

SKRIPSI
ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE
HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA 1 DAN NAKAYASU PADA
DAS DODOKAN

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata satu (S-1)
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram.



Disusun Oleh :

MUHAMMAD USMAN NAZIRUDIN
416110042

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2023

**HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
SKRIPSI**

**ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE
HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA 1 DAN NAKAYASU PADA
DAS DODOKAN**

Disusun Oleh :

**MUHAMMAD USMAN NAZIRUDIN
416110042**

Mataram, 30 Juni 2023

Pembimbing I,



Ari Ramadhan Hidayat, ST., M. Eng
NIDN. 0823029401

Pembimbing II,

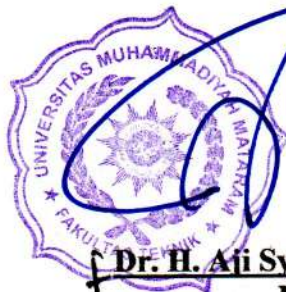


Muhammad Khalis Ilmi, ST., M.Eng
NIDN. 0831089401

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dean,



Dr. H. Aji Syaellendra Ubaldillah, ST., M.Sc
NIDN. 0806027101

**HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI**

**ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE
HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA 1 DAN NAKAYASU PADA
DAS DODOKAN**

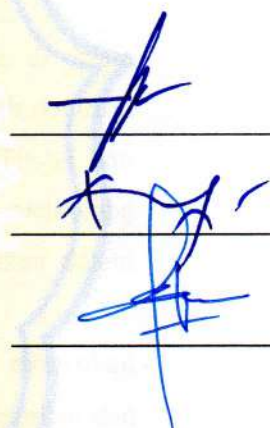
Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

**MUHAMMAD USMAN NAZIRUDIN
416110042**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada hari, Jumat 30 Juni 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Ari Ramadhan Hidayat, ST., M. Eng.
2. Penguji II : Muhammad Khalis Ilmi, ST., M.Eng.
3. Penguji III : Ahmad Zarkasi, ST., MT



Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK
Dekan**



Dr. H. Aji Syallendra Ubaidillah, ST., M.Sc
NIDN. 0806027101

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **MUHAMMAD USMAN NAZIRUDIN**

NIM : **416110042**

Program Studi : **TEKNIK SIPIL S-1**

Fakultas : **TEKNIK**

Universitas : **MUHAMMADIYAH MATARAM**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir saya dengan judul:

**“ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE
HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA 1 DAN NAKAYASU PADA
DAS DODOKAN”**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Tugas Akhir (TA) ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

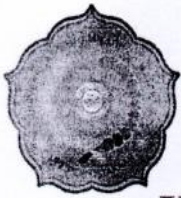
Apabila ternyata di dalam naskah Tugas Akhir (TA) ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia Tugas Akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Mataram, Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Muhammad Usman Nazirudin



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD USMANI NAZIRUDIN
 NIM : 416 110042
 Tempat/Tgl Lahir : BAZELANTAN, 09 SEPTEMBER 1997
 Program Studi : TEKNIK SIPIL
 Fakultas : TEKNIK
 No. Hp : 085 205 439 293
 Email : zkerberdin97@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis* saya yang berjudul :

ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE HIDROGRAF
 SATUAN SINTETIK GAMMA 1 DAN NAKAYASU PADA DAS DODOKAN

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 42%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milih orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya **bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum** sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikain surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 15.10.2023
 Penulis

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



M. USMANI NAZIRUDIN
 NIM. 416110042

Iskandar, S.Sos., M.A.
 NIDN. 0802048904

*pilih salah satu yang sesuai



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD USMAN NAZIRUDIN
 NIM : 416110092
 Tempat/Tgl Lahir : BARELANTAN, 09 SEPTEMBER 1997
 Program Studi : TEKNIK SIPIL
 Fakultas : TEKNIK
 No. Hp/Email : 2126barlin 97@gmail.com
 Jenis Penelitian : Skripsi KTI Tesis

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama **tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta** atas karya ilmiah saya berjudul:

.....
 ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE HIDROGRAF
 SATUAN SINTETIK GAMA I DAN NAKAYASU PADA DAS DODOKAN

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, 15 10 2023
 Penulis



M. USMAN NAZIRUDIN
 NIM. 416110092

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos.,M.A.
 NIDN. 0802048904

MOTO

Jika ingin mengubah dunia,

Maka mulailah mengubah dirimu sendiri.

Sudahi rebanamu.. Bergagaslah wahai harapan keluarga.

“Start everything with Bismillah”

Sy. Muhammad Usman Nazirudin

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan ungkapan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala karunia-nya. Skripsi ini ku persembahkan kepada orang tua tercinta, sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga. Tiada mungkin dapat ku balas hanya dengan selembar kertas persembahan ini, karena ku sadari selama ini belum bisa berbuat seperti yang kalian inginkan.

Saudaraku tercinta Kak Husnul, Dek Iiyoh, Dek Padila, Dek Kuya, dan Almarhumah Rima.

Keluarga besar tercinta Paman Rumnatandi, Paman Didik, Bapak Dimas, Bibik Insan, Bibik Atik, Bibik Jumaini, Kak Harjan, Kak Ayu, Bang Lalu Wira, Dek Rois, Dek Ride, Dek Aden, Dek Bara, Dek Orlin, Dek Dimas, Dek Albi, Dek Novi, Ponaanku Hasan Nur Adiwantara, dan Muhammad Azhar Saheim.

Sahabat Tercinta Bellow, Bang Ghibil, dan rekan-rekan mahasiswa teknik sipil angkatan 2016 – 2019.

Almamater yang menjadi tempatku menimba ilmu, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

Terima kasih atas do'a, dukungan, semangat, dan motivasi. Baik secara moril maupun materil dalam pendidikanku.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA 1 DAN NAKAYASU PADA DAS DODOKAN”** sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram (UMM).

Untuk itu perkenankan penulis menghaturkan ucapan dan rasa terimakasih kepada:

1. Drs. Abdul Wahab, MA. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Adryan Fitrayudha, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Rekayasa Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Ari Ramadhan Hidayat, ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Muhammad Khalis Ilmi, ST, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Semua Dosen-Dosen Dan Pihak Sekertariat Fakultas Teknik UMM.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Teknik Sipil. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Mataram, Agustus 2023

Muhammad Usman Nazirudin

ABSTRAK

ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DENGAN METODE HIDROGRAF SATUAN SINTETIK GAMA 1 DAN NAKAYASU PADA DAS DODOKAN

Muhammad Usman Nazirudin
416110042

Ari Ramadhan Hidayat, ST., M. Eng

Muhammad Khalis Ilmi, ST., M. Eng

DAS Dodokan adalah salah satu DAS di provinsi Nusa Tenggara Barat, memiliki panjang 23,37 km dan luas DAS sebesar 578,62 km². Sungai ini tidak luput dari masalah banjir yang pada akhirnya dapat menyebabkan banyak kerusakan. Untuk perencanaan pengendalian banjir, pengamanan sungai, dan berbagai bangunan air di sungai perlu dilakukan analisis hidrologi untuk mendapatkan besaran banjir rencana. Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memperoleh besaran debit banjir rencana dan membandingkan debit banjir agar memperoleh perbandingan debit banjir rencana. Dalam penelitian ini digunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Dalam hasil analisa curah hujan yang digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan adalah nilai distribusi curah hujan Log Pearson III periode ulang. Dari hasil perhitungan didapat debit banjir rencana HSS Gama 1 kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun adalah 1430,953, 1885,755, 2244,633, 2770,355, 3216,661, 3713,687 m³/det. Sedangkan HSS Nakayasu kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 tahun adalah 940,221, 1239,053, 1474,857, 1820,288, 2113,538, 2440,114 m³/det. Perbandingan metode HSS Gama 1 dan metode HSS Nakayasu adalah 1,5 : 1.

Kata kunci: DAS Dodokan, Banjir, HSS Gama 1 dan HSS Nakayasu.

ABSTRACT

ANALYSIS OF DESIGN FLOOD DISCHARGE USING THE SYNTHETIC UNIT HYDROGRAPH METHOD OF GAMMA 1 AND NAKAYASU IN THE DODOKAN WATERSHED

Muhammad Usman Nazirudin
416110042

Ari Ramadhan Hidayat, ST., M. Eng

Muhammad Khalis Ilmi, ST., M. Eng

The Dodokan Watershed is one of the watersheds in the West Nusa Tenggara province, with a length of 23.37 km and a watershed area of 578.62 km². This river is not immune to flood problems that can ultimately cause significant damage. For flood control planning, river safeguarding, and various water structures along the river, hydrological analysis is essential to determine the design flood magnitude. The purpose of this research is to determine the magnitude of the planned flood discharge and to compare the flood discharges in order to obtain a comparison of the planned flood discharges. In this study, the Synthetic Unit Hydrograph Method of Gamma 1 and the Synthetic Unit Hydrograph Method of Nakayasu are employed. The analysis utilizes rainfall data, and the calculation of rainfall intensity employs the Log Pearson III rainfall distribution for the recurrence period. The results of the calculations indicate that the design flood discharges using the Synthetic Unit Hydrograph Method of Gamma 1 for recurrence periods of 2, 5, 10, 25, 50, and 100 years are 1430.953, 1885.755, 2244.633, 2770.355, 3216.661, and 3713.687 m³/s, respectively. Meanwhile, using the Synthetic Unit Hydrograph Method of Nakayasu, the corresponding discharges for the same recurrence periods are 940.221, 1239.053, 1474.857, 1820.288, 2113.538, and 2440.114 m³/s. The ratio of the discharges between the Gamma 1 method and the Nakayasu method is 1.5:1.

Keywords: Dodokan Watershed, Flood, HSS Gama 1 dan HSS Nakayasu.

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM _____

KEPALA
UPT P3B

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

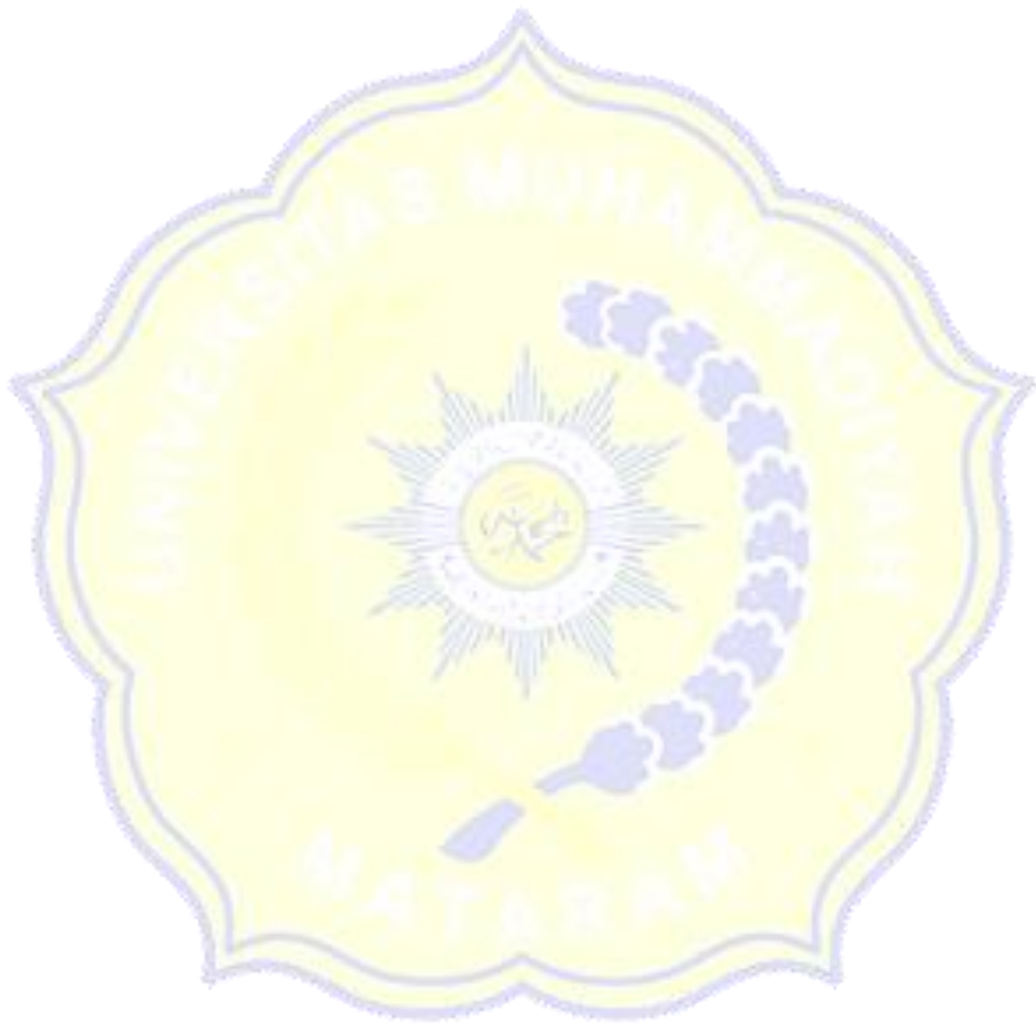


DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR SIMBOL DAN NOTASI.....	xviii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II : LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Hidrologi	4
2.2 Curah Hujan Efektif.....	6
2.2.1 Rata-Rata Aljabar	7
2.2.2 Metode Poligon Thiesen	7
2.2.3 Metode Isohyet	9
2.3 Distribusi Frekuensi Curah Hujan	9
2.3.1 Distribusi Normal	11
2.3.2 Distribusi Log Normal	12
2.3.3 Distribusi Log Person III.....	13

2.3.4	Distribusi Gumbel.....	14
2.4	Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan	16
2.4.1	Uji Chi-Kuadrat	16
2.4.1	Uji Smirnov-Kolmogorof.....	17
2.5	Hidrograf Satuan Sintetik.....	17
2.5.1	Metode HSS Gama I.....	18
2.5.2	Metode HSS Nakayasu	20
BAB III	: METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1	Lokasi Penelitian	23
3.2	Pengumpulan Data.....	24
3.3	Data Penelitian	24
3.4	Bagan Alir Penelitian.....	24
BAB IV	: ANALISA PEMBAHASAN.....	26
4.1	Analisa Hidrologi	26
4.2	Perhitungan Curah Hujan Kawasan DAS Dodokan	26
4.3	Penentuan Pola Distribusi Hujan.....	30
4.3.1	Metode Distribusi Normal.....	30
4.3.2	Metode Distribusi Log Normal.....	32
4.3.3	Metode Distribusi Log Pearson III	34
4.3.4	Metode Distribusi Gumbel	36
4.4	Analisa Pemilihan Distribusi Curah Hujan	39
4.4.1	Analisa Frekuensi Curah Hujan.....	39
4.4.2	Jenis Distribusi	40
4.4.3	Uji Sebaran Chi Kuadrat (Chi Square Test).....	41
4.4.4	Uji Sebaran Smirnov-Kolmogorov	45
4.4.5	Perhitungan Intensitas Curah Hujan Jam-Jaman	47
4.5	Analisa Hidrograf Satuan Sintetik.....	53
4.5.1	Hidrograf Satuan Sintetik Gama I	53
4.5.1	Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu.....	63
BAB V	: KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran	76

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pemilihan Jenis Distribusi.....	10
Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi <i>Gauss</i>	11
Tabel 2.3 Nilai KT untuk distribusi Log Normal	12
Tabel 2.4 Nilai K untuk disrtibusi Log Person III	13
Tabel 2.5 Standard Deviasi (Y_n) untuk Distribusi Gumbel	15
Tabel 2.6 Reduksi Variant (YTR) sebagai fungsi periode ulang Gumbel.....	15
Tabel 2.7 Reduksi Standard Deviasi (S_n) untuk distribusi Gumbel.....	16
Tabel 3.1 Jenis data dan sumbernya.....	24
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan Stasiun Mangkung ...	26
Tabel 4.2 Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan Stasiun Kabul.....	27
Tabel 4.3 Luas dan Koefisien Thiesen DAS Dodokan	28
Tabel 4.4 Curah hujan maximum harian dan tahunan rata-rata DAS Dodokan .	29
Tabel 4.5 Ranging curah hujan tahunan dan harian maksimum rata-rata DAS Dodokan setelah diurutkan dari terbesar ke terkecil	29
Tabel 4.6 Analisa curah hujan dengan Metode Distribusi Normal.....	30
Tabel 4.7 Analisa curah hujan rencana periode ulang dengan Metode Distribusi Normal	32
Tabel 4.8 Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Normal.....	32
Tabel 4.9 Analisa crah hujan rencana periode ulang Metode Distribusi Log Normal	34
Tabel 4.10 Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Log Pearson III.....	34
Tabel 4.11 Analisa Curah Hujan Rencana Periode Ulang dengan Distribusi Log Pearson III	36
Tabel 4.12 Analisa Curah Hujan dengan Distribusi Gumbel	37
Tabel 4.13 Analisa Curah Hujan Rencana Periode Ulang dengan Distribusi Gumbel.....	37
Tabel 4.14 Hasil Rekap Perhitungan Frekuensi Curah Hujan Kala Ulang DAS Dodokan	39
Tabel 4.15 Analisa Frekuensi Curah Hujan.....	39
Tabel 4.16 Uji parameter statistik untuk menentukan jenis sebaran.....	40

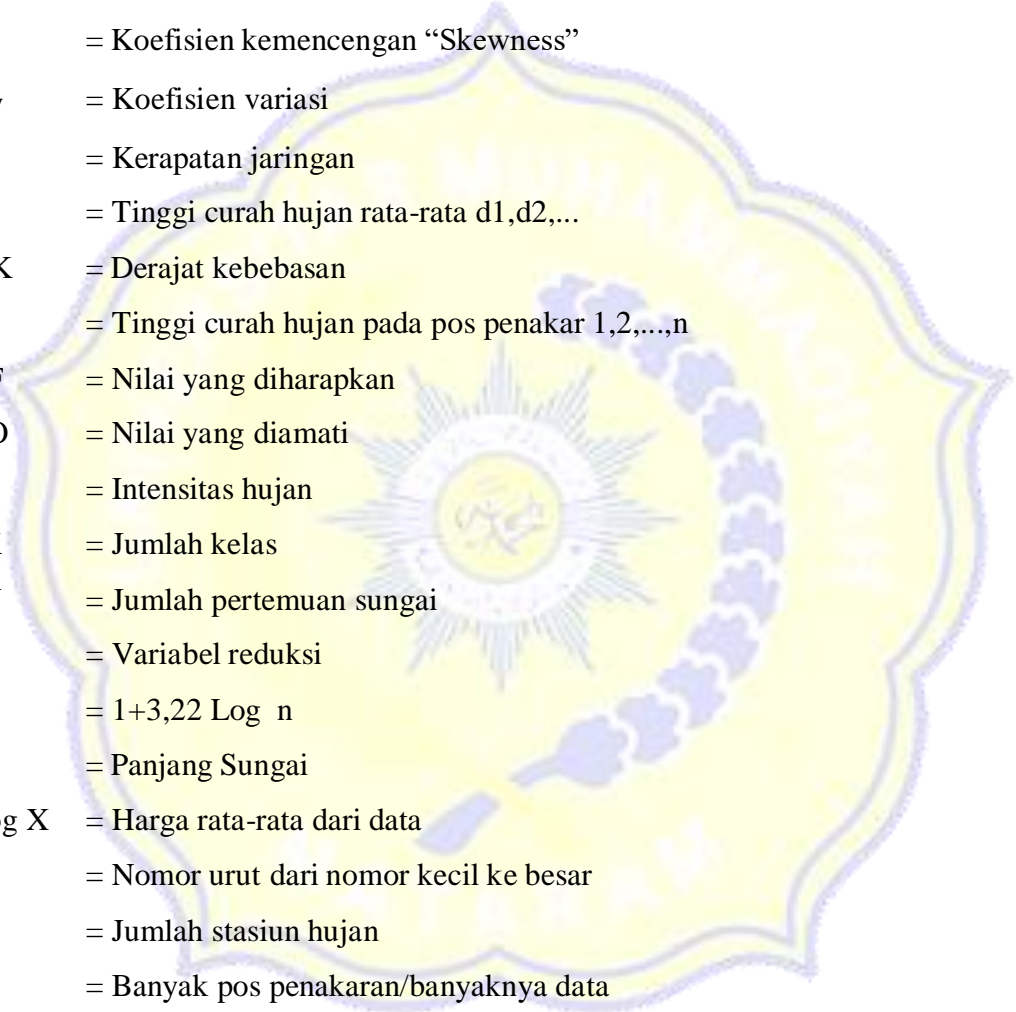
Tabel 4.17 Data Curah Hujan	41
Tabel 4.18 Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Normal	42
Tabel 4.19 Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Normal	42
Tabel 4.20 Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Log Pearson III.....	43
Tabel 4.21 Analisis Uji Distribusi Chi Kuadrat Distribusi Gumbel	43
Tabel 4.22 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Normal	43
Tabel 4.23 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Normal	44
Tabel 4.24 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Log Pearson III	44
Tabel 4.25 Perhitungan nilai X^2 untuk distribusi Gumbel.....	44
Tabel 4.26 Rekapitulasi Nilai X^2 dan X^{2cr}	44
Tabel 4.27 Perhitungan Nilai Peluang Teoritis.....	45
Tabel 4.28 Analisis Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov Test	46
Tabel 4.29 Harga D Kritis untuk smirnov-kolmogorov test.....	46
Tabel 4.30 Hujan Rancangan.....	47
Tabel 4.31 Koefisien Aliran C	47
Tabel 4.32 Distribusi hujan jam-jaman kala ulang 2 tahun.....	48
Tabel 4.33 Distribusi hujan jam-jaman kala ulang 5 tahun.....	49
Tabel 4.34 Distribusi hujan jam-jaman kala ulang 10 tahun.....	50
Tabel 4.35 Distribusi hujan jam-jaman kala ulang 25 tahun.....	51
Tabel 4.36 Distribusi hujan jam-jaman kala ulang 50 tahun.....	51
Tabel 4.37 Distribusi hujan jam-jaman kala ulang 100 tahun	52
Tabel 4.38 Rekapitulasi Hujan Rancangan Metode Mononobe	53
Tabel 4.39 Parameter untuk menghitung HSS Gama 1.....	53
Tabel 4.40 Hasil Perhitungan HSS Gama I. untuk sisi hidrograf yang naik	54
Tabel 4.41 Hasil Hitungan HSS Gama I. Untuk sisi hidrograf yang turun.....	54
Tabel 4.42 Perhitungan debit banjir rencana HSS Gama 1 kala ulang 2 tahun..	56
Tabel 4.43 Perhitungan debit banjir rencana HSS Gama 1 kala ulang 5 tahun..	57
Tabel 4.44 Perhitungan debit banjir rencana HSS Gama 1 kala ulang 10 tahun	58
Tabel 4.45 Perhitungan debit banjir rencana HSS Gama 1 kala ulang 25 tahun	59
Tabel 4.46 Perhitungan debit banjir rencana HSS Gama 1 kala ulang 50 tahun	60
Tabel 4.47 Perhitungan debit banjir rencana HSS Gama 1 kala ulang 100 tahun	61
.....	61

Tabel 4.48 Rekapitulasi Hujan dan Banjir Rencana Kala Ulang HSS Gama 1..	62
Tabel 4.49 Debit hujan dan banjir rencana maksimum kala ulang HSS Gama 1	63
Tabel 4.50 Parameter untuk menghitung HSS Nakayasu	64
Tabel 4.51 Hasil perhitungan HSS Nakayasu.....	65
Tabel 4.52 Perhitungan debit banjir rencana HSS Nakayasu kala ulang 2 tahun	67
Tabel 4.53 Perhitungan debit banjir rencana HSS Nakayasu kala ulang 5 tahun	68
Tabel 4.54 Perhitungan debit banjir rencana HSS Nakayasu kala ulang 10 tahun	69
Tabel 4.55 Perhitungan debit banjir rencana HSS Nakayasu kala ulang 25 tahun	70
Tabel 4.56 Perhitungan debit banjir rencana HSS Nakayasu kala ulang 50 tahun	71
Tabel 4.57 Perhitungan debit banjir rencana HSS Nakayasu kala ulang 100 tahun	72
Tabel 4.58 Rekapitulasi Hujan dan Banjir Rencana Kala Ulang HSS Nakayasu	73
Tabel 4.59 Debit banjir rencana maksimum kala ulang HSS Nakayasu.....	74
Tabel 4.60 Perbandingan debit banjir rencana maksimum HSS GAMA I dan HSS NAKAYASU.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus hidrologi.....	6
Gambar 2.2 Cara rata-rata aljabar	7
Gambar 2.3 Cara poligon Thiessen.....	8
Gambar 2.4 Cara metode Isohyet.....	9
Gambar 2.5 Model Hidrograf Nakayasu	21
Gambar 3.1 Peta wilayah sungai Dodokan.....	23
Gambar 3.2 Bagan alir penelitian	25
Gambar 4.1 Peta Metode <i>poligon thiesen</i> DAS Dodokan.....	28
Gambar 4.2 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1 Sebelum dan Setelah Akibat Hujan Rancangan.....	55
Gambar 4.3 Grafik debit banjir rencana kala ulang dengan metode HSS Gama 1	63
Gambar 4.4 Skema hidrograf satuan sintetik nakayasu.....	65
Gambar 4.5 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Sebelum dan Sesudah Akibat Hujan Rancangan	66
Gambar 4.6 Grafik debit banjir rencana kala ulang dengan metode HSS Nakayasu	74
Gambar 4.7 Grafik perbandingan debit banjir rencana dengan metode HSS Gama 1 dan HSS Nakayasu.....	75

DAFTAR SIMBOL DAN NOTASI



A	= Luas daerah aliran sungai
A_n	= Luas daerah pengaruh pos penakar hujan
B	= Koefisien reduksi
C	= Koefisien pengaliran
C_k	= Koefisien kurtosis
C_s	= Koefisien kemencengan “Skewness”
C_v	= Koefisien variasi
D	= Kerapatan jaringan
d	= Tinggi curah hujan rata-rata d_1, d_2, \dots
DK	= Derajat kebebasan
d_n	= Tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2,...,n
EF	= Nilai yang diharapkan
EO	= Nilai yang diamati
I	= Intensitas hujan
JK	= Jumlah kelas
JN	= Jumlah pertemuan sungai
K	= Variabel reduksi
k	= $1+3,22 \text{ Log } n$
L	= Panjang Sungai
Log X	= Harga rata-rata dari data
m	= Nomor urut dari nomor kecil ke besar
N	= Jumlah stasiun hujan
n	= Banyak pos penakaran/banyaknya data
P	= Faktor keterikatan (untuk pengujian Chi-Square)
P_e	= Peluang empiris
P_t	= Peluang teoritis
Q_b	= Aliran dasar
Q_p	= Debit puncak
Q_t	= Debit pada saat t jam

RUA	= Luas relatif DPS sebelah hulu
R ₀	= Hujan satuan
R ₂₄	= Curah hujan maksimum harian selama 24 jam
S	= Landai sungai rata-rata
SF	= Faktor sumber
SIM	= Faktor simetris
SN	= Frekuensi sumber
S _N	= Reduced standard deviation sebagai fungsi dari banyak data
S _x	= Standard deviasi
S _x logX	= Standar deviasi dari logaritma
t _b	= waktu dasar
t _r	= waktu naik
T _p	= Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir
T _{0,3}	= Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak
t _g	= <i>Time lag</i> yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir
X	= Rata-rata hitung variat
X _T	= Besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun
Y _N	= Reduced mean sebagai fungsi dari banyak data
Y _T	= Reduced variate sebagai fungsi dari periode ulang T
α	= Parameter hidrograf

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Curah hujan, panjang sungai, kemiringan sungai dan luas disuatu DAS (Daerah Aliran Sungai) merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir. Juga mempengaruhi stabilitas keamanan dan kelayakan hidup dari suatu populasi yang ada di wilayah tersebut. Curah hujan yang cukup tinggi akhir-akhir ini merupakan penyebab utama terjadinya banjir.

Banjir merupakan aliran air yang relatif tinggi melebihi kapasitas tampungan air yang ada disungai. Faktor penyebab banjir sangat kompleks karena melibatkan alam (meteorologi dan hidrologi), tata guna lahan, kegiatan manusia, pembangunan infrastruktur, dan lain - lain. Faktor - faktor inilah yang saling berinteraksi atas terjadinya banjir yang sangat besar sehingga merugikan makhluk hidup di bumi.

Salah satu permasalahan banjir diakibatkan oleh faktor alam yaitu curah hujan yang tinggi dan aliran air disungai yang secara hidrologis digambarkan sebagai hidrograf dengan puncak dan volume banjir. Curah hujan yang jatuh diatas DAS, kebanyakan menjadi limpasan langsung yang terdiri dari limpasan permukaan dan *interflow*. Aliran semacam ini dapat menghasilkan puncak banjir yang tinggi. Kejadian debit maksimum atau banjir puncak hanya beberapa saat tapi dapat menghancurkan tanggul atau tebing, menggenangi pemukiman, persawahan, mengganggu aktifitas manusia dan lain-lain.

Sungai Dodokan adalah salah satu sungai yang ada di pulau Lombok yang merupakan pusat penghidupan sebagian masyarakat Lombok. Sungai Dodokan memiliki panjang 23,37 kilometer (km), sungai Dodokan mempunyai fungsi penting sebagai sumber air untuk PDAM dan kebutuhan air untuk masyarakat sekitar. Hampir setiap tahun sungai dodokan mengalami banjir apabila curah hujannya tinggi.

Untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan akibat banjir dibutuhkan upaya pengendalian banjir. Perencanaan pengendalian banjir disuatu DAS dapat

dilakukan dengan baik apabila debit banjir rencana diketahui. Hidrograf satuan adalah salah satu metode yang bisa digunakan untuk menghitung debit banjir rencana, namun karena ketersediaan data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan sangat sulit di dapat maka digunakan analisis hidrograf satuan sintetik (HSS). Penelitian analisis debit banjir rancangan sungai Dodokan ini menggunakan metode HSS, yaitu HSS Gama I dan HSS Nakayasu. Karena HSS Gama I dan HSS Nakayasu lebih efisien dan lebih sederhana perhitungannya dibandingkan dengan HSS dan metode lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah nilai debit banjir rancangan DAS Dodokan berdasarkan analisis dengan HSS Gama 1 dan Nakayasu?
2. Bagaimana perbandingan nilai debit banjir rancangan DAS Dodokan berdasarkan analisis dengan HSS Gama 1 dan Nakayasu?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Untuk mengetahui besaran debit banjir rencana di Sungai Dodokan.
2. Untuk membandingkan debit banjir rencana HSS Gama 1 dengan HSS Nakayasu pada DAS Dodokan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

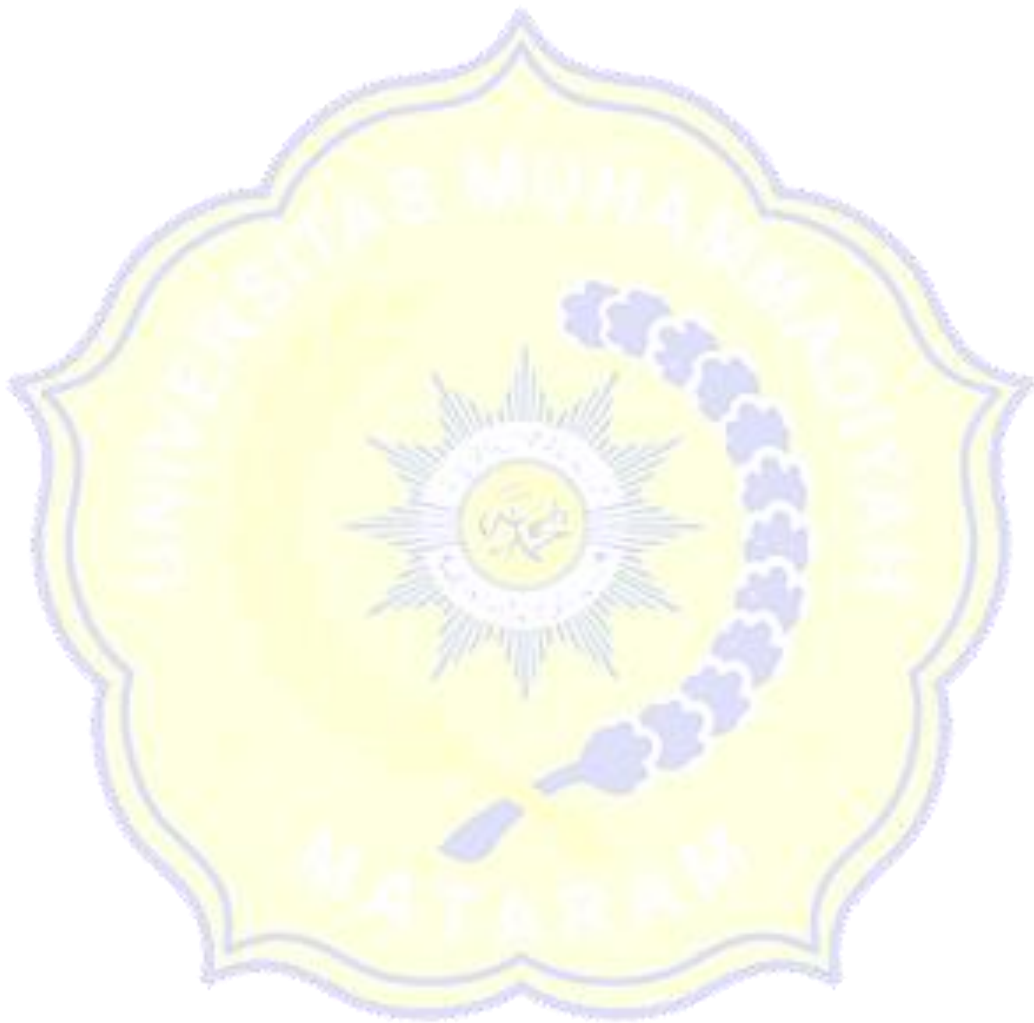
1. Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun dari 2 stasiun, yaitu Pos ARR Mangkung dan Pos ARR Kabul di Sungai Dodokan.
2. Metode yang digunakan adalah metode HSS Gama 1 dan HSS Nakayasu.
3. Lokasi penelitian DAS Dodokan berada di pulau Lombok Provinsi Nusa Tenggara Barat.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Sebagai salah satu acuan dalam perencanaan bangunan air pada DAS

Dodokan.

2. Sebagai dasar untuk pengelolaan DAS Dodokan dalam mitigasi Bencana.
3. Menjadi saran dan masukan bagi instansi terkait untuk evaluasi kinerja DAS Dodokan.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Hidrologi

Hidrologi merupakan tahapan awal perencanaan suatu rancangan bangunan dalam suatu DAS untuk memperkirakan besarnya debit banjir yang terjadi di daerah tersebut. Pada saat air hujan jatuh ke bumi, sebagian air jatuh langsung ke permukaan bumi dan ada juga yang terhambat oleh vegetasi (intersepsi). Intersepsi memiliki 3 macam, yaitu *interception loss*, *through fall*, dan *stem flow*. *Interception loss* adalah air yang jatuh ke vegetasi tetapi belum sampai mencapai tanah sudah menguap. *Through fall* adalah air hujan yang tidak langsung jatuh ke bumi, tetapi terhambat oleh dedaunan terlebih dahulu. *Stem flow* adalah air hujan yang jatuh ke vegetasi dan mengalir melalui batang vegetasi tersebut.

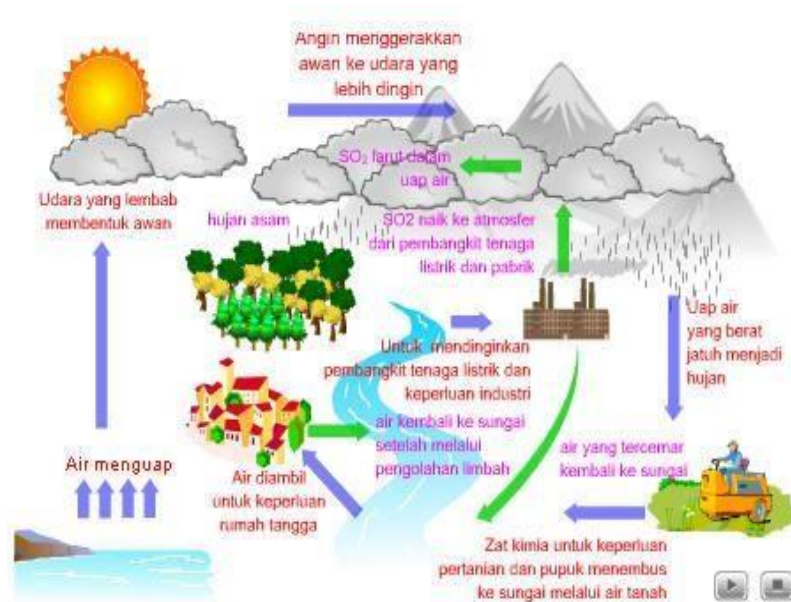
Air hujan yang terhambat vegetasi sebagian ada yang menguap lagi atau mengalami evaporasi ada juga yang kemudian jatuh ke permukaan tanah (*through fall*). Air hasil *through fall* ini mengalir di permukaan dan berkumpul di suatu tempat menjadi suatu *run off* seperti sungai, danau, dan bendungan apabila kapasitas lengas tanah sudah maksimal yaitu tidak dapat menyerap air lagi. Dalam lengas tanah, ada zona aerasi yaitu zona transisi dimana air didistribusikan ke bawah (infiltrasi) atau keatas (air kapiler). Semakin besar infiltrasi, tanah akan semakin lembab dan setiap tanah memiliki perbedaan kapasitas penyimpanan dan pori-pori tanah yang berbeda-beda.

Vegetasi mengalami fotosintesis pada saat siang hari dan mengalami transpirasi. Peristiwa berkumpulnya uap air di udara dari hasil evaporasi dan transpirasi disebut evapotranspirasi. Evapotranspirasi dikontrol oleh kondisi atmosfer di muka bumi. Evaporasi membutuhkan perbedaan tekanan di udara. Potensi evapotranspirasi adalah kemampuan atmosfer memindahkan air dari permukaan ke udara, dengan asumsi tidak ada batasan kapasitas. Air yang jatuh di permukaan sebagian ada yang mengalami infiltrasi atau diserap oleh tanah. Kapasitas infiltrasi tergantung dari tekstur tanah, vegetasi, lengas tanah, kemiringan lereng, dan waktu.

Air tersebut memasuki celah-celah batuan yang renggang di dalam bumi atau mengalami perkolasi untuk mengisi persediaan air tanah. Air tanah dapat muncul ke permukaan tanah karena air memiliki kapilaritas yang tinggi. Dalam air tanah ada zona *aquifer* (zona penahan air) yaitu menyediakan simpanan air yang besar yang mengatur siklus hidrologi dan berpengaruh pada aliran air. Air tanah juga dapat menyuplai debit air sungai apabila jalur air tanah terputus oleh jalur sungai. Air tanah dapat berkurang apabila digunakan manusia untuk keperluan sehari-hari.

Selain itu, air yang langsung jatuh ke permukaan tanah langsung mengisi *channel storage* contohnya sungai, danau, dan bendungan lalu menjadi *run off*. Tipe-tipe aliran adalah *over land flow*, *through flow*, dan *base flow*. *Over land flow* terjadi apabila ketika kapasitas presipitasi melebihi batas infiltrasi. *Through flow* adalah air perkolasi yang bergerak di zona perkolasi yang bergerak pada horizon tanah. *Baseflow* adalah air yang bergerak di atas aliran air untuk pengukuran muka air. *Channel storage* ini mengalami infiltrasi untuk mengisi persediaan air tanah apabila dasar suatu *channel storage* jaraknya jauh dari tempat persediaan air tanah. Sebagian air pada *channel storage* mengalami evaporasi kembali karena pengaruh panas matahari.

Air di bumi ini mengulangi terus menerus sirkulasi-penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan. Sebelum tiba ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian tiba ke permukaan bumi. Tidak semua bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan di mana sebagian akan menguap dan sebagian lagi akan jatuh atau mengalir melalui lahan-lahan ke permukaan tanah. (Rumilla Harahap, 2014).



Gambar 2.1 Siklus hidrologi
 Sumber: Rumilla Harahap, 2014

2.2 Curah Hujan Efektif

Data curah hujan yang tercatat diproses berdasarkan areal yang mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata dan kemudian diramalkan besarnya curah hujan pada periode tertentu. Berikut dijabarkan tentang cara menentukan tinggi curah hujan areal. Dengan melakukan penakaran atau pematatan hujan, kita hanya mendapat curah hujan di suatu titik tertentu (*point rainfall*). Jika di dalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan areal.

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan yang sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada didalam dan disekitar kawasan tersebut (Suripin, 2004).

Suripin (2004) menerangkan bahwa ada tiga cara yang digunakan dalam menghitung hujan rerata kawasan, yaitu:

1. Rata-Rata Aljabar
2. Metode Poligon Thiesen
3. Metode Isohyet

2.2.1 Rata-Rata Aljabar

Merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar tersebut merata/hampir merata dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya.

Persamaan dalam hitungan hujan rata-rata dengan metode rata-rata aljabar dapat kita rumuskan seperti berikut:

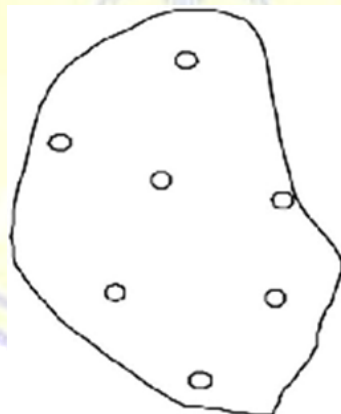
$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad (2.1)$$

Dimana:

d = tinggi curah hujan rata-rata, d_1, d_2, \dots

d_n = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, \dots , n , dan

n = banyak pos penakaran.



Gambar 2.2 Cara rata-rata aljabar
Sumber: Suripin, 2004

2.2.2 Metode Poligon Thiesen

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (*weighted mean*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk

mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat. Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos yang satu dengan yang lainnya adalah linier dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat.

Hasil metode poligon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500 – 5000 km², dan jumlah pos penakar hujan terbatas dibandingkan luasnya.

Cara ini diperoleh dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan.

Rumus:

$$d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + \dots + A_n.d_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.2)$$

$$d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + \dots + A_n.d_n}{A} \quad (2.3)$$

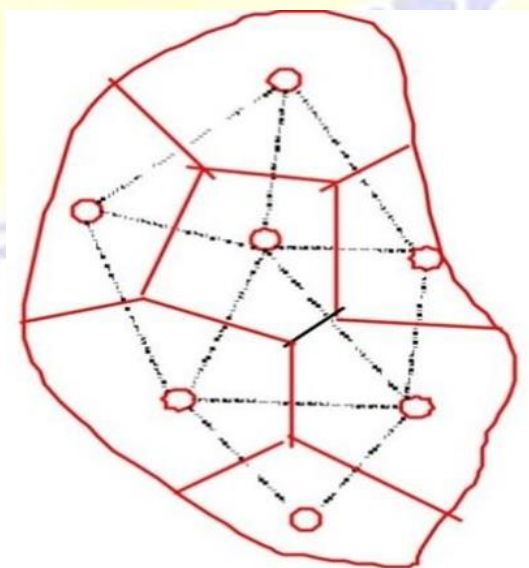
Dimana :

d = tinggi curah hujan rerata daerah (mm),

d_n = hujan pada pos penakar hujan (mm),

A_n = luas daerah pengaruh pos penakar hujan (km²), dan

A = luas total DAS (km²).



Gambar 2.3 Cara poligon Thiessen
Sumber: Suripin, 2004

2.2.3 Metode Isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara akurat pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. Dengan kata lain, asumsi metode Thiessen yang secara membabi buta menganggap bahwa tiap-tiap pos penakar mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi. Rumus yang digunakan:

$$d = \frac{\frac{d_0+d_1}{2}A_1 + \frac{d_1+d_2}{2}A_2 + \dots + \frac{d_{n-1}+d_n}{2}A_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \quad (2.4)$$

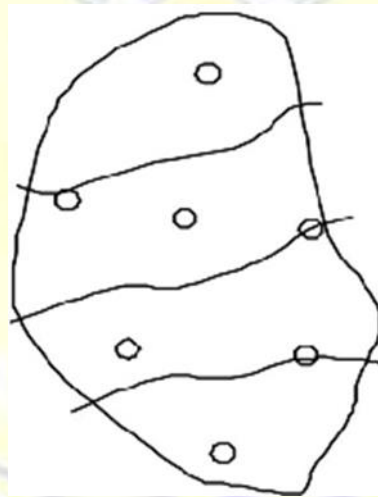
$$d = \frac{\sum \frac{d_{i-1}+d_i}{2}A_i}{\sum A_i} \quad (2.5)$$

dimana :

d = tinggi curah hujan rata-rata areal,

A = luas areal total = $A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n$, dan

d_0, d_1, \dots, d_n = curah hujan pada isohyet 0, 1, 2, ..., n.



Gambar 2.4 Cara metode Isohyet

Sumber: Suripin, 2004

2.3 Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Suripin (2004), menyebutkan bahwa analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang.

Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yaitu ada empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah:

- a. Distribusi Normal
- b. Distribusi Log Normal
- c. Distribusi Log Person III
- d. Distribusi Gumbel

Analisis data hidrologi dengan menggunakan statistika yang bertujuan untuk memprediksi suatu besaran hujan atau debit dengan masa ulang tertentu. Analisis frekuensi dalam penelitian ini menggunakan data maksimum tahunan, data hujan harian dan data hujan harian maksimum rerata maksimum. Distribusi hujan dapat dipilih sesuai parameter statistik seperti nilai rerata, standar deviasi, koefisien variasi, dan koefisien skewness dari rata yang ada diikuti uji statistik.

Distribusi frekuensi memiliki beberapa jenis antara lain distribusi normal, Log Normal, Gumbel dan Log Person III. Untuk mengetahui jenis yang digunakan maka harus mengetahui syarat-syarat yang bisa masuk dengan menghitung parameter statistiknya. Syarat pemilihan jenis distribusi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pemilihan Jenis Distribusi

No.	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 0$
2	Log Person	$C_s (\ln x) = C_v^3 + 3C_v$ $C_k (\ln x) = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Log Person Tipe III	Jika semua syarat tidak terpenuhi
4	Gumbel	$C_s = 1.14$ $C_k = 5.4$

Sumber: Suripin, 2004

Suripin (2004), menyebutkan bahwa pada situasi tertentu, walaupun data yang diperkirakan mengikuti distribusi sudah dikonversi kedalam bentuk logaritmis, ternyata kedekatan antara data dan teori tidak cukup kuat untuk menjustikasi pemakaian Log Normal. Person telah mengembangkan serangkaian

fungsi probabilitas yang dapat dipakai hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tidak seperti konsep yang melatar belakangi pemakaian distribusi Log Normal untuk banjir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak berbasis teori.

Distribusi ini dipakai karena fleksibilitasnya. Log person tipe III menjadi perhatian para ahli sumber daya air karena memiliki (i) harga rata-rata, (ii) simpangan baku dan (iii) koefisien kemencengan. Yang menarik, jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal.

2.3.1 Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut pula distribusi *Gauss*. Untuk menganalisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi normal dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_T = X + S \times K_T \quad (2.6)$$

Dimana:

X_T = variate yang diekstrapolasikan yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

$$X = \text{harga rata-rata dari data} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

K_T = variabel reduksi

S = standard deviasi

Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi *Gauss*

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	K_T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52

Tabel 2.2 Lanjutan

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
13	4,000	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1,000,000	0,001	3,09

Sumber: Suripin, 2004

2.3.2 Distribusi Log Normal

Untuk menganalisis frekuensi hujan menggunakan metode distribusi log normal dengan persamaan berikut:

$$\text{Log } XT = \text{Log } X + KT \cdot S \text{ Log } X \quad (2.7)$$

Dimana:

XT = variate yang diekstrapolasi yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

$\text{Log } X$ = harga rata-rata dari data

$S \text{ Log } X$ = standard deviasi

KT = variabel reduksi

Tabel 2.3 Nilai KT 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

Tabel 2.3 Lanjutan

No	Periode Ulang, T (tahun)	Peluang	KT
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	0,001	3,09

Sumber: Suripin, 2004

2.3.3 Distribusi Log Person III

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode Log Person Type III, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + K \cdot S \quad (2.8)$$

Dimana:

X_T = variate yang diekstrapolasikan yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

$\text{Log } X$ = harga rata-rata dari data

S = standard deviasi

dengan periode ulang T. $CS = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2}{n}$

Tabel 2.4 Nilai K (faktor frekuensi) untuk distribusi Log Person III

(Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395

Tabel 2.4 Lanjutan

(Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
0,8	-0,132	0,780	1,336	2,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	2,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	2,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	2,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	2,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	2,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	2,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	2,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	2,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	2,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	0,035	1,069	1,089	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810

Sumber: Suripin, 2004

2.3.4 Distribusi Gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode *E.J Gumbel* dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_T = X + K \cdot S \quad (2.9)$$

Dimana:

X_T = variate yang diekstrapolasikan yaitu besarnya curah hujan rencana untuk

periode ulang T (tahun)

X = harga rata-rata dari data $\frac{\sum_1^n x_i}{n}$

S = standard deviasi

K = variabel reduksi

Untuk menghitung variabel reduksi E.J. Gumbel mengambil harga:

$$K = \frac{Y_T - Y_N}{S_N} \quad (2.10)$$

Dimana :

Y_T = reduced variate sebagai fungsi dari periode ulang

Y_N = reduced mean sebagai fungsi dari banyak data (N)

S_N = reduced standard deviation sebagai fungsi dari banyak data (N)

Tabel 2.5 Standard Deviasi (Y_n) untuk Distribusi Gumbel

No	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,495	0,500	0,504	0,507	0,510	0,513	0,516	0,518	0,520	0,522
20	0,524	0,525	0,527	0,528	0,530	0,531	0,532	0,533	0,534	0,535
30	0,536	0,537	0,538	0,539	0,540	0,540	0,541	0,542	0,542	0,535
40	0,544	0,544	0,545	0,545	0,546	0,546	0,547	0,473	0,548	0,548
50	0,549	0,549	0,549	0,550	0,550	0,550	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	0,554	0,555
70	0,555	0,555	0,555	0,556	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	0,558	0,559
90	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559	0,560	0,560	0,560	0,560
100	0,560	0,560	0,560	0,560	0,561	0,561	0,561	0,561	0,551	0,561

Sumber: Suripin, 2004

Untuk mendapatkan nilai reduksi variant (Y_{TR}) sebagai fungsi periode ulang Gumbel diperoleh dari Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Reduksi Variant (Y_{TR}) sebagai fungsi periode ulang Gumbel

Periode Ulang, TR (Tahun)	Reduced Variate, Y_{TR} (Tahun)	Periode Ulang TR (Tahun)	Reduced Variate, Y_{TR} (Tahun)
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: Suripin, 2004

Dan untuk mendapatkan nilai reduksi standard deviasi (Sn) diperoleh dari Tabel 2.7. dibawah ini yang berfungsi sebagai distribusi Gumbel.

Tabel 2.7 Reduksi Standard Deviasi (Sn) 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	1,020	1,03	1,04	1,049	1,056
20	1,06	1,06	1,07	1,08	1,08	1,091	1,09	1,10	1,104	1,108
30	1,11	1,11	1,11	1,12	1,12	1,128	1,13	1,13	1,136	1,138
40	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,151	1,15	1,15	1,157	1,159
50	1,10	1,16	1,16	1,16	1,16	1,168	1,16	1,17	1,172	1,173
60	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,180	1,18	1,18	1,183	1,184
70	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,189	1,19	1,19	1,192	1,193
80	1,90	1,19	1,19	1,19	1,19	1,197	1,19	1,19	1,199	1,200
90	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,203	1,20	1,20	1,205	1,206
100	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,208	1,20	1,20	1,209	1,209

Sumber: Suripin, 2004

2.4 Uji Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Rumilla harahap, (2014) menerangkan diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fittest test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah:

- a. Chi-kuadrat
- b. Smirnov-Kolmogrov

2.4.1 Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi Kuadrat digunakan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat disamai dengan baik oleh distribusi teoritis. Perhitungannya dengan menggunakan persamaan berikut:

$$X_{Hit}^2 = \sum_i^k = 1 \frac{(EF-EO)^2}{EF} \quad (2.11)$$

Dimana :

$$k = 1 + 3,22 \text{ Log } n$$

EO = nilai yang diamati

EF = nilai yang diharapkan

Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima, maka harga X^2 hitung $< X^2_{Cr}$. Harga X^2_{Cr} dapat diperoleh dengan menentukan taraf signifikan α dengan derajat kebebasan. Batas kritis X^2 tergantung pada derajat kebebasan dan α . Untuk kasus ini derajat kebebasan mempunyai nilai yang didapat dari perhitungan sebagai berikut:

$$DK = JK - (P+1) \quad (2.12)$$

Dimana :

DK = derajat kebebasan,

JK = jumlah kelas, dan

P = faktor keterikatan (untuk pengujian *Chi-Square* mempunyai keterikatan 2).

2.4.2 Uji Smirnov-Kolmogorof

Tahap-tahap pengujian Smirnov Kolmogorof adalah sebagai berikut:

- a. plot data dengan peluang agihan empiris pada kertas probabilitas dengan menggunakan persamaan Weibull:

$$p = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (2.13)$$

Dimana:

m = nomor urut dari nomor kecil ke besar

n = banyaknya data

- b. tarik garis dengan mengikuti persamaan:

$$\text{Log } XT = \log X + G. Sd \quad (2.14)$$

Dari grafik plotting diperoleh perbedaan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris.

$$\Delta_{\max} = P_e - P_t \quad (2.15)$$

Dimana :

P_e = peluang empiris

P_t = peluang teoritis

2.5 Hidrograf Satuan Sintetik

Sri Harto (2000), menerangkan bahwa untuk membuat hidrograf banjir pada sungai-sungai dilakukan observasi hidrograf banjirnya, maka perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut terlebih dulu, misalnya waktu untuk mencapai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*) lebar dasar, luas, kemiringan, panjang alur terpanjang (*length of the longest channel*), koefisien limpasan (*runoff coefficient*) dan sebagainya.

Banyak ragam hidrograf satuan sintetik (HSS) yang telah dikembangkan. Berikut beberapa HSS yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

1. HSS Gama I
2. HSS Nakayasu
3. HSS Limantara
4. HSS ITB-1
5. HSS ITB-2
6. HSS SCS
7. HSS Snyder

2.5.1 Metode HSS GAMA I

Sifat-sifat daerah aliran sungai dalam metode HSS Gamma I adalah sebagai berikut:

- a. Faktor sumber (*source factor*, SF) adalah perbandingan antara jumlah panjang sungai-sungai tingkat satu dengan jumlah panjang sungai semua tingkat.
- b. Frekuensi sumber (*source frequency*, SN) ditetapkan sebagai perbandingan antara jumlah pangsa sungai semua tingkat.
- c. Faktor simetri (*symmetry factor*, SIM), ditetapkan sebagai hasil kali antara faktor lebar (WF) dengan luas relatif DPS sebelah hulu (RUA).
- d. Faktor lebar (*width factor*, WF) adalah perbandingan antara lebar DAS yang diukur dari titik di sungai yang berjarak $\frac{3}{4}$ L dan lebar DPS yang diukur dari titik di sungai yang berjarak $\frac{1}{4}$ L dari tempat pengukuran.
- e. Luas relatif DPS sebelah hulu (*relative upper catchment area*), yaitu perbandingan antara luas DPS sebelah hulu garis yang ditarik terhadap garis yang menghubungkan titik tersebut dengan tempat pengukuran dengan luas DPS.

Rumus-rumus yang digunakan dalam metode HSS GAMA 1 adalah sebagai berikut:

$$B = 1,5518 \cdot N^{-0,14991} \cdot A^{-0,2725} \cdot S^{-0,0733} \quad (2.16)$$

Dimana:

N = jumlah stasiun hujan

A = luas DAS (km²)

SIM = faktor simetris

S = landai sungai rata-rata

B = koefisien reduksi

Menghitung waktu puncak HSS Gama I (t_r) dengan rumus berikut:

$$t_r = 0,43 \left(\frac{L}{100SF} \right)^3 + 1,0665 \text{ SIM} + 1,2775 \quad (2.17)$$

Dimana:

t_r = waktu naik (jam)

L = panjang sungai induk (km)

SF = faktor sumber

SIM = faktor simetris

Menghitung debit puncak banjir HSS Gama I (Q_p) dengan rumus berikut:

$$Q_p = 0,1836 \cdot A^{0,5886} \cdot JN^{-0,2381} \cdot t_r^{-0,4008} \quad (2.18)$$

Dimana:

Q_p = debit puncak (m³/det)

JN = jumlah pertemuan sungai

Menghitung waktu dasar pada metode HSS Gama I (t_b) dengan rumus sebagai berikut:

$$t_b = 27,4132 \cdot t_r^{0,1457} \cdot S^{-0,0986} \cdot SN^{0,7344} \cdot RUA^{0,2574} \quad (2.19)$$

Dimana:

S = landai sungai rata-rata

SN = frekuensi sumber

RUA = luas relative DPS sebelah hulu (km²)

Menghitung koefisien tampungan (K) pada metode HSS Gama I dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$K = 0,5617 \cdot A^{0,1798} \cdot S^{-0,1446} \cdot SF^{-1,0897} \cdot D^{-0,0452} \quad (2.20)$$

Dimana:

K = koefisien tampungan (jam)

A = luas DAS (km²)

S = landai sungai rata-rata

SF = faktor sumber

D = kerapatan jaringan

Menghitung aliran dasar sungai dihitung dengan rumus:

$$Q_b = 0,475 \cdot A^{0,6444} \cdot D^{0,9430} \quad (2.21)$$

Dimana:

Q_b = aliran dasar (m³/det)

A = luas DAS (km²)

D = kerapatan jaringan

2.5.2 Metode HSS Nakayasu

Hidrograf satuan sintetik DR.Nakayasu telah berulang kali diterapkan.

Rumus dari hidrograf satuan Nakayasu adalah:

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R_o}{3,6(0,3 \cdot T_p + T_{0,3})} \quad (2.22)$$

$$T_p = t_g + 0,8t_r \quad (2.23)$$

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7} \quad (L < 15 \text{ km}) \quad (2.24)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 \times L \quad (L < 15 \text{ km}) \quad (2.25)$$

$$T_{0,3} = \alpha \times t_g \quad (2.26)$$

$$Q_t = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \times Q_p \quad (2.27)$$

Dengan:

Q_p = debit puncak banjir (m³/det)

C = koefisien pengaliran

R_o = hujan satuan (mm)

A = luas DAS (km²)

T_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

T_{0,3} = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak

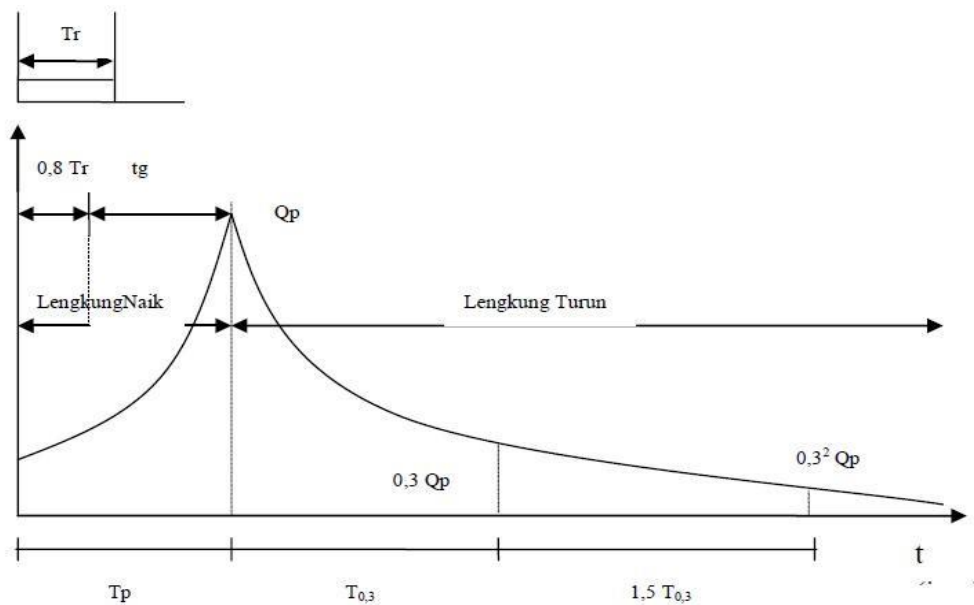
t_g = time lag yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam)

t_r = satuan waktu hujan diambil 1 jam,

α = parameter hidrograf, bernilai antara 1,5 – 3,5.

Q_t = debit pada saat 1 jam (m^3/det)

L = panjang sungai (m)



Gambar 2.5 Model Hidrograf Nakayasu

Sumber: Sri Harto, 2000

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam hidrograf nakayasu adalah:

a. Pada kurva naik $0 \leq t \leq T_p$

$$\text{maka : } Q_t = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \times Q_P \quad (2.28)$$

b. Pada kurva turun, $T_p < t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$\text{maka : } Q_t = Q_P \times 0,3^{\left[\frac{t-T_p}{T_{0,3}}\right]} \quad (2.29)$$

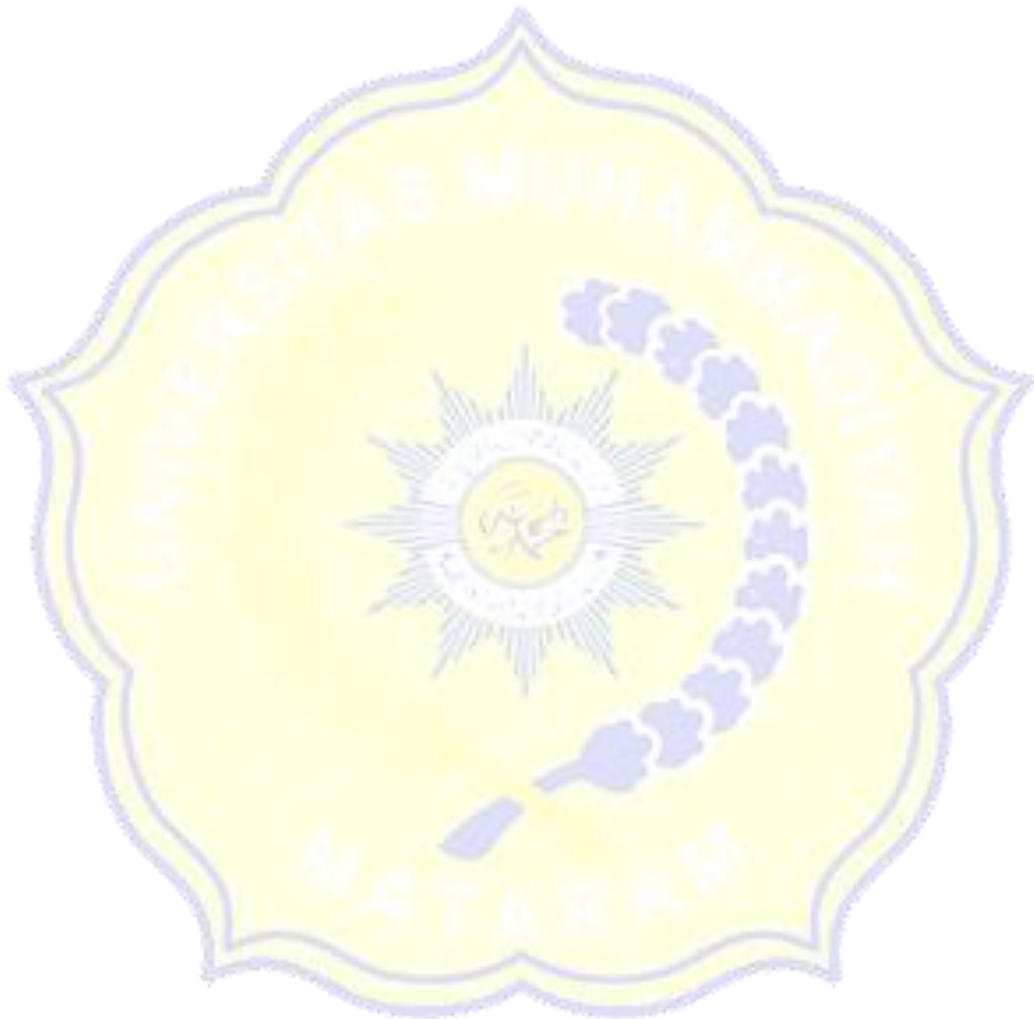
untuk $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$,

$$\text{maka : } Q_t = Q_P \times 0,3^{\left[\frac{t-T_p+0,5.T_{0,3}}{1,5T_{0,3}}\right]} \quad (2.30)$$

untuk $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$\text{maka : } Q_t = Q_p \times 0,3^{\left[\frac{t-T_p+0,5.T_{0,3}}{2T_{0,3}} \right]} \quad (2.31)$$

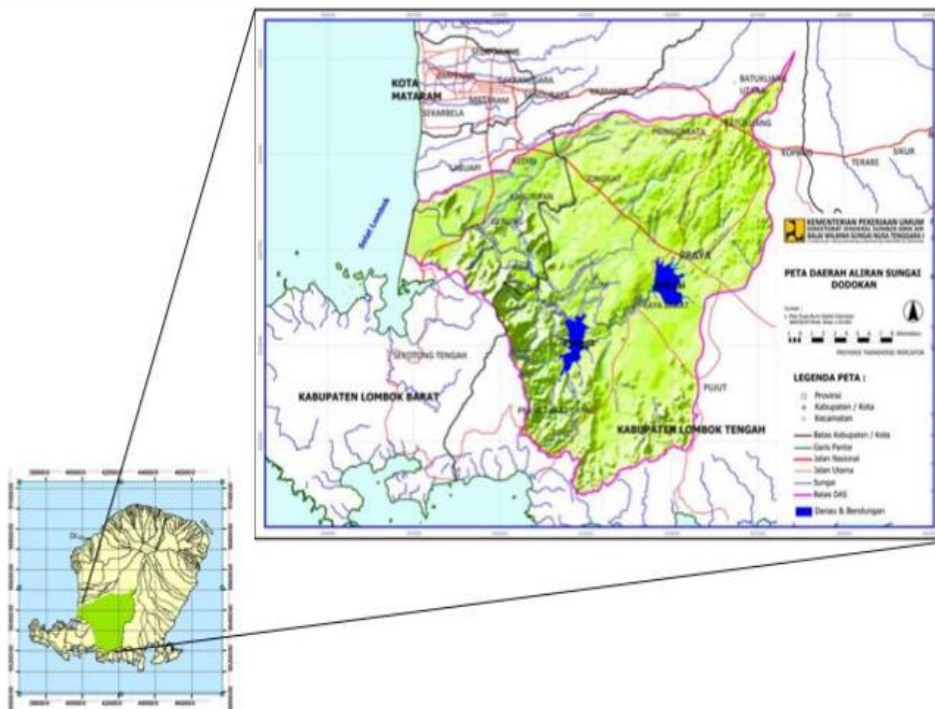
Selanjutnya hasil akhir dari masing - masing metode Hidrograf Satuan Sintetik dibandingkan dengan data debit Sungai Dodokan yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I untuk menentukan metode Hidrograf Satuan Sintetik yang paling sesuai dari kedua metode yang digunakan.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan langsung di daerah aliran sungai Dodokan di Lombok. Secara geografis Daerah Aliran Sungai Dodokan terletak pada koordinat antara $116^{\circ}3'38.47''$ - $116^{\circ}22'11.33''$ BT dan $8^{\circ}33'57.26''$ - $8^{\circ}52'51.22''$ LS. Selain ke lokasi penelitian dilakukan juga pencarian informasi tentang tofografis sungai di wilayah tersebut dengan menanyakan kepada pegawai BWS NT I, kemudian mengambil data-data pelengkap yang diperlukan di Kantor Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I (BWS NT I) untuk menunjang penulisan tugas akhir ini.



Gambar 3.1 Peta wilayah sungai Dodokan
Sumber: Ilmi, 2019

3.2 Pengumpulan Data

Metodologi pengolahan data dilakukan dengan pengumpulan data-data seperti data curah hujan harian maksimum dari 2 stasiun pengamatan curah hujan yaitu Stasiun Kabul dan Mangkung untuk DAS Dodokan.

Analisa curah hujan kawasan/areal yang digunakan dalam perhitungan pada tugas akhir ini hanya menggunakan metode Poligon Thiessen, mengingat posisi stasiun penakar curah hujan yang membentuk sebuah poligon dan akan memberikan hasil yang lebih teliti dari pada cara aljabar (aritmatik) dan metode isohyet. Dengan menghitung luas DAS yang dipengaruhi oleh 2 stasiun penakar curah hujan pada satu DAS maka didapat curah hujan rata-rata dan curah hujan kawasan pada DAS Dodokan.

Untuk menganalisa frekuensi curah hujan periodik digunakan Metode Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel. Dalam penelitian Nilai curah hujan yang digunakan untuk perhitungan intensitas curah hujan adalah nilai curah hujan Distribusi Log Pearson III periode ulang. Kemudian data tersebut akan digunakan untuk menghitung debit banjir rancangan kala ulang dengan Metode HSS Gama 1 dan HSS Nakayasu.

3.3 Data Penelitian

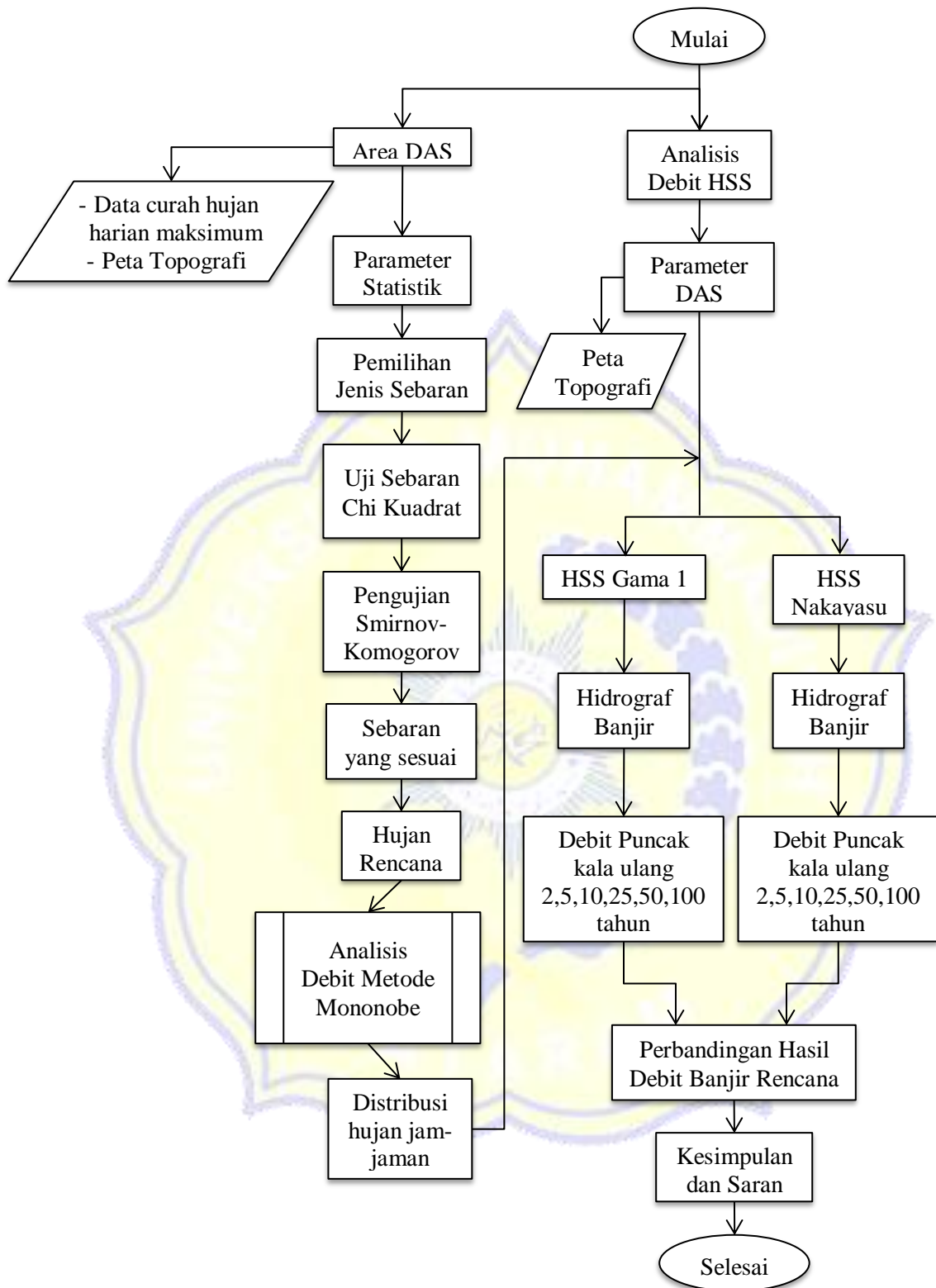
Data-data yang diperoleh dari instansi-instansi yang terkait dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 Jenis data dan sumbernya

NO	Jenis Data	Sumber
1	Data curah hujan harian DAS Dodokan (2009-2018)	BWS NT I
2	Peta DAS Dodokan	Ilmi, 2019
3	Luas DAS Dodokan = 578,62 km ²	BWS NT I
4	Panjang Sungai = 23,37 km	BWS NT I

3.4 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dipergunakan sebagai gambaran langkah-langkah yang akan diambil dalam proses perencanaan. Seperti terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Bagan alir penelitian