

ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA SUNGAI DELI DI KECAMATAN MEDAN JOHOR

SKRIPSI

Disusun oleh:

BONANZA SAKARIA TARIGAN
178 11 00 22



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA SUNGAI DELI DI KECAMATAN MEDAN JOHOR

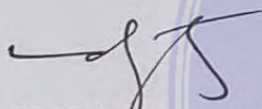
SKRIPSI

Oleh :

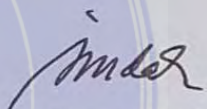
BONANZA SAKARIA TARIGAN
NPM : 17 811 0022

Disetujui

Pembimbing I

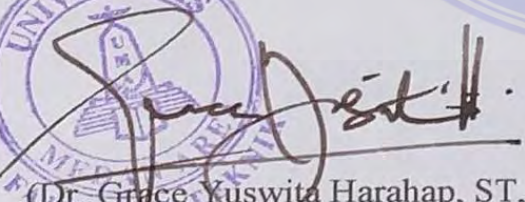

(Ir. H. Edy Hermanto, MT)

Pembimbing II

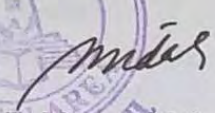

(Ir. Nurmaidah, MT)

Mengetahui

Dekan


(Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT)

Ka. Program Studi


(Ir. Nurmaidah, MT)

LEMBAR PERNYATAAAN

Saya menyatakan bahwa Skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas dan sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam Skripsi ini.

Medan, 12-06 - 2020

Penulis



Bonanza Sakaria Tarigan

17.811.0022

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Bonanza Sakaria Tarigan

NPM : 178110011

Program Studi : Teknik Sipil

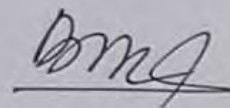
Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi / Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area hak bebas royalti noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA SUNGAI DELI DI KECAMATAN MEDAN JOHOR**

Medan, 12-06 - 2020

Yang menyatakan,



Bonanza Sakaria Tarigan

ABSTRAK

Banjir merupakan masalah yang sangat sering terjadi di Indonesia. Banjir juga dapat terjadi karena sungai tidak mampu menampung volume air yang ada saat hujan yang cukup lebat. Banyak faktor yang mempengaruhi kinerja sungai salah satunya seperti faktor alam yaitu curah hujan, erosi dan sedimentasi serta faktor manusia yaitu pemukiman sembarangan dan membuang sampah di sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besarnya debit banjir rencana yang terjadi di Sungai Deli Kec. Medan Johor sebagai langkah awal dalam upaya penanggulangan banjir, sehingga penelitian ini fokus pada analisis debit. Metode analisis yang digunakan metode distribusi probabilitas Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson III untuk menganalisis hujan rencana lalu di uji menggunakan metode Smirnov-Kolmogorof. Metode analisis untuk mendapatkan debit rencana menggunakan metode rasional. Hasil analisis didapat bahwa curah hujan rencana yang tinggi mempengaruhi debit banjir sehingga digunakan curah hujan rencana metode distribusi probabilitas Gumbel. Sehingga didapat debit rencana maksimum 361,04 m³/detik.

Kata kunci: Sungai Deli, Debit Banjir Rencana, Metode Rasional, Smirnov-Kolmogorof

ABSTRACT

Flooding is a problem that is very common in Indonesia. Flooding can also occur because the river is unable to accommodate the volume of water available when it rains heavily enough. Many factors affect the performance of one river such as natural factors such as rainfall, erosion and sedimentation as well as human factors such as indiscriminate settlement and littering in the river. This study aims to analyze the magnitude of the planned flood discharge that occurred in Deli River Kec. Medan Johor as a first step in efforts to overcome floods, so this research focuses on the analysis of discharge. The analytical method used is the Gumbel, Normal, Log Normal and Pearson III Log probability distribution methods to analyze the planned rainfall then tested using the Smirnov-Kolmogorof method. The analytical method to get the plan discharge using the rational method. The results of the analysis found that the high rainfall plan affects the flood discharge so that the rainfall plan for the Gumbel probability distribution method is used. So that the maximum design flow obtained is 361,04 m³/sec.

Keywords: *Deli River, Design Flow, Method Rasional, Smirnov-Kolmogorof*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat-Nya yang memberikan pengetahuan, pengalaman, kekuatan, dan kesempatan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan Skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan Skripsi yang berjudul “ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA SUNGAI DELI DI KECAMATAN MEDAN JOHOR” ini dimaksudkan adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program Strata (S1) Universitas Medan Area.

Dalam proses penulisan laporan ini, penulis banyak menemukan kesulitan dan kendala yang sukar dipecahkan, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa bantuan material, dukungan, doa, maupun informasi yang berhubungan dan berkaitan dengan penyusunan laporan Skripsi ini sehingga laporan ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Oleh sebab itu, sudah selayaknya penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut membantu dalam mengerjakan dan menyelesaikan laporan ini. Penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc., Rektor Universitas Medan Area;
2. Bapak Dr. Grace Yuswita Harahap, ST,MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
3. Bapak Ir. Nurmaidah, MT., Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area;

4. Bapak Ir. H. Edy Hermanto, MT., selaku Dosen Pembimbing I;
Ibu Ir. Nurmaidah, MT., selaku Dosen Pembimbing II;
5. Seluruh dosen dan sivitas akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
6. Para direksi, Balai Wilayah Sungai Sumatera II;
7. Seluruh keluarga dan kedua orangtua yang sangat saya cintai
Bapak dan Ibu, yang telah memberikan dukungan moril, semangat,
doa serta dukungan materi;
8. Seluruh teman - teman seperjuangan Ekstensi 2017 di Fakultas Teknik, khususnya untuk Program Studi Teknik Sipil;

Penulis menyadari kemungkinan adanya kekurangan maupun kesalahan dalam penyusunan laporan ini. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari para pembaca demi perbaikan dan penyempurnaan laporan Skripsi ini, dikarenakan laporan Skripsi ini bukanlah sebuah hasil plagiat atau semacamnya.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan siapa saja yang membacanya.

Medan, 2020

Penulis,

Bonanza Sakaria Tarigan

17.811.0022

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PUBLIKASI AKADEMIS	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	4
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Metode Pengambilan Data	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Siklus Hidrologi	8

2.2	Daerah Aliran Sungai	10
2.2.1	Sungai.....	11
2.3	Debit Rencana	12
2.4	Metode Perhitungan Debit Rencana	14
2.5	Analisa Curah Hujan Kawasan	17
2.5.1	Metode Aritmatik.....	17
2.5.2	Metode Poligon Thiessen	18
2.5.3	Metode Isohyet	19
2.6	Hujan Rencana dan Intesitasnya	20
2.6.1	Pengertian Hujan Rencana	20
2.6.2	Analisa Frekuensi	21
2.6.3	Distribusi Probabilitas.....	24
2.6.4	Distribusi Gumbel.....	25
2.6.5	Distribusi Probabilitas Normal	27
2.6.6	Distribusi Probabilitas Log Normal	28
2.6.7	Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III.....	29
2.7	Uji Distribusi Probabilitas Metode Smirnov-Kolmogrof	31
2.8	Metode Perhitungan Debit Banjir.....	34
2.8.1	Metode Rasional	34
BAB III.	METODOLOGI PENELITIAN.....	41
3.1	Lokasi Kegiatan Penelitian	41
3.2	Prosedur Penelitian	43

3.3	Metodologi Pengambilan Data.....	43
3.4	Analisa Data.....	44
3.4.1	Observasi Data Curah Hujan.....	44
3.4.2	Uji Kecocokan	44
3.4.3	Menganalisa Debit Banjir Rencana	44
BAB IV.	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	46
4.1	Lokasi Kegiatan Penelitian	46
4.2	Analisa Curah Hujan	49
4.2.1	Distribusi Probabilitas Gumbel	49
4.2.2	Distribusi Probabilitas Normal	53
4.2.3	Distribusi Probabilitas Log Normal	54
4.2.4	Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III	56
4.3	Uji Distribusi Metode Smirnov-Kolmogorof.....	58
4.4	Analisa Debit Rencana	59
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	63
	DAFTAR PUSTAKA.....	64
	LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

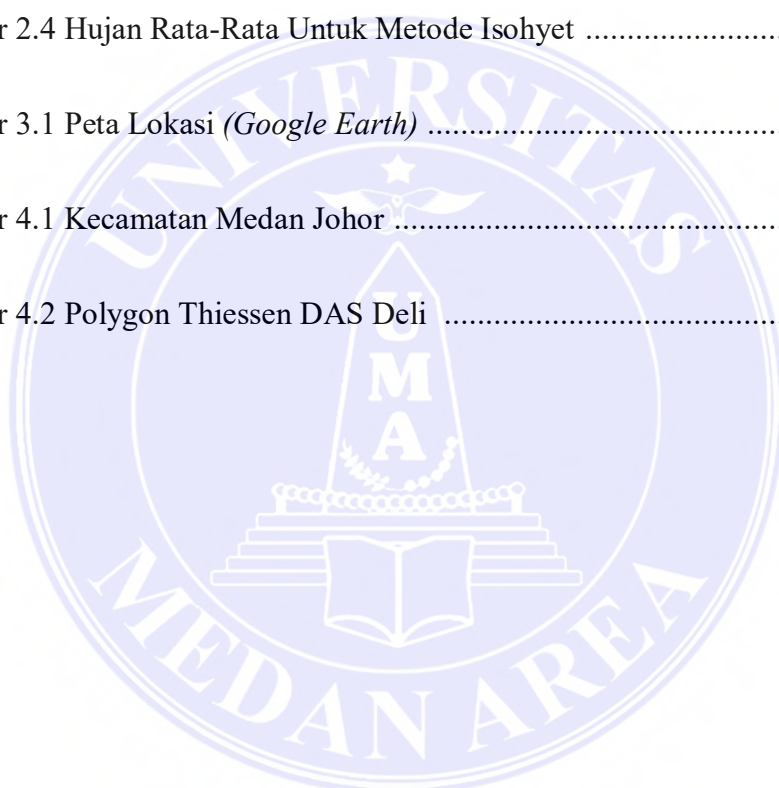
	Halaman
Tabel 2.1 Persyaratan Parameter Statistic Suatu Distribusi	24
Tabel 2.2 Tabel Nilai S_n dan Y_n	25
Tabel 2.3 Tabel Nilai Y_t	25
Tabel 2.4 Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss	27
Tabel 2.5a Tabel Faktor Frekuensi (G atau Cs Positif).....	29
Tabel 2.5b Tabel Faktor Frekuensi (G atau Cs Positif).....	30
Tabel 2.6 Tabel Nilai ΔP kritis Smirnov-Kolmogorof	33
Tabel 2.7 Angka Kekerasan Permukaan Lahan	37
Tabel 2.8 Koefisien Pengaliran (C) Untuk Rumus Rasional	38
Tabel 4.1 Data Curah Hujan.....	46
Tabel 4.2 Curah Hujan Harian Maksimum Dalam 10 Tahun	47
Tabel 4.3 Perhitungan Parameter Statistik Gumbel.....	48
Tabel 4.4 Perhitungan Parameter Statistik Log Normal	53
Tabel 4.5 Perhitungan Parameter Statistik Log Pearson Type III	55
Tabel 4.6 Perhitungan Uji Distribusi Dengan Metode Smirnov-Kolmogorof	57
Tabel 4.7 Hujan Rencana Dengan Periode Ulang T Tahun	59

Tabel 4.8 Intensitas Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun	60
Tabel 4.9 Curah Hujan Harian Maksimum Dalam 10 Tahun	61



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Daur Siklus Hidrologi.....	8
Gambar 2.2 Hujan Rata-Rata Untuk Metode Aritmatik	16
Gambar 2.3 Hujan Rata-Rata Untuk Metode Poligon Thiessen	17
Gambar 2.4 Hujan Rata-Rata Untuk Metode Isohyet	19
Gambar 3.1 Peta Lokasi (<i>Google Earth</i>)	42
Gambar 4.1 Kecamatan Medan Johor	45
Gambar 4.2 Polygon Thiessen DAS Deli	46



DAFTAR NOTASI

	Halaman
= reduced variate.....	26
K = faktor frekuensi gumbel	26
S_n = reduced standar deviasi	26
$\bar{x}$ = reduced variate mean	26
S_d = standar deviasi	26
X_T = hujan rencana dengan periode ulang T tahun	27
$\log x$ = nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T tahun	28
$S \log x$ = deviasi standar dari $\log X$	28
$P(X)$ = peluang empiris masing-masing data	32
$P'()$ = peluang teoritis masing-masing data	32
ΔP = selisih antara peluang empiris dan teoritis	32
Q_T = debit puncak limpasan permukaan (m^3/det)	35
C = angka pengaliran (tanpa dimensi)	35
A = luas daerah pengaliran (m^2)	35
I = intensitas curah hujan (mm/jam).....	35
t_c = waktu konsentrasi	36
= hujan harian (mm)	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Judul ini diambil karena dalam lingkungan sehari-hari kita tidak terlepas dari manfaat sungai bagi manusia. Dimana sekarang sungai tidak lagi mampu menjalankan fungsinya sebagaimana mestinya. Banyak faktor yang mempengaruhi kinerja sungai salah satunya seperti faktor alam yaitu curah hujan, erosi dan sedimentasi. Sehingga perlu diadakan perbaikan ataupun antisipasi agar tidak terjadi banjir. Hal inilah yang membuat penulis merasa tertarik untuk menganalisis debit banjir rencana, yang merupakan tahap awal sebelum melakukan perencanaan dan perbaikan daerah aliran sungai.

Banjir merupakan masalah yang sangat sering terjadi di Indonesia. Banjir juga dapat terjadi karena sungai sudah tidak mampu menampung volume air yang ada saat terjadi hujan yang cukup lebat. Hal ini mengakibatkan air yang ada di sungai meluap dan membanjiri daerah-daerah disekitarnya. Besarnya debit banjir ditentukan menurut periode ulangnya (Surentu & Wuisan, 2016).

Debit banjir rancangan memiliki arti yang sangat penting dalam perencanaan bangunan-bangunan hidraulik. Apabila pada daerah tersebut tidak terdapat alat pencatat debit maka debit banjir rancangan dapat ditentukan dengan menggunakan data hujan yang terdapat pada daerah tersebut (Pariartha, 2013).

Banyak sekali masalah-masalah yang sering terjadi di sungai yang disebabkan oleh banjir. Seperti pada Sungai Indragiri di Desa Pasir Kemilu Rengat, Kabupaten Indragiri Hulu sering terjadi gerusan atau erosi di tebing sungai. Gerusan atau erosi itu sendiri dapat menyebabkan longsor yang membahayakan pemukiman penduduk di sepanjang pinggir sungai. Sehingga dilakukan analisa debit banjir rancangan yang bermanfaat untuk perencanaan bangunan air sebagai upaya penanggulangan erosi/ gerusan di tebing sungai Indragiri Hulu. Menurut Silitonga & Terunajaya (2015), dengan judul Analisa Debit Banjir Sungai Indragiri di Desa Pasir Kemilu Rengan, Kabupaten Indragiri Hulu di dapat hasil debit banjir rencana untuk periode ulang 25 tahunan, didapat .

Sungai Molompar Kabupaten Minahasa Tenggara sering meluap di saat musim hujan sehingga menggenangi kawasan pemukiman penduduk dan area pertanian serta sebagai prasarana disekitarnya. Untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan akibat meluapnya air sungai dibutuhkan upaya pengendalian banjir. Debit banjir sangat diperlukan untuk perencanaan pengendalian banjir yang dapat diperoleh dengan melakukan analisis hidrologi. Menurut Ka'u & Mangangka (2016), dengan judul Analisis Debit Banjir Sungai Molompar Kabupaten Minahasa Tenggara di dapat hasil debit banjir untuk periode ulang 100 tahun sebesar 417,8568 .

Sungai Bonai Kabupaten Rokan Hulu sering terjadi banjir jika intensitas hujan tinggi, maka debit air yang mengalir akan melebihi

daya tampung sungai. Apabila air sungai meluap hingga ke pemukiman, aktivitas masyarakat akan terhenti yang berujung mengalami kerugian. Sehingga dibutuhkan perencanaan bangunan air sebagai penanggulangan banjir. Menurut S.H. Hasibuan (2012), dengan judul Analisa Debit Banjir Sungai Bonai Kabupaten Rokan Hulu Menggunakan Pendekatan Hidrograf Satuan Nakayasu di dapat hasil debit banjir rencana dengan kala ulang 50 tahunan adalah sebesar 286,75 t .

Sungai Ranoyapo di Desa Lindangan Kabupaten Minahasa Selatan juga terjadi banjir pada intensitas hujan yang tinggi. Kondisi semacam ini akan lebih parah lagi apabila terjadi hujan yang terus menerus. Menurut informasi yang diberikan oleh penduduk sekitar, ketinggian air banjir dari tahun ke tahun makin meningkat. Menurut Surentu & Wuisan (2016), dengan judul Analisa Debit Banjir Sungai Ranoyapo di Desa Lindangan, Kec. Tampaso Baru, Kab. Minaha Selatan di dapat hasil debit banjir dengan metode HSS Snyder kala ulang 100 tahunan adalah sebesar 626,988 t .

Sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara tiap tahun terjadi banjir. Banjir tersebut dapat merendam perumahan warga, merusak lahan pertanian dan mengganggu aktivitas di jalan Trans Sulawesi. Dengan melihat masalah banjir yang sering terjadi di sungai Sangkub, maka diperlukan pengendalian terhadap debit banjir. Oleh karena itu terlebih dahulu perlu dilakukan analisis debit banjir. Menurut Talumepa, Tanudjaja & Sumarrauw (2017), dengan judul Analisis Debit

Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara bahwa sungai tidak dapat menampung debit sungai dimulai dari debit kala ulang 25 tahun sampai debit kala ulang 100 tahun.

Kecamatan Medan Johor merupakan salah satu kawasan rawan banjir yang dilewati oleh Sungai Deli. Sehingga masalah banjir di DAS Sungai Deli di Kecamatan Medan Johor dapat merugikan dan membahayakan masyarakat.

Banjir di lokasi studi terjadi seiring dengan meningkatnya intensitas hujan. Banjir di DAS Sungai Deli di Kecamatan Medan Johor sering terjadi juga karena debit banjir yang lebih besar dari pada daya tampung sungai di Kecamatan Medan Johor sendiri. Kondisi semacam ini akan terjadi lebih parah lagi apabila terjadi hujan yang terus menerus.

Kesimpulan yang diambil dari beberapa kasus diatas analisis debit rencana sangat penting sebagai langkah awal dalam upaya penanggulangan banjir, sehingga penelitian ini fokus pada analisis debit.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud untuk menganalisis debit banjir yang terjadi pada sungai Deli di Kecamatan Medan Johor sebagai langkah awal dalam upaya panggulan banjir.

Adapun tujuan yang ingin dicapai yaitu menganalisis debit banjir rencana sungai Deli di Kecamatan Medan Johor dengan periode ulang 10, 25, 50 dan 100 tahun.

1.3 Rumusan Masalah

1. Apakah data curah hujan yang digunakan mempengaruhi DAS pada Sungai Deli Kec. Medan Johor ?
2. Berapa debit banjir rancangan yang terjadi akibat curah hujan Sungai Deli Kec. Medan Johor ?

1.4 Batasan Masalah

1. Analisis debit banjir rencana untuk periode ulang 10, 25, 50 dan 100 tahun.
2. Data hujan menggunakan data hujan harian maksimum selama 10 tahun dari tahun 2009-2018.
3. Debit banjir hitung menggunakan metode rasional.
4. Hanya menghitung debit banjir rencana sungai Deli di Kec. Medan Johor dengan menghitung periode ulang 10, 25, 50 dan 100 tahun.

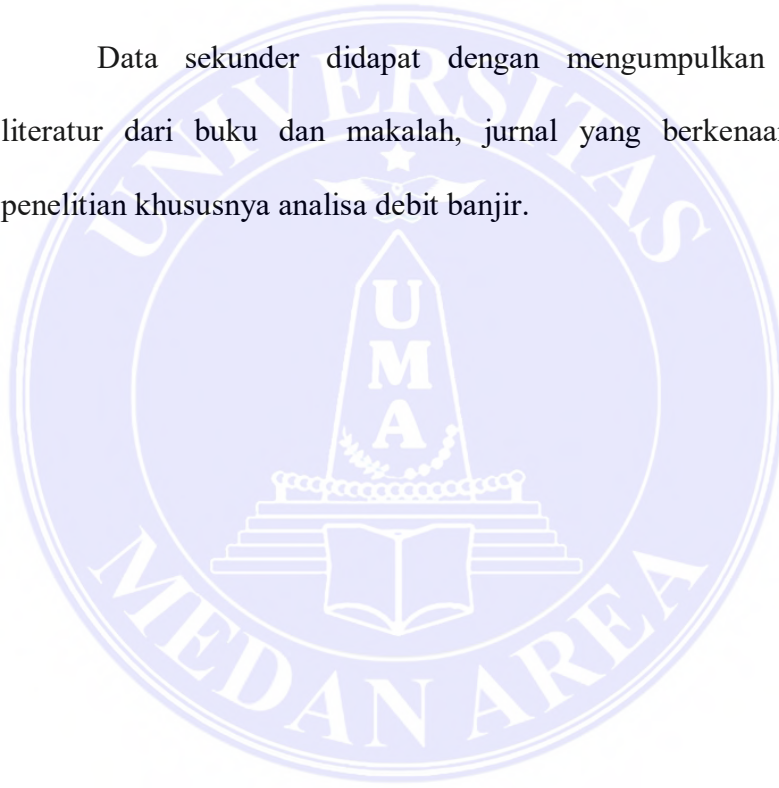
1.5 Metode Pengambilan Data

Langkah awal yang dilakukan penulis adalah mencari informasi untuk mengetahui sumber-sumber data yang diperlukan, serta mengumpulkan data yang dibutuhkan.

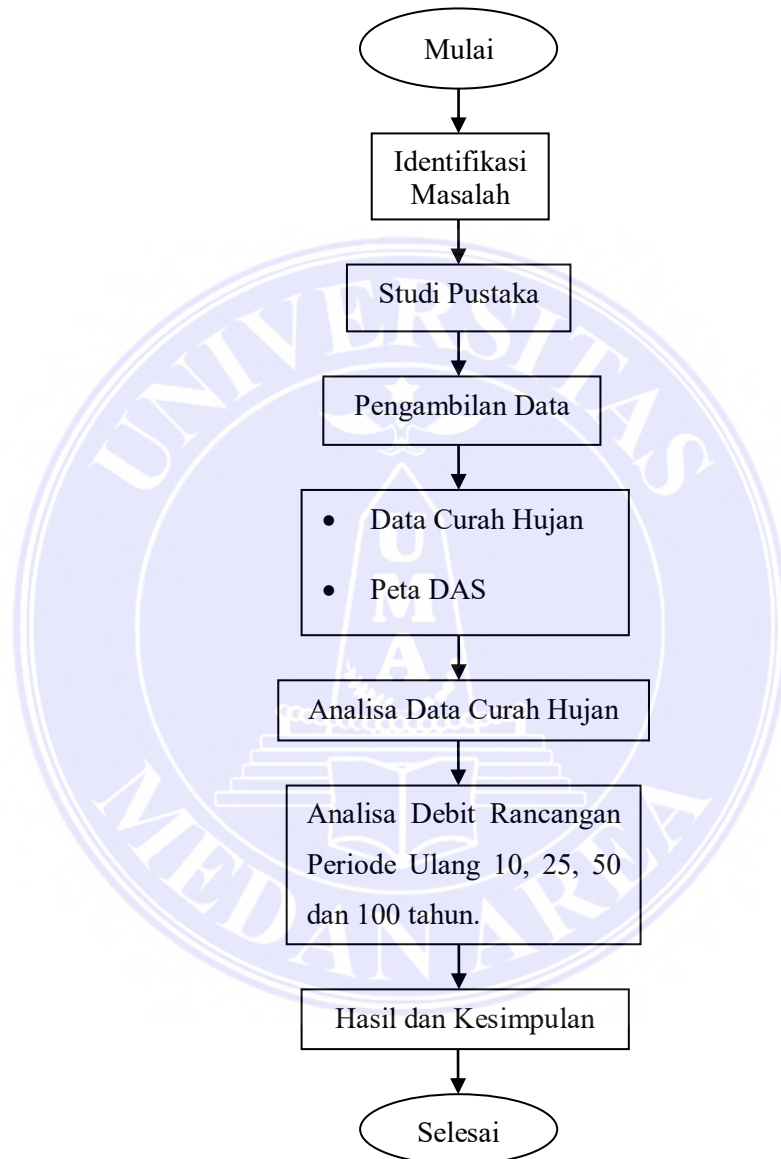
Data primer didapat dari Balai Wilayah Sungai II yang meliputi:

- Data curah hujan
- Peta DAS Deli

Data sekunder didapat dengan mengumpulkan beberapa literatur dari buku dan makalah, jurnal yang berkenaan dengan penelitian khususnya analisa debit banjir.



Adapun kerangka pikir dari Skripsi ini dapat dijelaskan pada bagan alir berikut:



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

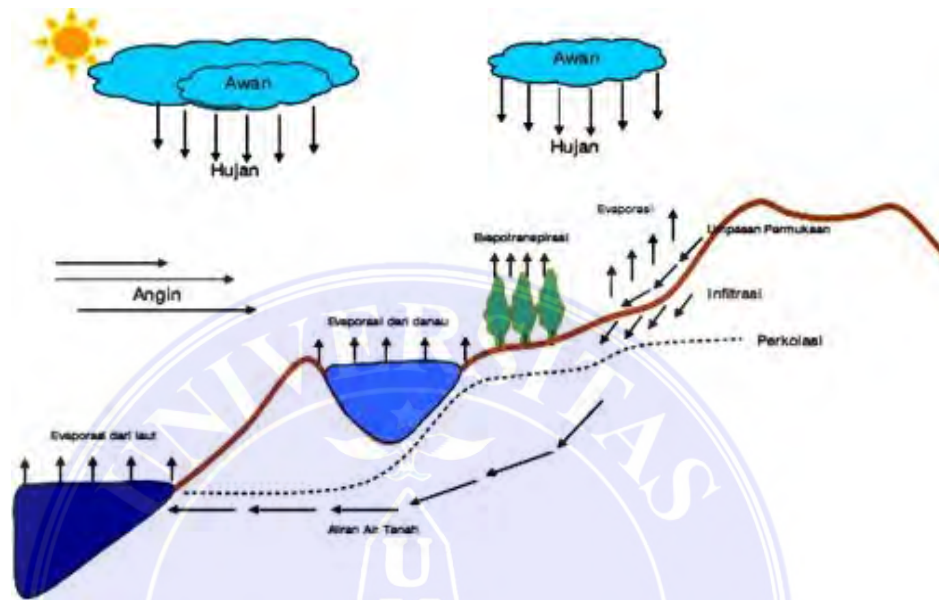
2. 1 Siklus Hidrologi

Menurut CD Soemarto (1995), Hidrologi adalah ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini, yang meliputi berbagai bentuk air, yang menyangkut perubahan-perubahannya antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, diatas dan dibawah permukaan tanah. Menurut Sri Harto (1990), secara umum, hidrologi dimaksudkan sebagai ilmu yang menyangkut masalah air.

Pada pertemuan *international Association of Scientific Hidrology* di Zurich (1938), Hidrologi dibagi menjadi 3 antara lain: (1). *Potamology*, berhubungan dengan sungai; (2). *Cryology*, berhubungan dengan salju; dan (3). *Limnology*, berhubungan dengan danau.

Siklus hidrologi merupakan gerakan air laut ke udara, kemudian jatuh ke permukaan bumi lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi yang lain, dan akhirnya mengalir ke laut. Hal-hal penting yang perlu diketahui berkaitan dengan siklus hidrologi: (1). Dapat berupa siklus pendek, yaitu dari hujan → menuju laut/ danau/ sungai → kemudian menuju laut lagi; (2). Terjadinya tidak ada keseragaman waktu; (3). Intensitas dan frekuensinya bergantung pada geografi dan iklim (hal ini berkaitan dengan letak matahari yang berubah sepanjang tahun); dan

(4). Berbagai bagian siklus sangat kompleks. Secara sederhana siklus hidrologi dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar.2. 1 Daur siklus hidrologi (Soemarto, 1987)

Sedangkan siklus hidrologi panjang dimulai dari air laut menguap → terjadilah awan → didesak oleh angin → terjadilah hujan (salju) → terjadilah limpasan yang sebagian terinfiltrasi → lalu mengalami perkolasi → kemudian kembali ke sungai (laut) lagi. Dengan demikian ada 4 proses dalam siklus hidrologi, yaitu (1). Presipitasi; (2). Evaporasi; (3). Infiltrasi; dan (4). Limpasan permukaan air tanah.

Dalam pembangunan sumberdaya air, estimasi bolume air itu merupakan hal yang sangat penting karena merupakan dasar perencanaan dan pengoperasian system sumber daya air. Proyek

sumber daya air sederhana meliputi: (1). Suplesi air, untuk irigasi, industri , air minum, dan lain-lain. Untuk pengendalian banjir, yang memerlukan disain parameter. Sedangkan untuk suplesi air dilakukan analisa debit andalan.

Para teknisi mempunyai kepentingan untuk (1) Mengatur aliran sungai; (2) Pembuatan waduk-waduk; dan (3) Pembuatan saluran-saluran irigasi. Untuk keperluan tersebut diperlukan ilmu-ilmu yang menunjang antara lain Matemati, Ilmu Alam, Statistika, Meteorologi, Oceanografi, Geografi, Geologi, Geomorfologi, dan Hidrolika. Selain itu harus mempunyai pengalaman di bidang Kehutanan, Pertanian, Biologi, dan Botani (Limantara, 2010;1-3).

2. 2 Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (SNI 2415, 2016:1).

Ada beberapa istilah yang dipakai dalam unsur-unsur aliran sungai seperti debit, limpasan, limpasan permukaan, limpasan bawah permukaan, limpasan bulanan, limpasan tahunan, hidrograf, aliran

dasar, waktu konsentrasi, kurva massa, stage hidrograf dan discharge hidrograf. Berikut definisi dari masing-masing istilah tersebut.

Debit merupakan volume air per-satuan waktu, yang berada pada sungai, pipa, pelimpah, akuifer dll. Limpasan, merupakan air yang keluar dari outlet. Limpasan permukaan, merupakan limpasan yang lewat atas permukaan tanah. Limpasan bawah permukaan, limpasan yang lewat bawah permukaan tanah, kemudian menuju outlet, dan akhirnya keluar sebagai aliran limpasan bulanan.

Hidrograf merupakan hubungan aliran dan waktu (bisa berupa stage atau discharge hydrograph). Aliran dasar, merupakan debit minimum di sungai, yang menandakan ada aliran dari akuifer. Waktu konsentrasi, merupakan waktu yang diperlukan dari titik terjauh DAS untuk mencapai outlet atau stasiun pengukuran debit. Kurva massa, merupakan grafik aliran kumulatif terhadap waktu. Stage hydrograph, merupakan hidrograf pengamatan. Discharge hydrograph, merupakan rating curve (hidrograf debit), yang diubah dari stage hydrograph (Limantara, 2010:101).

2. 2. 1 Sungai

Suatu kesatuan wilayah tata air yang terbentuk secara alamiah, dimana air akan mengalir melalui sungai dan anak sungai disebut daerah aliran sungai (DAS). Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus-menerus dari hulu menuju hilir.

Fungsi pokok sungai adalah untuk mengalirkan kelebihan air permukaan tanah, sedangkan fungsi lainnya adalah dapat digunakan untuk kesejahteraan manusia, seperti sumber air minum, PLTA, pengairan, transportasi air, untuk meninggikan tanah yang rendah dan mengatur suhu tanah. Menurut peraturan perundang-undangan yang ada, fungsi sungai adalah:

- a. Sungai sebagai sumber air yang merupakan salah satu sumber daya alam yang mempunyai fungsi serba guna bagi kehidupan manusia.
- b. Sungai harus dilindungi dan dijaga kelestariannya, ditingkatkan fungsi dan pemanfaatannya, dan dikendalikan daya rusak terhadap lingkungan (Kurniawan, 2012).

2.3 Debit Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum dari suatu sungai, atau saluran yang besarnya didasarkan/terkait dengan periode ulang tertentu. Atau Debit banjir rencana adalah debit dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan melalui suatu sungai atau bangunan air. Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, debit rencana misalnya, akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Hal ini tidak berarti bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap periode ulang tersebut (Kamiana, 2011:13).

Agar dalam tahapan pelaksanaan proyek konstruksi bangunan sipil dapat berjalan lancar dan hasilnya dapat memberikan manfaat yang seoptimal mungkin maka salah satu tahapan kegiatan yang dilakukan adalah tahapan perencanaan teknis.

Perencanaan teknis suatu bangunan air dapat ditinjau dari berapa aspek, diantaranya aspek struktur dan aspek hidrolis. Perencanaan dari aspek struktur dimaksudkan agar bangunan air kokoh terhadap gaya-gaya yang bekerja. Perencanaan dari aspek hidrolis dimaksudkan agar bangunan air mampu mengalirkan debit tertentu dengan aman tanpa menimbulkan kerusakan pada bangunan air yang bersangkutan.

Beberapa data yang diperlukan perencanaan bangunan air dari aspek hidrolis adalah: data karakteristik daerah pengaliran (data topografi dan data tata guna lahan), data iklim, data curah hujan, dan data debit. Data tersebut selanjutnya akan digunakan dalam perhitungan debit rencana.

Besar kecilnya nilai debit rencana akan menentukan besar-kecilnya dimensi hidrolis suatu bangunan air.

Dimensi hidrolis suatu bangunan air yang lebih besar akan lebih aman dalam mengalirkan debit tertentu, namun dimensi yang lebih besar akan berdampak pada biaya yang lebih mahal atau melampaui batas-batas ekonomis yang dapat dipertanggung jawabkan.

Sebaliknya dimensi hidrolis bangunan air yang lebih kecil akan

menjadi kurang aman jika mengalirkan debit tertentu. Oleh karena itu, perhitungan debit rencana menjadi bagian yang sangat penting dalam tahap perencanaan teknis. Metode perhitungan debit rencana cukup beragam sesuai dengan ketersediaan data (Kamiana, 2011:3-4).

2. 4 Metode Perhitungan Debit Rencana

Penetapan masing-masing metode dalam perhitungan debit rencana, secara umum bergantung pada ketersediaan data. Data yang dimaksud antara lain data hujan. Karakteristik daerah aliran, dan data debit.

Dalam analisis frekuensi data hidrologi, baik data hujan maupun data debit sungai terbukti bahwa sangat jarang data yang sesuai dengan distribusi Normal, Gamma berparameter II, Log Gumbel dan Hazen. Sebaliknya, sebagian besar data hidrologi sesuai dengan 3 distribusi yang lainnya. Masing-masing distribusi mempunyai sifat-sifat khas tersendiri, dengan demikian setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistik masing-masing distribusi tersebut. Pemilihan distribusi yang tidak benar dapat mengakibatkan (Limantara, 2010:55):

1. Estimasi terlalu tinggi (over-estimated).
2. Estimasi terlalu rendah (under-estimated).

Ditinjau dari ketersediaan data hujan, karakteristik daerah aliran, dan data debit, terdapat 6 kelompok metode perhitungan debit

rencana, yaitu:

1. Metode analisis probabilitas frekuensi debit banjir.

Metode ini dipergunakan apabila data debit tersedia cukup panjang (>20 tahun), sehingga analisisnya dapat dilakukan dengan distribusi probabilitas, baik secara analitis maupun grafis. Sebagai contoh distribusi probabilitas yang dimaksud adalah:

- Distribusi probabilitas Gumbel.
- Distribusi Log Person.
- Distribusi probabilitas Log Normal.

2. Metode analisis regional.

Apabila data debit yang tersedia < 20 tahun dan > 10 tahun maka debit rencana dapat dihitung dengan metode analisis regional. Data debit yang dimaksud dapat dari berbagai daerah pengaliran yang ada tetapi masih dalam satu regional.

Prinsip dari metode analisis regional adalah dalam upaya memperoleh lengkung frekuensi banjir regional adalah untuk menentukan besarnya debit rencana pada suatu daerah pengaliran yang tidak memiliki data debit.

3. Metode puncak banjir diatas ambang.

Metode ini dipergunakan apabila data debit yang tersedia antara 3-10 tahun. Metode ini berdasarkan pengambilan puncak banjir dalam selang 1 tahun di atas ambang tertentu dan hanya

cocok untuk data yang didapat dari pos duga air otomatis.

4. Metode Empiris.

Metode ini dipergunakan apabila data hujan dan karakteristik daerah aliran tersedia. Contoh metode yang termasuk dalam kelompok metode ini adalah:

- Metode Rasional.
- Metode Weduwen.
- Metode Hasper.
- Metode Melchior.
- Metode Hidrograf Satuan.

5. Metode analisis regresi.

Metode ini menggunakan persamaan-persamaan regresi yang dihasilkan *Institute of Hydrology (IoH)* dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan, yaitu didapat dari data hujan dan karakteristik daerah pengaliran sungai (DPS), selanjutnya untuk banjir dengan periode ulang tertentu digunakan lengkung analisis regional.

6. Model matematik.

Model ini dipergunakan apabila selang waktu pengamatan data hujan lebih panjang dari pada pengamatan data debit, selanjutnya untuk memperpanjang data aliran yang ada digunakan model

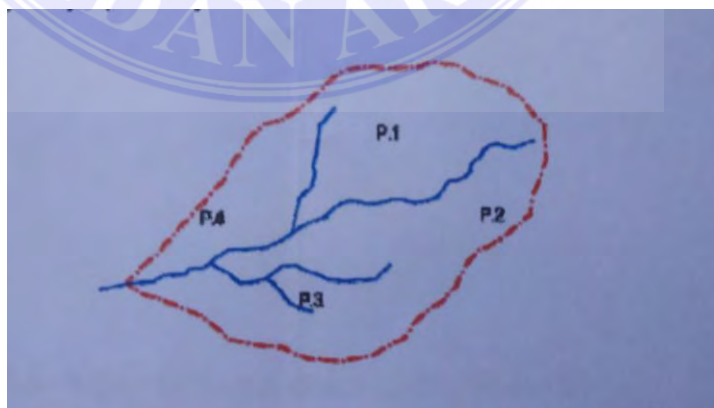
metematika kemudian besar debit banjir rencana dihitung dengan analisis frekuensi atau menggunakan distribusi probabilitas, contohnya : Gumbel, Log Pearson, dan Log Normal (Kamiana, 2011: 10-11).

2. 5 Analisa Curah Hujan Kawasan

Metode yang digunakan untuk merata-rata curah hujan pada suatu DAS adalah metode Aritmatik, Thiessen, Isohyet, dijelaskan sebagai berikut:

2. 5. 1 Metode Aritmatik

Metode Aritmatik hitung ditentukan dengan cara menjumlahkan tinggi hujan dari semua tempat pengukuran selama periode tertentu, dibagi dengan jumlah pos pengukuran. Metode ini sebaiknya dipakai pada daerah yang datar, pos hujan banyak dan sifat hujannya merata, digunakan persamaan:



Gambar.2. 2 Hujan rata-rata untuk metode Aritmatik

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan rumus :

d = tinggi curah hujan rata-rata daerah aliran sungai (mm).

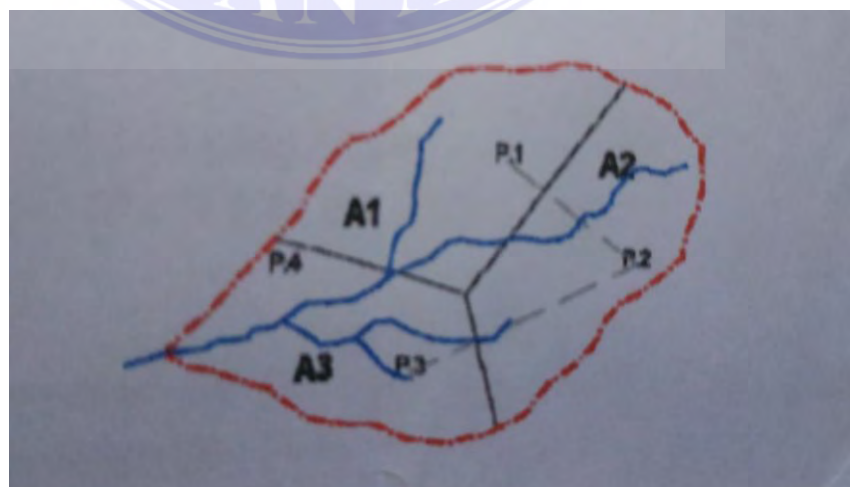
$d_1, d_2, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2,...,n (mm).

n = banyaknya pos penakar.

2. 5. 2 Metode Poligon Thiessen

Metode Thiessen ditentukan dengan cara membuat polygon antar pos hujan pada suatu wilayah DAS kemudian tinggi hujan rata-rata daerah dihitung dari jumlah perkalian antara tiap-tiap luas polygon dan tinggi hujannya dibagi dengan luas seluruh DAS (SNI 2415, 2016: 64).

Metode ini cocok untuk menentukan tinggi hujan rata-rata, apabila pos hujannya tidak merata, digunakan persamaan:



Gambar.2. 3 Hujan rata-rata untuk metode Thiessen

$$d = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{n} \quad (2.2)$$

Keterangan rumus :

d = tinggi curah hujan rata-rata daerah aliran sungai (mm).

$d_1, d_2, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n (mm).

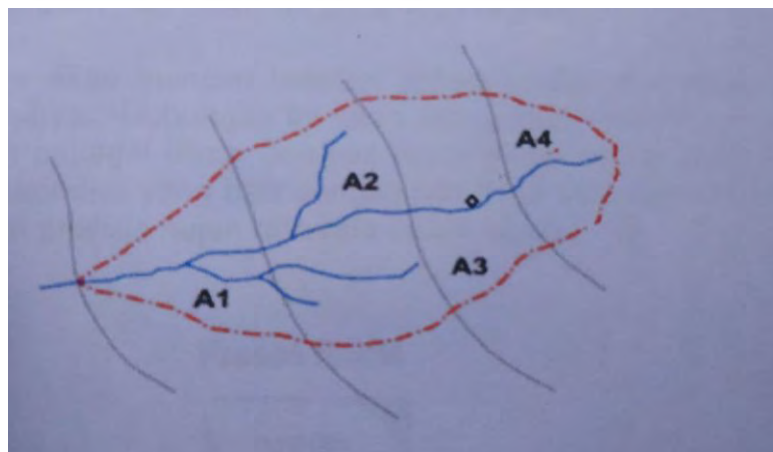
A = luas DAS (m^2).

$A_1, A_2, \dots, A_n$ = luas daerah pengaruh pos 1, 2, ..., n (m^2).

2. 5. 3 Metode Isohyet

Metode isohyet ditentukan dengan cara menggunakan peta garis kontur tinggi hujan suatu daerah dan tinggi hujan rata-rata DAS dihitung dari jumlah perkalian tinggi hujan rata-rata diantara garis isohyet dengan luas antara kedua garis isohyet tersebut, dibagi luas seluruh DAS (SNI 2415, 2016: 65).

Metode ini cocok untuk daerah pegunungan dan yang berbukit-bukit, digunakan persamaan:



Gambar.2. 4 Hujan rata-rata untuk metode Isohyet

$$d = \frac{\frac{1(d_0 - d_1)}{2} + \frac{2(d_1 - d_2)}{2} + \dots + \frac{n(d_n - d_{n-1})}{2}}{\text{total}} \quad (2.3)$$

Keterangan rumus :

d = tinggi curah hujan rata-rata daerah aliran sungai (mm).

$d_1, d_2, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n (mm).

A = luas DAS (m^2).

$1 \dots n$ = luas daerah pengaruh pos 1, 2, ..., n (m^2).

2. 6 Hujan Rencana dan Intensitasnya

2. 6. 1 Pengertian Hujan Rencana

Hujan rencana (X_T) adalah hujan dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan terjadi di suatu daerah pengaliran.

Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, hujan rencana misalnya, akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Hal ini tidak berarti bahwa hujan rencana akan berulang secara teratur setiap periode ulang tersebut.

Artinya dalam periode ulang tahun tertentu ada kemungkinan 1 kali terjadi hujan yang besarnya sama atau lebih dari hujan rencana.

Peluang terjadinya $X \geq X_T$ setiap tahun dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P(X \geq X_T) = \frac{1}{100} \quad (2.4)$$

dengan P = peluang (%); T = periode ulang (tahun); X= hujan (mm);
 X_T = hujan rencana dengan periode ulang T (mm).

Peluang $X < X_T$ setiap tahun dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P(X \geq X_T) = \left(1 - \frac{1}{100}\right) \quad (2.5)$$

Risiko atau Peluang $X \geq X_T$ paling tidak 1 kali dalam rentang n tahun berurutan adalah:

$$P(X \geq X_T) = 1 - \left(1 - \frac{1}{100}\right)^n \quad (2.6)$$

Besarnya hujan rencana ditentukan berdasarkan analisis Frekuensi atau distribusi probabilitas (peluang) (Kamiana, 2011:13-14).

2. 6. 2 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya suatu kejadian ekstrem (maksimum atau minimum) dan frekuensinya berdasarkan distribusi probabilitas (Kamiana, 2011:14).

Analisis frekuensi bukan untuk menentukan besarnya debit aliran sungai pada suatu saat, tetapi lebih tepat untuk memperkirakan apakah debit aliran sungai tersebut akan melampaui atau menyamai suatu harga tertentu misalnya untuk 10 tahun, 20 tahun dst yang akan datang. Dalam hidrologi, analisis tersebut dipakai untuk menentukan

besarnya hujan dan debit banjir rancangan (*design flood*) dengan kala ulang tertentu.

Hal-hal yang perlu di perhatikan dalam analisis frekuensi aliran:

1. Penetapan banjir rancangan untuk perancangan bangunan-bangunan hidraulik dapat dilakukan dengan berbagai cara. Hal ini bergantung pada ketersediaan data.
2. Makin banyak data yang tersedia (baik secara kualitatif maupun kuantitatif) akan memberikan kemungkinan-kemungkinan penggunaan cara analisis dapat memberikan perkiraan yang lebih baik.

Hubungan antara besarnya kejadian esktrm dan frekuensinya atau peluang kejadiannya adalah berbanding terbalik. Dengan kata lain dapat dirumuskan:

$$X \propto \frac{1}{P} \quad (2.7)$$

Keterangan rumus :

X = besarnya suatu kejadian.

P = frekuensi atau peluang suatu kejadian.

Berdasarkan persamaan (2.4), dapat dilihat bahwa nilai X akan makin besar jika nilai P makin kecil. Artinya, misalkan X adalah hujan, makin besar curah hujan maka frekuensi kejadiannya makin kecil. Atau frekuensi hujan sangat lebat adalah lebih kecil dibandingkan dengan frekuensi hujan yang bukan lebat.

Dalam analisis frekuensi suatu kejadian (hujan atau debit) diperlukan seri data (hujan atau debit) selama beberapa tahun. Pengambilan seri data untuk tujuan analisis frekuensi dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu :

a. Seri parsial (*partial duration series*)

Metode ini digunakan apabila data yang tersedia kurang dari 10 tahun runtuk waktu. Dalam metode ini, ditetapkan dulu batas bawah suatu seri data. Kemudian semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil menjadi bagian seri data.

Pengambilan batas bawah dapat dilakukan dengan system peringkat. Caranya adalah dengan mengambil semua besaran data yang cukup besar kemudian diurut dari besar ke kecil. Data yang diambil untuk kepentingan analisi adalah sesuai dengan panjang data dan diambil dari besaran yang paling besar.

Akibat dari metode pengambilan seri data seri parsial adalah dimungkinkannya dalam satu tahun diambil data lebih dari satu, sementara pada tahun yang lain tidak ada data yang diambil karena data yang tersedia dibawah batas bawah.

b. Data maksimum tahunan (*annual maximum series*)

Metode ini digunakan apabila data yang tersedia lebih dari 10 tahun runtut waktu. Dalam metode ini, hanya data maksimum yang diambil untuk setiap tahunnya, atau hanya ada 1 data setiap tahun.

Akibat dari metode pengambilan seri data maksimum tahunan

adalah data terbesar ke dua dalam satu tahun yang lebih besar nilainya dari data terbesar pada tahun yang lain menjadi tidak diperhitungkan dalam analisis (Kamiana, 2011:15-16).

2. 6. 3 Distribusi Probabilitas

Dalam analisis Frekuensi data hujan atau data debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu : Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III (Kamiana, 2011:26-27).

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada Tabel (2.1).

Tabel 2.1 Persyaratan parameter statistic suatu distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Person III	Selain nilai dari diatas

Sumber: Bambang T(2008)

Keterangan Tabel (2.1):

- Koefisien kepengcengan (s) = $\frac{n \sum (X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)^3}$ (2.8)

- Koefisien puncak (k) = $\frac{n^2 \sum (X - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)^4}$ (2.9)

- $\bar{X}$ = nilai rata-rata dari x = $\frac{\sum X}{n}$ (2.10)

2. 6. 4 Distribusi Gumbel

Jika data hujan yang dipergunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Gumbel dilakukan dengan rumus-rumus berikut (Kamiana, 2011:28).

Tabel 2.2 Tabel Nilai S_n dan Y_n

n	S_n	Y_n
10	0,9497	0,4952
15	1,0210	0,5128
20	1,0630	0,5236
25	1,0910	0,5390
30	1,1120	0,5362
35	1,1280	0,5403
40	1,1410	0,5436
45	1,1520	0,5463
50	1,1610	0,5485
60	1,1750	0,5521
70	1,1850	0,5548
80	1,1940	0,5567
90	1,2010	0,5586

100	1,2060	0,5600
200	1,2360	0,5672
500	1,2590	0,5724
1000	1,2690	0,5745

Sumber: Soemarto (1987)

Periode Ulang T (Tahun)	t
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
25	3,1255
50	3,9019
100	4,6001

Sumber: Somarto (1987)

Rumus :
$$X - \bar{X} = \frac{n}{n} \quad (2.11)$$

dengan :

X = nilai esktrim

$\bar{X}$ = nilai rata-rata

= reduced variate, merupakan fungsi dari probabilitas

$$- \ln \left[\ln \left(\frac{-1}{n} \right) \right] \quad (2.12)$$

= nilai Y_T dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.3.

$$K = \text{faktor frekuensi Gumbel;} \quad \frac{t^* - n}{n} \quad (2.13)$$

n = *Reduced standar deviasi* (Tabel 2.2).

n = *reduced variate mean.* (Tabel 2.2).

n = simpangan baku (standar deviasi).

$$d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.14)$$

2. 6. 5 Distribusi Probabilitas Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Normal, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut (Kamiana, 2011:30).

Tabel 2.4 Tabel Nilai Variabel reduksi Gauss

No	Periode ulang, T (Tahun)	
1	1,001	-3,05
2	1,005	-2,58
3	1,010	-2,33
4	1,050	-1,64
5	1,110	-1,28
6	1,250	-0,84
7	1,330	-0,67
8	1,430	-0,52
9	1,670	-0,25
10	2,000	0
11	2,500	0,25
12	3,330	0,52
13	4,000	0,67
14	5,000	0,84

15	10,000	1,28
16	20,000	1,64
17	50,000	2,05
18	100,000	2,33
19	200,000	2,58
20	500,000	2,88
21	1000,000	3,09

Sumber: Suripin (2004)

$$X = \bar{X} + d \quad (2.15)$$

Keterangan rumus :

X = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata dari data hujan (X)mm (lihat persamaan 2.7).

d = Standar deviasi dari data hujan (X)mm (lihat persamaan 2.10).

K = Faktor Frekuensi, nilainya bergantung dari T (Tabel 2.4).

2. 6. 6 Distribusi Probabilitas Log Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Normal, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut (Kamiana, 2011:31).

$$\log X = \overline{\log X} + K \cdot s \quad (2.16)$$

Keterangan rumus:

$\log X$ = nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T .

$$\text{Log } \bar{X} = \text{nilai rata-rata dari log } X \quad \frac{\sum \log X_i}{n} \quad (2.17)$$

$$\log x = \text{deviasi standar dari log } X \quad \frac{\sum (\log X_i - \bar{\log X})^2}{n-1}^{0.5} \quad (2.18)$$

= Faktor Frekuensi (Tabel 2.4).

2. 6. 7 Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus-rumus berikut (Kamiana, 2011:33-34).

Tabel 2.5a Tabel Faktor frekuensi (G atau Cs positif)

Koefisien Cs	Waktu balik dalam tahun (Periode Ulang)						
	2	5	10	25	50	100	200
	Peluang (%)						
	0,5	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01	0,05
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970
2,9	-0,390	0,440	1,195	2,277	3,134	4,013	4,013
2,8	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	3,973
2,7	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,097	3,932	3,889
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	3,845
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584
2,3	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444
2,1	-0,319	0,592	1,294	2,240	2,997	3,753	4,515
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298
1,9	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147
1,7	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1,5	0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828

1,3	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576

Sumber: Soemarto (1987)

Tabel 2.5b Tabel Faktor frekuensi (G atau Cs negatif)							
Koefisien Cs	Waktu balik dalam tahun (Periode Ulang)						
	2	5	10	25	50	100	200
	Peluang (%)						
	0,5	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01	0,05
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,89	2,104	2,294
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,72	1,880	2,016
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664
-1,1	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
-1,3	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351
-1,5	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,261
-1,7	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097

-1,9	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995
-2,1	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,346	0,949
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907
-2,3	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869
-2,4	0,351	0,752	0,795	0,823	0,826	0,832	0,833
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800
-2,6	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769
-2,7	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741
-2,8	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714
-2,9	0,390	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667

Sumber: Soemarto (1987)

$$\log X - \overline{\log X} = \log x \quad (2.19)$$

Keterangan rumus:

$\log X$ = nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T.

$$\overline{\log X} = \text{nilai rata-rata dari } \log X = \frac{\sum \log X_i}{n} \quad (2.20)$$

$$\log x = \text{deviasi standar dari } \log X = \frac{\sum (\log X_i - \overline{\log X})^2}{n-1}^{0.5} \quad (2.21)$$

= Variabel standar. (Tabel 2.5a dan Tabel 2.5b)

2. 7 Uji Distribusi Probabilitas Metode Smirnov-Kolmogorof

Uji Smirnov-Kolmogorov adalah uji distribusi terhadap penyimpangan data ke arah horizontal untuk mengetahui suatu data sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih atau tidak. Uji Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan *non-parametric*, karena pengujianya tidak menggunakan fungsi distribusi

tertentu. Pengujian dilakukan dengan membandingkan probabilitas tiap data, antara sebaran empiris dan sebaran teoritis, yang dinyatakan dalam Δ (Limantara, 2010:64).

Pengujian distribusi probabilitas dengan Metode Smirnov-Kolmogorov dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Urutkan data (X) dari besar ke kecil atau sebaliknya.
2. Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P(X)$ dengan rumus Weibull:

$$P(X) = \frac{m}{n + 1} \quad (2.22)$$

Keterangan rumus:

n = jumlah data;

m = nomor urut data (setelah diurutkan)

3. Tentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P'(X)$ berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih.
4. Hitung selisih (ΔP) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurutkan:

$$\Delta P = P(X) - P'(X) \quad (2.23)$$

5. Tentukan apakah $\Delta P < \Delta P$ kritis, jika “tidak” artinya Distribusi Probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian

sebaliknya.

6. ΔP kritis lihat tabel pada Tabel 2.6 (Kamiana, 2011:43).

Tabel 2.6 Tabel Nilai ΔP kritis mirnov-Kolmogorof

N	Derajat kepercayaan, α			
	0,20	0,10	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	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$\frac{107}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber: Soewarno (1995)

Untuk data yang tidak terdapat di dalam tabel, dapat menggunakan persamaan dibawah sebagai berikut :

$$T = \frac{1}{2} \left(\frac{1 - \alpha}{1 - \alpha} \right) \times (n - 1) \quad (2.24)$$

2. 8 Metode Perhitungan Debit Banjir

2. 8. 1 Metode Rasional

Metode Rasional merupakan rumus yang tertua dan yang terkenal diantara rumus-rumus empiris. Metode Rasional dapat digunakan untuk menghitung debit puncak sungai atau saluran namun dengan daerah aliran yang terbatas.

Menurut Goldman (1986) dalam Suripin (2004), Metode Rasional dapat digunakan untuk daerah pengaliran < 300 ha. Menurut Ponce (1989) dalam Bambang T (2008), Metode Rasional dapat digunakan untuk daerah pengaliran $< 2,5 \text{ Km}^2$. Dalam Departemen PU, SK SNI M-18-1989-F (1989), dijelaskan bahwa Metode Rasional dapat digunakan untuk ukuran daerah pengaliran < 5000 Ha.

Dalam Asdak (200), dijelaskan jika ukuran daerah pengaliran > 300 ha, maka ukuran daerah pengaliran perlu dibagi menjadi berapa bagian sub daerah pengaliran kemudian Rumus Rasional diaplikasikan pada masing-masing sub daerah pengaliran.

Dalam Montarcih (2009) dijelaskan jika ukuran daerah pengaliran > 500 Ha maka koefisien pengaliran (C) bias dipecah-pecah sesuai tata guna lahan dan luas lahan yang bersangkutan. Dalam Suripin (2004) dijelaskan bahwa penggunaan Metode Rasional pada daerah pengaliran dengan berapa sub daerah pengaliran dapat dilakukan dengan pendekatan nilai C gabungan atau C rata-rata dan intensitas hujan dihitung berdasarkan waktu konsentrasi yang terpanjang.

Rumus umum dari Metode Rasional adalah:

$$0,278 \quad (2.25)$$

Keterangan rumus:

Q = debit puncak limpasan permukaan (m^3/det).

C = angka pengaliran (tanpa dimensi)

A = luas daerah pengaliran (m^2).

I = intensitas curah hujan (mm/jam).

Metode Rasional diatas dikembangkan berdasarkan asumsi sebagai berikut:

1. Hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata di seluruh daerah pengaliran selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi (t_c) daerah pengaliran.
2. Periode ulang debit sama dengan periode ulang hujan.
3. Koefisien pengaliran dari daerah pengaliran yang sama adalah tetap untuk berbagai periode ulang.

Jika persamaan (2.25) dipergunakan untuk menghitung debit rencana dengan berbagai periode ulang maka notasinya dalam buku ini ditulis sebagai berikut:

$$0,278 \quad (2.26)$$

Keterangan rumus:

= debit puncak limpasan permukaan (m^3/det).

C = angka pengaliran (tanpa dimensi).

A = luas daerah pengaliran (m^2).

I = intensitas curah hujan dengan periode ulang T tahun (mm/jam).

Besarnya nilai t_c dapat dihitung dengan beberapa rumus diantaranya :

1. Rumus Kirpich

$$t_c = \left[\frac{0,87}{1000} \right]^{27} L^{0,385} \quad (2.27)$$

Keterangan rumus :

t_c = waktu konsentrasi (jam).

L = panjang lintasan air dari titik terjauh ke titik ditinjau (Km).

S = kemiringan rata-rata daerah lintasa.

2. Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan membedakan menjadi 2 komponen yaitu:

$$t_c = t_0 + t_d \text{ (menit)} \quad (2.28)$$

$$\text{Dengan: } t_0 = \frac{2}{3} \cdot 3,28 \cdot \frac{n}{\sqrt{S}} \quad (2.29)$$

$$t_d = \frac{s}{60} \quad (\text{menit}) \quad (2.30)$$

Keterangan rumus:

n = angka kekasaran permukaan lahan (lihat table 3.1).

S = kemiringan lahan.

L = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m).

L_s = panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m).

V = kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik).

Tabel 2.7 Angka kekasaran permukaan lahan

Tata Guna Lahan	n
Kedap air	0,02
Timbunan tanah	0,10
Tanaman pangan /tegalan dengan sedikit rumput pada tanah gundul yang kasar dan lunak.	0,20
Padang rumput	0,40
Tanah gundul yang kasar dengan runtuhuan dedaunan	0,60
Hutan dan sejumlah semak belukar	0,80

Sumber: Bambang T (2008)

Koefisien pengaliran (C), didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Perkiraan atau pemilihan nilai C secara tepat sulit dilakukan, karena koefisien ini antara lain bergantung dari:

1. Kehilangan air akibat infiltrasi, penguapan, tampungan permukaan.
2. Intensitas dan lama hujan.

Dalam perhitungan drainase permukaan, penentuan nilai C dilakukan melalui pendekatan yaitu berdasarkan karakter permukaan.

Kenyataan dilapangan sangat sulit menemukan daerah pengaliran yang homogeny. Dalam kondisi yang demikian, maka nilai

C pada persamaan (2.25) atau (2.26) dihitung dengan cara berikut:

$$C = C \text{ rata-rata} = \frac{\sum C}{\sum} \quad (2.31)$$

Tabel 2.8 Koefisien pengaliran (C) untuk rumus Rasional

Deskripsi lahan/ karakter permukaan	Koefisien pengaliran (C)
Business:	
• Perkotaan	0,70 – 0,95
• Pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan:	
• Rumah Tinggal	0,30 – 0,50
• Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
• Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
• Perkampungan	0,25 – 0,40
• Apartemen	0,50 – 0,70
Perkerasan:	
• Aspal dan beton	0,70 – 0,95
• Batu bata, paving	0,50 – 0,70
Halaman berpasir:	
• Datar (2%)	0,05 – 0,10
• Curam (7%)	0,15 – 0,20
Halaman tanah:	
• Datar (2%)	0,13 – 0,17
• Curam (7%)	0,18 – 0,22
Hutan:	
• Datar 0 – 5%	0,10 – 0,40
• Bergelombang 5 – 10%	0,25 – 0,50
• Berbukit 10 – 30%	0,30 – 0,60

Sumber: Suripin (2004)

$$\text{Rumus Monobe: } I = \frac{X_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (2.32)$$

Keterangan rumus:

I = Intensitas hujan (mm/jam).

X_{24} = hujan harian (mm).

t_c = waktu konsentrasi (jam).

Cara lain yang juga dapat dilakukan adalah mensubstitusikan persamaan (2.31) ke persamaan (2.26) sehingga diperoleh persamaan berikut:

$$0,278 \left(\sum C \right) \quad (2.33)$$

Keterangan rumus (2.31) dan (2.33):

C = Koefisien limpasan sub daerah pengaliran.

A = luas sub daerah pengaliran

n = jumlah sub daerah pengaliran.

Langkah-langkah perhitungan debit rencana dengan Metode Rasional adalah:

1. Jika koefisien limpasan dari suatu daerah pengaliran atau daerah aliran sungai (DAS) adalah tidak seragam maka daerah pengaliran atau DAS tersebut dibagi-bagi terlebih dahulu menjadi sub-DAS sesuai tata guna lahan.
2. Hitung C rata-rata.
3. Hitung nilai $\sum C$ jikalau nilai C dihitung dengan persamaan (2.33)
4. Hitung waktu konsentrasi (t_c) berdasarkan persamaan (2.27) atau (2.28)
5. Hitung intensitas hujan (I)

Jika data hujan yang tersedia adalah data menitan maka I dapat dihitung dengan Metode Talbot, Sherman, dan Ishiguro. Jika data

hujan yang tersedia adalah data harian maka I dapat dihitung dengan Metode Mononobe.

6. Masukkan hasil perhitungan yang diperoleh ke persamaan (2.25) atau persamaan (2.33) untuk mendapatkan nilai (Kamiana, 2011:81-86).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Kegiatan Penelitian

Lokasi kegiatan penulisan studi penelitian debit sungai Deli ini berada di kota Medan kecamatan Medan Johor.

Sungai Deli berserta anak dan ranting sungainya mengalir dari Kabupaten Karo, Kabupaten Deli Serdang dan melintasi Kota Medan sebelum bermuara ke Selat Malaka. Daerah pengaliran sungai di Kabupaten Karo terdapat di Kecamatan Simpang Empat Desa Semangat Gunung dan Desa Doulu sedangkan di Kabupaten Deli Serdang meliputi lima kecamatan yaitu (1) Kecamatan Pancur Batu, (2) Sibolangit, (3) Namorambe, (4) Deli Tua, (5) Sibiru-biru. Sedangkan di Kota Medan meliputi empat belas kecamatan yaitu (1) Kecamatan Medan Tuntungan, (2) Medan Johor, (3) Medan Selayang, (4) Medan Polonia, (5) Medan Maimun, (6) Medan Kota, (7) Medan Baru, (8) Medan Sunggal, (9) Medan Petisah, (10) Medan Barat, (11) Medan Deli, (12) Medan Labuhan, (13) Medan Marelan dan (14) Medan Belawan. Pada beberapa kecamatan sungai ini menjadi bagian batas administrasi.



Gambar 3.1 Peta lokasi (Google Earth)

3.2 Prosedur Penelitian

Menghitung data curah hujan yang didapat menggunakan metode Gumbel, metode Normal, Metode Log Normal dan Metode Log Person III. Sehingga didapat data hujan rencana 10, 25, 50, dan 100.

Menganalisa debit banjir rencana periode 10, 25, 50, dan 100 tahun dengan metode Rasional menggunakan data hujan rencana yang telah dihitung.

3.3 Metodologi Pengambilan Data

Langkah awal yang dilakukan penulis adalah mencari informasi untuk mengetahui sumber-sumber data yang diperlukan, serta mengumpulkan data yang dibutuhkan.

Data primer didapat dari Balai Wilayah Sungai II, Badan Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Sampali, yang meliputi:

- Data curah hujan
- Peta DAS Deli

Data sekunder didapat dengan mengumpulkan beberapa literatur dari buku dan makalah, jurnal yang berkenaan dengan penelitian khususnya analisa debit banjir.

3.4 Analisa Data

3.4.1 Observasi Data Curah Hujan

Observasi data adalah pengumpulan data-data yang diperlukan untuk menunjang studi kasus ini. Data curah hujan yang digunakan data curah hujan harian maksimum yang mewakili kota Medan. Data curah hujan didapat dari BWSS II.

Untuk menganalisa frekuensi curah hujan periodik digunakan metode Distribusi Probabilitas Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson III. Dalam penelitian ini dihitung hujan rencana dengan kala ulang 10, 25, 50 dan 100 tahun.

3.4.2 Uji Kecocokan

Pengujian parameter yang dipakai pada Skripsi ini adalah dengan metode *Smirnov-Kolmogorof*. Pada dasarnya uji ini merupakan pengecekan terhadap penyimpangan rerata data yang dianalisis berdasarkan distribusi terpilih, dari beberapa metode curah hujan periodik kemudian diuji dengan metode *Smirnov-Kolmogorov*, hingga mendapatkan hasil yang bisa digunakan untuk metode banjir kala ulang.

3.4.3 Menganalisa Debit Banjir Rencana

Analisa debit banjir rencana kala ulang diambil dari data curah

hujan kala ulang dan mengolah data tersebut dengan menggunakan metode Rasional. Metode Rasional dapat digunakan untuk menghitung debit puncak sungai atau saluran namun dengan daerah pengaliran yang terbatas.



DAFTAR PUSTAKA

- Anugerah A J Surentu, Isri R Mangangka dan E M Wuisan. 2016. *Analisa Debit Banjir Sungai Ranoyapo di Desa Lindangan Kec Tampaso Baru Kab Minahasa Selatan*. Manado: Universitas Sam Ratulangi. Terdapat pada: <https://www.scribd.com/document/348315778/Analisa-Debit-Banjir-Ranoyapo>
- Badan Standardisasi Nasional, SNI 2415:2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Bandung: Panitia Tekniks 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subkomite Teknis Sumber Daya Air 91-01-S1 melalui Gugus Kerja Balai Hidrologi dan Tata Air, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air
- Dewi Sartika Ka'u dan Soekarno. 2016. *Analisi Debit Banjir Sungai Molompar Kabupaten Minahasa Tenggara*. Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado. Tersedia pada: <https://www.scribd.com/document/426496835/139796-ID-analisis-debit-banjir-sungai-molompar-ka-pdf>
- Gustave Suryantara Pariartha. 2013. *Analisis Debit Banjir Rancangan Dengan Menggunakan Hidrograf Satuan Terukur Pada Daerah Aliran Sungai Progo* Bali: Universitas Udayana. Tersedia pada: <https://docplayer.info/40542488-Analisis-debit-banjir-rancangan-dengan-menggunakan-hidrograf-satuan-terukur-pada-daerah-aliran-sungai-progo-bagian-hulu.html>
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Limantara, Lily Montarcih. 2010. *Teknik Sumber Daya Air Jilid II*. Bandung: Lubuk Agung
- Marcio Yosua Talumepa, Lambertus Tanudjaja dan Jeffry S F Sumarauw. 2017. *Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Sungai Sangkup Kabupaten Bolaang Mongondow Utara*. Manado : Universitas Sam Ratulangi. Tersedia pada: <https://www.scribd.com/document/419316829/Analisis-Debit-Banjir-Sungai-Sangkub-Kabupaten-Bolaang-Mongondow-Utara>

Marlina Silitonga dan Terunajaya. 2015. *Analisa Debit Banjir Sungai Indragiri di Desa Pasir Kemilu Rengat Kabupaten Indragiri Hulu*. Medan: Universitas Sumatera Utara. Tersedia pada: <https://www.scribd.com/document/426270928/apik-123dok-Analisa-Debit-Banjir-Sungai-Indragiri-Di-Desa-Pasir-Kemilu-Rengat-Kabupaten-Indragiri-Hulu>

S H Hasibuan. 2012. *Analisa Debit Banjir Sungai Bonai Kabupaten Rokan Hulu Menggunakan Pendekatan Hidrograf Satuan Nakayasu*. Riau: Universitas Riau. Tersedia pada: <https://docplayer.info/37135126-Analisa-debit-banjir-sungai-bonai-kabupaten-rokan-hulu-menggunakan-pendekatan-hidrograf-satuan-nakayasu-s-h-hasibuan-abstrak.html>





LAMPIRAN
DATA CURAH HUJAN HARIAN

Data Curah Hujan Harian Kota Medan

Nama Provinsi: SUMATERA UTARA

Nama Kabupaten: Kota Medan

Nama Stasiun: BBMKG Wil I Medan

Lintang : 3.539502° LU

Bujur : 98.639796° BT

Tinggi : 40 m

Tahun 2009

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	-	-	13	-	77	-	-	-	0	-	-	0
2	8	-	44	63	32	-	-	-	-	1	-	0
3	33	-	15	-	4	-	-	2	1	0	-	-
4	20	14	8	-	1	-	7	62	56	1	26	25
5	3	1	0	-	5	-	-	-	79	14	1	39
6	1	9	-	-	7	15	-	1	-	26	2	1
7	1	-	33	37	8	-	65	-	-	6	-	-
8	-	0	59	-	5	-	-	11	6	13	0	-
9	-	-	12	-	40	-	-	9	-	15	46	-
10	2	-	-	39	79	-	-	-	-	4	6	-
11	4	0	52	1	18	-	21	-	6	22	0	19
12	0	1	10	5	1	0	-	16	-	1	12	-
13	1	-	-	-	22	1	-	0	0	-	3	-
14	66	-	-	62	15	12	67	13	51	2	13	-
15	5	22	-	1	2	-	0	0	3	-	3	-
16	12	-	58	7	5	-	-	5	6	10	2	0
17	-	-	34	-	8	-	-	2	2	2	-	5
18	-	12	11	-	-	-	-	4	8	21	-	1
19	-	36	1	10	16	-	-	3	29	3	2	-
20	-	2	36	21	8	3	-	30	1	2	61	2
21	2	-	61	-	2	-	8	5	2	-	6	-
22	-	-	1	-	-	-	9	19	5	39	6	-
23	-	-	16	4	-	-	-	-	3	13	21	10
24	-	0	23	-	-	0	-	0	-	26	4	11
25	5	2	-	-	-	-	1	-	-	23	1	2
26	-	1	1	2	-	1	28	-	51	-	1	-
27	85	81	-	-	20	12	13	16	-	-	1	-
28	5	-	-	8	-	18	38	-	7	35	-	1
29	-	-	0	-	11	-	-	19	59	-	-	-
30	1	-	-	7	-	-	-	9	-	-	-	-
31	-	-	24	-	-	-	0	27	-	9	-	-
Total	254	181	512	267	386	62	257	253	375	288	217	116
Curah Hujan Harian Maksimum (mm)							264					



Data Curah Hujan Harian Kota Medan

Nama Provinsi: SUMATERA UTARA

Nama Kabupaten: Kota Medan

Nama Stasiun: BBMKG Wil I Medan

Lintang : 3.539502° LU

Bujur : 98.639796° BT

Tinggi : 40 m

Tahun 2010

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	-	-	14	1	32	14	1	-	-	30	-	3
2	5	-	-	1	-	-	1	1	1	16	-	25
3	24	-	-	28	-	26	-	-	-	-	7	0
4	-	-	-	-	-	1	-	1	6	-	-	3
5	8	-	85	-	52	9	-	-	-	40	11	3
6	9	-	-	-	0	-	-	29	8	-	30	10
7	9	-	-	-	0	9	9	8	0	-	-	4
8	-	28	-	-	-	-	-	37	-	12	-	25
9	-	-	-	1	-	35	3	-	2	-	37	-
10	-	-	0	-	-	0	0	3	-	-	6	9
11	-	-	-	-	-	-	0	53	-	-	7	3
12	-	-	1	0	-	-	-	42	17	23	-	-
13	-	-	12	-	-	-	-	43	12	0	69	-
14	1	1	-	-	11	3	52	0	0	13	78	1
15	3	-	3	-	-	-	28	0	-	-	21	-
16	-	3	-	-	49	14	1	0	-	2	1	-
17	-	-	-	-	16	-	1	0	-	22	58	40
18	6	14	-	1	5	-	-	0	-	-	32	4
19	38	17	-	3	-	-	4	9	14	-	-	1
20	2	3	36	3	-	-	12	0	4	-	10	3
21	0	-	30	-	2	-	1	-	11	-	10	3
22	0	-	1	14	42	-	2	-	6	-	-	-
23	-	1	-	-	-	-	17	6	3	16	7	-
24	-	-	8	-	30	20	8	-	2	0	2	8
25	19	-	-	-	42	-	45	-	-	2	7	1
26	37	-	-	18	2	-	-	-	-	-	-	1
27	10	-	5	10	6	-	8	24	8	-	1	-
28	-	18	3	-	-	30	-	2	1	9	21	1
29	2	-	-	0	12	2	-	-	2	-	22	0
30	-	-	64	-	0	2	5	13	-	2	-	-
31	-	-	6	-	-	-	-	57	-	-	-	-
Total	173	85	268	80	301	165	198	328	168	194	444	152
Curah Hujan Harian Maksimum (mm)							213					



Data Curah Hujan Harian Kota Medan

Nama Provinsi: SUMATERA UTARA

Nama Kabupaten: Kota Medan

Nama Stasiun: BBMKG Wil I Medan

Lintang : 3.539502° LU

Bujur : 98.639796° BT

Tinggi : 40 m

Tahun 2011

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	4	7	-	9	17	-	41	-	-	89	29	12
2	62	8	12	4	-	-	3	-	-	25	-	0
3	16	-	19	5	-	-	-	44	-	30	7	-
4	-	-	-	3	-	-	-	-	11	39	55	14
5	48	-	-	7	4	-	-	-	1	0	3	1
6	6	-	-	-	7	15	6	49	1	10	8	-
7	-	-	0	5	-	-	-	-	12	59	29	-
8	-	-	1	-	-	-	-	26	28	7	2	0
9	-	-	47	-	-	-	-	3	-	15	1	-
10	-	-	1	-	-	-	-	-	1	4	1	-
11	0	9	-	5	-	-	-	5	-	0	10	6
12	6	-	2	-	0	0	6	-	5	3	-	11
13	-	-	-	8	39	1	-	6	14	-	10	-
14	-	-	10	27	-	12	-	14	1	1	1	-
15	-	5	-	-	2	-	1	6	-	16	0	-
16	-	19	7	-	-	-	0	-	-	0	-	1
17	-	-	16	1	4	-	-	5	-	6	-	77
18	-	0	13	13	5	-	-	1	3	10	-	2
19	-	1	1	-	11	-	-	2	25	12	-	20
20	-	3	3	-	-	3	-	5	-	2	0	3
21	-	-	61	-	8	-	7	2	11	-	5	-
22	-	-	2	-	43	-	-	24	-	-	-	-
23	-	-	16	2	-	-	-	-	11	19	5	17
24	-	12	39	-	26	0	49	-	-	9	1	0
25	22	0	0	-	6	-	-	-	27	45	3	0
26	9	-	-	2	1	1	-	14	12	26	1	24
27	1	-	12	-	16	12	27	-	-	-	5	48
28	0	-	-	16	-	18	48	7	-	1	-	-
29	10		4	42	-	-	18	14	-	28	-	1
30	0		13	56	19	-	-	8	13	37	8	-
31	-		97		13	-	-	1		9		
Total	184	64	376	205	221	62	206	236	166	474	212	237
Curah Hujan Harian Maksimum (mm)							220					



Data Curah Hujan Harian Kota Medan

Nama Provinsi: SUMATERA UTARA
 Nama Kabupaten: Kota Medan

Lintang : 3.539502° LU
 Bujur : 98.639796° BT
 Tinggi : 40 m

Nama Stasiun: BBMKG Wil I Medan

Tahun 2012

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	-	0	-	5	23	0	-	9	-	-	1	9
2	-	27	1	17	-	2	1	2	-	-	43	23
3	53	-	70	11	-	0	29	12	0	7	27	2
4	25	1	3	2	22	-	-	4	8	100	2	-
5	39	-	6	29	-	1	50	0	7	20	7	1
6	-	-	1	2	56	-	46	-	1	70	-	-
7	-	0	1	6	-	-	56	-	-	48	-	0
8	3	-	-	2	26	-	-	-	-	-	2	-
9	29	-	-	5	50	0	-	-	71	11	-	10
10	-	0	-	54	-	-	4	-	-	-	2	5
11	-	-	51	-	7	-	0	-	1	7	10	21
12	-	-	-	-	8	-	1	3	-	-	25	-
13	0	-	-	-	4	-	-	-	10	-	16	-
14	-	13	15	-	-	-	22	-	0	16	-	8
15	-	3	-	-	32	14	18	-	18	8	-	21
16	-	17	-	13	44	-	36	10	-	1	2	21
17	11	3	16	-	14	-	-	-	-	2	-	-
18	-	0	-	-	25	-	28	-	-	1	-	36
19	-	-	0	3	-	4	-	7	-	1	6	40
20	-	-	0	0	11	6	-	-	1	2	92	17
21	20	-	-	0	-	-	17	-	33	44	2	7
22	-	-	-	-	6	-	-	8	-	33	-	-
23	-	2	8	-	25	27	-	2	45	3	18	-
24	-	4	-	-	16	-	-	8	4	-	-	0
25	-	-	-	-	-	-	-	-	42	28	-	-
26	-	-	-	9	17	7	-	42	42	18	7	0
27	-	-	-	10	-	0	-	-	-	1	4	1
28	-	29	6	-	11	-	-	25	1	1	-	0
29	-	1	12	3	32	27	-	46	4	4	9	-
30	-	-	10	-	0	-	-	-	1	6	-	0
31	0	-	2	-	42	-	9	-	-	5	-	0
Total	180	100	202	171	471	88	317	185	289	433	275	222
Curah Hujan Harian Maksimum (mm)												



Data Curah Hujan Harian Kota Medan

Nama Provinsi: SUMATERA UTARA

Nama Kabupaten: Kota Medan

Nama Stasiun: BBMKG Wil I Medan

Lintang : 3.539502° LU

Bujur : 98.639796° BT

Tinggi : 40 m

Tahun 2013

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	12	-	0	-	-	-	-	59	12	19	1
2	2	7	-	1	0	36	5	0	5	0	7	3
3	16	2	-	29	19	2	31	-	-	0	3	1
4	0	3	27	3	22	17	0	-	1	39	0	0
5	0	-	-	-	3	1	-	0	29	64	-	21
6	-	50	2	21	-	-	-	-	20	51	5	65
7	-	0	-	-	1	-	-	28	15	30	43	4
8	-	0	1	-	-	1	0	0	2	19	58	3
9	3	-	10	8	-	33	2	6	0	8	-	2
10	-	-	-	12	4	0	0	19	14	22	-	34
11	-	-	0	8	-	0	-	-	3	5	2	1
12	-	-	0	-	-	-	2	14	82	31	9	69
13	2	52	-	-	-	12	4	8	80	-	2	4
14	-	3	-	20	25	-	-	-	-	49	-	-
15	47	15	-	-	26	0	-	26	-	9	0	-
16	-	12	8	-	-	0	0	0	-	68	41	-
17	-	2	3	-	3	-	18	0	-	-	4	0
18	-	3	0	-	25	-	5	94	-	25	-	3
19	-	-	0	-	6	-	-	8	18	5	0	98
20	2	0	-	-	10	-	-	-	-	8	10	-
21	0	0	0	-	1	-	-	38	-	-	0	2
22	9	-	3	-	-	-	-	39	-	1	10	48
23	5	0	-	-	-	-	-	-	-	6	1	9
24	2	11	56	1	-	-	-	22	4	-	2	0
25	1	7	-	9	-	13	22	8	-	-	13	-
26	-	12	0	38	1	6	0	20	-	1	0	-
27	0	3	-	-	5	1	-	-	4	16	5	4
28	-	73	-	23	-	-	-	10	-	-	5	70
29	38	-	-	-	3	-	-	-	37	-	0	56
30	17	-	-	-	4	4	1	22	3	0	-	-
31	14	-	6	-	-	-	2	59	-	41	-	3
Total	158	267	116	173	158	126	92	421	376	510	242	501
Curah Hujan Harian Maksimum (mm)								262				



Data Curah Hujan Harian Kota Medan

Nama Provinsi: SUMATERA UTARA

Nama Kabupaten: Kota Medan

Nama Stasiun: BBMKG Wil I Medan

Lintang : 3.539502° LU

Bujur : 98.639796° BT

Tinggi : 40 m

Tahun 2014

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	-	0	-	5	23	0	41	-	-	89	29	12
2	-	27	1	17	-	2	3	-	-	25	-	0
3	53	-	70	11	-	0	-	44	-	30	7	-
4	25	1	3	2	22	-	-	-	11	39	55	14
5	39	-	6	29	-	1	-	-	1	0	3	1
6	-	-	1	2	56	-	6	49	1	10	8	-
7	-	0	1	6	-	-	-	-	12	59	29	-
8	3	-	-	2	26	-	-	26	28	7	2	0
9	29	-	-	5	50	0	-	3	-	15	1	-
10	-	0	-	54	-	-	-	-	1	4	1	-
11	-	-	51	-	7	-	-	5	-	0	10	6
12	-	-	-	-	8	-	6	-	5	3	-	11
13	0	-	-	-	4	-	-	6	14	-	10	-
14	-	13	15	-	-	-	-	14	1	1	1	-
15	-	3	-	-	32	14	1	6	-	16	0	-
16	-	17	-	13	44	-	0	-	-	0	-	1
17	11	3	16	-	14	-	-	5	-	6	-	77
18	-	0	-	-	25	-	-	1	3	10	-	2
19	-	-	0	3	-	4	-	2	25	12	-	20
20	-	-	0	0	11	6	-	5	-	2	0	3
21	20	-	-	0	-	-	7	2	11	-	5	-
22	-	-	-	-	6	-	-	24	-	-	-	-
23	-	2	8	-	25	27	-	-	11	19	5	17
24	-	4	-	-	16	-	49	-	-	9	1	0
25	-	-	-	-	-	-	-	-	27	45	3	0
26	-	-	-	9	17	7	-	14	12	26	1	24
27	-	-	-	10	-	0	27	-	-	-	5	48
28	-	29	6	-	11	-	48	7	-	1	-	-
29	-	1	12	3	32	27	18	14	-	-	28	1
30	-	-	10	-	0	-	-	8	3	37	8	-
31	0	-	2	-	42	-	-	1	-	9	-	-
Total	180	100	202	171	471	88	206	236	166	474	12	237
Curah Hujan Harian Maksimum (mm)							229					



Data Curah Hujan Harian Kota Medan

Nama Provinsi: SUMATERA UTARA

Nama Kabupaten: Kota Medan

Nama Stasiun: BBMKG Wil I Medan

Lintang : 3.539502° LU

Bujur : 98.639796° BT

Tinggi : 40 m

Tahun 2016

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	5	-	1	2	6	-	3	-	4	13	15	1
2	-	-	1	-	-	7	-	-	49	0	-	14
3	66	-	-	-	-	49	-	-	0	-	16	1
4	-	-	-	-	-	1	-	17	-	29	1	10
5	-	1	-	-	18	0	-	2	1	6	0	2
6	3	23	-	5	26	-	6	-	36	-	0	1
7	2	13	6	-	1	-	1	29	32	73	34	-
8	8	70	17	-	30	0	17	-	0	0	8	-
9	-	68	-	-	-	2	8	-	159	20	6	11
10	12	6	-	-	6	0	33	-	15	1	0	0
11	-	99	23	-	21	-	-	21	0	-	11	1
12	-	0	-	1	7	-	7	1	-	20	1	62
13	-	7	-	-	-	1	2	12	3	-	-	-
14	-	0	-	-	-	29	-	1	25	1	1	-
15	6	1	-	-	-	9	-	-	-	10	1	0
16	-	-	3	3	6	-	-	5	-	13	6	4
17	52	0	-	-	6	-	4	4	20	4	13	-
18	1	35	-	27	4	2	3	48	-	83	4	17
19	-	-	-	-	99	1	5	-	45	9	-	2
20	-	0	-	3	36	3	-	15	24	-	-	13
21	-	6	-	-	63	1	9	24	14	-	1	3
22	-	0	0	-	48	0	0	-	7	23	-	-
23	-	-	-	-	-	20	1	27	3	39	60	4
24	-	-	-	1	8	-	1	33	0	17	7	18
25	-	-	-	21	-	-	27	-	5	-	0	7
26	2	1	-	44	17	-	3	4	0	1	-	-
27	-	1	102	-	-	-	-	1	16	12	5	1
28	-	4	5	0	0	-	46	1	22	4	0	-
29	31	-	6	-	6	-	0	0	81	0	-	-
30	-	-	-	2	13	-	-	40	24	0	-	-
31	-	-	-	-	53	-	0	1	-	30	-	2
Total	188	335	164	109	474	125	176	286	585	408	194	174
Curah Hujan Harian Maksimum (mm)							268					



Data Curah Hujan Harian Kota Medan

Nama Provinsi: SUMATERA UTARA

Nama Kabupaten: Kota Medan

Nama Stasiun: BBMKG Wil I Medan

Lintang : 3.539502° LU

Bujur : 98.639796° BT

Tinggi : 40 m

Tahun 2015

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	6	10	1	17	9	-	-	-	59	12	-	15
2	32	63	3	3	12	18	5	0	5	0	-	-
3	6	0	21	9	-	-	31	-	-	0	-	-
4	2	-	8	4	2	-	0	-	1	39	-	5
5	1	-	61	0	1	-	-	0	29	64	-	2
6	-	8	0	45	10	-	-	-	20	51	-	14
7	1	1	0	35	55	-	-	28	15	30	-	7
8	0	-	10	17	12	-	0	0	2	19	-	20
9	-	-	-	2	-	-	2	6	0	8	-	6
10	-	-	-	8	10	2	0	19	14	22	-	-
11	-	1	-	8	8	-	-	-	3	5	31	-
12	13	0	-	6	6	0	2	14	82	31	38	-
13	32	5	1	22	22	0	4	8	80	-	-	-
14	5	0	-	-	-	6	-	-	-	49	-	27
15	36	22	-	3	23	-	-	26	-	9	28	-
16	31	-	-	-	-	-	0	0	-	68	8	-
17	2	2	21	-	-	6	18	0	-	-	1	-
18	5	0	-	2	2	1	5	94	-	25	2	-
19	-	-	38	-	-	1	-	8	18	5	0,5	-
20	-	-	0	-	-	-	-	-	-	8	70	29
21	4	0	-	4	2	-	-	38	-	-	-	0
22	0	5	0	8	-	1	-	39	-	1	49	0
23	96	0	-	-	17	40	-	-	-	6	2	-
24	0	10	0	-	0	1	-	22	4	-	2	1
25	3	8	11	-	45	51	22	8	-	-	107	-
26	7	2	-	2	18	-	0	20	-	1	-	1
27	7	1	-	1	5	-	-	-	4	16	-	-
28	5	3	-	-	0	13	-	10	-	-	8	-
29	3	-	49	2	10	14	-	-	37	-	3	18
30	-	-	5	-	6	2	1	22	3	0	36	1
31	0	-	12	-	-	-	2	59	-	41	-	0
Total	297	141	241	198	275	156	92	421	376	518	386	106
Curah Hujan Harian Maksimum (mm)							269					



Data Curah Hujan Harian Kota Medan

Nama Provinsi: SUMATERA UTARA

Nama Kabupaten: Kota Medan

Nama Stasiun: BBMKG Wil I Medan

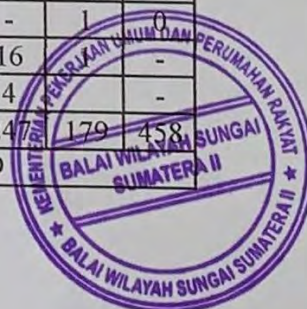
Lintang : 3.539502° LU

Bujur : 98.639796° BT

Tinggi : 40 m

Tahun 2017

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	6	10	1	17	9	-	6	4	0	0	1	-
2	32	63	3	3	12	18	8	-	92	63	0	55
3	6	0	21	9	-	-	2	2	-	0	9	57
4	2	-	8	4	2	-	10	49	2	11	63	31
5	1	-	61	0	1	-	73	-	-	-	5	36
6	-	8	0	45	10	-	2	-	0	-	6	-
7	1	1	0	35	55	-	3	7	50	-	6	-
8	0	-	10	17	12	-	1	1	41	13	1	-
9	-	-	-	2	-	-	-	15	6	-	0	201
10	-	-	-	8	10	2	31	0	10	13	1	-
11	-	1	-	8	8	-	-	63	6	13	1	-
12	13	0	-	6	6	0	24	1	2	30	12	0
13	32	5	1	22	22	0	28	1	11	15	0	-
14	5	0	-	-	-	6	5	-	-	1	-	0
15	36	22	-	3	23	-	-	15	30	11	-	-
16	31	-	-	-	-	-	-	10	33	25	0	-
17	2	2	21	-	-	6	4	-	-	-	-	-
18	5	0	-	2	2	1	-	29	13	-	-	-
19	-	-	38	-	-	1	-	-	11	-	-	31
20	-	-	0	-	-	-	-	-	9	-	-	3
21	4	0	-	4	2	-	10	-	69	-	-	3
22	0	5	0	8	-	1	-	0	-	0	15	20
23	96	0	-	-	17	40	-	1	27	-	-	0
24	0	10	0	-	0	1	-	21	2	-	0	2
25	3	8	11	-	45	51	13	40	2	30	-	4
26	7	2	-	2	18	-	-	-	50	-	37	4
27	7	1	-	1	5	-	-	1	68	2	7	2
28	5	3	-	-	0	13	-	0	-	0	13	9
29	3	-	49	2	10	14	-	6	3	-	1	0
30	-	-	5	-	6	2	3	2	5	16	-	-
31	0	-	12	-	-	-	-	0	-	4	-	-
Total	297	141	241	198	275	156	223	268	542	247	179	458
Curah Hujan Harian Maksimum (mm)							269					



Data Curah Hujan Harian Kota Medan

Nama Provinsi: SUMATERA UTARA

Nama Kabupaten: Kota Medan

Nama Stasiun: BBMKG Wil I Medan

Lintang : 3.539502° LU

Bujur : 98.639796° BT

Tinggi : 40 m

Tahun 2018

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	41	-	-	15	-	-	11	0	3	1	15	20
2	1	0	-	-	5	13	11	-	-	19	9	10
3	6	-	-	-	20	-	3	-	0	2	14	-
4	23	1	3	-	-	4	28	-	41	-	-	4
5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	53
6	-	1	-	4	17	-	34	5	27	151	7	7
7	-	8	9	16	2	-	-	10	2	-	26	2
8	2	-	-	10	1	1	59	6	6	11	22	0
9	18	-	3	55	-	-	160	13	-	66	19	2
10	5	-	19	-	11	-	8	33	51	16	6	-
11	20	-	-	-	2	-	0	-	33	15	15	1
12	10	-	-	-	22	-	-	-	0	6	29	2
13	-	-	-	-	-	-	1	-	5	16	17	-
14	9	-	-	1	-	-	-	-	6	2	20	4
15	-	-	-	10	14	-	-	-	3	1	9	4
16	4	-	9	41	26	-	-	-	102	13	0	1
17	-	-	-	0	0	9	-	-	-	3	15	-
18	-	-	1	-	1	13	18	24	18	-	1	20
19	1	-	0	-	1	25	-	13	0	17	0	25
20	-	8	-	18	3	-	-	9	25	-	10	1
21	0	-	2	36	-	5	-	-	-	11	4	-
22	5	13	-	64	3	6	39	-	3	-	1	-
23	0	-	-	3	11	-	5	19	1	0	-	-
24	-	-	-	1	-	19	48	-	10	12	30	-
25	0	8	-	3	62	54	16	-	1	-	3	-
26	-	1	-	6	1	31	-	5	32	-	0	15
27	91	-	0	0	1	-	-	-	0	-	2	12
28	-	-	-	-	-	1	8	-	-	29	0	6
29	21		23	20	11	37	70	0	0	5	-	71
30	0		3	-	3	0	91	1	-	0	-	0
31	-		2		18		-	-		-	-	-
Total	258	40	74	303	235	218	610	138	369	397	279	260
Curah Hujan Harian Maksimum (mm)							265					



