

SKRIPSI

**DAMPAK SPASIAL BENCANA BANJIR PADA KAWASAN
PERMUKIMAN INFORMAL BERBASIS *FLOOD MODELLING*
(STUDI KASUS: KECAMATAN TALLO DAN KECAMATAN
UJUNG TANAH, KOTA MAKASSAR)**

Disusun dan diajukan oleh:

**HIKMAH ANGRAINI BAHAR
D101191005**



**DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

DAMPAK SPASIAL BENCANA BANJIR PADA KAWASAN PERMUKIMAN INFORMAL BERBASIS *FLOOD MODELLING* (STUDI KASUS: KECAMATAN TALLO DAN KECAMATAN UJUNG TANAH, MAKASSAR)

Disusun dan diajukan oleh

**HIKMAH ANGRAINI BAHAR
D101191003**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Perencanaan Wilayah
dan Kota

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 2 November 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Ihsan, ST., MT
NIP. 197102191999031002

Pembimbing Pendamping,



Laode Muh Asfan Mujahid, ST., MT
NIP. 199303092019031014

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Abdul Rachman Rasvid, ST., M.Si
NIP. 19741006 2008 12 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini ;

Nama : Hikmah Angraini Bahar

NIM : D101191005

Program Studi : Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**Dampak Spasial Bencana Banjir Pada Kawasan Permukiman Informal
Berbasis *Flood Modelling* (Studi Kasus: Kecamatan Tallo Dan Kecamatan
Ujung Tanah, Kota Makassar)**

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala risiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

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

Gowa, 21 November 2023

Yang Menyatakan



Hikmah Angraini Bahar

ABSTRAK

HIKMAH ANGRAINI BAHAR, Dampak Spasial Bencana Banjir Pada Kawasan Permukiman Informal Berbasis *Flood Modelling* (Studi Kasus: Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar) (dibimbing oleh Dr. Eng. Ihsan, S.T., M.T dan Laode Muhammad Asfan, S.T., M.T)

Banjir disebabkan oleh volume air yang terus meningkat akibat intensitas hujan yang tinggi. Dampak banjir pada area perkotaan lebih dirasakan pada kawasan permukiman informal. Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2019-2022 bencana banjir terjadi di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah dengan dampak banjir kerugian rumah hunian penduduk yang rusak ringan hingga berat bahkan terdapat korban jiwa. Diperlukan strategi seperti pengimplementasian flood modelling untuk mengetahui dampak spasial banjir pada permukiman informal sehingga dapat meminimalisir dampak. Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengidentifikasi kondisi eksisting; 2) membuat model simulasi banjir; 3) mengidentifikasi dampak spasial dari model simulasi banjir pada kawasan permukiman informal. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Biringkanaya dan Kecamatan Tamalanrea dari April hingga Juli 2023. Berdasarkan analisis spasial yang telah dilakukan diketahui kondisi eksisting wilayah penelitian terdiri atas tutupan lahan terbagi menjadi 14 klasifikasi dengan dominasi permukiman, DEM elevasi 0.36 mdpl, kawasan banjir dengan jumlah 70, dan kawasan permukiman informal berjumlah 77, adapun hasil dari analisis curah hujan kawasan dengan metode Polygon Thiessen diketahui wilayah penelitian dipengaruhi oleh 2 stasiun curah hujan. Dalam melakukan model simulasi banjir berdasarkan terrain modification, geometric data, land cover data, dan unsteady flow simulation serta uji validasi model banjir menghasilkan model dengan 5 skenario dan 30 variasi serta nilai uji validasi tertinggi berada pada skenario 2 STA Barombong dengan persentase sebesar 62.02% dan ketinggian banjir 0.10 – 4.68 m seluas 5656.53 ha. Model banjir dengan validasi tertinggi dianalisis dengan analisis spasial berupa metode overlay pada kawasan permukiman informal. Diketahui 75 kawasan dari 77 kawasan permukiman informal terdampak dengan luas 1407.53 ha. Persentase terdampak banjir sebesar 15.64%. Banjir dengan ketinggian 0.10 – 0.50 m mendominasi kawasan permukiman informal.

Kata Kunci: Banjir, Pemodelan Banjir, Kawasan Permukiman Informal

ABSTRACT

HIKMAH ANGRAINI BAHAR. *Spatial Impact of Flood Disaster in Informal Areas Based on Flood Modelling (Case Study: Tallo Sub-district and Ujung Tanah Sub-district, Makassar City)* (supervised by Ihsan and Laode Muhammad Asfan Mujahid)

Flooding is caused by the volume of water that continues to increase due to high rainfall intensity. The impact of flooding in urban areas is felt more in informal settlements. Based on data from the National Disaster Management Agency in 2019-2023, floods occurred in Tallo District and Ujung Tanah District with the impact of flooding on the loss of residential houses that were slightly to severely damaged. Strategies such as implementing flood modeling are needed to determine the spatial impact of flooding on informal settlements so as to minimize the impact. This research aims to 1) identify the existing conditionst; 2) create a flood simulation model; 3) identify the spatial impact of the flood simulation model on informal settlement areas. This research was conducted in Tallo Sub-district and Ujung Tanah Sub-district from April to July 2023. Based on the spatial analysis that has been carried out, it is known that the existing conditions of the research area consist of land cover divided into 14 classifications with the dominance of settlements, DEM elevation of 0.36 meters above sea level, flood areas with a total of 70, and informal residential areas totaling 77, while the results of the analysis of rainfall areas with the Polygon Thiessen method are known that the research area is influenced by 2 rainfall stations. In conducting a flood simulation model based on terrain modification, geometric data, land cover data, and unsteady flow simulation and flood model validation tests resulted in a model with 5 scenarios and 30 variations and the highest validation test value was in scenario 2 STA Barombong with a percentage of 62.02% and a flood height of 0.10 - 4.68 m covering 5656.53 ha. The flood model with the highest validation was analyzed by spatial analysis in the form of overlay method in informal settlement areas. It was found that 75 out of 77 informal settlement areas were affected with an area of 1407.53 ha. The percentage affected by flooding is 15.64%. Floods with a height of 0.10 - 0.50 m dominate the informal settlement areas.

Keywords: Flood, Flood Modelling, Informal Settlement

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
KATA PENGANTAR.....	xv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xvii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 5
2.1 Banjir.....	5
2.1.1 Jenis Banjir.....	5
2.1.2 Faktor Penyebab Banjir.....	6
2.1.3 Dampak Banjir.....	7
2.1.4 Parameter Banjir.....	8
2.2 Curah Hujan.....	9
2.2.1 Curah Hujan Kawasan.....	9
2.2.2 Intensitas Hujan.....	10
2.2.3 Limpasan Curah Hujan.....	11
2.3 <i>Digital Elevation Model (DEM)</i>	11

2.4	Tutupan Lahan.....	11
2.4.2	Koefisien Kekasaran <i>Manning</i>	13
2.4.3	Koefisien Aliran Limpasan.....	14
2.5	Debit Aliran Sungai.....	16
2.6	Pasang Surut Air Laut.....	16
2.7	Sistem Informasi Geografis (SIG).....	17
2.8	Pemodelan Banjir.....	18
2.8.1	<i>Hydrologic Engineering Center, River, Analysis System (HEC-RAS)</i>	19
2.8.2	ArcGis.....	20
2.9	Kawasan Permukiman Informal.....	21
2.10	Penelitian Terdahulu.....	23
2.11	Kerangka Konsep.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....		28
3.1	Jenis Penelitian	28
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian	28
3.3	Jenis dan Sumber Data	30
3.4	Teknik Pengumpulan Data	31
3.5	Variabel Penelitian.....	31
3.6	Teknik Analisis Data.....	36
3.6.1	Identifikasi Kondisi Eksisting.....	36
3.6.2	Model Simulasi Banjir.....	38
3.6.3	Dampak Spasial pada Kawasan Permukiman Informal.....	43
3.7	Definisi Operasional.....	43
3.8	Kerangka Pikir Penelitian.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
4.1	Gambaran Umum.....	46
4.1.1	Gambaran Umum Kota Makassar.....	46
4.1.2	Gambaran Umum Wilayah Penelitian.....	47
4.2	Kondisi Eksisting Wilayah Penelitian.....	49

4.2.1 Tutupan Lahan.....	49
4.2.2 Curah Hujan.....	60
4.2.3 <i>Digital Elevation Model (DEM)</i>	63
4.2.4 Pasang Surut Air Laut.....	65
4.2.5 Sebaran Kawasan Banjir.....	66
4.2.6 Kawasan Permukiman Informal.....	72
4.3 Model Simulasi Banjir.....	87
4.3.1 Pemodelan Banjir (<i>Flood Modelling</i>).....	87
4.3.2 Uji Validasi Model.....	97
4.4 Dampak Spasial Bencana Banjir Pada Kawasan Permukiman Informal.....	115
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	123
5.1 Kesimpulan.....	123
5.2 Saran.....	124
DAFTAR PUSTAKA.....	125
LAMPIRAN.....	132
<i>CURRICULUM VITAE</i>.....	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Metode <i>Polygon Thiessen</i>	9
Gambar 2	Hidrograf pola agihan hujan ABM.....	10
Gambar 3	Kerangka konsep penelitian.....	27
Gambar 4	Peta lokasi wilayah penelitian.....	29
Gambar 5	Kerangka pikir penelitian.....	45
Gambar 6	Peta delineasi wilayah penelitian.....	48
Gambar 7	Peta tutupan lahan wilayah penelitian.....	50
Gambar 8	Kondisi aliran di Sungai Tallo.....	51
Gambar 9	Kondisi drainase wilayah penelitian.....	51
Gambar 10	Kondisi kanal wilayah penelitian.....	52
Gambar 11	Kondisi hutan wilayah penelitian.....	52
Gambar 12	Kondisi jalan wilayah penelitian.....	53
Gambar 13	Kondisi kebun campuran wilayah penelitian.....	54
Gambar 14	Kondisi parkir gedung olahraga.....	54
Gambar 15	Kondisi parkir Kantor Kesyahbandaran Utama Kota Makassar.....	55
Gambar 16	Kondisi permukiman wilayah penelitian.....	55
Gambar 17	Kondisi ruang terbuka hijau wilayah penelitian.....	56
Gambar 18	Kondisi rawa wilayah penelitian.....	56
Gambar 19	Kondisi sawah wilayah penelitian.....	57
Gambar 20	Kondisi semak belukar wilayah penelitian.....	57
Gambar 21	Kondisi tambak wilayah penelitian.....	58
Gambar 22	Kondisi tanah terbuka wilayah penelitian.....	58
Gambar 23	Kondisi tegalan pada wilayah penelitian.....	59
Gambar 24	Kondisi kawasan komersial wilayah penelitian.....	59
Gambar 25	Peta <i>Polygon Thiessen</i> Kota Makassar.....	62
Gambar 26	Peta <i>Digital Elevation Model</i> (DEM) wilayah penelitian.....	64
Gambar 27	Peta persebaran kawasan banjir wilayah penelitian.....	67
Gambar 28	Peta persebaran kawasan banjir Kecamatan Tallo.....	68
Gambar 29	Peta persebaran kawasan banjir Kecamatan Ujung Tanah.....	69

Gambar 30	Peta kawasan permukiman informal wilayah penelitian.....	73
Gambar 31	Peta kawasan permukiman informal Kecamatan Tallo.....	74
Gambar 32	Peta kawasan permukiman informal Kecamatan Ujung Tanah.....	75
Gambar 33	Data DEM.....	87
Gambar 34	Hasil modifikasi data DEM.....	88
Gambar 35	Batasan aliran pada Kota Makassar.....	89
Gambar 36	Tutupan lahan pada <i>software</i> HEC-RAS.....	90
Gambar 37	Peta uji akurasi model simulasi skenario 2 STA Barombong Kota Makassar.....	99
Gambar 38	Peta model simulasi banjir skenario 2 STA Barombong Kota Makassar.....	100
Gambar 39	Peta ketinggian banjir tertinggi model simulasi skenario 2 STA Barombong Kota Makassar.....	101
Gambar 40	Peta uji akurasi model simulasi banjir skenario 2 STA Barombong wilayah penelitian.....	104
Gambar 41	Peta model simulasi skenario 2 STA Barombong wilayah penelitian.....	105
Gambar 42	Peta ketinggian banjir tertinggi model simulasi skenario 2 STA Barombong wilayah penelitian.....	106
Gambar 43	Peta model simulasi banjir pada jam ke-12 wilayah penelitian.....	108
Gambar 44	Peta model simulasi banjir pada jam ke-24 wilayah penelitian.....	109
Gambar 45	Peta model simulasi banjir maksimum wilayah penelitian.....	110
Gambar 46	Simulasi arah aliran banjir jam ke-12.....	111
Gambar 47	Simulasi arah aliran banjir jam ke-24.....	112
Gambar 48	Peta arah aliran air model simulasi banjir wilayah penelitian.....	113
Gambar 49	Arah aliran air pada batas wilayah penelitian.....	114
Gambar 50	Peta dampak spasial pada kawasan permukiman informal wilayah penelitian.....	116
Gambar 51	Peta dampak spasial pada kawasan permukiman informal Kecamatan Tallo.....	117
Gambar 52	Peta dampak spasial pada kawasan permukiman informal Kecamatan Ujung Tanah.....	118

Gambar 53	Peta ilustrasi dampak pada kawasan permukiman informal wilayah penelitian.....	121
-----------	--	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Klasifikasi penutup lahan.....	12
Tabel 2.	Koefisien kekasaran <i>Manning</i>	13
Tabel 3.	Koefisien aliran limpasan.....	15
Tabel 4.	Penelitian terdahulu.....	24
Tabel 5.	Variabel penelitian.....	32
Tabel 6.	Indikator permukiman informal.....	36
Tabel 7.	Nilai koefisien kekasaran <i>Manning</i> wilayah penelitian.....	40
Tabel 8.	Nilai koefisien aliran limpasan wilayah penelitian.....	41
Tabel 9.	<i>Confusion Matrix</i>	42
Tabel 10.	Luas kecamatan di Kota Makassar.....	46
Tabel 11.	Jumlah kelurahan menurut kecamatan di Kota Makassar.....	47
Tabel 12.	Luas kelurahan di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung.....	49
Tabel 13.	Luas pengaruh Stasiun Klimatologi terhadap curah hujan wilayah penelitian.....	60
Tabel 14.	Curah hujan maksimum Kota Makassar tahun 2018-2022.....	61
Tabel 15.	Data curah hujan stasiun tahun 2021.....	63
Tabel 16.	Data pasang surut Kota Makassar.....	65
Tabel 17.	Persebaran kawasan banjir wilayah penelitian.....	70
Tabel 18.	Kawasan Permukiman informal pada wilayah penelitian.....	76
Tabel 19.	Nilai koefisien pada tutupan lahan wilayah penelitian.....	90
Tabel 20.	Intensitas curah hujan selama 24 jam di Kota Makassar.....	92
Tabel 21.	Debit aliran Sungai Tallo di Kota Makassar.....	93
Tabel 22.	Debit aliran Sungai Jeneberang di Kota Makassar.....	94
Tabel 23.	Data pasang surut air laut di Kota Makassar.....	95
Tabel 24.	Model simulasi banjir berdasarkan skenario di Kota Makassar.....	96
Tabel 25.	Perbandingan uji validasi berdasarkan skenario di Kota Makassar.....	97
Tabel 26.	Perbandingan luas banjir skenario 2 STA Barombong Kota Makassar.....	102
Tabel 27.	<i>Confusion matrix</i> model simulasi banjir skenario 2 STA Barombong wilayah penelitian.....	103

Tabel 28. Luas area model simulasi banjir berdasarkan waktu.....	107
Tabel 29. Dampak spasial pada kawasan permukiman informal wilayah penelitian.....	119

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
A	Luas Daerah Aliran
RTRW	Rencana Tata Ruang Wilayah
BMKG	Badan Meteorologi dan Klimatologi Geofisika
BNPB	Badan Nasional Penanggulangan Bencana
BPBD	Badan Penanggulangan Bencana Daerah
BPS	Badan Pusat Statistik
BIG	Badan Informasi Geospasial
SIG	Sistem Informasi Geografis
HEC-RAS	<i>Hydrologic Engineering Center-River Analysis System</i>
DEM	<i>Digital Elevation Model</i>
DEMNAS	DEM Nasional
SNI	Standar Nasional Indonesia
n	Koefisien Kekasaran <i>Manning</i>
C	Koefisien Aliran Limpasan
I	Intensitas Hujan
ABM	<i>Alternating Block Method</i>
Δt	Interval Waktu
FN	<i>False Negative</i>
FP	<i>False Positive</i>
TN	<i>True Negative</i>
TP	<i>True Positive</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi wawancara.....	132
Lampiran 2. Dokumentasi <i>survey</i>	133
Lampiran 3. Lembar wawancara sebaran kawasan banjir.....	135

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirabbil 'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala nikmat, karunia, dan petunjuknya yang diberikan kepada penulis. Shalawat serta salam penulis tucurahkan kepada Rasulullah *Shallallahu 'alaihi Wasallam*, sehingga dengan hikmah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Dampak Spasial Bencana Banjir Pada Kawasan Permukiman Informal Berbasis *Flood Modelling* (Studi Kasus: Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar)”** sebagai salah satu persyaratan penyelesaian studi di Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Berdasarkan data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana pada tahun 2019-2023 bencana banjir merupakan bencana yang sering terjadi di Kota Makassar dimana Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah mengalami dampak banjir berulang dengan kerugian rumah hunian penduduk yang rusak ringan hingga berat. Bencana banjir dapat memberikan banyak dampak pada bidang ekonomi, kesehatan, maupun lingkungan. Maka diperlukan strategi untuk menanggulangi dampak dengan mengimplementasikan *flood modelling* untuk mensimulasikan cakupan wilayah terjadinya banjir sehingga dapat diperoleh pemetaan wilayah banjir, baik berdasarkan limpasan permukaan, guna lahan, dan curah hujan setelah itu hasilnya dapat dioverlay dengan perangkat sistem informasi geografis untuk mengetahui dampak spasial banjir pada kawasan permukiman informal sehingga dapat meminimalisir dampak akibat bencana banjir di masa yang akan datang di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar.

Dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun untuk karya yang lebih baik kedepannya. Semoga Allah *Subhanahu wa Ta'ala* senantiasa meridhai segala usaha kita.

Gowa, 21 November 2023

Hikmah Angraini Bahar

Sitasi dan Alamat Kontak:

Harap menuliskan sumber skripsi ini dengan cara penulisan sebagai berikut:

Bahar, Hikmah Angraini. 2023. *Dampak Spasial Bencana Banjir Pada Kawasan Permukiman Informal Berbasis Flood Modelling (Studi Kasus: Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar)*. Skripsi Sarjana, Prodi S1 PWK Universitas Hasanuddin. Makassar.

Demi peningkatan kualitas skripsi ini, maka kritik dan saran dapat dikirimkan ke penulis melalui alamat email: hikmah.baharlau@gmail.com

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini di waktu yang tepat. Salam dan shalawat penulis haturkan kepada Rasulullah Muhammad *shallallahu 'alayhi wa sallam* yang telah membawa pesan dan menjadi uswatun hasanah bagi umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang ini. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan motivasi dari berbagai pihak sehingga penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tersayang (Bapak H. Bahar, S.Pd.I dan Ibu Hj. Salmawati) dan saudara-saudara hebat (apt. Ika Suryana, S.Si dan Haryo Andi Setiaji, S.H) atas doa, nasihat, dukungan, serta kasih sayang yang tak hentinya diberikan kepada penulis;
2. Rektor Universitas Hasanuddin (Bapak Prof. Dr. Ir. Djamaluddin Jompa, M.Sc.) yang telah memfasilitasi penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin;
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (Bapak Prof. Dr. Eng. Muhammad Isran Ramli, ST. M.Si. IPM) atas dukungan dan kebijakannya;
4. Kepala Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota (PWK) Universitas Hasanuddin (Bapak Dr. Eng. Abdul Rachman Rasyid, ST. M.Si. IPM) dan Sekretaris Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Hasanuddin sekaligus dosen penasihat akademik (Ibu Sri Aliah Ekawati, ST., M.T.) atas bimbingan akademik dan administrasi selama penulis menempuh pendidikan;
5. Dosen Pembimbing Utama (Bapak Dr. Eng. Ihsan, S.T., M.T) atas segala nasihat, bimbingan, kepercayaan, serta ilmu yang telah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
6. Dosen Pembimbing Pendamping (Bapak Laode Muhammad Asfan Mujahid, ST., MT) atas motivasi, dukungan, ilmu, nasihat, bantuan, dan kepercayaan yang telah diberikan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini;

7. Dosen Penguji (Ibu Isfa Sastrawati, S.T.,M.T dan Bapak Gafar Lakatupa, S.T.,M.Eng) atas segala dukungan, nasihat, bantuan, dan ilmu yang telah diberikan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini;
8. Kepala Studio Akhir (Ibu Dr.techn. Yashinta K. D. Sutopo, ST., MIP) atas segala nasihat dan kepercayaannya selama menempuh perkuliahan;
9. Kepala *LBE Urban Regional Planning, Tourism, and Disaster Mitigation* Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin (Bapak Dr. Eng. Ihsan, S.T., M.T) atas waktu, bimbingan, dan nasihat kepada penulis;
10. Seluruh Dosen Departemen Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat selama penulis menjalani masa perkuliahan;
11. Kepala Tata Usaha Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Univesitas Hasanuddin (Bapak Haerul Muayyar S.Sos) dan seluruh Staf Administrasi dan Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota yang telah membantu penulis dalam mengurus administrasi skripsi ini dan selama masa perkuliahan berlangsung;
12. Teman-teman SEKTOR 2019 atas dukungan, semangat, bantuan, dan motivasi kepada penulis selama perkuliahan;
13. Teman-teman di Labo *Urban Regional Planning, Tourism, and Disaster Mitigation* terima kasih telah membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini;
14. Teman-Teman Kelompok Mitigasi *Forecaster Ranger* (Muhammad Akbar, Agil Parwan, Muhammad Sapety Ardana Dahlan, Husnul Khatimah, Muhammad Fadil Fajar, dan Naura Zikrinadifa) terima kasih telah bersama selama penulisan skripsi dalam suka dan duka;
15. Terima kasih terkhusus kepada teman-teman terdekat saya (Tiara Kusuma Wardani, Andi Dheaneira Maulina, Miftha Novitasari Tamuntuan, Fitria M. Akib, Elda Hasya, Stephanie Aurelya, Nurul Ariqah Jalal, Tendri Nasyrah, Naura Zikrinadifa, dan Andi Arzyidil Mariz) atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis dari awal sampai akhir perkuliahan;

16. Teman-Teman Studio Tugas Akhir (L.M. Raynaldi Faturrahman Muhvy, Agil Parwan, Muhammad Akbar, Muhammad Fadil Fajar, Naura Zikrinadifa, Husnul Khatimah, Muhammad Sapety Ardana Dahlan, Syahrani Ramadhani, Friselia Tesya Anjelin, dan Gita Alfiani Rahman);
17. Terima kasih kepada seluruh praktisi dari setiap kelurahan di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah yang telah memberikan waktu, kesempatan, dan informasi untuk membantu penyelesaian skripsi ini;
18. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih telah memberikan bantuan dan motivasi yang sangat berharga.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan dampak positif bagi kita semua dan dapat menjadi referensi pembelajaran bagi semua pihak.

Gowa, 21 November 2023

Hikmah Angraini Bahar

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) tahun 2019 menyatakan bahwa banjir merupakan salah satu bencana yang disebabkan oleh curah hujan yang ekstrim, sehingga meluapnya air sungai, danau, laut maupun drainase karena volume air yang terus meningkat dan menimbulkan genangan air dalam suatu wilayah. Selain itu, banjir juga dapat disebabkan oleh faktor topografi, jenis tanah, maupun alih fungsi lahan yang dapat mengurangi resapan air. Dampak bencana banjir yang terjadi menyebabkan banyak kerugian seperti kerusakan tempat tinggal, kerugian harta benda maupun kerusakan lingkungan (Firdausiah dkk., 2022).

Bencana banjir yang terjadi di perkotaan memiliki karakteristik dengan lingkungan binaan dan pertumbuhan penduduk sebagai peran penting dalam faktor penyebab terjadinya banjir selain intensitas dan durasi curah hujan. Pada area perkotaan dampak banjir lebih dirasakan oleh permukiman informal (Nassar & Elsayed, 2017). Permukiman informal merupakan wilayah permukiman yang padat dengan kondisi lingkungan kurang baik dan infrastruktur yang tidak memadai. Selain itu, berada di wilayah yang secara geografis berbahaya yang menyebabkan rentan akan terjadinya bencana banjir (Akbar dkk., 2020).

Indonesia memiliki kota-kota besar yang mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat dan sulit untuk dikendalikan. Kota besar yang semakin berkembang akan memiliki kepadatan bangunan yang tinggi yang berbanding lurus dengan resiko banjir yang semakin tinggi karena kurangnya daerah resapan air ketika hujan terjadi (Juwono & Subagiyo, 2017). Berdasarkan Rencana Detail Tata Ruang (RTRW) Kota Makassar tahun 2015-2034, Kota Makassar yang memiliki dataran yang landai dengan ketinggian 0-25 meter di atas permukaan laut. Apabila intensitas hujan yang tinggi disertai dengan dataran yang landai akan menyebabkan timbulnya genangan air di sejumlah wilayah. Telah tercatat data kejadian bencana dari BNPB Kota Makassar pada tahun 2019 hingga tahun 2023 bencana banjir merupakan bencana yang sering terjadi di Makassar. Banjir yang disebabkan oleh

sungai-sungai meluap karena curah hujan tinggi telah melanda 14 kecamatan yakni Kecamatan Biringkanaya, Bontoala, Makassar, Mamajang, Kampung Sangkarang, Mariso, Panakkukang, Rappocini, Tallo, Tamalanrea, Tamalate, Ujung Pandang, dan Ujung Tanah, Kota Makassar sehingga 1.000 jiwa penduduk harus mengungsi.

Dalam RTRW Kota Makassar tahun 2015-2034, diketahui sebagian wilayah dari Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah ditetapkan sebagai kawasan rawan banjir, pada saat yang sama Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah ditetapkan dengan fungsi sebagai pusat kegiatan perumahan kepadatan sedang dan pusat kegiatan perumahan kepadatan tinggi dimana apabila terjadi banjir maka menimbulkan berbagai dampak yang merugikan masyarakat. Secara administrasi sebagian wilayah Kecamatan Tallo berada di daerah aliran Sungai Tallo, sedangkan Kecamatan Ujung Tanah memiliki Kanal Panampu yang berfungsi sebagai pengendali banjir. Namun, fungsi tersebut belum optimal karena penurunan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh permukiman sekitar (Amrullah, 2021). Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Provinsi Sulawesi Selatan tahun 2022 di Kecamatan Tallo dengan kerugian 2 rumah rusak berat dan 2 rumah rusak ringan. Bencana banjir kembali terjadi pada tahun 2023 di Kelurahan Buloa dengan ketinggian banjir dari betis hingga paha orang dewasa akibat kanal yang meluap, adapun pada Kelurahan Wala-Walaya banjir menyebabkan korban jiwa sebanyak 1 orang. Adapun pada Kecamatan Ujung Tanah tercatat dalam Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Makassar pada tahun 2021 dan tahun 2022 bahwa Kelurahan Pattingalloang mengalami bencana banjir dengan ketinggian banjir hingga 25 cm.

Bencana banjir dapat memberikan banyak dampak pada bidang ekonomi, kesehatan, maupun lingkungan sedangkan kota yang layak huni dipengaruhi oleh kualitas lingkungan sehingga kota bebas bencana terutama bencana banjir (Surjono dkk., 2018). Maka diperlukan strategi seperti pengimplementasian *flood modelling* untuk mensimulasikan cakupan wilayah terjadinya banjir sehingga dapat diperoleh pemetaan wilayah banjir baik berdasarkan limpasan permukaan, guna lahan, dan curah hujan dimana hasilnya dapat di *overlay* dengan perangkat sistem informasi geografis untuk mengetahui dampak spasial banjir pada permukiman informal sehingga dapat meminimalisir dampak akibat bencana banjir di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi eksisting faktor banjir di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar?
2. Bagaimana model simulasi banjir di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar?
3. Bagaimana dampak spasial dari pemodelan banjir pada kawasan permukiman informal di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai berdasarkan pertanyaan penelitian sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi kondisi eksisting faktor banjir di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar.
2. Membuat pemodelan simulasi banjir di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar.
3. Mengidentifikasi dampak spasial pemodelan banjir pada kawasan permukiman informal di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi dasar informasi dalam penanggulangan banjir untuk meminimalkan dampak banjir yang terjadi di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar.
2. Penelitian diharapkan mampu memberikan informasi kepada masyarakat terkait bencana banjir yang bisa terjadi pada tempat tinggalnya dan juga dijadikan pembelajaran sehingga meningkatkan kesadaran serta perilaku siaga terhadap bencana.

3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi atau rujukan bagi penelitian-penelitian selanjutnya mengenai pemodelan dan dampak banjir dalam suatu wilayah.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian dalam penelitian terdiri atas dua bagian sebagai berikut.

1. Ruang Lingkup Wilayah

Lokasi penelitian ini dibatasi pada kawasan permukiman informal yang terkena banjir ketika intensitas curah hujan tinggi yang terletak di Kecamatan Tallo dan Kecamatan Ujung Tanah.

2. Ruang Lingkup Substansi

Penyusunan penelitian ini berfokus pada kondisi eksisting dan model simulasi banjir berdasarkan faktor penyebab terjadinya banjir yang akan dikelola dalam sistem informasi geografis yang akan digunakan dalam mengetahui dampak spasial banjir berupa luas genangan dan ketinggian banjir pada kawasan permukiman informal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Banjir

Banjir merupakan suatu keadaan dimana air menggenangi wilayah atau tempat yang luas. Banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi kemudian sungai maupun drainase tidak dapat menahan akumulasi air sehingga volume air terus bertambah dan mengakibatkan banjir. Peristiwa banjir dapat terjadi setiap saat dan sering kali menimbulkan kerugian (Fitriani, 2021). Menurut Juwono dan Subagiyo (2017), banjir merupakan aliran air yang melebihi muka air normal dan menyebabkan terjadinya genangan pada daerah daratan dan mengakibatkan kerugian.

2.1.1 Jenis Banjir

Banjir sering kali terjadi dan merugikan banyak pihak. Peristiwa banjir yang terjadi berbeda tergantung dari penyebabnya. Adapun jenis-jenis banjir yang terjadi menurut Fitriani (2021) sebagai berikut:

1. Banjir Air

Salah satu banjir yang sering terjadi adalah banjir air yang disebabkan oleh waktu turun hujan yang lama sehingga selokan, danau, maupun sungai tidak dapat menampung semua air karena volume air terus bertambah dan wilayah sekitarnya akan terjadi banjir.

2. Banjir Cileuncang

Banjir cileuncang disebabkan oleh intensitas hujan yang sangat tinggi yang membuat saluran air atau drainase tidak mampu mengalirkan air sehingga air akan meluap dan tergenang.

3. Banjir Rob (Laut Pasang)

Banjir rob disebabkan oleh pasang air laut yang menimpa kawasan pesisir. Ketika air laut pasang maka aliran air sungai yang menuju ke laut akan tertahan karena air sungai yang tertahan akan menumpuk dan menyebabkan tanggul jebol sehingga daratan digenangi air.

4. Banjir Bandang

Banjir bandang merupakan banjir yang tingkat bahaya lebih tinggi karena arus airnya sangat deras dan membawa material seperti sampah, lumpur, dan material lainnya yang tidak memungkinkan manusia dapat melewati banjir dengan mudah.

5. Banjir Lahar

Banjir lahar disebabkan oleh lahar dari gunung berapi yang masih aktif saat erupsi terjadi. Ketika erupsi, gunung berapi akan mengeluarkan lahar dingin kemudian lahar menuju sungai sehingga sungai semakin dangkal dan meluap hingga ke daratan.

6. Banjir Lumpur

Banjir lumpur memiliki kandungan gas-gas kimia berbahaya karena lumpur yang menggenangi daratan berasal dari dalam bumi.

2.1.2 Faktor Penyebab Banjir

Berdasarkan proses terjadinya, Kodoatie dan Syarief (2010) menyatakan banjir disebabkan oleh beberapa faktor berupa alam dan aktivitas manusia yang akan diuraikan sebagai berikut.

1. Alam

Kondisi alam dapat menjadi faktor terjadinya banjir seperti curah hujan, pengaruh sungai, dan pengaruh pasang surut air laut yang akan diuraikan sebagai berikut.

- a. Curah hujan dengan intensitas yang tinggi dengan durasi waktu yang lama dapat menyebabkan luapan air yang menjadi banjir karena tempat penampungan aliran air hujan seperti sungai, danau, dan drainase tidak dapat menampung volume air hujan yang terus bertambah.
- b. Pengaruh sungai seperti bentuk sungai yang dapat mempengaruhi kecepatan aliran air dan volume air pada sungai. Selain itu, erosi yang terjadi dapat memberikan pengaruh pada kapasitas penampungan sungai sehingga tanah yang terbawa oleh aliran air sungai akan menyebabkan sedimentasi. Sedimentasi akan membuat sungai semakin dangkal sehingga dapat terjadi banjir.

- c. Pengaruh pasang surut air laut dapat menyebabkan aliran air sungai yang menuju laut tidak dapat mengalir ketika banjir terjadi secara bersamaan dengan pasang air laut yang tinggi.

2. Aktivitas Manusia

Berikut beberapa faktor penyebab banjir yang disebabkan pengaruh dari aktivitas manusia yang dirincikan sebagai berikut.

- a. Perubahan kondisi DPS seperti perluasan kota dan penggundulan hutan yang akan menyebabkan kurangnya daerah resapan air menuju tanah sehingga banjir terjadi.
- b. Kawasan permukiman kumuh yang berada pada tepian air seperti bantaran sungai menghambat aliran air sehingga dapat terjadi banjir.
- c. Sampah yang dibuang pada tempat penampungan air seperti sungai, danau, maupun drainase dapat menyebabkan aliran air tidak lancar dan menyebabkan terjadinya banjir.

Faktor-faktor penyebab terjadinya bencana banjir berbeda tiap kawasan. Ketika banjir terjadi akibat luapan sungai, laut, maupun drainase karena intensitas hujan yang tinggi. maka akan merugikan masyarakat setempat. Pada wilayah penelitian intensitas curah hujan yang tinggi merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya banjir.

2.1.3 Dampak Banjir

Dampak banjir dapat merugikan secara fisik dan non fisik, kerugian tersebut dapat bersifat spasial atau berhubungan dengan ruang dan wilayah. Menurut Kristanto (2021), ketika banjir terjadi terdapat kerugian secara fisik berupa banyaknya permukiman, sarana, dan prasarana yang tergenang air sehingga aktivitas masyarakat terganggu dan kualitas lingkungan menurun. Adapun kerugian non fisik seperti beberapa masyarakat dapat terluka hingga terdapat korban jiwa karena terbawa arus aliran air yang kuat.

Dampak spasial banjir dapat mempengaruhi dan mengubah ruang dan wilayah. Menurut Widiawaty dan Dede (2018), terdapat dampak spasial dari banjir dengan mensimulasikan cakupan dari wilayah tergenang air oleh banjir yang menyebar dalam wilayah tersebut dan menghasilkan pemetaan bahaya dan kerentanan banjir.

Adapun Rahmanto (2018) menjelaskan bahwa dampak spasial mencakup luas dan ketinggian genangan ketika terjadinya banjir pada suatu wilayah. Dampak spasial mengacu pada sejauh mana wilayah terpengaruh oleh genangan banjir baik dalam luas wilayah tergenang maupun ketinggian banjir yang dapat digunakan dalam perencanaan mitigasi dan manajemen banjir.

2.1.4 Parameter Banjir

Parameter atau tolak ukur banjir berdasarkan Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana (2007) adalah sebagai berikut.

1. Luas genangan (km^2 atau hektar), memuat luas lahan yang tertutup air pada saat terjadi banjir.
2. Ketinggian air banjir (m) adalah salah satu aspek dalam menentukan tingkat kerusakan. Jika ketinggian banjir lebih dari 1 meter diatas permukaan lantai maka cenderung menghasilkan kerusakan struktur bangunan dan mengganggu aktivitas masyarakat.
3. Kecepatan aliran (m/detik atau km/jam) yang mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi selanjutnya menuju sungai atau penampungan air lainnya seperti sungai, kanal, waduk, dan kolam.
4. Material aliran dimana ketika banjir terjadi maka aliran airnya akan membawa beberapa material-material seperti kayu, batu, dan lain-lain.
5. Tingkat kepekaan air atau tebal endapan lumpur (m atau cm).
6. Lamanya waktu genangan (jam, hari, bulan) banjir terjadi waktu genangan akan dihitung ketika genangan terjadi hingga semua genangan hilang akibat air mengalir kembali masuk ke tanah atau sungai maupun badan air ketika air sungai surut maupun air hilang karena menguap melalui proses evaporasi.

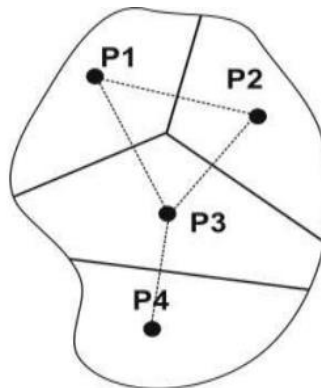
Parameter akan menjadi acuan dalam mengidentifikasi persebaran kawasan banjir pada wilayah penelitian. Adapun parameter yang digunakan berupa luas genangan, ketinggian banjir, dan lamanya waktu genangan. Parameter banjir berperan penting dalam mitigasi maupun manajemen banjir pada kawasan terutama kawasan yang rentan terjadinya banjir.

2.2 Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah hujan yang terkumpul di wilayah daratan tanpa memperhitungkan penguapan, rembesan, atau aliran lainnya. Hujan sebesar 1 mm adalah volume hujan yang tertampung setinggi 1 mm dan berfiltrasi area seluas 1 m² dengan satuan mm atau inci (Tallar, 2023).

2.2.1 Curah Hujan Kawasan

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2017), data curah hujan hasil pengukuran dengan alat pengukur merupakan curah hujan setempat atau curah hujan titik (*point rainfall*). Dalam suatu wilayah terdapat beberapa stasiun pengukur hujan untuk menentukan curah hujan daerah. Adapun metode *Polygon Thiessen* dapat digunakan untuk menghitung curah hujan kawasan menurut (Badaruddin dkk., 2021)

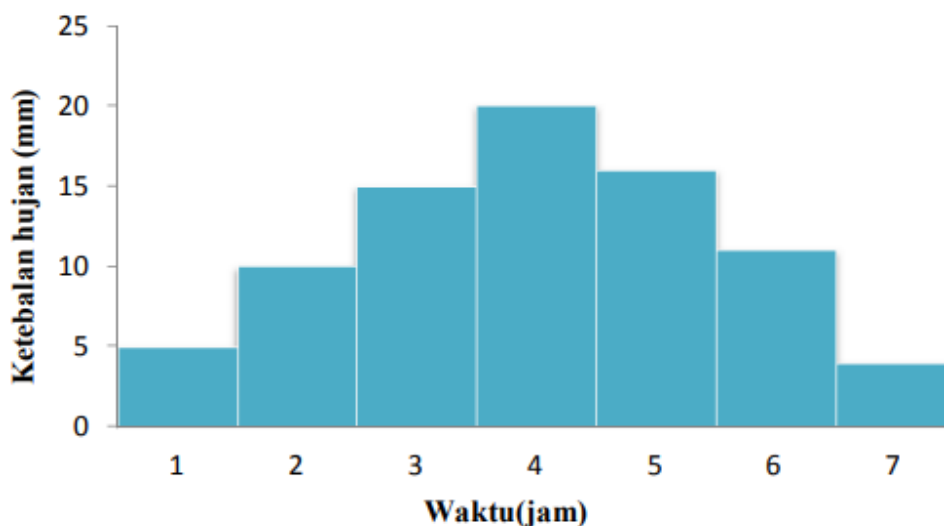


Gambar 1. Metode *Polygon Thiessen*
Sumber: Badaruddin dkk. (2021)

Metode ini digunakan dengan dasar rata-rata timbang (*weight average*), dimana masing-masing stasiun pencatat curah hujan mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara stasiun-stasiun pencatat curah hujan. Disamping itu metode ini dipakai apabila stasiun-stasiun pencatat curah hujan ini terletak didalam daerah tangkapan (*catchment area*) atau sekitarnya, sehingga dapat diketahui luas yang dapat dicakup oleh masing-masing stasiun pencatat curah hujan. Untuk menggunakan metode ini diperlukan data hujan dan peta stasiun hujan berskala sebagai dasar penentuan luas daerah pengaruh curah hujan.

2.2.2 Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang turun pada durasi waktu tertentu dan biasanya dinyatakan dalam satuan mm/jam, mm/hari, maupun mm/tahun. Umumnya data curah hujan yang digunakan dalam analisis hidrologi adalah nilai maksimum, minimum, dan rata-rata dari curah hujan yang terjadi (Tallar, 2023). Data intensitas hujan dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan besarnya dampak yang ditimbulkan oleh kegiatan perubahan tata guna lahan dalam skala besar terhadap kemungkinan perubahan karakteristik hidrologi (Asdak, 2023). Data intensitas hujan dapat menghasilkan tabulasi ketersediaan data hujan dalam periode tertentu seperti hujan harian dalam satu tahun yang dapat dinyatakan dalam bentuk data mingguan, bulanan, dan tahunan. Adapun besar dari data intensitas hujan yang berbeda-beda dapat disebabkan lama waktu curah hujan maupun frekuensi kejadian. Dalam menganalisis intensitas hujan berdasarkan data curah hujan harian dapat menggunakan metode *Mononobe* dengan kebutuhan data lama waktu hujan dan curah hujan maksimum selama 24 jam dengan satuan mm (Istiqomah dkk., 2022).



Gambar 2. Hidrograf pola agihan hujan ABM
Sumber: Nugroho (2012)

Setelah melakukan analisis intensitas hujan dengan menggunakan metode *Mononobe*. Intensitas durasi frekuensi yang akan dihasilkan akan mendetail dengan periode ulang tertentu pada durasi waktu t , $2t$, $3t$, ..., nt . Rangkaian waktu dan intensitas hujan maksimum akan digunakan dalam metode *Alternating Block Method* (Triadmodjo, 2008 dalam Nugroho, 2012).

2.2.3 Limpasan Curah Hujan

Limpasan permukaan atau *surface runoff* adalah salah satu bagian curah hujan dengan infiltrasi cukup rendah dari *overland flow* dan masuk ke dalam sungai dengan komponen aliran banjir utama (Badaruddin dkk., 2021). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi limpasan air yang berhubungan dengan curah hujan antara lain durasi hujan, intensitas, dan penyebaran hujan dengan laju dan volume aliran air. Pada saat intensitas hujan tinggi yang berbanding lurus dengan volume aliran air maka kapasitas infiltrasi akan turun (Asdak, 2018).

2.3 Digital Elevation Model (DEM)

Menurut Putra (2021), *Digital Elevation Model* adalah representasi digital permukaan bumi berdasarkan ketinggian suatu permukaan tanah dari permukaan laut. Data DEM dapat dibangkitkan dari citra radar, contohnya *Shuttle Radar Topographic Mission*, *Advanced Land Observing Satellite Phased Array Type L-band Synthetic Aperture Radar* (ALOS PALSAR), *Light Detecting and Ranging* (LIDAR) maupun stereoskop citra satelit seperti *Advanced Spaceboard Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model ASTER* (GDEM).

DEM salah satu data digital yang menggunakan geometri berbentuk permukaan bumi, yang terdiri dari sekumpulan titik koordinat yang diambil sampelnya dari permukaan bumi dan algoritma yang menggunakan sekumpulan koordinat untuk mendefinisikan permukaan. Data DEM dirancang untuk menghasilkan peta kemiringan. Semakin curam kemiringan suatu daerah maka semakin cepat limpasan permukaan, sehingga air hujan yang jatuh akan mengalir secara langsung dan tidak akan membanjiri daerah tersebut, sehingga kemungkinan terjadinya banjir semakin kecil. Oleh karena itu, semakin tinggi kemiringan, semakin rendah skor kerentanan banjir (Uca dkk., 2022).

2.4 Tutupan Lahan

Berdasarkan SNI 7645:2010 tentang Klasifikasi Tutupan Lahan, tutupan lahan merupakan tutupan biofisik di permukaan bumi yang berasal dari aktivitas manusia, adapun kelas tutupan lahan terdiri dari daerah bervegetasi dan daerah tidak

bervegetasi. Pada lahan dengan permukaan yang tertutup oleh bangunan atau perkerasan maka akan berpengaruh pada aliran air ketika hujan terjadi sehingga persentase air yang mengalir di permukaan lebih besar dari pada air yang menyerap ke dalam tanah (Juwono & Subagiyo, 2017).

Tabel 1. Klasifikasi penutup Llahan

No	Kelas Penutup Lahan	
1.	Daerah Vegetasi	
1.1	Daerah pertanian	
1.1.1	Sawah	
1.1.2	Sawah pasang surut	
1.1.3	Ladang	
1.1.4	Perkebunan	
1.1.5	Perkebunan Campuran	
1.1.6	Tanaman Campuran	
1.2	Daerah Bukan Pertanian	
1.2.1	Hutan Lahan Kering	
1.2.2	Hutan Lahan Basah	
1.2.3	Semak dan Belukar	
1.2.4	Padang Rumput Alang-alang dan Sabana	
1.2.5	Rumput Rawa	
2	Daerah Tak Bervegetasi	
2.1	Lahan Terbuka	
2.1.1	Lahar dan Lava	
2.1.2	Hampanan Pasir Pantai	
2.1.3	Beting Pantai	
2.1.4	Gumuk Pasir	
2.2	Pemukiman dan Lahan Bukan Pertanian	
2.2.1	Lahan Terbangun	
2.2.1.1	Permukiman	
2.2.1.2	Jaringan Jalan (Arteri, Kolektor, Lokal)	
2.2.1.3	Jaringan Jalan Kereta Api	
2.2.1.4	Bandar Udara Domestik / Internasional	
2.2.1.5	Pelabuhan Laut	
2.2.2	Lahan Tidak Terbangun	
2.2.2.1	Pertambahan	
2.2.2.2	Tempat Penimbunan Sampah	
2.3	Perairan	
2.3.1	Danau atau Waduk	
2.3.2	Tambak	
2.3.3	Rawa	
2.3.4	Sungai	
2.3.5	Terumbu Karang	
2.3.6	Gosong Pantai	

Sumber: SNI 7645:2010

Dalam tutupan lahan yang memiliki vegetasi dan non vegetasi akan berpengaruh terhadap nilai koefisien *run off* yang dihasilkan. Vegetasi yang ada dapat memperlambat jalannya air larian dan memperbesar jumlah air yang tertahan di atas permukaan tanah (*Surface detention*) dan menurunkan laju aliran air. Berkurangnya

laju dan volume aliran air berkaitan dengan perubahan nilai koefisien air larian (Widayani dkk., 2021).

2.4.1 Koefisien Kekasaran *Manning*

Menurut Putro dan Hadihardaja (2013), koefisien kekasaran *Manning* atau n merupakan nilai dari hambatan aliran air pada tutupan lahan. Penentuan nilai koefisien kekasaran *Manning* dilakukan sebagai berikut:

1. Memahami faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai n ;
2. Menentukan nilai n berdasarkan tabel nilai n dengan berbagai kondisi dan tipe alur;
3. Mengidentifikasi koefisien kekasaran saluran; dan
4. Menentukan nilai n berdasarkan distribusi kecepatan saluran aliran air dan data pengukuran kekasaran.

Nilai koefisien setiap saluran berbeda sehingga nilai kekasaran sungai pun berbeda, Nilai koefisien kekasaran yang dihasilkan akan berbeda-beda akibat adanya perbedaan jumlah vegetasi pada penggunaan lahan sehingga saluran yang dapat mempengaruhi laju aliran air (Putro & Hadihardaja, 2013). Berdasarkan SNI 2830:2008 tentang Tata Cara Perhitungan Tinggi Muka Air Sungai dengan Cara Pias, nilai koefisien kekasaran *Manning* dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 2. Koefisien kekasaran *Manning*

Kondisi dan Tipe Alur	Kekasaran <i>Manning</i>		
	Minimum	Normal	Maksimum
Sungai Kecil (lebar muka air banjir <30 m)			
1. Mengalir pada dataran rendah			
a. Alur bersih, lurus, elevasi muka air penuh, tidak ada celah atau bagian yang dalam (kedung)	0.025	0.030	0.033
b. Sama seperti diatas tetapi lebih banyak batu dan rumput atau tanaman	0.030	0.035	0.040
c. Alur bersih, melingkar, dengan bagian dalam dan dangkal	0.033	0.040	0.045
d. Sama seperti diatas, tetapi lebih banyak batu dan rumput atau tanaman	0.035	0.045	0.050
e. Sama seperti diatas, tetapi elevasi muka air lebih rendah, dan lebih banyak perubahan kemiringan dan lebar	0.040	0.048	0.055
f. Sama seperti diatas, tetapi lebih banyak batu	0.045	0.050	0.060
g. Penggal sungai dengan aliran pelan, penuh rumput dengan kolam yang dalam	0.050	0.070	0.080

Kondisi dan Tipe Alur	Kekasaran <i>Manning</i>		
	Minimum	Normal	Maksimum
h. Alur banyak rumput, alur-alur yang dalam, atau lintasan banjir dengan tegakan pohon dan semak	0.075	0.100	0.150
2. Sungai pegunungan, pada alur tidak ada vegetasi, tebing sungai curam, pohonan semak pada tebing tenggelam saat muka air tinggi			
a. Dasar sungai: krikil, krakal, dengan beberapa batu-batu besar	0.030	0.040	0.050
b. Dasar sungai: krakal dengan batu-batu besar	0.040	0.050	0.070
Bantaran banjir			
1. Bantaran untuk padang gembalaan (padang rumput) tanpa semak belukar			
a. Rumput rendah	0.025	0.030	0.035
b. Rumput tinggi	0.030	0.035	0.050
2. Bantaran untuk tegalan			
a. Tidak ada tanaman	0.020	0.030	0.040
b. Tanaman dewasa ditanam berderet	0.025	0.035	0.045
c. Tanaman dewasa ditanam tidak berderet	0.030	0.040	0.050
3. Bantaran ditumbuhi semak belukar			
a. Semak jarang, rumput lebat	0.035	0.050	0.070
b. Semak dan pohon jarang	0.040	0.060	0.080
c. Semak sedang sampai lebat	0.070	0.100	0.160
4. Bantaran dengan pohon-pohon			
a. Pohon ditanam rapat, pohon lurus	0.110	0.150	0.200
b. Tanah yang dibersihkan dengan tunggul tanaman, yang tidak tumbuh	0.030	0.040	0.050
c. Sama seperti diatas, tetapi tunggul kayu ditumbuhi daun lebat	0.050	0.060	0.080
d. Tegakan pohon rapat, pohon yang rendah sedikit, sedikit semak belukar, tinggi muka air banjir dibawah ranting pohon	0.080	0.100	0.120
e. Sama seperti diatas tetapi tinggi muka air banjir mencapai ranting pohon	0.100	0.120	0.160
Sungai Besar (lebar muka air banjir >30 m)			
1. Mengalir pada dataran rendah			
a. Bagian yang teratur tanpa batu-batu besar dan semak	0.025	-	0.060
b. Bagian yang tidak teratur dan kasar	0.035	-	0.100

Sumber: SNI 2830:2008

2.4.2 Koefisien Aliran Limpasan

Koefisien air aliran atau sering disingkat C adalah bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya air larian terhadap besarnya curah hujan. Misalnya C untuk hutan adalah 0,10 artinya 10 persen dari total curah hujan akan menjadi air

larian. Hal ini kurang menguntungkan dari sumberdaya air karena besarnya air menjadi air tanah berkurang. Kerugian lainnya adalah semakin besarnya jumlah air yang menjadi limpasan permukaan, maka ancaman terjadinya banjir menjadi lebih besar. Angka C berkisar antara 0-1. Angka 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terdistribusi menjadi air intersepsi dan terutama infiltrasi. Sedang angka $C = 1$ menunjukkan air hujan mengalir sebagai limpasan permukaan. Di lapangan, angka koefisien limpasan permukaan biasanya lebih besar dari 0 dan lebih kecil dari 1 (Asdak, 2018). Nilai koefisien aliran air limpasan yang semakin tinggi maka akan berbanding lurus dengan tingginya air yang akan melewati permukaan sehingga menyebabkan banjir dan kerugian pada manusia dan lingkungan (Juwono & Subagiyo, 2017). Berdasarkan SNI. 03-2415-1991 Rev.2004 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir, diketahui perkiraan koefisien limpasan (C) dengan meninjau tata guna lahan pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Koefisien aliran limpasan

Jenis Daerah / Kondisi Permukaan	Koefisien Aliran
Daerah Perdagangan	
- Kota	0.70-0.95
- Sekitar Kota	0.50-0.70
Daerah Permukiman	
- Satu Rumah	0.30-0.50
- Banyak Rumah, terpisah	0.40-0.60
- Banyak Rumah, Rapat	0.60-0.75
- Permukiman, Pinggiran Kota	0.25-0.40
- Apartemen	0.50-0.70
Daerah Industri	
- Ringan	0.50-0.80
- Padat	0.60-0.90
Lapangan, Kuburan, dan Sejenisnya	0.10-0.25
Halaman jalan kereta api dan sejenisnya	0.20-0.35
Lahan tidak terpelihara	0.10-0.30
Jalan Aspal	
- Aspal dan Beton	0.75-0.95
- Baru bata dan batako	0.70-0.85
Atap Rumah	0.70-0.95
Halaman berumput	
- Datar, 2%	0.05-0.10
- Rata-rata, 2-7%	0.10-0.15
- Curam, 7% atau lebih	0.15-0.20
Halaman berumput, tanah pasir padat	
- Datar, 2%	0.13-0.17
- Rata-rata, 2-7%	0.18-0.22
- Curam, 7% atau lebih	0.25-0.35

Sumber: SNI 03-2415-1991

2.5 Debit Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) berperan sebagai pengendali banjir alami pada musim hujan dan mengurangi kekeringan pada musim kemarau (Uca dkk., 2022). Debit aliran sungai adalah laju aliran air (Dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu meter kubik per detik (m^3/dt) (Asdak, 2018). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai diketahui debit air sungai selalu berubah dipengaruhi oleh curah hujan, kondisi lahan, dan perubahan yang terjadi di alur sungai. Untuk pendugaan debit puncak dilakukan dengan menggunakan metode rasional yang hasil proses penentuan aliran permukaan akurat. Metode ini banyak digunakan untuk sungai dengan daerah pengaliran yang luas. Menurut Asdak (2018), dalam menggunakan metode rasional terdapat langkah-langkah penerapannya sebagai berikut.

1. Menentukan batas dan luas daerah aliran sungai;
2. Menentukan nilai koefisien limpasan aliran air pada wilayah penelitian;
3. Menentukan durasi aliran air permukaan (*overland flow time*) berdasarkan kemiringan lereng dan nilai koefisien limpasan aliran air;
4. Menentukan intensitas hujan berdasarkan durasi aliran air permukaan mm/jam; dan
5. Menentukan debit puncak (Q_p).

Persyaratan menggunakan metode rasional apabila luas DPSal antara 40-80 hektar meskipun beberapa peneliti menyatakan bahwa penggunaan metode rasional cukup akurat apabila dipakai pada luasan yang kurang dari 500 ha. Adapun Luasan tersebut sesuai karena metode rasional hanya menghitung debit banjir maksimum di daerah perkotaan (Suhardjono, 2022).

2.6 Pasang Surut Air Laut

Menurut Triatmodjo (1999) dalam Rahmanto (2018), pasang surut merupakan fluktuasi muka air laut yang disebabkan oleh gaya tarik seperti gaya tarik matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Pasang surut dapat menyebabkan kedalaman air pada pantai selalu berubah sepanjang waktu sehingga perlu ditetapkan elevasi berdasarkan data pasang sebagai berikut.

1. Muka air tertinggi (*highest high water level*) yang terjadi ketika bulan purnama atau bulan mati;
2. Muka air tinggi rata-rata (*mean high water level*) adalah rata-rata dari muka air tertinggi selama 15 hari atau lebih;
3. Muka air laut rata-rata (*mean water level*) adalah rata-rata muka air antara muka air tinggi rata-rata dan muka air rendah rata-rata;
4. Muka air terendah (*lowest low water level*) terjadi ketika muka air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati; dan
5. Muka air rendah rata-rata (*mean low water level*) merupakan rata-rata muka air terendah selama 15 hari atau lebih.

2.7 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis yang biasanya disingkat SIG mempunyai kemampuan untuk menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu di bumi, menggabungkannya, menganalisis, dan memetakan hasilnya. Data yang akan diolah pada SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu, sebagai dasar referensinya sehingga SIG dapat menjawab beberapa pertanyaan seperti lokasi, kondisi, trend, pola, dan pemodelan (Eryani, 2021). Menurut Putra (2021), Dalam SIG terdapat dua format data sebagai berikut.

1. Data Raster

Data raster memiliki keunggulan dalam kinerja komputasi yang cepat, kemampuan untuk melakukan analisis geostatistik dengan mudah, dan dapat mewakili data yang memiliki karakteristik kontinu, seperti permukaan bumi, analisis curah hujan, analisis banjir, dan lainnya. Namun, kelemahan data raster adalah tampilannya yang kurang estetik ketika dicetak dalam peta dan kebutuhan akan kapasitas yang besar (tergantung pada resolusi yang digunakan).

2. Data Vektor

Data vektor memiliki keunggulan dalam hal estetika pembuatan peta dan lebih mudah untuk pengaturannya. Namun, kelemahan dari data vektor adalah kinerjanya yang cenderung lambat saat melakukan komputasi data, terutama ketika ada

kebutuhan untuk *overlay* (penumpukan) data dalam jumlah besar, yang bahkan dapat mengganggu kinerja sistem.

2.8 Pemodelan Banjir

Menurut Marfai (2003), sebuah model terkait banjir perlu dilakukan validasi terkait banjir sungai dan rob yang disebabkan oleh curah hujan dengan perhitungan akurasi. Langkah dalam memvalidasi perlu dilakukan perbandingan hasil model simulasi banjir dengan peta yang telah disediakan oleh pemerintah terkait kejadian banjir aktual. Proses perhitungan akurasi dilakukan dengan menggunakan metode *Confusion Matrix* dengan pengelompokan data menjadi 4 kategori berupa *true positive* (benar diprediksi sebagai positif oleh model), *true negative* (benar diprediksi sebagai negatif oleh model), *false positive* (salah diprediksi sebagai positif oleh model), dan *false negative* (salah diprediksi sebagai negatif oleh model). Jumlah *pixel* yang terdapat pada data raster hasil model simulasi banjir akan dianalisis berdasarkan pengelompokan ini dalam metode *Confusion Matrix*.

Mayadewi dan Rosely (2015) mengemukakan bahwa *Confusion Matrix* merupakan metode dalam perhitungan akurasi yang akan menghasilkan persentase dalam ketepatan data setelah dilakukan pengujian dalam proses klasifikasi. Dalam penelitian *Confusion Matrix* dilakukan untuk mengevaluasi model yang telah dilakukan dengan menggunakan perangkat sistem informasi geografis yang memiliki kinerja yang sesuai dengan membandingkannya dengan data banjir aktual atau kejadian sebenarnya dan dapat menghasilkan secara akurat gambaran situasi banjir pada wilayah penelitian.

Menurut Widiawaty dan Dede (2018), pemodelan dapat digunakan dalam memetakan potensi bahaya dan tingkat kerentanan terhadap banjir. Pemodelan akan melakukan simulasi terhadap luas wilayah yang tergenang akibat banjir serta dampak-dampaknya. Dampak banjir dapat diidentifikasi melalui pemetaan wilayah yang rawan banjir dengan menggunakan data limpasan permukaan, curah hujan atau intensitas hujan, aliran air sungai, dan pasang surut air laut apabila berada pada tepian air. Hasil pemodelan dengan menggunakan *software* dapat digunakan untuk menganalisis tingkat resiko bencana terkait.

2.8.1 Hydrologic Engineering Centers River Analysis System (HEC-RAS)

Rizal (2022) mengemukakan bahwa HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran *River Analysis System* (RAS) yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resources* (IWR) di bawah *US Army Corps of Engineers* (USACE). HEC-RAS digunakan untuk memodelkan satu dimensi aliran permanen maupun tidak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*). Komponen tersebut memakai *geometric* data dan *routine* hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan. HEC-RAS memiliki komponen model satu dimensi sebagai berikut:

1. Hitungan profil muka air aliran permanen;
2. Simulasi aliran tidak permanen;
3. Hitungan transpor sedimen; dan
4. Hitungan kualitas air.

Menurut Ullah dkk. (2016), HEC-RAS digunakan dalam memprediksi banjir dengan melakukan zonasi banjir untuk menentukan guna lahan dan zona resiko dalam studi manajemen perkotaan. Adapun menurut USACE (2023), pada HEC-RAS terdapat program modifikasi medan (*terrain modification*), geometri data (*geometric data*), data tutupan lahan (*land cover data*), dan simulasi aliran tidak stabil (*unsteady flow simulation*) menggunakan data curah hujan.

1. Modifikasi Medan (*Terrain Modification*)

Modifikasi medan adalah metode yang digunakan untuk memperbaiki representasi elevasi dari permukaan tanah dengan mengintegrasikan data topografi dengan fitur-fitur seperti sistem jaringan drainase dan jaringan jalan. Tujuannya adalah menciptakan representasi yang lebih baik dan lengkap serta detail dari permukaan tanah.

2. Data Geometri (*Geometric Data*)

Model hidrolika mencakup *2D flow area* yang akan menetapkan *boundary lines* atau batasan aliran. Penambahan batasan aliran dapat lebih dari satu dalam *software*

HEC-RAS, namun batasan tersebut tidak dapat ditampilkan dalam permukaan sel secara bersamaan.

3. Data Tutupan Lahan (*Land Cover Data*)

Data tutupan lahan digunakan dalam mengklasifikasikan lahan berdasarkan guna lahan berdasarkan koefisien kekasaran *Manning* dan koefisien limpasan agar pada proses pemodelan banjir, nilai lahan dapat diberikan.

4. Simulasi Aliran Tidak Stabil (*Unsteady Flow Simulation*)

Simulasi aliran tidak stabil digunakan dalam perhitungan hidrolik dengan penyelesaian persamaan aliran tidak tunak berdasarkan pemecah matriks *skyline*. Selain itu, *unsteady flow* dapat membaca data aliran tidak tunak seperti intensitas hujan.

2.8.2 ArcGIS

Menurut Eryani (2021), ArcGIS adalah perangkat lunak yang berbasis pada Sistem Informasi Geografis (GIS) yang dikembangkan oleh *Environment Science and Research Institute* (ESRI). ArcGIS Desktop memiliki sejumlah fitur, beberapa di antaranya adalah seperti berikut.

1. ArcMap

ArcMap merupakan aplikasi utama yang digunakan dalam pengolahan data GIS. ArcMap memiliki kemampuan untuk visualisasi, *editing*, pembuatan peta tematik, pengelolaan data tabular (*excel*), memilih (*query*), menggunakan fitur *geoprocessing* untuk menganalisa dan *customize* data ataupun melakukan *output* berupa tampilan peta. Operator juga dapat mengolah data sesuai dengan keinginannya.

2. ArcGlobe

ArcGlobe adalah aplikasi yang menampilkan tampilan yang serupa dengan Google Earth dan berfungsi sebagai alat untuk merepresentasikan permukaan bumi dengan memanfaatkan citra satelit.

3. ArcCatalog

ArcCatalog yaitu merupakan aplikasi yang memiliki fitur untuk membuat data *vector* dan mengelompokkannya sesuai dengan fungsi yang diinginkan. Dengan kemampuan *tools* untuk menjelajah informasi, mengatur data, membagi data, dan

mendokumentasikan data spasial maupun data-data yang berkaitan dengan informasi geografis.

4. ArcScene

ArcScene adalah aplikasi yang memiliki fitur yang mirip dengan ArcMap, tetapi yang membedakannya adalah kemampuan untuk menampilkan data dalam tampilan tiga dimensi (3D), sehingga pengguna dapat bekerja dengan data menggunakan koordinat X, Y, dan Z.

Dalam ArcGis terdapat metode *overlay* atau tumpang tindih berbagai *layer* untuk analisis yang dapat dilakukan secara otomatis dan sistematis untuk menghasilkan data *output* gabungan. Pada *overlay* terdapat beberapa *tools* yang terdiri atas *erase*, *identity*, *intersect*, *spatial join*, *symmetrical difference*, *union*, dan *update*. *Tools* tersebut memiliki peran masing-masing untuk melakukan proses analisis data (Tricahyono & Dahlia, 2017). Kadir (2015) menyatakan manfaat *software* ArcGis dalam melakukan analisis spasial dan pembuatan peta digital dalam bidang pemetaan dan perencanaan antara lain mengetahui persebaran penduduk, mengetahui sebaran hutan penduduk, mengetahui daerah rawan kecelakaan, mengetahui indeks potensi sosial, mengetahui sebaran pertambangan, mengetahui daerah-daerah yang rawan bencana, mengetahui sebaran hutan, mengetahui sebaran daerah kritis, dan mengetahui jumlah produksi dalam pertanian.

2.9 Kawasan Permukiman Informal

Menurut Msimang (2017), permukiman informal atau *informal settlements* merupakan permukiman yang dibangun melalui proses swadaya tanpa ada bantuan sehingga infrastruktur kekurangan fasilitas persampahan, kondisi jalan yang tidak beraturan, kurangnya sanitasi, akses air bersih, dan kurangnya drainase. Sedangkan Kohli dkk. (2012) menyatakan bahwa permukiman informal memiliki karakteristik berdasarkan ukuran bangunan, bahan atap, ketersediaan jalan, jalan yang tidak beraturan, kurangnya vegetasi, kurangnya ruang terbuka hijau, kepadatan yang tinggi, bentuk permukiman tidak teratur, keterkaitan dengan pola ruang sekitar, tekstur, dan lokasi permukiman. Adapun karakteristik dari permukiman informal menurut Zerbo dkk. (2020) antara lain tingkat pengangguran tinggi, lokasi bermukim yang tidak aman, pelayanan sosial tidak memadai, dan kemiskinan.

Abunyewah dkk. (2018) juga menyatakan karakteristik dari permukiman informal terdiri atas kawasan rawan bencana, kemiskinan, dan kurangnya pelayanan. Adapun terdapat pernyataan dari Alzamil (2018) bahwa karakteristik dari permukiman informal berupa permukiman yang tidak teratur, permukiman dengan kepadatan tinggi, ukuran bangunan, material atap yang kurang memadai, kurangnya ruang terbuka, tidak terdapat ketersediaan jalan, dan eksisting jalan yang tidak teratur. Menurut Kalimapour dan Dovey (2019), mengidentifikasi permukiman informal dilakukan pengamatan melalui citra satelit, jurnal, maupun penelitian terkait. Selain itu, identifikasi lokasi kawasan permukiman informal dapat dilakukan dengan mengamati secara langsung atau dapat melalui *google street view*. Dovey dan King (2011) menyatakan terdapat 8 klasifikasi tipologi dalam menentukan lokasi kawasan permukiman informal yang dirincikan sebagai berikut.

1. Berbentuk Kawasan (*District*)

Permukiman informal yang paling dikenali adalah permukiman kumuh. Salah satu contohnya terdapat *mixed-use* penggunaan lahan pada kawasan industri dan permukiman informal.

2. Berada di Tepi Badan Air (*Waterfront*)

Permukiman informal biasanya akan menempati bagian tepi air seperti sungai, kanal, dan pantai karena bagian tepian merupakan lokasi yang tidak berkepemilikan.

3. Lereng (*Escarpmnts*)

Pada kawasan permukiman formal yang tidak terbangun terdapat permukiman informal yang sedang berkembang, salah satunya di kawasan lereng. Namun, kawasan lereng merupakan kawasan yang rawan akan bencana longsor karena sangat curam.

4. Lahan Pemakaian Terbatas (*Easement*)

Lahan terbatas biasanya terdapat pada sekitar infrastruktur kawasan perkotaan seperti dalam zona penyangga atau sepanjang pinggiran jalan tol maupun kereta api yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk membangun kawasan permukiman informal.

5. Trotoar (*Sidewalks*)

Trotar sama dengan lahan pemakaian terbatas, trotoar menjadi tempat permukiman informal terus bertambah hingga memiliki beberapa lantai dalam rumah hunian.

6. Keterkaitan dengan Kawasan Sekitarnya (*Adherences*)

Keterkaitan dengan kawasan sekitarnya berdasarkan prinsip permukiman informal pada kerangka formal sebelumnya sehingga kawasan permukiman informal akan menempel bahkan membangun di dalam fasad publik formal.

7. Bagian Belakang (*Backstages*) Kawasan Formal

Permukiman informal yang tumbuh pada bagian belakang berada pada sisi bangunan. Akses jalan menuju permukiman informal bagian belakang adalah jalan yang tidak lebih dari setengah meter.

8. Berbentuk Berpagar (*Enclosure*)

Permukiman informal yang berbentuk berpagar berada pada kawasan formal yang membentuk pagar atau batas antar permukiman informal dan permukiman formal.

Permukiman informal merupakan permukiman padat dengan kondisi lingkungan dan infrastruktur tidak memadai serta berada di wilayah yang secara geografis berbahaya. Hal tersebut menjadi alasan kawasan permukiman informal rentan akan terjadinya bencana banjir (Akbar dkk., 2020).

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu diperlukan untuk menjadi referensi tambahan yang digunakan sebagai pembandingan dari judul hingga isi dalam penelitian. Penelitian terdahulu bertujuan untuk menjadi referensi penelitian. Adapun penelitian yang terkait dapat dilihat pada Tabel 4.

2.11 Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep penelitian digunakan untuk melihat hubungan atau kaitan-kaitan antara variabel-variabel dan analisis untuk mencapai tujuan dalam penelitian. Adapun kerangka konsep penelitian yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 3.

Tabel 4. Penelitian terdahulu

No	Judul	Penulis (Tahun)	Teknik Analisis	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
1	Pemodelan Spasial Bahaya dan Kerentanan Bencana Banjir di Wilayah Timur Kabupaten Cirebon	Widiawaty dan Dede (2018)	1. Modifikasi DEM 2. Pemodelan banjir 3. Analisis spasial (<i>Overlay</i>)	Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan dan di <i>overlay</i> dengan penggunaan lahan dapat diketahui lahan yang paling terdampak adalah lahan budidaya dengan potensi jumlah penduduk yang rentan bencana banjir dengan kategori sangat tinggi.	1. Persamaan dari kedua penelitian antara lain penggunaan <i>software</i> HEC-RAS dalam melakukan pemodelan dengan indikator tutupan lahan, curah hujan, dan nilai koefisien limpasan. 2. Perbedaan dari kedua penelitian antara lain lokasi penelitian, waktu simulasi banjir dilakukan, dan terdapat indikator yang berbeda seperti pasang surut air laut.
2	<i>Modelling and Visualization of Flood Inundation for Disaster Mitigation in Kasin River, Bareng Village, Malang City</i>	Pratiwi dan Santosa (2021)	1. Analisis hidrolika 2. Analisis hidrologi 3. Pemodelan banjir 4. Analisis spasial	Pemodelan banjir dapat dilakukan untuk memvisualisasikan daerah genangan banjir di wilayah Kelurahan Bareng. Adapun wilayah yang terdampak banjir seluas 24.225,63 m ² dengan 173 rumah tergenang.	1. Persamaan dari kedua penelitian antara lain penggunaan <i>software</i> HEC-RAS dalam melakukan pemodelan dengan indikator tutupan lahan, curah hujan, DEM, dan data aliran sungai. 2. Perbedaan dari kedua penelitian antara lain lokasi penelitian, waktu dari simulasi banjir, hasil penelitian berupa jumlah rumah yang tergenang, dan terdapat indikator berbeda seperti pasang surut air laut, jaringan drainase, dan jaringan jalan.
3	Analisis Kondisi Existing Sungai Gude Ploso Menggunakan HEC-RAS	Atmoko dan Nusantara (2020)	1. Analisis hidrologi 2. Analisis hidrolika 3. Pemodelan banjir	Hasil pemodelan HEC-RAS menunjukan luapan terjadi disemua penampang sungai karena besar debit yang dihasilkan tidak dapat ditampung, sehingga diperoleh	1. Persamaan dari kedua penelitian antara lain menggunakan <i>software</i> HEC-RAS dengan indikator curah hujan, debit aliran sungai, dan tutupan lahan.

No	Judul	Penulis (Tahun)	Teknik Analisis	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
				solusi alternatif dengan melakukan normalisasi pada debit kala ulang 5 tahun.	2. Perbedaan dari kedua penelitian antara lain lokasi penelitian, tidak memiliki indikator pasang surut, hasil pemodelan kala ulang 5 tahun.
4	<i>A Study of The Negative Impacts of Informal Settlements on The Environment</i> (Jika Joe, Pietermaritzburg)	Msimang (2017)	1. Analisis morfologi 2. Analisis peta dan gambar 3. Analisis permukiman informal	Hasil identifikasi permukiman informal diketahui banyak faktor-faktor yang berpengaruh pada pertumbuhan permukiman informal yang dapat memberikan dampak negatif seperti kerusakan lingkungan.	1. Persamaan kedua penelitian antara lain melakukan identifikasi permukiman informal melalui citra <i>google</i> satelit dengan indikator berupa tipologi kawasan. 2. Perbedaan kedua penelitian adalah fokus penelitian ini hanya identifikasi kawasan permukiman informal
5	Pemodelan Spasial Limpasan Genangan Banjir dari DAS Ciliwung di Kel. Kebon Baru dan Kel. Bidara Cina, DKI Jakarta	Sugandhi dkk. (2023)	1. Analisis spasial 2. Analisis <i>flood inundation</i> 3. Pemodelan banjir 4. Analisis deskriptif kuantitatif	Hasil dari pemodelan menunjukkan bahwa limpasan banjir yang terjadi memiliki ketinggian sebesar 1 m dengan luas 39.51 ha. Adapun prediksi jumlah bangunan yang terdampak sebanyak 1889 unit.	1. Persamaan dari kedua penelitian antara lain menggunakan <i>software</i> HEC-RAS dengan indikator curah hujan, debit aliran sungai, nilai koefisien dan tutupan lahan. 2. Perbedaan dari kedua penelitian antara lain lokasi dari penelitian, indikator seperti data pasang surut, dan hasil penelitian yang lebih detail.
6	Pemodelan Spasial Genangan Banjir Akibat Gelombang Pasang di Wilayah Pesisir Kota Mataram	Rahmanto (2018)	1. Analisis <i>raster calculator</i> 2. Analisis interpolasi 3. Analisis spasial 4. Analisis deskriptif kuantitatif	Berdasarkan hasil pemodelan diketahui luasan area banjir tahun 2016 sebesar 102.866 ha, tahun 2066 sebesar 145.763, dan tahun 2116 sebesar 187.849 ha dengan wilayah yang tergenang berupa permukiman dan pertanian.	1. Persamaan dari kedua penelitian antara lain menggunakan <i>software</i> HEC-RAS dalam melakukan pemodelan dengan indikator curah hujan, tutupan lahan, nilai koefisien, DEM, dan data pasang surut. 2. Perbedaan dari kedua penelitian adalah proyeksi pemodelan hingga 100 tahun.

No	Judul	Penulis (Tahun)	Teknik Analisis	Hasil Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
7	<i>Vulnerability and Everyday Health Risk of Urban Informal Settlements in Sub-Saharan Africa</i>	Zerbo dkk. (2020)	Analisis deskriptif	Permukiman informal yang berada pada wilayah penelitian memiliki karakteristik seperti sanitasi yang kurang baik, kurangnya air bersih, dan kepadatan yang tinggi sehingga resiko penyakit menular semakin tinggi dan berbanding lurus dengan angka kematian.	1. Persamaan dari kedua penelitian mengidentifikasi kawasan permukiman informal. 2. Perbedaan dari kedua penelitian antara lain lokasi penelitian, dan hasil penelitian yang fokus kepada dampak dari adanya kawasan permukiman informal di bidang kesehatan.
8	<i>An Ontology of Slums for Image-Based Classification</i>	Kohli dkk. (2012)	Analisis deskriptif	Mengidentifikasi permukiman kumuh melalui karakteristik maupun melalui citra <i>google</i> satelit.	1. Persamaan dari kedua penelitian mengidentifikasi kawasan permukiman informal melalui karakteristik dan citra <i>google</i> satelit. 2. Perbedaan dari kedua penelitian antara lain lokasi penelitian.
9	<i>Forms of Informality: Morphology and Visibility of Informal Settlements</i>	Dovey dan King (2011)	Analisis deskriptif	Berdasarkan kondisi suatu wilayah terdapat tipologi dari permukiman informal antara lain distrik, tepi badan air, dan lain-lain.	1. Persamaan dari kedua penelitian mengidentifikasi tipologi dari kawasan permukiman informal 2. Perbedaan dari kedua penelitian adalah lokasi dari penelitian.
10	<i>Profiling Informal Settlements for Diasaster Risks</i>	Abunyewah dkk. (2018)	Analisis deskriptif	Permukiman informal yang terus tumbuh akan meningkatkan kerentanan bahaya bencana sehingga dilakukan pembentukan kebijakan lingkungan untuk mitigasi bencana pada kawasan permukiman.	1. Persamaan dari kedua penelitian mengidentifikasi kawasan permukiman informal yang berada pada wilayah penelitian. 2. Perbedaan dari kedua penelitian adalah lokasi penelitian yang berbeda.

Sumber: Penulis, 2023

