

**ANALISIS PENGARUH INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP
LUAS DAERAH GENANGAN BERPOTENSI BANJIR DI KOTA
BANDAR LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

**CHRISTAS GRACIA
NPM 1915013023**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP LUAS DAERAH GENANGAN BERPOTENSI BANJIR DI KOTA BANDAR LAMPUNG

Oleh

CHRISTAS GRACIA

Berdasarkan pencatatan sejarah kejadian bencana BNPB, banjir dinyatakan sebagai bencana dengan frekuensi kejadian tertinggi di Kota Bandar Lampung. Karakteristik topografi Kota Bandar Lampung yang beragam berdampak terhadap distribusi, arah serta pola aliran air hujan yang kompleks sehingga dapat menyebabkan bencana banjir. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia No. 24 Tahun 2007, bencana banjir membawa dampak negatif mencakup kerugian harta benda hingga kondisi psikologis masyarakat. Langkah preventif non-struktural bencana banjir dapat dilakukan dengan pemanfaatan ilmu SIG dan teknologi SAR yang memiliki kapabilitas dalam menyediakan dan mengolah data esensial berkaitan dengan bencana banjir.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh intensitas curah hujan terhadap luas genangan berpotensi banjir di Kota Bandar Lampung khususnya di Kecamatan Sukarame pada tanggal 5 Februari 2019, tanggal 21 Januari 2021, serta tanggal 26 Februari 2021. Data yang digunakan diantaranya Citra Sentinel-1A IW GRDH, data curah hujan harian yang diakuisisi oleh Stasiun Curah Hujan Sukarame, serta DEM SRTM HGT 1 arc-second. Analisis klasifikasi banjir menggunakan metode *thresholding*, metode *Maximum Likelihood Classification (MLC)*, uji validasi dengan wawancara serta analisis korelasi dan regresi.

Hasil dari penelitian ini adalah diperoleh luas genangan pada 5 Februari 2019 sebesar 9.464617 ha dengan curah hujan 25 mm, pada 21 Januari 2021 sebesar 84.828572 ha dengan curah hujan 135 mm, dan luas genangan pada 26 Februari 2021 sebesar 4.039003 ha dengan curah hujan 33 mm. Diperoleh nilai korelasi (r) sebesar 0,992150739 (garis hubungan positif) dengan nilai koefisien determinasi (r^2) sebesar 0,984363088.

Kata kunci: Genangan, Banjir, SIG, Penginderaan Jauh, MLC, Sentinel-1A

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF RAINFALL INTENSITY ON THE AREA OF POTENTIALLY FLOOD INDATED AREA IN BANDAR LAMPUNG CITY

By

CHRISTAS GRACIA

Based on BNPB's historical record of disaster events, flooding is declared as the disaster with the highest frequency of occurrence in Bandar Lampung City. The diverse topographical characteristics of Bandar Lampung City have an impact on the distribution, direction and complex pattern of rainwater flow that can cause flood disasters. Based on the Law of the Republic of Indonesia No. 24 Year 2007, flood disasters bring negative impacts including property losses to the psychological condition of the community. Non-structural preventive measures for flood disasters can be carried out by utilizing GIS science and SAR technology which has the capability to provide and process essential data related to flood disasters. This research aims to analyze the effect of rainfall intensity on the potential flood inundation area in Bandar Lampung City, especially in Sukarame District on February 5, 2019, January 21, 2021, and February 26, 2021. The data used include Sentinel-1A IW GRDH image, daily rainfall data acquired by Sukarame Rainfall Station, and 1 arc-second SRTM HGT DEM. Flood classification analysis uses thresholding method, *Maximum Likelihood Classification* (MLC) method, validation test with interviews and correlation and regression analysis. The results of this study are the inundation area on February 5, 2019 was 9.464617 ha with 25 mm of rainfall, on January 21, 2021 it was 84.828572 ha with 135 mm of rainfall, and the inundation area on February 26, 2021 was 4.039003 ha with 33 mm of rainfall. The correlation value (r) is 0.992150739 (positive relationship line) with a coefficient of determination (r^2) of 0.984363088.

Key words: Inundation, Flood, GIS, Remote Sensing, MLC, Sentinel-1A

**ANALISIS PENGARUH INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP
LUAS DAERAH GENANGAN BERPOTENSI BANJIR DI KOTA
BANDAR LAMPUNG**

Oleh

CHRISTAS GRACIA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Program Studi Teknik Geodesi
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **ANALISIS PENGARUH INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP LUAS DAERAH GENANGAN BERPOTENSI BANJIR DI KOTA BANDAR LAMPUNG**

Nama : **Christas Gracia**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1915013023**

Program Studi : **S1 Teknik Geodesi**

Jurusan : **Teknik Geodesi dan Geomatika**

Fakultas : **Teknik**



Pembimbing I

Pembimbing II

Citra Dewi, S.T., M.Eng.
NIP 19820112 200812 2 001

Rahma Anisa, S.T., M.Eng.
NIP 19930716 202012 2 032

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP 19641012 199203 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji



Ketua

: Citra Dewi, S.T., M.Eng.

.....

Sekretaris

: Rahma Anisa, S.T., M.Eng.



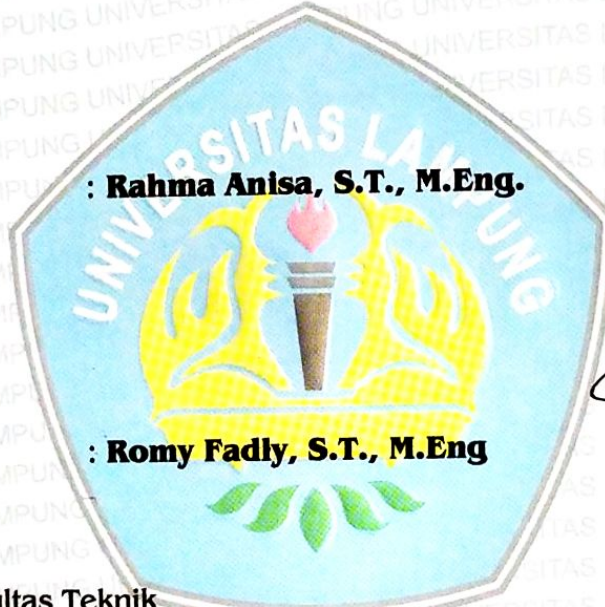
.....

Anggota

: Romy Fadly, S.T., M.Eng



.....



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. H. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. 

NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 01 Agustus 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya Christas Gracia, NPM 1915013023, dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam skripsi yang berjudul "*ANALISIS PENGARUH INTENSITAS CURAH HUJAN TERHADAP LUAS DAERAH GENANGAN BERPOTENSI BANJIR DI KOTA BANDAR LAMPUNG*" adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Dosen Pembimbing I yaitu Citra Dewi, S.T., M.Eng. dan Dosen Pembimbing II yaitu Rahma Anisa, S.T., M.Eng., berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Skripsi ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil masukan dari beberapa sumber lain (buku, jurnal dan lain-lain) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 19 Juni 2023
Yang membuat pernyataan



Christas Gracia
NPM 1915013023

RIWAYAT HIDUP



Nama lengkap penulis adalah Christas Gracia, penulis lahir di Kota Metro, 19 Oktober 2001. Penulis merupakan anak keempat dari empat bersaudara dari Ibu Lusila Dwi Kurniawati.

Pendidikan formal Penulis diawali di Taman Kanak-kanak Xaverius Metro dimana Penulis menyelesaikan pendidikan Taman-Kanak kanak pada tahun 2010, kemudian Penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 3 yang terletak di Kelurahan Metro, Kecamatan Metro Pusat, Kota Metro, dimana Penulis menempuh pendidikan selama 6 tahun dan lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Xaverius yang terletak di Kelurahan Yosorejo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro selama 3 tahun dan menyelesaikan pendidikan SMP pada tahun 2016, kemudian Penulis melanjutkan pendidikan di tingkat Sekolah Menengah Atas di SMA Kristen 1 yang terletak di Kelurahan Ganjarasri, Kecamatan Metro Barat, Kota Metro selama 3 tahun dan selesai pada tahun 2019. Selanjutnya penulis mengawali studi sebagai mahasiswa di Universitas Lampung pada tahun 2019 di Program Studi Teknik Geodesi, jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Masa studi Penulis sebagai mahasiswa disertai dengan keaktifan Penulis yang bergabung ke beberapa organisasi intra kampus. Pada tahun pertama, Penulis bergabung dengan Badan Eksekutif Mahasiswa Universitas Lampung sebagai staff ahli bidang Komunikasi dan Informatika. Kegiatan organisasi Penulis dilanjutkan dengan bergabungnya Penulis dengan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik

dimana Penulis menjadi staff ahli di departemen Pengembangan dan Sumber Daya Manusia.

Pada tahun ke-3 perkuliahan, Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) dengan menjalankan program kerja terstruktur yang dilaksanakan selama 40 hari di Kelurahan Ganjar Agung, Kecamatan Metro Barat, Metro. Pelaksanaan Program Kuliah Kerja Nyata (KKN) ini dilakukan pada bulan Januari hingga Februari tahun 2022. Pada bulan Juni tahun 2022, Penulis melaksanakan Kerja Praktik di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN), lebih spesifik di Kantor Pertanahan Kabupaten Lampung Timur, dengan mengemban tugas utama melakukan inventarisasi data tekstual pada kegiatan Pemetaan Tematik Pertanahan dan Ruang (PTPR) di Kabupaten Lampung Timur sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung. Dalam pelaksanaan kerja praktik, Penulis melaksanakan Pemetaan Tematik Pertanahan dan Ruang (PTPR) di 5 Dusun di Kecamatan Purbolinggo, Kabupaten Lampung Timur.

Keaktifan Penulis dalam perkuliahan serta di beberapa organisasi juga diimbangi dengan besarnya keinginan Penulis dalam melakukan eksplorasi di bidang penelitian yaitu dengan mengikuti Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) yang diselenggarakan oleh Ditjen Diktiristek. Pada tahun ke-2 Penulis bersama tim memperoleh pendanaan melalui skema PKM-Riset Eksakta dengan pengembangan ilmu Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam bidang kesehatan, terkhusus bagi fenomena stunting di Gadingrejo, Pringsewu, Lampung. Publikasi Penulis yang merupakan luaran dari kegiatan PKM tersebut adalah Analisis Geospasial Kasus Stunting menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) di Kecamatan Gadingrejo, Pringsewu-Lampung yang dipublikasikan pada tahun 2023.

PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkat, pertolongan serta kemudahan melalui berbagai pihak yang memberikan arahan serta dukungan bagi penulis dalam proses penyusunan skripsi ini.

Pada kesempatan ini, saya ingin mempersembahkan skripsi yang telah disusun ini kepada:

Ibu, kakak-kakak dan keluarga besar saya atas segala doa dan pengharapan yang tidak terhingga, serta dukungan moral dan materiil untuk tercapainya cita-cita dan harapan saya.

Tenaga pendidik yang telah membimbing, mengarahkan serta memberikan ilmu dan wawasan bagi saya.

Seluruh sahabat yang memberikan semangat dan perhatian kepada saya.

Teman-teman seperjuangan di S1 Teknik Geodesi Angkatan 2019 yang memberikan motivasi serta dukungan dari awal hingga akhir masa perkuliahan.

Terima kasih atas segala dukungan, doa dan penyertaan yang telah diberikan sehingga penelitian saya dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini sebagaimana mestinya.

MOTTO

“He gives strength to the weary and increases the power of the weak.”
(Isaiah 40:29)

“The pain that you’ve been feeling can not compare to the joy that’s coming”
(Romans 8:18)

“I can do all this through Him who gives me strength.”
(Philippians 4:13)

“A smooth sea never made a skilled sailor”
(Franklin D. Roosevelt)

“Pain is just a simple compromise, so we can get what we want out of it”
(Paramore – Misguided Ghost)

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena kelimpahan anugerah serta kasih setia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *“Analisis Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Luas Daerah Genangan Berpotensi Banjir Di Kota Bandar Lampung”* sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Lampung. Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika, Ketua Program Studi S1 Teknik Geodesi, serta dosen pembimbing akademik;
2. Ibu Citra Dewi, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing utama atas bimbingan, penyertaan, serta saran yang diberikan dalam proses penyusunan skripsi ini;
3. Ibu Rahma Anisa, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing kedua atas bimbingan, penyertaan, serta saran yang diberikan dalam proses penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji utama pada ujian skripsi. Terima kasih atas masukan dan saran yang diberikan terutama di tahapan awal penelitian;
5. Seluruh staff pengajar Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung;
6. Staf administrasi Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika dan Fakultas Teknik Universitas Lampung;

7. Teristimewa untuk Ibuku Lusila Dwi Kurniawati yang telah mencurahkan ilmu, kerja keras, motivasi serta semua pengorbanannya dalam mendidik aku untuk mencapai keberhasilanku. Terima kasih untuk setiap rapalan doa yang diberikan, semoga sehat selalu dan bisa menyertai setiap langkah dalam kehidupanku.
8. Kakak-kakakku, Claudio Adisena, Vincent Victory, dan Yohanes Bosco yang selalu menyayangi, memberikan doa, serta dukungan moral dan materiil dalam hidupku. Terima kasih atas kerja keras dan semua kasih sayang yang selalu diberikan, untuk selalu mengutamakan kepentinganku serta selalu ada dalam setiap langkah hidupku.
9. Keluarga besarku terutama Bapak Hotang dan Ibu Utari atas dukungan moral dan materiil yang diberikan terutama selama masa perkuliahanku.
10. Sahabatku tercinta, Vinvin, Evelyn, Nadifa, Widya, Tia, Dita, Cahyo, Hanny, dan Maul atas semua berkat penghiburan, waktu serta motivasi yang selalu diberikan dalam kehidupanku.
11. Rekan kerja, belajar, serta sahabatku terkasih di Sepintas Karya yaitu Imul, Sheilla, dan Farrel.
12. Teman-teman Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung Angkatan 2019.
13. Semua pihak yang membantu dalam proses penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Bandar Lampung, 1 Agustus 2023

Christas Gracia
NPM 1915013023

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.6 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Landasan Konseptual.....	12
2.2.1 Sistem Informasi Geografis (SIG).....	12
2.2.2 Penginderaan Jauh	13
2.2.3 <i>Synthetic Aperture Radar</i> (SAR).....	15
2.2.4 Sentinel-1	15
2.2.5 Koreksi Radiometrik.....	18
2.2.6 <i>Speckle Filtering</i>	20
2.2.7 Koreksi Geometrik.....	21
2.2.8 <i>Maximum Likelihood Classification</i> (MLC).....	22
2.2.9 Curah Hujan.....	24
2.2.10 Uji Korelasi.....	24
III. METODE PENELITIAN	26
3.1 Waktu dan Tempat.....	26
3.2 Bahan dan Alat	27
3.2.1 Bahan	27
3.2.2 Alat	29

3.3	Jadwal Kegiatan.....	29
3.4	Metode	30
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	31
3.6	Tahap Persiapan Penelitian.....	32
3.7	Tahap Pelaksanaan Penelitian	33
3.8	Tahap Akhir	42
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1	Hasil.....	44
4.1.1	Analisis Klasifikasi Citra Sentinel-1A Sebelum, Saat dan Setelah Banjir.....	44
4.1.2	Peta Curah Hujan Harian 3 Periode.....	46
4.1.3	Hubungan Perubahan Intensitas Curah Hujan terhadap Luas Genangan	48
4.1.4	Hasil Validasi.....	49
4.2	Pembahasan	50
4.2.1	Analisis Klasifikasi Citra Sentinel-1A Sebelum, Saat dan Setelah Banjir.....	50
4.2.2	Peta Curah Hujan Harian 3 Periode.....	51
4.2.3	Hubungan Perubahan Intensitas Curah Hujan terhadap Luas Genangan	52
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1	Simpulan.....	53
5.2	Saran	54
	DAFTAR PUSTAKA	55
	LAMPIRAN A.....	58
	LAMPIRAN B	75
	LAMPIRAN C.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu	11
2. Hubungan Korelasi.....	25
3. Data Penelitian	27
4. Informasi Data Curah Hujan	27
5. Informasi Data Citra Sentinel	28
6. Jadwal Kegiatan	30
7. Informasi Luas Genangan Sebelum, Saat dan Sesudah Banjir	46
8. Data Curah Hujan 5 Februari 2019	48
9. Data Curah Hujan 21 Januari 2021	48
10. Data Curah Hujan 26 Februari 2021	48
11. Regresi Curah Hujan terhadap Luas Genangan	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Administrasi Kota Bandar Lampung.....	26
2. Diagram Alir Penelitian	31
3. Tahap Pengolahan Citra	33
4. Citra Sentinel-1A IW GRDH sebelum subset.....	34
5. Citra Sentinel-1A IW GRDH setelah subset.....	35
6. Citra Sentinel-1A IW GRDH sebelum kalibrasi radiometrik	36
7. Citra Sentinel-1A IW GRDH setelah kalibrasi radiometrik	36
8. Citra Sentinel-1A IW GRDH sebelum <i>speckle reduction</i>	37
9. Citra Sentinel-1A IW GRDH setelah <i>speckle reduction</i>	37
10. Citra Sentinel-1A IW GRDH sebelum <i>geometric calibration</i>	38
11. Citra Sentinel-1A IW GRDH setelah <i>geometric calibration</i>	39
12. Hasil <i>Maximum Likelihood Classification</i> saat Banjir (MLC)	40
13. Peta Sebaran Genangan Sebelum Banjir.....	44
14. Peta Sebaran Genangan Saat Banjir.....	45
15. Peta Sebaran Genangan Setelah Banjir	45
16. Peta Curah Hujan Harian Sebelum Banjir	46
17. Peta Curah Hujan Harian Saat Banjir.....	47
18. Peta Curah Hujan Harian Setelah Banjir.....	47
19. Grafik Regresi Intensitas Curah Hujan terhadap Luas Genangan	49

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan fenomena alam dimana suatu daerah atau daratan terendam oleh peningkatan volume air yang dapat disebabkan oleh kondisi alam seperti tingginya curah hujan, tingginya tingkat aktivitas penduduk berkaitan dengan perubahan fungsi lahan atau sepadan sungai yang mengalami penyempitan, hingga kerusakan siklus hidrologi (Nasution dan Nurtyawan, 2014). Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia No 24 Tahun 2007, bencana banjir membawa dampak negatif mencakup kerugian harta benda hingga kondisi psikologis masyarakat terdampak. Terjadinya bencana banjir di berbagai wilayah dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang berbeda bergantung pada aspek meteorologi, karakteristik daerah aliran sungai, hingga kondisi sosial ekonomi masyarakat yang berkaitan dengan buruknya kebiasaan masyarakat yang sudah membudaya seperti minimnya pemahaman akan pengelolaan limbah rumah tangga (Arnando dkk., 2020).

Banjir dapat terjadi karena intensitas hujan yang sangat tinggi dalam waktu singkat di daerah hulu sungai yang umumnya berdampak ke daerah dataran rendah, dimana air yang turun ke permukaan bumi sudah tidak lagi mampu diserap oleh lapisan tanah sehingga air langsung melimpas ke daerah yang permukaannya rendah yang disebut juga banjir kiriman atau banjir bandang. Air hujan yang turun dengan intensitas tinggi tersebut membuat kenaikan tinggi muka air sungai dalam waktu singkat sehingga melewati batas normal dan berdampak pada banjir yang terjadi di wilayah hilir sungai. Saat ini bencana banjir faktor utama yang dapat menyebabkan banjir ialah tingginya intensitas curah hujan, hal

ini menyebabkan berkurangnya kapabilitas sungai dalam mengalirkan limpasan air yang kemudian menimbulkan genangan (Nugroho, 2002). Banjir yang terus terjadi secara berkelanjutan tanpa ada pembenahan serta upaya preventif dapat menimbulkan bencana lain yang juga mengancam ekosistem dan kelestarian lingkungan hidup seperti bencana tanah longsor, hal ini berdampak pada lapisan permukaan tanah dimana tingkat kesuburan tanah dapat hancur sehingga nutrisi esensial yang terkandung di dalamnya menghilang serta struktur tanah menjadi terganggu yang berimplikasi terhadap turunnya tingkat kesuburan tanah, penurunan produktivitas lahan hingga perubahan ekosistem lokal (Raimi dkk., 2016).

Kota Bandar Lampung memiliki kondisi topografi Kota Bandar Lampung yang sangat beragam, terdiri dari dataran rendah pantai hingga perbukitan tinggi memiliki 23 sungai kecil yang sebagian besar merupakan daerah aliran sungai yang bermuara di daerah Teluk Lampung. Banjir yang kerap terjadi di Kota Bandar Lampung disebabkan oleh pendangkalan dasar sungai oleh sedimen, pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh minimnya edukasi masyarakat terhadap pengelolaan limbah rumah tangga, adanya tumbuhan liar, hingga penyempitan badan sungai yang disebabkan oleh alih fungsi lahan yang melanggar peraturan perundang-undangan yang berlaku, dimana marak ditemukan pemukiman yang berada di bantaran sungai (Izza, 2020). Berbagai permasalahan yang terletak pada system perairan diimbangi dengan beragamnya topografi Kota Bandar Lampung membuat berbagai wilayah di Kota Bandar Lampung khususnya di wilayah dengan elevasi rendah rentan tergenang banjir pada musim penghujan. Kecamatan Sukarame merupakan salah satu Kecamatan yang kerap terdampak banjir saat curah hujan dengan intensitas tinggi jatuh di lokasi tersebut.

Pada dasarnya, hujan dengan intensitas tinggi mampu menimbulkan banjir karena besarnya volume air yang mengalir ke sungai, saluran drainase serta daerah lainnya membutuhkan sistem drainase yang memiliki kapabilitas dalam penanganan aliran air sehingga luapan serta genangan air dapat dihindari. Upaya pengendalian banjir yang dapat dilakukan sebagai bentuk antisipasi dan mitigasi

bencana adalah dengan melakukan upaya struktural dan non-struktural, dimana salah satu upaya non-struktural yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pemetaan daerah genangan banjir (Nurdiawan dan Putri, 2018). Dalam melakukan upaya non struktural banjir, diperlukan suatu teknologi yang memiliki kapabilitas dalam menyediakan data luas genangan banjir yang mencakup satu wilayah yang luas.

Teknologi penginderaan jauh yang dapat digunakan dalam penyediaan data luas genangan banjir adalah *Synthetic Aperture Radar* (SAR). Apabila dibandingkan dengan mode penginderaan jauh lainnya, *Synthetic Aperture Radar* (SAR) dikatakan lebih unggul karena transmisi radarnya dalam spektrum gelombang mikro tidak bergantung pada jarak pandang siang dan malam dan kondisi cuaca, seperti hujan terus-menerus dan tutupan awan yang teramati selama topan. Penelitian oleh (Tay dkk., 2020) memanfaatkan citra *Synthetic Aperture Radar* (SAR) dalam mengidentifikasi banjir dan kerusakan yang diakibatkan dari bencana angin topan hagibis yang melanda Kota Tokyo, Fukushima, Ibaraki, Iwate, dan Nagano di Jepang. Penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan untuk melakukan identifikasi sebaran genangan banjir serta analisis pengaruh intensitas curah hujan terhadap luasan genangan dengan mengimplementasikan Sistem Informasi Geografis (SIG) memanfaatkan data *Synthetic Aperture Radar* (SAR) Sentinel-1A IW GRDH dan data curah hujan harian dari 5 stasiun hujan di Kota Bandar Lampung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka diangkat rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana sebaran daerah genangan banjir di Kota Bandar Lampung pada pada saat sebelum, saat dan setelah banjir?
2. Berapa luas wilayah genangan berpotensi banjir di Kota Bandar Lampung pada pada saat sebelum, saat dan setelah banjir?

3. Bagaimana analisis hubungan intensitas curah hujan terhadap luas wilayah genangan berpotensi banjir di Kota Bandar Lampung pada pada saat sebelum, saat dan setelah banjir?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi sebaran daerah genangan banjir di Kota Bandar Lampung pada saat, sebelum, saat dan setelah banjir.
2. Menganalisis luas wilayah genangan berpotensi banjir di Kota Bandar Lampung pada saat, sebelum, saat dan setelah banjir.
3. Menganalisis hubungan intensitas curah hujan terhadap luas wilayah genangan berpotensi banjir di Kota Bandar Lampung.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui sebaran daerah sebaran daerah genangan banjir di Kota Bandar Lampung pada periode sebelum, saat dan setelah banjir.
2. Mengetahui luas wilayah genangan berpotensi banjir di Kota Bandar Lampung pada periode sebelum, saat dan setelah banjir.
3. Memperoleh analisis hubungan intensitas curah hujan terhadap luas wilayah genangan berpotensi banjir di Kota Bandar Lampung.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Objek penelitian yaitu wilayah genangan berpotensi banjir yang ada di Kota Bandar Lampung pada periode sebelum, saat dan setelah banjir.
2. Data *Synthetic Aperture Radar (SAR)* yang digunakan merupakan data citra Sentinel-1 GRDH yang diakuisisi dengan mode *Interferometric Wide Swath (IW)* pada saat sebelum, saat dan setelah banjir yang diperoleh dari website *ESA (European Space Agency) Copernicus* melalui laman <https://scihub.copernicus.eu> serta data curah hujan harian yang diakuisisi oleh

Stasiun Curah Hujan Sukarame pada tanggal 5 Februari 2019, 21 Januari 2021, dan 26 Februari 2021 yaitu periode sebelum, saat dan sesudah banjir di Kota Bandar Lampung dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Mesuji Sekampung.

3. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak *Sentinel Application Platform* (SNAP) versi 9.0.0 dengan memperhatikan nilai ambang batas untuk mengidentifikasi wilayah homogen berdasarkan kriteria keserupaan sehingga dapat dihasilkan identifikasi kenampakan tubuh air.
4. Klasifikasi citra menggunakan metode klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood Classification* (MLC).
5. Tahap analisis menghasilkan luas genangan berpotensi banjir pada saat sebelum, saat dan setelah banjir serta pengaruh intensitas curah hujan terhadap luas genangan berpotensi banjir di Kota Bandar Lampung pada periode tanggal 5 Februari 2019, 21 Januari 2021, dan 26 Februari 2021.

1.6 Hipotesis

Kota Bandar Lampung merupakan salah satu Kota di Provinsi Lampung yang memiliki letak geografis di Pesisir Barat Pulau Sumatera. Topografi Kota Bandar Lampung sangat beragam terdiri dari kawasan perbukitan tinggi yang membentang dari arah Barat ke Timur hingga dataran. Bagian Selatan Kota Bandar Lampung memiliki topografi yang berbukit dimana kawasan perbukitan ini menjadi bagian dari Pegunungan Bukit Barisan. Terdapat beberapa bukit kecil serta lereng di sekitar Kota Bandar Lampung. Sementara itu terdapat juga sungai serta lembah seperti sungai Way Sekampung dan sungai Way Seputih yang membentuk lembah-lembah melintasi kota dengan elevasi yang lebih rendah dibandingkan bagian Selatan Kota Bandar Lampung. Kota Bandar Lampung juga didominasi dengan pantai-pantai yang berada di bagian Utara yang umumnya memiliki garis pantai landai.

Kota Bandar Lampung dengan keberagaman topografi berisiko memiliki kecepatan aliran air yang cepat yang membutuhkan sistem drainase yang baik dalam upaya menghindari banjir yang dimungkinkan terjadi apabila intensitas

curah hujan yang tinggi turun ke permukaan tanah. Di sisi lain, karakteristik hidrologi Kota Bandar Lampung terdiri dari aliran sungai-sungai kecil dengan daya tampung yang rendah. Sungai-sungai ini akan mengering pada musim kemarau dikarenakan minimnya aliran air, namun pada musim hujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi, sungai-sungai kecil ini dapat meluap akibat dari keterbatasan daya tampung sungai serta pendangkalan sungai akibat sedimentasi.

Curah hujan yang tinggi melebihi intensitas normal dapat menimbulkan banjir dimana curah hujan yang sangat tinggi terjadi dalam waktu yang singkat. Saluran air serta drainase mungkin tidak dapat menampung serta mengalirkan air dengan cepat sehingga dapat menyebabkan limpasan air ke daratan atau daerah yang semula kering seperti ke pemukiman atau jalanan yang kemudian menyebabkan bencana banjir. Curah hujan yang tinggi ini dapat meningkatkan risiko banjir apabila drainase atau saluran air yang ada di Kota Bandar Lampung tidak mampu menampung aliran air dengan debit dan volume yang tinggi secara efisien. Wilayah yang terkena curah hujan dengan intensitas tinggi secara berkelanjutan akan mengalami penurunan kemampuan penyerapan air. Saat tanah sudah mencapai tingkat kelembaban yang tinggi, kapasitas penyerapan air oleh tanah akan mengalami penurunan dan tanah menjadi jenuh. Kondisi tanah yang sudah jenuh menyebabkan air tambahan yang jatuh ke permukaan tidak lagi mampu meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi.

Penulis meyakini bahwa tingginya intensitas curah hujan dengan minimnya pengelolaan dapat memberikan pengaruh terhadap luas genangan air berpotensi banjir di Kota Bandar Lampung. Terjadinya banjir dengan intensitas curah hujan tinggi memerlukan pemantauan curah hujan teratur terutama selama periode cuaca ekstrem. Peningkatan luas genangan yang melimpas melebihi aliran sungai dapat menyebabkan banjir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian, penulis menggunakan beberapa penelitian terdahulu berdasarkan ketertarikan penulis terhadap ide, metode, serta data yang digunakan sebagai referensi penelitian, sehingga dapat diperoleh gagasan baru yang dapat digunakan dalam menyempurnakan penelitian ini. Berikut merupakan penelitian yang dijadikan peneliti sebagai referensi dalam penelitian:

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Alawiyah dan Harintaka, 2021) dengan penerapan teknologi potensial citra penginderaan jauh yaitu citra satelit sentinel-1 GRD yang diakuisisi sebelum dan setelah terjadinya bencana banjir. Penelitian ini dilakukan di Provinsi DKI Jakarta dengan karakteristik topografinya yang memiliki kemiringan lereng relatif landai serta terletak pada dataran rendah yang membuat Provinsi DKI Jakarta berpotensi tinggi tergenang banjir pada musim hujan. Teknik pengolahan data yang diterapkan menggunakan metode *change detection* dan *thresholding*. Data yang digunakan yaitu dalam penelitian adalah citra Sentinel-1 yang diakuisisi pada periode tahun 2019 dan 2020 dimana tahun tersebut merupakan tahun sebelum dan saat terjadinya bencana banjir, DEMNAS, *Global Surface Water* dan batas administrasi wilayah DKI Jakarta. Hasil dari penelitian menunjukkan wilayah terdampak banjir yang diperoleh seluas 1.156,84 hektar dimana 28,96% wilayah terinterpretasi kelas banjir dan 71,04% terinterpretasi kelas tidak banjir.

2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Bioresita dkk., 2021) dengan memanfaatkan data citra sentinel-1 SAR IW GRD dengan resolusi spasial 20 meter dan pixel spacing 10 meter. citra yang digunakan merupakan hasil perekaman pada tanggal 17 Agustus 2020 dimana belum terjadi banjir serta tanggal 20 Januari 2021 saat terjadi banjir. Penelitian dilakukan di Provinsi Kalimantan Selatan. Pengolahan citra dilakukan dengan menggunakan metode *change detection* memanfaatkan nilai *threshold* bertujuan memisahkan kelas air dan non-air, memanfaatkan *platform* komputasi awan *Google Earth Engine* dalam pengolahannya. Hasil dari penelitian ini adalah luas genangan banjir pada tanggal 20 Januari 2021 adalah 226.905 hektar. Proses evaluasi terhadap genangan banjir oleh BPBD menunjukkan perolehan nilai *overall accuracy* 97%.
3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Laurensz dkk., 2019) dengan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh yaitu citra Landsat 8 OLI dengan resolusi 30x30 meter. *Path/row* 112/059 yang diakuisisi pada tanggal 17 Agustus 2018 dan 21 November 2018 yang diperoleh melalui laman *The US Geological Survey (USGS)* serta data curah hujan yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang diakuisisi pada Januari 2018. Penelitian dilakukan di Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Adapun beberapa metode yang digunakan dalam penelitian yaitu *Standardized Precipitation Index (SPI)*, *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*, *Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)*, *Normalized Difference Water Index (NDWI)* dan *Inverse Distance Weighted (IDW)*. Hasil penelitian diperoleh beberapa Kecamatan yang berpotensi tinggi banjir yaitu Kecamatan Tuminting, Singkil, Paal Dua, Tikala, Wanea, Sario, Wenang, dan Malalayang. Kecamatan berpotensi sedang banjir yaitu Kecamatan Bunaken serta Kecamatan dengan potensi rendah yaitu Kecamatan Mapanget.

4. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Kasanah dkk., 2021) berkaitan dengan analisis lahan sawah tergenang banjir. Adapun data yang digunakan adalah data Sentinel-1 GRD yang diakuisisi pada bulan Januari 2020 untuk identifikasi banjir, data Sentinel-2A Level 2A yang diakuisisi pada periode Oktober 2019 hingga Maret 2020 untuk identifikasi lahan sawah serta potensi puso. Lokasi penelitian berada di Kabupaten Demak yang merupakan salah satu lumbung padi Provinsi Jawa Tengah. Proses identifikasi banjir menggunakan metode *change detection*, sementara untuk proses identifikasi lahan sawah padi digunakan metode (*Phenology and Pixel Based Paddy Rice Mapping* (PPPM)). Pengaplikasian metode *change detection* yang dikombinasikan dengan algoritma PPPM menunjukkan hasil luas banjir sebesar 1246,712 hektar, serta hasil validasi menunjukkan *overall accuracy* sebesar 84,38%.

5. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Kiranaratri dkk., 2019) yang menggunakan data lebar sungai dan kedalaman sungai di hulu dan hilir serta data curah hujan dari 4 stasiun hujan di Kota Bandar Lampung. Penelitian dilakukan menerapkan metode nakayasu dalam proses analisis perhitungan debit banjir serta metode integrasi grafis dalam proses analisis hidrolika profil muka air. Hasil dari penelitian ini yaitu diperoleh bahwa bagian hulu DAS Way Kuripan tergolong aman saat intensitas curah hujan relatif tinggi. Ketinggian muka air sungai di hulu DAS Way Kuripan adalah 3,07927 meter, dimana angka ini dikategorikan aman dibandingkan pada wilayah hilir sungai dimana saat musim hujan tiba, sungai tidak memiliki kapabilitas untuk menampung air, dimana ketinggian muka air sungai di wilayah hilir sungai way kuripan mencapai 5,216 meter yang dikategorikan tidak aman.

6. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Trinugroho dan Mawardi, 2018) dengan tujuan pemantauan daerah genangan secara temporal yang menggunakan teknologi penginderaan jauh yaitu data citra satelit Landsat 7 pada periode tahun 2010 sampai 2013 dengan tutupan awan di bawah 10%

dengan perekaman data selama 16 hari perekaman yang mencakup luasan 185 x 185 km². Penelitian menggunakan teknik interpretasi visual dengan pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahun 2012 merupakan puncak kondisi maksimum genangan dimana dari keseluruhan tutupan lahan Kabupaten Hulu Sungai Selatan, diperoleh genangan air maximum mencapai 27% dengan luas 45.053,24 hektar. sedangkan genangan air minimum terjadi pada tahun 2013 dengan luasan 7.904,88 hektar dengan persentase 0,04 yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier antara curah hujan dengan luas genangan pada rawa lebak.

7. Pada penelitian ini (Penulis, 2023) yang memanfaatkan data Citra Sentinel-1A *Interferometric Wideswath Ground Range Doppler High-resolution* yang diakuisisi pada tahun 2019-2022 untuk menganalisis pengaruh dari intensitas hujan terhadap luas wilayah teridentifikasi tergenangan di Kota Bandar Lampung. Daerah genangan dan daerah non genangan diekstrak dengan pengaplikasian teknik *thresholding* dengan memperhatikan nilai hamburan balik atau *backscatter* serta *binarization*. Proses analisis luas genangan dilakukan dengan pengaplikasian metode *maximum likelihood* (MLC) yang merupakan salah satu metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Adapun hasil dari penelitian akan menunjukkan luasan daerah tergenang dan tidak tergenang banjir dalam satuan hektar serta analisis intensitas curah hujan terhadap luas genangan banjir di Kota Bandar Lampung. Penelitian ini diharapkan mampu menjadi salah satu upaya mitigasi non-struktural dalam menghadapi bencana banjir di Kota Bandar Lampung. Penelitian ini menggunakan studi yang telah dilakukan sebelumnya sebagai referensi serta perbandingan. Pada Tabel 1 disajikan beberapa penelitian yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini.

Tabel 1 Penelitian Terdahulu

No	Pengarang (Tahun)	Judul	Keterangan
1.	Filsa Bioresita, M Ghifary Royyan Ngurawan, Noorlaila Hayati (2021)	Identifikasi Sebaran Spasial Genangan Banjir memanfaatkan Citra Sentinel-1 dan <i>Google Earth Engine</i> (Studi Kasus: Banjir Kalimantan Selatan)	Penelitian ini menggunakan data citra sentinel-1 SAR IW GRD resolusi 20 m (2020-2021) dengan metode <i>change detection</i> pada <i>Google Earth Engine</i> yang menghasilkan luas genangan banjir pada 2021 seluas 226.905 hektar dengan <i>overall accuracy</i> 97%.
2.	Ana Mardhiyana Alawiyah, Harintaka (2021)	Identifikasi Genangan Banjir di Wilayah DKI Jakarta menggunakan Citra Satelit Sentinel-1	Penelitian ini menggunakan citra Sentinel-1 GRD (2019-2020), DEMNAS dan <i>Global Surface Water</i> serta pengolahan dengan metode <i>change detection</i> dan <i>thresholding</i> sehingga menunjukkan bahwa 28,96% wilayah di DKI Jakarta terdampak banjir dan 71,04% wilayah tidak terdampak banjir.
3.	Nikmatul Kasanah, Nurhadi Bashit, Firman Hadi (2021)	Analisis Lahan Sawah Tergenang Banjir menggunakan Metode <i>Change Detection</i> dan PPPM (Studi Kasus: Kabupaten Demak)	Penelitian ini menggunakan data Sentinel-1 GRD (2020) dan Sentinel-2A Level 2A (2019-2020) dengan metode <i>change detection</i> dan <i>Phenology and Pixel Based Paddy Rice Mapping</i> (PPPM) yang menunjukkan luas banjir sebesar 1246,712 hektar dengan <i>overall accuracy</i> 84,38%.
4.	Brian Laurensz, Feibe Lawalata, Sri Yulianto Joko Prasetyo (2019)	Potensi Resiko Banjir dengan Menggunakan Citra Satelit (Studi Kasus: Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara)	Penelitian ini menggunakan citra Landsat 8 OLI resolusi 30x30 meter diakuisisi pada 17 Agustus 2018 dan 21 November 2018 dan Curah Hujan dari BMKG, menggunakan metode penelitian SPI, NDVI, SAVI, NDWI dan IDW yang mengkategorikan setiap Kecamatan ke beberapa kelas diantaranya Kecamatan yang berpotensi tinggi banjir adalah Kecamatan Tuminting, Singkil, Paal Dua, Tikala, Wanea, Sario, Wenang, dan Malalayang. Kecamatan berpotensi sedang banjir yaitu Kecamatan Bunaken serta Kecamatan dengan potensi rendah yaitu Kecamatan Mapanget.
5.	Ayudia Hardiyani Kiranaratri, Nirmawana Simarmata, Denny Hidayat (2019)	Analisis Potensi Bencana Banjir Hilir Daerah Aliran Sungai Way Kuripan Kota Bandar Lampung	Penelitian ini menggunakan data lebar sungai, kedalaman sungai di hulu dan hilir dan data curah hujan dari 4 stasiun hujan di Kota Bandar Lampung, menggunakan metode nakayasu dan integrasi grafis sehingga dapat dinyatakan bahwa ketinggian muka air sungai di hulu

			DAS Way Kuripan adalah 3,07927 meter termasuk dalam kategori aman sementara ketinggian muka air wilayah hilir mencapai 5,216 meter yang dikategorikan tidak aman dari bencana banjir.
6.	Muchamad Wahyu Trinugroho, Mawardi (2018)	Pemantauan Area Genangan Air Pada Rawa Lebak Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh	Penelitian ini menggunakan data citra satelit Landsat 7 (2010-2013) dengan tutupan awan di bawah 10% menggunakan teknik interpretasi visual memanfaatkan SIG yang menghasilkan genangan air maksimum mencapai 27% seluas 45.053,24 hektar dan genangan air minimum terjadi pada 2013 dengan luas 7.904,88 hektar yang menunjukkan hubungan linier antara curah hujan dengan luas genangan di Rawa Lebak.
7.	Penulis (2023)	Analisis Luas Daerah Genangan Banjir Terhadap Curah Hujan di Bandar Lampung	Penelitian ini menggunakan data citra Sentinel-1A IW GRD (2019-2022) <i>high resolution</i> menggunakan metode <i>Maximum Likelihood</i> (MLC) dan memperhatikan nilai <i>thresholding</i> yang menghasilkan analisis intensitas curah hujan terhadap luas genangan banjir di Kota Bandar Lampung.

2.2 Landasan Konseptual

Penelitian ini dilakukan berdasarkan beberapa landasan konseptual yang meliputi hal-hal berikut.

2.2.1 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem komputer yang dapat digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi geografis. Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat memvisualisasikan informasi yang diperlukan oleh pengguna dalam dua bentuk yaitu peta dan tabel (Aprillya dan Chasanah, 2021). Suatu sistem atau kumpulan entitas dan konsep yang saling terkait dengan tujuan untuk menghasilkan informasi geografis, dapat diimplementasikan sebagai perangkat lunak yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan kembali kondisi geografis

dengan memanfaatkan data atribut dan spasial (Munir, 2014). Dalam sumber daya air, perkembangan Sistem Informasi Geografis (SIG) pernah diaplikasikan dalam mengidentifikasi pembagian daerah aliran sungai, kemiringan lereng, jaringan alur sungai hingga kondisi geometri sungai (Ginting, 2010). Berkaitan dengan peran Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam analisis curah hujan terhadap kebutuhan air, (Zevri, 2019) melakukan kajian Sistem Informasi Geografis (SIG) berkaitan dengan studi pemetaan daerah genangan banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) Sei Sikambang. Kemampuan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang mampu memvisualisasikan analisis geografis melalui gambaran peta membuat Sistem Informasi Geografis (SIG) lebih unggul dibandingkan dengan sistem informasi pada umumnya di mana Sistem Informasi Geografis (SIG) mampu digunakan dalam melakukan prediksi hingga perencanaan strategis berdasarkan masalah yang teridentifikasi.

2.2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah suatu metode yang digunakan untuk memperoleh informasi tentang obyek dan lingkungannya tanpa melakukan kontak fisik, melainkan dari jarak yang jauh. Penginderaan jauh umumnya berperan dalam akuisisi citra dimana citra tersebut selanjutnya dapat diproses serta diinterpretasikan untuk menghasilkan data yang digunakan di berbagai sektor mulai dari sektor pertanian hingga sektor perencanaan (Sampurno dan Thoriq, 2016).

Penginderaan jauh atau dalam bahasa Inggris disebut dengan *remote sensing* merupakan perekaman data, akuisisi, atau penyensoran terhadap objek yang letaknya jauh di daerah yang sulit terjangkau dimana perekaman ini terjadi dengan jarak antara objek dan sensor yang berjauhan. Lillesand dan Kiefer pada tahun 1987 mendefinisikan *remote sensing* sebagai suatu ilmu pengetahuan atau seni akuisisi informasi objek, fenomena atau daerah berdasarkan analisis data yang dilakukan dengan memanfaatkan suatu alat yang dalam penggunaannya tidak memerlukan kontak langsung dengan objek, fenomena atau daerah yang sedang dikaji.

Penginderaan jauh berkembang sejak abad ke-18 dimana pada saat itu proses akuisisi informasi objek atau foto dilakukan oleh kamera yang terpasang pada burung merpati (Lattman dan Ray, 1965). Perkembangan teknologi penginderaan jauh mulai terjadi ditandai dengan adanya pemasangan kamera pada balon udara untuk tujuan akuisisi citra. Kemudian teknologi penginderaan jauh berkembang pesat seiring dengan berkembangnya teknologi di bidang transportasi dimana telah diciptakan pesawat terbang. Pada awal tahun 1900, pesawat terbang digunakan untuk proses perekaman citra dimana dilakukan instalasi kamera pada pesawat terbang. Akuisisi citra dengan memanfaatkan pesawat terbang masih umum dilakukan sampai sekarang, namun dengan beragam inovasi serta modifikasi mulai dari sumber energi, sensor hingga teknologinya. Penginderaan jauh memanfaatkan atmosfer, interaksi unik dari tenaga dengan benda di permukaan bumi, sensor, serta sistem pengolahan data yang tepat waktu beserta berbagai penggunaan data sebagai sumber energinya (Muhsoni, 2015). Pemanfaatan teknik penginderaan jauh dalam memperoleh informasi tidak hanya menghasilkan informasi berkaitan dengan objek, gambaran atau fenomena yang ada di permukaan bumi, melainkan juga mencakup informasi yang diperoleh dari deteksi atau penginderaan yang mencapai kedalaman tertentu di dalam bumi atau di luar bumi seperti benda-benda langit yang di luar atmosfer. Produk yang dihasilkan oleh sistem penginderaan jauh dalam kaitannya dengan pemetaan ialah citra penginderaan jauh yang salah satunya ialah citra sentinel yang dapat digunakan di berbagai sektor, mulai dari sektor pertanian dalam upaya *monitoring* lahan perkebunan hingga manajemen bencana dimana pengaplikasian citra penginderaan jauh ini dapat memetakan kerawanan suatu wilayah terhadap bencana alam.

2.2.3 Synthetic Aperture Radar (SAR)

Synthetic Aperture Radar (SAR) adalah salah satu teknologi penginderaan jauh yang dalam proses perolehan informasi atau akuisisinya terhadap permukaan bumi menggunakan gelombang mikro (*microwave*). Sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR) merupakan sensor *microwave* aktif yang memiliki kemampuan untuk melakukan pencitraan sepanjang hari walaupun melalui awan, asap, kabut atau malam hari (Muhsoni, 2015). Pada umumnya, satelit penginderaan jauh *Synthetic Aperture Radar* (SAR) mengorbit rendah (*Low Earth Orbit/LEO*) dimana proses akuisisi data terjadi setiap saat dengan melakukan pengumpulan data amplitude serta fase dari permukaan bumi yang dilalui. Satelit *Synthetic Aperture Radar* (SAR) dapat menghasilkan citra dengan polarisasi ganda (*dual polarization*), serta multi-polarisasi meliputi polarisasi tunggal (HH atau VV) dan polarisasi ganda (HH + HV atau VV + VH). Kebutuhan akan pemanfaatan penginderaan jauh dalam berbagai bidang seperti pertanian, perkebunan, monitoring tutupan lahan atau lingkungan hingga kajian mitigasi bencana dengan kolaborasi dari penggunaan *Synthetic Aperture Radar* (SAR) diperkirakan akan mengalami peningkatan berkaitan dengan tersedianya data satelit Sentinel-1A/B bagi khalayak umum (Kushardono dan Arief, 2020).

2.2.4 Sentinel-1

Sentinel-1 yang merupakan produk dari system penginderaan jauh adalah salah satu data Sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR) yang dapat digunakan dalam upaya pemantauan dinamis yang dapat digunakan dalam suatu kajian. Sentinel 1 memiliki gelombang band C (5.405 GHz) dimana polarisasi Sentinel-1 memiliki bentuk dual-pol terdiri dari polarisasi VV dan VH atau HH dan HV. Sentinel-1 adalah sentinel yang menggunakan sensor radar dengan frekuensi band C sebesar 5.405Hz. Berdasarkan perbedaan identitas satelitnya, terdapat 2 satelit yang menyusun sentinel 1 yaitu Sentinel-1A dan Sentinel-1B dimana keduanya memiliki desain serta tujuan misi yang serupa dalam penyediaan data penginderaan jauh memanfaatkan sensor radar yang sama. perbedaan dari kedua sentinel tersebut terletak pada beberapa parameter teknis seperti kecepatan orbit,

masa operasi, serta status instrumen. Sentinel-1 dikembangkan oleh *European Space Agency* (ESA) yang merupakan lembaga antariksa Eropa yang bergerak di bidang penelitian serta pengembangan teknologi antariksa melalui aplikasi antariksa dalam berbagai bidang meliputi navigasi, penelitian ilmiah, pemantauan lingkungan, komunikasi hingga di bidang pemetaan (Assidiq dan Rokhmana, 2021).

Satelit Sentinel-1A memiliki kemampuan resolusi spasial sebesar 20×22 meter dimana dengan resolusi spasial tersebut dapat dilakukan pengolahan menghasilkan piksel berukuran 10×10 meter. Sentinel-1A dapat dengan mudah diakses secara gratis sebagai sumber data terbuka sehingga mendukung upaya analisis terhadap suatu kajian terutama yang membutuhkan data dengan periode berurut atau time series. Citra Sentinel 1A terdiri dari 2 polarisasi gelombang elektromagnetik diantaranya polarisasi VV dan VH atau HH dan HV. Pengaturan polarisasi ini terjadi saat dilakukannya pemancaran gelombang *microwave* oleh sensor serta ketika sensor menerima gelombang *microwave* kembali yang berasal dari backscatter objek (Assidiq dan Rokhmana, 2021).

Sentinel-1 dapat melakukan akuisisi data di berbagai kondisi cuaca dalam siang maupun malam hari secara berkelanjutan dengan menggunakan band C dimana hasil perekaman ini meliputi cakupan geografis serta proses penyebaran data yang cepat dalam perannya di berbagai bidang seperti operasional bidang pemantauan laut, pemantauan darat hingga layanan darurat. Sentinel-1 SAR memiliki kemampuan akuisisi data dengan 4 mode berbeda, meliputi:

- a. *Stripmap Mode* (SM): Mode ini memiliki lebar sapuan seluas 80 km dengan resolusi spasial 5×5 m. Mode *stripmap* merupakan mode operasional yang mengacu pada prosedur perekaman data dimana digunakan pola pemindaian strip yang sempit serta panjang pada permukaan bumi. dengan mode ini, dilakukan pemindaian linear yang terjadi secara kontinyu atau berkelanjutan dari sisi satu ke sisi lainnya pada area yang menjadi objek pengamatan. Mode *stripmap* umum diaplikasikan bagi pemantauan permukaan bumi dimana dibutuhkan citra dengan resolusi spasial tinggi serta detail. Mode ini dapat digunakan untuk melakukan kajian berkaitan

dengan pemantauan keadaan lahan, upaya dalam mengelola sumber daya alam hingga pemantauan perubahan permukaan bumi (Amriyah dkk., 2019).

- b. *Interferometric Wide Swath Mode (IW)*: Mode *Interferometric Wide Swath (IW)* merupakan mode utama Sentinel 1 di daratan, dimana mode ini memiliki lebar sapuan seluas 250 km dengan resolusi spasial 5 x 20 m. Proses akuisisi data dengan mode ini membutuhkan 3 sapuan dengan teknik pencitraan TOPSAR dengan dilakukan sinkronisasi semburan dari satu bagian ke bagian lain dengan tujuan pasangan interferometri yang selaras. Mode *Interferometric Wide Swath (IW)* diperoleh dengan prosedur dimana sentinel-1 melakukan pemindaian permukaan bumi dengan pengambilan pola grid yang di dalamnya meliputi jalur-jalur perekaman berjajar sejajar. Dalam pengoperasiannya, mode ini bekerja dengan melakukan penggabungan dari setiap jalur perekaman karena setiap jalur perekaman ini memiliki lebar yang sempit sehingga dengan penggabungan dapat diperoleh cakupan area yang lebih luas daripada mode *stripmap*. Mode *Interferometric Wide Swath (IW)* umum digunakan bagi pemodelan permukaan serta pemantauan deformasi bumi. mode ini dapat diaplikasikan bagi pemodelan permukaan digital, pemantauan topografi, pemantauan kegiatan vulkanik hingga pergeseran tanah.
- c. *Extra Wide Swath Mode (EW)*: Mode *Extra Wide Swath (EW)* memiliki lebar sapuan 400 km dengan resolusi spasial 20 x 40. Mode ini melakukan perekaman dengan pola yang tergolong sangat lebar dan memanjang sehingga mode ini dapat mencakup area yang sangat luas setiap dilakukan perekaman namun resolusi spasial yang dimiliki tidak sebaik mode lain. Mode *extra wide swath* memungkinkan untuk digunakan dalam pemantauan area yang lebih luas seperti pemantauan bencana alam di daerah pesisir, lahan pertanian serta pemodelan lingkungan.
- d. *Wave Mode (WV)*: Mode ini memiliki lebar sapuan 20 km dalam selang 100 km dengan resolusi spasial 5 m. *Wave mode* digunakan terkhusus dalam proses perolehan citra radar berkecepatan tinggi serta dengan resolusi temporal tinggi. Pengaplikasian *wave mode* dilakukan dengan penerapan

teknik interferometri radar gerak (SAR-GMTI) dimana mode ini memungkinkan digunakan untuk deteksi serta pemantauan objek yang bergerak di permukaan bumi seperti kendaraan. Sentinel-1 dengan *wave mode* menerapkan teknik perekaman dengan perubahan frekuensi (*chirp*) yang bervariasi, berkaitan dengan tujuannya untuk menghasilkan citra yang memiliki resolusi temporal tinggi dilakukan pula pengolahan sinyal yang kompleks. Pengaplikasian *wave mode* dapat bermanfaat di berbagai bidang meliputi pengawasan batas, pemantauan perairan, pemantauan pergerakan massa tanah hingga pemantauan berbagai objek dinamis lainnya. *Wave mode* unggul dalam memberikan informasi dengan akurasi tinggi mengenai pergerakan objek.

2.2.5 Koreksi Radiometrik

Pada proses akuisisi citra, umum ditemukan beragam gangguan atau distorsi yang menyebabkan ketidakmampuan sensor dalam merekam nilai asli dari pantulan objek di permukaan bumi, sehingga sensor merekam nilai yang lebih kecil atau lebih besar sebagai pengaruh dari proses hamburan atau proses serapan (Lukiawan dkk., 2019). Koreksi radiometrik merupakan salah satu langkah *preprocessing* terpenting yang harus dilakukan secara tepat untuk memastikan kualitas hasil yang diperoleh dari citra satelit. Proses koreksi radiometrik merupakan langkah yang perlu dilakukan untuk mengawali proses pengolahan citra satelit seperti citra sentinel-1A yang digunakan dalam penelitian ini. Koreksi radiometrik dilakukan dengan tujuan menghilangkan gangguan yang timbul sebagai akibat dari kesalahan sistem optik pada sensor, gangguan atmosfer hingga pengaruh sudut elevasi matahari (Sari dkk., 2018).

Berkaitan dengan diperlukannya koreksi radiometrik citra, maka dalam penelitian ini dilakukan proses koreksi radiometrik yaitu *thermal noise removal* yang bertujuan untuk mengoreksi diskontinuitas hamburan balik *interswath* yang disebabkan oleh *thermal noise* sehingga dapat dihasilkan citra SAR Sentinel-1 dengan kenampakan yang lebih halus (Park dkk., 2017). Pada proses pengolahan citra yang menggunakan metode *synthetic aperture radar* (SAR)

terutama citra Sentinel-1, proses *thermal noise removal* merupakan satu langkah esensial yang perlu dilakukan yang dilakukan sebagai upaya kalibrasi radiometrik (Mascolo dkk., 2022). *Thermal noise* yang ada merupakan *noise* atau gangguan acak yang muncul pada sinyal elektronik sebagai implikasi dari fluktuasi termal yang ada pada komponen elektronik, *noise* ini dihasilkan oleh komponen elektronik pada sensor satelit yang berkaitan dengan suhu. *Thermal noise* memberikan implikasi negatif terhadap kualitas citra dimana dapat terjadi pengalihan fokus informasi relevan yang ada dalam citra tersebut yang menghambat interpretasi citra.

Penelitian ini menggunakan *S-1 Thermal Noise Removal* yang merupakan salah satu algoritma *thermal noise removal* yang ada pada sentinel application platform yang berperan dalam peningkatan kualitas citra serta mereduksi efek distorsi yang terjadi sebagai implikasi dari flutuasi atau perbedaan suhu pada citra radar. Komponen elektronik yang ada pada sensor merupakan sumber dari timbulnya *thermal noise*. *Thermal noise* menyebabkan nilai piksel yang bervariasi dimana dihasilkan nilai yang tidak diinginkan serta memberikan pengaruh terhadap hasil interpretasi atau analisis citra radar. Algoritma *S-1 Thermal Noise Removal* berjalan dengan teknik pengolahan sinyal serta statistik yang berperan dalam identifikasi serta pengurangan komponen *noise thermal* pada citra radar. Pada prosesnya diterapkan metode *smoothing* serta *averaging* yang berperan dalam mengurangi fluktuasi nilai piksel sebagai penyebab *thermal noise*. hasil penerapan algoritma ini berupa citra dengan kenampakan yang lebih jelas, detail, tajam serta akurat dalam fungsinya untuk representasi informasi permukaan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

Thermal Noise Removal sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas citra Sentinel-1 serta memberikan hasil analisis atau pemetaan yang lebih optimal. pengaplikasian *Thermal Noise Removal* umumnya dibutuhkan dalam berbagai sektor dan kepentingan meliputi pemantauan lahan, identifikasi perubahan lahan, pemetaan topografi hingga pemantauan banjir dimana membutuhkan citra radar dengan kualitas tinggi serta minim akan gangguan *thermal*.

2.2.6 *Speckle Filtering*

Sentinel-1 merupakan salah satu data Sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR) yang dapat digunakan dalam upaya pemantauan dinamis yang dapat digunakan dalam suatu kajian. Sentinel 1 memiliki gelombang band C (5.405 GHz) dimana polarisasi Sentinel-1 memiliki bentuk dual-pol terdiri dari polarisasi VV dan VH atau HH dan HV. Kajian yang dilakukan (Hatwar dan Kher, 2015) menyatakan *speckle* yang ada pada citra penginderaan jauh butuh dihapuskan secara keseluruhan sebelum citra diinterpretasi. *Speckle filtering* yang dilakukan pada proses pengolahan data berperan dalam mengubah tampilan permukaan citra dengan tidak mengubah informasi spasialnya. *Speckle filter* terdiri dari beberapa jenis diantaranya *frost*, *boxcar*, *refined lee*, *lee* dan *lee sigma*. Beberapa pilihan filter pada proses *Speckle Filtering* di *Sentinel Application Platform* memiliki kegunaan dan spesifikasinya masing-masing, diantaranya:

- a. Filter *Frost*: algoritma filter ini mengaplikasikan pendekatan adaptif dalam upaya mereduksi *speckle noise* serta mempertahankan kualitas citra. Filter ini menekankan asumsi bahwa *speckle noise* memiliki distribusi log-normal. Filter ini melakukan pertimbangan terhadap varian serta kovarian *speckle noise* dari setiap piksel dalam proses mereduksi noise.
- b. Filter *Boxcar*: filter ini merupakan filter dengan algoritma yang tidak kompleks dimana dilakukan pengambilan rata-rata nilai piksel pada jendela berbentuk kotak pada setiap piksel. Dengan pengaplikasian filter ini, dapat diperoleh citra dengan *speckle noise* yang telah direduksi namun berpengaruh terhadap detail citra yang menjadi kabur.
- c. Filter *Refined Lee*: filter ini bekerja dengan melakukan penggabungan pendekatan spektral serta spasial untuk mereduksi *speckle noise*. Dengan pengaplikasian konsep statistik pada domain spektral dan spasial, diperoleh citra dengan kualitas yang lebih tinggi untuk mengurangi *speckle noise* yang ada.
- d. Filter *Lee*: Filter ini merupakan filter non-linear dengan menerapkan pendekatan statistik dalam domain spasial dengan tujuan mengurangi *speckle noise*. Citra yang dihasilkan setelah melalui proses *speckle filtering*

dengan filter lee memiliki detail citra yang tetap dan tidak direduksi serta *speckle noise* yang berkurang. Filter ini bekerja dengan melakukan perataan yang didasarkan pada nilai intensitas piksel serta nilai intensitas piksel tetangganya.

- e. Filter *Sigma Lee*: Filter ini adalah produk turunan serta perluasan dari Filter *Lee* yang menggunakan nilai nilai standar deviasi yang berperan sebagai faktor penentu dalam proses reduksi *speckle noise*. Penerapan Filter *Sigma Lee* memberikan implikasi bagi kontrol terhadap tingkat pengurangan *speckle noise*.

Jenis *Speckle Filter* yang digunakan dalam proses *speckle filtering* pada *Sentinel Application Platform* (SNAP) umumnya bergantung pada citra yang digunakan dengan berbagai pertimbangan diantaranya karakteristik citra, tingkatan *speckle noise*, tujuan dari pengolahan data citra itu sendiri karena setiap filter memiliki karakteristik yang spesifik berkaitan dengan cara kerja serta keefektifan yang beragam dalam mereduksi *speckle noise* pada citra Sentinel-1.

2.2.7 Koreksi Geometrik

Proses akusisi citra umum mengalami berbagai distorsi geometrik yang disebabkan oleh beberapa faktor meliputi efek topografi, rotasi dan pergerakan sensor serta efek perspektif sehingga membutuhkan koreksi geometrik untuk menghilangkan atau meminimalisir adanya berbagai distorsi tersebut sehingga citra dapat diregistrasi dengan akurat ke sistem koordinat geografis yang benar. Koreksi geometrik dilakukan dengan tujuan memperbaiki distorsi posisi dimana dapat dilakukan peletakan elemen citra pada posisi planimetrik (x dan y) yang seharusnya, sehingga tingkat kesesuaian kenampakan citra dengan keadaan sebenarnya pada permukaan bumi dapat meningkat dan dapat digunakan sebagai peta (Nurandani dkk., 2013).

Terrain correction dilakukan dengan tujuan mengurangi efek bayangan serta kelengkungan pada citra yang disebabkan oleh ketinggian permukaan bumi yang berbeda. Penerapan *terrain correction* merupakan langkah efektif dalam upaya mengoreksi nilai piksel yang ada pada citra yang memiliki keberagaman

topografi suatu daerah dengan elevasi yang bervariasi serta perbedaan yang signifikan (Trisakti dkk., 2009). *Terrain correction* yang dilakukan pada citra penginderaan jauh menghasilkan pemetaan yang lebih akurat dimana sistem koordinat lebih sesuai dan dapat diregistrasi dengan tepat pada permukaan bumi. *Terrain correction* membantu dalam memastikan konsistensi analisis citra sentinel dengan melakukan kompensasi pengaruh topografi, mengatasi perbedaan intensitas radiasi yang terdeteksi oleh sensor yang berdampak pada tingginya tingkat akurasi terhadap hasil pengukuran, klasifikasi atau pemodelan yang dilakukan. Penggunaan metode *Range Doppler Terrain Correction* dalam proses koreksi geometrik umumnya bertujuan untuk memperbaiki kesalahan antara koordinat yang berasal dari citra satelit dengan koordinat yang sebenarnya pada permukaan bumi (Artama dkk., 2019).

2.2.8 Maximum Likelihood Classification (MLC)

Penelitian ini dilakukan dengan pengaplikasian algoritma klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) *Maximum Likelihood Classification* (MLC). Metode klasifikasi *maximum likelihood* adalah merupakan metode klasifikasi terbimbing yang menetapkan pedoman pada kategori objek yang telah dibuat serta *training sample* untuk setiap objek tutupan lahan. Dalam proses *Maximum Likelihood Classification* (MLC), pemilihan training sample menjadi satu penentu esensial yang memberikan implikasi besar terhadap tingkat akurasi (Kirana dkk., 2015). Kajian mengenai penggunaan klasifikasi *maximum likelihood* oleh (Danoedoro, 2012) menyatakan bahwa klasifikasi *maximum likelihood* merupakan metode klasifikasi yang paling mapan dalam segi statistik melihat perannya dalam proses pemetaan informasi tutupan lahan dengan data penginderaan jauh. Metode klasifikasi terbimbing *maximum likelihood* memiliki patokan bahwa data *remote sensing* yang diinput harus terdistribusi dengan normal (Hamdir dan Murti, 2014). Jensen 2005 mengemukakan bahwa klasifikasi *maximum likelihood* beroperasi berdasarkan algoritma statistik parametrik yang mengasumsikan bahwa data penginderaan jauh terdistribusi normal serta bentuk kurva kepadatan dapat diketahui.

Asumsi yang digunakan dalam algoritma klasifikasi *maximum likelihood* adalah bahwa statistik yang berasal dari setiap kelas pada setiap saluran terdistribusi normal serta perlu dilakukan perhitungan probabilitas nilai piksel yang ditentukan dalam proses klasifikasi. Penerapan prinsip tersebut menghasilkan kelas yang tidak terklasifikasi apabila diperoleh probabilitas tertinggi dari suatu piksel memiliki nilai lebih rendah dari nilai ambang batas yang telah ditentukan. Danoedoro (1996) menguraikan algoritma klasifikasi *maximum likelihood* sesuai dengan persamaan berikut ini:

$$D = \ln(ac) - \left[0.5 \ln(|Cov_c|) - \left[0.5 (X - Mc)^T (Cov_c^{-1}) (X - Mc) \right] \right] \quad (1)$$

Keterangan:

- D : jarak yang diberi bobot
- c : suatu kelas tertentu
- X : vektor piksel yang diklasifikasi
- M_c : vektor rerata sampel kelas c
- a_c : presentase probabilitas sembarang piksel untuk menjadi kelas c
- Cov_c : matriks kovariansi piksel-piksel pada sampel kelas c
- $|Cov_c|$: determinan cov_c
- Cov_c^{-1} : inversi cov_c
- ln : logaritma natural
- T : fungsi transposisi (aljabar matriks)

Kajian oleh (Hamdir dan Murti, 2014) dan (Rahmadi dkk., 2021) menyatakan bahwa klasifikasi *maximum likelihood* merupakan klasifikasi multispektral yang paling piawai apabila dibandingkan dengan klasifikasi multispektral lainnya. Klasifikasi *maximum likelihood* mengaplikasikan fungsi diskriminan untuk menetapkan piksel ke kelas yang memiliki kemungkinan paling tinggi (Ahmad dan Qegan, 2012). Dibandingkan dengan metode klasifikasi terbimbing lainnya, metode klasifikasi *maximum likelihood* menjadi metode klasifikasi terbimbing yang paling kerap digunakan dalam pengolahan citra satelit, dimana metode ini mampu membandingkan serta melakukan perhitungan nilai rata-rata dari keragaman antarkelas serta band yang ada (Rusdi, 2008). Metode *maximum likelihood* melakukan perbandingan serta perhitungan nilai rata-rata dari keragaman antarkelas serta band yang ada. Penilaian metode maximum

likelihood dilakukan berdasarkan kesamaan nilai piksel serta pengenalan pada citra (Jayatri, 2017).

2.2.9 Curah Hujan

Variasi intensitas curah hujan merupakan bagian dari implikasi perubahan iklim terhadap alam. Curah hujan yang bervariasi khususnya di negara tropis seperti Indonesia umum menyebabkan terjadinya berbagai perubahan alam seperti pergeseran musim kemarau dan musim penghujan dimana kedua musim tersebut ditandai dengan perbedaan intensitas curah hujan yang mengalami peningkatan atau penurunan di setiap tahun. Selain pergeseran musim, perubahan intensitas curah hujan juga menyebabkan bencana kekeringan hingga banjir di berbagai wilayah di Indonesia (Kirana dkk., 2015). (Nugroho, 2002) menyatakan bahwa variasi curah hujan adalah variabel dinamis yang memberikan pengaruh terjadinya bencana banjir di suatu daerah. Faktor utama yang dapat menyebabkan banjir saat ini adalah tingginya intensitas curah hujan yang mampu menyebabkan turunnya kemampuan sungai untuk mengataskan limpasan permukaan. Dari beragamnya unsur iklim, curah hujan menjadi salah satu unsur yang sangat penting. Studi iklim yang membahas mengenai curah hujan di suatu daerah yang terbatas pada wilayah dengan skala kecil umumnya disebabkan oleh jumlah stasiun penakar hujan yang terbatas secara temporal maupun spasial (Aldrian dkk., 2003).

2.2.10 Uji Korelasi

Hasil pengolahan data citra *Synthetic Aperture Radar* (SAR) serta pengolahan data curah hujan harian yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung memerlukan evaluasi untuk memperoleh hubungan dari kedua variabel tersebut sehingga dalam penelitian ini digunakan uji korelasi serta perhitungan regresi dan koefisien determinasi. Uji korelasi dilakukan sebagai tolak ukur dari jauhnya hubungan antara dua variabel dalam penelitian dengan indikasi hubungan yang kuat atau hubungan yang lemah serta apakah kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang signifikan berdasarkan ilmu statistika.

Perhitungan regresi juga penting untuk dilakukan karena dalam praktiknya melibatkan estimasi dari beberapa parameter dengan menggunakan teknik seperti metode kuadrat terkecil. Perhitungan regresi umumnya memberikan hasil berupa koefisien regresi yang memberikan indikasi besarnya perubahan dalam variabel independen dapat berimplikasi terhadap variabel dependen dan tingkat signifikansi statistik dari hubungan tersebut. Uji korelasi serta perhitungan regresi merupakan dua hal yang perlu dilakukan dan menjadi esensial pada penelitian ini berkaitan dengan tujuannya untuk memahami hubungan dari setiap variabel yang digunakan dalam penelitian. Untuk melakukan analisis pada penelitian ini digunakan analisis korelasi pearson. Korelasi pearson memiliki kapabilita untuk mengetahui hubungan dari dua variable seperti berkaitan dengan hasil hubungan dari kedua variable antara variable x dan y adalah hubungan yang positif atau hubungan yang negatif Pada korelasi pearson dihasilkan nilai koefisien korelasi (r) dengan rentang antara $-1 < r < +1$, dimana tidak adanya korelasi antara kedua variable x dan variable y direpresentasikan dengan nilai $r = 0$ dan korelasi yang kuat atau berhubungan sempurna direpresentasikan dengan nilai $r = 1$ (Cahyono dkk., 2022). Untuk mengetahui korelasi dari variabel digunakan persamaan berikut:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2)(n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- X : Variabel independen
- Y : Variabel dependen
- n : Banyaknya sampel
- r : Koefisien korelasi

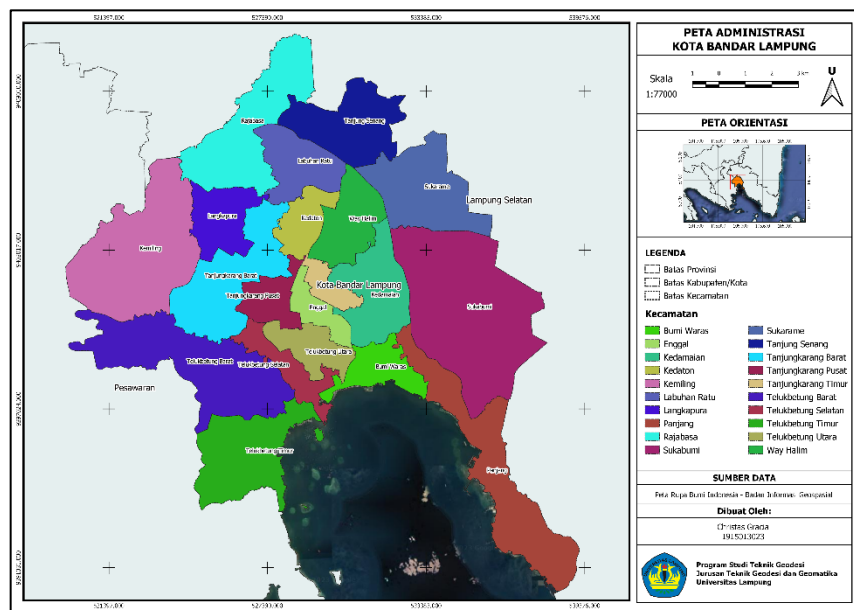
Tabel 2 Hubungan Korelasi

Interval Kelas	Tingkat Hubungan
0,00-0,199	Sangat Kecil
0,20-0,399	Kecil (Tidak Erat)
0,40-0,599	Cukup Kuat
0,60-0,799	Erat (<i>Reliable</i>)
0,80-1,00	Sangat Kuat

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Kota Bandar Lampung yang berfokus pada perubahan luas genangan banjir serta berdasarkan perbedaan intensitas curah hujan sebelum, saat dan setelah banjir. Kota Bandar Lampung adalah Kawasan perkotaan padat penduduk yang merupakan Ibukota Provinsi Lampung. Berdasarkan letak geografisnya, Kota Bandar Lampung terletak pada $5^{\circ} 20' \text{ LS}$ - $5^{\circ} 30' \text{ LS}$ dan $105^{\circ} 28' \text{ BT}$ - $105^{\circ} 37' \text{ BT}$ (Balai Pusat Statistik, 2010). Penelitian ini berpusat pada Kecamatan Sukarame yang merupakan salah satu Kecamatan dengan curah hujan tertinggi pada tahun 2021 mengacu pada data stasiun curah hujan PH 003 BBWS. Lokasi penelitian direpresentasikan dengan peta administrasi pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta Administrasi Kota Bandar Lampung

3.2 Bahan dan Alat

Terdapat beberapa bahan dan alat yang menunjang pelaksanaan penelitian ini yang lebih lanjut dijelaskan pada uraian berikut.

3.2.1 Bahan

Berikut ini pada Tabel 3 direpresentasikan beberapa data yang digunakan sebagai bahan untuk dilaksanakannya penelitian ini.

Tabel 3 Data Penelitian

Data	Jenis	Sumber Data
Citra Sentinel-1A IW GRDH	Raster	https://scihub.copernicus.eu
DEM SRTM HGT 1 Arc-Second	Raster	https://scihub.copernicus.eu
Peta Rupa Bumi Indonesia (batas administrasi)	Vektor	http://tanahair.indonesia.go.id
Data Curah Hujan Harian BBWS	Delimited Text	Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung

Data Citra Sentinel-1A yang digunakan merupakan tipe *Ground Range Doppler High-resolution* (GRDH) yang diakuisisi dengan mode *Interferometric Wide Swath Mode* (IW) dengan periode data yang digunakan pada tahun 2019-2022 pada curah hujan tertinggi di setiap tahun. Sementara itu data Curah Hujan Harian yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS MS) dimana diambil curah hujan harian dari 3 periode waktu diantaranya sebelum banjir pada 5 Februari 2019, saat banjir pada 21 Januari 2021 dan setelah banjir pada 26 Februari 2021 yang direpresentasikan pada Tabel 5.

Tabel 4 Informasi Data Curah Hujan

No	Periode	Tanggal	Curah Hujan (mm)
1	Sebelum Banjir	5 Februari 2019	25
2	Banjir	21 Januari 2021	135
3	Setelah Banjir	26 Februari 2021	33

Data Citra Satelit yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Sentinel-1A yang diakuisisi pada 3 periode waktu diantaranya sebelum banjir pada 5 Februari 2019, saat banjir pada 21 Januari 2021 dan setelah banjir pada 26 Februari 2021, tanggal akuisisi data yang digunakan didasarkan pada kondisi kejadian banjir yang terjadi. Data Sentinel-1A yang digunakan merupakan data dengan tipe *Ground Range Doppler High-resolution* (GRDH) yang diakuisisi dengan mode *Interferometric Wide Swath Mode* (IW) dimana detail data yang digunakan direpresentasikan pada Tabel 6.

Tabel 5 Informasi Data Citra Sentinel

No	ID Scene	Granule Details
1	S1A_IW_GRDH_1SDV_20190205 T112333_20190205T112358_0257 93_02DE64_10F2	<i>Acquisition Date</i> : 05-02-2019 <i>Instrument</i> : SAR-C <i>Acquisition Mode</i> : IW <i>Product</i> : GRD <i>Resolution</i> : High <i>Satellite</i> : Sentinel-1 <i>Absolute Orbit</i> : 25793 <i>Pass Direction</i> : Descending <i>Polarization</i> : VV+VH <i>Frequency</i> : C-Band
2	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210121 T224151_20210121T224216_0362 42_04404C_2337	<i>Acquisition Date</i> : 21-01-2021 <i>Instrument</i> : SAR-C <i>Acquisition Mode</i> : IW <i>Product</i> : GRD <i>Resolution</i> : High <i>Satellite</i> : Sentinel-1 <i>Absolute Orbit</i> : 36242 <i>Pass Direction</i> : Descending <i>Polarization</i> : VV+VH <i>Frequency</i> : C-Band
3	S1A_IW_GRDH_1SDV_20210226 T224150_20210226T224215_0367 67_04528C_A37C	<i>Acquisition Date</i> : 26-02-2021 <i>Instrument</i> : SAR-C <i>Acquisition Mode</i> : IW <i>Product</i> : GRD <i>Resolution</i> : High <i>Satellite</i> : Sentinel-1 <i>Absolute Orbit</i> : 36767 <i>Pass Direction</i> : Descending <i>Polarization</i> : VV+VH <i>Frequency</i> : C-Band

3.2.2 Alat

Adapun alat yang menunjang pelaksanaan penelitian dari tahap awal hingga akhir diantaranya sebagai berikut:

a) Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat Keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laptop Dell dengan tipe *Dell Inspiron 15*, Sistem Operasi *Windows 10 Pro*, Memori Sistem *HDD 1 TB, SSD 240 GB dan RAM 8 GB*, serta *processor Intel (R) Core (TM) i5-7200U*.

b) Perangkat Lunak (*Software*)

Adapun beberapa perangkat lunak yang menunjang penelitian ini diantaranya *SNAP-S1TBX (Sentinel-1 Toolbox)* Versi 9.0 yang digunakan dalam proses pengolahan citra Sentinel-1A IW GRDH, ArcGIS tipe ArcMap 10.7.1 dan QGIS 3.82 *Firenze* yang digunakan untuk *layouting* serta uji akurasi hasil pengolahan terhadap citra Sentinel-1A IW GRDH dengan *accuracy assessment*, serta Microsoft Office 2019 yang digunakan pada proses analisis regresi berdasarkan atribut yang diperoleh dari hasil pengolahan citra Sentinel-1A IW GRDH.

3.3 Jadwal Kegiatan

Penelitian ini dilaksanakan dalam agka waktu 4 bulan yang dimulai pada bulan Februari 2023 sampai dengan Juni 2023. Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan jadwal kegiatan penelitian yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Jadwal Kegiatan

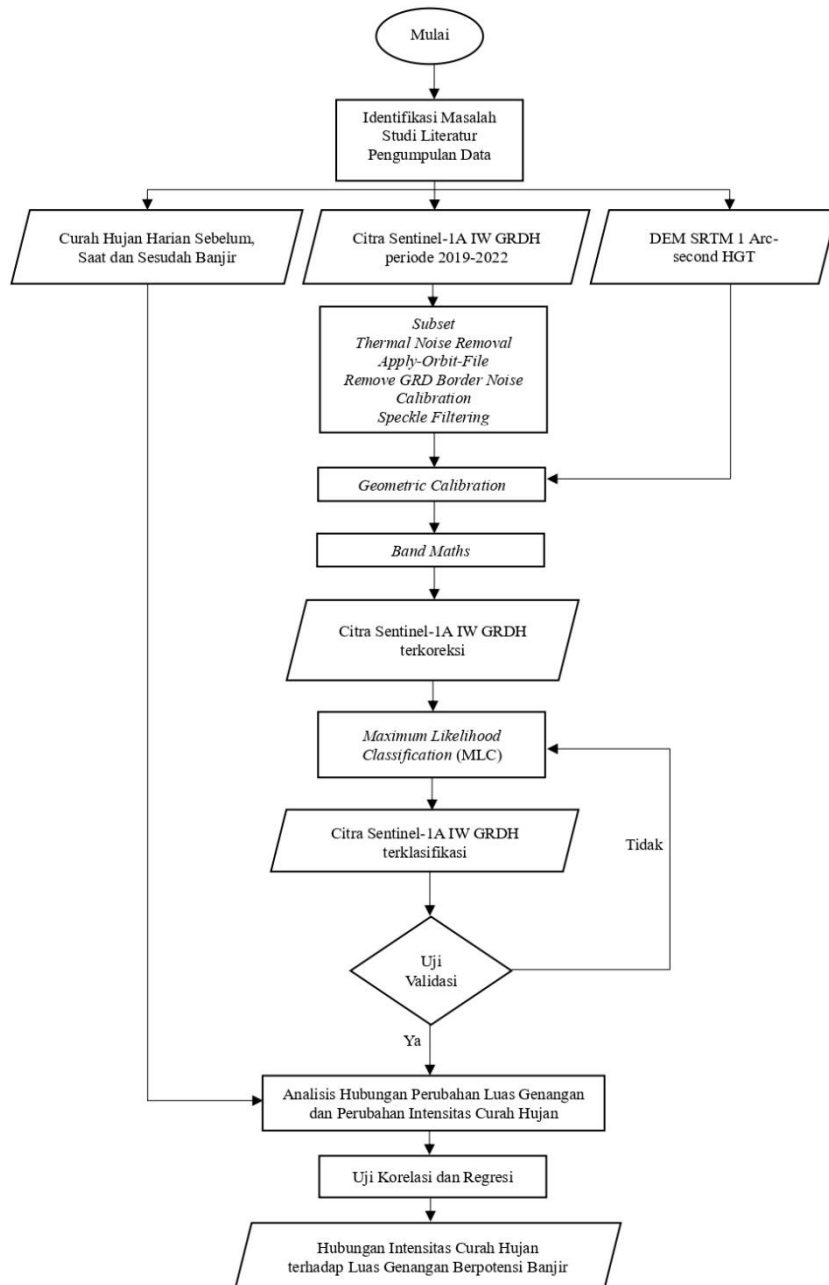
No	Kegiatan	Bulan ke-					
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni
1.	Identifikasi Masalah						
2.	Studi Literatur						
3.	Penyusunan Proposal						
4.	Administrasi						
5.	Pengumpulan Data						
6.	Pengolahan Data						
7.	Analisis Data						
8.	Laporan Akhir						

3.4 Metode

Penelitian ini dilakukan dengan pemanfaatan bidang ilmu Sistem Informasi Geografis serta teknologi di bidang Penginderaan Jauh. Pengolahan data citra Sentinel-1 menggunakan metode yang memperhatikan nilai *backscatter* atau disebut dengan *thresholding* untuk menampilkan genangan banjir sesuai dengan *area of interest* dengan proses pengolahan data menggunakan aplikasi khusus pengolahan data sentinel yaitu *Sentinel Application Platform* (SNAP). Hasil pengolahan citra tersebut kemudian dikelaskan menggunakan metode klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood Classification* (MLC). Proses klasifikasi ini kemudian menciptakan dua kelas yaitu genangan dan non-genangan banjir. Metode klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood Classification* (MLC) digunakan karena keunggulannya dalam menghasilkan klasifikasi dengan ketelitian yang cukup tinggi yang dihasilkan dari perhitungannya yang dikenal rumit serta banyak pembagian dalam proses klasifikasinya terhadap setiap piksel. Hasil dari pengolahan ini akan diperoleh korelasi dari data intensitas curah hujan harian dengan luas genangan berpotensi banjir yang merupakan ekstraksi dari data Citra Sentinel-1A IW GRDH, hasil ini diperoleh melalui tahap uji korelasi dan regresi.

3.5 Diagram Alir Penelitian

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yang digambarkan dalam diagram alir di bawah ini.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

3.6 Tahap Persiapan Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini diperlukan beberapa persiapan sebelum memulai pengolahan data, tahapan persiapan penelitian pada penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

a) Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah dilakukan dengan menganalisa fenomena yang kerap terjadi di Kota Bandar Lampung terutama saat musim penghujan. Fenomena banjir yang terjadi berulang setiap tahun menimbulkan permasalahan yaitu bagaimana luas genangan di Kota Bandar Lampung setiap tahunnya pada periode sebelum, saat dan setelah banjir serta bagaimana pengaruh dari intensitas hujan tersebut terhadap luas genangan teridentifikasi banjir di Kota Bandar Lampung.

b) Studi Literatur

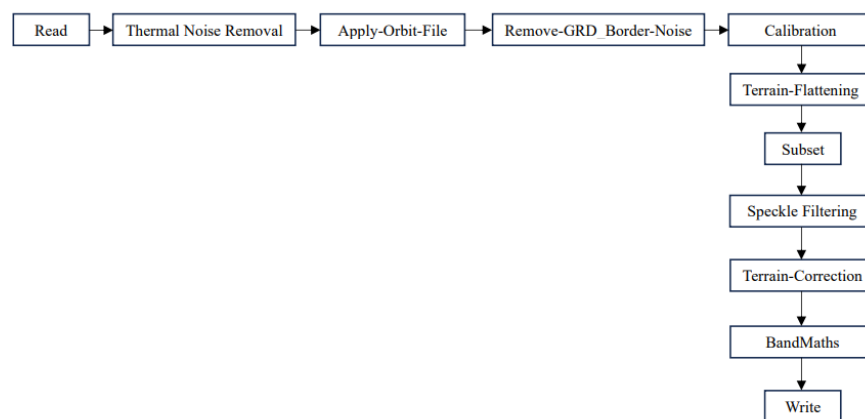
Tahap studi literatur dilakukan penulis dengan mengumpulkan beragam informasi serta menganalisis tinjauan pustaka pada penelitian sejenis yang sebagian besar berasal dari jurnal, skripsi, majalah, buku serta sumber informasi lainnya dimana penulis mencari kajian yang berkaitan dengan kesamaan area penelitian, kesamaan data atau kesamaan metode yang digunakan dalam penelitian terdahulu. Dalam upaya memperkuat teori yang telah ada sebelumnya, penulis juga mencari literasi berkaitan dengan penggunaan data SAR Sentinel-1 di berbagai sektor, berbagai metode klasifikasi citra multispektral, metode pengolahan citra sentinel-1 hingga berbagai literasi berkaitan dengan metode analisis statistika untuk memperoleh korelasi dari dua variabel yang kemudian digunakan dalam penelitian ini.

c) Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data yang dilakukan mencakup data citra radar SAR Sentinel-1 A yang diperoleh dari ESA (*European Space Agency*) *Copernicus* melalui laman <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home/>, data vektor berupa Peta Rupa Bumi Indonesia yang dapat diperoleh dari *Ina-Geoportal* melalui laman <https://tanahair.indonesia.go.id/>, data *Digital Elevation Model* (DEM) yang diperoleh dari pengolahan dengan *Sentinel Application Platform* (SNAP), data curah hujan harian yang berasal dari 5 stasiun hujan yang disediakan oleh Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Mesuji Sekampung, serta Peta Rupa Bumi Indonesia yang diperoleh dari laman Tanah Air Indonesia.

3.7 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam beberapa tahap diantaranya tahap pre-processing citra, klasifikasi citra hingga analisis hasil klasifikasi citra yang diperoleh dari *ESA Copernicus*. Tahapan pre-processing citra hingga klasifikasi citra dilakukan dengan memanfaatkan *Sentinel Application Platform* (SNAP) sesuai dengan tahap pengolahan sesuai yang tertera pada Gambar 3.

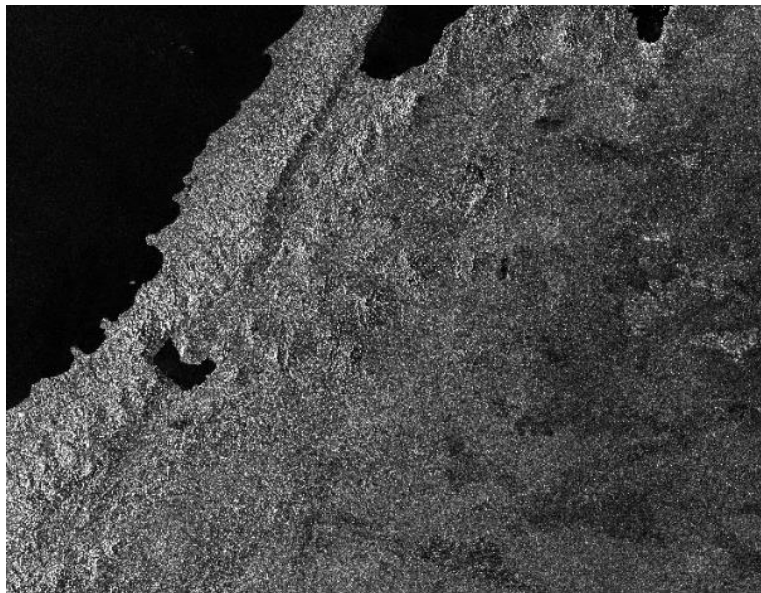


Gambar 3 Tahap Pengolahan Citra

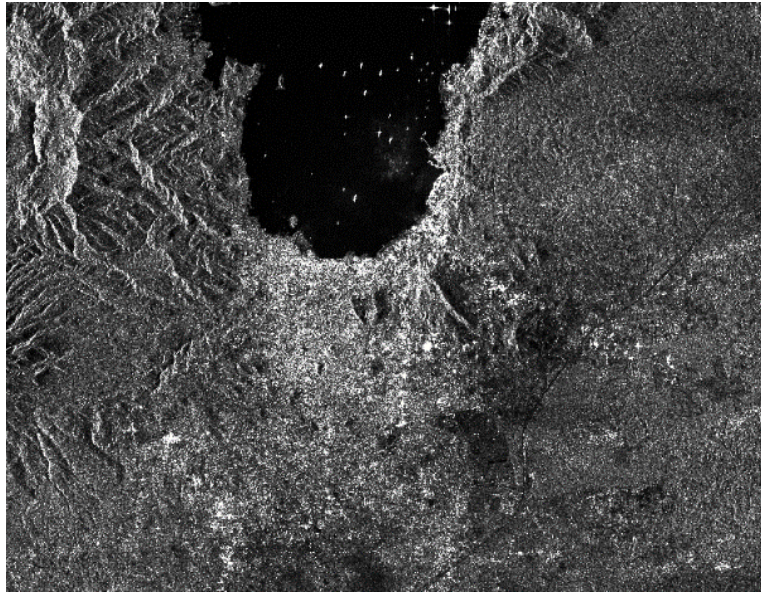
Tahapan pelaksanaan pengolahan data Citra Sentinel-1A IW GRDH dari *pre-processing*, *processing* hingga klasifikasi sesuai dengan *graph* yang direpresentasikan pada Gambar 3 dapat dijabarkan sebagai berikut:

a) Tahap *Subset*

Tahap *subset* merupakan tahap pemotongan citra yang menghasilkan citra dengan pengurangan jumlah data yang signifikan namun dengan struktur dan karakteristik yang tetap dipertahankan. Proses *subset* dilakukan untuk memilih area kajian yang lebih spesifik pada data citra sentinel yang ingin dipertahankan sementara area lain yang tidak dibutuhkan akan dihilangkan. Tahap *subset* yang dilakukan dengan mengekstraksi area tertentu dari citra membantu penelitian untuk lebih fokus pada area kajian untuk kemudian dapat dilakukan proses lanjutan atau analisis data. Dengan melakukan subset pada pengolahan memanfaatkan *Sentinel Application Platform (SNAP)*, proses pengolahan data yang dilakukan menjadi lebih ringan karena jumlah data yang perlu diolah mengalami reduksi skala yang lebih kecil. Citra sebelum melalui tahap subset direpresentasikan pada Gambar 4, sementara citra yang setelah melalui tahap subset direpresentasikan pada Gambar 5.



Gambar 4 Citra Sentinel-1A IW GRDH sebelum *subset*



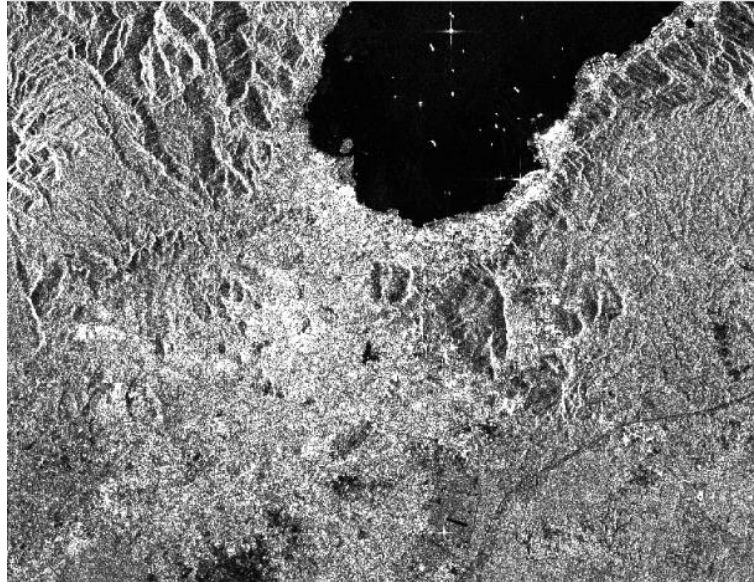
Gambar 5 Citra Sentinel-1A IW GRDH setelah *subset*

b) *Radiometric Calibration*

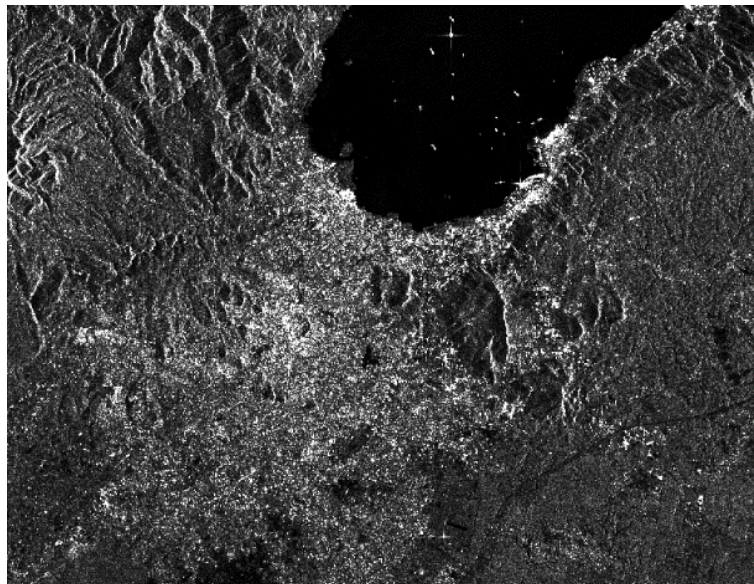
Tahapan kalibrasi radiometrik dilakukan untuk memperoleh citra satelit SAR terkoreksi dengan representasi hamburan balik radar yang merupakan pantulan objek dalam bentuk nilai piksel (Artama dkk., 2019). Dari tahap kalibrasi radiometrik, diperoleh nilai sigma naught (dB) yang berperan dalam memisahkan permukaan tanah (non badan air) dengan badan air. Nilai *Sigma naught (dB)* diperoleh setelah melakukan koreksi backscatter pada citra. *Sigma naught* merupakan ukuran dari hamburan balik komponen citra yang peka terhadap topografi, permukaan yang tidak rata, dan jenis tutupan tanah yang mampu memantulkan sinyal radar (Bioresita dkk., 2021)

Proses kalibrasi radiometrik bertujuan untuk mengkonversi data dalam citra yang terdiri dari angka-angka digital (DN) menjadi nilai *radiance* atau *reflectance* (Sari dkk., 2018). Proses kalibrasi radiometrik yang dilakukan saat akuisisi citra bekerja dengan meminimalisir hingga menghilangkan gangguan atmosfer. Gangguan atmosfer yang ada meliputi serapan, pantulan atau hamburan yang berdampak pada ketidaksesuaian nilai piksel hasil perekaman dengan nilai piksel

asli objek di lapangan (Amliana dkk., 2014). Pada penelitian ini, digunakan menu kalibrasi radiometrik dengan *thermal noise removal*. Citra sebelum melalui tahap kalibrasi radiometrik direpresentasikan pada Gambar 6, sementara citra yang setelah melalui tahap kalibrasi radiometrik direpresentasikan pada Gambar 7.



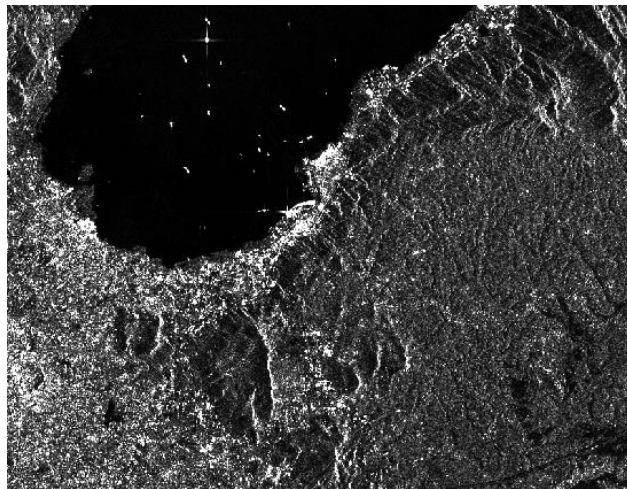
Gambar 6 Citra Sentinel-1A IW GRDH sebelum kalibrasi radiometrik



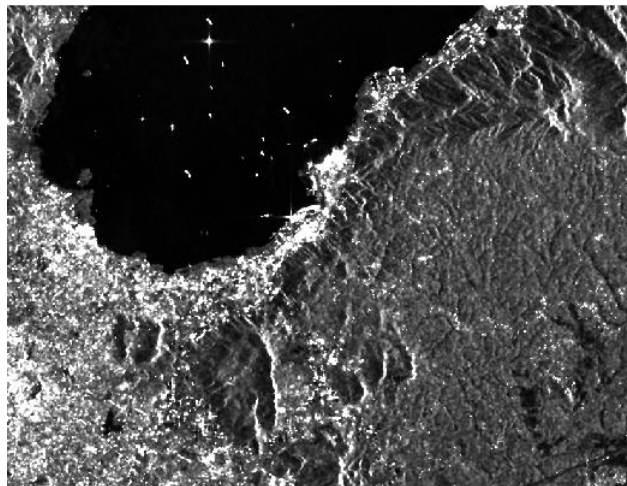
Gambar 7 Citra Sentinel-1A IW GRDH setelah kalibrasi radiometrik

c) *Speckle reduction*

Tahapan *speckle reduction* dilakukan dengan tujuan menghilangkan speckle yang menjadi pengganggu dalam proses ekstraksi informasi. Pada penelitian ini dilakukan *speckle reduction* dengan menggunakan menu *single product speckle filter* dimana jenis filter yang digunakan adalah filter *lee sigma* dengan *window size 7x7* serta target *window size 3x3*. Pada Gambar 8 direpresentasikan citra Sentinel-1A IW GRDH yang belum melalui tahap *speckle filtering*. Sementara Gambar 9 merepresentasikan citra sentinel-1A IW GRDH yang telah melalui tahap *speckle filtering*.



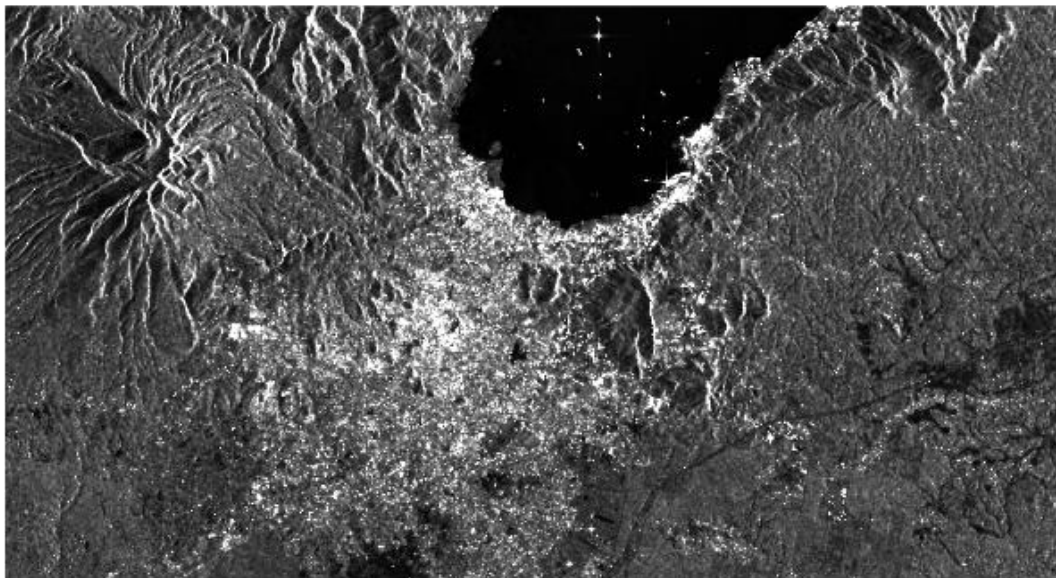
Gambar 8 Citra Sentinel-1A IW GRDH sebelum *speckle reduction*



Gambar 9 Citra Sentinel-1A IW GRDH setelah *speckle reduction*

d) *Geometric calibration*

Kalibrasi geometric yang dilakukan pada pengolahan citra sentinel-1 di penelitian ini menggunakan *terrain correction*, lebih rinci digunakan *range-doppler terrain correction*. Kalibrasi geometric ini dilakukan dengan tujuan memperbaiki distorsi posisi dimana dapat dilakukan peletakan elemen citra pada posisi planimetrik (x dan y) yang seharusnya, sehingga tingkat kesesuaian kenampakan citra dengan keadaan sebenarnya pada permukaan bumi dapat meningkat dan dapat digunakan sebagai peta. Pada penelitian ini digunakan data *Digital Elevation Model Shuttle Radar Topography Mission* (DEM SRTM) HGT 1 *arc-second* yang diunduh dan diinput langsung melalui *Sentinel Application Platform* (SNAP). Proses *resampling* DEM serta resolusi citra dilakukan dengan metode yang sama yaitu *nearest neighbour* serta penentuan proyeksi menggunakan UTM (*Universal Transverse Mercator*) zone-48S yang sesuai dengan wilayah kajian. Tahap kalibrasi geometrik yang diaplikasikan pada Citra Sentinel-1A IW GRDH dapat direpresentasikan pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10 Citra Sentinel-1A IW GRDH sebelum *geometric calibration*



Gambar 11 Citra Sentinel-1A IW GRDH setelah *geometric calibration*

e) *Processing* Citra Sentinel-1

Citra sentinel-1 yang telah melalui proses *pre-processing* kemudian diproses kembali melalui tahap *processing* untuk memperoleh identifikasi sebaran genangan banjir di wilayah kajian. Langkah identifikasi sebaran genangan banjir ini dilakukan dengan pengaplikasian metode *thresholding*. Metode ini digunakan untuk memperoleh nilai *threshold* yang ideal serta sesuai terhadap nilai piksel yang bertahan serta dievaluasi untuk mengidentifikasi banjir. Perhitungan nilai *threshold* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan perhitungan oleh Long dkk, 2014 dijabarkan pada persamaan 2 berikut (Nasution dan Nurtyawan, 2014).

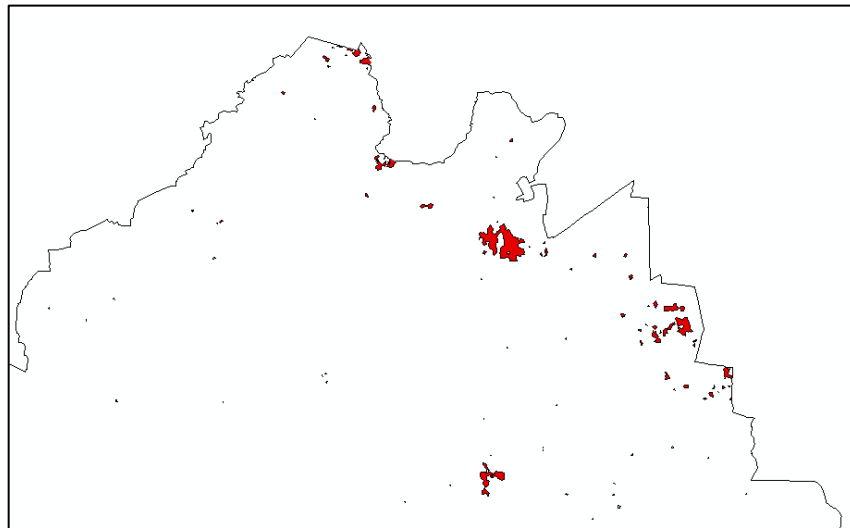
$$P_D < (\{\mu[D]\} - kf \times \{\sigma[D]\}) \dots \dots \dots (2)$$

Pada penelitian ini, piksel teridentifikasi genangan banjir direpresentasikan oleh P_D sementara standar deviasi direpresentasikan dengan σ dan nilai mean piksel yang bertahan direpresentasikan dengan μ . Sementara berdasarkan

penelitian oleh (Nasution dan Nurtyawan, 2014) diketahui bahwa nilai optimal k_f ditentukan sebesar 1,5.

f) Klasifikasi Citra

Tahapan *preprocessing* serta *processing* citra Sentinel-1A IW GRDH pada periode sebelum, saat dan setelah banjir yang sudah dilaksanakan menghasilkan citra kemudian diklasifikasi menggunakan metode klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood Classification* (MLC). Tahapan klasifikasi ini dilakukan dengan menggunakan *Sentinel Application Platform* (SNAP) dan diawali dengan pembuatan *training sample* dalam bentuk *polygon*.



Gambar 12 Hasil *Maximum Likelihood Classification* saat Banjir (MLC)

g) Uji Validasi

Uji validasi dilakukan setelah diperoleh hasil pengolahan serta klasifikasi citra Sentinel-1A IW GRDH dimana hasil dari pengolahan ini berupa daerah-daerah yang mengalami banjir. Uji validasi dilakukan dengan menggunakan metode wawancara kepada warga di beberapa sampel lokasi banjir yang telah teridentifikasi dari hasil pengolahan. Uji validasi dilakukan selain dengan wawancara yaitu dengan pengambilan foto serta koordinat lokasi banjir sehingga dapat diketahui kesesuaiannya dibandingkan dengan hasil pengolahan.

h) Uji Korelasi dan Regresi

Setelah proses klasifikasi dan pengolahan rerata curah hujan kemudian dilakukan tahap uji korelasi dan uji regresi dari 2 variabel yang digunakan yaitu intensitas curah hujan dan luas genangan berpotensi banjir. Pada tahap ini dilaksanakan proses uji korelasi dan regresi dari perubahan luas genangan banjir terhadap curah hujan rata-rata di Kota Bandar Lampung. Uji korelasi dan regresi dari dua variabel ini dilakukan terhadap data-data berupa luas genangan banjir pada periode sebelum, saat dan setelah banjir serta data curah hujan pada periode yang sama.

Berdasarkan perhitungan dengan penerapan persamaan korelasi tersebut akan diperoleh nilai korelasi yang merepresentasikan seberapa kuatnya hubungan antara variabel x dan variabel y yang digunakan. Setelah diperoleh korelasi dari kedua variabel tersebut, kemudian dilakukan regresi linear dengan tujuan mengetahui pengaruh curah hujan terhadap luas genangan banjir di kota bandar lampung. Pada tahapan analisis regresi, luas genangan banjir akan menjadi variabel independen (x) dan curah hujan akan menjadi variabel dependen (y). Setelah tahapan analisis korelasi serta analisis regresi linier dari kedua variabel tersebut dilakukan, kemudian dapat dilakukan representasi hasil penelitian. Apabila dalam tahap analisis korelasi ditemukan bahwa kedua variabel memiliki korelasi positif dan signifikan maka dapat diartikan bahwa curah hujan memiliki pengaruh positif terhadap luas genangan banjir di Kota Bandar Lampung.

Koefisien regresi yang diperoleh berdasarkan analisis regresi ini secara langsung merepresentasikan besaran pengaruh variabel yang digunakan terhadap luas genangan banjir di Kota Bandar Lampung. Informasi berkaitan dengan korelasi dan regresi dari kedua variabel ini kemudian menjadi hasil yang menjelaskan hubungan kedua variabel diantaranya curah hujan dan luas genangan banjir.

i) Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis berdasarkan hasil pengolahan data diantaranya klasifikasi citra Sentinel-1A IW GRDH, perhitungan curah hujan rata-rata

tahunan, serta hasil uji korelasi dan uji regresi yang menunjukkan seberapa kuat hubungan dua variable tersebut seberapa besar pengaruh satu variable terhadap variable lainnya. Analisis hasil klasifikasi, data curah hujan, uji korelasi, serta uji regresi yang dilakukan akan menghasilkan informasi berkaitan dengan hubungan antara perubahan curah hujan terhadap luas genangan yang ada di Kota Bandar Lampung serta seberapa kuat pengaruh curah hujan terhadap luas genangan yang berpotensi menyebabkan banjir di Kota Bandar Lampung pada periode sebelum, saat dan setelah banjir. Hasil analisis ini kemudian dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah setempat atau *stakeholder* dalam membuat keputusan berkaitan dengan upaya mitigasi non-struktural agar kemudian mampu mereduksi dampak serta korban jiwa dari bencana banjir yang mungkin terjadi di masa yang akan datang.

3.8 Tahap Akhir

Tahapan akhir dari dilaksanakannya penelitian ini adalah penyusunan laporan akhir mengenai “Analisis Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Luas Daerah Genangan Berpotensi Banjir Di Kota Bandar Lampung” dengan memanfaatkan data Citra Sentinel-1A IW GRDH pada periode sebelum, saat dan setelah banjir dengan metode klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood Classification (MLC)* serta data Curah Hujan Harian yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS MS). Penelitian ini disusun berdasarkan beberapa bagian diantaranya sebagai berikut. Bagian pendahuluan yang tersusun dari latar belakang dilaksanakannya penelitian, tujuan dari penelitian kerangka pemikiran serta hipotesis awal dari penelitian. Tinjauan pustaka yang tersusun dari literatur serta penelitian terdahulu dengan kesamaan lokasi, metode atau penggunaan data dengan penelitian ini sehingga dapat dijadikan referensi penelitian, serta landasan konseptual yang tersusun dari beberapa teori berkaitan dengan bahan serta metode yang digunakan dalam penelitian. Metodologi penelitian yang tersusun dari detail metode serta tahapan penelitian yang dilaksanakan. Hasil dan pembahasan yang tersusun dari hasil pengolahan data hingga tahap analisis serta pembahasan berkaitan dengan hasil

penelitian. Simpulan dan saran yang tersusun dari simpulan pelaksanaan penelitian serta saran yang dapat digunakan bagi penelitian sejenis kedepannya. Daftar pustaka, yang tersusun dari penelitian serta literatur terdahulu yang digunakan penulis sebagai referensi dalam pelaksanaan penelitian terutama dalam penyusunan laporan skripsi.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Genangan berpotensi banjir di Kota Bandar Lampung menyebar luas hampir di seluruh Kecamatan di Kota Bandar Lampung, namun berdasarkan hasil pengolahan yang telah divalidasi saat terjadi banjir tanggal 21 Januari 2021 dapat diketahui bahwa luasan genangan paling tinggi terdapat terutama Jalan Nusa Indah 5, Jalan Nusa Indah 6, Jalan Nusa Indah 7, Jalan Nusa Indah 8, Jalan Nusa Indah 9, dan Jalan Rafflesia, Kelurahan Way Dadi, Kecamatan Sukarame, Kota Bandar Lampung.
2. Luas genangan berpotensi banjir di Kota Bandar Lampung pada periode sebelum banjir sebesar 9,464617 ha dengan luas kelas non genangan sebesar 18.046,713618 ha, lalu mengalami peningkatan luas genangan sebesar 75,363955 ha sehingga diperoleh luas genangan pada periode banjir sebesar 84,828572 ha dengan luas kelas non genangan sebesar 17.971,349663 ha, kemudian mengalami penurunan luas genangan pada periode setelah banjir sebesar 80,789569 ha sehingga diperoleh luas genangan sebesar 4,039003 ha dengan kelas non genangan sebesar 18.052,1384 ha.
3. Hubungan dari kedua variabel diantaranya intensitas curah hujan dan luas genangan berpotensi banjir berdasarkan uji regresi linear sederhana diperoleh nilai korelasi (r) sebesar 0,992150739 (garis hubungan positif) dengan persamaan $y = 0,4023x + 8,7543$ dengan tingkat hubungan yang (sangat kuat) serta diperoleh koefisien determinasi (r^2) sebesar 0,984363088, dapat

diketahui bahwa pengaruh intensitas curah hujan terhadap luas genangan banjir di Kota Bandar Lampung sebesar 98,47%

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Pada wilayah dengan luas genangan yang tinggi diantaranya di Jalan Nusa Indah 5, Jalan Nusa Indah 6, Jalan Nusa Indah 7, Jalan Nusa Indah 8, Jalan Nusa Indah 9, dan Jalan Rafflesia, Kelurahan Way Dadi, Kecamatan Sukarame, Kota Bandar Lampung dapat dilakukan penelitian berkaitan dengan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) serta aspek lainnya yang dapat menyebabkan prevalensi kejadian banjir lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah lain di Kota Bandar Lampung.
2. Pelaksanaan penelitian lebih lanjut dengan variabel yang berbeda di luar dari variabel yang digunakan pada penelitian ini.
3. Pemanfaatan citra dengan resolusi spasial lebih tinggi dibandingkan Citra Sentinel-1A sehingga dapat diperoleh informasi luas genangan berpotensi banjir yang lebih detail dan ketelitian yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. dan S. Quegan. 2012. Analysis Of *Maximum Likelihood Classification* On Multispectral Data. *Applied Mathematical Sciences*. 6(129–132):6425–6436.
- Alawiyah, A. M. dan Harintaka. 2021. Identifikasi Genangan Banjir Di Wilayah DKI Jakarta Menggunakan Citra Satelit Sentinel-1. *Journal of Geospatial Information Science and Engineering*. 4(1):81–86.
- Amliana, D. R., Y. Prasetyo, dan A. Sukmono. 2014. Analisis Perbandingan Nilai NDVI Landsat 7 Dan Landsat 8 Pada Kelas Tutupan Lahan. *Jurnal Geodesi Undip*. 3:332–346.
- Amriyah, Q., R. Arief, H. S. Dyatmika, dan R. Maulana. 2019. Analisis Perbandingan Data Level-1 Sentinel 1A/B (Data SLC Dan GRD) Menggunakan Software SNAP Dan GAMMA. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh Ke-6 Tahun 2019 Analisis*. 533–543.
- Aprillya, M. R. dan U. Chasanah. 2021. Analisis Lahan Pertanian Rawan Banjir Menggunakan Metode Multi Atribut Utility Theory Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*. 16(2):148.
- Arnando, R., M. Rusdi, dan H. Basri. 2020. Penggunaan Data DEM SRTM Untuk Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kecamatan Lhoksukon Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 5(2):236–240.
- Artama, K. D., I. W. G. A. Karang, dan I. N. G. Putra. 2019. Deteksi Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Synthetic Aperture Radar (SAR) Di Pesisir Tenggara Bali (Kabupaten Gianyar Dan Klungkung). *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 5(2):278.
- Assidiq, H. F. dan C. A. Rokhmana. 2021. Hubungan Dual Polarimetric SAR Band – C Dan Landsat 8 Untuk Identifikasi Potensi Kekeringan. *Geoid*. 16(2):248.
- Bioresita, F., M. G. R. Ngurawan, dan N. Hayati. 2021. Identifikasi Sebaran Spasial Genangan Banjir Memanfaatkan Citra Sentinel-1 Dan Google Earth

- Engine (Studi Kasus: Banjir Kalimantan Selatan). *Journal of Geodesy and Geomatics*. 17(1):108–118.
- Cahyono, B. E., E. I. S. Putri, dan A. T. Nugroho. 2022. Flooded Area Mapping And Its Relationship To The Land Use, Soil Type, And Rainfall In North Konawe Regency. *Jurnal ILMU DASAR*. 23(2):93.
- Hamdir, A. N. R. W. dan S. H. Murti. 2014. Studi Perbandingan Klasifikasi Multispektral Maximum Likelihood Dan Support Vector Machine Untuk Pemetaan Penutup Lahan. *Jurnal Geodesi UGM*. 1–7.
- Izza, A. 2020. Pendangkalan Sungai Sebagai Salah Satu Penyebab Banjir Di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang
- Kasanah, N., N. Bashit, dan F. Hadi. 2021. Analisis Lahan Sawah Tergenang Banjir Menggunakan Metode Change Detection Dan PPPM (Studi Kasus: Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*. 10:259–268.
- Kirana, P. H., D. R. Hizbaron, dan P. Hadi. 2015. Pengaruh Curah Hujan Dan Perubahan Penutup Lahan Terhadap Banjir Di Kabupaten Bandung Tahun 1995-2015
- Kirana, A. H., N. Simarmata, dan D. Hidayat. 2019. Analisis Potensi Bencana Banjir Hilir Daerah Aliran Sungai Way Kuripan Kota Bandar Lampung. 13(2):147–152.
- Laurensz, B., F. Lawalata, dan S. Y. J. Prasetyo. 2019. Potensi Resiko Banjir Dengan Menggunakan Citra Satelit (Studi Kasus: Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara). *Indonesian Journal of Computing and Modeling*. 2(1):17–24.
- Lukiawan, R., E. H. Purwanto, dan M. Ayundyahrini. 2019. Analisis Pentingnya Standar Koreksi Geometrik Citra Satelit Resolusi Menengah Dan Kebutuhan Manfaat Bagi Pengguna. *Jurnal Standardisasi*. 21(1):45.
- Mascolo, L., J. M. Lopez-Sanchez, dan S. R. Cloude. 2022. Thermal Noise Removal From Polarimetric Sentinel-1 Data. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. 19:1–5.
- Muhsoni, F. F. 2015. *Penginderaan Jauh (Remote Sensing)*. Dalam *Penginderaan Jauh (Remote Sensing)*
- Munir, A. Q. 2014. Sistem Informasi Geografi Pemetaan Bencana Alam Menggunakan Google Maps. *Sistem Informasi Geografi Pemetaan Bencana Alam Menggunakan Google Maps*. 9(1):1–10.
- Nasution, A. M. dan R. Nurtyawan. 2014. Identifikasi Sebaran Banjir Berdasarkan Studi Citra Sentinel-1 SAR (Studi Kasus: Kecamatan Cikampek Dan

Kecamatan Purwasari, Kabupaten. 20(x):1–12.

- Nugroho, S. P. 2002. Evaluasi Dan Analisis Curah Hujan Sebagai Faktor Penyebab Bencana Banjir Jakarta. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*. 3(2):91–97.
- Nurandani, P., S. Subiyanto, dan B. Sasmito. 2013. Pemetaan Total Suspended Solid Menggunakan Citra Satelit Multi Temporal Di Danau Rawa Pening Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Geodesi Undip*. 2(4):83882.
- Nurdiawan, O. dan H. Putri. 2018. Pemetaan Daerah Rawan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis Dalam Upaya Mengoptimalkan Langkah Antisipasi Bencana. *Infotech*. 4:1–9.
- Park, J., A. A. Korosov, M. Babiker, dan S. Sandven. 2017. Efficient Thermal Noise Removal For Sentinel-1. 1–11.
- Rahmadi, M. T., E. Yuniastuti, M. A. Hakim, dan A. Suciani. 2021. Pemetaan Distribusi Mangrove Menggunakan Citra Sentinel-2A: Studi Kasus Kota Langsa. *Jambura Geoscience Review*. 4(1):1–10.
- Raimi, K., Eriyati, dan N. Aqualdo. 2016. Dampak Banjir Air Pasang Terhadap Kerusakan Lahan Komoditas Perkebunan Dan Pendapatan Petani Di Kecamatan Kuala Indragiri Kabupaten Indragi Hilir. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Riau*. 4(1):1004–1017.
- Sampurno, R. M. dan A. Thoriq. 2016. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 7 Operational Land Imager (OLI) Di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Teknotan*. 10(2):61–70.
- Sari, R., W. Anurogo, dan M. Z. Lubis. 2018. Pemetaan Sebaran Suhu Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Di Pulau Batam. *Jurnal Integrasi /*. 10(1):32–39.
- Tay, C. W. J., S. H. Yun, S. T. Chin, A. Bhardwaj, J. Jung, dan E. M. Hill. 2020. Rapid Flood And Damage Mapping Using Synthetic Aperture Radar In Response To Typhoon Hagibis, Japan. *Scientific Data*. 7(1):1–9.
- Rawa Lebak Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh. *Jurnal Ilmiah Geomatika*. 23(2):49.
- Trisakti, B., M. Kartasmita, dan T. Kartika. 2009. Kajian Koreksi Terrain Pada Citra Landsat Thematic Mapper (TM). *Jurnal Penginderaan Jauh*. 6:1–10.
- Zevri, A. 2019. Studi Pemetaan Daerah Genangan Banjir Das Sei Kambing Dengan Sistem Informasi Geografis. *Teras Jurnal*. 9(2):165.