

SKRIPSI GEOFISIKA

**ANALISIS LUAS GENANGAN AKIBAT KENAIKAN MUKA
AIR BANJIR SUNGAI BIANGKEKE BANTAENG**

Disusun dan diajukan oleh:

NURHIDAYAH HARUNA RIO

H061 17 1509



**DEPARTEMEN GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS LUAS GENANGAN AKIBAT KENAIKAN MUKA
AIR BANJIR SUNGAI BIANGKEKE BANTAENG**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Departemen Geofisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

OLEH:

**NURHIDAYAH HARUNA RIO
H061171509**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS LUAS GENANGAN AKIBAT KENAIKAN MUKA AIR
BANJIR SUNGAI BIANGKEKE BANTAENG**

Disusun dan diajukan oleh:

NURHIDAYAH HARUNA RIO

H061 17 1509

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 8 Februari 2022

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



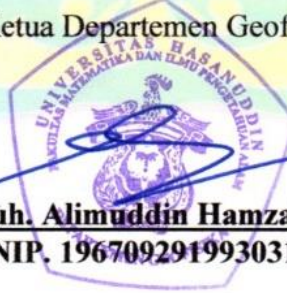

Dr. Salka, M.Si
NIP. 196410251991031001

Pembimbing Pertama,



Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng
NIP. 196709291993031003

Ketua Departemen Geofisika,



Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng
NIP. 196709291993031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurhidayah Haruna Rio

NIM : H061171509

Program Studi : Geofisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**“ANALISIS LUAS GENANGAN AKIBAT KENAIKAN MUKA AIR
BANJIR SUNGAI BIANGKEKE BANTAENG”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain. Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 8 Februari 2022

Yang menyatakan



NURHIDAYAH HARUNA RIO

ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang mempunyai dampak besar bagi kelangsungan hidup manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh debit, karakteristik DAS, dan pasang surut terhadap luas genangan di sekitar Sungai Biangkeke. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelusuran dengan pemodelan *unsteady flow* menggunakan perangkat lunak HEC-RAS. Berdasarkan data yang diperlukan sebagai *input* adalah nilai *manning* yang diperoleh dari peta penggunaan lahan, data debit untuk *boundary condition* pada hulu serta data pasang surut untuk *boundary condition* di hilir. Data debit kala ulang digunakan kala ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun. Genangan berdampak pada empat desa di dua kecamatan. Diantaranya Desa Borongloe dan Desa Baruga di Kecamatan Pajukukang, serta Desa Bajiminasa dan Desa Layoa di Kecamatan Gantarangkeke. Total luas genangan pada kala ulang 2 tahun seluas 121,508 Ha, kala ulang 5 tahun menggenangi area seluas 172,436 Ha, kala ulang 10 tahun menggenangi area seluas 216,755 Ha, kala ulang 25 tahun genangan seluas 247,265 Ha, dan kala ulang 50 tahun genangan seluas 333,679 Ha. Dengan debit maksimal di kala ulang 50 tahun menggenangi pemukiman di Desa Borongloe, Desa Baruga, dan Desa Layoa dengan total luas genangan 5,399 Ha. Penggunaan lahan sawah yang terkena dampak diantaranya di Desa Borongloe, Desa Baruga, dan Desa Layoa tergenang seluas 199,5 Ha. Penggunaan lahan tambak menggenangi Desa Borongloe dan Desa Baruga dengan total luas genangan 17,19 Ha. Terakhir penggunaan lahan ladang yang tergenang diantaranya di Desa Borongloe, Desa Bajiminasa, dan Desa Layoa dengan total luas genangan sebesar 111,6 Ha.

Kata Kunci: Sungai, HEC-RAS, *Unsteady Flow*, Luas Genangan

ABSTRACT

Floods are one of the natural disasters that have a major impact on human live. This study aims to determine the effect of discharge, watershed characteristics, and tides on the inundation area around the Biangkeke River. The method used in this research is tracing to unsteady flow modeling using HEC-RAS software. Based on the data needed as input, the manning value obtained from the land use map, discharge data onto boundary conditions in the upstream and tidal data for boundary conditions in the downstream. The return discharge data are used for 2, 5, 10, 25, and 50 year return periods. The inundation affected four villages in two sub-districts. Among them are Borongloe Village and Baruga Village in Pajukukang District, as well as Bajiminasa Village and Layoa Village in Gantarangkeke District. The total area of inundation on the 2-year return period are 121.508 Ha, the 5-year return period covers an area of 172.436 Ha, the 10-year return period inundates an area of 216.755 Ha, the 25-year return period inundation covers an area of 247.265 Ha, and the 50-year return period inundation covers an area of 333.679 Ha. With a maximum discharge at the 50-years return period, it inundated settlements in Borongloe Village, Baruga Village, and Layoa Village with a total inundation area of 5.399 Ha. The use of affected paddy fields, including in Borongloe Village, Baruga Village, and Layoa Village, was inundated with an area of 199.5 hectares. The use of pond land inundated Borongloe Village and Baruga Village with a total inundation area of 17.19 Ha. The last use of flooded fields was in Borongloe Village, Bajiminasa Village, and Layoa Village with a total inundation area of 111.6 Ha.

Keyword : River, HEC-RAS, Unsteady Flow, Area of Inundation

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah swt. Atas rahmat dan karunia yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “**Analisis Luas Genangan Akibat Kenaikan Muka Air Banjir Sungai Biangkeke Bantaeng**” dibuat sebagai syarat untuk bisa mendapatkan gelar Sarjana Sains. Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari keterbatasan penulis, akan tetapi berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak penulis dapat menyelesaikannya dengan baik. Berbagai bentuk saran dan kritik yang bersifat membangun tentu sangat diharapkan penulis dalam peningkatan kualitas untuk karya-karya selanjutnya.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, ucapan terimakasih yang tak terhingga penulis haturkan kepada **Keluarga Besar**, khususnya kepada orang tua saya, **Bapak Haruna Rio** dan **Ibu St. Rusnah**, serta adik saya **Nurfadillah Haruna Rio** sebagai orang yang berada pada posisi terdepan dalam memberikan cinta kasih, doa serta dukungan yang tak henti-hentinya untuk penulis.

Penulis juga ingin menyampaikan penghormatan, rasa terima kasih yang tulus serta penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. **Bapak Dr. Sakka, M.Si** selaku pembimbing utama dan **Bapak Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** selaku pembimbing pertama yang selalu meluangkan waktunya dan memberi perhatian, bimbingan, nasihat, motivasi serta masukan-masukan yang memberi semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

2. **Bapak Prof. Dr. Dadang Ahmad S, M.Eng dan Bapak Dr. Eng. Amiruddin** selaku tim penguji yang telah memberikan saran, kritik, koreksi dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. **Ibu Makhrani, S.Si., M.Si** selaku penasehat akademik yang telah memberikan banyak nasehat dan arahan kepada saya selama menempuh studi.
4. Dosen-dosen pengajar terkhusus **Dosen-dosen Departemen Geofisika** yang telah memberikan banyak bentuk pengajaran dan bimbingan selama saya menempuh pendidikan serta staf pegawai yang telah banyak membantu dalam mengurus administrasi selama menjalani studi.
5. **Teman-teman Geofisika 2017 yaitu Unia, Karmila, Syakirah, Dhanty, Hikmah, Rapang, Yusrin, Illa, Titien, Riri, Khusnul, Adhe, Desha, Aya, Ainun, Mirna, Rina, Sindi, Ajeng, Eky, Esi, Nina, Wide, Miftah, Melsi, Nea, Faishal, Ale, Aldo, Riyadi, Ucha, Indra, Dandung, Khalis, Dicky, Tsaqif, Farid, Angga, Albar, Zahari, Faqih, Jepri, Firman, Bintang, Andika**, terimakasih telah menjadi teman untuk penulis selama ini, serta semua kebersamaan yang pernah kita lewati bersama yang penuh dengan suka duka bersama selama beberapa tahun ini. Semoga kita semua bisa sukses dan ditunjukkan jalan terbaik masing-masing.
6. **Aya dan Reza** teman dalam mengerjakan Tugas Akhir, terima kasih karena atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan selama pengerjaan skripsi.
7. Terima kasih **Riri, Mirna, Kak Faridah, Kak Muslimah, Kak Ika, Kak Aushaf, dan Kak Aswar** yang telah direpotkan dengan pertanyaan-

pertaanyan yang biasa penulis tanyakan selama pengerjaan Tugas Akhir ini. Terima kasih untuk ilmu yang telah dibagikan ke penulis.

8. **Teman-teman Annisa Squad** yaitu **Unia, Uni Dm, Icha, Jannah, Eka,** dan new member **Kiki** di Pondok Annisa yang dipertemukan lagi oleh keadaan di kos yang sama. Terima kasih atas canda tawa, dukungan, dan selalu ada saat susah. Telah membantu survive dan memberikan bantuannya kapanpun saat dibutuhkan.
9. **Unia, Aya, Rina, Danty** terima kasih atas pengalaman dan cerita yang dibagikan. Dari kalian bertiga yang duluan sarjana, semoga sukses untuk urusan selanjutnya.
10. **Evita** teman mid-night random talk saat lagi suntuk mengerjakan Tugas Akhir. Isi pembahasan benar-benar random hingga batas malu dan realita tidak terlihat.
11. **Teman di Group MTs. Squad** yaitu **Dian, Elsa, Rati, Putri, Via, Daya M, Nadiah, Niar, Ayu, Mutty, A.Fatwa, Yusril, A.Jay, Budi, Andri** terima kasih atas dukungannya.
12. **Teman di Group Jappa-Jappa** yaitu **Dian, Putri, Rati, Afny, Hikmah, Fadila, Learin, Anggie, Daya M, Nabila, Tiva, Nurul, dan Ers**a berada di angkatan yang sama dan sama-sama berjuang menyelesaikan studi di kampus pilihan masing-masing, terima kasih atas dukungannya. Semoga diberikan kelancaran kedepannya.
13. Teman-teman dari **HIMAFI FMIPA Unhas 2017**, terimakasih atas kebersamaan dan bantuannya serta pengalaman berharga selama di kepengurusan bahkan sampai menjadi kanda warga.

14. Kakak-kakak serta Adik-adik **HMGF FMIPA Unhas** dan **HIMAFI FMIPA Unhas** yang telah memberikan pengalaman yang berharga yang didapatkan selama berproses.
15. **Board dan Staff SEG Unhas SC** yang telah mewadahi memberikan ilmu pengetahuan, networking, serta pengalaman berorganisasi.
16. Sahabat sekaligus keluarga **KKN Regular** gelombang 104 SIDRAP 1 yang selalu memberikan semangat dan berbagi pengalaman dalam menjalani KKN.
17. Tak lupa saya ucapkan Terima kasih kepada **DIRI SENDIRI**, karena telah berjuang keras menempuh kehidupan sehari-hari dan berusaha menyelesaikan skripsi ini.
18. Serta kepada seluruh pihak, tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang ikut serta membantu hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhirnya, penulis berharap semoga Allah SWT memberikan imbalan yang setimpal pada mereka yang telah memberikan bantuan, kenangan dan kebersamaan kepada penulis yang tidak akan penulis lupa, serta dapat menjadikan semua ini sebagai ibadah. Aamiin. Semoga apa yang telah dituliskan oleh penulis pada skripsi ini dapat bermanfaat bagi sesama dan berguna untuk semua pihak.

Penulis,

Nurhidayah Haruna Rio

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Ruang Lingkup.....	3
I.4 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Sungai	4
II.1.1 Morfologi Sungai	4
II.1.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)	5
II.1.3 Klasifikasi Aliran	5
II.1.4 Muara Sungai	6
II.2 Pasang Surut	7
II.3 Curah Hujan	9
II.4 Debit Banjir	11
II.5 HEC-RAS	14
II.5.1 Mesh 2D Flow Area	15
II.5.2 Diskritisasi Full Momentum (<i>Saint Venant</i>)	16
II.6 Sistem Informasi Geografis (SIG)	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19

III.1 Lokasi Penelitian.....	19
III.2 Tahap Penelitian	20
III.2.1 Tahap Pengumpulan Data	20
III.2.2 Tahap Pengolahan Data.....	20
III.3 Bagan Alir	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
IV.1 Pengolahan Data Curah Hujan.....	24
IV.2 Perhitungan Data Debit Periode Kala Ulang	24
IV.3 Pengolahan Data Pasang Surut.....	25
IV.4 Pengolahan Data Raster	26
IV.5 Analisis Genangan.....	27
IV.4.1 Profil Muka Air Pada Cross Section	27
IV.4.2 Berdasarkan Penggunaan Lahan	35
IV.4.3 Luas Genangan pada Setiap Kala Ulang.....	37
BAB V PENUTUP.....	45
V.1 KESIMPULAN.....	45
V.2 SARAN.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Mesh.....	15
Gambar 2. 2 Ilustrasi 1D Arah Aliran Sungai.....	16
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Bagan Alir.....	23
Gambar 4. 1 Hidrograf Aliran.....	25
Gambar 4. 2 Grafik Pasang Surut.....	25
Gambar 4. 3 Data DEM.....	26
Gambar 4. 4 Data Terrain.....	26
Gambar 4. 5 Lokasi Cross Sections.....	27
Gambar 4. 6 Cross Section 5960 untuk Kala Ulang 2 Tahun.....	28
Gambar 4. 7 Cross Section 5960 untuk Kala Ulang 5 Tahun.....	28
Gambar 4. 8 Cross Section 5960 untuk Kala Ulang 10 Tahun.....	29
Gambar 4. 9 Cross Section 5960 untuk Kala Ulang 25 Tahun.....	29
Gambar 4. 10 Cross Section 5960 untuk Kala Ulang 50 Tahun.....	30
Gambar 4. 11 Tinggi Muka Air Masing-Masing Kala Ulang Cross Section 5960.....	30
Gambar 4. 12 Debit Masing-Masing Kala Ulang Cross Section 5960.....	31
Gambar 4. 13 Cross Section 3227 untuk Kala Ulang 2 Tahun.....	31
Gambar 4. 14 Cross Section 3227 untuk Kala Ulang 5 Tahun.....	32
Gambar 4. 15 Cross Section 3227 untuk Kala Ulang 10 Tahun.....	32
Gambar 4. 16 Cross Section 3227 untuk Kala Ulang 25 Tahun.....	33
Gambar 4. 17 Cross Section 3227 untuk Kala Ulang 50 Tahun.....	33
Gambar 4. 18 Tinggi Muka Air Masing-Masing Kala Ulang Cross Section 3227.....	34
Gambar 4. 19 Debit Masing-Masing Kala Ulang Cross Section 3227.....	34
Gambar 4. 20 Peta Penggunaan Lahan DAS Biangkeke.....	35
Gambar 4. 21 Total Luas Genangan pada Setiap Penggunaan Lahan.....	37

Gambar 4. 22 Hasil Komputasi Mesh.....	37
Gambar 4. 23 Grafik Luas dan Persentase Genangan	38
Gambar 4. 24 Peta Analisis Genangan Kala Ulang 2 tahun.....	39
Gambar 4. 25 Peta Analisis Genangan Kala Ulang 5 tahun.....	40
Gambar 4. 26 Peta Analisis Genangan Kala Ulang 10 tahun.....	41
Gambar 4. 27 Peta Analisis Genangan Kala Ulang 25 tahun.....	42
Gambar 4. 28 Peta Analisis Genangan Kala Ulang 50 tahun.....	43
Gambar 4. 29 Peta Analisis Genangan Setiap Kala Ulang.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Nilai Hujan Rencana Distribusi Log Pearson III.....	24
Tabel 4. 2 Luas Genangan pada Penggunaan Lahan Setiap Kala Ulang.....	35
Tabel 4. 3 Luas Area Tergenang Setiap Kala Ulang.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Curah Hujan Maksimal.....	50
Lampiran 2 Hitungan Parameter Statistik	51
Lampiran 3 Data Hujan dan Probabilitasnya	52
Lampiran 4 Hitungan Parameter Statistik Log Pearson III	53
Lampiran 5 Nilai KT untuk Distribusi Log Pearson III (Nilai G Positif)	54
Lampiran 6 Nilai KT untuk Distribusi Log Pearson III (Nilai G Negatif).....	55
Lampiran 7 Hitungan Hujan dengan Log Pearson III	56
Lampiran 8 Desain Hujan Jam-Jaman.....	56
Lampiran 9 Curah Hujan Efektif.....	56
Lampiran 10 Ordinat Hidrograf Satuan.....	57
Lampiran 11 Data Debit Banjir Rencana Setiap Periode Kala Ulang.....	60
Lampiran 12 Data Pasang Surut	61
Lampiran 13 Tabel Tinggi Muka Air pada Cross Sections.....	70
Lampiran 14 Letak Cross Sections.....	90
Lampiran 15 Peta Genangan pada Area Penelitian	91

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sungai senantiasa memiliki hubungan yang sangat erat dengan kehidupan sehari-hari. Selain dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik, sungai juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber air untuk kebutuhan irigasi, penyedia air minum, kebutuhan industri dan lain sebagainya.

Indonesia dengan iklim tropis mengenal dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan dengan curah hujan yang jatuh cukup tinggi menimbulkan debit pada sungai cukup besar dan musim kemarau atau saat tidak turun hujan menjadikan debit sungai sangat kecil. Perbedaan antara debit maksimum dan debit minimum bergantung pada karakteristik daerah aliran sungai. Sungai yang meluap merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya banjir (Amir, 2014).

Bencana banjir merupakan salah satu bencana alam yang mempunyai dampak besar bagi kelangsungan hidup manusia. Curah hujan yang cukup tinggi serta pengaruh air laut yang terjadi pada saat pasang dalam kondisi tinggi. Efek dari pasang air laut ini mengakibatkan terhambatnya drainase air ke hilir (pembendungan) serta perambatan air banjir ke hulu sungai (Anandhita & Hambali, 2015).

Banjir merupakan bencana universal yang dapat terjadi dimana saja, di hampir seluruh belahan dunia. Adapun penyebab utama terjadinya banjir akhir – akhir ini

adalah perlakuan manusia terhadap lingkungan sekitar. Terutama pada lingkungan sungai dan sekitarnya, baik di wilayah hulu, wilayah tengah, dan wilayah hilir. Keseluruhan wilayah tersebut dikenal dengan sebutan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang merupakan satu kesatuan sistem hidrologi yang mempunyai sistem pengeluaran (*outlet*) tunggal (Suharjo et al., 2015).

Penelitian tentang luas genangan menggunakan *software* HEC-RAS telah dilakukan oleh (Islan et al., 2017), penelitian ini dilakukan di sekitar pertemuan Kali Anyar dengan Sungai Bengawan Solo. Menurut Islan et al., 2017 *backwater* adalah kondisi yang mengakibatkan aliran anak sungai kembali ke hulu. Analisa debit banjir rencana bertujuan untuk mengetahui besar debit banjir rencana yang akan digunakan sebagai dasar untuk rencana kapasitas tampungan sungai, kemampuan dan ketahanan suatu bangunan air yang akan dibangun pada alur sungai maupun aliran pengendali banjir.

Penelitian tentang debit Sungai Sangkup telah dilakukan oleh (Talumempa et al., 2017), analisis dilakukan dengan mencari frekuensi hujan menggunakan metode Log Pearson III. Penelitian menggunakan data curah hujan harian maksimum dari 5 pos hujan dari tahun 2002 sampai 2015. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa debit disetiap penampang sungai sudah tidak dapat ditampung mulai dari debit kala ulang 25 tahun hingga kala ulang 100 tahun.

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah banjir di Sungai Biangkeke terjadi bersamaan dengan kenaikan air pasang yang tinggi, sehingga menyebabkan kenaikan muka air banjir. Lokasi penelitian ini

dipilih karena sebelumnya belum pernah dilakukan penelitian di lokasi tersebut dan dikhawatirkan akan terjadi genangan di daerah sekitarnya.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh curah hujan dan karakteristik DAS terhadap besar debit banjir di Sungai Biangeke?
2. Bagaimana pengaruh debit dan pasang surut terhadap kenaikan muka air banjir Sungai Biangeke?
3. Bagaimana pengaruh debit, karakteristik DAS, dan pasang surut terhadap luas genangan di sekitar Sungai Biangeke?

I.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada proses menyiapkan data sekunder, pengolahan data, dan analisis data untuk mengidentifikasi tinggi kenaikan muka air saat terjadi banjir akibat arus balik dan besar potensi banjir.

I.4 Tujuan Penelitian

1. Menentukan besar debit banjir berdasarkan pengaruh curah hujan dan karakteristik DAS di Sungai Biangeke.
2. Menentukan pengaruh debit dan pasang surut air laut terhadap kenaikan muka air Sungai Biangeke
3. Menentukan pengaruh debit, karakteristik DAS, dan pasang surut terhadap luas genangan di sekitar Sungai Biangeke.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Sungai

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 di laut. Di dalam aliran air terangkut juga material - material sedimen yang berasal dari proses erosi dan terbawa oleh aliran air yang akhirnya dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan akibat sedimentasi dimana aliran air tersebut akan bermuara yaitu di danau atau di laut (Mokonio, 2013).

Sungai juga dapat diklasifikasikan menurut usianya. Ada beberapa metode yang digunakan untuk menentukan umur sungai, salah satu yang digunakan adalah mempertimbangkan sungai dari sudut geomorfologi. Sungai diklasifikasikan menjadi sungai tua, sungai dewasa, dan sungai muda (PUPR, 2017).

II.1.1 Morfologi Sungai

Morfologi sungai merupakan geometri (bentuk dan ukuran), jenis, sifat dan perilaku sungai. Proses perubahan morfologi sungai telah terjadi sejak sungai tersebut terbentuk dan berlangsung terus – menerus (Kurniawan et al., 2017).

Bentuk sungai selalu berubah mengikuti karakteristik alami yang merupakan faktor penting dalam proses pembentukan sungai. Karakteristik alami yang dimaksud adalah iklim dan fisiografi daerah di wilayah sungai yang secara garis besar terdiri

dari topografi DAS, formasi batuan, daerah tangkapan hujan, dan vegetasi. Secara umum bentuk sungai dibagi menjadi empat bentuk yaitu *meandering*, *straight* (sungai lurus), *breained* (sungai yang dipisahkan oleh pulau – pulau kecil), dan *anastomosing* (Kurniawan et al., 2017).

II.1.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu sistem kompleks yang dibangun atas sistem manusia (*human system*), fisik (*physical systems*), dan sistem biologis (*biological system*) yang terkait dan berinteraksi satu sama lain (Susetyaningsih, 2012). Pengertian lain dari DAS adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas – batas topografi secara alami sehingga setiap air hujan yang jatuh dalam DAS akan mengalir melalui titik tertentu dalam DAS tersebut (Arrofi et al., 2018).

DAS berfungsi menampung dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami. Bagian dari DAS disebut Sub DAS, yang menerima dan mengalirkan air hujan melalui anak sungai ke sungai utama (Wismarini et al., 2011).

II.1.3 Klasifikasi Aliran

Aliran pada saluran terbuka dibagi menjadi tiga, yaitu (Harseno & Jonas, 2007):

1. Aliran tunak (*steady flow*)

Terjadi jika kedalaman aliran tidak berubah atau konstan pada selang waktu tertentu. Untuk menentukan debit aliran (Q) pada suatu penampang saluran, dapat dirumuskan sebagai:

$$Q = V \cdot A \quad (2.1)$$

Dengan V adalah kecepatan rata – rata dan A merupakan luas penampang melintang tegak lurus terhadap arah aliran.

2. Aliran seragam (*uniform flow*)

Aliran seragam merupakan aliran dengan kecepatan rata – rata sepanjang alur alirannya sama sepanjang waktu. Aliran dikatakan seragam, jika kedalaman aliran pada setiap penampang saluran sama.

3. Aliran tak seragam (*varied flow*)

Aliran tak seragam adalah saat kedalaman dan kecepatan aliran tidak konstan, garis tenaga tidak sejajar dengan garis muka air dan dasar saluran. Analisis tentang aliran tak seragam biasa digunakan untuk mengetahui profil aliran di sepanjang saluran atau sungai. Analisis ini banyak dilakukan dalam perencanaan perbaikan sungai, penanggulangan banjir, elevasi jembatan, dan sebagainya.

II.1.4 Muara Sungai

Muara sungai merupakan bagian hilir dari sungai yang berhubungan langsung dengan pantai. Permasalahan muara sungai dapat dilihat dari bagian mulut sungai dan estuari. Mulut sungai adalah bagian paling ujung sungai yang bertemu langsung dengan laut. Estuari adalah bagian sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut. Muara sungai berfungsi sebagai keluaran debit sungai, terutama pada saat banjir dan mengalirkannya ke laut. Letak muara sungai yang berada hilir menyebabkan debit aliran di muara lebih besar dari pada wilayah sungai di hulu (Purwono et al., 2020).

II.2 Pasang Surut

Pasang surut merupakan fenomena alam yang berhubungan dengan perairan seperti lautan yang berubah – ubah tunggang (*range*) dan ketinggiannya sesuai dengan perubahan posisi bulan dan matahari terhadap bumi menurut fungsi waktu. Umumnya aktivitas sehari – hari manusia yang berhubungan dengan perairan laut dan muara sungai tidak dapat dipisahkan dengan fenomena pasang surut, baik dampak yang ditemui secara langsung maupun tidak langsung. Hal tersebut membuktikan kemungkinan adanya pengaruh pasang surut pada cara hidup, cara kerja, dan budaya masyarakat. Penerapan tentang pengetahuan mengenai pasang surut juga sangat diperlukan dalam beberapa aktivitas, diantaranya transportasi laut, kegiatan di pelabuhan, pembangunan di daerah pesisir dan lain – lain (Lisnawati et al., 2013).

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut yang disebabkan oleh gaya tarik menarik antar benda – benda langit, terutama bulan dan matahari dan benda di permukaan bumi dalam hal ini air yang ada di bumi, biasanya air laut. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, pengaruh gaya tarik yang diberikan bulan lebih besar dari yang diberikan matahari, karena jarak bulan ke bumi jauh lebih dekat dari jarak matahari ke bumi.

Pengertian lain dari pasang surut adalah perubahan gerak relatif dari materi suatu planet, bintang dan benda angkasa lainnya yang diakibatkan oleh aksi gravitasi benda – benda diluar materi itu berada. Gaya pembangkit tarik menarik antar bumi dan bulan kemudian menjadi satu sistem kesatuan bumi-bulan yang beredar

bersama – sama mengelilingi sumbu perputaran bersama (*common axis of revolution*) (Fadilah et al., 2014).

Pasang surut tidak hanya mempengaruhi bagian permukaan saja, melainkan seluruh massa air yang menimbulkan energi yang besar. Gerakan naik turunnya muka air laut akan menimbulkan terjadinya arus pasang surut. Jika muka air bergerak naik maka arus mengalir masuk ke sungai. Sedangkan saat muka air laut bergerak turun maka arus mengalir keluar dari sungai (Surinati, 2007).

Pembentukan pasang surut air laut sangat dipengaruhi oleh gerakan utama bulan dan matahari, yaitu (Fadilah et al., 2014):

1. Revolusi bulan terhadap bumi, dimana orbitnya berbentuk elips dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan periode revolusi tersebut adalah 29.5 hari.
2. Revolusi bumi terhadap matahari dengan orbitnya yang berbentuk elips, memerlukan periode selama 365.25 hari.
3. Perputaran bumi terhadap sumbunya sendiri, memerlukan periode selama 24 jam.

Ada tiga tipe dasar pasang surut yang didasarkan pada periode dan keteraturannya, tipe tersebut diantaranya (Surinati, 2007):

1. Pasang surut tipe harian tunggal (*diurnal type*) apabila dalam waktu 24 jam terdapat satu kali pasang dan 1 kali surut.
2. Pasang surut tipe tengah harian atau harian ganda (*semi diurnal type*) apabila dalam kurun waktu 24 jam terdapat 2 kal pasang dan 2 kali surut.

3. Pasang surut tipe campuran (*mixed tides*) apabila dalam waktu 24 jam terdapat bentuk campuran yang condong ke tipe harian tunggal atau condong ke tipe harian ganda.

Pasang surut diberbagai lokasi mempunyai ciri yang berbeda akibat pengaruh topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk, dan lain – lain. Pasang surut dapat diramalkan karena sifatnya periodik, dan untuk meramalkannya diperlukan data amplitude dan beda fasa dari masing – masing komponen pembangkit pasang surut (Surinati, 2007).

II.3 Curah Hujan

Curah hujan adalah butir – butir air atau kristal es yang jatuh atau keluar dari awan. Curahan yang dapat sampai ke permukaan bumi disebut sebagai hujan. Jika setelah keluar dari awan tetapi tidak sampai ke permukaan bumi, maka disebut virga. Butir air yang dapat keluar dari awan dan mampu mencapai permukaan bumi harus memiliki garis tengah paling tidak 200 mikrometer. Apabila kurang dari ukuran tersebut, butir – butir air akan habir menguap di atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi (Fadholi, 2013).

Curah hujan adalah ketinggian air hujan yang terkumpul pada tempat datar, tidak menguap, tidak mengalir, dan tidak meresap. Proses pengambilan curah hujan menggunakan alat ukur penakar curah hujan. Cara menentukan bulan kering dan bulan basah *Schmidt-Ferguson* menggunakan kriteria bulan kering apabila suatu wilayah dalam satu bulan mempunyai jumlah curah hujan <60 mm. bulan lembab apabila satu bulan mempunyai jumlah 60 – 100 mm. Dan termasuk bulan basah

apabila satu bulan mempunyai jumlah curah hujan >100 mm. klasifikasi *Schmidt-Ferguson* ini tidak memasukkan unsur suhu, karena dianggap amplitude suhu pada daerah tropis sangat kecil (Faridah et al., 2012).

Pengukuran presipitasi dilakukan untuk mengetahui jumlah, intensitas, durasi, dan daerah persebaran hujan. Alat pengukur curah hujan disebut penakar hujan (*rain gauge*) yang terdiri dari alat penakar manual dan otomatis (*digital*) (Fawzia & Wiradiputra, 2015).

Salah satu metode yang banyak digunakan untuk menentukan kala ulang curah hujan rencana adalah Log Pearson III diolah dari data curah hujan maksimum dan beberapa parameter statistic seperti nilai rata-rata, simpangan baku, Cs (koefisien asimetris), dan Ck (koefisien kwitorsis). Persamaan distribusi Log Pearson III adalah (Triatmodjo, 2008):

$$\log X_{Tr} = \overline{\log x} + K_{Tr} \cdot S_{\log x} \quad (2.2)$$

Dimana:

$\log X_{Tr}$: Besarnya curah hujan rencana periode ulang T tahun

$\overline{\log x}$: Harga rata-rata dari data curah hujan

$$\overline{\log x} = \frac{\sum_i^n \log(x_i)}{n} \quad (2.3)$$

$S_{\log x}$: Simpangan baku

$$S_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum(\log X - \overline{\log x})^2}{n-1}} \quad (2.4)$$

K_{Tr} : Koefisien frekuensi yang di dapatkan berdasarkan hubungan Cs dan periode ulang T

$$CS = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log} X_i - \overline{\text{Log} X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\text{Log} x})^3} \quad (2.5)$$

Untuk menentukan nilai koefisien kwitosis, maka digunakan persamaan dibawah

$$Ck = \frac{n^2 \sum (x_i - x_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S_x)^4} \quad (2.6)$$

II.4 Debit Banjir

Banjir dapat diartikan sebagai peristiwa dimana daratan yang biasanya kering, dalam hal ini bukan daerah rawa menjadi tergenang air. Hal tersebut disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi wilayah berupa dataran rendah hingga cekung. Terjadinya bencana banjir kadang disebabkan juga oleh rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga tanah tidak mampu lagi menyerap air. Penyebab banjir dapat juga terjadi akibat naiknya permukaan air lantaran curah hujan diatas normal, perubahan suhu, pencairan salju yang cepat, tanggul atau bendungan yang bobol, dan terhambatnya aliran air di tempat lain (Wulandarie et al., 2020).

Metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu dikembangkan di Jepang. Metode ini populer digunakan dalam banyak perencanaan di bidang sumber daya air, khususnya dalam analisis debit banjir DAS yang tidak terukur. Perhitungan debit banjir menggunakan metode ini lebih tepat digunakan karena diagram HSS Nakayasu memberikan gambaran mengenai debit ketika awal hujan, saat banjir, dan saat banjir berakhir (Nggarang et al., 2020). Langkah perhitungan kala ulang Nakayasu dapat dilihat pada uraian berikut.

1. Menghitung parameter Nakayasu diantaranya (Enung, 2016):

- T_r : waktu resesi atau satuan waktu curah hujan (jam)
- T_p : waktu dari permulaan banjir sampai puncak histogram (jam)
- t_g : waktu konsentrasi (jam)
- α : koefisien karakteristik DAS
- Q_p : debit puncak banjir
- $T_{0.3}$: tenggang waktu dari T sampai dengan waktu 30% debit puncak (jam)

2. Waktu puncak (T_p) dirumuskan dengan:

$$T_p = T_g + 0.058T_r \quad (2.7)$$

Dimana:

$$T_g = 0.21L^{0.7} \quad \text{untuk panjang sungai (L) < 15km}$$

$$T_g = 0.4 + 0.058L \quad \text{untuk panjang sungai (L) > 15km}$$

$$T_r = 0.5T_g \text{ sampai } T_g$$

3. Adapun persamaan tenggang waktu dari T sampai dengan waktu 30% debit puncak ($T_{0.3}$) sebagai berikut:

$$T_{0.3} = \alpha T_g \quad (2.8)$$

Dimana:

$\alpha = 1$ untuk DAS biasa

$\alpha = 1.5$ untuk DAS dengan hidrograf naik yang lambat dan hidrograf turun yang cepat

$\alpha = 3$ untuk DAS dengan hidrograf naik yang lambat dan hidrograf turun yang cepat

4. Perhitungan hidrograf satuan menggunakan persamaan sebagai berikut:

a. Untuk bagian lengkung naik

$$Q_a = Q_p \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2.4} \quad (2.9)$$

Dimana:

Q_a = debit sebelum mencapai puncak banjir

T_p = waktu dari permulaan hujan sampai waktu puncak banjir

b. Untuk bagian lengkung turun

- Dari T_p sampai $T_{0.3}$

$$Q_{d1} = Q_p \cdot 0.3^{\frac{t-T_p}{T_{0.3}}} \quad (2.10)$$

- Dari $T_{0.3}$ sampai $T_{0.09}$

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0.3^{\frac{t-T_p+0.5T_{0.3}}{1.5T_{0.3}}} \quad (2.11)$$

- Waktu untuk $T_{<0.09}$

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0.3^{\frac{t-T_p+0.5T_{0.3}}{2T_{0.3}}} \quad (2.12)$$

Dimana:

Q_{d1} = debit antara T_p sampai $T_{0.3}$

$T_{0.3}$ = tenggang waktu antara Q_p sampai $Q_{0.3}$ (jam)

Q_{d2} = debit antara $T_{0.3}$ sampai $T_{0.09}$

$T_{0.09}$ = tenggang waktu antara $Q_{0.3}$ sampai $Q_{0.09}$ (jam) = $1.5 \cdot T_{0.3}$

5. Setelah hidrograf diperoleh, maka debit banjir dapat ditentukan dengan mengalikan debit pada hidrograf satuan dengan curah hujan kala ulang.

II.5 HEC-RAS

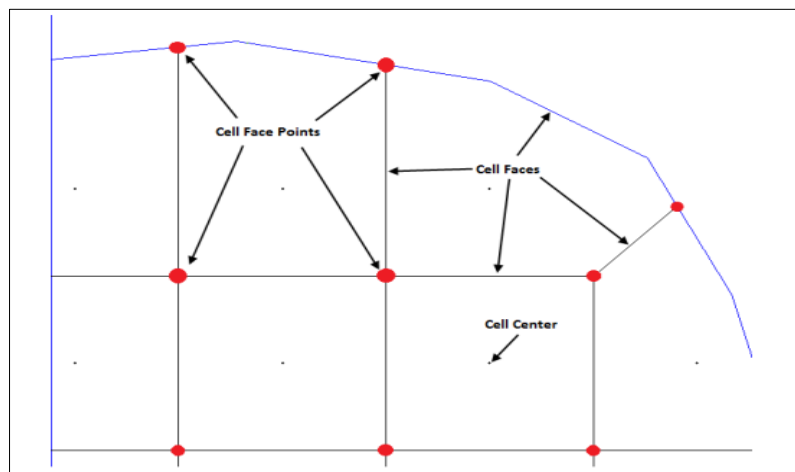
HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran sungai, *River Analysis System (RAS)* yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* yang merupakan salah satu divisi didalam *Institute for Water Resources (IWR)* dibawah naungan *US Army Corps of Engineers (USACE)*. HEC-RAS merupakan model satu dimensi dan dua dimensi aliran permanen maupun tidak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*). HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi diantaranya:

1. Hitungan profil muka air aliran permanen
2. Simulasi aliran tak permanen
3. Hitungan transport sedimen
4. Hitungan kualitas air

Satu elemen penting HEC-RAS adalah keempat komponen tersebut memakai data geometri yang sama, *routine* hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan. HEC-RAS merupakan aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen penyimpanan data, grafik, serta pelaporan. HEC-RAS juga mampu memodelkan suatu aliran hanya dengan berdasar pada data curah hujan dan topografi suatu daerah (Istiaro, 2014).

II.5.1 Mesh 2D Flow Area

Komputasi mesh atau komputasi grid biasanya dibuat untuk daerah penelitian 2D. Setiap sel dalam mesh komputasi memiliki tiga komponen seperti pada gambar berikut (US Army Corps of Engineers, 2022).



Gambar 2. 1 Komponen Mesh

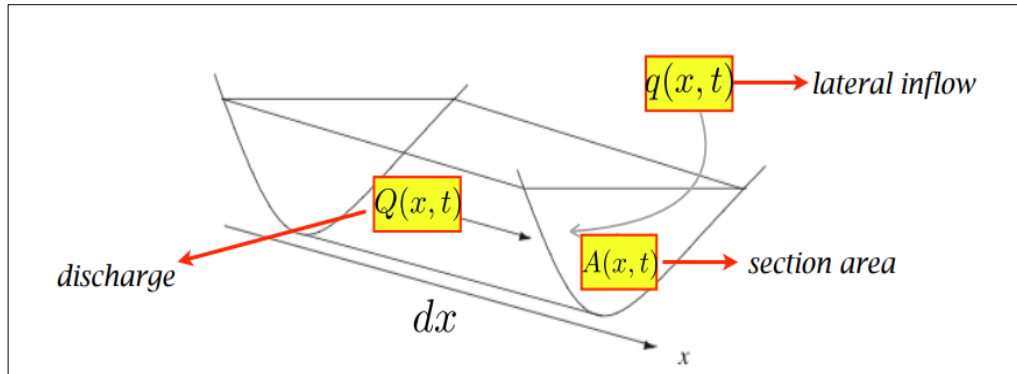
Cell Center : Pusat komputasi *cell*. Disini tinggi muka air dihitung untuk setiap *cell*. *Cell center* letaknya tidak selalu berada di tengah *cell*.

Cell Face : Umumnya berupa garis lurus, kecuali untuk batas luas area 2D yang dibuat

Cell Face Point : Berada di ujung atau sudut-sudut *cell*. *Face Point number* untuk batas luar area aliran 2D berfungsi menghubungkan area 2D ke 1D dan kondisi batas (*boundary conditions*)

II.5.2 Diskritisasi Full Momentum (*Saint Venant*)

Dituliskan persamaan *Saint Venant* dengan sederhana dalam aliran satu dimensi (1D) berikut:



Gambar 2. 2 Ilustrasi 1D Arah Aliran Sungai

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (2.13)$$

$$Q = Av \quad (2.14)$$

Dimana v merupakan kecepatan rata-rata aliran.

Sebelumnya perlu diketahui terlebih dahulu mengenai persamaan kontinuitas berikut:

$$\frac{\partial A}{\partial t} dx = Q_{in}(t) - Q_{out}(t) \quad (2.15)$$

$$Q_{out}(t) := Q(x + dx) = Q(x) + \frac{\partial Q}{\partial x} dx \quad (2.16)$$

$$Q_{in}(t) := Q(x) + q(t) \quad (2.17)$$

Persamaan kontinuitas di atas merujuk pada persamaan (2.14) dan memenuhi aturan hukum Newton II

$$ma = F \quad (2.18)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho_w Av) + \frac{\partial}{\partial x} (\rho_w Av^2) = -A \frac{\partial p}{\partial x} + \rho_w g AS_0 - \tau P \quad (2.19)$$

Dengan manipulasi algebra

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_w Av) = \rho_w A \frac{\partial v}{\partial t} + \rho_w v \frac{\partial A}{\partial t} \quad (2.20)$$

Dan

$$\frac{\partial(\rho_w Av^2)}{\partial x} = \rho_w v^2 \frac{\partial A}{\partial x} + 2\rho_w vA \frac{\partial v}{\partial x} \quad (2.21)$$

Untuk penjabaran $\frac{\partial A}{\partial t}$,

$$\frac{\partial A}{\partial t} = -v \frac{\partial A}{\partial x} - A \frac{\partial v}{\partial x} + q \quad (2.22)$$

Maka persamaan menjadi,

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_w Av) = \rho_w A \frac{\partial v}{\partial t} + \rho_w v \left(-v \frac{\partial A}{\partial x} - A \frac{\partial v}{\partial x} + q \right) \quad (2.23)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_w Av) = \rho_w A \frac{\partial v}{\partial t} - \rho_w v^2 \frac{\partial A}{\partial x} - \rho_w vA \frac{\partial v}{\partial x} + \rho_w vq \quad (2.24)$$

Kombinasikan persamaan (2.21) dan (2.24) sehingga diperoleh persamaan untuk sebelah kiri,

$$\rho_w A \frac{\partial v}{\partial t} - \rho_w v^2 \frac{\partial A}{\partial x} - \rho_w vA \frac{\partial v}{\partial x} + \rho_w vq + \rho_w v^2 \frac{\partial A}{\partial x} + 2\rho_w vA \frac{\partial v}{\partial x} \quad (2.25)$$

$$\rho_w A \frac{\partial v}{\partial t} + \rho_w vA \frac{\partial v}{\partial x} + \rho_w vq \quad (\text{persamaan sebelah kiri}) \quad (2.26)$$

Selanjutnya untuk persamaan di sebelah kanan,

$$-A \frac{\partial p}{\partial x} + \rho_w gAS_0 - \tau P \quad (2.27)$$

Sebelumnya diketahui bahwa

$$p = \rho_w g\gamma \quad (2.28)$$

$$\tau = \rho_w gRS_f \quad (2.29)$$

Dimana $R := \frac{A}{p}$, sehingga persamaan menjadi

$$-A \frac{\partial \rho_w g y}{\partial x} + \rho_w g A S_0 - \rho_w g \frac{A}{P} S_f P \quad (2.30)$$

$$-\rho_w g A \frac{\partial y}{\partial x} + \rho_w g A S_0 - \rho_w g A S_f \text{ (persamaan sebelah kanan)} \quad (2.31)$$

Persamaan dapat dituliskan kembali,

$$\rho_w A \frac{\partial v}{\partial t} + \rho_w v A \frac{\partial v}{\partial x} + \rho_w v q = -\rho_w g A \frac{\partial y}{\partial x} + \rho_w g A S_0 - \rho_w g A S_f \quad (2.32)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{v q}{A} = g A \left(-\frac{\partial y}{\partial x} + S_0 - S_f \right) \quad (2.33)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{v q}{A} + g \frac{\partial y}{\partial x} - g(S_0 - S_f) = 0 \quad (2.34)$$

II.6 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem informasi Geografis adalah sistem informasi khusus untuk mengolah data yang memiliki informasi spasial. Atau dapat diartikan juga sebagai sistem computer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelolah, dan menampilkan informasi geografis. Manfaat penggunaan SIG antara lain (Islan,2017):

1. Manajemen tata guna lahan
2. Inventarasi sumber daya alam
3. Untuk pengawasan daerah bencana alam
4. Digunakan untuk perencanaan wilayah dan kota