

SEMINAR HASIL

**ANALISIS GENANGAN BANJIR SUNGAI WALANAE
KABUPATEN SOPPENG**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2018**

**ANALISIS GENANGAN BANJIR SUNGAI WALANAE
KABUPATEN SOPPENG**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Makassar**



Disusun dan diajukan Oleh :

RAHMAT

105 81 1916 13

**JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2018**



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

HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : ANALISIS GENANGAN AKIBAT BANJIR SUNGAI PADDANGENG
KABUPATEN SOPPENG DENGAN METODE HEC-RAS 5.0.1

Nama : RAHMAT.

No. Stambuk : 105 81 1916 13

Makassar, 9 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui

Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Fenty Daud S, MT

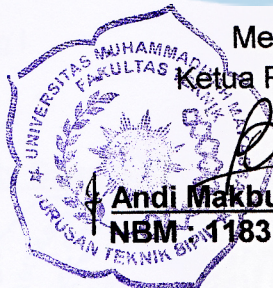

Dr. Muh Yunus Ali, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi


Andi Makbul Syamsuri, ST., MT

NBM - 1183 084





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama Rahmat dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 1916 13, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/22201/091004/2019, 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 09 Februari 2019.

Panitia Ujian : Makassar, 04 Jumadil Akhir 1440 H
09 Februari 2019 M

1. Pengawas Umum

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar
Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM. :
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Dr. Ir. H. Muhammad Asyad Thaha, MT :

2. Penguji

- a. Ketua : Dr. Ir. Sukmasari Antara, M.Si :
- b. Sekretaris : Ir. Fauzan Hamdi, ST, MT :

3. Anggota

- 1. Dr. Ir. H. Muh. Idrus Ompo, SP., PSDA :
- 2. Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, ST, MT :
- 3. Dr. Ir. Nenny, ST., MT :

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Fenty Daud S, MT

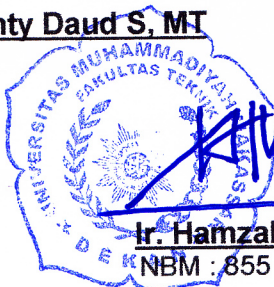
Pembimbing II

Dr. Muh. Yunus Ali, ST., MT

Dekan

Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT

NBM : 855 500



KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala Puji dan syukur bagi Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, Hidayah, Karunia, serta kemudahan dan kelancaran-Nya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir. Tak lupa saya panjatkan puji syukur kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah menjadi panutan bagi umat di seluruh alam termasuk penulis sehingga skripsi sederhana ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan Program Studi Teknik Pengairan pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah: "**Analisis Genangan Banjir Sungai Paddangeng Kabupaten Soppeng**". Dalam penulisan skripsi ini penulis mendapat banyak tantangan dan hambatan, namun karena usaha dan kerja keras serta bantuan dari berbagai pihak sehingga semua masalah dapat teratasi dengan baik.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak yang telah memberikan bantuan baik berupa tenaga, pikiran, motivasi, semangat, maupun material secara langsung. Maka dari itu, ketulusan hati penulis menyampaikan banyak ucapan terima kasih kepada keluarga tercinta khususnya kedua orang tua yang sangat penulis sayangi, bapak **Nasir Huseng** dan ibu

Rahmatang yang telah mendidik dan tak henti-hentinya memberikan semangat, motivasi, dukungan, nasehat dan do'a yang luar biasa demi kesuksesan penulis. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan dan umur panjang kepada mereka. Kepada Kakak tersayang **Sri Yanti**, Adik-adikku tersayang **Sri Wahyul, dan Uli Ulfa**, Keponkan **Reza, dan Akila** dan kakak ipar **Dahlan** yang selalu memberikan semangat dan hiburan selama proses penyelesaian tugas akhir ini. Terima kasih kepada seluruh keluarga tercinta. Penulis mengucapkan terima kasih atas kesetiannya menemani penulis dari awal sampai selesainya skripsi ini, yang selalu memberikan motivasi dan semangat yang luar biasa.

Tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak **Hamzah Al Imran, ST., MT** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak **Muh. Syafaat S. Kuba, ST** selaku Ketua Jurusan Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu **Dr. Ir. Hj. Fenty Daud, ST.,MT** selaku Pembimbing I dan Bapak **Dr. Muh. Yunus Ali, ST.,MT** selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dalam membimbing kami.
4. **Bapak dan Ibu Dosen** serta para Staf Administrasi pada Jurusan Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar yang telah menuangkan segala ilmu dan ide serta pengetahuan baru di bidang Teknik Sipil kepada penulis.
5. **Bapak Sahabuddin, Ibu Indry, Ibu Astika, dan Ibu Dosen.**

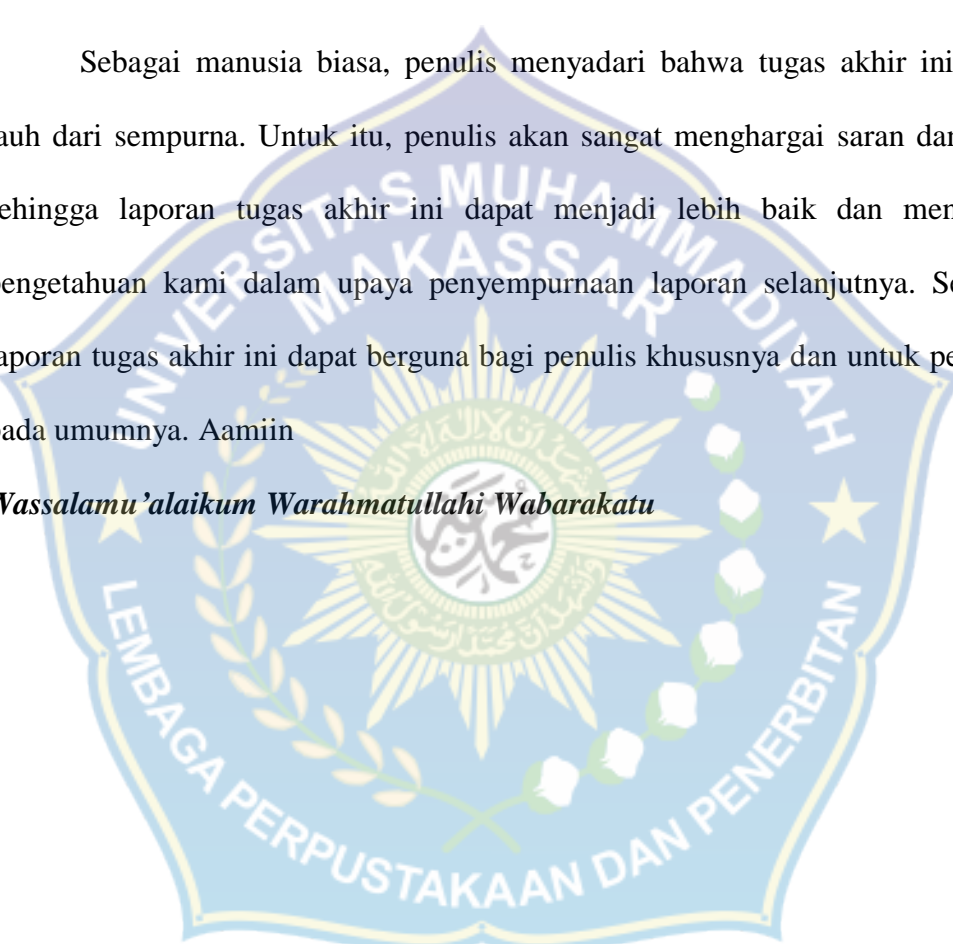
6. Teman-teman seperjuangan **“Radical 2013”** (One Action One Comando) **Bambang Wicajsono** (Ketua Umum HMS FT UNISMUH Periode 2016/2017), **Wahyu Ramadhan** (Ketua Angkatan). **Iqbal** (Ketua Umum HME FT UNISMUH Periode 2016/2017), **Muh Khaerudin Bakry** (Ketua Umum IMM FT UNISMUH Periode 2016/2017). **Hera, Ruslan, Maslan, Sirajudin, Maslan, Ilham, Irwan, Hasriani, Awal, Rusman, Gairil, Andika, Tomo, Opal, Ono, Tia, Nining, Rahmat F, Riska, Ryan, Rahmat MP, Wandu, Yusuf P, Aswar, Adi, Ihsan, Nasrullah, Imran, Hermansah, Jul, Husnun, Santi, Kiki, Endang, Jannah, Inna, Hendra, Kadir, Lisna, Kasma, Ical, Accung, Ima** Terima kasih banyak atas support dan kebersamaannya selama ini. Untuk teman – teman yang masih berstatus Mahasiswa semangat mengerjakan TA.
7. Teman – teman **“SIBE”** (Sipil B 2013), **Adnan, Lihin, Haikal, Lamut, Yayat, Irma, Nisa, Sahid, Ari, Lukman, Kifli, Kamarudin, Supardi** (yang perhatian meminjamkan laptopnya kepada penulis selama penelitian), dan teman – teman yang lain yang tidak dapat dicantumkan satu per satu, terima kasih atas kebersamaannya.
8. Seluruh Warga **“TEKNIK UNISMUH MAKASSAR”**. Terimakasih pengalaman dan kebersamaanya . **TEKNIK JAYA**
9. Kepada **Fadlan, Bagus, Amel, Sari, Hamrin, Anugrah, Hilda, Ikram, Rico, Sunan, Ayidah, Wahyu, Kak Irwan, Kak Ibad, Kak Riri, Kak Udin, Kak Zyilsal, Kak Atar, Kak Aris, Kak Hardin, Kak Arman,**

Kak Adri, Kak Ferman, Kak Dewi Heryanti Penulis mengucapkan terimakasih atas bantuanya telah Mentrasfer Ilmunya kepada penulis.

10. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah banyak memberi bantuan dan kemudahan dalam proses penulisan skripsi ini.

Sebagai manusia biasa, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis akan sangat menghargai saran dan kritik sehingga laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik dan menambah pengetahuan kami dalam upaya penyempurnaan laporan selanjutnya. Semoga, laporan tugas akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya. Aamiin

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatu



DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah	3
F. Sistematika Penulisan	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
A. Sungai	5
1. Geometri Sungai	7
B. Banjir.....	9
1. Klasifikasi Banjir	9
2. Faktor Penyebab Terjadinya Banjir	10
3. Genangan	12
C. Hidrologi	13

1. Polygon Thiessen	13
2. Distribusi Log Person III	15
3. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu).....	15
D. Sistem Informasi Geografis (SIG)	18
1. Model Data Raster	19
2. Model Data Vektor	20
E. HEC-RAS	22
1. Persamaan Dasar	22
2. Bagian-bagian <i>Cross Section</i> untuk Perhitungan <i>Conveyance</i> ...	25
3. <i>Boundary Coundition</i> (Kondisi batas).....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
A. Lokasi Dan Waktu Penelitian	28
B. Sumber Data.....	29
C. Alat Dan Bahan Penelitian.....	29
D. Analisa Data.....	30
E. Bagan Alir Penelitian.....	32
BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
A. Analisis Hidrologi	33
1. Analisis Curah Hujan menggunakan Metode Poligon Thiessen..	33
2. Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana	35
3. Analisis Debit Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu.....	40
B. Hasil Pengolahan Data Morfologi Sungai.....	48
1. Data TIN (<i>Tringular Irregular Network</i>).....	48

2. Geometri Sungai Paddangeng.....	50
3. Data Steady Flow	50
4. Hasil Running Hecras	51
5. Analisis Genangan Banjir berdasarkan Debit Kala Ulang.....	53
BAB V PENUTUP.....	60
A. Kesimpulan	60
B. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	



DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Koefisien Kekasaran Manning	8
2. Pembagian Hujan Rata-rata Setiap Stasiun	34
3. Hujan Maksimum Harian Rata-rata DAS Paddangeng.....	35
4. Analisa Parameter Statistik Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata.....	37
5. Kesimpulan Pemilihan Jenis Distribusi	37
6. Perhitungan Curah Rencana dengan Distribusi Log Pearson Type III	39
7. Perhitungan Curah Hujan Rencana untuk Periode Ulang Tahun (t) dengan Distribusi Log Pearson Type III	39
8. Ordinat Unit Hidrograf.....	41
9. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan Periode Ulang 2 Tahun.....	43
10. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan Periode Ulang 5 Tahun.....	44
11. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan Periode Ulang 25 Tahun.....	45
12. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan Periode Ulang 200 Tahun.....	46
13. Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu	47

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Peta DAS Paddangeng	7
2. Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu.	17
3. Model Data Raster.....	19
4. Respresentasi Ukuran Piksel.....	20
5. Permukaan Bumi Dan Layer Model Data Vektor Dan Raster.....	21
6. Persamaan Energi Aliran Permanen pada Saluran Terbuka	23
7. Jarak <i>Cross Section</i> untuk <i>Over</i> bank Kiri, Tengah dan Kanan.....	24
8. Potongan Penampang Sungai	25
9. Pembagian Tampang untuk Keperluan Hitungan Kapasitas Angkut.....	26
10. Peta Lokasi Penelitian.....	28
11. Bagan Alir Penelitian	32
12. Peta Poligon Thiessen	34
13. Grafik Hidrograf Hujan Rancangan Nakayasu	42
14. Grafik Hidrograf Banjir Metode HSS Nakayasu	48
15. Data DEMNAS 8m Sungai Paddangeng.....	49
16. Data TIN Sungai Paddangeng.....	49
17. Data Morfologi Sungai Paddangeng	50
18. Input Data Debit Rencana dan Syarat Batas	51
19. Profil Tinggi Muka Air Sungai Paddangeng.....	51
20. Hasil Simulasi Genangan Banjir	52

21. Peta Analisis Genangan Banjir Periode Kala Ulang 2 Tahun.....	57
22. Peta Analisis Genangan Banjir Periode Kala Ulang 5 Tahun.....	58
23. Peta Analisis Genangan Banjir Periode Kala Ulang 25 Tahun.....	59
24. Peta Analisis Genangan Banjir Periode Kala Ulang 200 Tahun.....	60



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air sebagai sumber kehidupan masyarakat secara alami keberadaannya bersifat dinamis mengalir ke tempat yang lebih rendah tanpa mengenal batas wilayah administrasi. Keberadaan air mengikuti siklus hidrologi yang erat hubungannya dengan kondisi cuaca pada suatu daerah sehingga menyebabkan ketersediaan air tidak merata dalam setiap waktu dan setiap wilayah (Rudiyanto, 2015)

Sumber daya air yang berharga biasa menjadi bahaya bagi manusia, hal ini terjadi bila air yang mengalir berlebihan akan mengakibatkan banjir yang dapat menimbulkan ancaman kerusakan bangunan atau daerah-daerah sekitarnya. Begitupun sebaliknya bila terjadi kekurangan air, maka dapat menyebabkan kondisi/keadaan alam yang kurang menguntungkan dan bangunan menjadi tidak ekonomis (Sainul, 2014).

Sejalan dengan perkembangan penduduk dan meningkatnya kegiatan masyarakat mengakibatkan perubahan fungsi lingkungan yang berdampak negatif terhadap kelestarian sumber daya air dan meningkatnya daya rusak air. Hal tersebut menuntut pengelolaan sumber daya air yang utuh dari hulu sampai ke hilir dengan berbasis wilayah sungai dalam satu pengelolaan sumber daya air tanpa dipengaruhi oleh batas-batas wilayah administrasi yang dilaluinya.

Sungai Paddangeng merupakan salah satu Sub das sungai Walanae yang ada di Kabupaten Soppeng, sebelah utara berbatasan Kabupaten Sidenreng Rappang, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Wajo, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Bone, sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Barru. Secara umum ada Satu Kecamatan di Kabupaten Soppeng yang dilalui oleh Sungai Paddangeng, namun ada empat desa yang mengalami dampak langsung banjir akibat meluapnya Sungai Paddangeng yang melewati tebing sungai dan tanggul sungai, yaitu Kecamatan Donri-donri desa Kessing, desa Leworeng, desa Patampanua, dan Desa Tottong dengan luas genangan 674 Ha. Mengingat wilayah Sungai Paddangeng merupakan salah satu daerah yang berpengaruh di Kab.Soppeng maka dilakukan penelitian untuk mengetahui luas genangan banjir Sungai Paddangeng dengan simulasi aliran permanen (*steady flow*) sebagai data pendukung.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Berapa besar debit banjir Sungai Paddangeng Kab.Soppeng?
2. Bagaimana luas daerah genangan akibat debit banjir Sungai Paddangeng Kab. Soppeng?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebagaimana yang diuraikan di atas, maka tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui debit banjir Sungai Paddangeng Kab.Soppeng.
2. Untuk mengetahui luas daerah genangan akibat debit banjir Sungai Paddangeng Kab.Soppeng.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi karakteristik fisik sungai Paddangeng pada daerah penelitian yang berpengaruh pada karakteristik permukaan sehingga menjadi acuan konservasi mencegah terjadinya kerusakan akibat genangan banjir. Hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan manfaat baik dalam bidang ilmu pengetahuan secara umum dan secara khusus dalam pengembangan ilmu hidrologi.

E. Batasan Masalah

Untuk menghindari pembahasan yang luas serta memudahkan dalam penyelesaian masalah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini dilakukan untuk membuat peta zona genangan banjir sungai Paddangeng Kab.Soppeng, Sulawesi Selatan. Analisis menggunakan simulasi aliran permanen (*steady flow*) data yang diolah menggunakan software *HEC-RAS* untuk menghasilkan simulasi genangan Sungai Paddangeng.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan ini merupakan susunan yang serasi dan teratur oleh karena itu dibuat dengan komposisi bab-bab mengenai pokok-pokok uraian sehingga

mencakup pengertian tentang apa dan bagaimana, jadi sistematika penulisan diuraikan sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan, merupakan bab yang menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka, Merupakan bab memuat secara sistematis dan memberikan kerangka dasar yang komprehensif mengenai konsep, prinsip atau teori dan dasar analisis genangan banjir yang akan digunakan untuk pemecahan masalah yang ada, baik untuk menganalisis genangan banjir dan data-data pendukung maupun teknis simulasi genangan banjir pada umumnya.

BAB III : Metode Penelitian, Merupakan bab yang menjelaskan bagaimana alur penyusunan tugas akhir ini, mulai dari lokasi penelitian, sumber data, alat dan bahan, prosedur penelitian, dan analisis data.

BAB IV : Hasil Dan Pembahasan, Merupakan bab yang berisi tentang pembahasan tahap penelitian yang di analisis yang menggunakan simulasi software *HECRAS* untuk menghasilkan zona genangan banjir.

BAB V : Penutup, Merupakan penutup yang berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis genangan, serta saran-saran dari penulis yang berkaitan dengan faktor pendukung dan faktor penghambat yang dialami selama penelitian berlangsung, yang tentunya diharapkan agar penelitian ini berguna untuk ilmu aplikasi rekayasa khususnya bangunan air dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Sungai

Sungai merupakan jalan air alami, mengalir menuju samudera, danau, laut, atau ke sungai yang lain. Pada beberapa kasus, sebuah sungai secara sederhana mengalir meresap ke dalam tanah sebelum menemukan badan air lainnya. Melalui sungai merupakan cara yang biasa bagi air hujan yang turun di daratan untuk mengalir kelaut atau tampungan air yang besar seperti danau. 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 dasar dan tebing di sebelah kiri dan kanan. Penghujung sungai di mana sungai bertemu laut dikenal sebagai muara sungai. Manfaat terbesar sebuah sungai adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan sebenarnya potensial untuk di jadikan objek wisata sungai (Ahira: 2011).

Sungai menurut jumlah airnya dibedakan menjadi :

1. Sungai Permanen, yaitu sungai yang debit airnya sepanjang tahun relatif tetap. Contoh sungai jenis ini adalah sungai Kapuas, Kahayan, Barito dan Mahakam di Kalimantan. Sungai Musi, Batanghari dan Indragiri di Sumatera.
2. Sungai Periodik, yaitu sungai yang pada waktu musim hujan airnya banyak, sedangkan pada musim kemarau airnya kecil. Contoh sungai jenis ini banyak terdapat di pulau Jawa misalnya sungai Bengawan Solo, dan sungai Opak di

Jawa Tengah. Sungai Progo dan sungai Code di Daerah Istimewa Yogyakarta serta sungai Brantas di Jawa Timur.

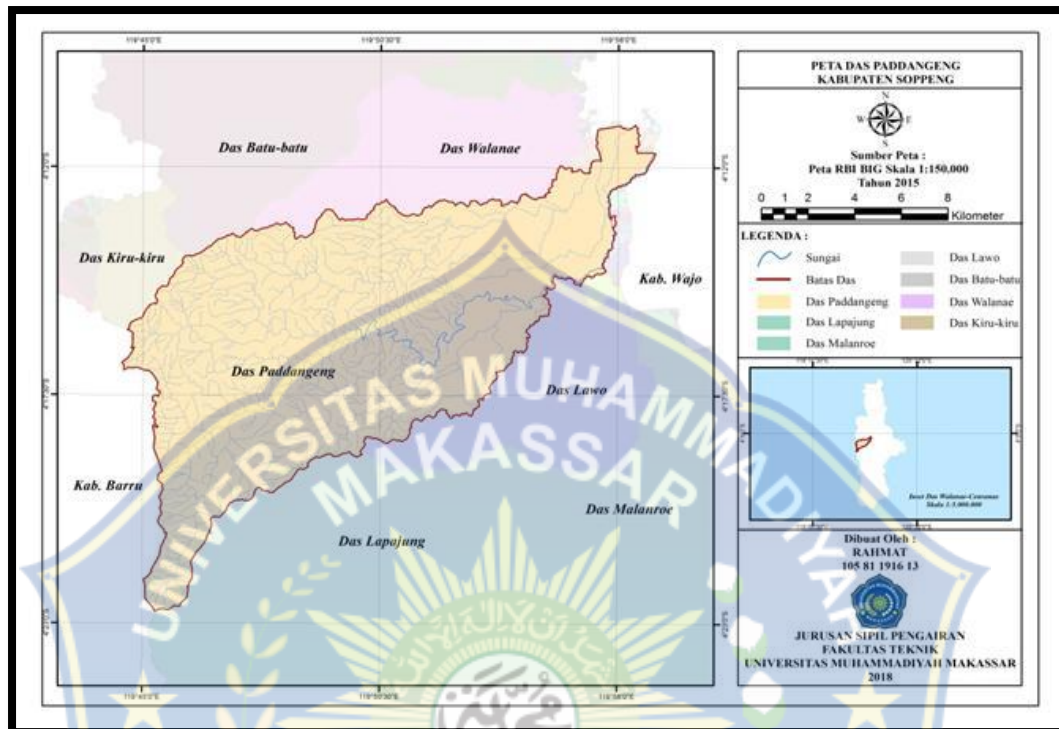
3. Sungai Intermittent atau Sungai Episodik, yaitu sungai yang pada musim kemarau airnya kering dan pada musim hujan airnya banyak. Contoh sungai jenis ini adalah sungai Kalada di pulau Sumba.
4. Sungai Ephemeral, yaitu sungai yang ada airnya hanya pada saat musim hujan. Pada hakekatnya sungai jenis ini hampir sama dengan jenis episodik, hanya saja pada musim hujan sungai jenis ini airnya belum tentu banyak (Stanis: 2011).

Sungai menurut genetiknya dibedakan menjadi :

1. Sungai Konsekuen, yaitu sungai yang arah alirannya searah dengan kemiringan lereng
2. Sungai Subsekuen, yaitu sungai yang aliran airnya tegak lurus dengan sungai konsekuen.
3. Sungai Obsekuen, yaitu anak sungai subsekwen yang alirannya berlawanan arah dengan sungai konsekuen.
4. Sungai Insekuen, yaitu sungai yang alirannya tidak teratur atau terikat oleh lereng daratan.
5. Sungai Resekuen, yaitu anak sungai subsekwen yang alirannya searah dengan sungai konsekuen (Stanis: 2011).

Daerah aliran sungai (DAS) di definisikan sebagai suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang

menerima, mengumpulkan air hujan serta mengalirkan ke anak-anak sungai dan keluar pada satu titik (outlet).



Gambar 1. Peta Das Paddangeng

1. Geometri Sungai

Menurut Purnama (2008) geometri sungai meliputi :

a. Gradien sungai

Pada dasarnya alur sungai yang mempunyai perubahan kemiringan dasar dari terjal ke relatif datar, maka daerah peralihan/pertemuan tersebut merupakan daerah rawan banjir.

b. Pola Aliran Sungai

Pada lokasi pertemuan dua sungai besar, dapat menimbulkan arus balik (*back water*) yang menyebabkan terganggunya aliran air di salah satu sungai, yang mengakibatkan kenaikan muka air (meluap). Pada saat hujan dengan intensitas

tinggi, terjadi peningkatan debit aliran sungai sehingga pada tempat pertemuan tersebut debit aliran semakin tinggi dan kemungkinan terjadi banjir.

c. Daerah Dataran Rendah

Pada daerah *meander* (belokan) sungai yang debit alirannya cenderung lambat, biasanya merupakan dataran rendah, sehingga termasuk dalam klasifikasi daerah yang potensial atau rawan banjir

d. Penyempitan dan Pendangkalan Alur Sungai

Penyempitan alur sungai dapat menyebabkan aliran air terganggu, yang berakibat pada naiknya muka air di hulu, sehingga daerah di sekitarnya termasuk dalam klasifikasi daerah rawan banjir. Pendangkalan dasar sungai akibat sedimentasi, menyebabkan berkurangnya kapasitas sungai yang menyebabkan naiknya muka air di sekitar daerah tersebut.

Angka kekasaran Manning pada palung dan bantaran sungai. Untuk koefisien Manning berdasarkan penggunaan lahan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Koefisien kekasaran Manning (*Army Corps of Engineers USA, 1998*)

Penggunaan Lahan	Nilai Manning
Lahan Terbuka	0,035
Pemukiman	0,08
Pertanian	0,045
Sawah	0,04
Semak Belukar	0,035
Hutan	0,05
Tubuh Air	0,033

B. Banjir

Banjir merupakan peristiwa terjadinya genangan pada daerah datar sekitar sungai sebagai akibat meluapnya air sungai yang tidak mampu ditampung oleh sungai. Selain itu, banjir merupakan salah satu bencana alam yang mempunyai dampak besar terhadap kelangsungan hidup manusia. Bencana ini selalu datang setiap musim penghujan. Banjir sering terjadi di dataran rendah atau daerah yang berada di sekitar sungai (Suwardi, 1999).

1. Klasifikasi Banjir

Banjir berdasarkan penyebab utamanya dapat dibagi menjadi tiga yaitu (Haris dan Kris, 2008) :

a. Banjir Kiriman

Yang dimaksud dengan banjir kiriman adalah banjir yang disebabkan oleh melimpasnya air hujan dari suatu daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah atau daerah genangan, jumlah air yang harus ditampung oleh daerah dataran rendah tersebut akan bertambah besar dengan adanya banjir kiriman ini. Oleh karena itu harus diusahakan agar banjir yang berupa banjir kiriman tersebut disalurkan melalui saluran yang ada ataupun dengan cara lain sehingga tidak mengganggu daerah dataran rendah.

b. Banjir Genangan

Yang dimaksud dengan banjir genangan adalah banjir yang disebabkan adanya genangan yang berasal dari air hujan lokal. Air hujan lokal adalah air hujan yang terjadi pada daerah itu sendiri. Jika curah hujan ini cukup tinggi dan terus menerus sehingga di daerah tangkapan hujan terjadi penjenahan atau air

yang melebihi kapasitas-kapasitas saluran yang ada, maka air hujan lokal ini dapat menjadi limpasan permukaan. Limpasan permukaan inilah yang pada umumnya dapat mengakibatkan banjir.

c. Banjir Air Laut / ROB

Umumnya banjir air laut pasang / ROB terjadi pada daerah pantai yang elevasi/ ketinggian muka tanahnya lebih rendah dari muka air laut pasang. Sedangkan banjir akibat back water (aliran balik) dari saluran pengendali banjir terjadi pada daerah pantai maupun daerah yang jauh dari pantai. Banjir akibat genangan air laut pasang (rob) tidak dapat diatasi dengan sistem drainase gravitasi, tetapi harus diatasi dengan sistem drainase pompa, agar pompa dapat berfungsi dengan maksimal maka perlu diberikan *Retarding Pond*.

2. Faktor Penyebab Terjadinya Banjir

Secara umum, penyebab terjadinya banjir disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kerentanan banjir yaitu (Rudiyanto, 2015):

a. Curah hujan

Indonesia memiliki iklim tropis sehingga sepanjang tahun ada dua musim, yaitu musim hujan dan kemarau. Pada musim penghujan curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan debit air hujan menjadi besar dan apabila tidak mengalir maka akan menimbulkan banjir.

b. Tata guna lahan

Perubahan tata guna lahan sangat berpengaruh terjadinya banjir. Lahan yang semula menjadi daerah resapan air beralih fungsi menjadi daerah

pemukiman dan komersial, sehingga air hujan tidak lagi meresap ke dalam tanah dan mengalir dipermukaan

c. Topografi

Kondisi topografi wilayah meliputi kemiringan lahan dan tata ruang mempengaruhi terjadinya banjir. Kondisi daerah yang berbentuk cekung dan rata merupakan daerah berpotensi terjadinya banjir.

d. Infiltrasi dan jenis tanah

Kemampuan air untuk meresap ke dalam tanah sangat tergantung dari jenis dan struktur tanah. Tanah yang susah diresapkan air akan menjadi salah satu faktor terjadinya banjir

e. Sistem drainase

Kondisi saluran drainase sangat mempengaruhi terjadinya banjir dan genangan dalam suatu wilayah. Debit air hujan yang tidak mengalami infiltrasi harus dialirkan dengan cepat ke tempat pembuangan air agar tidak menimbulkan genangan dan banjir

f. Infrastruktur pengendali banjir

Banyak infrastruktur pengendali banjir dalam kota, misalnya bangunan bendung, pintu air dan folder. Akan tetapi pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir dapat menimbulkan kerusakan dan meningkatkan kuantitas banjir.

g. Kesadaran masyarakat

Kesadaran masyarakat sangat diperlukan dalam program pengendalian banjir. Kebiasaan masyarakat yang membuang sampah pada tempat sembarangan,

Umumnya membuang sampah pada sungai dan saluran drainase. Sampah yang ada di sungai dan drainase menyebabkan naiknya muka air banjir karena menghalangi aliran air.

3. Genangan

Genangan adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (kali) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang (Suripin, 2004). Genangan terkadang disamakan dengan banjir karena istilah banjir tidak dipakai secara konsisten. Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Pengertian ini memandang “banjir” sebagai suatu istilah yang bermakna sosial-budaya, karena suatu tempat dikatakan dilanda banjir jika tempat itu adalah daerah budidaya manusia yang tidak semestinya dilanda banjir, jika tempat itu adalah suatu hutan atau suatu permukiman yang terdiri atas rumah-rumah panggung yang dibuat untuk menghindari naiknya permukaan setiap musim, maka itu tidak dikatakan banjir oleh mereka. Definisi diatas menjelaskan bahwa banjir terjadi apabila kapasitas air sungai telah terlampaui dan air telah menyebar ke dataran banjir, bahkan lebih jauh yang mengakibatkan terjadinya genangan. Genangan air tidak dikatakan banjir apabila tidak menimbulkan masalah bagi manusia yang tinggal pada daerah genangan tersebut. Banjir yang terjadi disuatu daerah diakibatkan antara lain oleh sebab-sebab sebagai berikut (Asdak, 2010) :

- a. Perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS)

- b. Pembuangan sampah, erosi dan sedimentasi, kawasan kumuh sepanjang jalur drainase
- c. Perencanaan sistem pengendalian banjir yang tidak tepat
- d. Curah hujan yang tinggi
- e. Pengaruh fisiografi/geofisik sungai
- f. Kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai
- g. Pengaruh air pasang
- h. Penurunan tanah dan rob (genangan akibat pasang surut air laut)
- i. Kerusakan bangunan pengendali banjir

C. Hidrologi

Hidrologi adalah bidang pengetahuan yang mempelajari kejadian-kejadian serta penyebab air alamiah di bumi. Faktor hidrologi yang berpengaruh pada wilayah hulu adalah curah hujan (*presipitasi*). Curah hujan pada suatu daerah merupakan salah satu faktor yang menentukan besarnya debit banjir yang terjadi pada daerah yang menerimanya (Soemarto, 1999). Analisis hidrologi dilakukan guna mendapatkan karakteristik hidrologi dan meteorologi Daerah Aliran Sungai. Tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik hujan, debit air yang ekstrim maupun yang wajar yang akan digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya dalam pelaksanaan detail desain.

1. Polygon Thiessen

Metode ini digunakan secara luas karena dapat memberikan data presipitasi yang lebih akurat, karena setiap bagian wilayah tangkapan hujan

diwakili secara proposional oleh suatu alat penangkar hujan. Dengan cara ini, pembuatan gambar polygon dilakukan sekali saja, sementara perubahan data hujan per titik dapat diproses secara cepat tanpa menghitung lagi luas per bagian polygon.

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1R_1 + \dots + A_n} \quad (1)$$

$$= \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A} \quad (2)$$

$$R = W_1R_1 + W_2R_2 + \dots + W_nR_n \quad (3)$$

Dimana :

R = Curah hujan rencana tahunan (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan pada stasiun 1, 2, ..., n (mm)

R_n = Jumlah titik pengamatan

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas daerah pada polygon 1, 2, ..., n (km^2)

$$W_1, W_2 = \frac{A_1}{A} + \frac{A_2}{A} + \frac{A_3}{A} \quad (4)$$

Cara membuat polygon Thiessen:

- a. Mengambil peta lokasi stasiun hujan di suatu DAS
- b. Menghubungkan garis antara stasiun 1 dan lainnya hingga membentuk segi tiga.
- c. Mencari garis berat kedua garis, yaitu garis yang membagi dua sama persis dan tegak lurus garis
- d. Menghubungkan ketiga garis berat segi tiga sehingga membuat titik berat yang akan membentuk polygon.

2. Distribusi Log Person III

Data-data yang dibutuhkan dalam menggunakan metode ini adalah nilai rata-rata, standar deviasi dan koefisien kepeccengan. Rumus yang digunakan dalam metode ini adalah (Triatmodjo, 2009):

$$\text{Log } X_t = \log X + K.S_i \quad (5)$$

Dimana :

X = Nilai rata-rata dari curah hujan,

K = Faktor frekuensi, yang merupakan fungsi dari kata ulang dan koefisien kemencengan,

S_i = Standar deviasi.

3. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu)

Nakayasu telah menyelidiki hidrograf satuan pada beberapa sungai di Jepang. Hasil penelitian dirumuskan dengan persamaan dan tahapan perhitungan sebagai berikut :

- Data yang ada untuk diproses, meliputi : curah hujan R₂₄ dalam mm, panjang sungai (L) dalam km, catchment area (A) dalam km².
- Curah hujan efektif tiap jam (hourly of distribution of effective rainfall),
- Rata - rata hujan dari awal hingga jam ke - T

$$R_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{2/3} \quad (6)$$

Dimana :

R_t = Rerata hujan dari awal sampai jam ke t (mm/jam),

T = Waktu hujan sampai jam ke t,

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam.

d. Distribusi hujan pada jam ke – T

$$R_T = t \cdot R_t - (t - 1) \cdot R_{(t-1)} \quad (7)$$

Dimana :

R_T = Intensitas curah hujan pada jam t (mm),

t = Waktu (jam),

R_t = Rerata hujan dari awal sampai jam ke t (mm/jam),

$R_{(t-1)}$ = Rerata curah hujan dari awal sampai jam ke (t-1)

e. Hujan efektif

$$R_e = C \cdot R_T \quad (8)$$

Dimana :

R_e = Hujan efektif,

C = Koefisien pengaliran sungai,

R_T = Intensitas curah hujan (mm/jam)

Nilai koefisien pengaliran dicantumkan pada tabel 2. Harga C yang berbeda-beda umumnya disebabkan oleh topografi DAS dan perbedaan tata guna lahan.

f. Menentukan T_p , $T_{0.3}$ dan Q_p

$$T_p = T_g + 0,8 \cdot T_r \quad (9)$$

$$T_r = 0,5 T_g \text{ s/d } T_g \quad (10)$$

$$T_g = 0,4 + 0,058 \cdot L, \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \quad (11)$$

$$T_g = 0,21 \cdot L^{0,7}, \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \quad (12)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot T_g, \alpha = 1,5 - 3 \quad (13)$$

$$Q_P = \frac{C \cdot A \cdot R_0}{3,6 (0,3T_p + T_{0,3})} \quad (14)$$

$$T_b = T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3} + 2 T_{0,3} \quad (15)$$

Dimana :

Q_P = Debit puncak banjir (m^3/det)

C = Koefisien pengaliran

A = Luas daerah aliran sungai (km^2)

R_0 = Hujan satuan ; 1 mm

T_p = Waktu puncak (jam)

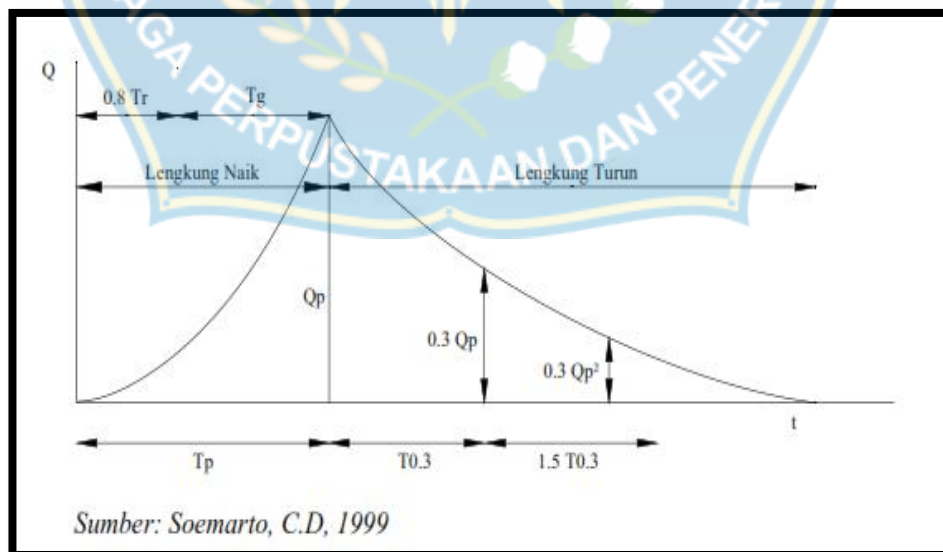
$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan untuk penurunan debit, dari debit puncak menjadi 30% dari debit puncak (jam)

T_r = Satuan waktu hujan

T_g = Waktu konsentrasi (jam), ditentukan berdasarkan L

T_b = Time base

Menentukan keadaan kurva dapat dilihat pada gambar 1:



Gambar 2. Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu (Soemarto, C.D, 1999)

1.) Keadaan kurva naik, dengan $0 < Q < Q_P$

$$Q = Q_P \left(\frac{T}{T_P} \right)^{2.4} \quad (16)$$

2.) Keadaan kurva turun dengan $Q > 0,3 Q_P$

$$Q = Q_P \cdot 0,3 \left(\frac{t - T_P}{T_{0,3}} \right) \quad (17)$$

3.) Keadaan kurva turun $0,32 \cdot Q_P < Q < 0,3 Q_P$

$$Q = Q_P \cdot 0,3 \left(\frac{t - T_P + 1,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}} \right) \quad (18)$$

4.) Keadaan kurva turun $Q < 0,32 Q_P$

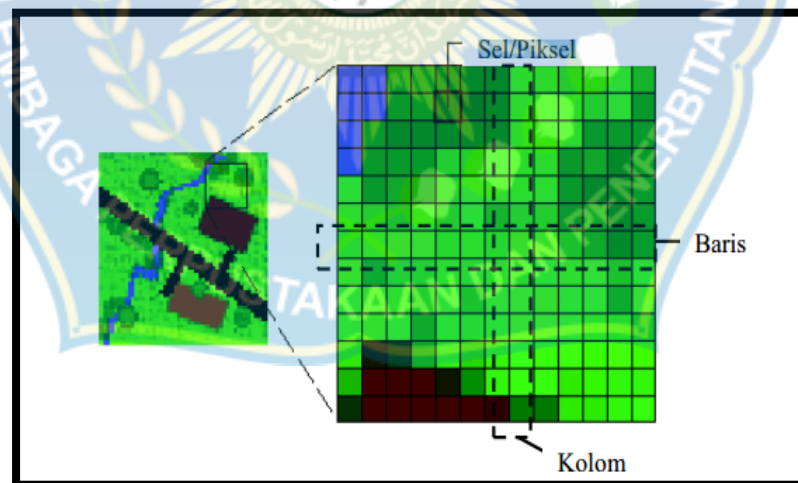
$$Q = Q_P \cdot 0,3 \left(\frac{t - T_P + 1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}} \right) \quad (19)$$

D. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis yang selanjutnya akan disebut SIG adalah sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis (Arnolf 1989 dalam Arif 2016) SIG bekerja dengan dua tipe model data geografis yaitu model data raster dan model data vektor. Kedua model ini memiliki karakteristik yang berbeda, selain itu pemanfaatannya tergantung dari masukan data dan hasil akhir yang akan dihasilkan. Model data tersebut merupakan representasi dari objek-objek geografi yang terekam sehingga dapat dikenali dan diproses oleh komputer (Bafdal, 2011).

1. Model Data Raster

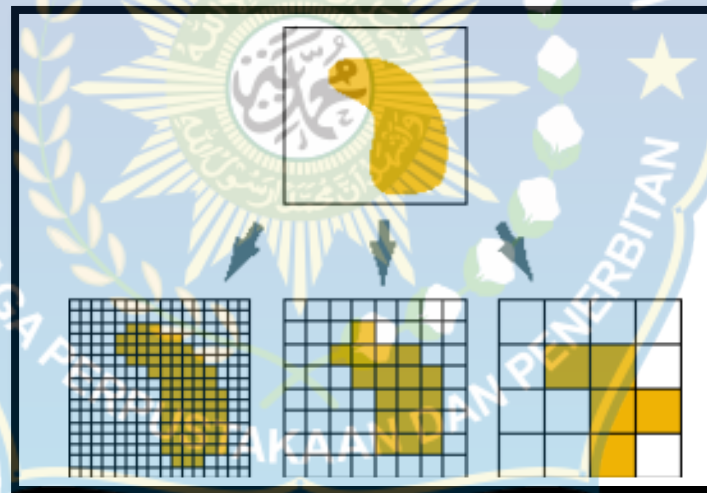
Model data raster terdiri dari matriks atau piksel yang diatur dalam baris dan kolom membentuk grid. Setiap piksel memiliki nilai tertentu dan atribut tersendiri termasuk nilai koordinatnya. Tingkat akurasi model ini sangat bergantung pada ukuran piksel atau resolusi. Model raster memberikan informasi spasial terhadap permukaan di bumi dalam bentuk gambaran yang digeneralisasi. Entitas-entitas spasial model raster juga dapat disimpan di dalam sejumlah layer yang secara fungsionalitas direlasikan dengan unsur-unsur petanya. Sebagai ilustrasi, beberapa sumber entitas spasial raster adalah citra digital satelit (ex: NOAA, Spot, Landsat, Ikonos, QuickBird), citra digital radar, dan model ketinggian digital (DTM atau DEM dalam model data raster). Gambar 2 menjelaskan representasi dunia nyata disajikan sebagai elemen matrix atau pixel yang membentuk grid yang homogen.



Gambar 3. Model Data Raster (Bafdal, 2011)

Menurut Arif (2016), resolusi spasial dapat didefinisikan sebagai dimensi linier minimum dari satuan terkecil *geographic space* yang dapat direkam. Satuan terkecil ini umumnya berbentuk segi empat dan dikenal sebagai sel-sel grid,

elemen matriks, elemen terkecil dari suatu gambar (*image*), atau piksel. Resolusi suatu data raster akan merujuk pada ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh setiap pikselnya. Pada gambar 3 dijelaskan bahwa makin kecil ukuran atau luas permukaan bumi yang dapat direpresentasikan oleh setiap pikselnya, makin tinggi resolusi spasialnya. Demikian pula sebaliknya, makin luas permukaan bumi yang dapat direpresentasikan oleh setiap pikselnya, makin rendah resolusi. Nilai yang merepresentasikan suatu piksel dapat dihasilkan dengan beberapa cara sampling yang berlainan yaitu nilai suatu piksel merupakan nilai rata-rata sampling untuk wilayah yang direpresentasikannya. Citra raster hasil penginderaan jauh sering menggunakan sampling tipe ini. Ukuran citra raster akan menjadi $N \times M$ piksel.



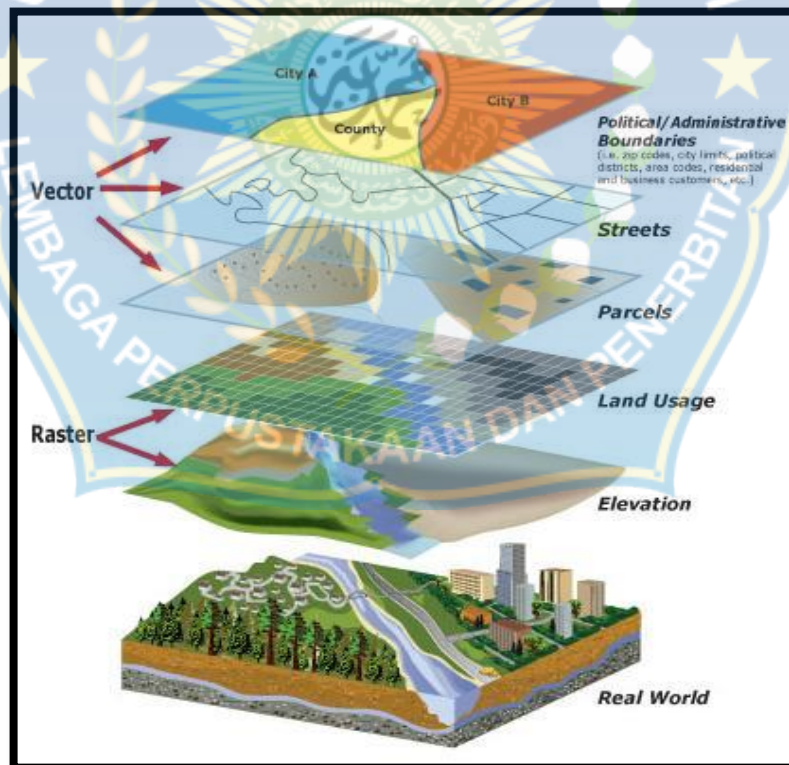
Gambar 4. Representasi ukuran piksel (Bafdal, 2011)

2. Model Data Vektor

Model data vektor menampilkan, menempatkan, dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik-titik, garis-garis, dan kurva atau poligon beserta atribut-atributnya. Bentuk dasar model vektor didefinisikan oleh sistem koordinat Kartesius dua dimensi (x, y) (Prahasta, 2009). Dengan menggunakan model

vektor, objek-objek dan informasi di permukaan bumi dilambangkan sebagai titik, garis, atau poligon. Masing-masing mewakili tipe objek tertentu sebagaimana dijelaskan dalam gambar 4.

- a. Titik (*point*) : merepresentasikan objek spasial yang tidak memiliki dimensi panjang dan/atau luas. Fitur spasial direpresentasikan dalam satu pasangan koordinat x, y. Contohnya stasiun curah hujan, titik ketinggian, observasi lapangan, titik-titik sampel.
- b. Garis (*line*) : merepresentasikan objek yang memiliki dimensi panjang namun tidak mempunyai dimensi area, misalnya jaringan jalan, pola aliran, garis kontur.
- c. Poligon : merepresentasikan fitur spasial yang memiliki area, contohnya adalah unit administrasi, unit tanah, zona penggunaan lahan.



Gambar 5. Permukaan bumi dan layer model data vektor dan raster (ISD, 2016)

3. HEC-GeoRAS

HEC-Georas adalah sistem analisis geografis sungai yang dikembangkan menggunakan ArcGIS Desktop. Desain *geodatabase* mendukung analisis data spasial untuk pemodelan hidraulik dan pemetaan dataran banjir. Selain pemetaan dataran daerah banjir, hasil analisa HEC-GeoRAS dapat digunakan untuk perhitungan banjir, restorasi ekosistem, dan peringatan kesiapsiagaan terhadap respon banjir. HEC-GeoRAS dapat mengembangkan data geografis untuk diimpor ke HECRAS, model hidraulika dan melihat hasil model dalam konteks geospasial (Army Corps of Engineers USA, 1998)

E. HEC-RAS

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River Analysis System* (RAS) yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satuan kerja di bawah US Army Corps of Engineers (USACE). HEC RAS merupakan model aliran permanen maupun tak permanen. HEC RAS yang digunakan adalah HECRAS 5.0.1. (Sumber: www.hec.usace.army.mil).

1. Persamaan Dasar

a. Perhitungan Penampang Dasar

Penampang dasar muka air diperkirakan dari satu cross section ke cross section selanjutnya dengan menggunakan persamaan energi. Saluran alam misalnya sungai, biasanya mempunyai luas tampang yang berubah dan berbentuk non prismatis. Kehilangan energi pada saluran tersebut adalah kehilangan

energi karena gesekan dasar atau karena perubahan bentuk tampang. Kehilangan energi tersebut dapat diformulasikan sebagai berikut (*Army Corps of Engineers USA, 1998*) :

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + h_e \quad (20)$$

Dimana :

Y_1, Y_2 : Tinggi muka air (m)

Z_1, Z_2 : Tinggi permukaan dasar sungai (m)

$\frac{v_2^2}{2g}, \frac{v_1^2}{2g}$: Tinggi kecepatan (m)

α_1, α_2 : Koefisien kecepatan

h_e : Kehilangan energi



Gambar 6. Persamaan Energi Aliran Permanen pada saluran terbuka (*Army Corps of Engineers USA, 1998*).

Kehilangan tinggi energi terdiri dari 2 bagian yaitu nilai kritis dan kehilangan kuat tekan. Berikut persamaan rumus kehilangan tinggi energi (*Army Corps of Engineers USA, 1998*) :

$$h_e = LSf + c \left(\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right) \quad (21)$$

Dimana :

L : Panjang segmen sungai diantara kedua tampang yang diberi bobot menurut debit.

Sf : *Representative friction slope* antar kedua tampang.

C : koefisien kehilangan energy akibat perubahan tampang (kontraksi atau ekspansi).

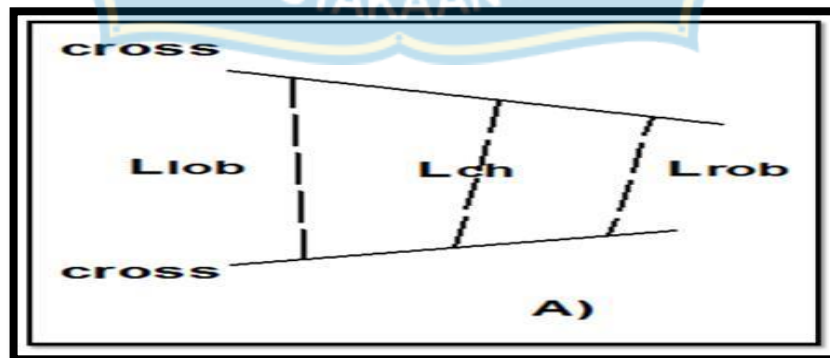
Panjang segmen sungai diantara tampang yang diberi bobot sesuai dengan debit, dan dihitung dengan persamaan berikut :

$$L = \frac{L_{lob}Q_{lob} + L_{ch}Q_{ch} + L_{rob}Q_{rob}}{Q_{lob} + Q_{ch} + Q_{rob}} \quad (22)$$

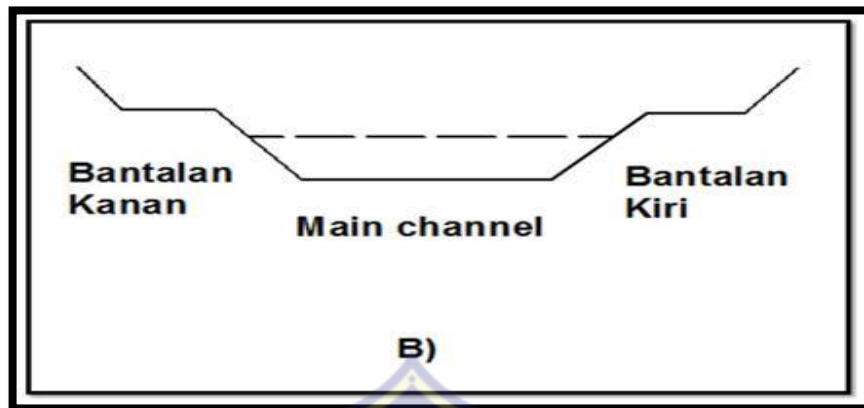
Dimana :

L_{lob}, L_{ch}, L_{rob} : panjang penggal sungai disisi kiri (left overbank), alur utama (main channel), dan sisi kanan (right overbank).

Q_{lob}, Q_{ch}, Q_{rob} : debit yang mengalir melalui left overbank, main channel dan right overbank.



Gambar 7. Jarak Cross Section untuk Over Bank kiri, tengah dan Kanan (Army Corps of Engineers USA, 1998)



Gambar 8. Potongan Penampang Sungai (*Army Corps of Engineers USA, 1998*)

2. Bagian-bagian *Cross Section* untuk Perhitungan *Conveyance*

Penentuan kapasitas angkut penampang (*conveyance*) dan koefisien kecepatan untuk cross section membutuhkan aliran yang di bagi-bagi menjadi unit-unit yang mana kecepatan didistribusikan secara seragam. Pendekatan yang digunakan dalam HEC-RAS adalah membagi aliran dalam daerah bantaran menggunakan input pembatas kekasaran masing cross section. *Conveyance* di hitung pada masing-masing subdivisi menurut persamaan Manning berikut ini (*Army Corps of Engineers USA, 1998*) :

$$Q = KS_f^{\frac{1}{2}} \rightarrow \quad (23)$$

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} \quad (24)$$

Dimana :

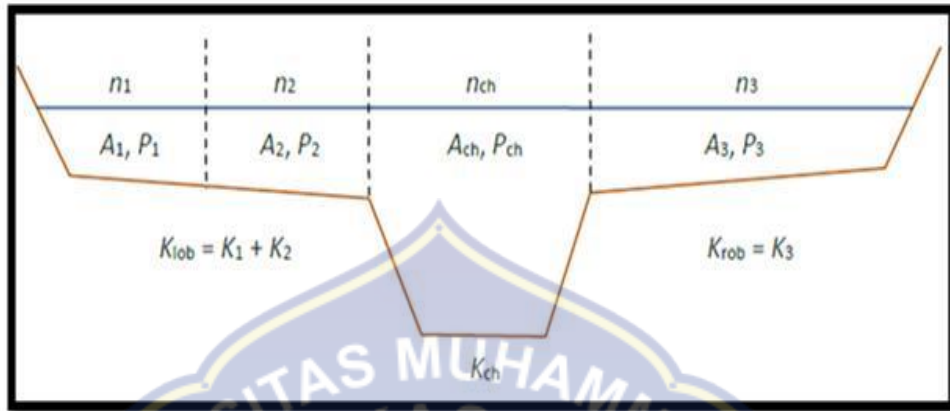
K : kapasitas angkut tiap penampang

n : nilai Manning tiap penampang

A : Luas penampang basah

R : jari-jari hidraulik

Kapasitas angkut total suatu penampang adalah jumlah kapasitas angkut seluruh bagianampang.



Gambar 9. Pembagian tampang untuk keperluan hitungan kapasitas angkut (Army Corps of Engineers USA, 1998).

3. *Boundary Condition* (Kondisi batas)

Dalam pemodelan diperlukan kondisi batas yang berguna untuk mengontrol perhitungan. Kondisi batas yang terdapat di sungai berupa kondisi batas hulu (upstream boundary condition) dan kondisi batas hilir (downstream boundary condition). Kondisi batas hulu dapat berupa hidrograf banjir periode tertentu sedangkan kondisi batas hilir dapat berupa data tinggi muka air, kemiringan sungai, *critical depth*, atau data pasang surut.

Diskritisasi kondisi batas aliran:

- 1.) Kondisi batas elevasi permukaan air langsung ditetapkan sebagai

$$H^{n+1} = H_b$$

- 2.) Kondisi gradien permukaan air dilakukan dengan sederhana pada keterbatasan perkiraan volume dari persamaan

$$\nabla H \cdot n = S_b \tag{32}$$

3.) Kondisi batas aliran dapat diterapkan dengan langsung menggunakan persamaan

$$V_b \cdot n_b A_b(H) = Q_b \quad (33)$$

Dimana Q adalah nilai debit, sehingga kondisi batas menggunakan hidrograf aliran.

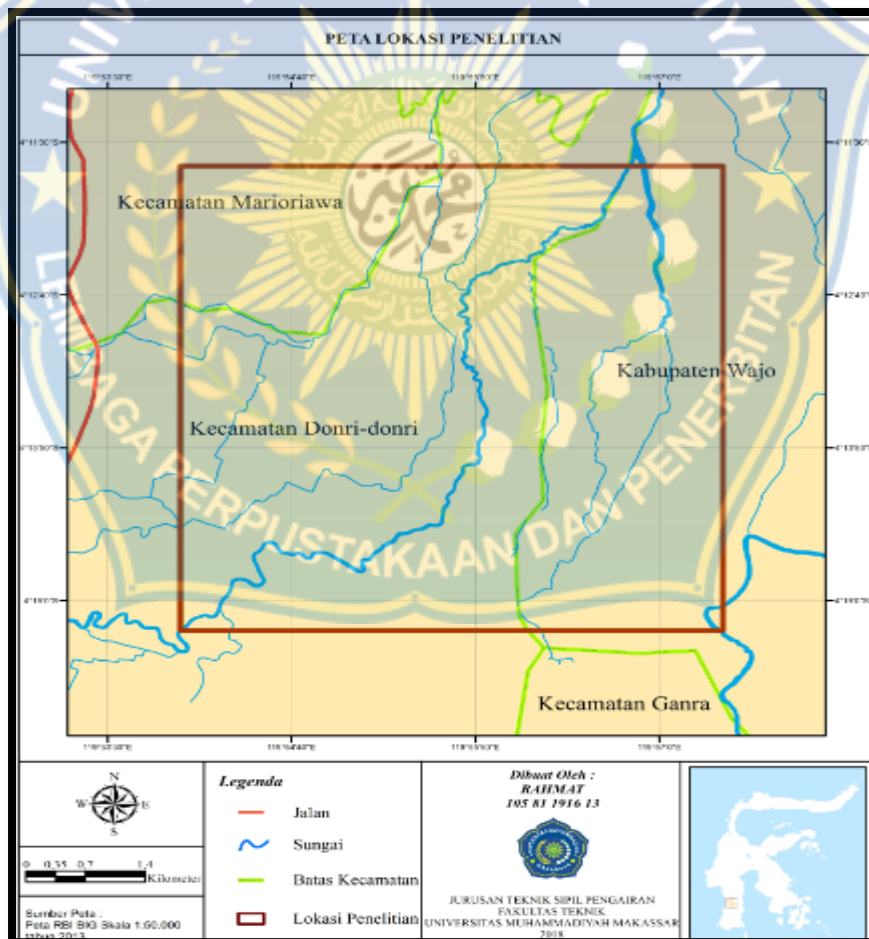


BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sub Das Walanae Sungai Paddangeng, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan. Secara geografis Sungai Paddangeng bagian hulu terletak pada posisi $03^{\circ}59'8,08''$ lintang selatan dan $119^{\circ}58'33,48''$ bujur timur sedangkan bagian hilir Sungai Lamangiso terletak pada posisi $04^{\circ}12'53,40''$ lintang selatan dan $119^{\circ}54'47,80''$ bujur timur.



Gambar 10. Peta Lokasi Penelitian

B. Sumber Data

1. Pengumpulan data primer (perlu dilakukan dengan adanya observasi lapangan)
2. Pengumpulan data Sekunder yaitu :
 - a. Data Hidrologi
 - b. Peta DAS Sungai Paddangeng
 - c. Data Riwayat Banjir

Data Sekunder dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk mendukung penelitian yang dilakukan dari beberapa Instansi pemerintahan.

C. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat

Adapun alat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Laptop
- b. Beberapa perangkat lunak (*software*) pendukung seperti, HEC-RAS 5.0.1, Arcgis 10.3, yang digunakan untuk mengolah data.

2. Bahan

Adapun bahan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) Resolusi 0.27 arcsecond 8.1m daerah Kab.Soppeng Sumber data tides.big.go.id
- b. Peta penggunaan lahan citra satelit Spot 7
- c. Data debit banjir rencana kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun

D. Analisis Data

1. Penyiapan Data Curah Hujan

Adapun langkah-langkah analisis hidrologi sebagai berikut:

- a. Analisa Curah Hujan menggunakan metode Poligon Thiessen.
- b. Analisa Frekuensi Distribusi Curah Hujan Kala ulang 5, 10, 25, 50, 100, dan 200 menggunakan metode Log Person Type III
- c. Analisa Debit banjir kala ulang 5, 10, 25, 50, 100, dan 200 menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dan metode Hidrograf

2. Penyiapan Data Morfologi Sungai

Adapun langkah-langkah penyiapan data raster sebagai berikut:

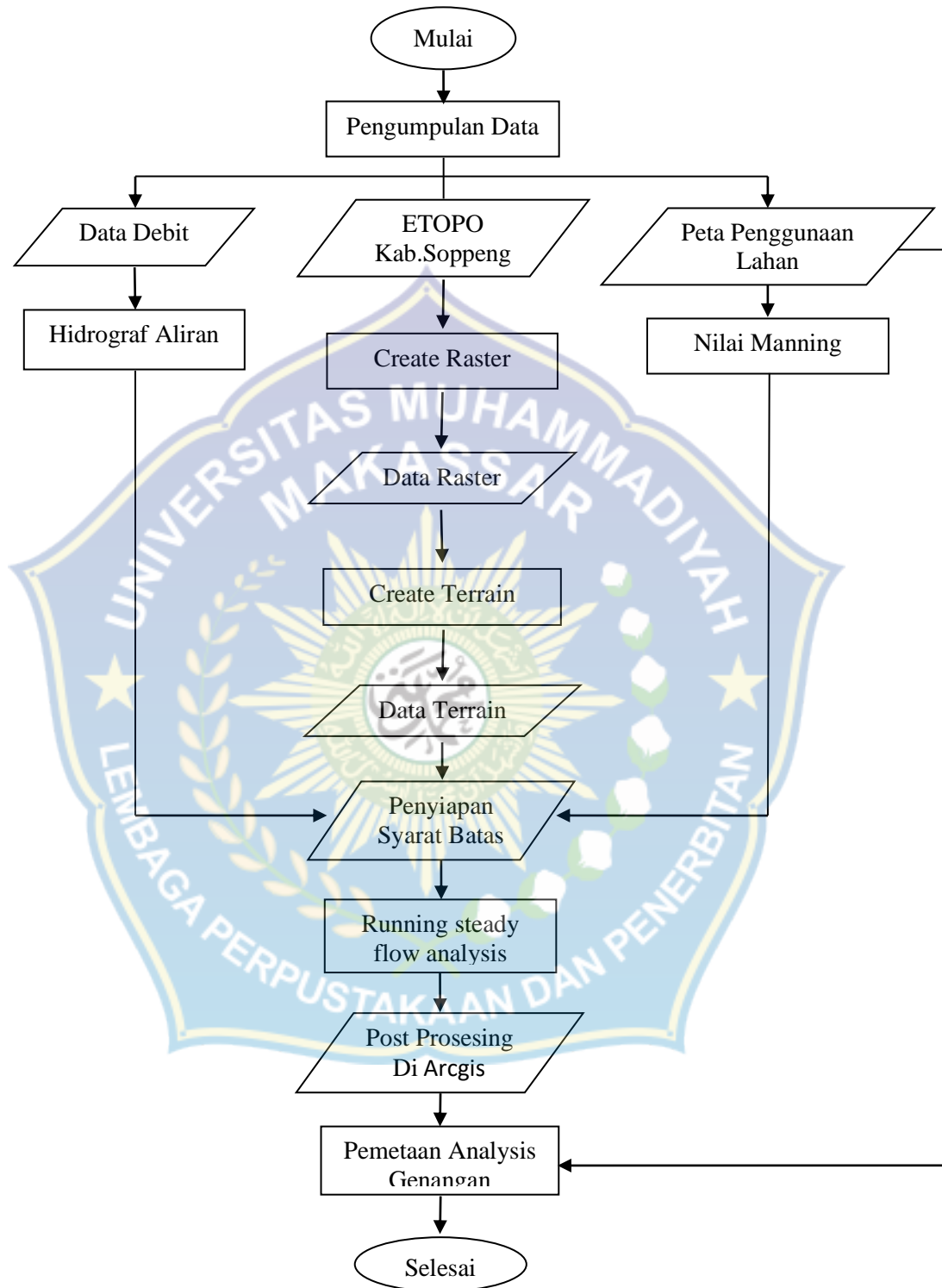
- a. Pembuatan data kontur yang diperoleh dari data *Demnas* dengan mengatur interval kontur menjadi 0.5 meter. Hasil dari data kontur diubah menjadi data kontur berformat *vector*.
- b. Pembuatan data TIN dilakukan dengan menggunakan kontur yang sebelumnya telah didapatkan.
- c. Pembuatan data raster topografi dilakukan dengan menggunakan data TIN yang didapatkan dari proses sebelumnya, serta mengatur ukuran sel (*grid size*) menjadi 3 meter.

3. Penyiapan Data Geometri sungai dengan langkah sebagai berikut :

- a. *Stream Centerline* Beri nama layer *river/Center* setelah itu Edit *line* kemudian Digitasi dari hulu ke hilir. Kemudian berikan naman pada *Icon ID - Assign River code*. Lalu masukkan *River Name :principal/ Sungai Paddangeng* dan *Reach Name:* "Hulu" untuk hulu sungai.

- b. Pada *FeatureBanks* Buat *line* Kiri (atas) dan kanan (bawah) dari Hulu ke Hilir. Setelah itu cek atribut, sudah ada nilai *slope length*.
 - c. Copy dari existing *stream centerline* ke *flowpath*) *Stream Centerline:River*. Kemudian Buat garis *Flowpaths* dengan mengaktifkan *vertex snapping* (kalau membuat flow tepat diatas bank) pilih edit untuk membuat flowpath diluar *Banks*, maupun diatas *bank* kemudian pilih *Select flowpath assign,Line type: Left* (Atas kalau hulunya dari kiri ke kanan), *Center(chanel)*, *Right* (Bawah kalau hulunya dari kiri ke kanan), *left* (Bawah kalau hulunya dari Kanan ke kiri), *Center(chanel)*, *Right* (Atas kalau hulunya dari kanan ke kiri).
 - d. *XS Cut Lines* untuk membuat cross section dengan menarik garik lurus dari arah kiri ke kanan menghadap ke hilir. Kemudian edit cross section apabila penampang yang di hasilkan tidak sesuai.
 - e. Buat *River3D* pada *Ras Layer Stream Centerline Attribut* dan *XSCutLines3DRas LayerXS Cut Lines*. Selanjutnya Export RAS Data.
4. Penyiapan Syarat Awal dan Syarat Batas
 - a. Penyiapan data debit sungai Paddangeng periode 2, 5, 10, 20, 50,100 hingga 200 tahun kala ulang.
 5. Pemilihan Skenario Aliran
 - a. Terdapat 2 skenario aliran yang digunakan pada Softwere HECRAS yaitu Aliran *Steady* dan aliran *unsteady*. Aliran *steady* ialah suatu aliran fluida yang tidak memiliki perubahan kecepatan terhadap semua titik dalam aliran tersebut dan aliran *unsteady* ialah ketika dalam aliran tersebut terjadi perubahan kecepatan terhadap waktu.
 - b. Untuk kasus analisis genengan sungai jeneberang skenario yang digunakan ialah aliran *steady*.

E. Bagan Alir Penelitian



Gambar 11. Bagan Alir Penelitian

BAB IV

ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi curah hujan berdasarkan data hujan harian maximum terjadi setiap tahun bersumber dari pos pencatat curah hujan stasiun Salobunne, stasiun Leworeng, dan stasiun Lapajung tercatat selama 10 tahun sejak 2008 sampai dengan 2017.

1. Analisis Curah Hujan Menggunakan Metode Poligon Thiessen

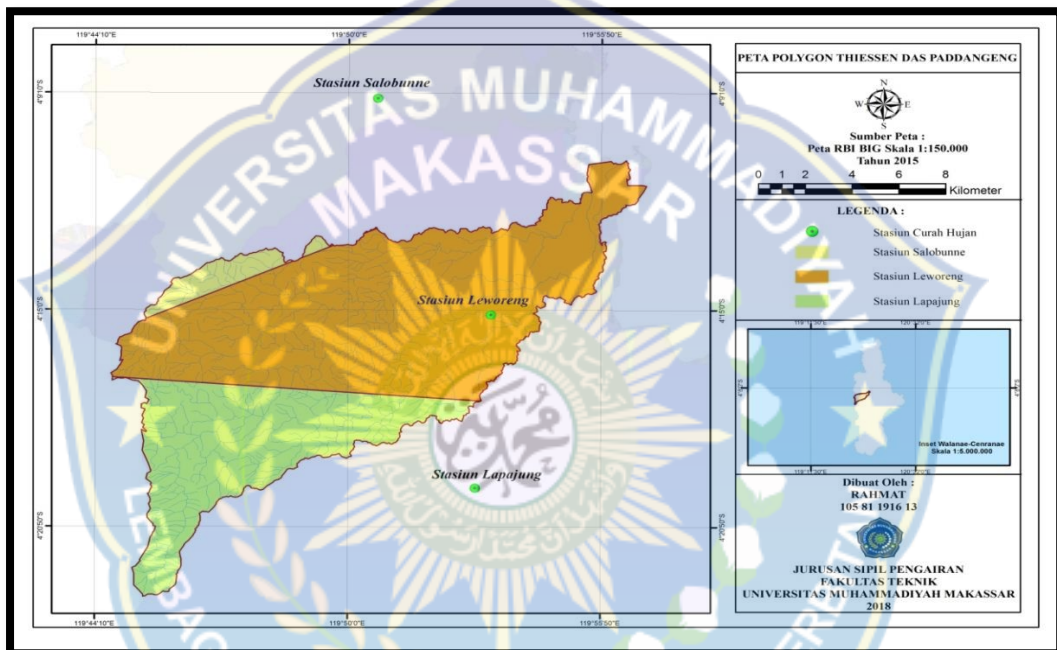
Dalam metode poligon thiessen, curah hujan rata-rata didapatkan dengan membuat poligon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan. Dengan demikian setiap stasiun penakar hujan akan terletak pada suatu wilayah poligon tertutup luas tertentu. Cara ini dipandang lebih baik dari cara rerata aljabar (Arimatik), yaitu dengan memasukkan faktor luas areal yang diwakili oleh setiap stasiun hujan. Jumlah perkalian antara tiap-tiap luas poligon dengan besar curah hujan di stasiun dalam poligon tersebut dibagi dengan luas daerah seluruh DAS akan menghasilkan nilai curah hujan rata-rata DAS.

Adapun cara membuat peta poligon Thiessen adalah :

- a. Mengambil peta lokasi stasiun hujan yang mendekati suatu DAS
- b. Menghubungkan garis antara stasiun 1 dan lainnya hingga membentuk segi tiga.

- c. Mencari garis berat kedua garis, yaitu garis yang membagi dua sama persis dan tegak lurus garis
- d. Menghubungkan ketiga garis berat segi tiga sehingga membuat titik berat yang akan membentuk polygon.

Dengan demikian cara ini dipandang lebih baik dari cara rerata aljabar karena telah memperhitungkan pengaruh letak penyebaran stasiun penakar hujan.



Gambar 12. Peta Poligon Thiessen

Dari hasil analisis peta Topografi dengan skala 1 : 150.000 diperoleh Luas Das Paddangeng sebesar 195 Km².

Tabel 2. Pembagian Hujan Rata-rata setiap stasiun

No.	Stasiun Curah Hujan	Luas (km ²)	Koefisien Thiessen
1	Salobunne	7	0,04
2	Leworeng	128	0,66
3	Lapajung	60	0,31
Total		195	1

Dari hasil analisis pembuatan poligon Thiessen, maka di peroleh hujan rata-rata masing-masing stasiun curah hujan, dimana dalam wilayah DAS terdapat 3 stasiun curah hujan dan luas daerah masing-masing stasiun curah hujan tersebut di jumlahkan sehingga total luas DAS sebesar 195 Km².

Hasil perhitungan hujan maksimum rata-rata yang dianalisis dengan poligon Thiessen adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Hujan Maksimum Harian Rata-Rata Das Paddangeng

Hujan Maksimum Harian Rata-Rata DAS Paddangeng		
NO.	Kejadian	Hujan Maksimum Harian Rata-Rata
	Tahun	
1	2008	72,45
2	2009	112,81
3	2010	98,45
4	2011	85,39
5	2012	76,09
6	2013	119,25
7	2014	72,93
8	2015	89,31
9	2016	59,47
10	2017	105,26

2. Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Dari tabel 3 curah hujan maksimum harian rata-rata diurutkan dari yang terbesar ke terkecil kemudian dapat dihitung dengan menggunakan parameter statistik.

a. Analisis Parameter Statistik

Berdasarkan tabel 4 maka dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Harga rata-rata } (\bar{X}) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \\ &= \frac{1}{10} (891.41)\end{aligned}$$

$$= 89.14$$

$$\text{Standar deviasi } (S) = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{3419.54}{9}}$$

$$= 19.49$$

$$\text{Koefisien variasi } (C_v) = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$= \frac{19.49}{89.14}$$

$$= 0,219$$

$$\text{Koefisien Skewnes } (C_s) = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$= \frac{10}{(10-1)(11-2)19.49^3} (8253.51)$$

$$= 0.029$$

$$\text{Koefisien kurtosis } (C_k) = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$= \frac{10^2 \times 2161684.80}{(10-1)(10-2)(10-3)19.49^4}$$

$$= 0.425$$

Tabel 4. Analisa 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	2008	119.25	30.11	906.77	27305.20	822231.12
2	2009	112.81	23.67	560.10	13255.62	313713.58
3	2010	105.26	16.12	259.91	4190.29	67555.25
4	2011	98.45	9.30	86.57	805.50	7494.72
5	2012	89.31	0.17	0.03	0.01	0.00
6	2013	85.39	-3.75	14.09	-52.86	198.39
7	2014	76.09	-13.05	170.37	-2223.73	29025.29
8	2015	72.93	-16.22	262.95	-4263.81	69140.26
9	2016	72.45	-16.69	278.57	-4649.49	77602.08
10	2017	59.47	-29.67	880.18	-26113.21	774724.12
	Jumlah	891.41		3419.54	8253.51	2161684.80
	Rata-rata (Xr) =	89.14				

Pemilihan jenis distribusi tergantung pada kriteria yang terdapat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 5. Kesimpulan Pemilihan Jenis Distribusi

Metode	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Normal	Cs = 0,00	Cs = 0,540	Tidak dipilih
	Ck = 3,00	Ck = 2,657	
Gumbel	Cs = 1,1396	Cs = 0,540	Tidak dipilih
	Ck = 5,4002	Ck = 2,657	
Log Pearson Type III	Tidak memenuhi sifat-sifat seperti pada kedua distribusi di atas		Dipilih

b. Perhitungan Frekuensi Curah Hujan dengan Metode Log Person III

Dari analisa parameter statistik di atas maka dapat disimpulkan jenis distribusi yang digunakan adalah Distribusi Log Pearson Type III. Adapun langkah perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Nilai rata-rata (Log } X_i) = \frac{\sum_{i=1}^{n=10} \text{Log } X_i}{4}$$

$$= \frac{19.41}{10}$$

$$= 1.94$$

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

$$= \sqrt{\frac{0.08427}{10}}$$

$$= 0.097$$

$$\text{Koefisien skewnes (C}_s) = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^{i=n} (\log X_i - X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S_x^3}$$

$$= \frac{10 \cdot (-0.00118)}{(10-1)(10-1)0.097^3}$$

$$= -0.01813$$

Hitung curah hujan rencana untuk kala ulang 2 tahun

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_i + G \cdot S_x$$

$$= 1.94 + (-0.01813) \cdot (0.097)$$

$$= 1.941$$

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

$$X_t = 87.260$$

Untuk langkah perhitungan periode ulang tahun (t) selanjutnya sama dengan di atas. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Perhitungan Curah Rencana dengan Distribusi Log Pearson Type III

No.	Periode Ulang Tahun (t)	P (%)	Xi	Log Xi	(Log Xi - Log Xrt) ²	(Log Xi - Log Xrt) ³
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	11.00	9.091	119.25	2.076	0.01848	0.00251
2	6.00	18.182	112.81	2.052	0.01250	0.00140
3	4.33	27.273	105.26	2.022	0.00668	0.00055
4	3.50	36.364	98.45	1.993	0.00278	0.00015
5	3.00	45.455	89.31	1.951	0.00011	0.00000
6	2.67	54.545	85.39	1.931	0.00008	0.00000
7	2.43	63.636	76.09	1.881	0.00350	-0.00021
8	2.25	72.727	72.93	1.863	0.00603	-0.00047
9	2.11	81.818	72.45	1.860	0.00648	-0.00052
10	2.00	90.909	59.47	1.774	0.02762	-0.00459
Jumlah			891	19.41	0.08427	-0.00118
Rata-Rata			89.14	1.94	0.00843	-0.00022

Tabel 7. Perhitungan Curah Hujan Rencana untuk Peride Ulang Tahun (t) dengan Distribusi Log Pearson Type III

No.	Periode Ulang Tahun (t)	P (%)	G	Log Xi	Rt
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	2	50	0,003	1,941	87,260
2	5	20	0,843	2,022	105,211
3	10	10	1,280	2,064	115,973
4	25	4	1,745	2,109	128,627
5	50	2	2,044	2,138	137,505
6	100	1	2,313	2,164	145,978
7	200	0,5	2,559	2,188	154,216

3. Analisis Debit Banjir Rencana Metode HSS Nakayasu

Persamaan yang digunakan untuk menghitung Hidrograf satuan Sintetis

Nakayasu adalah :

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 (0,3 t_p + T_{0,3})}$$

Dimana :

Q_p = Debit Puncak Banjir (m³/det)

R_0 = Hujan Satuan (mm)

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

$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari debit puncak sampai menjadi 30 % dari debit puncak (jam)

Diketahui :

Luas Das = 195 Km²

Panjang Sungai (L) = 45.8 Km

Koefisien Limpasan (C) = 0.75

Penyelesaian :

1.) Waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (T_g)

$$T_g = 0.40 + 0.058 L$$

$$T_g = 0.40 + 0.058 \times 45.8$$

$$T_g = 3.056 \text{ Jam}$$

2.) Lama Hujan Efektif (T_r)

$$T_r = 0.8 \times T_g$$

$$T_r = 0.8 \times 3.056$$

$$T_r = 2.445 \text{ jam}$$

3.) Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (T_p)

$$T_p = T_g + 0,8 T_r$$

$$T_p = 3.056 + 0,8 \times 2.445$$

$$T_p = 5.012 \text{ jam}$$

4.) Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak ($T_{0,3}$)

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g$$

$$T_{0,3} = 0,8 \times 3.056$$

$$T_{0,3} = 4.569$$

5.) Debit puncak banjir (Q_p)

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

$$= 8.920 \text{ m}^3/\text{det}$$

6.) Waktu naik dan waktu turun menggunakan persamaan hidrograf satuan perhitungan ada pada tabel.

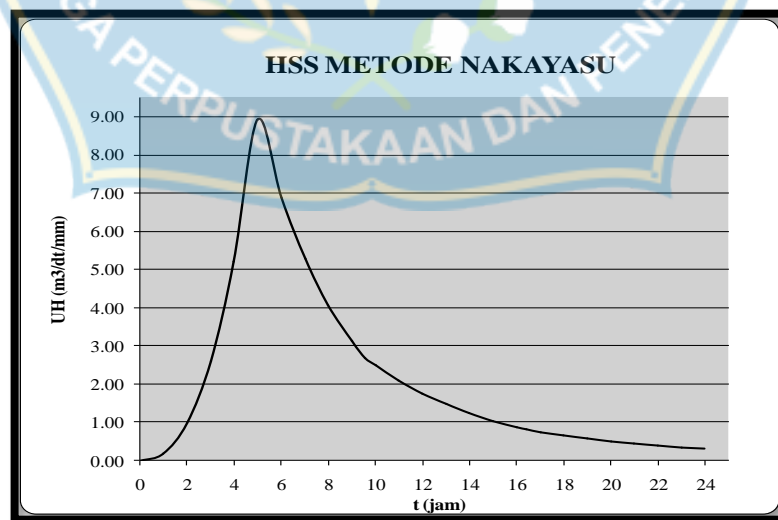
Tabel 8. Ordinat Unit Hidrograf

t (jam)	Q (m ³ /dt)	Ket
(1)	(2)	(3)
0,000	0,00000	Qd0
1,000	0,18630	
2,000	0,98330	
3,000	2,60200	
4,000	5,18991	
5,012	8,91960	Qd1
6,000	6,87599	
7,000	5,28318	
8,000	4,05934	
9,000	3,11900	
9,582	2,67588	

Lanjutan Tabel 8

(1)	(2)	(3)
10.000	2.48622	Qd2
11.000	2.08567	
12.000	1.74965	
13.000	1.46777	
14.000	1.23130	
15.000	1.03293	
16.000	0.86652	
0.000	14.40366	
17.000	0.74518	Qd3
18.000	0.65319	
19.000	0.57256	
20.000	0.50188	
21.000	0.43993	
22.000	0.38562	
23.000	0.33802	
24.000	0.29629	

Dari hasil perhitungan debit puncak banjir (Q_p) pada jam ke 5.012 di peroleh debit puncak banjir sebesar $8.92 \text{ m}^3/\text{dt}$



Gambar 13. Grafik Hidrograf Hujan Rancangan Nakayasu

Tabel 9. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode ulang 2 tahun

Jam	Qt	Akibat Hujan jam-jaman					Qbanjir
Ke	(m ³ /dt)	38.272	9.948	6.978	5.555	4.691	(m ³ /dt)
0.000	0.000	0.000					0.000
1.000	0.186	7.130	0.000				7.130
2.000	0.983	37.633	1.853	0.000			39.487
3.000	2.602	99.584	9.782	1.300	0.000		110.666
4.000	5.190	198.630	25.884	6.862	1.035	0.000	232.410
5.012	8.920	341.373	51.628	18.157	5.463	0.874	417.495
6.000	6.876	263.160	88.730	36.216	14.455	4.613	407.174
7.000	5.283	202.199	68.401	62.242	28.831	12.207	373.880
8.000	4.059	155.360	52.556	47.982	49.551	24.347	329.795
9.000	3.119	119.371	40.381	36.867	38.198	41.844	276.661
9.582	2.676	102.412	31.027	28.327	29.350	32.257	223.372
10.000	2.486	95.153	26.619	21.765	22.551	24.785	190.872
11.000	2.086	79.823	24.732	18.673	17.327	19.043	159.598
12.000	1.750	66.963	20.748	17.349	14.865	14.632	134.557
13.000	1.468	56.175	17.405	14.554	13.812	12.553	114.499
14.000	1.231	47.125	14.601	12.209	11.586	11.663	97.185
15.000	1.033	39.533	12.249	10.242	9.720	9.784	81.528
16.000	0.867	33.164	10.275	8.592	8.154	8.208	68.393
16.435	0.803	30.724	8.620	7.208	6.840	6.886	60.277
17.000	0.745	28.520	7.986	6.047	5.738	5.776	54.067
18.000	0.653	24.999	7.413	5.602	4.814	4.846	47.673
19.000	0.573	21.913	6.498	5.200	4.460	4.065	42.136
20.000	0.502	19.208	5.696	4.558	4.140	3.766	37.368
21.000	0.440	16.837	4.993	3.995	3.629	3.496	32.949
22.000	0.386	14.759	4.376	3.502	3.181	3.064	28.882
23.000	0.338	12.937	3.836	3.070	2.788	2.686	25.317
24.000	0.296	11.340	3.363	2.691	2.444	2.354	22.192

Tabel 10. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode ulang 5 tahun

Jam	Qt	Akibat Hujan jam-jaman					Qbanjir
Ke	(m ³ /dt)	46.146	11.994	8.414	6.698	5.656	(m ³ /dt)
0.000	0.000						0.000
1.000	0.186	8.597					8.597
2.000	0.983	45.375	2.235				47.610
3.000	2.602	120.071	11.794	1.567			133.432
4.000	5.190	239.492	31.209	8.273	1.248		280.222
5.012	8.920	411.601	62.249	21.892	6.586	1.054	503.383
6.000	6.876	317.297	106.984	43.666	17.428	5.562	490.938
7.000	5.283	243.796	82.472	75.047	34.763	14.718	450.795
8.000	4.059	187.321	63.368	57.852	59.745	29.356	397.641
9.000	3.119	143.928	48.689	44.451	46.056	50.452	333.576
9.582	2.676	123.480	37.410	34.154	35.387	38.893	269.324
10.000	2.486	114.728	32.095	26.242	27.190	29.883	230.139
11.000	2.086	96.245	29.820	22.514	20.891	22.961	192.431
12.000	1.750	80.739	25.016	20.918	17.923	17.642	162.239
13.000	1.468	67.731	20.986	17.548	16.653	15.136	138.054
14.000	1.231	56.819	17.605	14.721	13.970	14.063	117.178
15.000	1.033	47.665	14.769	12.349	11.719	11.797	98.300
16.000	0.867	39.986	12.389	10.360	9.831	9.897	82.463
16.435	0.803	37.044	10.393	8.691	8.247	8.302	72.678
17.000	0.745	34.387	9.629	7.291	6.919	6.965	65.189
18.000	0.653	30.142	8.938	6.754	5.804	5.843	57.481
19.000	0.573	26.421	7.835	6.270	5.377	4.901	50.804
20.000	0.502	23.160	6.867	5.496	4.991	4.541	45.055
21.000	0.440	20.301	6.020	4.817	4.375	4.215	39.728
22.000	0.386	17.795	5.277	4.223	3.835	3.695	34.824
23.000	0.338	15.598	4.625	3.701	3.362	3.239	30.525
24.000	0.296	13.673	4.054	3.244	2.947	2.839	26.757

Tabel 11. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode ulang 25 tahun

Jam	Qt	Akibat Hujan jam-jaman					Qbanjir
Ke	(m ³ /dt)	56.416	14.664	10.286	8.189	6.915	(m ³ /dt)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	0.186	10.510	0.000	0.000	0.000	0.000	10.510
2.000	0.983	55.474	2.732	0.000	0.000	0.000	58.206
3.000	2.602	146.795	14.419	1.916	0.000	0.000	163.130
4.000	5.190	292.796	38.155	10.115	1.526	0.000	342.591
5.012	8.920	503.211	76.104	26.765	8.052	1.288	615.421
6.000	6.876	387.918	130.795	53.385	21.308	6.800	600.206
7.000	5.283	298.058	100.828	91.750	42.500	17.993	551.129
8.000	4.059	229.013	77.471	70.729	73.042	35.889	486.144
9.000	3.119	175.963	59.525	54.344	56.307	61.681	407.820
9.582	2.676	150.963	45.736	41.756	43.264	47.549	329.268
10.000	2.486	140.263	39.239	32.083	33.242	36.534	281.361
11.000	2.086	117.666	36.457	27.525	25.541	28.071	235.261
12.000	1.750	98.709	30.584	25.574	21.913	21.569	198.348
13.000	1.468	82.806	25.657	21.454	20.359	18.504	168.781
14.000	1.231	69.466	21.523	17.997	17.079	17.193	143.258
15.000	1.033	58.274	18.056	15.098	14.328	14.423	120.179
16.000	0.867	48.886	15.147	12.666	12.019	12.099	100.817
16.435	0.803	45.289	12.706	10.625	10.083	10.150	88.854
17.000	0.745	42.040	11.772	8.913	8.459	8.515	79.699
18.000	0.653	36.851	10.927	8.257	7.096	7.143	70.274
19.000	0.573	32.302	9.578	7.665	6.574	5.992	62.111
20.000	0.502	28.314	8.396	6.719	6.102	5.551	55.083
21.000	0.440	24.819	7.359	5.890	5.349	5.153	48.570
22.000	0.386	21.755	6.451	5.163	4.689	4.517	42.574
23.000	0.338	19.070	5.655	4.525	4.110	3.959	37.319
24.000	0.296	16.716	4.957	3.967	3.603	3.471	32.712

Tabel 12. Hidrograf Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu dengan periode ulang 200 tahun

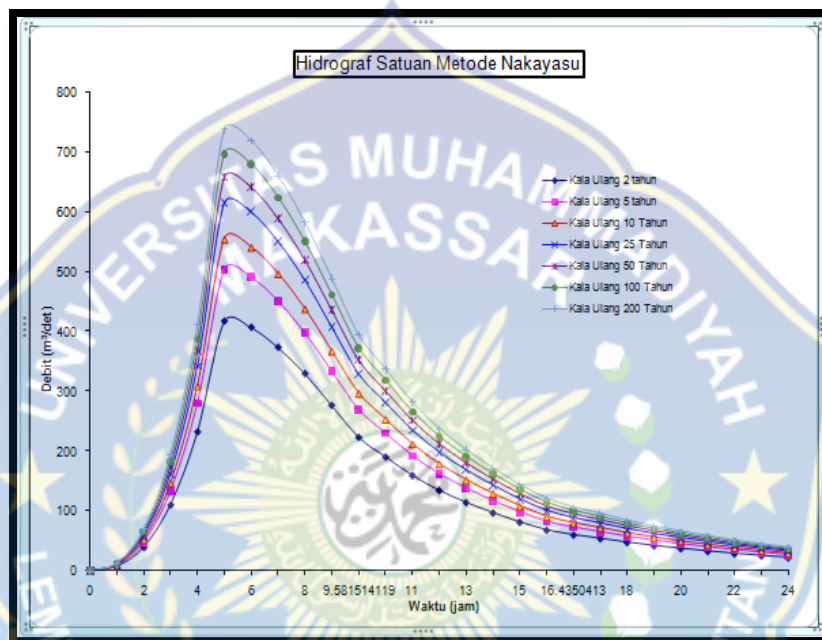
Jam	Qt	Akibat Hujan jam-jaman					Qbanjir
Ke	(m ³ /dt)	67.639	17.581	12.333	9.818	8.291	(m ³ /dt)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.000	0.186	12.601	0.000	0.000	0.000	0.000	12.601
2.000	0.983	66.510	3.275	0.000	0.000	0.000	69.785
3.000	2.602	175.997	17.287	2.298	0.000	0.000	195.582
4.000	5.190	351.042	45.745	12.127	1.829	0.000	410.744
5.012	8.920	603.316	91.243	32.089	9.654	1.545	737.848
6.000	6.876	465.088	156.815	64.005	25.546	8.152	719.606
7.000	5.283	357.351	120.886	110.002	50.954	21.573	660.766
8.000	4.059	274.571	92.883	84.799	87.572	43.029	582.854
9.000	3.119	210.967	71.367	65.155	67.508	73.951	488.949
9.582	2.676	180.995	54.835	50.062	51.870	57.008	394.770
10.000	2.486	168.166	47.044	38.465	39.854	43.802	337.333
11.000	2.086	141.073	43.710	33.001	30.622	33.656	282.062
12.000	1.750	118.346	36.668	30.661	26.272	25.859	237.806
13.000	1.468	99.279	30.761	25.722	24.410	22.185	202.356
14.000	1.231	83.285	25.805	21.578	20.477	20.613	171.757
15.000	1.033	69.867	21.647	18.101	17.178	17.292	144.086
16.000	0.867	58.611	18.160	15.185	14.411	14.506	120.873
16.435	0.803	54.298	15.234	12.739	12.089	12.169	106.529
17.000	0.745	50.404	14.113	10.686	10.141	10.209	95.553
18.000	0.653	44.182	13.101	9.900	8.507	8.564	84.254
19.000	0.573	38.728	11.484	9.190	7.882	7.184	74.467
20.000	0.502	33.947	10.066	8.056	7.316	6.656	66.040
21.000	0.440	29.756	8.824	7.061	6.413	6.178	58.232
22.000	0.386	26.083	7.734	6.189	5.621	5.416	51.044
23.000	0.338	22.863	6.780	5.425	4.927	4.747	44.743
24.000	0.296	20.041	5.943	4.756	4.319	4.161	39.220

Tabel 13. Rekapitulasi Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu

Jam	Kala Ulang						
	2	5	10	25	50	100	200
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	7.13	8.60	9.48	10.51	11.24	11.93	12.60
2	39.49	47.61	52.48	58.21	62.22	66.06	69.79
3	110.67	133.43	147.08	163.13	174.39	185.14	195.58
4	232.41	280.22	308.89	342.59	366.24	388.80	410.74
5.0125	417.50	503.38	554.87	615.42	657.90	698.44	737.85
6	407.17	490.94	541.16	600.21	641.63	681.17	719.61
7	373.88	450.80	496.91	551.13	589.17	625.47	660.77
8	329.80	397.64	438.32	486.14	519.70	551.72	582.85
9	276.66	333.58	367.70	407.82	435.97	462.83	488.95
9.58151	223.37	269.32	296.87	329.27	351.99	373.68	394.77
10	190.87	230.14	253.68	281.36	300.78	319.31	337.33
11	159.60	192.43	212.11	235.26	251.50	267.00	282.06
12	134.56	162.24	178.83	198.35	212.04	225.10	237.81
13	114.50	138.05	152.18	168.78	180.43	191.55	202.36
14	97.19	117.18	129.16	143.26	153.15	162.58	171.76
15	81.53	98.30	108.35	120.18	128.47	136.39	144.09
16	68.39	82.46	90.90	100.82	107.78	114.42	120.87
16.435	60.28	72.68	80.11	88.85	94.99	100.84	106.53
17	54.07	65.19	71.86	79.70	85.20	90.45	95.55
18	47.67	57.48	63.36	70.27	75.12	79.75	84.25
19	42.14	50.80	56.00	62.11	66.40	70.49	74.47
20	37.37	45.05	49.66	55.08	58.88	62.51	66.04
21	32.95	39.73	43.79	48.57	51.92	55.12	58.23
22	28.88	34.82	38.39	42.57	45.51	48.32	51.04
23	25.32	30.52	33.65	37.32	39.89	42.35	44.74
24	22.19	26.76	29.49	32.71	34.97	37.12	39.22
Qmax	417.50	503.38	554.87	615.42	657.90	698.44	737.85

Dari rekapitulasi debit banjir rancangan di atas, dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 diambil nilai yang maksimum yang terjadi pada jam ke-5. Kala ulang 2 tahun, dengan debit rancangan sebesar 417.50 m³/dtk. Kala ulang 5 tahun, debit rancangan sebesar 503.38 m³/dtk. Kala ulang 10 tahun, debit rancangan

sebesar 554.87 m³/dtk. Kala ulang 25 tahun, debit rancangan sebesar 615.42 m³/dtk. Kala ulang 50 tahun, debit rancangan sebesar 657.90 m³/dtk. Kala ulang 100 tahun, debit rancangan sebesar 698.44 m³/dtk. Dan kala ulang 200 tahun, debit rancangan sebesar 737.85 m³/dtk. Dari rekapitulasi banjir rancangan di atas, maka dibuat grafik hidrograf banjir Das Paddangeng seperti pada gambar 14.



Gambar 14. Grafik Hidrograf Banjir Metode HSS Nakayasu

B. Hasil Pengolahan Data Morfologi Sungai

1. Data TIN (Trimgular Irregular Network)

Data Tin Sungai Paddageng di peroleh dari Demnas 8.1m kemudian di konversi dalam bentuk TIN yang merupakan model data topologi berbasis vektor yang digunakan untuk mempresentasikan rupa bumi (terrain). TIN mempresentasikan bentuk permukaan bumi yang diperoleh dari titik-titik yang tersebar secara tidak teratur serta membentuk jaringan segitiga tidak beraturan yang saling berhubungan. Masing-masing segitiga terdiri dari tiga vertex yang mempunyai koordinat lokasi x, y dan elevasi (z). TIN merupakan DED (Digital

Elevation Data) yang disimpan dalam format vector. Data TIN ini selanjutnya akan digunakan untuk membuat data geometri sungai seperti yang ditunjukkan pada Gambar berikut ini:



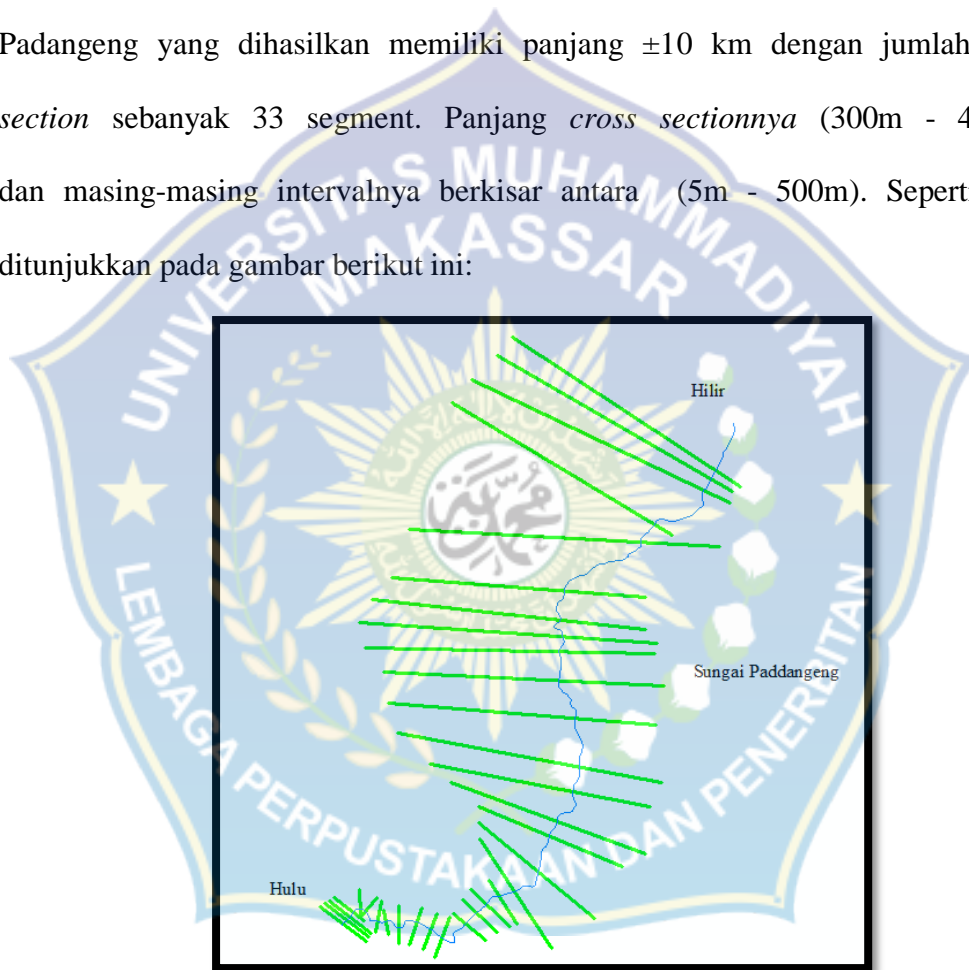
Gambar 15. Data DEMNAS 8m Sungai Paddangeng



Gambar 16. Data TIN Sungai Paddangeng

2. Geometri Sungai Paddangeng

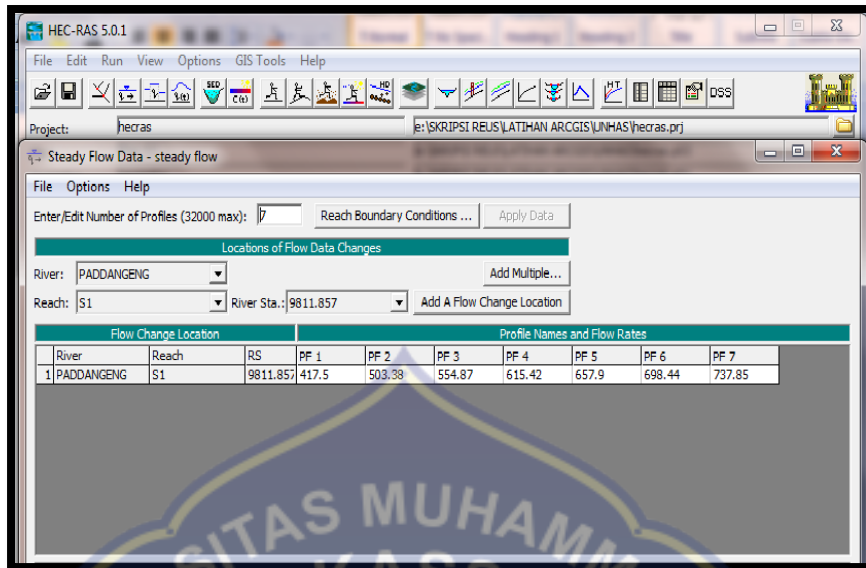
Data geometri sungai ialah skematisasi model shortcut Sungai Paddangeng yang dibuat dalam geometri data window. Input data yang diperlukan meliputi panjang jangkauan sungai, titik *Bank*, *Over Bank*, *Cross Section* dan nilai *manning* untuk menghasilkan data morfologi sungai. Morfologi Sungai Padangeng yang dihasilkan memiliki panjang ± 10 km dengan jumlah *cross section* sebanyak 33 segment. Panjang *cross section*nya (300m - 4000m) dan masing-masing intervalnya berkisar antara (5m - 500m). Seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 17. Data Morfologi Sungai Paddangeng

3. Data Steady Flow

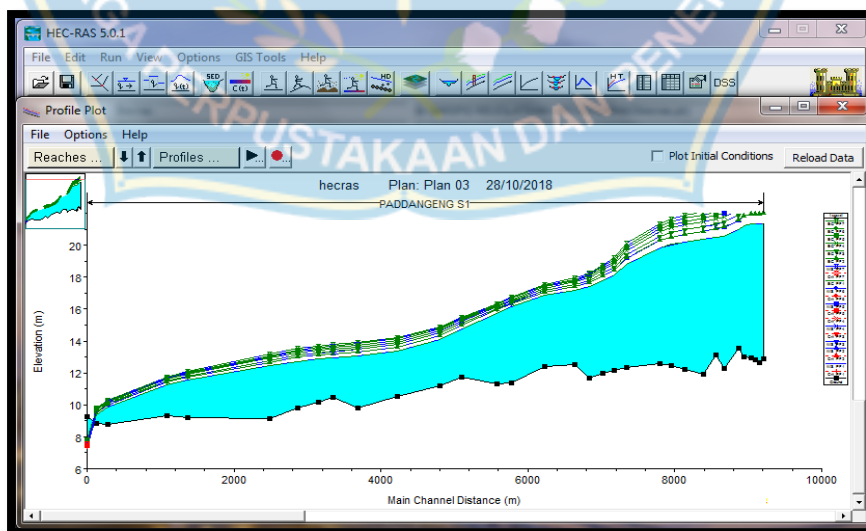
Data syarat awal yang di input ialah data debit rencana periode kala ulang dan syarat batasnya. Seperti yang di tunjukkan pada dua layer HEC-RAS berikut ini:



Gambar 18. Input Data Debit Rencana dan Syarat Batas

4. Hasil Running Hecras

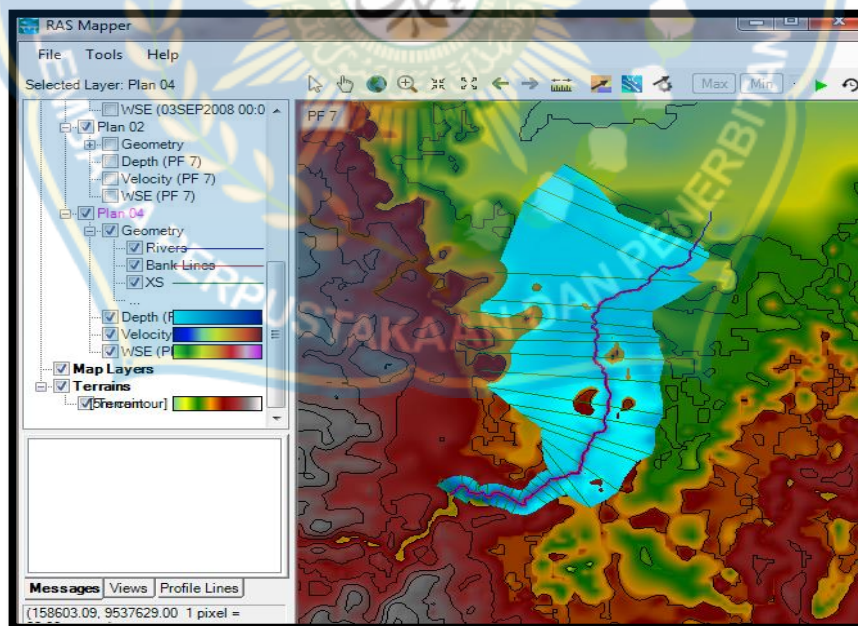
Setelah dilakukan pemodelan geometri didapatkan hasil pemodelan hidraulika kapasitas penampang Sungai Paddangeng pada debit banjir rencana 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun. Profil muka airnya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 19. Profil tinggi muka air sungai Paddangeng

Hasil dari pengolahan HECRAS ini memperlihatkan kapasitas angkut penampang Sungai Paddangeng. Pada (**Gambar 19**) yang menunjukkan beberapa area bantaran sungai tidak dapat lagi menampung tingginya debit aliran sungai. Terlihat dari beberapa station *cross section* yang dibuat permukaan air yang dihasilkan melewati LOB (*Left Over bank*) dan ROB (*Right Over bank*). Sehingga menimbulkan genangan di sekitarnya.

Pada (**Gambar 20**) merupakan hasil analisa dari integrasi antara Hec-GeoRAS dengan ArcGis. Dimana pada gambar tersebut dapat dilihat area yang tergenang pada beberapa kala ulang dengan *overlay* antara tinggi muka air dari HEC-RAS dengan data topografi (TIN). Sehingga segment sungai yang melewati tinggi bantaran di kanan (ROB) atau kiri sungai (LOB) akan tergenang.



Gambar 20. Hasil simulasi genangan banjir

5. Analisis Genangan Banjir Berdasarkan Debit Kala Ulang

Debit kala ulang (2 Tahun) dengan nilai debit 417.50 m³/det. Hasilnya menunjukkan daerah yang tergenang ialah Kabupaten Soppeng, Kecamatan Donri-donri sekitar wilayah Desa Kessing, Desa Leworeng, Desa Tottong dan Kecamatan Marioriawa sekitar wilayah Desa Patampanua. Luas keseluruhan genangan pada debit rencana ini 1353 Ha. Dengan presentase genangan terluas di Kecamatan Donri-donri Desa Kessing Kabupaten Soppeng seluas 858.2 Ha dan terkecil di Desa Tottong sekitar 8.81 Ha. Jelasnya dapat dilihat pada gambar 22 analisis gabungan banjir berdasarkan debit kala ulang 2 tahun.

Pada kala ulang (5 Tahun) dengan nilai debit 503.38 m³/det. Hasilnya menunjukkan daerah yang tergenang ialah Kabupaten Soppeng, Kecamatan Donri-donri sekitar wilayah Desa Kessing, Desa Leworeng, Desa Tottong dan Kecamatan Marioriawa sekitar wilayah Desa Patampanua. Luas keseluruhan genangan pada debit rencana ini 1407 Ha. Dengan presentase genangan terluas di Kecamatan Donri-donri Desa Kessing Kabupaten Soppeng seluas 884.6 Ha dan terkecil di Desa Tottong sekitar 9.355 Ha. Jelasnya dapat dilihat pada gambar 23 analisis gabungan banjir berdasarkan debit kala ulang 5 tahun.

Pada kala ulang (10 Tahun) dengan nilai debit 554.87 m³/det. Hasilnya menunjukkan daerah yang tergenang ialah Kabupaten Soppeng, Kecamatan Donri-donri sekitar wilayah Desa Kessing, Desa Leworeng, Desa Tottong dan Kecamatan Marioriawa sekitar wilayah Desa Patampanua. Luas keseluruhan genangan pada debit rencana ini 1430 Ha. Dengan presentase genangan terluas di Kecamatan Donri-donri Desa Kessing Kabupaten Soppeng seluas 906.3 Ha dan terkecil di Desa Tottong sekitar 8.921 Ha.

Pada kala ulang (25 Tahun) dengan nilai debit 615.42 m³/det. Hasilnya menunjukkan daerah yang tergenang ialah Kabupaten Soppeng, Kecamatan Donri-donri sekitar wilayah Desa Kessing, Desa Leworeng, Desa Tottong dan Kecamatan Marioriawa sekitar wilayah Desa Patampanua. Luas keseluruhan genangan pada debit rencana ini 1469 Ha. Dengan presentase genangan terluas di Kecamatan Donri-donri Desa Kessing Kabupaten Soppeng seluas 913.6 Ha dan terkecil di Desa Tottong sekitar 9.733 Ha. Jelasnya dapat dilihat pada gambar 24 analisis gabungan banjir berdasarkan debit kala ulang 25 tahun.

Pada kala ulang (50 Tahun) dengan nilai debit 657.90 m³/det. Hasilnya menunjukkan daerah yang tergenang ialah Kabupaten Soppeng, Kecamatan Donri-donri sekitar wilayah Desa Kessing, Desa Leworeng, Desa Tottong dan Kecamatan Marioriawa sekitar wilayah Desa Patampanua. Luas keseluruhan genangan pada debit rencana ini 1469 Ha. Dengan presentase genangan terluas di Kecamatan Donri-donri Desa Kessing Kabupaten Soppeng seluas 927 Ha dan terkecil di Desa Tottong sekitar 7.442 Ha.

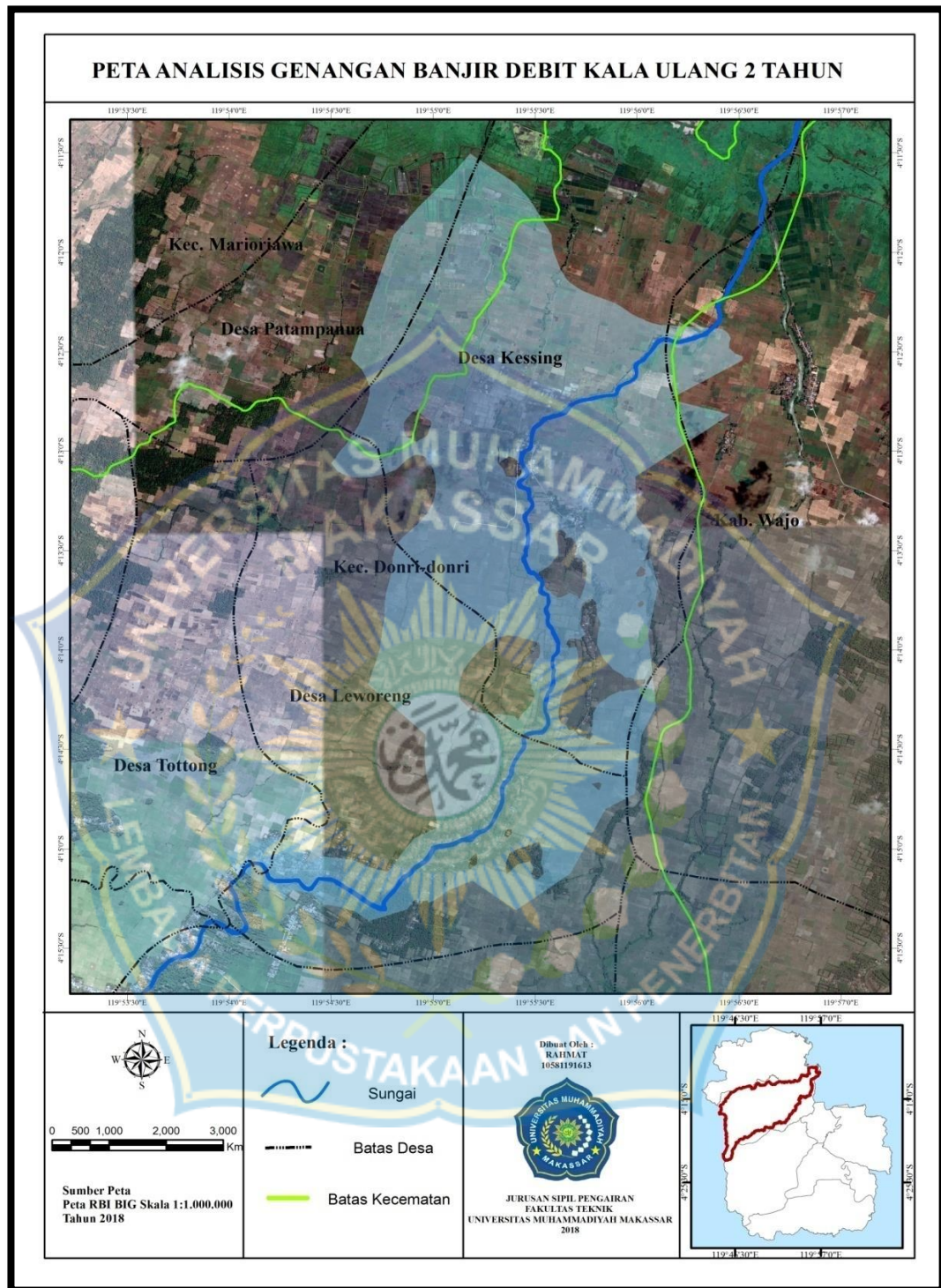
Pada kala ulang (100 Tahun) dengan nilai debit 698.44 m³/det. Hasilnya menunjukkan daerah yang tergenang ialah Kabupaten Soppeng, Kecamatan Donri-donri sekitar wilayah Desa Kessing, Desa Leworeng, Desa Tottong dan Kecamatan Marioriawa sekitar wilayah Desa Patampanua. Luas keseluruhan genangan pada debit rencana ini 1501 Ha. Dengan presentase genangan terluas di Kecamatan Donri-donri Desa Kessing Kabupaten Soppeng seluas 929.8 Ha dan terkecil di Desa Tottong sekitar 8.662 Ha.

Pada kala ulang (200 Tahun) dengan nilai debit 737.85 m³/det. Hasilnya menunjukkan daerah yang tergenang ialah Kabupaten Soppeng, Kecamatan Donri-donri sekitar wilayah Desa Kessing, Desa Leworeng, Desa Tottong dan Kecamatan Marioriawa sekitar wilayah Desa Patampanua. Luas keseluruhan genangan pada debit rencana ini 1507 Ha. Dengan presentase genangan terluas di Kecamatan Donri-donri Desa Kessing Kabupaten Soppeng seluas 951.8 Ha dan terkecil di Desa Tottong sekitar 8.817 Ha. Jelasnya dapat dilihat pada gambar 25 analisis gabungan banjir berdasarkan debit kala ulang 200 tahun.

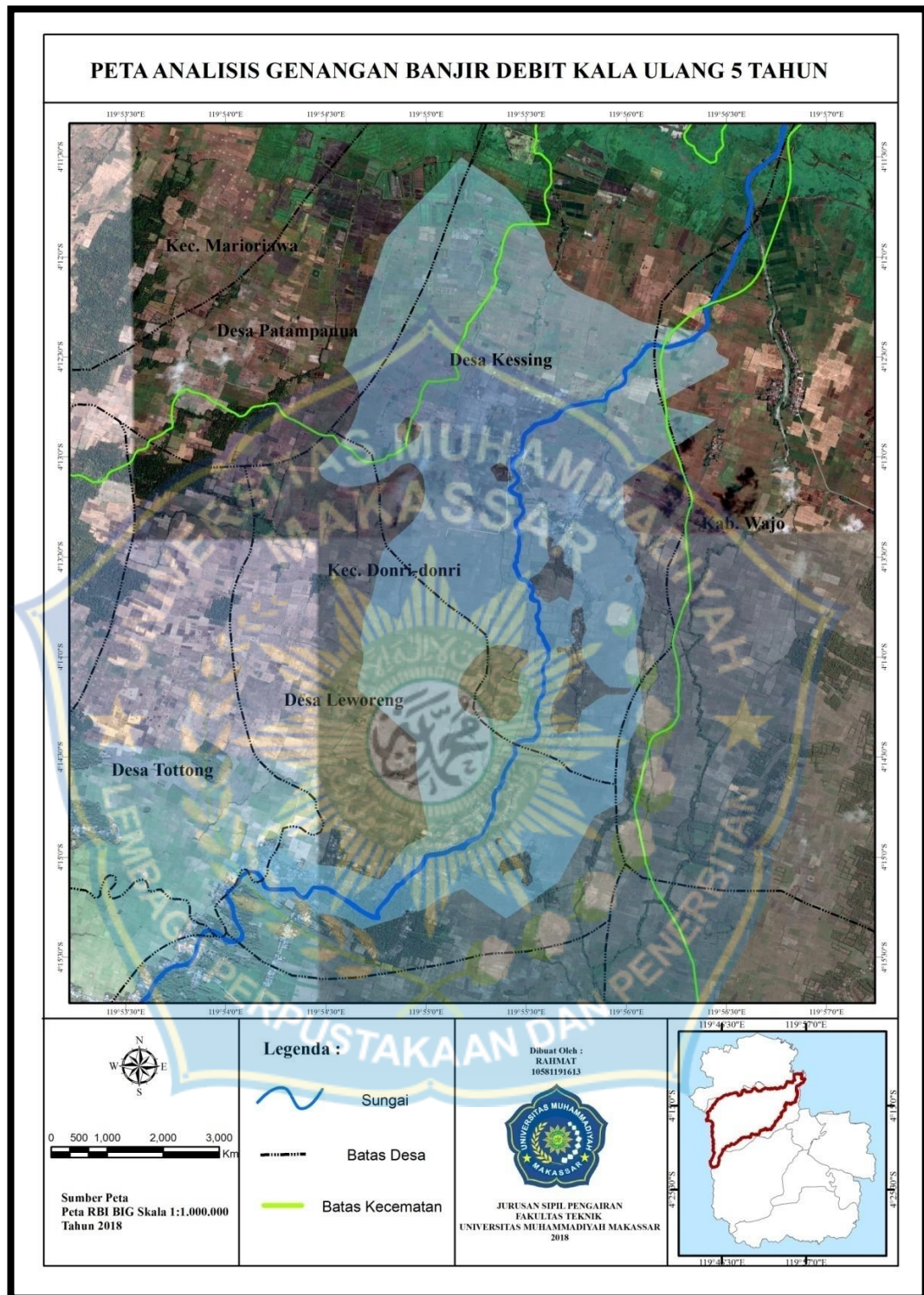
Hasil analisis debit kala ulang dan luas genangan di beberapa daerah berdasarkan debit rencana 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 Tahun secara detail disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 13. Luas Daerah Genangan di Sungai Paddangeng

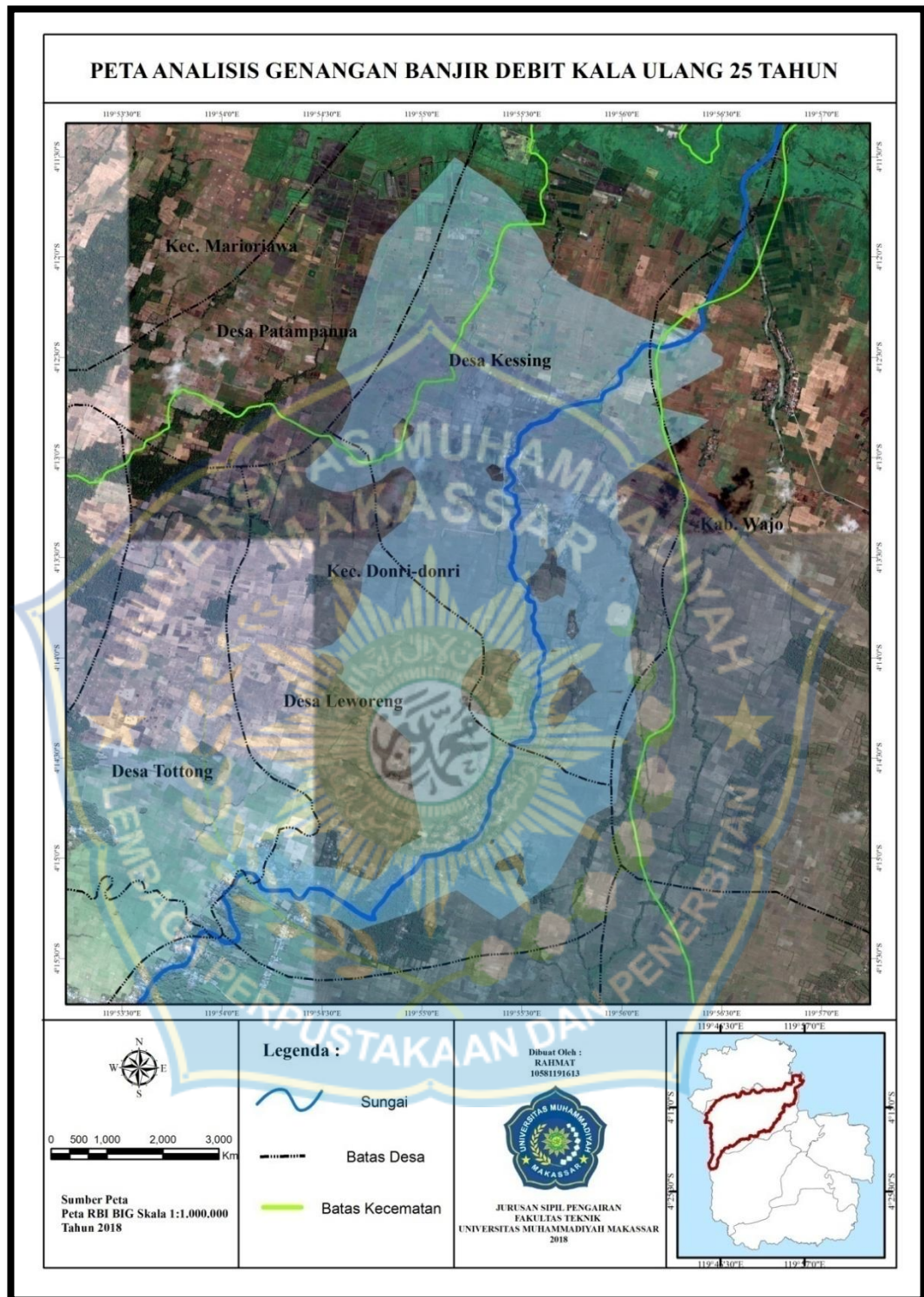
Daerah Genangan	Luas Genangan (Ha)						
	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100	Q200
Kecamatan Donri-donri							
a. Desa Kessing	858.2	884.6	906.3	913.6	927	929.8	951.8
b. Desa Leworeng	407.4	429.8	436.1	459	468.5	478.7	466.8
c. Desa Tottong	8.81	9.355	8.921	9.733	7.442	8.662	8.817
Kecamatan Marioriawa							
a. Desa Patampanua	78.9	82.82	78.72	86.73	75.18	83.31	79.47
Total Genangan	1353	1407	1430	1469	1478	1501	1507



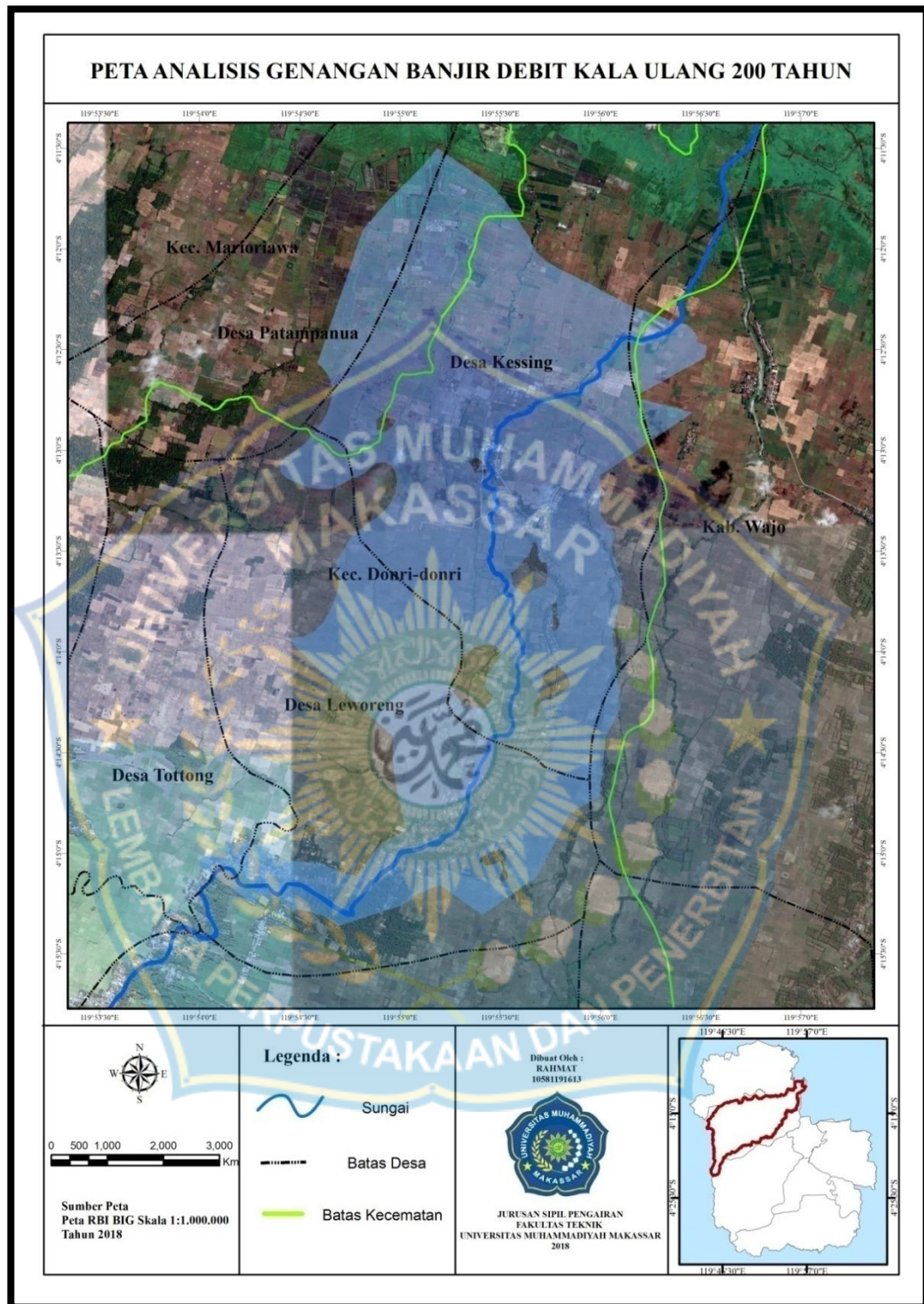
Gambar 21. Peta analisis genangan banjir periode kala ulang 2 tahun



Gambar 22. Peta analisis genangan banjir periode kala ulang 5 tahun



Gambar 23. Peta analisis genangan banjir periode kala ulang 25 tahun



Gambar 24. Peta analisis genangan banjir periode kala ulang 200 tahun

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Telah Dilakukan perhitungan debit kala ulang menggunakan Metode Distribusi Log Pearson Tipe III. Diperoleh hasil genangan pada kala ulang 2 Tahun debit 417.50 m³/det seluas 1353 Ha, kala ulang 5 Tahun nilai debit 503.38 m³/det seluas 1407 Ha, kala ulang 10 Tahun nilai debit 554.87 m³/det seluas 1430 Ha, kala ulang 25 Tahun nilai debit 615.42 m³/det seluas 1469 Ha, kala ulang 50 Tahun nilai debit 657.90 m³/det seluas 1469 Ha, kala ulang 100 Tahun nilai debit 698.44 m³/det seluas 1501 Ha, dan kala ulang 200 Tahun dengan nilai debit 737.85 m³/det seluas 1507 Ha.
2. Pola genangan yang dihasilkan berada di 2 Kecamatan. Pertama Kecamatan Donri-donri tepatnya di Desa Kessing, Desa Leworeng, dan Desa Tottong. Kedua di Wilayah Kecamatan Marioriawa tepatnya di Desa Patampanua. Daerah yang memiliki genangan terluas berada di Kecamatan Donri-donri , Desa Kessing dikarenakan daerah tersebut memiliki aspek topografi yang relatif landai.

B. Saran

Diharapkan agar penelitian yang dilakukan dapat bermanfaat bagi masyarakat sekitar lokasi penelitian, sehingga kejadian seperti genangan ini dapat di antisipasi dengan membuat tanggul yang lebih efektif lagi. Dan pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan simulasi unsteady dengan menggunakan data topografi yang mempunyai resolusi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2017. DD Pengendalian Banjir Sungai Walanae Kabupaten Soppeng. PT. Surya Perkasa Raya. Kendari
- Ahira, Rafidah. 2011. Analisis Genangan Permukaan Akibat Pembangunan PLTA Sungai Salo Uro. Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar
- Aprilia, 2012. Analisis Genangan di Jalan Prof. Dr. Supomo, Surakarta. Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Arnolf 1989, dalam Arif 2016. Model Geospasial Sistem Penunjang Keputusan (Geospatial Decision Support System) Manajemen Lahan Pangan. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. Makassar
- Army Corps of engineers USA. 2015 Modeling User's Manual. Hydrologic Engineering Center
- Army Corps of Engineers USA. 1998. Manual HEC-RAS Version 4.0. Hydrologic Engineering Center
- Army Corps of Engineers Us. 2016. Hydraulic Reference Manual Version 5.0 Hidrologic Engineering Center
- Asdak, Fadlan. 2010. Analisis Genangan Banjir Sungai Salo Uro Kabupaten Luwu Utara. Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar
- Bafdal, Nurpilihan. 2011. Buku Ajar Sistem Informasi Geografis. Fakultas Teknologi Industri Pertanian Uuniversitas Padjadjaran. Bandung
- Baitullah, 2016. Analisis Genangan Banjir di Kawasan Sekitar Kolam Retensi dan Rencana Pengendalinya. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Palembang. Palembang.
- Dana, Westi, 2013. Prediksi Genangan Banjir Menggunakan Metode Rasional USSCS 1973 Perumahan BTN Hamzy, BTN Antara, BTN Asal Mula, Kelurahan Tamalanrea Indah Kota Makassar. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Gary W. Brunner. 2014. Combined 1D and 2D Modeling with HEC-RAS.
- Haris, Kris. 2008. Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Wulan dengan Menggunakan Program HEC-RAS 4.0 pada Kondisi Unsteady. Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang .

- ISD Country of San Bernardino. 2016. Geografhic Information System
- Nugroho, 2013. Pemodelan Spasial Untuk Identifikasi Banjir Genangan di Wilayah Kota Surakarta Dengan Pendekatan Metode Rasional (Rational Run Off Method). Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta. Yogyakarta.
- Nuryanto, 2016. Simulasi Genangan Banjir Menggunakan Data Aster Dem Pada Alur Sungai Cilemer. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Sumber Daya Air. Solo
- Novira, 2015. Analisis Kapasitas Saluran Drainase Jalan Pagarsih Kota Bandung. Fakultas Teknik Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung
- Purnama, Asep. 2008. Pemetaan Kawasan Rawan Banjir di Daerah aliran Sungai Cisadane menggunakan Sistem Informasi Geografis. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Prahasta, Fadlan. 2009. Analisis Genangan Banjir Sungai Salo Uro Kabupaten Luwu Utara. Fakultas MIPA Universitas Hasanudin Makassar. Makassar
- Rudiyanto. 2015. Identifikasi Zona Genangan Banjir Kota Makassar Berbasis SIG. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar
- Rizhandi, Donny. 2011. Analisis Genangan Akibat Luapan Sungai Porong Kabupaten Sidoarjo. Fakultas Teknik Pengairan Universitas Brawijaya. Malang.
- Sainul, Himawan. 2014. Idntifikasi Daerah Rawan Banjir di Kota Makassar (studi kasus: Kecamatan Biringkanaya). Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin .Makassar
- Suwardi. 1999. Identifikasi dan Pemetaan Kawasan Rawan Banjir di Sebagian Kotamadya Semarang dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (tesis). Program Pasca Sarjana Institu Pertanian Bogor. Bogor
- Soemarto, C.D. 1999. Hidrologi Teknik. Erlangga
- Stanis, Anugrahwati. 2011. Analisis Genangan Sungai Jenneberang. Fakultas MIPA Universitas Hasanudin Makassar. Makassar
- Suripin, Hilda. 2004. Analisis Genangan Banjir Sungai Rongkok Kabupaten Luwu Utara. Fakultas MIPA Universitas Hasanudin Makassar. Makassar
- Triatmodjo. 2009. Hidrologi Terapan, Beta Offset. Yogyakarta