

SKRIPSI

**PERENCANAAN NORMALISASI SUNGAI GARECCING
KABUPATEN SINJAI**



Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Oleh :

MUSDIRAWATI

10581248915

VANNY FIRDAYANTI

10581249615

07/07/2020

1 exp
Emb. Mami

R/038/SLP/2020

MUS
P1

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **Perencanaan Normalisasi Sungai Gareccing Kabupaten Sinjai**

Nama : MUSDIRAWATI

VANNY FIRDAYANTI

Stambuk : 105 81 2489 15

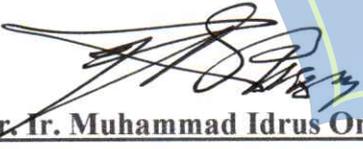
105 81 2496 15

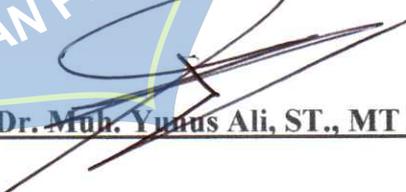
Makassar, 22 Februari 2020

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Muhammad Idrus Ompo, Sp., PSDA


Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT IPM

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Pengairan

Jurusan Teknik Sipil


Andi Makbul Syamsuri, ST., MT., IPM.

NBM : 1183 084

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

bersipri atas nama Musdirawati dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2489 15 dan Vanny Dayanti dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 2496 15, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0003/SK-Y/22201/091004/2020, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 22 Februari 2020.

Makassar, 28 Jumadil Akhir 1441 H

22 Februari 2020 M

Panitia Ujian :

Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.

Penguji :

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Ratna Musa, MT

b. Sekretaris : M. Agusalim, ST., MT

Anggota: 1. Prof. Dr. Ir. H. Darwis Fanguriseng, M.Sc

2. Ir. Hamzah AL Imran, ST., MT., IPM

3. Dr. Ir. Nenny T Karim, ST., MT., IPM

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. H. Muhammad Idrus Ompo, Sp., PSDA

Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT IPM

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM

NBM : 855 500

PERENCANAAN NORMALISASI SUNGAI GARECCING KABUPATEN SINJAI

Musdirawati¹⁾, Vanny Firdayanti²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

²⁾ Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

Email : musdirawati0@gmail.com vannyfirdayanti90@gmail.com

Abstrak

Sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus menerus dari hulu menuju hilir (muara). Sungai terdiri dari beberapa bagian, bermula dari mata air yang mengalir ke anak sungai. Normalisasi sungai adalah kegiatan yang bertujuan untuk melewati debit banjir rencana secara aman dengan jalan mengecek kapasitas sungai dan melakukan pelurusan alur sungai yang disertai dengan perkuatan tebing dan stabilisasi dasar sungai, sehingga tidak terjadi limpasan. Tujuan dari penelitian ini Untuk mengetahui besar debit banjir yang terjadi sebelum normalisasi di Sungai Gareccing Desa Patohoni Kabupaten Sinjai serta untuk mengetahui pengaruh Normalisasi Sungai terhadap luapan air di persawahan di Sungai Gareccing Kabupaten Sinjai. Penelitian ini dilakukan dengan metode observasi lapangan, mengumpulkan data primer yakni observasi lapangan sungai Gareccing dengan pengamatan kondisi fisik daerah aliran sungai yang diperoleh dari pengukuran langsung di lokasi penelitian yang selanjutnya dibuat hubungan dengan luas penampang sungai sehingga diperoleh nilai debit aliran sungai, selanjutnya mengumpulkan data sekunder yakni data curah hujan yang didapatkan dari instansi yang terkait. Dari hasil penelitian ini didapatkan Besar banjir yang terjadi sebelum normalisasi sungai gareccing kabupaten sinjai dengan menggunakan metode snyder sebesar $42,83 \text{ m}^3/\text{dtk}$ sedangkan kapasitas sungai hanya $18,36 \text{ m}^3/\text{s}$, sehingga perlu dinormalisasi. Serta Setelah dilakukan perencanaan normalisasi sungai gareccing, didapatkan bahwa kapasitas sungai menjadi $73,44 \text{ m}^3/\text{s}$ sehingga dapat menampung debit banjir sungai lebih besar sehingga mampu menampung debit yang tersedia. Dengan demikian luapan banjir ke sawah tidak lagi terjadi.

Kata Kunci : Sungai, Normalisasi, Observasi Snyder

Abstract

The river is a large and elongated water flow that flows continuously from upstream to downstream (estuary). The river consists of several parts, starting from a spring that flows into a tributary. River normalization is an activity that aims to safely pass the planned flood discharge by checking the river's capacity and straightening the river channel which is accompanied by cliff reinforcement and river bed stabilization, therefore there is no overflow. The purpose of this study is to determine the amount of flood discharge occurred before normalization in the Gareccing River in Patohoni Village, Sinjai Regency and to know the effect of River Normalization on the overflow of rice fields in the Gareccing River in Sinjai Regency. This research was conducted using the field observation method, collecting primary data namely Gareccing river field observations by observing the physical condition of the watershed obtained from direct measurements at the research location which then made a relationship with the cross-sectional area of the river in order to obtain river flow discharge values, then collecting secondary data namely rainfall data obtained from the relevant agencies. From the results of this study, the magnitude of flooding that occurred before the normalization of the Gareccing River in Sinjai District using Snyder method was $42.83 \text{ m}^3 / \text{sec}$ while the river capacity was only $18.36 \text{ m}^3 / \text{s}$, so it needed to be normalized. And after planning the normalization of the gareccing river, it was found that the river's capacity was $73.44 \text{ m}^3 / \text{s}$ so that it could accommodate larger river flood discharges so that it could accommodate the available discharges. Thus flooding into the rice fields is no longer happening. Keywords: River, Normalization, Snyder Observation

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan segala aktivitas dalam merampung skripsi yang berjudul : **“PERENCANAAN NORMALISASI SUNGAI GARECCING KABUPATEN SINJAI”** merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi untuk program strata satu pada jurusan teknik sipil fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Berbagai kesulitan dan hambatan dalam penulisan proposal ini banyak dihadapi penulis, namun berkat bimbingan dan petunjuk serta dorongan dari berbagai pihak, baik moral maupun materil sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Olehnya itu dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. H. ABD. Rahman Rahim, SE., MM. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
2. Bapak Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Bapak Ir. Andi Makbul Syamsuri, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

4. Bapak Dr. Ir. Muhammad Idrus Ompo, Sp., PSDA selaku pembimbing I atas bimbingan, arahan dan masukan dalam proses pembuatan proposal ini.
5. Bapak Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT IPM selaku pembimbing II atas segala arahan, bimbingan dan petunjuk dalam proses pembuatan proposal ini.
6. Segenap Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Orang tua, yang selalu mendukung dan menjadi penyemangat untuk menyelesaikan pendidikan serta yang selalu memberikan bantuan materi selama pendidikan.
8. Serta Teman – teman Sipil D Angkatan 2015.

Akhirnya tiada harapan selain ridha Allah SWT atas segala jerih payah dan jasa baik kita semua serta limpahkan rahmat dan hidayah-Nya senantiasa tetap tercurah kepada kita sekalian, Aamiin.

Makassar, 22 Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR PERSAMAAN	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Penelitian	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sungai.....	6

B. Daerah Aliran sungai	9
C. Normalisasi Sungai	10
D. Analisa Curah Hujan Rencana.....	14
1. Analisa parameter statistik	14
2. Metode Log Person Type III	16
E. Analisa Hidrologi dan Debit Banjir Rencana	17
1. Metode HSS Nakayasu	20
2. Metode HSS Snyder	20
F. Analisa Hidrolika Dan Penampang Sungai	20
1. Analisis kapasitas sungai	21
2. Analisis tinggi muka air	22
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Lokasi Penelitian	23
B. Waktu Penelitian	24
C. Sumber Data	24
D. Metode Penelitian	25
E. Prosedur Penelitian	26
F. Analisis Data	26
G. Flow Chart Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Analisa hidrologi	29

1. Analisa curah hujan wilayah dan hujan harian maksimum	29
2. Analisis frekuensi dan curah hujan rencana	30
a. Analisa parameter statistik	
b. Analisis curah hujan rencana metode log person type III	
3. Analisis debit banjir rencana	36
a. Curah hujan jam – jaman	
b. Curah hujan efektif	
c. Analisis debit banjir metode HSS Nakayasu	
d. Analisis debit banjir metode HSS Snyder	
B. Analisis hidrolika	50
1. Analisis kapasitas sungai	50
a. Perhitungan debit normal	
b. Perhitungan debit maksimum (Q_{maks})	
2. Analisis tinggi muka air sungai	55
a. Perhitungan tinggi muka air Q2	
b. Perhitungan tinggi muka air Q5	
c. Perhitungan tinggi muka air Q10	
d. Perhitungan tinggi muka air Q15	
e. Perhitungan tinggi muka air Q25	
f. Perhitungan tinggi muka air Q50	
g. Perhitungan tinggi muka air Q100	
C. Perhitungan penampang sungai sebelum normalisasi	57
D. Perhitungan penampang sungai sebelum normalisasi	59

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan 62

B. Saran 62

DAFTAR PUSTAKA 63

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pembagian Daerah Aliran (Polygon Thissen)	29
Tabel 2. Rekapitulasi Hujan Maksimu Harian Rata – rata metode Polygon Thissen	30
Tabel 3. Analisa parameter statistik curah hujan maksimum harian rata – rata	32
Tabel 4. Kesimpulan pemilihan jenis metode	33
Tabel 5. Analisis curah rencana dengan metode Log Person Type III ...	35
Tabel 6. Rekapitulasi analisis curah hujan rencana untuk periode ulang tahun (t) dengan distribusi Log Person Type III	35
Tabel 7. Rekapitulasi perhitungan curah hujan efektif	38
Tabel 8. Waktu lengkung hidrograf Nakayasu	39
Tabel 9. Ordinat hidrograf satuan sintetik dengan metode Nakayasu ...	41
Tabel 10. Rekapitulasi debit banjir rencana metode HSS Nakayasu ...	43
Tabel 11. Tabel perhitungan hasil satuan sintetik Snyder	47
Tabel 12. Debit banjir rencana metode HSS Snyder	49
Tabel 13. Hasil pengukuran dimensi Sungai Gareccing	51
Tabel 14. Hasil perhitungan tampungan Sungai Gareccing kondisi debit normal (Q_n)	52
Tabel 15. Hasil perhitungan tampungan Sungai Gareccing kondisi debit maksimum (Q_{maks})	55
Tabel 16. Hasil perhitungan	55

Tabel 17. Rekapitulasi tinggi muka air Sungai Gareccing pada debit Q2,Q5,Q10,Q25,Q50,Q100	56
Tabel 18. Hasil perhitungan sebelum dan setelah normalisasi	61



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1 Analisa perhitungan normalisasi sungai	13
Persamaan 2 Analisa parameter statistik	14
Persamaan 3 Distribusi log person type III	16
Persamaan 4 Debit sungai berdasarkan curah hujan.....	18
Persamaan 5 Metode HSS Nakayasu	20
Persamaan 6 Metode HSS Snyder.....	20
Persamaan 7 Analisis kapasitas sungai.....	21



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Sketksa siklus hidrologi	18
Gambar 2 Lokasi penelitian sungai gareccing	23
Gambar 3 Situasi sungai	24
Gambar 4 Flow chart penelitian	28
Gambar 5 Grafik hidrograf rancangan HSS Nakayasu	42
Gambar 6 Grafik rekapitulasi hidrograf banjir metode HSS Nakayasu	44
Gambar 7 Grafik hidrograf rancangan HSS Snyder	48
Gambar 8 Grafik rekapitulasi hidrograf banjir metode HSS Snyder ...	50
Gambar 9 Sketsa Penampang Sungai Gareccing STA 0 + 000	51
Gambar 10 Sketsa Penampang Sungai Gareccing STA 0 + 000	53
Gambar 11 Sketsa Penampang Sungai Gareccing debit kala ulang 2 tahun	56
Gambar 12 Profil muka air Sungai Gareccing pada Q2, Q5, Q10, Q25, Q50 dan Q100	57
Gambar 13 Penampang Sungai Gareccing sebelum normalisasi	57
Gambar 14 Penampang Sungai Gareccing setelah normalisasi	59

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



Q	= debit ($m^3/detik$)
A	= luas penampang (m^2)
L	= panjang sungai (m)
B	= lebar sungai (m)
b	= lebar dasar saluran (m)
h	= kedalaman sungai (m)
w	= tinggi jagaan (m)
I	= kemiringan dasar saluran
P	= keliling basah (m)
R	= radius hidrolis
V	= kecepatan aliran (m^3/s)
G	= gaya grafitasi
X	= curah hujan nilai variat yang diharapkan terjadi (mm)
S	= standar deviasi yaitu Sx_1 dan Sx_2
X_i	= data curah hujan (mm)
n	= jumlah data
Y_t	= nilai reduksi variat
LogX	= rata-rata logaritma dari hujan maksimum tahunan
Log X_i	= jumlah logaritma dari hujan maksimum tahunan
s_1	= standard deviasi

C_s = koefisien kemencengan

$\text{Log } Q$ = logaritma debit

G = faktor probabilitas

Q_t = debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu (m^3/dt)

α = koefisien reduksi

I_t = intensitas hujan periode ulang tertentu (mm/jam)

β = koefisien pengaliran (*run-off coefficient*)

q_t = intensitas relatif hujan untuk jangka waktu t

q_n = luas curah hujan dengan periode ulang n tahun

A = luas DAS (km^2)

L = panjang sungai utama (km)

L_c = jarak titik berat DAS dengan outlet (km)

h = tinggi hujan (mm)

C_t = koefisien dari slowpe basannya

C_p = koefisien karakteristik basin

T_r = lamanya hujan efektif satu jam

T_p = waktu dari titik berat durasi hujan efektif (jam)

Q_p = debit puncak untuk durasi standar dari hujan efektif ($\text{m}^3/\text{dtk}/\text{km}^2$)

T_e = curah hujan efektif (jam)

X = perhitungan absis (nilai x)

Y = perhitungan besarnya ordinat y

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Wilayah sungai gareccing terletak dibagian selatan kota Sinjai, lebih tepatnya di Desa Patohoni, sungai Gareccing merupakan salah satu anak sungai dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Aparang Kabupaten Sinjai yang terletak dibagian hilir sungai Aparang, yang dimana ± 5 KM dari sungai gareccing terdapat tiga stasiun curah hujan yaitu, Stasiun curah hujan belerang Sinjai Borong, Stasiun Curah Hujan Palangka Sinjai Selatan, Stasiun Curah Hujan Kalibong Sinjai Selatan.

Sungai Gareccing berfungsi sebagai irigasi pertanian/pengairan sawah dimana para petani tidak harus susah – susah mencari sumber air untuk mengairi sungai mereka. Mereka cukup mengalihkan aliran sungai ke sawah mereka. Selain menghemat tenaga, tentu cara ini juga sangatlah efektif, tidak memerlukan waktu dan tenaga yang banyak.

Pada bagian hilir Sungai Gareccing terdapat endapan-endapan sedimen yang menyebabkan pendangkalan, sehingga sangat rawan terjadinya erosi. Pernah terjadi luapan dibagian hilir pada Sungai Gareccing yang disebabkan kapasitas sungai tersebut tidak cukup menampung sehingga diperlukan normalisasi. Adapun fenomena alam yang pernah terjadi di sungai Gareccing yaitu banjir di tahun 2006 dan tanah longsor di tahun 2017.

(Sumber Data: Badan Penanggulangan Bencana Daerah Dan Departemen Pekerjaan Umum Dikretorat Jenderal Sumber Daya Air Kabupaten Sinjai

Dengan semua pertimbangan diatas maka kami tertarik untuk menyusun Tugas akhir ini dengan judul **“PERENCANAAN NORMALISASI SUNGAI GARECCING KABUPATEN SINJAI”**

B. Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar debit banjir yang terjadi sebelum normalisasi di Sungai Gareccing Kabupaten Sinjai ?
2. Bagaimana pengaruh Normalisasi Sungai terhadap luapan air di persawahan Sungai Gareccing Kabupaten Sinjai ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui besar debit banjir yang terjadi sebelum normalisasi di Sungai Gareccing Desa Patohoni Kabupaten Sinjai.
2. Untuk mengetahui pengaruh Normalisasi Sungai terhadap luapan air di persawahan di Sungai Gareccing Kabupaten Sinjai.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan acuan dan informasi para peneliti dalam mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan normalisasi sungai.
2. Dengan adanya perencanaan normalisasi sungai dapat menjadi salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di daerah sungai gareccing.

E. Batasan Penelitian

Agar penelitian ini berjalan dengan efektif dan mencapai sasaran maka penelitian ini di berikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Data curah hujan yang digunakan adalah data sekunder dari BMKG dan dianggap sudah valid sehingga tidak dilakukan lagi pengukuran ulang, data hujan yang digunakan adalah data hujan 15 tahun terakhir.
2. Perhitungan besarnya debit banjir rancangan disungai gareccing dengan kala ulang 10 tahun dan 25 tahun.
3. Perhitungan dimensi penampang sungai setelah dinormalisasi.

F. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran mengenai penulisan ini maka kami menguraikan secara sistematis penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN merupakan bab pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan berupa gambaran singkat dari tiap-tiap bab yang ada dalam tulisan ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA merupakan bab yang memuat secara sistematis tentang teori singkat yang di gunakan dalam membahas permasalahan penelitian untuk pemecahan masalah mengenai angkutan sedimen.

BAB III METODE PENELITIAN merupakan bab yang menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, sumber data, metode penelitian, analisis data serta bagan alur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN merupakan bab yang menguraikan tentang hasil-hasil yang diperoleh dari proses penelitian.

BAB V PENUTUP merupakan bab yang berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian berupa: Data Curah Hujan yang dianalisis yaitu data dari tahun 2009 sampai tahun 2018, Stasiun yang digunakan adalah Stasiun curah hujan belerang Sinjai Borong, Stasiun Curah Hujan Palangka Sinjai Selatan, Stasiun Curah Hujan Kalibong Sinjai Selatan. Perhitungan debit banjir

rencana. serta saran-saran dari penulisan yaitu: perlunya ketelitian pada saat perhitungan hidrologi seperti dalam menganalisis curah hujan dan debit banjir rencana serta disarankan dalam tahap perencanaan terlebih dahulu dilakukan survey yang berhubungan dengan keadaan sungai.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

Menurut Syarifuddin (2000), sungai adalah aliran air yang besar dan memanjang yang mengalir secara terus menerus dari hulu menuju hilir (muara). Sungai terdiri dari beberapa bagian, bermula dari mata air yang mengalir ke anak sungai. Beberapa anak sungai akan bergabung untuk membentuk sungai utama. Aliran air biasanya berbatasan dengan saluran dengan dasar dan tebing disebelah kiri dan kanan. Pengujung sungai dimana sungai bertemu laut dikenali sebagai muara sungai.

Menurut Mokonio (2013), sungai adalah saluran alamiah di permukaan bumi yang menampung dan menyalurkan air hujan dari daerah yang tinggi ke daerah yang lebih rendah dan akhirnya bermuara di danau atau laut. Didalam aliran air terangkut juga material-material sedimen yang berasal dari proses erosi yang terbawa oleh aliran air dan dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan akibat sedimentasi dimana aliran tersebut akan bermuara yaitu di danau atau di laut. Perbaikan sungai yang dilakukan membuat kondisi sangat membaik. Untuk itu dibutuhkan peran ikut serta masyarakat yang masih tinggal di sekitar sungai untuk menjaga lingkungan.

Menurut Mulyanto dan Nugroho (2016), ada dua fungsi utama yang diberikan oleh alam kepada sungai yaitu:

a. Mengalirkan Air

Air hujan yang jatuh pada sebuah daerah aliran sungai (DAS) akan terbagi menjadi akumulasi-akumulasi yang tertahan sementara sebagai air tanah dan air permukaan, serta run off yang akan memasuki alur sebagai debit sungai dan terus dialirkan ke laut.

b. Mengangkut sedimen hasil erosi pada DAS dan alurnya.

Bersama masuknya run off ke dalam sungai maka akan terbawa material hasil erosi. Material sedimen ini akan terbawa air banjir ke luar alur aliran untuk di endapkan menjadi dataran alluvial atau di dalam daerah retensi yang lama akan terbawa sampai ke laut atau perairan di mana sungai bermuara dan di endapkan menjadi delta.

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (2015) sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut. Sungai itu dapat juga digunakan untuk berjenis-jenis aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan dan lain-lain.

Karakteristik sungai berdasarkan sifat alirannya dapat dibedakan menjadi 3 macam tipe yaitu (Mulyanto Nugroho, 2016) :

1. Sungai permanen atau perennial yaitu sungai yang mengalirkan air sepanjang tahun dengan debit yang relatif tetap. Dengan demikian

antara musim penghujan dan musim kemarau tidak terdapat perbedaan aliran yang mencolok.

2. Sungai musiman/periodik/intermitten yaitu sungai yang alirannya tergantung pada musim. Pada musim penghujan ada alirannya dan musim kemarau sungai kering. Berdasarkan sumber airnya sungai intermitten dibedakan :

- a. *Spring fed intermitten river* yaitu sungai intermitten yang sumber airnya berasal dari air tanah.
 - b. *Surface fed intermitten river* yaitu sungai intermitten yang sumber airnya berasal dari curah hujan atau pencairan es.
3. Sungai tidak permanen/*ephemeral* yaitu sungai tadah hujan yang mengalirkan airnya sesaat setelah terjadi hujan. Karena sumber airnya berasal dari curah hujan maka pada waktu tidak hujan sungai tidak mengalirkan air.

Aliran sungai berdasarkan fungsi hulu, tengah dan hilir (Permen No 39/1989 Tentang pembagian wilayah sungai pasal 1 ayat 2), yaitu :

- a. Bagian hulu

Bagian hulu didasarkan pada fungsi konservasi yang dikelola untuk mempertahankan kondisi lingkungan DAS agar tidak terdegradasi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kondisi tutupan vegetasi lahan DAS, kualitas air, kemampuan menyimpan air (debit), dan curah hujan..

b. Bagian tengah

Bagian tengah didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial ekonomi, yang antara lain dapat diindikasikan dari kuantitas air, kualitas air, kemampuan menyalurkan air, dan ketinggian muka air tanah, serta terkait pada prasarana pengairan seperti pengelolaan sungai, waduk, dan danau.

c. Bagian hilir

Bagian hilir didasarkan pada fungsi pemanfaatan air sungai yang dikelola untuk dapat memberikan manfaat bagi kepentingan sosial dan ekonomi, yang dapat diindikasikan melalui kuantitas dan kualitas air, kemampuan menyalurkan air, ketinggian curah hujan, dan terkait untuk kebutuhan pertanian, air bersih, serta pengelolaan air limbah.

B. Daerah Aliran Sungai

Menurut PP No 37 tentang pengelolaan DAS, Pasal 1, Daerah Aliran Sungai yang biasa disebut DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak – anak sungainya, yang berfungsi menampung, meyimpang dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Pengelolaan DAS adalah suatu proses formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat manipulasi sumber daya alam dan manusia yang terdapat di daerah aliran sungai untuk memperoleh manfaat produksi dan jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumber daya air dan tanah (Asdak 2010).

Jika DAS tercemar, akibatnya akan dirasakan saat datangnya musim hujan, karena ketidakmampuan sungai dalam menyerap air akibat volume sungai yang tinggi karena banyaknya sampah, mengakibatkan sungai meluap, sehingga air hujan yang turun tidak tertampung lagi. Ketika DAS tidak terjaga kondisinya dengan baik, maka curah hujan yang jatuh menjadi aliran di permukaan tanah, dan mengakibatkan banjir.

C. Normalisasi Sungai

Normalisasi sungai adalah kegiatan yang bertujuan untuk melewati debit banjir rencana secara aman dengan jalan mengecek kapasitas sungai dan melakukan pelurusan alur sungai yang disertai dengan perkuatan tebing dan stabilisasi dasar sungai, sehingga tidak terjadi limpasan/luapan. Debit banjir rencana merupakan debit rencana di sungai atau di saluran alamiah dengan periode ulang tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan diperoleh dari analisis data hidrologi (Erick Chendratama dan Sumbogo Pranoto, 2017).

Normalisasi sungai memiliki tujuan antara lain dapat meminimalisir luapan sungai agar tidak meluap ke bantaran sungai. Maka dari itu normalisasi cocok untuk di gunakan karena normalisasi menggunakan cara pembuatan tanggul sisi, dan pembetonan tebing baik sungai besar maupun sungai kecil, dan pengerukan sungai agar lebar dan dalam. Normalisasi juga harus diimbangi dengan pembangunan tanggul yang tinggi agar air tidak meluber keluar dan jika terjadi hujan harus dibuatkan bendungan di daerah-daerah tertentu untuk menampung datangnya air hujan yang besar apa lagi saat ini cuaca tidak menentu (Dimaz Pradana Putra & Hari Nugroho, 2014).

Normalisasi Sungai terutama dilakukan berkaitan dengan pengendalian banjir, yang merupakan usaha untuk memperbesar kapasitas pengaliran sungai. Penanganan banjir dengan cara normalisasi dilakukan pada penampang sungai yang kapasitasnya sudah tidak memenuhi terhadap debit banjir yang melewati. Normalisasi yang akan dilakukan tergantung dari bentuk penampangnya. Perhitungan penampang disesuaikan dengan debit banjir rencana yang kemudian dapat ditemukan dimensi penampang desain yang mampu menampung debit banjir rencana. Dimensi saluran yang akan ditentukan adalah lebar, tinggi penampang basah, kemiringan, dan tinggi jagaan (Erick Chendratama dan Sumbogo Pranoto, 2017).

Jenis – jenis normalisasi sungai (Suryono S, 1994 : 24).

1. Pengerukan, merelokasi sedimen bawah air untuk pembangunan dan pemeliharaan saluran air, tanggul dan prasarana transportasi laut, serta untuk perbaikan tanah atau reklamasi.
2. Pelebaran, pembebasan lahan.

Syarat – syarat normalisasi (Sribanun Laila Sa'adah Heremba, 2012):

1. Terjadinya pendangkalan sungai akibat pengendapan sedimen.
2. Penyempitan lebar sungai.
3. Terjadinya perubahan meander (tikungan) sungai.

Pekerjaan Normalisasi alur aliran sungai pada dasarnya meliputi kegiatan yang terdiri dari (Erick Chendratama dan Sumbogo Pranoto, 2017):

1. Perhitungan debit banjir bencana.
2. Analisa kapasitas awal sungai (*existing capacity analisis*).
3. Perhitungan penampang melintang dan memanjang sungai rencana.
4. Menentukan tinggi jagaan.
5. Menstabilkan alur terhadap erosi, longsor.

Analisis Perhitungan Normalisasi

1. Luas Penampang (A) : $b \times h$ (1)

2. Keliling basah (P) : $b + 2 \times h$ (2)

3. Radius hidrolis (R) : $\frac{A}{P}$ (3)

4. Perhitungan Debit (Q) : $A \times V$ (4)

5. Persamaan Froude : $N_f = \frac{v}{\sqrt{g \times h}}$ (5)

Dimana:

b = lebar dasar saluran

h = tinggi rata – rata

p = keliling basah

V = kecepatan aliran

g = gaya gravitasi

D. Analisa Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar yang mungkin terjadi pada suatu daerah tertentu pada periode ulang tertentu, yang dipakai sebagai dasar perhitungan dalam perencanaan suatu dimensi bangunan air. Perhitungan curah hujan rancangan didasarkan pada analisis frekuensi, dengan sasaran utama untuk menentukan kala ulang peristiwa hidrologi yang berharga tertentu, yang mencakup juga peristiwa yang diharapkan menyamai atau lebih besar dari reratanya (Subarkah, 1980: 16).

1. Analisa Parameter Statistik

Parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu: rata – rata hitung (mean), simpang baku (standar deviasi), koefisien variasi, kemencengan (koefisien skewnes) dan koefisien kurtosis (Frana L. Mamuaya, Hanny Tangkudung : 2019).

a. Harga rata – rata

$$(\bar{X}) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n x_i \dots\dots\dots (6)$$

b. Standar deviasi

Umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar. Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata – rata maka nilai S akan besar, tetapi apabila

penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata – rata maka S akan kecil.

$$(S) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{(X_i - X)^2}{n-1} \right)} \dots\dots\dots (7)$$

c. Koefisien skewnes

Kemencengan (Skewness) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Pengukuran kemencengan adalah mengukur seberapa besar suatu kurva frekuensi dari suatu distribusi tidak simetris atau menceng.

$$(C_s) = \frac{n}{(n-1)(n-2).S^3} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - X)^3 \dots\dots\dots (8)$$

d. Koefisien variasi

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standard dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.

$$(C_v) = \frac{s}{x} \dots\dots\dots (9)$$

e. Koefisien *Skewnes*

Kemencengan (Skewness) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Pengukuran kemencengan adalah mengukur seberapa besar suatu kurva frekuensi dari suatu distribusi tidak simetris atau menceng.

$$(C_s) = \frac{n}{(n-1)(n-2).S^3} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - X)^3 \dots\dots\dots (10)$$

f. Koefisien kurtosis

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

$$(C_k) = \frac{n^2}{(n-1)(n-2).S^4} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4 \dots\dots\dots (11)$$

2. Metode Log Person Type III

Tahapan untuk menghitung curah hujan rancangan metode distribusi Log Person Type III adalah sebagai berikut. (Soemarto, 1986:243).

- a. Ubahlah data debit banjir tahunan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\text{Log } X_1, \text{Log } X_2, \text{Log } X_3, \dots, \text{Log } X_n$

$$\text{Nilai rata-rata (Log } X_i) = \frac{\sum \log x}{n} \dots\dots\dots (12)$$

$$\text{Standar deviasi (Sx)} = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log X_{rt})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (13)$$

$$\text{Koefisien skewnes (Cs)} = \frac{n \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)(S \log x)^3} \dots\dots\dots (14)$$

- b. Hitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus berikut ini:

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_i + G.Sx \dots\dots\dots (15)$$

$$X = \text{antilog } X \dots\dots\dots (16)$$

Dimana :

$\text{Log}X_i$ = rata-rata logaritma dari hujan maksimum tahunan

$\text{Log } X$ = jumlah logaritma dari hujan maksimum tahunan

n = jumlah data

s_x = standard deviasi

C_s = koefisien kemencengan

$\text{Log } X_t$ = logaritma curah hujan

X = curah hujan yang terjadi

G = faktor probabilitas

E. Analisa Hidrologi dan Debit Banjir

Analisa hidrologi pada dasarnya merupakan proses pengolahan data curah hujan, data luas dan bentuk daerah pengaliran (catchment area), data kemiringan lahan, dan data tata guna lahan dan memiliki arahan untuk mengetahui besarnya curah hujan maksimum, koefisien pengaliran, waktu konsentrasi, intensitas curah hujan, dan besar limpasan permukaan. Dalam kaitannya dengan studi ini, maka diperlukan beberapa analisis hidrologi yang meliputi: Analisis data curah hujan, Analisis curah hujan rancangan, Analisis debit banjir rancangan (Muhammad Taruna Satya M 2014).

Hidrologi dapat didefinisikan sebagai ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, proses terjadinya dan peredarannya, sifat – sifat kimia dan

fisiknya, dan reaksi dengan lingkungannya, termasuk hubungannya dengan makhluk – makhluk hidup (Seyhan, 1990). Hidrologi juga dapat disebut ilmu yang mempelajari presipitasi (*precipitation*), evaporasi dan transpirasi (*evaporation*), aliran permukaan (*surface steamflow*), dan air tanah (*groundwater*) (Suryono,1996).



Sumber: Hidrometri Dan Aplikasi Teknosabo Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air, Soewarno 2014)

Perhitungan besaran debit aliran sungai dapat dilakukan melalui pengukuran di lapangan, pendekatan empiris dan berdasarkan besaran curah hujan yang jatuh di daerah tangkapan sungai (Daerah Aliran Sungai). Perhitungan debit sungai berdasarkan curah hujan dapat diperlihatkan dalam rumus:

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{8t}{t} \cdot R \cdot f \dots\dots\dots (17)$$

Dimana :

Q = debit ($m^3/detik$)

α = koefisien reduksi

β = koefisien pengaliran (*run-off coefficient*)

$9t$ = intensitas relatif hujan untuk jangka waktu t

t = jangka waktu t

A = luas daerah aliran sampai dengan 100 km^2

Apabila R diambil maksimum, maka rumus dapat diubah menjadi

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot Q_n \cdot A \dots\dots\dots (18)$$

Dimana :

Q = debit ($m^3/detik$)

α = koefisien pengaliran (*run-off coefficient*)

β = koefisien reduksi

q_n = luasan curah hujan dengan periode ulang n tahun

$$q_n = \frac{R_n}{240} \times \frac{67,65}{(t+1,45)} \dots\dots\dots (19)$$

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

karakteristik daerah pengalirannya. Teori hidrograf satuan merupakan suatu cara perhitungan yang relatif sederhana dan teliti. Adapun beberapa metode hidrograf satuan sintetik untuk menganalisis debit banjir (Imam S. Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air, 1980), yaitu:

1. Metode HSS Nakayasu

Waktu antara hujan sampai debit puncak banjir T_g ($L > 15$ km)

$$T_g = 0,40 + (0,058 \times L) \dots\dots\dots (20)$$

Waktu hujan T_r

$$T_r = 0,75 \times T_g \dots\dots\dots (21)$$

Waktu mencapai puncak T_p

$$T_p = T_g \times (0,8 \times T_r) \dots\dots\dots (22)$$

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g \dots\dots\dots (23)$$

$$Q_p = \frac{A \times R \alpha}{3,6 \times (0,3 \times T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots (24)$$

2. Metode HSS Snyder

Teganggang waktu dari titik berat DAS ke puncak hidrograf

$$T_p = C_t \times (L \times L_c)^{0,3} \dots\dots\dots (25)$$

$$Q_p = 275 \times (C_p / T_p) \dots\dots\dots (26)$$

$$T_e = T_p / 5,5 \dots\dots\dots (27)$$

Untuk $L > 25$ km

$$T_p' = t_p + 0,25 \times (t_r - t_e) \dots\dots\dots (28)$$

$$T_p = t_p' + 5 \times t_r \dots\dots\dots (29)$$

$$Q_p = q_p \times \frac{1}{1000} \times A \dots\dots\dots (30)$$

Lengkung Alexeyef

$$W = 1000 \times h \times A \dots\dots\dots (31)$$

$$\lambda = \frac{(Q_p \times T_p \times 3600)}{W} \dots\dots\dots (32)$$

$$a = 1,32 \lambda^2 + 0,15 \lambda + 0,045 \dots\dots\dots (33)$$

$$X = \frac{t}{T_p} \quad (t = 1 \text{ jam}) \dots\dots\dots (34)$$

$$Y = 10(-a) \times \left(\frac{1-X}{X}\right)^2 \dots\dots\dots (35)$$

F. Analisa Hidrolika Dan Penampang Sungai

Hidrolika dapat didefinisikan sebagai cabang dari ilmu teknik yang mempelajari perilaku air baik dalam keadaan diam maupun bergerak (Bambang Triatmodjo Hidrolika 1, 1993).

1. Analisis kapasitas sungai (Debit Aliran)

Debit aliran adalah jumlah air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m^3/s). Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu, Adapun perhitungan yang digunakan dalam menghitung debit aliran yaitu (Asdak, 2002).

$$\text{Luas penampang (A)} : \frac{1}{2} \times a \times t \dots\dots\dots (36)$$

$$\text{Keliling basah (P)} : B + 2H \sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots (37)$$

$$\text{Jari – jari hidrolis (R)} : \frac{A}{P} \dots\dots\dots (38)$$

$$\text{Kecepatan aliran (V)} : V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (39)$$

$$\text{Perhitungan Debit (Q)} : V \times A \dots\dots\dots (40)$$

2. Analisis Tinggi Muka Air Sungai

Tinggi muka air sungai adalah elevasi permukaan air pada suatu penampang melintang sungai terhadap suatu titik tetap yang elevasinya telah diketahui. Tinggi muka air biasanya dinyatakan dalam satuan meter (m) atau centimeter (cm) (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementrian PUPR, 2017).

Penampang sungai terbagi menjadi dua bagian, yaitu (Dimas Bagus, M. Awaluddin & Bandi Sasmito, 2015).

1. Penampang melintang

Penampang melintang adalah penampang permukaan bumi yang dipotong secara tegak lurus.

2. Penampang memanjang

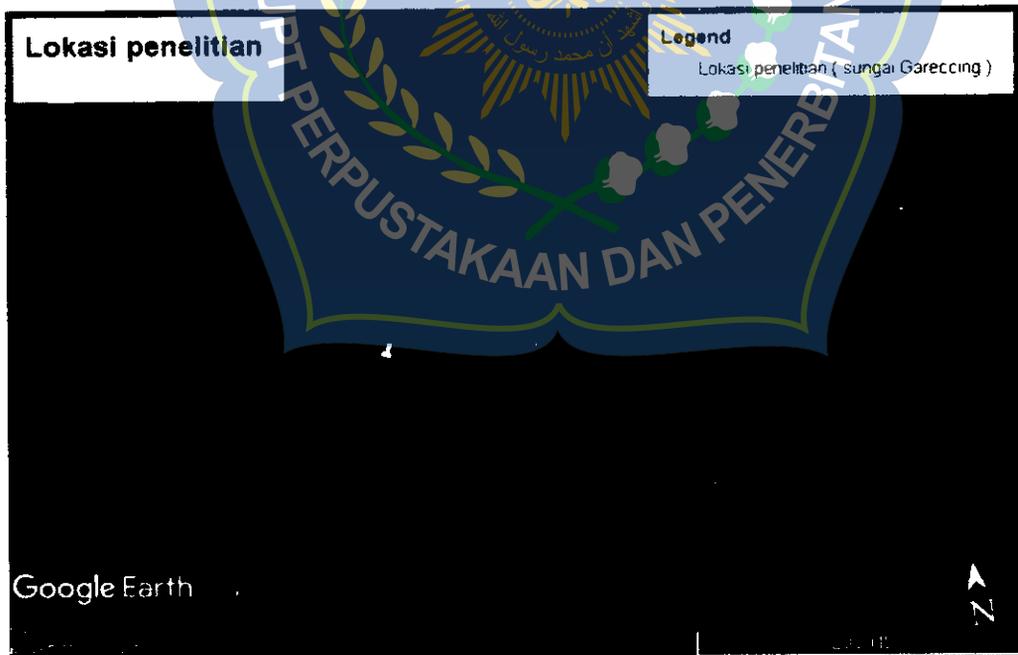
Penampang memanjang adalah irisan tegak pada lapangan dengan mengukur jarak dan beda tinggi titik – titik di atas permukaan bumi.

BAB III

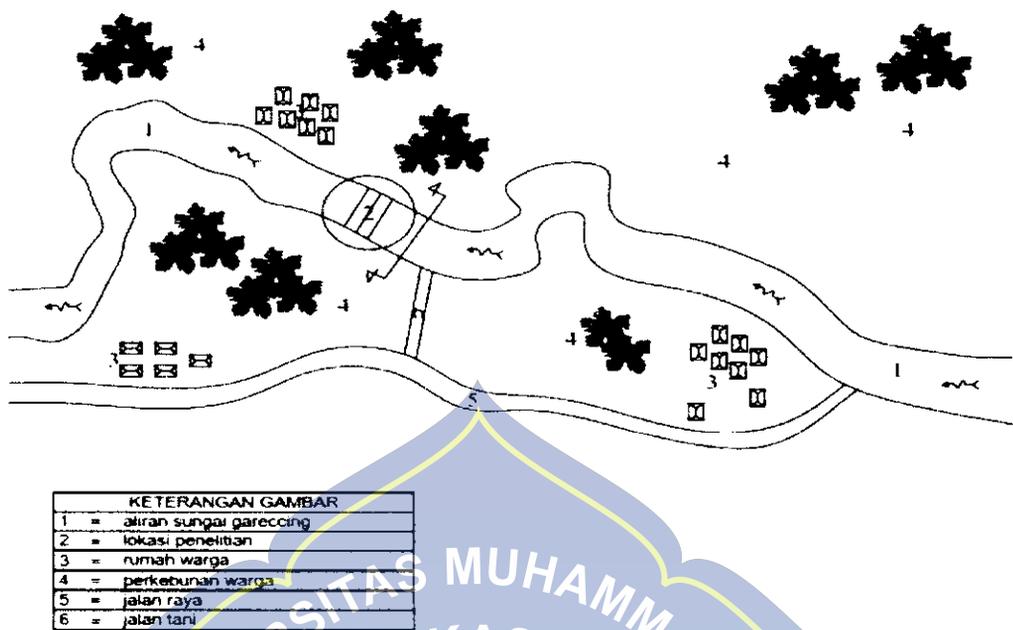
METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Daerah Sungai Gareccing terletak di Dusun Patohoni Kecamatan Sinjai Selatan Kabupaten Sinjai Propinsi Sulawesi Selatan. Lokasi mudah dicapai dari jalan poros (Bikeru). Secara geografis, Kabupaten Sinjai terletak dibagian pantai timur Provinsi Sulawesi Selatan yang berjarak sekitar 223 km dari kota Makassar. Tepatnya berada pada posisi : $5^{\circ}13'4.95''$ Lintang Selatan (LS) dan antara $120^{\circ}17'6.50''$ Bujur Timur (BT). Luas wilayahnya berdasarkan data yang ada, seluas $819,96 \text{ Km}^2$ (1.996 Ha).



(Sumber: Google Earth)



Gambar 3. Situasi Sungai

B. Waktu penelitian

Penelitian dilakukan selama 6 (enam) bulan, dimana pada bulan pertama dan kedua pengurusan administrasi, pada bulan ke tiga adalah studi literatur dan pengumpulan data, selanjutnya pada bulan keempat dan kelima yaitu analisis data dan pada bulan keenam adalah proses penyelesaian penelitian.

C. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

- a. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara observasi langsung ke lapangan yaitu di Sungai Gareccing. Dalam observasi lapangan ini dilakukan pengamatan kondisi fisik pada daerah aliran Sungai Gareccing dan pengambilan data dimensi sungai dan data kecepatan aliran sungai yang diperoleh dari pengukuran langsung di lokasi penelitian yang selanjutnya dibuat hubungan dengan luas penampang sungai sehingga diperoleh nilai debit aliran sungai. Adapun data yang termasuk kedalam data tersebut berupa data lebar dan kedalaman sungai yang nantinya akan digunakan untuk memperoleh profil dan luas dari penampang sungai.
- b. Pengumpulan data sekunder yaitu mengumpulkan data yang bersifat teoritis, dokumen, diperoleh melalui skripsi-skripsi perpustakaan, jurnal, buku lain yang sesuai dengan materi penelitian serta dari instansi terkait. Adapun data yang diperoleh dari instansi yaitu data curah hujan.

D. Metode Penelitian

Metode penelitian yang kami gunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi lapangan.

E. Prosedur Penelitian

Secara garis besar prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1) Survey lapangan

Survey dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi dilapangan dan juga melihat langsung kondisi yang ada di lokasi penelitian dan menentukan titik pengambilan data.

2) Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengkaji buku – buku dan referensi dari artikel penelitian yang ada dipustaka maupun hasil download dari internet untuk pemuatan hasil penelitian.

3) Pengumpulan data

Mengumpulkan data primer dilakukan dengan pengambilan data secara langsung di lokasi studi penelitian dan data sekunder di peroleh pada instansi terkait: Pemerintah Desa/Kecamatan, Dinas PU Provinsi Sulawesi Selatan, Masyarakat setempat dan lain – lain.

F. Analisis Data

1. Perhitungan Curah Hujan Rencana

- a. Analisa Parameter Statistik (Dengan persamaan 6,7,8,9,10,11)
- b. Metode Log Person Type III (Dengan persamaan 12,13,14,15,16)

2. Perhitungan Debit Banjir Rencana

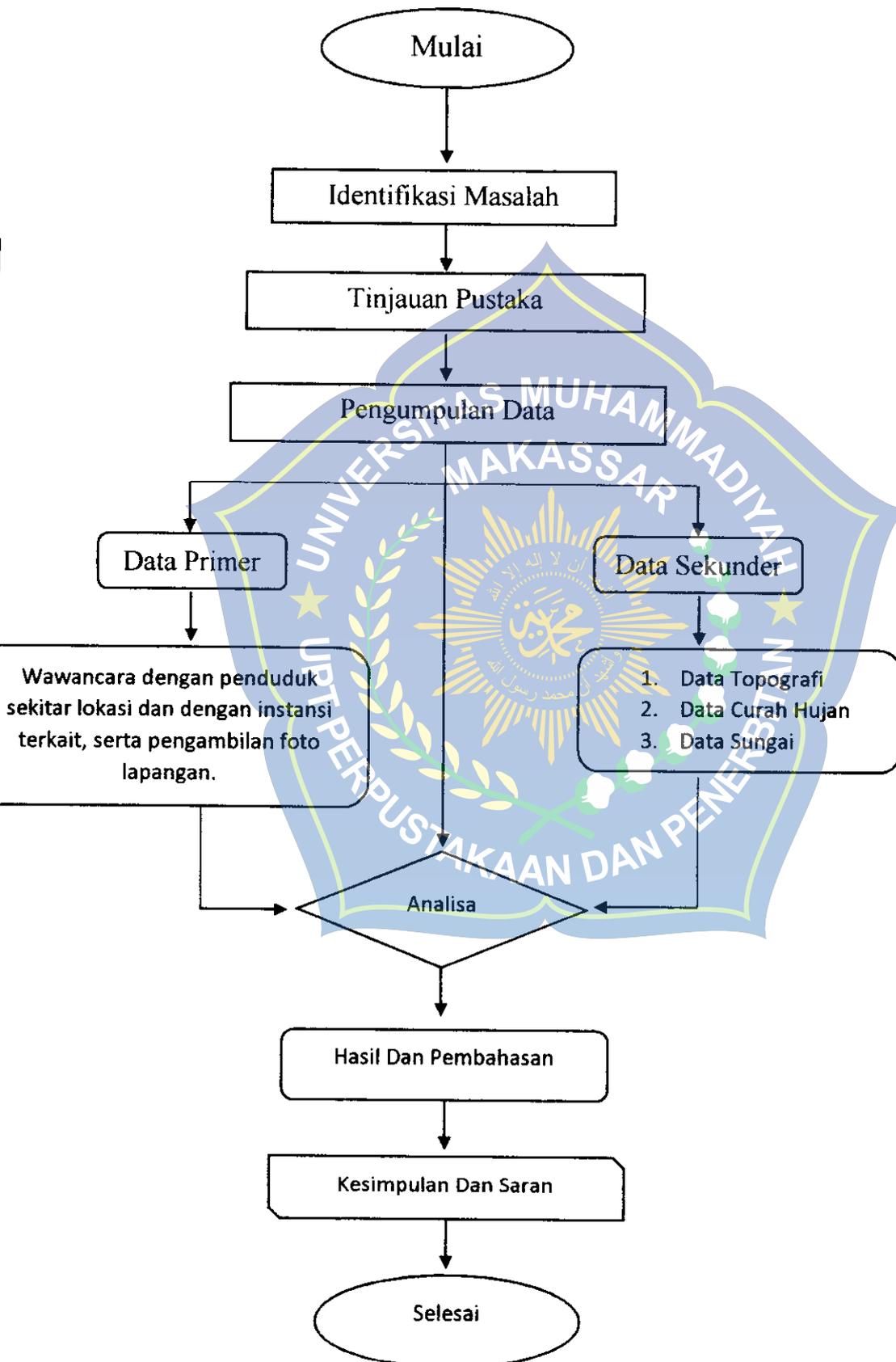
- a. Metode HSS Nakayasu (Dengan persamaan 20,21,22,23,24)
- b. Metode HSS Snyder (Dengan persamaan 25,26,27,28,29,30,31,32)

,33,34,35)

3. Analisis Hidrolika
 - a. Analisis Kapasitas Sungai (Pada halaman 22 & 23)
 - b. Analisis Tinggi Muka Air Sungai (Pada halaman 23 & 24)
4. Analisis Perhitungan Normalisasi (Dengan Persamaan 1,2,3,4,5)



G. Flow Chart Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

1. Analisis Curah Hujan Wilayah dan Hujan Harian Maksimum

Curah hujan rata-rata wilayah dihitung dengan menggunakan metode *polygon thiessen* yang terdiri dari 3 stasiun pencatatan curah hujan yaitu curah hujan Stasiun Sinjai Borong, curah hujan Stasiun Sinjai Selatan, curah hujan Stasiun Kalibong Sinjai Selatan dengan masing-masing stasiun curah hujan selama 10 tahun mulai tahun 2009 sampai dengan tahun 2018 dan memiliki luas daerah aliran sungai (DAS) sebesar 235,64 km². Adapun pembagian daerah aliran menggunakan metode *polygon thiessen* dapat dilihat pada tabel 1, dan hasil perhitungan curah hujan maksimum pada tanggal, bulan dan tahun kejadian yang sama-sama dapat dilihat pada tabel Tabel 1. Pembagian Daerah Aliran (*Polygon Thiessen*)

No.	Stasiun Hujan	Luas (km ²)	Koefisien Thiessen
1	Sinjai Selatan	131,99	0,560
2	Sinjai Borong	66,97	0,284
3	Kalibong Sinjai Selatan	36,68	0,156
	Total	235,64	1,000

Sumber: Buku Putih Sanitasi Kabupaten Sinjai

$$\text{Koefisien Thiessen} = \frac{\text{Luas Daerah pengaliran}}{\text{Total Luas Daerah Pengaliran}}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan hujan harian maksimum pada tanggal, bulan, dan tahun kejadian yang sama, dapat dilihat pada tabel 2.

Untuk rekapitulasi hasil perhitungan hujan maksimum harian rata-rata menggunakan metode *Poligon Thiessen* dengan menggunakan data kejadian hujan dari tahun 2009 sampai dengan 2018 dapat dilihat pada lampiran I.

Tabel 2. Rekapitulasi Hujan Maksimum Harian Rata-Rata Metode Poligon Thiessen

NO	Kejadian			Hujan Maksimum Harian Rata-Rata
	Tahun	Bulan	Tanggal	
1	2009	April	19	50,85
2	2010	Juni	9	102,39
3	2011	Juni	25	70,15
4	2012	Juni	7	58,65
5	2013	Juni	26	58,38
6	2014	Juni	22	55,46
7	2015	Juli	3	122,30
8	2016	Mei	11	110,18
9	2017	Mei	28	91,76
10	2018	Mei	13	59,19

2. Analisis Frekuensi dan Curah Hujan Rencana

Dari tabel 2 curah hujan maksimum harian rata-rata kemudian diurutkan dari yang terbesar ke terkecil dan dihitung dengan menggunakan

analisis parameter statistik untuk mengetahui metode perhitungan curah hujan rencana yang dapat digunakan.

a. Analisa Parameter Statistik

$$\begin{aligned} \text{Harga rata-rata } (X_i) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \\ &= \frac{1}{10} (779,29) \\ &= 77,93 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Standar deviasi } (S) &= \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{(X_i - X)^2}{n-1} \right)} \\ &= \sqrt{\frac{6201,70}{9}} \\ &= 26,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien variasi } (C_v) &= \frac{S}{X} \\ &= \frac{26,25}{77,93} \\ &= 0,34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Skewnes } (C_s) &= \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot S^3} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - X)^3 \\ &= \frac{10}{(10-1)(10-2)26,25^3} (85248,60)^3 \\ &= 0,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien kurtosis } (C_k) &= \frac{n^2}{(n-1)(n-2) \cdot S^4} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - X)^4 \\ &= \frac{10^2 \times 6555020,78}{(10-1)(10-2)(10-3)26,25^4} \\ &= 2,74 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, selanjutnya dihitung analisis parameter statistik curah hujan maksimum harian rata-rata. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 3, berikut;

Tabel 3. Analisis Parameter Statistik Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata

No	Tahun	CH (mm) (Xi)	(Xi - X)	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
1	2015	122,30	44,37	1968,51	87338,48	3875021,99
2	2016	110,18	32,25	1039,98	33537,83	1081550,09
3	2010	102,39	24,46	598,12	14627,81	357744,12
4	2017	91,76	13,83	191,18	2643,38	36549,35
5	2011	70,15	-7,78	60,53	-470,95	3664,14
6	2014	55,46	-22,47	504,95	-11346,70	254972,14
7	2018	59,19	-18,74	351,19	-6581,36	123335,23
8	2012	58,65	-19,28	371,54	-7161,61	138042,84
9	2013	58,38	-19,55	382,15	-7470,62	146041,21
10	2009	50,85	-27,08	733,55	-19867,67	538099,66
	Jumlah	779,29		6201,70	85248,60	6555020,78
	Rata-rata (Xr) =	77,93				

Setelah diperoleh hasil pada tabel 3, selanjutnya untuk menentukan jenis metode yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4, sebagai berikut;

Tabel 4. Kesimpulan Pemilihan Jenis Metode

Metode	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0,00$	$C_s = 0,76$	Tidak dipilih
	$C_k = 3,00$	$C_k = 3,12$	
Gumbel	$C_s = 1,1396$	$C_s = 0,76$	Tidak dipilih
	$C_k = 5,4002$	$C_k = 3,12$	
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	$C_s = 0,76$	Tidak dipilih
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	$C_k = 3,12$	
<i>Log Pearson Type III</i>	Tidak memenuhi sifat-sifat seperti pada kedua distribusi di atas		Dipilih

Sumber: Buku Hidrologi Bambang Triadmojo, 2008

Dari analisis parameter statistik di atas, dapat dilihat pada tabel 4 diperoleh nilai C_s dan C_k tidak memenuhi syarat untuk metode Normal dan Gumbel. Maka, metode yang digunakan adalah metode *log pearson type III* karena untuk metode ini tidak memiliki syarat nilai C_s dan C_k seperti distribusi yang lain.

b. Analisis Curah Hujan Rencana Metode *Log Pearson Type III*

Adapun langkah perhitungannya sebagai berikut;

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai rata-rata (Log } X_i) &= \frac{\sum \log x}{n} \\
 &= \frac{18,71}{10} \\
 &= 1,87 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Standar deviasi (Sx)} &= \sqrt{\frac{\sum(\log X_i - \log \bar{X}_{rt})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,17907}{9}} \\ &= 0,14\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Koefisien skewnes (Cs)} &= \frac{n \sum(\log x - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S \log x)^3} \\ &= \frac{10 \times (0,00913)^3}{(10-1)(10-2)0,14^3} \\ &= 0,45\end{aligned}$$

Hitung curah hujan rencana untuk kala ulang 2 tahun:

$$\begin{aligned}\text{Log } X_t &= \text{Log } X_i + G \cdot S_x \\ &= 1,87 + (-0,075) \cdot (0,14) \\ &= 1,86\end{aligned}$$

$$X = \text{antilog } X$$

$$X_t = 72,44 \text{ mm}$$

Untuk langkah perhitungan selanjutnya dapat dihitung dengan cara yang sama. Adapun hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Analisis Curah Rencana dengan Metode *Log Pearson Type III*

No.	Periode Ulang Tahun (t)	P (%)	Xi	Log Xi	(Log Xi - Log Xrt) ²	(Log Xi - Log Xrt) ³
1	11,00	9,09	122,30	2,087	0,04703	0,01020
2	6,00	18,18	110,18	2,042	0,02943	0,00505
3	4,33	27,27	102,39	2,010	0,01952	0,00273
4	3,50	36,36	91,76	1,963	0,00848	0,00078
5	3,00	45,45	70,15	1,846	0,00060	-0,00001
6	2,67	54,55	55,46	1,744	0,01602	-0,00203
7	2,43	63,64	59,19	1,772	0,00966	-0,00095
8	2,25	72,73	58,65	1,768	0,01045	-0,00107
9	2,11	81,82	58,38	1,766	0,01087	-0,00113
10	2,00	90,91	50,85	1,706	0,02699	-0,00443
Jumlah			779	18,71	0,17907	0,00913
Rata-Rata			77,93	1,87	0,01791	0,00166

Tabel 6. Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana untuk Periode Ulang Tahun (t) dengan Distribusi *Log Pearson Type III*

No.	Periode Ulang Tahun (t)	P (%)	G	Log Xt	Xt (mm)
1	2	50	-0,075	1,860	72,443
2	5	20	0,812	1,985	96,619
3	10	10	1,320	2,057	113,959
4	25	4	1,895	2,138	137,376
5	50	2	2,287	2,193	155,995
6	100	1	2,652	2,245	175,620

Dari tabel 6, dapat dinyatakan bahwa hasil perhitungan curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun = 72,443 mm, 5 tahun = 96,619 mm, 10

tahun = 113,959 mm, 25 tahun = 137,376 mm, 50 tahun = 155,995mm, 100 tahun = 175,620 mm.

3. Analisis Debit Banjir Rencana

a. Curah Hujan Jam-Jaman

Pada perencanaan ini tidak memiliki data pencatatan hujan jam-jaman, maka perhitungan pola distribusi hujan menggunakan rumus Mononobe;

$$I_t = \left[\frac{R_{24}}{t} \right] \left[\frac{t}{T} \right]^{2/3}$$

Dimana:

I_t = Intensitas hujan dalam t jam (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan efektif dalam 1 hari

T = Waktu mulai hujan

t = Waktu konsentrasi hujan

Adapun lama waktu konsentrasi hujan (t) di Indonesia rata-rata $t = 5$ jam, maka diperoleh;

$$\text{Untuk } t = 1 \text{ jam, maka diperoleh } R_1 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{5}{1} \right]^{2/3} = 0,5848 \cdot R_{24}$$

$$\text{Untuk } t = 2 \text{ jam, maka diperoleh } R_2 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{5}{2} \right]^{2/3} = 0,3684 \cdot R_{24}$$

$$\text{Untuk } t = 3 \text{ jam, maka diperoleh } R_3 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{5}{3} \right]^{2/3} = 0,2811 \cdot R_{24}$$

$$\text{Untuk } t = 4 \text{ jam, maka diperoleh } R_4 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{5}{4} \right]^{2/3} = 0,2321 \cdot R_{24}$$

Untuk $t = 5$ jam, maka diperoleh $R_5 = \left[\frac{R_{24}}{5} \right] \left[\frac{5}{5} \right]^{2/3} = 0,2000 \cdot R_{24}$

Dari perhitungan di atas mengenai intensitas hujan jam-jaman, maka dengan menggunakan rumus di bawah ini diperoleh hujan jam-jaman sebagai berikut;

$$R_t = [t \cdot R_t] - [(t - 1) \cdot (T - 1)]$$

$$\text{Untuk 1 jam, diperoleh } R_1 = [1 \times 0,5848 R_{24}] - [(1 - 1) \times (1 - 1)]$$

$$= (0,5848 R_{24}) - (0 \times 0)$$

$$= 0,5848 \times 100\% = 58,48\%$$

$$\text{Untuk 2 jam, diperoleh } R_2 = [2 \times 0,3684 R_{24}] - [(2 - 1) \times (0,5848)]$$

$$= (0,5503 R_{24}) - (1 \times 0,5848)$$

$$= 0,1520 \times 100\% = 15,20\%$$

$$\text{Untuk 3 jam, diperoleh } R_3 = [3 \times 0,2646 R_{24}] - [(3 - 1) \times (0,3467 R_{24})]$$

$$= (0,7937 R_{24}) - (2 \times 0,3467)$$

$$= 0,1066 \times 100\% = 10,66\%$$

$$\text{Untuk 4 jam, diperoleh } R_4 = [4 \times 0,2184 R_{24}] - [(4 - 1) \times (0,2646 R_{24})]$$

$$= (0,8736 R_{24}) - (3 \times 0,2646)$$

$$= 0,0849 \times 100\% = 8,49\%$$

$$\text{Untuk 5 jam, diperoleh } R_5 = [5 \times 0,1882 R_{24}] - [(5 - 1) \times (0,2184 R_{24})]$$

$$= (0,9410 R_{24}) - (4 \times 0,2184)$$

$$= 0,0717 \times 100\% = 7,17\%$$

b. Curah Hujan Efektif

Untuk mencari curah hujan rancangan efektif jam-jaman dalam periode ulang tertentu, data yang diperlukan:

Untuk prosedur perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut:

$$T_r = 2 \text{ tahun}$$

$$R_{maks} = 69,962$$

$$C = 0,78 \text{ (koefisien pengaliran)}$$

$$R_n = c \cdot R_{maks}$$

$$= 0,78 \times 69,962$$

$$= 54,570 \text{ mm/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, curah hujan efektif} &= 58,480\% \times R_n \\ &= 58,480\% \times 54,570 \\ &= 31,912 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dihitung dengan cara yang sama.

Untuk melihat rekapitulasi hasil perhitungan curah hujan efektif dapat dilihat pada tabel 7, sebagai berikut;

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Efektif

Waktu	Ratio	Kumulatif	Curah Hujan Rencana					
			2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	58,480	58,480	33,045	44,072	51,982	62,664	71,156	80,108
2	15,200	73,681	8,589	11,455	13,511	16,288	18,495	20,822
3	10,663	84,343	6,025	8,036	9,478	11,425	12,974	14,606
4	8,489	92,832	4,796	6,397	7,545	9,096	10,328	11,628
5	7,168	100,000	4,050	5,402	6,372	7,681	8,722	9,819
Hujan Efektif			56,505	75,362	88,888	107,153	121,676	136,983
Koefisien Pengaliran			0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Prob. Hujan Maksimum			72,443	96,619	113,959	137,376	155,995	175,620

c. Analisis Debit Banjir Metode HSS Nakayasu

Untuk menganalisis debit banjir rancangan, terlebih dahulu harus dibuat hidrograf banjir pada sungai yang bersangkutan. Adapun data-data diketahui sebagai berikut: Luas DAS (A) : 235,64 km², Panjang Sungai Utama (L) : 47,00 km (Sumber: Buku Putih Sanitasi Kabupaten Sinjai). Koefisien Pengaliran (c) : 0,78 (Sumber: Haryanto, 2014). Parameter alfa (α) : 1,666. Hujan satuan (Ro) : 1,000

$$t_g = 0,40 + (0,058 \times L) \quad (L > 15 \text{ km}) = 3,126$$

$$t_r = 0 \text{ (0,5 sd. 1,0) } t_g, \text{ diambil } t_r = 0,8 t_g = 2,501$$

$$T_p = t_g + (0,8 \times t_r) = 5,127$$

$$T_{0,3} = a \times t_g = 4,822$$

$$Q_p = (A \times R_o) / (3,6 \times ((0,3 \times T_p) + T_{0,3})) = 10,293$$

Tabel 8. Waktu Lengkung Higograf Nakayasu

No	Karakteristik	Notasi	Awal (jam)		Akhir (jam)	
			Notasi	Nilai	Notasi	Nilai
1	Lengkung (Kurva) Naik	Qd0	0	0,000	Tp	5,127
2	Lengkung (Kurva) Turun Tahap 1	Qd1	Tp	5,127	Tp + T _{0,3}	9,948
3	Lengkung (Kurva) Turun Tahap 2	Qd2	Tp + T _{0,3}	9,948	Tp + 2,5 T _{0,3}	17,180
4	Lengkung (Kurva) Turun Tahap 3	Qd3	Tp + T _{0,3} + 1,5 T _{0,3}	17,180	~	~

Sumber: Buku Hidrologi Bambang Triadmojo, 2008

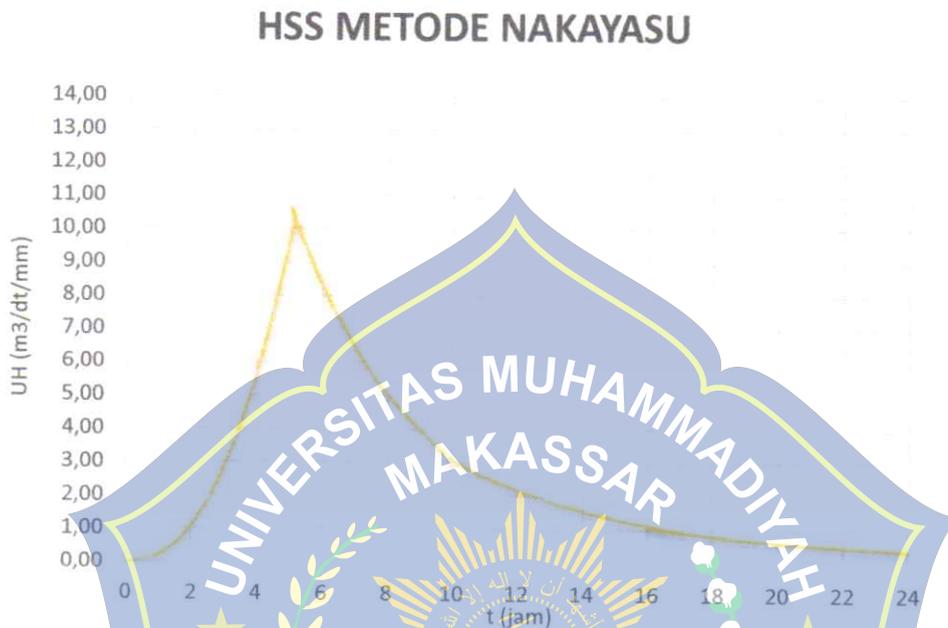
Dari tabel 8, diperoleh lengkung kurva naik (Qd_0) berada pada waktu (t) 0,000 jam, lengkung kurva turun tahap 1 (Qd_1) berada pada waktu (t) 5,127 jam, lengkung kurva turun tahap 2 (Qd_2) berada pada waktu (t) 9,948 jam, lengkung kurva turun tahap 3 (Qd_3) berada pada waktu (t) 17,18 jam. Untuk hasil perhitungan ordinat hidrograf dapat dilihat pada tabel 9 berikut;



Tabel 9. Ordinat Hidrograf Satuan Sintetik dengan Metode Nakayasu

t (jam)	Q (m ³ /dt)	ket
0,000	0,00000	Qd0
1,000	0,20367	
2,000	1,07497	
3,000	2,84456	
4,000	5,67371	
5,000	9,69285	
5,127	10,29253	Qd1
6,000	8,27579	
7,000	6,44707	
8,000	5,02245	
9,948	3,08776	Qd2
10,000	3,06123	
11,000	2,59178	
12,000	2,19432	
13,000	1,85782	
14,000	1,57291	
15,000	1,33170	Qd3
16,000	1,12748	
17,000	0,94744	
17,180	0,92633	
18,000	0,83623	
19,000	0,73808	
20,000	0,65145	
21,000	0,57498	
22,000	0,50750	
23,000	0,44793	
24,000	0,39535	

Dari tabel 9 di atas, diperoleh grafik hidrograf rancangan dengan metode HSS Nakayasu. Yang dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini ;



Gambar 5. Grafik Hidrograf Rancangan HSS Nakayasu

Dari gambar 5, dapat dinyatakan bahwa debit puncak pada perhitungan hidrograf banjir dengan metode HSS Nakayasu Q_{puncak} sebesar $10,293 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan berada pada waktu $5,127 \text{ jam}$.

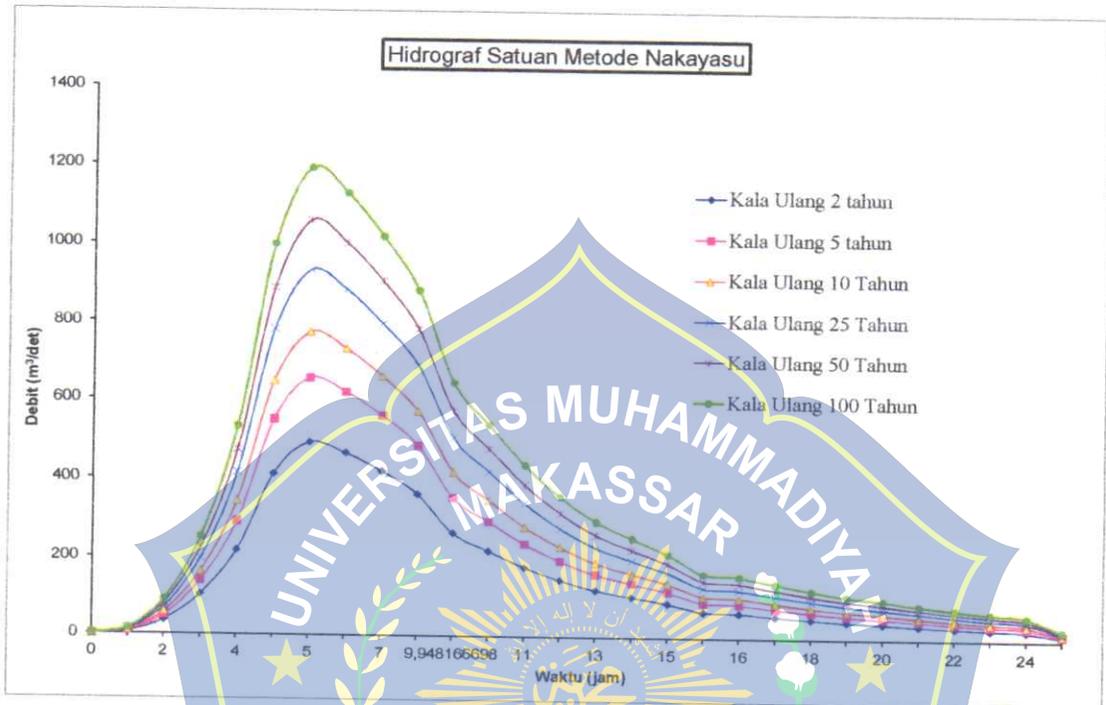
Adapun rekapitulasi hasil perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode HSS Nakayasu, dapat dilihat pada tabel 10;

Tabel 10. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu

Jam	Kala Ulang					
	2	5	10	25	50	100
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	6,73	8,98	10,59	12,76	14,49	16,32
2	37,27	49,71	58,63	70,68	80,26	90,35
3	104,46	139,32	164,32	198,09	224,93	253,23
4	219,37	292,58	345,09	416,00	472,38	531,81
5	392,15	523,01	616,88	743,64	844,43	950,66
5,1266	475,55	634,25	748,08	901,79	1024,02	1152,84
6	459,01	612,19	722,06	870,43	988,40	1112,75
7	415,61	554,30	653,78	788,13	894,94	1007,53
8	359,83	479,91	566,04	682,35	774,83	872,31
9,9482	265,40	353,97	417,50	503,28	571,50	643,39
10	222,38	296,60	349,83	421,71	478,86	539,11
11	180,74	241,06	284,33	342,75	389,21	438,17
12	148,37	197,88	233,40	281,36	319,49	359,68
13	123,04	164,11	193,56	233,33	264,95	298,29
14	105,98	141,35	166,72	200,98	228,22	256,93
15	89,73	119,68	141,16	170,16	193,22	217,53
16	75,97	101,32	119,51	144,07	163,59	184,17
17	64,08	85,47	100,81	121,53	138,00	155,36
17,18	58,30	77,75	91,71	110,55	125,54	141,33
18	52,10	69,49	81,96	98,80	112,19	126,30
19	46,26	61,70	72,78	87,73	99,62	112,16
20	41,19	54,93	64,79	78,10	88,69	99,84
21	36,81	49,09	57,90	69,80	79,25	89,23
22	32,56	43,43	51,22	61,75	70,11	78,94
23	28,74	38,33	45,21	54,50	61,88	69,67
24	25,37	33,83	39,90	48,10	54,62	61,49
0	10,86	14,48	17,08	20,59	23,38	26,32
Qmax	475,55	634,25	748,08	901,79	1024,02	1152,84

Dari tabel 10, rekapitulasi hasil perhitungan debit banjir rencana metode HSS Nakayasu dapat dinyatakan bahwa debit banjir rencana maksimum periode ulang 2 tahun = 491,62 m³/dtk, 5 tahun = 655,69 m³/dtk, 10 tahun = 773,37 m³/dtk, 25 tahun = 932,28 m³/dtk, 50 tahun = 1058,64

m^3/dtk , 100 tahun = 1551,29 m^3/dtk . Untuk grafik hidrograf banjir HSS Nakayasu dapat dilihat pada gambar 6 berikut ;



Gambar 6. Grafik Rekapitulasi Hidrograf Banjir Metode HSS Nakayasu

Dari gambar 6, dapat dinyatakan bahwa debit puncak pada perhitungan hidrograf banjir dengan metode HSS Nakayasu pada periode ulang 100 tahun sebesar 1191,82 m^3/dtk pada waktu 5 jam.

d. Analisis Debit Banjir Metode HSS Snyder

Untuk menganalisis debit banjir rancangan, terlebih dahulu harus dibuat hidrograf banjir pada sungai yang bersangkutan. Adapun data-data diketahui sebagai berikut: Luas DAS (A) : 235,64 km^2 , Panjang Sungai Utama (L) : 47,00 km (Sumber: Buku Putih Sanitasi Kabupaten Sinjai). Jarak Titik Berat DAS dengan Outlet (L_c) : 1,75 km, Tinggi Hujan (h) : 1,00 mm,

Koefisien dari Slope Basinnya (C_t) : 1,20 , Koefisien dari Slope Basinnya (n) : 0,3 , Koefisien Karakteristik Basin (C_p): 1,40 , Lamanya Hujan Efektif 1 Jam (t_r) : 2,50

$$\begin{aligned} T_p &= C_t \times (L \times L_c)^n \\ &= 1,20 \times (47,00 \times 1,75) \\ &= 8,99 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_p &= 275 \times (C_p / T_p) \\ &= 275 \times (1,40 / 8,99) \\ &= 42,83 \text{ m}^3/\text{dtk}/\text{km}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_e &= T_p / 5,5 \\ &= 8,99 / 5,5 \\ &= 1,63 \text{ jam} \end{aligned}$$

Untuk $L > 25 \text{ km}$

$$\begin{aligned} t_p' &= t_p + 0,25 \times (t_r - t_e) \\ &= 8,99 + 0,25 \times (2,50 - 1,63) \\ &= 9,21 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_p &= t_p' + 5 \times t_r \\ &= 9,21 + (5 \times 2,50) \\ &= 21,71 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_p &= q_p \times \frac{1}{1000} \times (A) \\ &= 42,83 \times \frac{1}{1000} \times (235,64) \end{aligned}$$

$$= 10,09 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Lengkung Alexeyef

$$W = 1000 \times h \times A$$

$$= 1000 \times 1,00 \times 235,64$$

$$= 235,640$$

$$\lambda = \frac{(Qp \times Tp \times 3600)}{W}$$

$$= \frac{10,09 \times 21,71 \times 3600}{235,640}$$

$$= 3,35$$

$$a = 1,32 \cdot \lambda^2 + 0,15 \cdot \lambda + 0,045$$

$$= 1,32 \times (3,35)^2 + 0,15 \times (3,35) + 0,045$$

$$= 15,33$$

$$X = \frac{t}{Tp} \quad (t = 1 \text{ jam})$$

$$= \frac{1}{21,71}$$

$$= 0,05$$

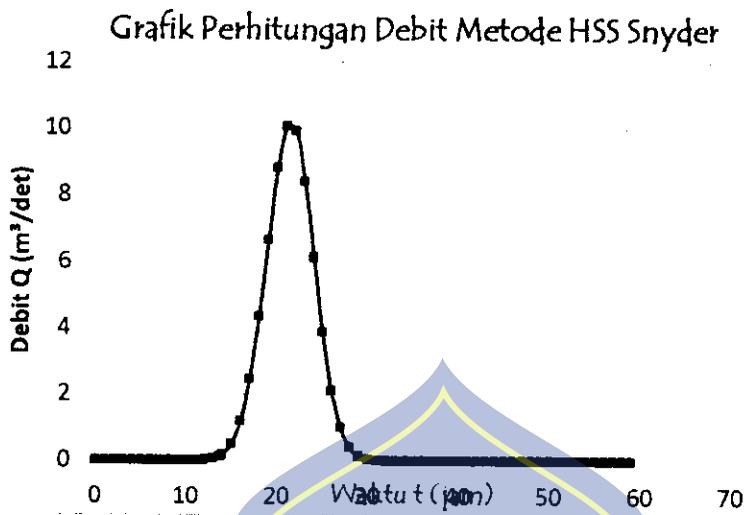
$$Y = 10 (-a) \times \left(\frac{1-X}{X}\right)^2$$

$$= 10 (-15,33) \times \left(\frac{1-0,05}{0,05}\right)^2$$

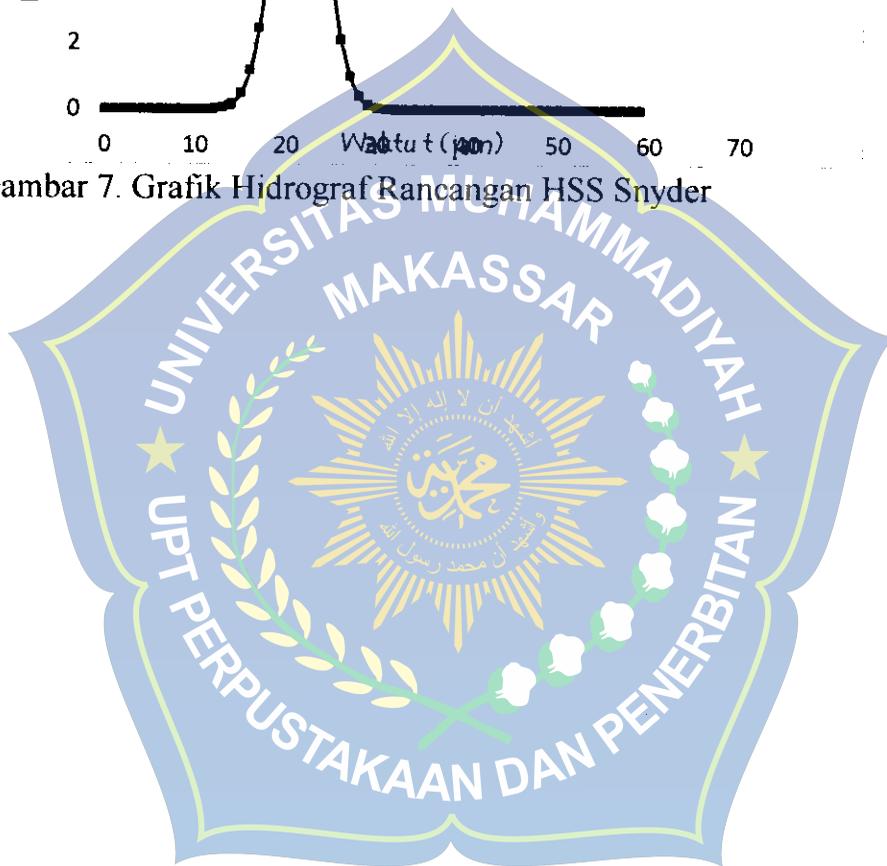
$$= 10^{(-302,82)} = 0$$

Tabel 11. Tabel Perhitungan Hasil Satuan Sintetik Snyder

t (Jam)	X	Y	Q
			(m ³ /dtk)
0	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0461	0,0000	0,0000
2	0,0921	0,0000	0,0000
3	0,1382	0,0000	0,0000
4	0,1843	0,0000	0,0000
5	0,2304	0,0000	0,0000
6	0,2764	0,0000	0,0000
7	0,3225	0,0000	0,0002
8	0,3686	0,0001	0,0007
9	0,4146	0,0003	0,0027
10	0,4607	0,0011	0,0095
11	0,5068	0,0035	0,0299
12	0,5529	0,0098	0,0849
13	0,5989	0,0251	0,2172
13.72	0,6321	0,0463	0,4004
14	0,6450	0,0579	0,5005
15	0,6911	0,1200	1,0376
16	0,7371	0,2236	1,9340
17	0,7832	0,3746	3,2398
18	0,8293	0,5637	4,8750
19	0,8753	0,7617	6,5868
20	0,9214	0,9238	7,9889
21	0,9675	1,0055	8,6953
22	1,0136	0,9819	8,4912
23	1,0596	0,8601	7,4380
24	1,1057	0,6757	5,8434
25	1,1518	0,4760	4,1166
26	1,1978	0,3007	2,6002
27	1,2439	0,1703	1,4724
28	1,2900	0,0864	0,7473
29	1,3361	0,0393	0,3400
30	1,3821	0,0160	0,1386
31	1,4282	0,0059	0,0507
32	1,4743	0,0019	0,0166
33	1,5203	0,0006	0,0049
34	1,5664	0,0001	0,0013
35	1,6125	0,0000	0,0003
36	1,6586	0,0000	0,0001

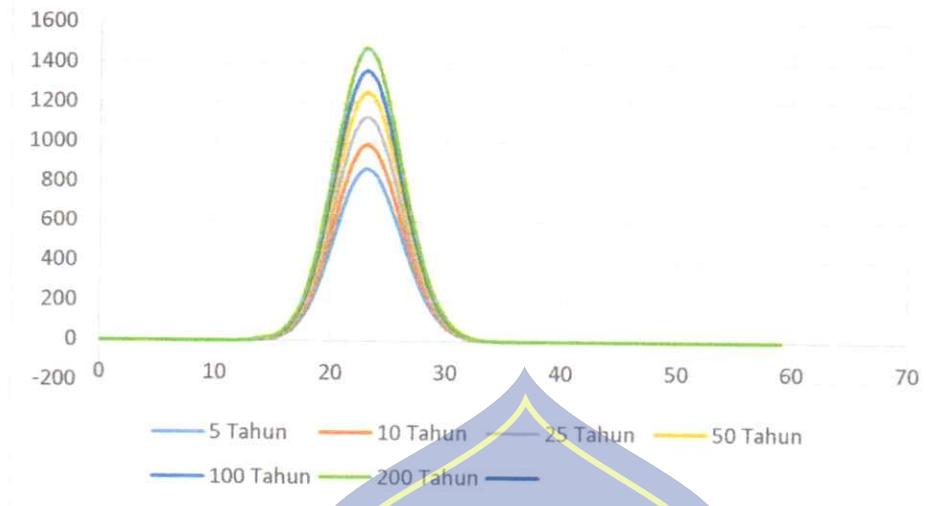


Gambar 7. Grafik Hidrograf Rancangan HSS Snyder



Tabel 12. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana Metode HSS Snyder

t (jam)	Q total					
	5 thn	10 thn	25 thn	50 thn	100 thn	200 thn
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
5	0,0004	0,0005	0,0006	0,0006	0,0007	0,0007
6	0,0022	0,0025	0,0028	0,0031	0,0034	0,0037
7	0,0100	0,0114	0,0130	0,0144	0,0157	0,0170
8	0,0425	0,0484	0,0552	0,0613	0,0667	0,0722
9	0,1644	0,1871	0,2136	0,2370	0,2580	0,2793
10	0,5772	0,6567	0,7498	0,8321	0,9058	0,9805
11	1,8351	2,0878	2,3839	2,6456	2,8797	3,1174
12	5,2759	6,0026	6,8537	7,6062	8,2792	8,9627
13	13,7030	15,5904	17,8011	19,7556	21,5036	23,2786
13,72	26,5686	30,2282	34,5145	38,3040	41,6932	45,1348
14	36,7043	41,7600	47,6814	52,9166	57,5988	62,3533
15	71,3098	81,1321	92,6364	102,8075	111,9040	121,1412
16	132,3071	150,5312	171,8761	190,7472	207,6249	224,7634
17	225,3579	256,3989	292,7555	324,8987	353,6463	382,8382
18	349,2436	397,3486	453,6916	503,5048	548,0557	593,2953
19	492,1776	559,9705	639,3728	709,5729	772,3570	836,1118
20	628,0873	714,6004	815,9288	905,5140	985,6353	1066,9953
21	727,0698	827,2168	944,5139	1048,2171	1140,9650	1235,1468
22	765,1034	870,4892	993,9221	1103,0502	1200,6497	1299,7583
23	733,7404	834,8062	953,1795	1057,8341	1151,4329	1246,4788
24	643,0531	731,6276	835,3704	927,0902	1009,1206	1092,4192
25	516,4925	587,6345	670,9594	744,6276	810,5134	877,4179
26	381,1757	433,6791	495,1736	549,5414	598,1656	647,5416
27	259,0082	294,6842	336,4696	373,4124	406,4525	440,0034
28	162,2276	184,5729	210,7448	233,8836	254,5780	275,5924
29	93,6654	106,5670	121,6779	135,0375	146,9859	159,1189
30	49,7985	56,6577	64,6916	71,7945	78,1470	84,5977
31	24,3313	27,6827	31,6081	35,0785	38,1823	41,3341
32	10,8964	12,3973	14,1552	15,7094	17,0994	18,5109
33	4,4596	5,0739	5,7934	6,4295	6,9983	7,5760
34	1,6632	1,8922	2,1606	2,3978	2,6099	2,8254
35	0,5636	0,6413	0,7322	0,8126	0,8845	0,9575
36	0,1732	0,1970	0,2250	0,2497	0,2717	0,2942
37	0,0481	0,0548	0,0625	0,0694	0,0755	0,0818
38	0,0121	0,0137	0,0157	0,0174	0,0190	0,0205
39	0,0027	0,0031	0,0036	0,0039	0,0043	0,0046
40	0,0006	0,0006	0,0007	0,0008	0,0009	0,0009
41	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002



Gambar 8. Grafik Rekapitulasi Hidrograf Banjir Metode HSS Snyder

B. Analisis Hidrolika

1. Analisis Kapasitas Sungai

Analisa dan perhitungan debit di Sungai Gareccing dibagi menjadi 2 bagian yaitu Debit normal (Q_n) dan debit maksimum (Q_{max})

a. Perhitungan Debit Normal (Q_n)

Berikut ini adalah perhitungan debit sungai gareccing pada saat sungai dalam kondisi normal, yang mana sebelumnya telah dilakukan survei lapangan dengan menggunakan alat ukur kecepatan aliran (*current meter*) di 3 titik pengamatan ;

Tabel 13. Hasil pengukuran dimensi Sungai Gareccing

No	Lokasi	Lebar Sungai (B)	Kedalaman Sungai (h)		Kecepatan Aliran (V)		V rata – rata
		M	M		M		m/detik
1	0 + 000	25	h1	1,14	V1	0,7	0,8
			h2	0,75	V2	0,9	
			h3	0,3	V3	0,8	
2	0 + 100	26,15	h1	1,21	V1	0,7	0,7
			h2	1	V2	0,8	
			h3	0,75	V3	0,6	
3	0 + 200	28	h1	0,8	V1	0,6	0,7
			h2	1,4	V2	0,8	
			h3	0,45	V3	0,7	

Sumber: Data Pengukuran

Dari data pengukuran yang dilakukan maka dilakukanlah analisa dan perhitungan debit sungai Gareccing sebagai berikut:

1) STA 0 + 000

Data yang diperoleh ialah :

Lebar Sungai (B) = 25,00 m

Kedalaman Sungai (h)

$h_1 = 1,14 \text{ m}$; $h_2 = 0,75 \text{ m}$; $h_3 = 0,30 \text{ m}$

Kecepatan Aliran (V)

$V_1 = 0,7 \text{ m/dtk}$; $V_2 = 0,9 \text{ m/dtk}$; $V_3 = 0,8 \text{ m/dtk}$

Maka nilai V rata-rata = 0,80 m/dtk



Gambar 9. Sketsa Penampang Sungai Gareccing STA 0 + 000

Luas Penampang (A)

$$A_1 = \frac{1}{2} (1,14) \times 3,20 = 1,82$$

$$A_2 = \left(\frac{1,14 + 0,75}{2} \right) \times 7,14 = 6,75$$

$$A_3 = \left(\frac{0,75 + 0,30}{2} \right) \times 9,45 = 4,96$$

$$A_4 = \frac{1}{2} (0,30) \times 5,21 = 0,78$$

$$A_{\text{total}} = 14,31 \text{ m}^2$$

Maka diperoleh debit sebesar:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,80 \times 14,31$$

$$Q = 11,45 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Tabel 14. Hasil perhitungan tampungan Sungai Gareccing Kondisi debit Normal (Q_n)

No	Lokasi	Lebar Sungai (B)	Kedalaman Sungai (h)		Kecepatan Aliran (V)		V rata - rata	A Total	Qn
		M	m		m				
1	0 + 000	25	h1	1,14	V1	0,7	0,8	14,31	11,45
			h2	0,75	V2	0,9			
			h3	0,3	V3	0,8			
2	0 + 100	26,15	h1	1,21	V1	0,7	0,7	21,04	14,73
			h2	1	V2	0,8			
			h3	0,75	V3	0,6			
3	0 + 200	28	h1	0,8	V1	0,6	0,7	22,91	16,03
			h2	1,4	V2	0,8			
			h3	0,45	V3	0,7			
Debit Rata - rata								14,07	

Jadi, dari perolehan debit diatas dapat diambil rata-ratanya sebesar 14,07 m³/dtk dengan kondisi air normal.

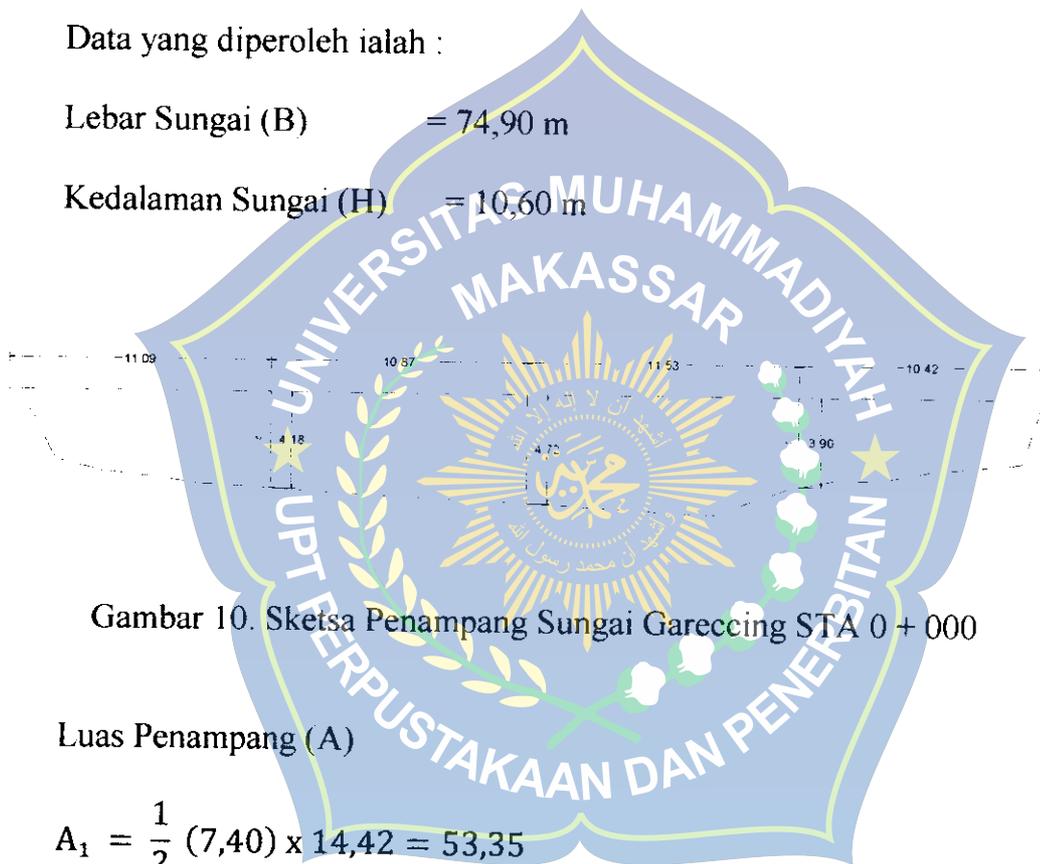
b. Perhitungan Debit Maksimum (Q_{max})

1) STA 0 + 000

Data yang diperoleh ialah :

Lebar Sungai (B) = 74,90 m

Kedalaman Sungai (H) = 10,60 m



Gambar 10. Sketsa Penampang Sungai Gareccing STA 0 + 000

Luas Penampang (A)

$$A_1 = \frac{1}{2} (7,40) \times 14,42 = 53,35$$

$$A_2 = \left(\frac{7,40 + 10,60}{2} \right) \times 20,15 = 181,35$$

$$A_3 = \left(\frac{10,60 + 8,48}{2} \right) \times 33,63 = 320,83$$

$$A_4 = \frac{1}{2} (8,48) \times 6,70 = 28,41$$

$$A_{total} = 583,94 \text{ m}^2$$

Keliling basah (P) :

$$\begin{aligned}
 P &= B + 2H\sqrt{1 + m^2} \\
 &= 74,90 + 2 \times 10,60\sqrt{1 + 0,74^2} \\
 &= 119,55 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kemiringan dasar sungai (I) :

$$I = \left(\frac{4,82 - 4,80}{18,80} \right) = 0,000106 = 1,06 \times 10^{-4}$$

Jari - jari hidrolis (R) :

$$R = \frac{A}{P} = \frac{583,94}{119,55} = 4,88 \text{ m}$$

Kecepatan aliran (V) :

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,030} \times 4,88^{\frac{2}{3}} \times 0,000106^{\frac{1}{2}} \\
 &= 3,50 \text{ m/dtk}
 \end{aligned}$$

Debit sungai (Q) :

$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot V \\
 &= 583,94 \times 3,50 \\
 &= 2043,79 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

Tabel 15. Hasil Perhitungan Tampang Sungai Gareccing Kondisi Debit Maksimum (Q_{max})

No	LOKASI	B	b	Kedalaman sungai (H)		A	P	I	R	V	Qmaks
		m	m	m		m ²	m		m	m/detik	m ³ /detik
1	STA 0 + 000	74,9	18,8	h1	7,4	583,94	119,5	0,000106	4,88	3,5	2043,79
				h2	10,6						
				h3	8,48						
2	STA 0 + 100	80	20,15	h1	7,36	628,83	107,25	0,000993	5,86	3,42	2144,27
				h2	10,59						
				h3	8,79						
3	STA 0 + 200	72,04	21	h1	7,32	555,02	100,97	0,0003	5,5	4,92	2730,64
				h2	10,54						
				h3	8,05						
Debit Rata - rata											2306,23

Jadi, dari perolehan debit diatas dapat diambil rata-ratanya sebesar 2306,23 m³/dtk.

2. Analisis Tinggi Muka Air Sungai

Dari hasil perhitungan debit yang di peroleh kita bisa memperhitungkan tinggi muka air sesuai dengan debit yang terjadi, adapun perhitungannya untuk memperoleh tinggi muka air sungai Gareccing adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan tinggi muka air Q_2 :

Luas penampang sungai (A) :

$$A = \frac{Q_2}{V} = \frac{608,39}{8,56}$$

$$= 71,07 \text{ m}^2$$

Tinggi muka air maksimum (H) :

$$H1 = \sqrt{\frac{A}{n+m}} = \sqrt{\frac{71,07}{0,030+2,49}}$$

$$= 5,31 \text{ m}$$

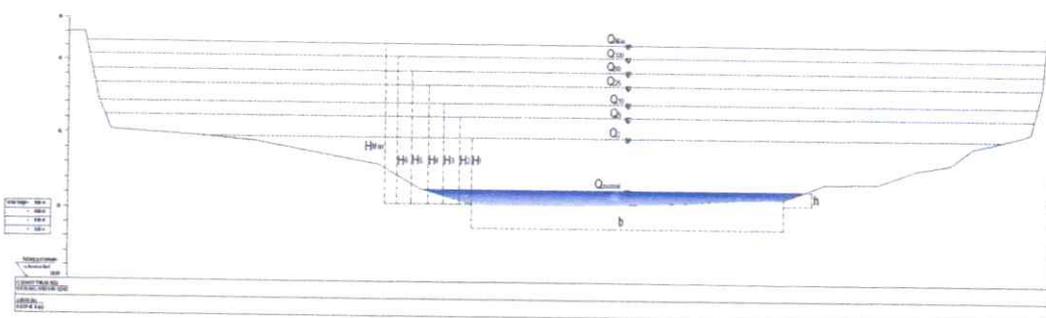


Gambar 11. Sketsa Penampang Sungai Gareccing Debit kala ulang 2 tahun

Tabel 17. Rekapitulasi Tinggi Muka Air Sungai Gareccing Pada Debit Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , dan Q_{100}

Debit	Q	V rata-rata	A	H
	m ³ /detik	m ³ /detik	m ²	M
Q_2	608,39	8,56	71,07	5,31
Q_5	822,4	8,56	96,07	6,17
Q_{10}	978,81	8,56	114,35	6,73
Q_{25}	1193,58	8,56	139,44	7,43
Q_{50}	1366,74	8,56	159,66	7,96
Q_{100}	1551,29	8,56	181,22	8,48

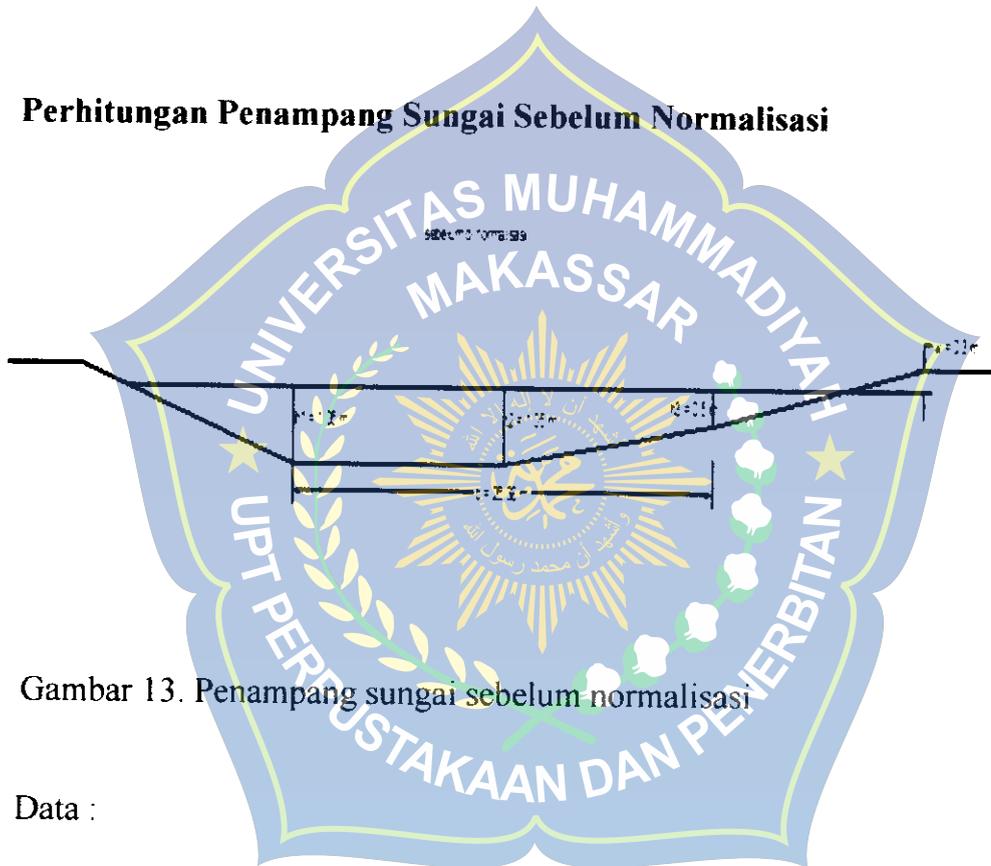
Dari hasil perhitungan diperoleh profil muka air rata-rata seperti ilustrasi penampang Sungai Gareccing pada gambar berikut :



Gambar 12. Profil Muka Air Sungai Gareccing Pada Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , dan Q_{100}

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa tampungan Sungai Gareccing pada debit Q_2 , Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , dan Q_{100} berada pada titik jagaan tanggul sungai.

C. Perhitungan Penampang Sungai Sebelum Normalisasi



Gambar 13. Penampang sungai sebelum normalisasi

Data :

Lebar dasar saluran (b) : 26,38 m

Panjang sungai (L) : 1000 m

Tinggi rata - rata (h) : 0,87 m

Tinggi jagaan (w) : 0,30 m

Kemiringan dasar saluran (I) : 0,0003

Maka dapat dihitung :

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang (A)} &= b \times h \\ &= 26,38 \times 0,87 \\ &= 22,95 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keliling basah (P)} &= b + (2 \times h) \\ &= 26,38 + 2 \times 0,87 \\ &= 28,12 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Radius hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{22,95}{28,12} \\ &= 0,82\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perhitungan debit (Q)} &= A \times V \\ &= 22,95 \times 0,8 \\ &= 18,36 \text{ m}^3/\text{s} \\ V &= 0,8 \text{ m/s}\end{aligned}$$

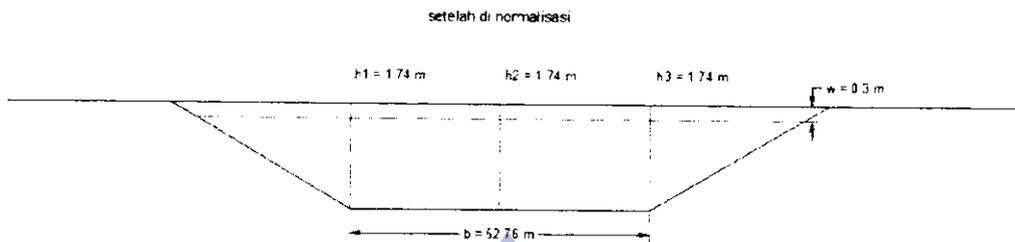
Pemeriksaan jenis aliran dengan persamaan froude

$$N_f = \frac{v}{\sqrt{g \times h}}$$

$$N_f = \frac{0,8}{\sqrt{9,81 \times 0,87}}$$

$$= 0,27 \text{ (Aliran Sub Kritis)}$$

D. Perhitungan Penampang Sungai Sesudah Normalisasi



Gambar 14. Penampang sungai setelah normalisasi

Data :

Lebar dasar saluran (b) : 52,76 m

Panjang sungai (L) : 1000 m

Tinggi rata - rata (h) : 1,74 m

Tinggi jagaan (w) : 0,30 m

Kemiringan dasar saluran (I) : 0,0004

Maka dapat dihitung :

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang (A)} &= b \times h \\ &= 52,76 \times 1,74 \end{aligned}$$

$$= 91,80 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b + (2 \times h)$$

$$= 52,76 + (2 \times 1,74)$$

$$= 56,24 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Radius hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{91,80}{56,24} \\ &= 1,63 \end{aligned}$$

$$\text{Perhitungan debit (Q)} = A \times V$$

$$= 91,80 \times 0,8$$

$$= 73,44 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 0,8 \text{ m/s}$$

Pemeriksaan jenis aliran dengan persamaan froude

$$N_f = \frac{v}{\sqrt{g \times h}}$$

$$N_f = \frac{0,8}{\sqrt{9,81 \times 1,74}}$$

$$= 0,19 \text{ (Aliran Sub Kritis)}$$

Tabel 18. Hasil perhitungan sebelum dan setelah normalisasi

No	Dimensi	Sebelum Normalisasi	Setelah Normalisasi
1	H	0,87 m	1,74 m
2	B	26,38 m	52,76 m
3	I	0,0003	0,0004
4	Q	18,36 m ³ /s	73,44 m ³ /s
5	W	0.30 m	0.30 m

Setelah dilakukan normalisasi sungai didapatkan bahwa sungai dapat menampung debit yang lebih besar dibandingkan sebelum dilakukan normalisasi. Hal ini dibuktikan dengan nilai debit sebelum normalisasi sebelum 18,36 m³/s dan nilai debit setelah normalisasi sebesar 73,44 m³/s.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Besar banjir yang terjadi sebelum normalisasi sungai gareccing kabupaten sinjai dengan menggunakan metode snyder sebesar 42,83 m³/dtk sedangkan kapasitas sungai hanya 18,36 m³/s, sehingga perlu dinormalisasi.
2. Setelah dilakukan perencanaan normalisasi sungai gareccing, didapatkan bahwa kapasitas sungai menjadi 73,44 m³/s sehingga dapat menampung debit banjir sungai lebih besar sehingga mampu menampung debit yang tersedia. Dengan demikian luapan banjir ke sawah tidak lagi terjadi.

B. Saran

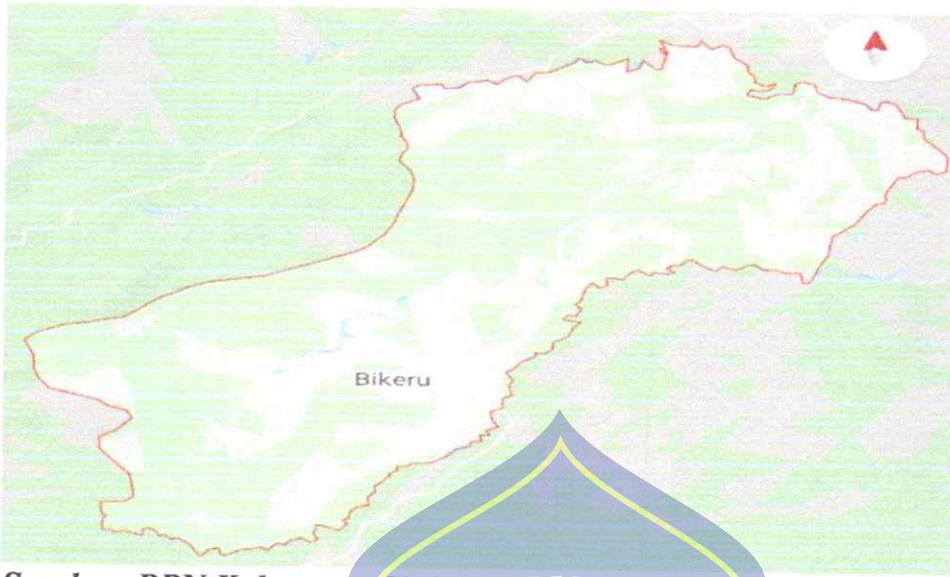
Peneliti selanjutnya diharapkan untuk mengkaji lebih banyak sumber maupun referensi yang terkait dengan perencanaan normalisasi sungai agar hasil penelitiannya dapat lebih baik dan lebih lengkap lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dimaz Pradana Putra & Hari Nugroho. (2014). *Perencanaan Normalisasi Sungai Beringin di Kota Semarang. Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 3, Nomor , halaman 1083-1097.*
- Gezzy Tria Lestari, Intan Tri Lestari, & Suseno Darsono, Salamun. (2017). *Normalisasi Sungai Dolok Semarang-Demak, Jawa Tengah. Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 6, Nomor 4, Halaman 367-375.*
- Mey Malasari Murri, Niken Silmi Surjandari & Sholihin As'ad. (2014). *Analisis Stabilitas Lereng dengan Pemasangan Bronjong Sungai Gajah Putih di Surakarta. Jurnal Matriks Teknik Sipil, Vol. 2 No. 1, halaman 162-169.*
- PUPR. 2008. Review Desain Bendung Aparang I + Jringan Irigasi (1049 HA) Kabupaten Sinjai – Sulawesi Selatan. *Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Sumber Daya Air.*
- Sribanun Laila Sa'adah Heremba. (2012). *Studi Perencanaan Normalisasi Sungai Kali Sono di Kota Madiun. Media Teknik Sipil, Volume 10, Nomor 1, Halaman 49-53.*
- Syarifuddin. (2000). *Hidrologi Terapan*
- Mokonio, Oliviana. Dkk. (2013). *Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Salungko di Desa Tounelet. Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa. Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 6.*
- Sosrodarsono & Takeda. (2015). *Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta : Pt. Pradnya Pramitha.*
- Mulyanto & Nugroho. (2016). *Studi Perencanaan Pembangunan di Kabupaten Sidoarjo. Jurnal Sipil , Vol. 7 , No. 26, Halaman 86-95.*
- Berlian Swindy BG, Bernadeta Andini PP & Suharyanto. (2017). *Normalisasi Sungai Krengseng dalam Mendukung Keberlanjutan Waduk Pendidikan Diponegoro. Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 6, No 1.*
- Sam Yoel, Tivri Manthiq, Sriyana & Hari Nugroho. (2017). *Normalisasi Sungai Keruh dan Teknik Nilai Jembatan Plompong, Kabupaten Brebes. Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 6, No 4.*
- Yengki Rimindo, Mawardi Samah & Khadavi. (2017). *Normalisasi Sungai Batang Bayang Kecamatan Pesisir Selatan. Jurnal Teknik, Volume 2, No 3.*
- Buku Putih Sanitasi Kabupaten Sinjai.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7. Sumber Daya Air. Tahun. 2014.

- Soemarto. 1986. Hidrologi Teknik. Usaha Nasional : Surabaya.
- Soewarno (2013). Hidrometri Dan Aplikasi Teknosabo Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air
- Erick Chendratama & Sumbogo Pranoto. (2017). *Perencanaan Normalisasi Sungai Blukar Kabupaten Kendal. Jurnal Teknik, Volume 3.*
- Permen No 39/1989 Tentang Pembagian Wilayah Sungai Pasal 1 Ayat 2
- PP No. 37 Tentang Pengelolaan DAS Pasal 1
- Bambang Triadmodjo Hidrolika I, 1993.
- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementrian PUPR Tentang Data Tinggi Muka Air, 2017.
- Frana L. Mamuaya & Hanny Tangkudung. (2019). *Analisis Kapasitas Penampang Sungai Roong Todang Terhadap Berbagai Kala Ulang Banjir. Jurnal Sipil Statik, Volume 7, No. 2.*
- Asdak, Chay. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah aliran Sungai: Edisi Revisi Kelima. Yogyakarta: Gajah Mada University Press Yogyakarta.
- Asdak, Chay, 2002, *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Madan University Press, Yogyakarta.
- Subarkah, Imam. 1980. Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air. Bandung : Idea Dharma
- Seyhan. E. 1990. Dasar-dasar Hidrologi. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soewarno. (2014). Aplikasi Metode Statistika Untuk Analisis Data Hidrologi. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Muhammad Jazuli Mustofa. (2015). *Analisis Hidrologi Dan Hidrolika Pada Saluran Drainase Ramanuju Hilir Kota Bumi (Menggunakan Program HEC-RAS).*
- Dimas Bagus, M Awaluddin, Bandi Sasmito. 2015. *Analisis Pengukuran Penampang Memanjang Dan Penampang Melintang Dengan GNSS Metode RTK-NTRIP. Jurnal Geodesi Undip.*
- Randy Adlyatma. 2013. *Studi Normalisasi Sungai Kemuning Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan. Jurnal Rekayasa Sipil, Vol 1 No 1.*





Sumber: BPN Kabupaten Sinjai

Peta Sinjai Selatan dan Kalibong Sinjai Selat



Sumber: BPN Kabupaten Sinjai

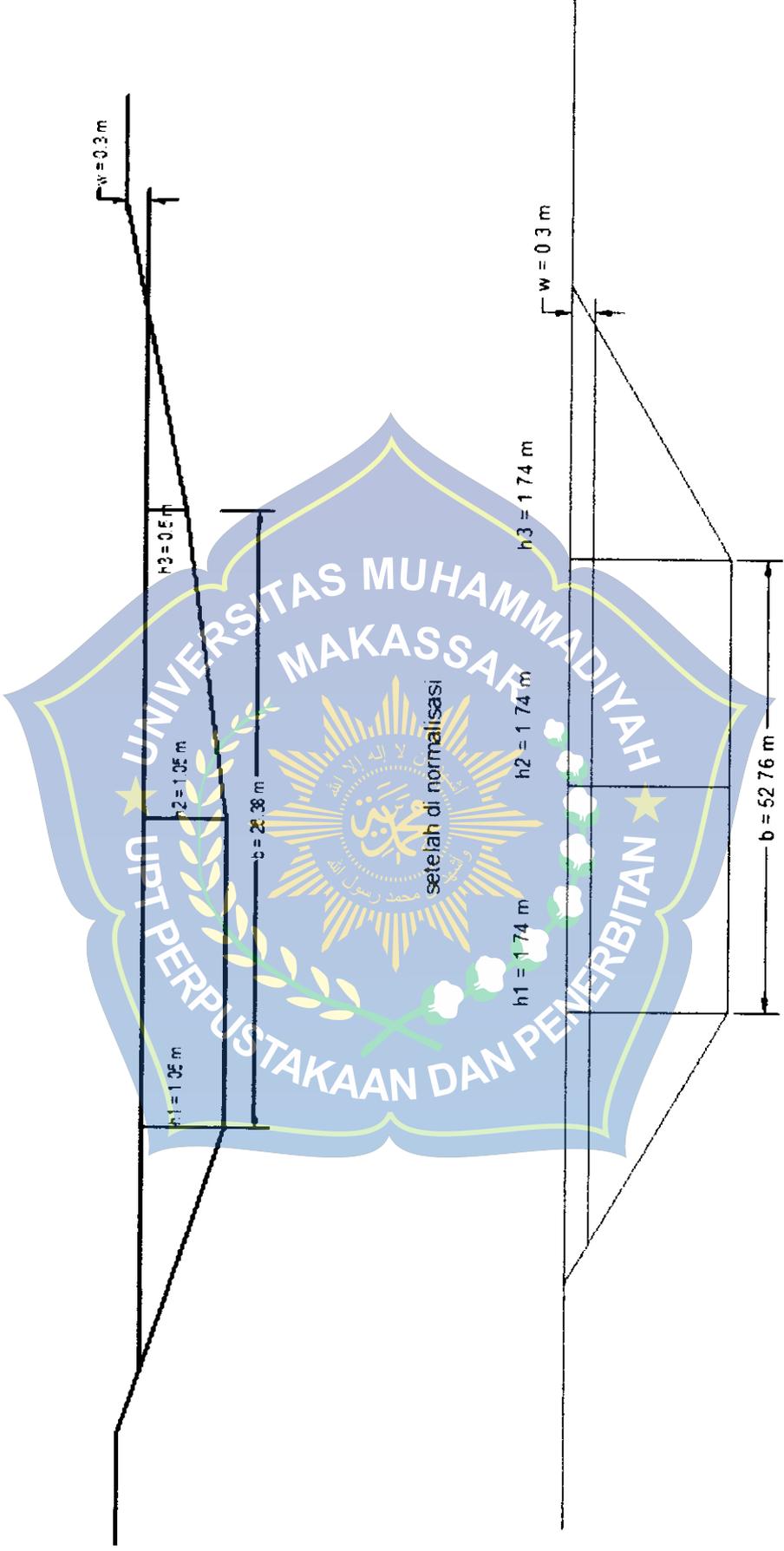
Peta sinjai Borong

Data Curah Hujan Harian Maksimum pada Tanggal, Bulan, dan Tahun kejadian yang sama

NO	Kejadian		Stasiun Curah Hujan			Rata-Rata Poligon Thiessen (mm)	Hujan Harian Max (mm)
			Das Aparang 1	Das Aparang 2	Das Aparang 3		
	Tahun	Tanggal	0,560	0,284	0,156		
1	2009	30-Mei	72	37		50,85	50,85
		22-Jul	14	68		27,17	
		19-Apr			90	14,01	
2	2010	09-Jun	163	39		102,39	102,39
		18-Nov	29	58		32,73	
		24-Jun			160	24,91	
3	2011	07-Nov	109	32		70,15	70,15
		03-Agu	14	92		33,99	
		25-Jun			125	19,46	
4	2012	08-Jun	90	29		58,65	58,65
		14-Feb	28	35		25,63	
		07-Jun			104	16,19	
5	2013	31-Mei	84	15		51,31	58,38
		26-Jun	20	166		58,38	
		30-Jun			117	18,21	
6	2014	13-Feb	78	31	19	55,46	55,46
		07-Jun	35	113	19	54,68	
		22-Jun	26	25	180	49,69	
7	2015	03-Jul	176	21	114	122,30	122,30
		09-Jul	33	117	73	63,10	
		07-Jun	35	21	110	42,70	
8	2016	11-Mei	183	27		110,18	110,18
		11-Mei	28	137	61	64,12	
		13-Jun			115	17,90	
9	2017	07-Jun	149	27	4	91,76	91,76
		25-Jun	27	203	4	73,44	
		28-Mei	17	16	220	48,32	
10	2018	16-Mei	94	23		59,19	59,19
		12-Apr	23	92		39,03	
		13-Mei			172	26,77	
JUMLAH							779,29
RATA-RATA							77,93

Gambar Profil Melintang

sebelum di normalisasi



Gambar Profil Memanjang

sebelum di normalisasi

Tinggi Muka Air	1.4 m	0.3 m	1.0 m	0.75 m	0.5 m	1.4 m	0.7 m
Jarak	12.5 m						

Tinggi Muka Air	1.74 m						
Jarak	12.5 m						

