagai faktor dalam DAS Palaus yaitu koefisien penutupan lahan, kelambatan waktu di dalam DAS, dan koefisien $C_p$ dalam perhitungan menggunakan HSS Snyder. Faktor kemiringan turut mempengaruhi tinggi muka air pada suatu penampang sungai karena penampang yang berada di daerah landau kecepatan aliran menjadi lebih lambat sehingga tinggi muka air menjadi besar.”. Adapaun persamaannya yaitu: “Data debit banjir rencana dihitung untuk periode

			ulang 5, 10, 50 dan 100 tahun.” dengan perbedaan yaitu “Perhitungan di lakukan dengan menggunakan HEC-HMS untuk analisis hidrologi dan HECRAS untuk analisis hidrolika
4	Lestari. U.S (2016)	Kajian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Sungai Negara Di Ruas Kecamatan Sungai Pandan (Alabio	Penyimpangan terkecil terjadi terhadap metode Der Weduwen yaitu sebesar 38.28% untuk kala ulang 2 tahun, 36.47% untuk kala ulang 5 tahun, 36.04% untuk kala ulang 10 tahun, 35.96% untuk kala ulang 20 tahun, 36.17% untuk kala ulang 50 tahun dan 36.50% untuk kala ulang 100 tahun. Oleh karena itu, metode Der Weduwen dapat digunakan sebagai acuan untuk perhitungan debit banjir rencana penanggulangan bencana banjir di Sungai Negara apabila data debit terukur tidak diperoleh.” dan adapun persamaannya yaitu “Kala ulang rencana

			pada 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun.” dengan perbedaan yaitu” Metode yang digunakan
5	Fachri F (2017)	Analisis Hidrograf Sungai Dengan Menggunakan Hssdi Daerah Aliran Sungai Jeneberangkabupaten Gowa	Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu adalah Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) yang tepat digunakan pada DAS Jeneberang dengan debit puncak sebesar 19.84m <sup>3</sup> /det dengan waktu menuju debit puncak sebesar 5,69 jam, dimana nilai persentase penyimpangan debit puncak, waktu puncak, dan volume banjir berturut-turut sebesar 18.76%, 6.67%, 12.39% terhadap debit puncak limpasan, waktu puncak terukur, dan volume banjir pada tanggal 28-31 Maret 2006 yang diperoleh dari data Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang.” dan adapun persamannya yaitu “Untuk

			Mengetahui Debit Banjir Menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS)” dengan perbedaan yaitu “Hanya Menggunakan metode HSS
--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2.2 Banjir

Banjir dapat diartikan sebagai suatu bencana hidrometeorologi yang diakibatkan oleh meningkatnya debit aliran permukaan yang melebihi kapasitas tampungannya, sehingga terjadi luapan pada permukaan tanah (Run Off). Luapan air yang datang tanpa terduga dapat menyebabkan masyarakat sekira menjadi korban bencana banjir tersebut tanpa adanya antisipasi sebelumnya (Akbar, R, A & Bhaskara, A, 2020). Untuk mengetahui besarnya gambaran debit banjir rencana dengan periode ulang 20 tahun dapat di rencanakan setelah melakukan beberapa analisis hidrologi sebagai berikut:

### 2.2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungai, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau kelaut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas dilaut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (SNI 2415:2015) Masalah utama yang dihadapi ekosistem DAS umumnya adalah peningkatan populasi manusia dan perubahan penggunaan lahan, yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas air (Kometa & Ebot, 2012). Selanjutnya menurut Kusuma (2007) interaksi komponen dalam ekosistem DAS ini dapat dinyatakan dalam bentuk keseimbangan input dan output, ini mencirikan keadaan hidrologi ekosistem tersebut.

### 2.2.2 Luas Daerah Aliran Sungai

Luas daerah aliran sungai dapat diperkirakan dengan mengukur daerah tersebut pada peta topografi. Luas tidaknya daerah aliran sungai akan sangat berpengaruh terhadap debit sungai dan daya tagkap hujan yang akan berpengaruh pada volume air yang tertampung, semakin besar luas DAS maka volue air yang dihasilkan dan jumlah limpasan permukaan juga semakin besar sehingga dengan demikian peluang tidak terjadinya banjir juga seakin besar.

## 2.3 Analisis Hidrologi

### 2.3.1 Curah Hujan

Curah hujan (mm) merupakan ketinggian air hujan yang jatuh pada tempat yang datar dengan asumsi tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (mm) adalah air hujan setinggi 1 (satu) mm yang jatuh (tertampung) pada tempat yang datar seluas 1 m<sup>2</sup> dengan asumsi tidak ada yang menguap, mengalir dan meresap.

Jadi kestabilan udara ditentukan oleh kondisi kelembapan. Karena itu jumlah tahunan, intensitas, durasi, frekuensi dan distribusinya terhadap ruang dan waktu sangat bervariasi. Karena proses konveksi, intensitas curah hujan diwilayah tropik pada umumnya tinggi. Sementara itu di Indonesia, presentase curah hujan yang diterima bervariasi antara 8% sampai 37% dengan rata-rata 22%.

#### a. Curah Hujan Yang Hilang

Metode Konvensional/Rata-Rata Aljabar adalah metode yang paling praktis digunakan untuk mencari data curah hujan yang hilang. Stasiun yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan (Triatmodjo, 2013).

Rumus metode Aljabar yaitu:

$$P = \frac{P_1+P_2+P_3}{N} \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana:

P : Curah Hujan yang Hilang pada Stasiun 1, 2....(mm)

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> : Hujan distasiun 1, 2, 3, .....n (mm)

N : Jumlah Stasiun Hujan

### 2.3.2 Analisis Curah Hujan Rerata Kawasan

Curah hujan rata-rata dari hasil pengukuran hujan di beberapa stasiun. Dalam pengukuran curah hujan yang dapat digunakan, yaitu: Poligon Thiessen.

#### a. Metode Poligon Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan disekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadipada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Cara ini diperoleh dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian tiap stasiun penakar akan terletak pada suatu wilayah poligon tertutup. Dengan menghitung perbandingan luas poligon untuk setiap stasiun yang besarnya =  $A_n/A$  dimana A = luas basin atau daerah penampungan dan apabila besaran ini diperbanyak dengan harga curah hujan per tiap poligon maka didapat curah hujan berimbang. Curah hujan rata-rata diperoleh dengan cara menjumlahkan curah hujan berimbang ini untuk semua luas yang terletak didalam batas daerah penampungan. Adapun rumus yang digunakan pada metode ini adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana:

P = curah hujan rata-rata daerah

$p_i$  = curah hujan pada stasiun ke-i

$A_i$  = luas polygon stasiun ke-i

$$\sum A_i = \text{luas DAS}$$

### 2.3.3 Analisis RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums)

Uji konsistensi data hujan dilakukan untuk mengetahui kebenaran data lapangan yang tidak terpengaruh oleh kesalahan pada saat pengukuran. Salah satu metode yang digunakan untuk pengujian konsistensi data hujan yaitu RAPS. Uji konsistensi ini digunakan untuk menguji ketidakkonsistenan antar data dalam stasiun itu sendiri. Pengujian dilakukan Terhadap penyimpangan kumulatif dari nilai tercatatnya yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$SK^*0 = 0 \dots\dots\dots 2.3$$

$$SK = \sum_{i=1}^k (x_i - x) \dots\dots\dots 2.4$$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}{n} \dots\dots\dots 2.5$$

$$SK^{**} = \frac{SK}{Dy} \dots\dots\dots 2.6$$

Dengan:

$X_i$  = Data Curah Hujan

$X$  = Rerata Curah Hujan

$N$  = Jumlah Data Curah Hujan

$K = 1, 2, 3, \dots, n$

Pengujian dengan menggunakan data dari stasiun itu sendiri yaitu pengujian dengan Kumulatif Penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar kumulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya, rumus untuk nilai statistik Q dan R dapat dilihat sebagai berikut.

$$Q = \text{Maks}(SK^{**}) \dots\dots\dots 2.7$$

$$R = \text{Maks } SK^{**} - \text{Min } SK^{**} \dots\dots\dots 2.8$$

Dengan :

$SK^*0$  = Simpangan Awal

$SK^*$  = Simpangan Mutlak

$SK^{**}$  = Nilai Konsistensi Data

$Q$  = Nilai Statistik Q untuk  $0 \leq k \leq n$

n = Jumlah Data

Dy = Simpangan Rata-rata

R = Nilai Statistik

Berdasarkan nilai statistic tersebut, dapat dicari nilai  $Q/\sqrt{n}$  dan  $R/\sqrt{n}$  hasil yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan nilai  $Q/\sqrt{n}$  syarat dan nilai  $R/\sqrt{n}$  syarat. Jika hasil lebih Kecil maka data tersebut dikatakan dalam batasan konsisten (Sri Hartono Br, 2009). Nilai Statistik Q dan R dapat dilihat pada Tabel 2.2 Berikut.

**Tabel 2.2** Nilai Statistik Q dan R

n	Q/ $\sqrt{n}$			R/ $\sqrt{n}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,1	1,22	1,42	1,34	1,43	1,6
30	1,12	1,24	1,46	1,4	1,5	1,7
40	1,13	1,26	1,5	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,5	1,62	1,86
$\infty$	1,22	1,36	1,63	1,6	1,75	2

Sumber: Sri Hartono Br, 2009

#### 2.4 Analisis Frekuensi

Menurut Harahap (2017) analisis frekuensi adalah prosedur untuk memperkirakan frekuensi suatu kejadian di masa lalu atau masa depan. Berikut empat jenis distribusi frekuensi yang paling banyak digunakan dalam bidang hidrologi: Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Tipe III, dan distribusi Gumbel.

Tipe distribusi yang sesuai dapat diketahui berdasarkan parameter-parameter statistik data pengamatan. Hal ini dilakukan dengan melakukan tinjauan terhadap syarat batas parameter statistik tiap distribusi dengan parameter data pengamatan. Secara teoritis, langkah awal penentuan tipe distribusi dapat dilihat dari parameter-parameter statistik data pengamatan lapangan yaitu CS, CV, dan CK. Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut:

1. Distribusi Normal  
 $CS \approx 0$  ;  $CK \approx 3$
2. Distribusi Log-Normal  
 $CS \approx CV^3 + 3 CV$   
 $CK \approx CV^8 + 6 CV^6 + 15 CV^4 + 16 CV^2 + 3$
3. Distribusi Gumbel  
 $CS \approx 1,14$  ;  $CK \approx 5,40$
4. Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log-Normal III.

**Tabel 2.3** Analisis Distribusi

Jenis Distribusi	Syaat
Normal	$Cs = 0$
	$Ck = 0$
Gumbel	$Cs \leq 1.1396$
	$Ck \leq 5.4002$
Log Person	$Cs \neq 0$
Log Normal	$Cs = 3v + Cv^2 = 0.3$

#### 2.4.1 Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut pula distribusi Gauss. Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut

$$X_T = X + Kt.S \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan:

$X_T$  = perkiraan nilai yang di haraapkan terjadi dengan periode ulang T (Tahun)

$$X = \text{Harga rata-rata data} = \frac{\sum_i^n \log(x_i)}{n}$$

Kt = Variabel reduksi

S = Standar deviasi

**Tabel 2.4** Nilai variabel reduksi Gauss

No	Periode Ulang T (Tahun)	Peluang	Kt
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,01	0,99	-2,33
4	1,05	0,95	-1,64
5	1,11	0,9	-1,28
6	1,25	0,8	-0,84
7	1,33	0,75	-0,67
8	1,43	0,7	-0,52
9	1,67	0,6	-0,25
10	2	0,5	0
11	2,5	0,4	0,25
12	3,33	0,3	0,52
13	4	0,25	0,67
14	5	0,2	0,84
15	10	0,1	1,28
16	20	0,05	1,64
17	50	0,02	2,05
18	100	0,01	2,33
19	200	0,005	2,58
20	500	0,002	2,88
21	1,000,000	0,001	3,09

Sumber : Syifa, 2015

#### 2.4.2 Distribusi Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\log Xt = \log X + K \cdot S_x \log X \dots\dots\dots (2.10)$$

Dengan:

$\log Xt$  = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (Tahun)

$\log X$  = Harga rata-rata dari data =  $\frac{\sum_i^n \log(x_i)}{n}$

$S_x \log X$  = Standar deviasi =  $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i)^2 - \log \sum_i^n x_i}{n-1}}$

K = Variabel reduksi

**Tabel 2.5** Nilai K untuk distribusi Log Normal

No	Periode Ulang T (Tahun)	Peluang	Kt
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,01	0,99	-2,33
4	1,05	0,95	-1,64
5	1,11	0,9	-1,28
6	1,25	0,8	-0,84
7	1,33	0,75	-0,67
8	1,43	0,7	-0,52
9	1,67	0,6	-0,25
10	2	0,5	0
11	2,5	0,4	0,25
12	3,33	0,3	0,52
13	4	0,25	0,67
14	5	0,2	0,84
15	10	0,1	1,28
16	20	0,05	1,64
17	50	0,02	2,05
18	100	0,01	2,33
19	200	0,005	2,58
20	500	0,002	2,88
21	1,000,000	0,001	3,09

Sumber : Syifa, 2015

### 2.4.3 Distribusi Log Pearson III

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Log Pearson Tipe III, dengan persamaan sebagai berikut

$$\log X_t = \log X + K.S_d \dots\dots\dots 2.11$$

Dengan:

$X_t$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang  
T (Tahun)

$$\log X = \text{Harga rata-rata data } \overline{\log X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x}{n}$$

$$S_1 = \text{Standar deviasi} = S_1 = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2}$$

Dengan periode ulang T dirumuskan sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{X})^3}{n-1}$$

Dimana :

$C_s$  = Koefisien Kemencegan

**Tabel 2.6** Nilai K untuk distribusi Log Pearson Tipe III

(Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,00	-0,40	0,42	1,18	2,28	3,15	4,05	4,97	7,25
2,50	-0,36	0,52	1,25	2,26	3,05	3,85	4,65	6,60
2,20	-0,33	0,57	1,28	2,24	2,97	3,71	4,44	6,20
2,00	-0,31	0,61	1,30	2,22	2,91	3,61	4,30	5,91
1,80	-0,28	0,64	1,32	2,19	2,85	3,50	4,15	5,66
1,60	-0,25	0,68	1,33	2,16	2,78	3,39	3,99	5,39
1,40	-0,23	0,71	1,34	2,13	2,71	3,27	3,83	5,11
1,20	-0,20	0,73	1,34	2,09	2,63	3,15	3,66	4,82
1,00	-0,16	0,76	1,34	2,04	2,54	3,02	3,49	4,54
0,90	-0,15	0,77	1,34	2,02	2,50	2,96	3,40	4,40
0,80	-0,13	0,78	1,34	3,00	2,45	2,89	3,31	4,25
0,70	-0,12	0,79	1,33	2,97	2,41	2,82	3,22	4,11
0,60	-0,10	0,80	1,33	2,94	2,36	2,76	3,13	3,96
0,50	-0,08	0,81	1,32	2,91	2,31	2,69	3,04	3,82
0,40	-0,07	0,82	1,32	2,88	2,26	2,62	2,95	3,67
0,30	-0,05	0,82	1,31	2,85	2,21	2,54	2,86	3,53
0,20	-0,03	0,83	1,30	2,82	2,16	2,47	2,76	3,38
0,10	-0,02	0,84	1,29	2,79	2,11	2,40	2,67	3,24
0,00	0,00	0,84	1,28	2,75	2,05	2,33	2,58	3,09
-0,10	0,02	0,84	1,27	2,76	2,00	2,25	2,48	3,95
-0,20	0,03	0,85	1,26	1,68	1,95	2,18	2,39	2,81
-0,30	0,05	0,85	1,25	1,64	1,89	2,10	2,29	2,68
-0,40	0,07	0,86	1,23	1,61	1,83	2,03	2,20	2,54
-0,50	0,08	0,86	1,22	1,57	1,78	1,96	2,11	2,40
-0,60	0,10	0,86	1,20	1,53	1,72	1,88	2,02	2,28
-0,70	0,12	0,86	1,18	1,49	1,66	1,81	1,93	2,15
-0,80	0,13	0,86	1,17	1,49	1,61	1,73	1,84	2,04
-0,90	0,15	0,85	1,15	1,41	1,55	1,66	1,75	1,91
-1,00	0,16	0,85	1,13	1,37	1,49	1,59	1,66	1,80
-1,20	0,20	0,84	1,09	1,28	1,38	1,45	1,50	1,63
-1,40	0,23	0,83	1,04	1,20	1,27	1,32	1,35	1,47
-1,60	0,25	0,82	0,99	1,12	1,17	1,20	1,22	1,28

Lanjutan Tabel 2.6

(Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
-1,80	0,28	0,80	0,95	1,07	1,07	1,09	1,10	1,13
-2,00	0,31	0,78	0,90	0,98	0,98	0,99	2,00	1,00
-2,20	0,33	0,75	0,84	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91
-2,50	0,36	0,71	0,77	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80
-3,00	0,40	0,64	0,66	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
-0,20	0,03	0,85	1,26	1,68	1,95	2,18	2,39	2,81

Sumber : Syifa, 2015

#### 2.4.4 Distribusi Gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan Metode Gumbel, dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_t = X + K \cdot S_x \dots\dots\dots 2.12$$

Dengan:

$X_t$  = besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

$$X = \text{harga rata-rata dari data} = \frac{\sum_i^n \log(x_i)}{n}$$

$S_x$  = standar deviasi

$K$  = variabel reduksi

Untuk menghitung variabel reduksi pada Metode Gumbel mengambil harga

$$K = \frac{y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots 2.13$$

Dimana :

$Y_t$  = reduced variate sebagai fungsi dari periode ulang T

$Y_n$  = reduced mean sebagai fungsi dari banyak data N

$S_n$  = reduced standar deviation sebagai fungsi dari banyak data N

**Tabel 2.7** Standar deviasi ( $Y_n$ ) untuk Distribusi Gumbel

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,495	0,5	0,504	0,507	0,51	0,526	0,518	0,52	0,522
20	0,524	0,525	0,527	0,528	0,53	0,532	0,533	0,534	0,535
30	0,536	0,537	0,538	0,539	0,54	0,541	0,542	0,542	0,535
40	0,544	0,544	0,545	0,545	0,546	0,547	0,473	0,548	0,548

Lanjutan Tabel 2.7

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	0,549	0,549	0,549	0,55	0,55	0,551	0,551	0,552	0,552
60	0,552	0,552	0,553	0,553	0,553	0,554	0,554	0,554	0,555
70	0,555	0,555	0,555	0,556	0,556	0,556	0,556	0,557	0,557
80	0,557	0,557	0,557	0,557	0,558	0,558	0,558	0,558	0,559
90	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,56	0,56	0,56	0,56
100	0,56	0,56	0,56	0,56	0,561	0,561	0,561	0,551	0,561

Sumber : Syifa, 2015

**Tabel 2.8** Nilai YTR sebagai fungsi periode ulang Gumbel

Periode Ulang TR (Tahun)	Reduced Variate YTR	Periode Ulang TR (Tahun)	Reduced Variate YTR
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	3,3117	10000	9,2121

Sumber : Syifa, 2015

**Tabel 2.9** Reduksi standar deviasi ( $S_n$ ) untuk Distribusi Gumbel

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,94	0,96	0,99	0,99	0,99	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,1	1,1	1,11
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13	1,14	1,14
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,15	1,15	1,15	1,16	1,16
50	1,1	1,16	1,16	1,16	1,16	1,17	1,16	1,17	1,17	1,17
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
70	1,18	1,18	1,18	1,19	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
80	1,9	1,19	1,19	1,19	1,19	1,2	1,19	1,19	1,2	1,2
90	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,21	1,21
100	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,21	1,2	1,2	1,21	1,21

Sumber : Syifa, 2015

## 2.5 Uji Kecocokan Distribusi

Analisis frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi

probabilitas (Kamiana, 2011). Dalam melakukan uji distribusi probabilitas terdapat 2 metode, yaitu metode chi kuadrat dan uji Smirnov Komogorof): .

### 2.5.1 Uji Chu-Kuadrat (Chi-Square)

Analisis frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas (Kamiana, 2011). Suatu distribusi dikatakan selaras jika nilai  $X^2$  hitung  $< X^2$  Kritis (Jurnal ilmiah Rekayasa Sipil Vol. 17 No. 1 Edisi April 2020).

$$x^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Of-Ef)^2}{Ef} \dots\dots\dots 2.14$$

Keterangan:

$x^2$  = nilai Chi-Khuadrat terhitung

Ef = frekuensi yang diharapkan sesuai kelasnya

Of = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

N = jumlah sub kelompok dalam satu group

Nilai kritis yang digunakan ( $\alpha$ ) adalah 5%, adapun derajat kebebasan (dk) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Dk = K - (\alpha + 1) \dots\dots\dots 2.15$$

$$K = 1 + 3,3 \text{ Log } n \dots\dots\dots 2.16$$

Keterangan:

Dk = derajat kebebasan

K = banyak kelas

$\alpha$  = banyaknya keterikatan

**Tabel 2.10** Derajat Kepercayaan

DK	a							
	Derajat Kepercayaan							
	0,996	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,00016	0,0000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,21	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	13,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,86
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,832	15,086	16,75
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,69	2,167	14,067	16,013	18,575	20,278
8	1,344	1,646	2,18	2,733	15,507	17,535	20,09	21,955
9	1,735	2,088	2,7	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,94	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	2,558	3,247	3,94	18,307	20,483	23,209	25,188
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,3
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,632	34,736	27,388	29,819
14	4,075	4,66	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,448	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32	34,267
17	5,897	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,309	35,718

2.5.2 Uji Smirnov Kolmogorof

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov juga disebut uji kecocokan non parametrik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu, tetapi dengan memperhatikan kurva dan penggambaran data pada kertas probabilitas (Triatmodjo, 2008). Sebaran sesuai jika  $(\Delta_{maks}) < (\Delta_{cr})$  (Jurnal ilmiah Rekayasa Sipil Vol. 17 No. 1 Edisi April 2020).

. Berikut adalah persamaan yang dipakai untuk uji Smirnov Kolmogorof adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots 2.17$$

$$T = \frac{1}{p}$$

P = Probabilitas

T = Periode ulang

m = Nomor urut

n = Jumlah data

**Tabel 2.11** Nilai uji kritis uji Smirnov Kolmogorov

N	Nilai kritis Smirnov-Kolmogorov ( $\alpha$ )			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
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	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n>50	$\frac{1,07}{n^{0,5}}$	$\frac{1,22}{n^{0,5}}$	$\frac{1,36}{n^{0,5}}$	$\frac{1,63}{n^{0,5}}$

Sumber : Syifa, 2015

## 2.6 Intensitas Curah Hujan

Menurut Saputra, M et al, (2018) menyatakan bahwa intensitas hujan merupakan tingginya kedalaman hujan per satuan waktu. Menurutnya jika semakin singkat durasi hujan yang berlangsung maka intensitasnya cenderung akan semakin tinggi, dan makin besar periode ulang terjadinya hujan akan menyebabkan semakin tinggi intensitasnya. Tingginya intensitas hujan dapat menggunakan metode Mononobe dengan persamaan sebagai berikut (Lubis, F, 2016).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \dots\dots\dots 2.18$$

Keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

R24 = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

### 2.6.1 Pola Distribusi Hujan jam-Jaman

Pola Distribusi hujan jam-jaman merupakan suatu proses dimana pencatatan hujan dilakukan dengan suatu interval waktu tertentu interval waktu berbeda beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau, yakni dilakukan dalam satuan waktu tahunan, bulanan, harian, jam-jaman atau menit. Agar distribusi hujan selama terjadinya hujan dapat dilakukan pencatatan lebih baik, sebaiknya interval waktu yang digunakan adalah interval waktu yang singkat

#### a. Sebarah Hujan Model Mononobe

$$R_t = \left\{ \frac{R_{24}}{t} \right\} \cdot \left\{ \frac{t}{T} \right\}^{2/3} \dots\dots\dots 2.19$$

Dimana :

$R_t$  : Curah Hujan Efektif Dalam Satuan Hari (mm)

$R_t$  : Intensitas Hujan Rencana Rata-rata Dalam T Jam (mm/jam)

$T$  : Waktu Mulai Hujan (Jam)

$T$  : Waktu Konsentrasi Hujan (Jam)

(Untuk Indonesia  $t= 6$  Jam)

#### b. Sebaran Hujan Jam-Jaman (Dalam t Jam)

Setelah melakukan Perhitungan Sebaran Hujan model Mononobe selanjutnya melakukan perhitungan Sebaran Hujan Jam-Jaman Untuk Memperoleh Prosentasi Intensitas Hujan Rat-rata Dalam (t Jam)

$$R_e = (t \cdot R_t) - \{(t-1) \cdot (R_{T-1})\} \dots\dots\dots 2.20$$

Dimana :

$R_t$  = Prosentase Intensitas Hujan Rata-rata (Dalam t Jam)

**Tabel 2.12** Harga Koefisien Pengaliran

No	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran ( C )
Bahan		
1	Jalan Beton Dan Jalan Aspal	0,70-0,95
2	Jalan Kerikil dan Jalan Tanah	0,40-0,70
3	Bahu Jalan :	
	Tanah Berbutir Halus	0,40-0,65
	Tanah Berbutir Kasar	0,10-0,20
	Batuan Massif Keras	0,70-0,85
	Batuan Massif Lunak	0,60-0,75
Tata Guna Lahan		
1	Daerah Perkotaan	0,70-0,95
2	Daerah Pinggir Sungai	0,60-0,70
3	Daerah Industri	0,60-0,90
4	Pemukiman Padat	0,40-0,60
5	Pemukiman Tidak Padat	0,40-0,60
6	Taman dan Kebun	0,20-0,40
7	Persawahan	0,45-0,60
8	Perbukitan	0,70-0,80
9	Pegunungan	0,75-0,90

SNI Sisten Drainase Jalan 2006

c. Perhitungan Hujan Netto

$$R_n = R_L \times C \dots\dots\dots 2.21$$

Dimana

$R_n$  : Hujan Netto

$R_L$  : Curah Hujan Rancangan

$C$  : Koefisien Pengaliran

d. Perhitungan Hujan Netto Jam-Jaman

$$R_N = R_n \times R_t \dots\dots\dots 2.22$$

Dimana :

$R_N$  : Hujan Nato Jam-Jaman

$R_n$  : hujan Netto

$R_t$  : Distribusi Hujan

### 2.6.2 Kemiringan Sungai

Kemiringan (slope) sungai utama dapat digunakan untuk memperkirakan kemiringan daerah aliran sungai. Kemiringan sungai adalah keadaan dimana ada bidang atau permukaan yang tidak rata, disebabkan ada bagian yang tinggi dan ada bagian yang rendah. Maka untuk Menghitung Persen Kemiringan, Bagikanlah Selisih ketinggian Dua titik dengan jarak antara keduanya lalu hasilnya kalikan dengan 100, yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S = \frac{\Delta h}{L} \times 100 \dots\dots\dots 2.23$$

Dimana :

S : Kemiringan (Slope)

$\Delta h$  : Selisih Ketinggian Hulu dan Hilir

L : Panjang Sungai

**Tabel 2.13** Kasifikasi Kemiringan Sungai

No	Kemiringan (%)	Deskripsi	Nilai
1	0-8	Datar	5
2	> 8-15	Landai	4
3	> 15-25	Agak Curam	3
4	> 25-45	Curam	2
5	> 45	Sangat Curam	1

Sumber : Pedoman Penyusunan Pola Rehabilitasi Lahan Konserfasi Tanah, 1986

### 2.3.7 Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana berdasarkan Hidrograf Satuan Sintesis (HSS). HSS merupakan metode yang tepat dalam menghitung debit banjir dibanding dengan metode empiris, hal yang

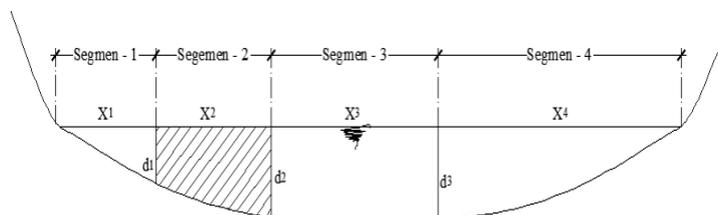
dikarenakan perhitungan HSS menghasilkan nilai debit tiap jam dan pada saat hujan mulai turun, waktu puncak banjir hingga akhir banjir, (Triatmodjo, 2009). HSS yang digunakan dalam perhitungan penelitian ini adalah HSS Nakayasu dan HSS SCS. Perbandingan hasil debit banjir rencana masing-masing yang digunakan dalam penelitian ini dengan kala ulang 5, 10, 25, 50, tahun.

## 2.7 Debit Aliran Sungai

Debit aliran sungai, diberi notasi  $Q$ , adalah jumlah air yang mengalir memulai tampang lintang sungai tiap satu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam meter kubik per detik ( $m^3/d$ ). debit sungai dalam distribusinya dalam ruang dan waktu, merupakan informasi penting yang diperlukan dalam perencanaan bangunan

## 2.8 Kapasitas Penampang Sungai

Pengukuran penampang dilakukan untuk menentukan debit aliran sungai, karena penampang sungai tidak beraturan maka digunakan pendekatan matematis untuk menentukan luas penampang basah aliran dengan membagi keseluruhan penampang aliran menjadi beberapa bagian segmen berbentuk segitiga dan trapesium, sehingga dapat diketahui luas pada masing-masing bagian segmen tersebut.



Gambar 2.1 Penampang Aliran Sungai

### 2.8.1 Persyaratan pengukuran Luas Penampang kering Sungai dan Pengukuran Kedalaman Sungai

Berdasarkan revisi SNI 03-2414-1991, tata cara pengukuran debit sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan

pelampung dan SNI 03-3413-1994, metode pengukuran debit puncak dengan cara tidak langsung. Sebelum melakukan pengukuran maka perlu mempertimbangkan factor-faktor, sebagai berikut:

1. Berada tepat atau di sekitar lokasi pos duga air, dimana tidak ada perubahan bentuk penampang atau debit yang menyolok
2. Alur sungai harus lurus sepanjang minimal 3 kali lebar sungai pada saat banjir/muka air tertinggi
3. Distribusi aliran merata dan tidak ada aliran yang memutar
4. Aliran tidak terganggu sampah maupun tanaman air dan tidak terganggu oleh adanya bangunan air lainnya (misalkan pilar jembatan), tidak terpengaruh peninggian muka air, pasang surut dan aliran lahar
5. Penampang melintang pengukuran diupayakan tegak lurus terhadap alur sungai

## 2.9 Metode Soil Conservation Service (SCS)

Victor Mockus mengembangkan Hidrograf Satuan SCS berdasarkan hasil pengamatan dari karakteristik hidrograf satuan alami yang berasal dari sejumlah besar DAS baik yang berukuran besar maupun kecil di Amerika Serikat (Natakusumah, 2014). SCS menggunakan hidrograf tak berdimensi yang dikembangkan analisis sejumlah besar hidrograf satuan dari data lapangan dengan berbagai ukuran DAS dan lokasi berbeda.

Untuk persamaan Waktu puncak:

$$T_p = tp + (0,5 \times Tr) \dots\dots\dots 2.24$$

Keterangan :

$T_p$  : Waktu Puncak (Jam)

$tp$  = Time Lag (Jam)

$tr$  : Durasi Hidrograf (Jam)

• Durasi Hidrograf Satuan

Dalam Metode SCS, rasio waktu ke puncak untuk durasi hidrograf satuan, Atau waktu dasar adalah sebagai berikut:

$$\frac{Tb}{tp}=5$$

Untuk Persamaan Debit Puncak :

$$Qp = \frac{0,208.Tp . A}{10} \dots\dots\dots 2.25$$

Dengan:

QP : Debit puncak (m3/det)

A : Luas DAS (km2)

Tp : Waktu puncak (jam)

Volume Limpasan

$$V = (Q_2+Q_1) \times (t_2-t_1) \times 0,5 \times 3600$$

Keterangan:

V : Volume Limpasan (m<sup>3</sup>)

Q<sub>2</sub> : Debit Sesudah t=1 (m<sup>3</sup>/dtk)

Q<sub>1</sub> : Debit Saat t=1 (m<sup>3</sup>/dtk)

t<sub>2</sub> : Waktu Sesudah t=1(Jam)

t<sub>1</sub> : Waktu Saat t=1 (Jam)

**Tabel 2.14** Hidrograf Satuan Sintesis Metode SCS

<i>t/Pr</i>	<i>Q/QP</i>	<i>t/Pr</i>	<i>Q/QP</i>	<i>t/Pr</i>	<i>Q/QP</i>
0	0	1,0	1,0	2,4	0,18
0,1	0,015	1,1	0,98	2,6	0,13
0,2	0,075	1,2	0,92	2,8	0,098
0,3	0,16	1,3	0,84	3,0	0,075
0,4	0,28	1,4	0,75	3,5	0,036
0,5	0,43	1,5	0,66	4,0	0,018
0,6	0,60	1,6	0,56	4,5	0,009
0,7	0,77	1,7	0,42	5,0	0,004
0,8	0,89	1,8	0,32		0
0,9	0,97	1,9	0,24		

(Sumber: Bambang Triatmodjo,2008)

**Tabel 2.15** Typical Harga Koefisien Kekasaran Manning

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Harga (n)		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	<b>Beton</b>			
	Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran/Gangguan	0,011	0,013	0,014
	Beton Dipoles	0,011	0,012	0,014
	Saluran Pembuang dengan bak Kontrol	0,013	0,015	0,017
2	<b>Tanah, Lurus dan Seragam</b>			
	Bersih Baru	0,016	0,018	0,020
	Bersih Telah melapuk	0,018	0,022	0,012
	Berkerkil	0,022	0,025	0,030
	Berumput Pendek, Sedikit tanaman Pengganggu	0,022	0,027	0,033
3	<b>Saluran Alam</b>			
	Bersih Lurus	0,025	0,030	0,033
	Bersih Berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	Banyak Tanaman Pengganggu	0,050	0,070	0,080
	Dataran Banjir Berumput Pendek-tinggi	0,025	0,030	0,035
	Saluran Di Belukar	0,035	0,050	0,070

**Tabel 2.16** Harga Ct dan Cp Untuk Berbagai Luas Catchment Area

Luas Catchment Area (km <sup>2</sup> )	Ct	Cp
0 - 50	1,1000	0,6900
50 - 300	1,2500	0,6300
≥ 300	1,4000	0,5600

### 2.10 Metode HSS Nakayasu

HSS Nakayasu dikembangkannya berlandaskan sejumlah sungai di jepang. Menurut Nggarang (2020), hidrograf satuan sintetis diukur menurut sintetis dari parameter-parameter daerah aliran sungai yang ditinjau. Dalam analisis memakai HSS Nakayasu di perlukan sejumlah parameter antara lain sebagai berikut :

1. Rentang waktu dari permulaan hujan hingga puncak hidrograf;
2. Rentang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf;
3. Rentang waktu hidrograf;
4. Luas daerah aliran sungai;
5. Panjang alur sungai pertama paling panjang.

Persamaan yang digunakan HSS Nakayasu yakni :

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_o}{3,6 (0,3 \times T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots 2.26$$

Dimna:

$Q_p$  = Qmaks, debit puncak banjir ( $m^3/dt$ )

$R_o$  = hujan satuan (mm)

$C$  = koefisien aliran (I)

$A$  = luas DAS (hingga ke outlet) ( $km^2$ )

$T_p$  = rentang waktu dari awal hujan hingga puncaknya banjir (jam)

$T_{0,3}$  = waktu yang dibutuhkan oleh pengecilan debit dari puncaknya hingga dari debit puncak (jam)

Hubungan antara  $T_p$  dan  $T_{0,3}$  dapat dihitung dengan persamaan yakni:

$$T_p = t_g + 0,8 \times T_r \dots\dots\dots 2.27$$

$$T_{0,3} = a \times t_g \dots\dots\dots 2.28$$

Dimana:

$$t_g = 0,4 + 0,058 \times (0,75 \times t_g); \quad \text{untuk } L > 15 \text{ Km}$$

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7}; \quad \text{untuk } L < 15 \text{ Km}$$

Dengan:

$T_g$  = waktu antara hujan hingga debit puncaknya banjir (jam)

$a$  = parameter hidrograf

$L$  = panjang sungai (km)

Debit Aliran Dasar (Q Base)

$$Q_{base} = 0,4715 \times A^{0,6444} \times D^{0,943} \dots\dots\dots 2.29$$

Untuk menggambarkan HSS Nakayasu dapat memakai (Kawet and Halim, 2013)

Pada saat kurva naik,  $0 \leq t \leq T_p$

$$Q_t = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \dots\dots\dots 2.30$$

Pada saat kurva turun

$$Q_{11} = Q_p \times 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}} \dots\dots\dots 2.31$$

$$Q_{12} = Q_p \times 0,3^{\frac{(t-T_p+0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}}} \dots\dots\dots 2.32$$

$$Q_{13} = Q_p \times 0,3^{\frac{(t-T_p+0,5T_{0,3})}{2T_{0,3}}} \dots\dots\dots 2.33$$

Dengan:

$Q_t$  = limpasan sebelum cspsi debit ( $m^3/dt$ )

$Q_{11}$  = limpasan saat  $T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

$Q_{12}$  = limpasan saat  $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} 1,5 T_{0,3})$

$Q_{13}$  = limpasan saat  $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5$

## DAFTAR PUSTAKA

- ABDAA, Dehas; Darfia, Novreta Ersyi. Analisis Debit Banjir Rencana Das Ambacang Berdasarkan Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasudan Metode Scs. *Prosiding Snast*, 2021, 11-18.
- Abiel, T. F., Refika, C. D., & Shaskia, N. (2022). Analisis Debit Banjir Menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu Dan Soil Conservation Service (SCS) Pada Sungai Krueng Kala Aceh Besar. *Journal Of The Civil Engineering Student*, 4(2), 169-175.
- Akbar, R. A., & Bhaskara, A. (2020). Analisis Debit Banjir Rancangan Pada Daerah Aliran Sungai Parangjoho Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik ( Hss ) Nakayasu Dan Soil Conservation Service. *Reviews in Civel Engineering Untidar*, 4(2), 54–61
- Alhakim, E. E., Wicaksono, A. B., & Iswanto, E. R. (2020). Perbandingan Hidrograf Satuan Sub-DAS Cisadane Untuk Analisis Banjir Tapak RDNK Serpong. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 21(2), 97-104.
- Asyifa, A., & Saputra, A. A. (2022). Analisis Debit Dan Tinggi Muka Air Banjir Banjarsari Daerah Aliran Sungai Juwana Dengan Metode Hss Scs. *Jurnal Karkasa*, 8(1), 1-7.
- Darmawan, K., & Suprayogi, A. (2017) Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay dengan Scoring berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Godesi Undip*, 6(1), 31-40
- Fachri, F. J. Analisis Hidrograf Sungai Dengan Menggunakan Hss.
- Lubis, F. (2016). Analisa Frekuensi Curah Hujan Terhadap Kemampuan Drainase Pemukiman Di Kecamatan Kandis. *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 2(1), 34–46.

- Kamiana, I Made. (2011). Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Kondo, A. S., Sumarawati, J. S., & Supit, C. J. (2022). Analisis Kapasitas Penampang Sungai Mawalelong Di Desa Leleko Kecamatan Remboken Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 8(6).
- Mulyono, D. (2014). Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan. *Jurnal Konstruksi*, 12(1).
- Nggarang, Yulianus Eka P. 2020. Analisa Perbandingan Penentuan Debit Rencana Menggunakan Metode Nakayasu dan Simulasi Aplikasi HEC-HMS di Das Lowo Rea. *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil*, 1. 1, 23-33.
- Saputra, L., Hariati, F., & Alimuddin, A. (2018). Analisis Kapasitas Sungai Ciparigi Terhadap Debit Banjir Kala Ulang. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 2(2), 93-100.s
- Saputra, M., Fatimah, E., & Azmeri. (2018). Analisis Kapasitas Tampung Dan Penentuan Lokasi Kerusakan Sungai Aih Tripe Kabupaten Gayo Lues. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 1(3), 915–928.
- Putri, S. A., Safriani, M., & Farizal, T. (2022). Analisis Debit Banjir Sungai Krueng Tripa Menggunakan Hidrograf Satuan Sintesis (Hss) Nakayasu. *Jurnal Media Teknik Sipil Samudra*, 3(2), 30-41.
- Siahaan, F. A. (2018). *Analisis Banjir Rancangan Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Snyder Dan SCS (Soil Conservation Services) Das Deli (Studi Kasus)* (Doctoral Dissertation).
- Sigilipu, D. D. (2022). *Penerapan Hidrograf Satuan Sintetik Metode Scs-Usa, Metode Nakayasu Dan Metode Itb Dalam Penelusuran Debit Banjir Sungai Poso* (Doctoral Dissertation, Universitas Sintuwu Maroso).

- Upomo, T. C., & Kusumawardani, R. (2016). Pemilihan Distribusi Probabilitas Pada Analisa Hujan Dengan Metode Goodness Of Fit Test. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 18(2), 139-148.
- PARAMITA, G. P. (2015). *Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Normalisasi Sungai Sunter di Wilayah Cipinang Melayu, Jakarta* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Jakarta).
- Yusman, A. S. (2018). Curah Hujan Dan Analisa Frekwensi Banjir Kota Padang. *Unes Journal Of Sciencetech Research*, 3(1), 059-067.
- Zikriansyah, M. A. (2016). *Analisis Debit Banjir Dengan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Pada Sungai Batanghari Leko Kecamatan Batanghari Leko* (Doctoral Dissertation, Universitas Sumatera Utara).