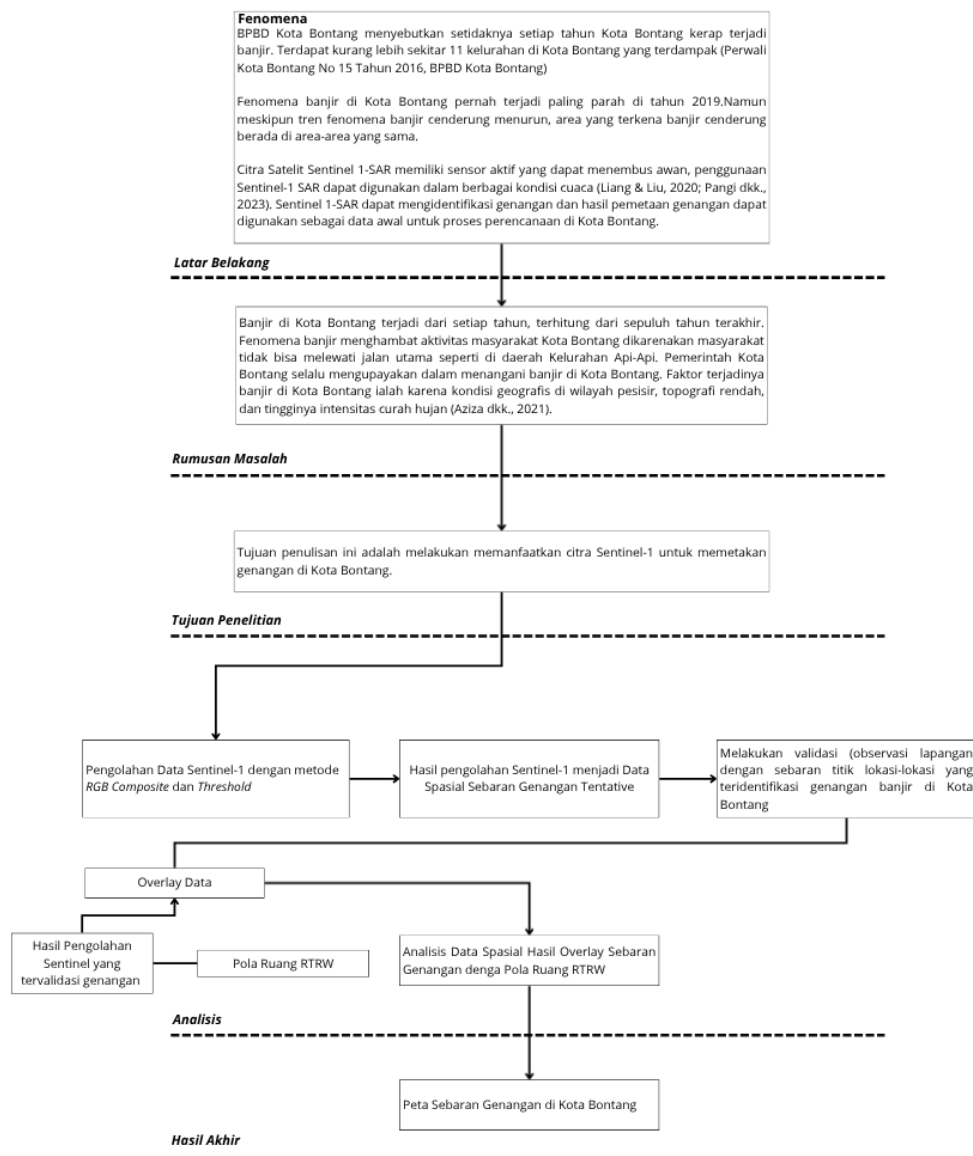


BAB 2

KONSEP PERENCANAAN

2.1 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dalam tugas akhir ini dapat digambarkan dengan konsep perencanaan berikut:



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 2. 1 Diagram Kerangka Proses

2.2 Kajian Teori

Penyusunan tugas akhir ini dilakukan dengan memperhatikan berbagai teori – teori yang mendukung. Kajian terhadap teori – teori ini dapat menambah wawasan penulis dalam penelitian ini. Materi yang terkandung dalam teori ini berkaitan dengan pemanfaatan penginderaan jauh untuk kebencanaan.

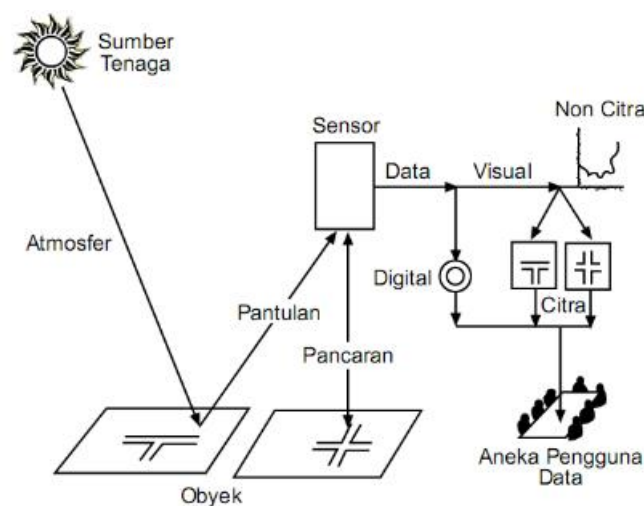
2.2.1 Genangan

Genangan merupakan kondisi terkumpulnya air yang menyebabkan terbentuknya area yang tertutup oleh air pada suatu wilayah yang pada kondisi normal tidak seharusnya tertutupi oleh air berlebih (Harris, 2015). Genangan memiliki perbedaan dari kondisinya, tidak seperti air alami yang terletak pada sungai, embung, danau, ataupun laut. Terjadinya genangan dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain seperti tingginya curah hujan, kondisi topografi yang rendah, kurang efektifnya sistem drainase dalam mengalirkan kelebihan air di suatu kawasan (Yuri dkk., 2025). Genangan memiliki beberapa jenis sebagai berikut:

- a. Genangan banjir merupakan kondisi meluapnya air dari suatu tempat ke tempat yang cenderung lebih rendah dengan durasi beragam (Findayani, 2015). Kondisi genangan banjir memiliki karakteristik durasi yang beragam seperti lebih dari 1x24 jam, tinggi nya bisa mencapai 50-60 cm. (Yusman, 2024).
- b. Genangan rawa adalah suatu kondisi lahan yang tergenang secara permanen atau musiman secara alami. Kondisi genangan rawa dapat berubah-ubah seiring terjadinya musim, baik musim kemarau maupun musim penghujan (Trinugroho, 2018). Lahan dari genangan rawa terbentuk secara alami dan kerap ditumbuhi semak-semak belukar di atas permukaan air rawa. Genangan rawa juga dapat disebabkan oleh pasang surut air laut serta limpasan air hujan dengan intensitas tinggi.
- c. Genangan rob merupakan kondisi ketika air laut lebih tinggi dari permukaan tanah di wilayah daratan tertentu, umumnya daerah yang terletak di pesisir (Suci dkk., 2026). Pasang surut air laut yang menjadi penyebab genangan rob dapat dipengaruhi dari keadaan gravitasi bulan pada fase purnama (Pangastuti dkk., 2024). Penurunan muka tanah dan kenaikan muka air laut turut menjadi faktor dari terjadinya genangan rob, kondisi dari genangan rob cukup merugikan dari segi ekonomi, aksesibilitas, dan sosial masyarakat terdampak (Khairullah dkk. 2024).

2.2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan teknik atau metode yang digunakan dengan alat untuk memperoleh informasi terkait objek yang ada di permukaan bumi tanpa menyentuh objek tersebut (Arnowo, 2018; Yusuf, 2017). Penginderaan jauh memiliki beragam wahana seperti satelit, pesawat udara berawak dan tanpa awak (Arnowo, 2018). Penginderaan jauh berbasis wahana satelit memanfaatkan sensor aktif dan optis dari suatu wahana untuk menerima panjang gelombang RGB (sensor optis) dan memancarkan gelombang tertentu untuk menembus segala cuaca (sensor pasif) (Arnowo, 2018). Pemanfaatan dari penginderaan jauh dapat digunakan seperti pemetaan spasial, identifikasi objek, pemantauan lingkungan (Chen dkk., 2026), pemantauan kebencanaan, perencanaan tata ruang, serta mempermudah menangkap objek yang tidak dapat dijangkau oleh manusia (Darmawan dkk., 2026). Terdapat dua jenis sensor penginderaan jauh yakni sensor aktif dan sensor pasif atau optis (Fathrunnadi, 2014).



Sumber: (Farid, 2015)

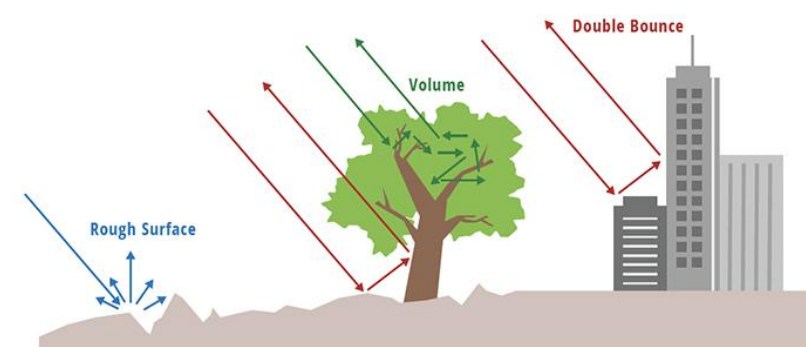
Gambar 2. 2 Sistem Penginderaan Jauh

Pada gambar di atas sensor pasif memerlukan cahaya tampak seperti cahaya matahari untuk menerima gelombang pantul dari objek di permukaan bumi (Arnowo, 2018). Citra satelit seperti citra Landsat 8, Sentinel-2, Quickbird, dan PLEIADES merupakan produk dari wahana satelit sensor pasif (Hidayat, 2022). Penginderaan jauh dengan sensor aktif memiliki karakteristik dengan memanfaatkan sensor untuk memancarkan gelombang sinyal dan dipantulkan ke objek lalu gelombang sinyal tersebut akan diterima kembali oleh alat tersebut (Sunandar, 2014). Sensor aktif dapat berupa radar atau sonar yang tidak bergantung cahaya matahari untuk menangkap objek sehingga dapat menangkap objek dalam berbagai cuaca

baik siang ataupun malam hari (Bagja dkk., 2025; Farid, 2015). Wahana dari penginderaan jauh satelit dengan sensor aktif antara lain seperti satelit Sentinel-1, ALOS-2 L-band SAR, dan TerraSAR-X (Darmawan dkk., 2026). Sensor pasif atau optis memiliki perbedaan dengan bergantung terhadap cahaya matahari untuk menangkap suatu objek, sensor ini memiliki kekurangan yang tidak dapat memancarkan energi sendiri, walaupun keunggulannya dapat menggambarkan kondisi permukaan bumi dengan cukup jelas (Bagja dkk., 2025).

2.2.3 Synthetic Aperture Radar (SAR)

Teknologi radar merupakan teknologi penginderaan jauh yang memanfaatkan sensor aktif pada teknologi tersebut, *Synthetic Aperture Radar* (SAR) adalah pengembangan dari teknologi radar (Arnowo, 2018; Bagja dkk., 2025). SAR dapat memancarkan energinya sendiri dari gelombang mikro dan gelombang tersebut akan ditangkap oleh objek lalu dipantulkan dan diterima kembali oleh sensor (Sunandar, 2014). Nilai Pantulan balik atau hamburan balik dapat disebut juga dengan *backscatter* (Bagja dkk., 2025). Pemetaan menggunakan teknologi SAR lebih efektif untuk memetakan dengan segala kondisi cuaca karena sensor tersebut memiliki keunggulan yang tidak dimiliki oleh citra optis, keunggulan dari SAR seperti dapat menembus awan serta tidak mengandalkan pantulan oleh cahaya matahari seperti citra optis lainnya (Hastoro & Yudinugroho, 2023).



Sumber: ESA (European Space Agency)

Gambar 2. 3 Visualisasi Pancaran Gelombang Sensor SAR Terhadap Objek Permukaan

Teknologi dari SAR disisi lain hanya dapat memperoleh informasi dari tangkapan objek lebih sedikit jika dibandingkan dengan citra optis lainnya. SAR lebih efektif digunakan jika pemetaan lebih merujuk dengan pemetaan genangan serta pemetaan analisis vegetasi (Aryatama, 2023). Karakteristik citra SAR dipengaruhi oleh nilai hamburan balik (*backscatter*) dari pantulan gelombang radar yang menyentuh objek fisik di permukaan bumi, seperti vegetasi, bangunan, ataupun badan air. (Moreira dkk., 2013). Permukaan yang halus seperti badan air biasanya menghasilkan nilai hamburan balik rendah, karena sebagian

besar energi radar yang dipantulkan menjauhi sensor (ESA, 2014). Seperti Gambar 2.3 permukaan yang cenderung kasar seperti bangunan dan vegetasi menghasilkan nilai hamburan balik yang lebih tinggi akibat adanya (*double bounce*). Perbedaan dari respon hamburan balik menjadikan citra dengan sensor SAR mampu membedakan berbagai objek di permukaan seperti tutupan lahan dan genangan meskipun berada pada kondisi cuaca berawan atau minim pencahayaan (NASA, 2024)

2.2.4 Sentinel-1

ESA (*European Space Agency*) memiliki program sentinel seperti Sentinel-1 yang memiliki misi mengorbit kutub dengan dua wahana satelitnya yang beroperasi siang dan malam (ESA, 2014). Sentinel-1 menggunakan sensor radar *Synthetic Aperature Radar* (SAR) yang memungkinkan untuk menangkap berbagai objek dalam semua kondisi cuaca pada siang dan malam serta tanpa bergantung dari sinar cahaya matahari (Harintaka, 2021; Simatupang, 2022). Citra Sentinel-1 merekam permukaan setiap 6 hari atau 12 hari sekali di posisi ekuator (Attema dkk., 2010). Sentinel-1 merekam wilayah selebar 250 km dalam sekali lintasan, memiliki kemampuan untuk menghasilkan pantulan kembali terhadap objek oleh sensor yang dapat disebut *backscatter*, serta memiliki jenis gelombang *C-band* (Hastoro & Yudinugroho, 2023). Pantulan kembali atau *backscatter* dapat menghasilkan data spasial sebaran permukaan yang ditangkap oleh sensor, data hamburan balik ini dapat berguna dalam berbagai kegunaan seperti melihat perubahan tutupan lahan dan mitigasi bencana banjir (Harintaka, 2021). Sentinel-1 merekam objek dengan dua pancar yang menerima gelombang sekaligus yaitu seperti polarisasi VV dan VH (Amitrano dkk., 2019). Sentinel-1 memiliki kekurangan dari segi kualitas interpretasinya seperti efek *speckle* yang berpotensi mengurangi kenampakan kualitas objek yang tertangkap (Aryatama, 2023).



Sumber: ESA (European Space Agency)

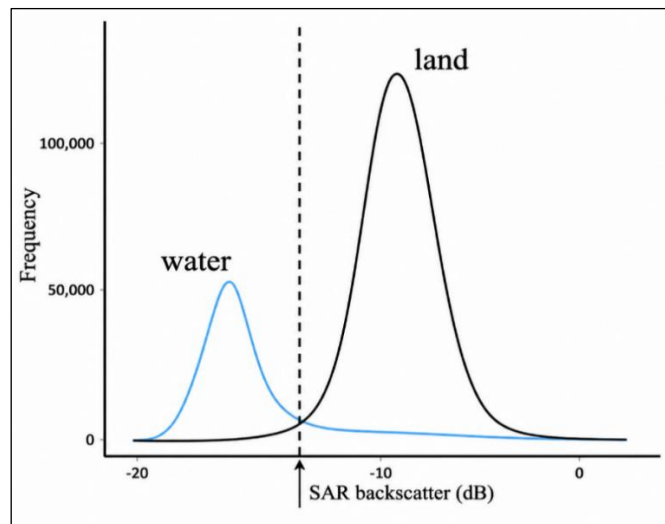
Gambar 2. 4 Satelit Sentinel-1



Sumber: (Liang & Liu, 2020)

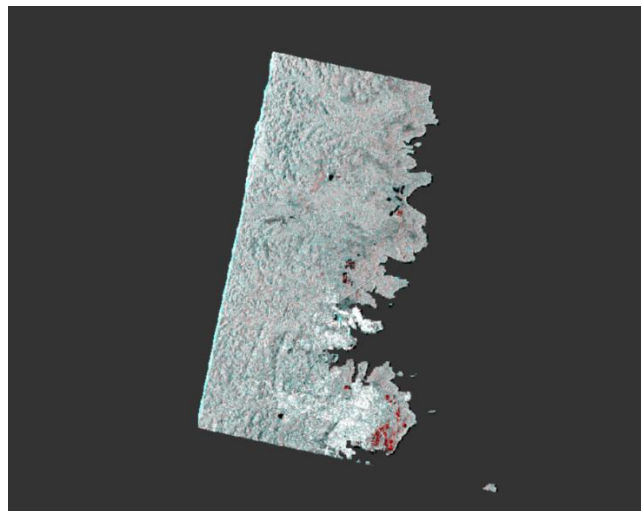
Gambar 2. 5 Citra Sentinel 1 (a.) VV Decibel, (b.) RGB, (c.) Enhanced, (d.) SAR Urban

Pemanfaatan citra Sentinel-1 untuk memetakan genangan bisa dilakukan dengan beberapa proses seperti dengan metode pengolahan menggunakan nilai ambang batas atau (*Threshold*), RGB Komposit, *Change Detection and Threshold (CDAT)* dan lain sebagainya. Metode pengolahan seperti *threshold* biasanya umum dilakukan untuk memetakan genangan. Nilai hamburan balik atau *backscatter* pada Sentinel-1 umumnya ada di bawah -20 dB untuk metode *threshold* (Conde, 2019). Permukaan air terbuka memantulkan sinyal radar spekular sehingga menghasilkan hamburan balik rendah yang umumnya memvisualkan berwarna gelap (Alexandre dkk., 2020). Nilai yang diperoleh dari *backscatter* Sentinel-1 biasanya masih berupa *value intensity* dan belum berupa satuan nilai *decibel* (dB). Proses mengubah satuan desibel dilakukan dengan menyelesaikan *preprocessing* dan menkonversi pada menu *linear from/to dB* untuk mengubah menjadi satuan desibel.



Sumber: (Liang & Liu, 2020)

Gambar 2. 6 Global Threshold



Sumber: Pengolahan Sentinel-1, 2026

Gambar 2. 7 RGB Composite

Komposit RGB pada Gambar 2.4 menggabungkan dua *scene* citra (*wet and dry data*) dengan polarisasi VV ke dalam tiga *band*, dalam penelitian (Conde, 2019) menerapkan penggabungan citra kering dan citra basah (*wet and dry data*) untuk menampilkan perubahan (*change detection*) dalam tiga tampilan warna. Metode *RGB Composite* dapat berperan untuk membantu interpretasi visual dan penentuan *training area*, sedangkan penetapan genangan ataupun untuk mencari nilai desibel *backscatter* tetap menggunakan *threshold*. Penggunaan citra Sentinel-1 dapat menjadi data tambahan dalam proses perencanaan. (Pangidkk, 2023).