

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

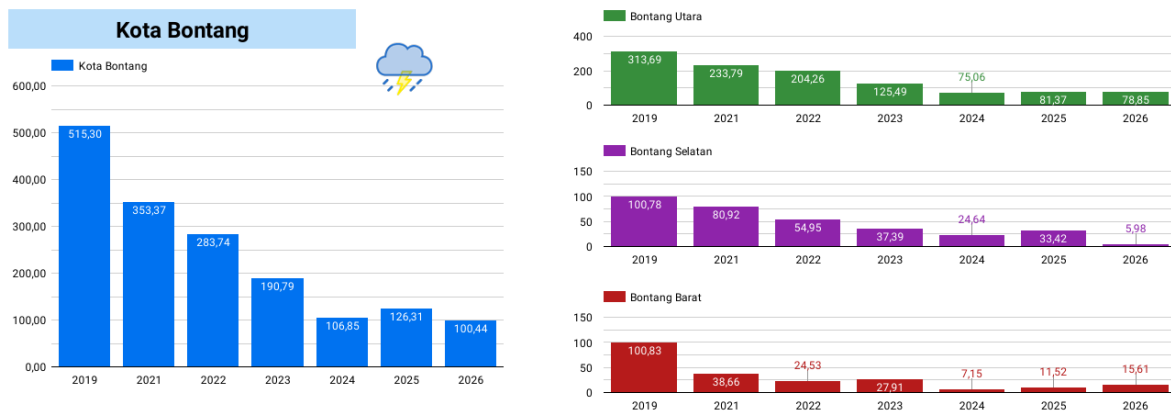
Indonesia merupakan negara yang memiliki karakteristik dengan daerah kepulauan (Kamur dkk., 2025). Letak negara Indonesia yang berada dalam garis khatulistiwa menjadikan negara ini sangat berpengaruh dari perubahan iklim, seperti bencana hidrometeorologi (Ruuhulhaq., 2024). Salah satu daerah yang dilewati oleh garis khatulistiwa ialah Provinsi Kalimantan Timur. Daerah ini terkenal dengan curah hujan yang cukup tinggi setiap tahunnya, tercatat pada penelitian oleh (Adriat., 2022) curah hujan di Kalimantan bisa mencapai 350 mm/pertahun jika pada musim penghujan.

Wilayah di Kalimantan Timur yang letaknya dekat dengan garis khatulistiwa salah satunya ialah Kota Bontang. Kota Bontang memiliki karakteristik geografis yang terletak di wilayah pesisir Kalimantan Timur yang biasanya wilayah di pesisir Kota Bontang sering tergenang karena salah satu faktor pasang surut air laut. (Aziza dkk., 2021). Kota Bontang memiliki kondisi topografi rendah dan letaknya di daerah pesisir menjadikan Kota Bontang memiliki kerentanan terhadap genangan air (Asmirah dkk., 2024). Genangan adalah kondisi terkumpulnya air di daratan yang seharusnya tidak tertutup air, sehingga berbeda dengan badan seperti sungai, danau, waduk, dan laut. Genangan terbagi menjadi beberapa jenis seperti genangan rawa, genangan banjir, dan genangan rob (Findayani, 2015; Yusman, 2024).



Sumber: petakita.bontangkota.go.id

Gambar 1. 1 Visualisasi Genangan Banjir Tiga Tahun Terakhir di Kota Bontang



Sumber: petakita.bontangkota.go.id

Gambar 1. 2 Grafik Luas Genangan Banjir Tahun 2019-2026 di Kota Bontang (Ha)

Data yang bersumber dari Badan Perencanaan Pembangunan Riset dan Inovasi Kota Bontang melewati salah satu platform petakita.kotabontang.go.id menampilkan fenomena genangan banjir dari beberapa tahun terakhir. Dalam informasi peta digital tersebut menampilkan area tergenang dari tahun 2019 hingga tahun 2022. Kondisi area tergenang paling parah terjadi pada tahun 2019 dengan luas tergenang 515,30 Ha. Walaupun terdapat penurunan trend sebesar 49,9% dari tahun 2019 hingga tahun 2022, namun masalah banjir tetap berlangsung hingga tahun 2026 ini.

Fenomena genangan banjir di Kota Bontang cukup menjadi perhatian pemerintah kota dan masyarakat Kota Bontang (Aziz, 2026). Bidang keilmuan penginderaan jauh atau *remote sensing* dapat digunakan sebagai salah satu konsep pemetaan dalam mengidentifikasi genangan (Hernoza dkk., 2020). Konsep pemetaan penginderaan jauh salah satunya menggunakan citra satelit Sentinel-1 *Synthetic Aperture Radar* (SAR) yang dapat mendeteksi ancaman genangan banjir (Hansen dkk., 2025). Satelit Sentinel-1 merupakan satelit yang dikeluarkan *European Space Agency* (ESA) bertujuan untuk menyediakan citra permukaan bumi dalam segala cuaca (ESA, 2014). Teknologi dari Sentinel-1 yakni terdapat sensor aktif bernama *Synthetic Aperture Radar* (SAR). Sensor ini cukup efektif dalam memetakan area tergenang karena dapat menembus awan tebal dan dapat digunakan di berbagai cuaca seperti karakteristik wilayah di Kota Bontang yang cenderung memiliki awan tebal (Albalawi, 2026). Manfaat dari Sentinel-1 dalam memetakan area tergenang yang nantinya akan dilakukan analisa spasial terhadap dampak penggunaan lahan di Kota Bontang sebagai upaya proses perencanaan dalam hal bencana banjir.

Proses analisa spasial dari pemetaan Sentinel-1 untuk memetakan area tergenang dilakukan untuk mendukung arahan penataan ruang Kota Bontang yang berlandaskan UU No 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Peraturan tersebut menyebutkan penataan ruang

harus berbasis mitigasi bencana demi menciptakan ruang yang aman dan berkelanjutan. Perencanaan yang berkaitan dengan penggunaan lahan memerlukan daya dukung dan daya tampung yang optimal demi mencegah degradasi lahan akibat banjir (Wahyudi dkk., 2019). Adanya pemetaan berbasis Sentinel-1 dalam mengidentifikasi genangan banjir merupakan salah satu bentuk proses perencanaan yang berguna untuk arahan pemanfaatan tata guna lahan di Kota Bontang.

Penyusunan tugas akhir ini dilakukan dari berbagai tahapan termasuk tahap pengolahan. Proses pengolahan data Sentinel-1 menggunakan metode *RGB Composite* dan *Threshold*. Metode ini cukup efektif untuk memetakan area tergenang di wilayah Kota Bontang, karena visualisasi yang terlihat nantinya ialah area yang memiliki kenampakan warna berbeda. Data yang dibutuhkan dalam metode ini ialah data sebelum banjir itu terjadi dan data setelah banjir itu terjadi. Hasil dari pengolahan kemudian dianalisis dengan mengaitkan peta genangan banjir dengan rencana pola ruang. Output dalam penyusunan tugas akhir ini berupa peta sebaran genangan di Kota Bontang.

1.2 Rumusan Permasalahan

Genangan merupakan kondisi yang dimana suatu area yang biasanya dalam kondisi normal (kering) menjadi tergenang. Fenomena genangan seperti genangan menghambat aktivitas masyarakat Kota Bontang terutama masyarakat tidak bisa melewati akses jalan utama. Topografi yang landai dan rendah (Aziza dkk., 2021), curah hujan tinggi dan letak wilayah di pesisir yang dipengaruhi pasang surut air laut menjadikan genangan seperti genangan banjir berubah-ubah dari segi lokasi, luas, dan waktu kejadiannya. Pemerintah Kota Bontang biasanya melakukan pemetaan konvensional melalui survey lapangan untuk memetakan genangan, metode ini dinilai cukup kurang efektif dan terlalu memakan biaya. Pemetaan berbasis citra optik juga sulit untuk memetakan wilayah Kota Bontang karena wilayah Kota Bontang selalu tertutup awan tebal jika dilihat dari data citra optik. Pemetaan dengan citra Sentinel-1 menggunakan sensor aktif SAR yang mampu menembus awan dan tidak bergantung pada kondisi cuaca apapun dapat menjadi alternatif pemetaan genangan di wilayah seperti Kota Bontang. Berdasarkan hal tersebut, adapun rumusan permasalahan utama dari tugas akhir ini adalah:

“Bagaimana citra Sentinel-1 dapat digunakan untuk memetakan kawasan tergenang di Kota Bontang?”

1.3 Tujuan dan Sasaran

Tujuan penulisan ini adalah melakukan pemetaan genangan di Kota Bontang melalui pemanfaatan citra satelit Sentinel-1 di Kota Bontang. Adapun sasaran untuk mencapai tujuan tersebut adalah:

1. Pengolahan citra Sentinel-1.
2. Melakukan validasi pengolahan Sentinel-1.
3. Pemetaan genangan di Kota Bontang.
4. Melakukan *overlay* peta genangan terhadap pola ruang.

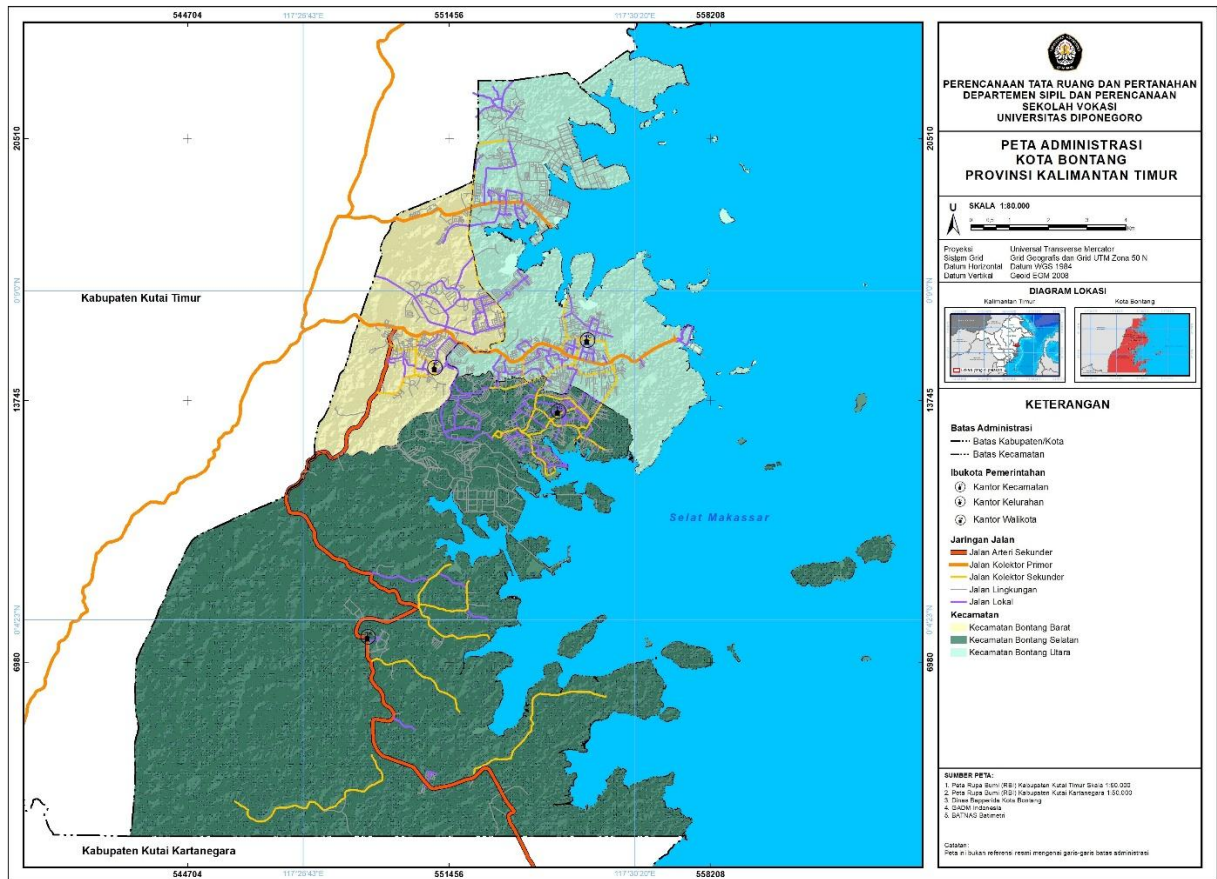
1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari tugas akhir ini berperan untuk menampilkan lingkup wilayah yang ingin dikaji dan batasan muatan materi yang akan dibahas dalam tugas akhir ini. Maka dari itu terdapat dua bahasan dalam ruang lingkup ini, yakni ruang lingkup wilayah dan ruang lingkup materi. Berikut merupakan penjelasan terkait ruang lingkup tersebut.

1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah dalam penelitian ini berlokasi di Provinsi Kalimantan Timur, tepatnya di Kota Bontang. Kota Bontang sebelumnya merupakan bagian dari daerah Kabupaten Kutai dan menjadi daerah otonom pada tahun 1999. Wilayah Kota Bontang terbagi menjadi tiga kecamatan sejak disahkannya Peraturan Daerah Kota Bontang Nomor 17 Tahun 2002 tentang Pembentukan Organisasi Kecamatan Bontang Barat, yaitu Kecamatan Bontang Selatan, Kecamatan Bontang Utara, dan Kecamatan Bontang Barat. Luas masing-masing kecamatan adalah Kecamatan Bontang Selatan seluas 104,40 km², Kecamatan Bontang Utara seluas 26,20 km², dan Kecamatan Bontang Barat seluas 17,20 km², dengan total 15 kelurahan yang tersebar di ketiganya (BPS Kota Bontang, 2022). Secara letak geografis Kota Bontang digambarkan seperti peta berikut.

Utara	: Kabupaten Kutai Timur
Timur	: Selat Makassar
Selatan	: Kabupaten Kutai Kartanegara
Barat	: Kabupaten Kutai Timur



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 1. 3 Peta Administrasi Kota Bontang

1.4.2 Ruang Lingkup Materi

Materi dalam tugas akhir ini dibatasi pada identifikasi genangan di Kota Bontang dan pemanfaatan citra Sentinel-1 untuk memetakannya, berikut merupakan ruang lingkup materinya.

1. Identifikasi kejadian genangan di Kota Bontang sebagai dasar penentuan waktu perekaman citra.
2. Pengolahan citra Sentinel-1 dari dua waktu perekaman untuk metode pengolahan *RGB Composite* dan penentuan ambang batas (*threshold*) dari perekaman citra pada saat genangan terjadi.
3. Validasi hasil pemetaan melalui observasi lapangan dan validasi dari *overlay* terhadap data rawan banjir RTRW serta data bahaya banjir BNPB.
4. *Overlay* genangan dengan rencana pola ruang Kota Bontang.

1.5 Tahapan/Proses

Tahapan dalam pelaksanaan tugas akhir ini terdiri dari 4 tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap analisis, dan tahap akhir.

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan berdasarkan fenomena di wilayah studi dan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di wilayah studi. Berdasarkan fenomena dan permasalahan yang terjadi, penyusunan latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini dapat dilaksanakan secara terstruktur. Kajian literatur berdasarkan fenomena yang terjadi menjadi awal dasar dari semua persiapan penelitian.

2. Tahap Pengumpulan Data

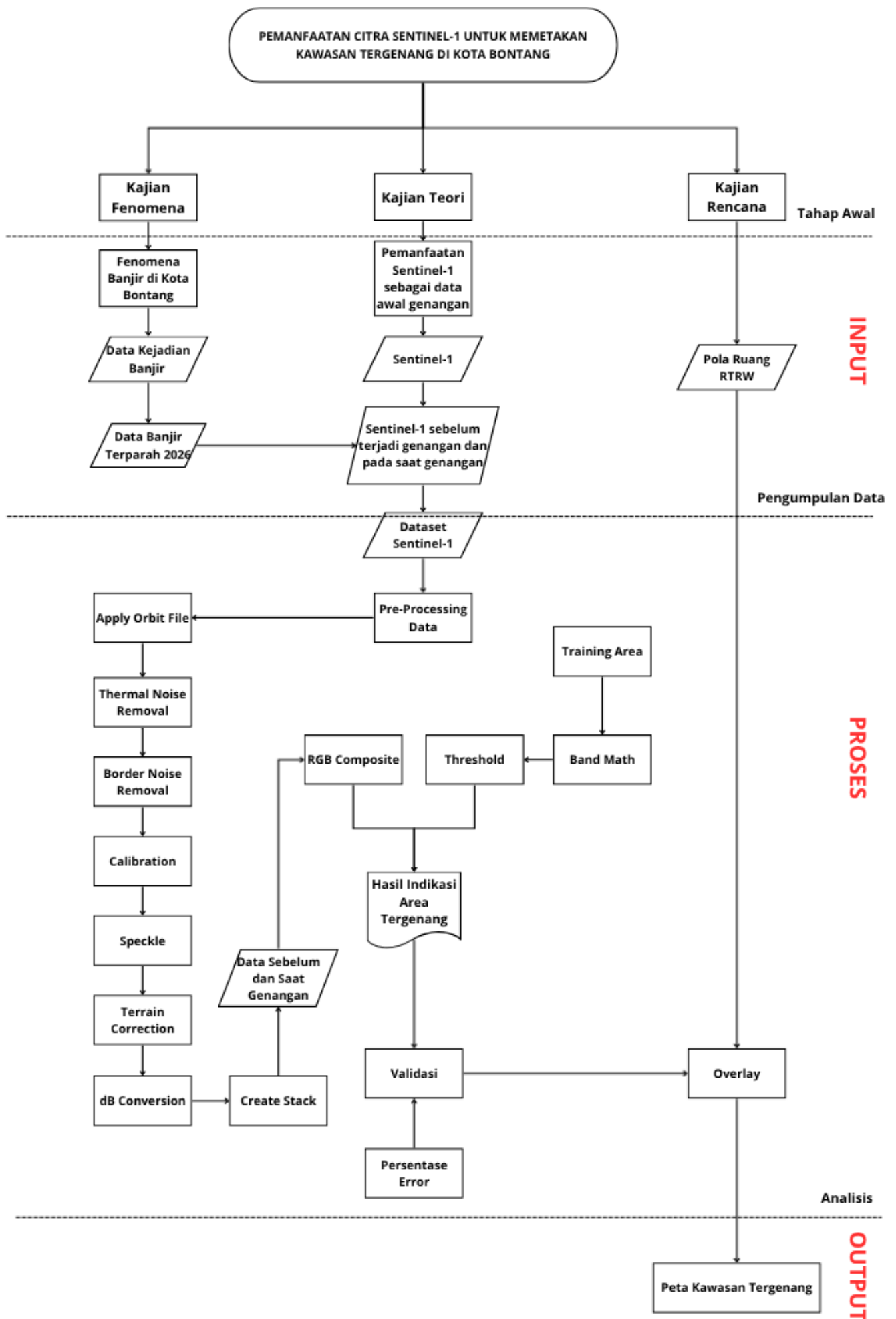
Tahap pengumpulan data dan informasi memerlukan teknik pengumpulan data salah satunya ialah pengumpulan data sekunder. Pengumpulan data tugas akhir ini dilakukan dengan mengumpulkan data-data sekunder dan primer seperti data citra satelit, telaah dokumen, permohonan data kepada instansi terkait, observasi sekaligus wawancara terhadap responden (Bane, 2025).

3. Tahap Analisis

Tahap analisis diawali dengan pengolahan Sentinel-1 dengan metode *threshold* untuk melihat nilai ambang batas. Metode *threshold* dan *RGB Composite* digunakan untuk mengidentifikasi antara badan air dan non air berdasarkan histogram (Liang & Liu, 2020b). Analisis yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah analisis spasial dari genangan yang diperoleh dari hasil pengolahan data Sentinel-1 saat sebelum terjadinya genangan maupun pada saat terjadi genangan. Proses analisis dilakukan untuk mengidentifikasi area tergenang terhadap pola ruang dan mengidentifikasi sebaran genangan di Kota Bontang.

4. Hasil Akhir

Pemanfaatan dari Sentinel-1 ini akan menghasilkan peta sebaran genangan yang ada di Kota Bontang yang dapat digunakan sebagai data *complementer* jika dibutuhkan dalam hal tata ruang.



Gambar 1. 4 Diagram Tahapan Pengolahan Sentinel-1 dalam Memetakan Genangan

1.6 Metode dan Hasil Akhir

1.6.1 Data yang Dibutuhkan

Tabel 1. 1 Data yang Dibutuhkan

Nama Data	Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data	Bentuk Data	Tahun	Sumber Data
Batas Administrasi (Kec. Dan RT)	Sekunder	Permohonan Data	Peta	2024	Bapperida Kota Bontang
Jaringan Jalan	Sekunder	Permohonan Data	Peta	Eksisting	Bapperida Kota Bontang
Fisik Alam	Sekunder	Permohonan Data	Peta	Eksisting	Bapperida Kota Bontang
Penggunaan Lahan	Sekunder	Permohonan Data	Peta	2019	Bapperida Kota Bontang
Pola Ruang RTRW	Sekunder	Permohonan Data	Peta	2019-2039	Bapperida Kota Bontang
Genangan Banjir	Sekunder	Permohonan Data	Peta	2024	Bapperida Kota Bontang
Riwayat Kejadian Banjir	Sekunder dan Primer	Pencarian Kolektif Berbasis Media Online, Wawancara dan Observasi, Permohonan Data	Berita Kejadian, Deskriptif, Dokumen	Menyesuaikan Tahun Terjadi Banjir (2019, 2022, 2024, 2025, 2026)	Media Online, Observasi Lapangan dan Responden, Bapperida Kota Bontang, BPBD Kota Bontang
Sentinel-1	Sekunder	Permohonan Data	Raster	Menyesuaikan Data Genangan	European Space Agency (ESA)

Sumber: Penulis, 2026

1.6.2 Instrumen Pengumpulan Data serta Metode Pengolahan

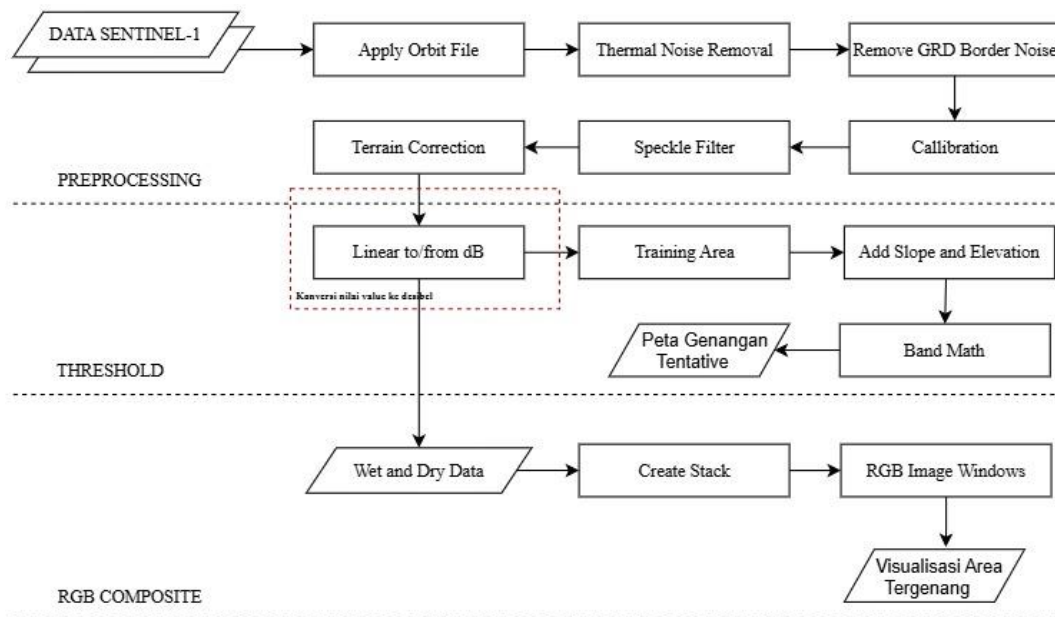
Instrumen pengumpulan data dalam Tugas Akhir ini berupa *software* SNAP dan data sekunder citra Sentinel-1 sebagai data utama. Data sekunder lainnya berupa data-data riwayat kejadian banjir, data batas administrasi wilayah Kota Bontang, data penggunaan lahan dan data rencana pola ruang Kota Bontang. Terdapat instrumen pengolahan data pendukung seperti *software* Arcgis. Pengumpulan data tidak hanya data sekunder, namun terdapat data primer berupa wawancara dan observasi lapangan dalam sampling titik-titik yang terindikasi genangan menggunakan rumus Slovin. Instrumen dari observasi lapangan dengan menggunakan aplikasi dari *avenza maps* sebagai instrumen yang mendukung survey ke titik-titik hasil pengolahan.

Data utama dari Sentinel-1 didapatkan dengan mendownload berdasarkan data sekunder berita-berita kejadian banjir. Metode pengolahan data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini berupa metode *Threshold* dan *RGB Composite* yang dapat menghasilkan data genangan dilihat dari nilai ambang batas antara badan air dan non badan air serta dilihat dari *change detection* antar kedua *scene* citra (kering dan basah) (Liang dkk. 2020). Data genangan yang didapatkan setelah diolah kemudian dilakukan tumpang susun atau *overlay* dengan data pola ruang untuk mengidentifikasi area tergenang pada rencana polar uang tersebut. Wilayah yang terdampak dari area tergenang nantinya dapat digunakan sebagai data tambahan awal proses perencanaan.

1.6.3 Teknik Analisis

Data spasial menurut (Anderson, 1995) masuk ke dalam proses ke tahap perencanaan yakni proses pengumpulan data dan interpretasi. Teknik analisis yang digunakan dalam tugas akhir ini merupakan teknik analisa spasial yang memanfaatkan data sekunder dari citra satelit Sentinel-1 dan data primer untuk memvalidasi hasil pengolahan kemudian ditumpang susunkan dengan data rencana pola ruang. Proses analisa dibedakan menjadi dua bagian yakni pengolahan citra satelit menjadi peta genangan dan analisa ancaman genangan dengan mempertimbangkan penggunaan lahan dan rencana pola ruang yang terdampak. Hasil yang akan diperoleh nantinya merupakan peta sebaran genangan. Berikut merupakan penjelasan dari tahapan proses yang akan dilakukan:

i. Pengolahan Data Sentinel-1



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 1. 5 Tahapan Pengolahan Sentinel-1

Proses pengolahan data Sentinel-1 diawali dari tahap *preprocessing* yakni bertujuan untuk mengurangi data error dan mengoreksi data awal dari citra Sentinel-1. Proses koreksi seperti *apply orbit file*, menghilangkan *thermal noise* dan *border noise*, koreksi kalibrasi radiometrik, dan koreksi lokasi. Tujuan dari *preprocessing* itu ialah sebagai acuan dasar dari metode yang akan digunakan selanjutnya. Metode pengolahan *Threshold* dan *RGB Composite*, yaitu metode yang melihat visualisasi citra multitemporal dengan menggabungkan dua scene citra antara *dry data* dan *wet data*. Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi nilai hamburan balik yang efektif untuk memetakan area badan air dan genangan dengan nilai ambang batas atau *threshold*. Nilai dari intensitas *backscatter* ini memungkinkan hasil yang diperoleh dari histogram dapat diklasifikasikan menjadi badan air dan non badan air (Liang & Liu, 2020). Proses dari ambang batas dilihat dengan menentukan nilai *backscatter* yang mewakili nilai badan air. Nilai yang diperoleh dari hasil *training area* merupakan area yang mewakili genangan air atau badan air (Bagja dkk., 2025). Sampel dari *training area* yang digunakan merujuk pada digitasi area yang gelap menyerupai badan air menggunakan *polygon*.

Hasil indikasi area tergenang dari proses *threshold* dan *RGB Composite* diperoleh dari rumus *band math* untuk *threshold* dan *RGB* sebagai berikut.

$$\text{Sigma0_VV_dB} < (\text{nilai ambang batas}) \text{ and slope} < 8 \text{ and elevation} < 200$$

Sumber: (Bagja dkk., 2025)

$$\text{RGB} = [\text{VV}_{\text{before flood}}, \text{VV}_{\text{after flood}}, \text{VV}_{\text{after flood}}]$$

Sumber: (Conde, 2019; Denis, 2019)

Keterangan :

RGB = Komposit band untuk visualisasi perubahan hamburan balik

VV_{before flood} = Band polarisasi VV citra sebelum terjadi genangan

VV_{after flood} = Band polarisasi VV citra pada saat genangan

ii. *Overlay* dengan Rencana Pola Ruang

Data spasial Sentinel-1 yang sebelumnya diolah menggunakan metode *threshold* dan *RGB Composite* selanjutnya ditumpang susunkan dengan data penggunaan lahan Kota Bontang. Sebaran genangan yang terdeteksi nantinya akan di tampilkan dengan data rencana pola ruang yang sudah diklasifikasikan sesuai peruntukannya. Tujuan *overlay* data rencana pola ruang dan data spasial genangan untuk mengetahui jenis rencana pola ruang apa saja yang kemungkinan memiliki ancaman akibat genangan. Hasil *overlay* tersebut dapat dihitung luas genangan pada masing-masing kategori dan kemudian dapat dilakukan validasi primer seperti observasi lapangan dan wawancara terhadap penggunaan lahan yang terdampak genangan, sehingga dapat dianalisa sebagai gambaran dampak pemanfaatan ruang terhadap genangan . Informasi dari peta tersebut dapat menjadi arahan rencana tata ruang yang aman terhadap ancaman bencana di Kota Bontang.

iii. Validasi Data

Proses validasi data dalam tugas akhir ini bertujuan untuk melihat kesesuaiannya dari pemanfaatan data spasial yang telah diolah. Validasi data didukung dengan instrumen pengumpulan data seperti observasi lapangan menggunakan aplikasi pendukung seperti *gps map camera*, dan *avenza map*, serta form kuesioner untuk wawancara terhadap responden (Bane, 2025). Rencana sebaran lokasi dalam validasi data ini tersebar di area hasil pengolahan dan dihitung berapa samplingnya menggunakan rumus Slovin.

$$n = \frac{N}{(1 + Ne^2)}$$

Keterangan :

N = Jumlah Populasi (Polygon Area Tergenang)

e = Nilai Toleransi Kesalahan

Titik sebaran akan divalidasi dan disesuaikan dengan pengolahan Sentinel-1 untuk membandingkan antara hasil pengolahan dan realita di lapangan. Proses validasi dilakukan dengan menghitung persentase yang disandingkan antara kondisi di lapangan dan pengolahan citra Sentinel-1.

1.6.4 Hasil

Hasil akhir dari tugas akhir ini berupa peta sebaran genangan di Kota Bontang. Peta tersebut dihasilkan dari pengolahan citra Sentinel-1 dengan metode *RGB composite* dan *threshold*. Metode *RGB composite* menampilkan sebaran awal genangan melalui perubahan nilai *backscatter* antara kondisi *dry* dan *wet*. Metode *threshold* memisahkan area tergenang dan tidak tergenang dengan ketentuan nilai ambang batas (dB). Kedua metode tersebut menghasilkan peta genangan *tentative*. Proses validasi menyaring hasil pengolahan tersebut melalui observasi lapangan, peta bahaya banjir BNPB, dan peta rawan banjir RTRW Kota Bontang. Peta sebaran genangan menghasilkan sebaran area tergenang beserta luasannya di skala kecamatan atau di kelurahan. Peta ini juga berbasis tanggal perekaman citra sebagai penanda waktu kejadian genangan. Output tersebut memberikan gambaran spasial mengenai lokasi dan luas kawasan tergenang di Kota Bontang.

1.7 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan disusun untuk menggambarkan alur penulisan laporan tugas akhir secara runtut dari perumusan masalah sampai Kesimpulan. Laporan tugas akhir ini terdiri atas lima bab yang saling berhubungan yaitu pendahuluan, konsep perencanaan, profil wilayah, analisis, dan penutup. Berikut merupakan sistematika pembahasan tugas akhir ini.

BAB I PENDAHULUAN

Bab I pendahuluan memuat latar belakang pemilihan topik pemetaan genangan di Kota Bontang beserta rumusan permasalahannya. Tujuan, sasaran, serta ruang lingkup wilayah dan materi yang berkaitan dengan pemanfaatan Sentinel-1 untuk memetakan area tergenang.

Tahapan proses, metode yang digunakan beserta hasil yang diharapkan, dan sistematika pembahasan melengkapi bab ini sebagai kerangka keseluruhan tugas akhir ini.

BAB II KONSEP PERENCANAAN

Bab II konsep perencanaan berisikan kerangka berpikir penelitian dan kajian teori yang menjadi landasan untuk menganalisis. Teori yang dibahas terkait genangan, penginderaan jauh, *Synthetic Aperture Radar* (SAR), dan Sentinel-1

BAB III PROFIL WILAYAH KOTA BONTANG

Bab III profil wilayah Kota Bontang menggambarkan kondisi wilayah studi dari jenis morfologi, topografi, kemiringan lereng, jenis tanah, dan curah hujan. Gambaran penggunaan lahan, rencana pola ruang, dan kebencanaan wilayah juga dibahas dalam bab ini sebagai dasar untuk memahami karakteristik wilayah Kota Bontang.

BAB IV ANALISIS PEMETAAN GENANGAN

Bab IV analisis pemetaan genangan menjelaskan terkait pengolahan Sentinel-1 dalam memetakan area tergenang. Hasil pemetaan kemudian divalidasi melalui observasi lapangan dan *overlay* terhadap data sekunder. Hasil pemetaan dari genangan tentative ini setelah divalidasi di *overlay* dengan rencana pola ruang dan diidentifikasi apa saja yang terdampak serta dihitung luasan akibat genangan tersebut.

BAB V PENUTUP

Bab V penutup membahas terkait kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian. Rekomendasi arahan penataan ruang untuk kawasan terdampak genangan serta saran bagi penelitian selanjutnya disampaikan di bab ini sebagai tindak lanjut dari temuan dari penelitian ini.