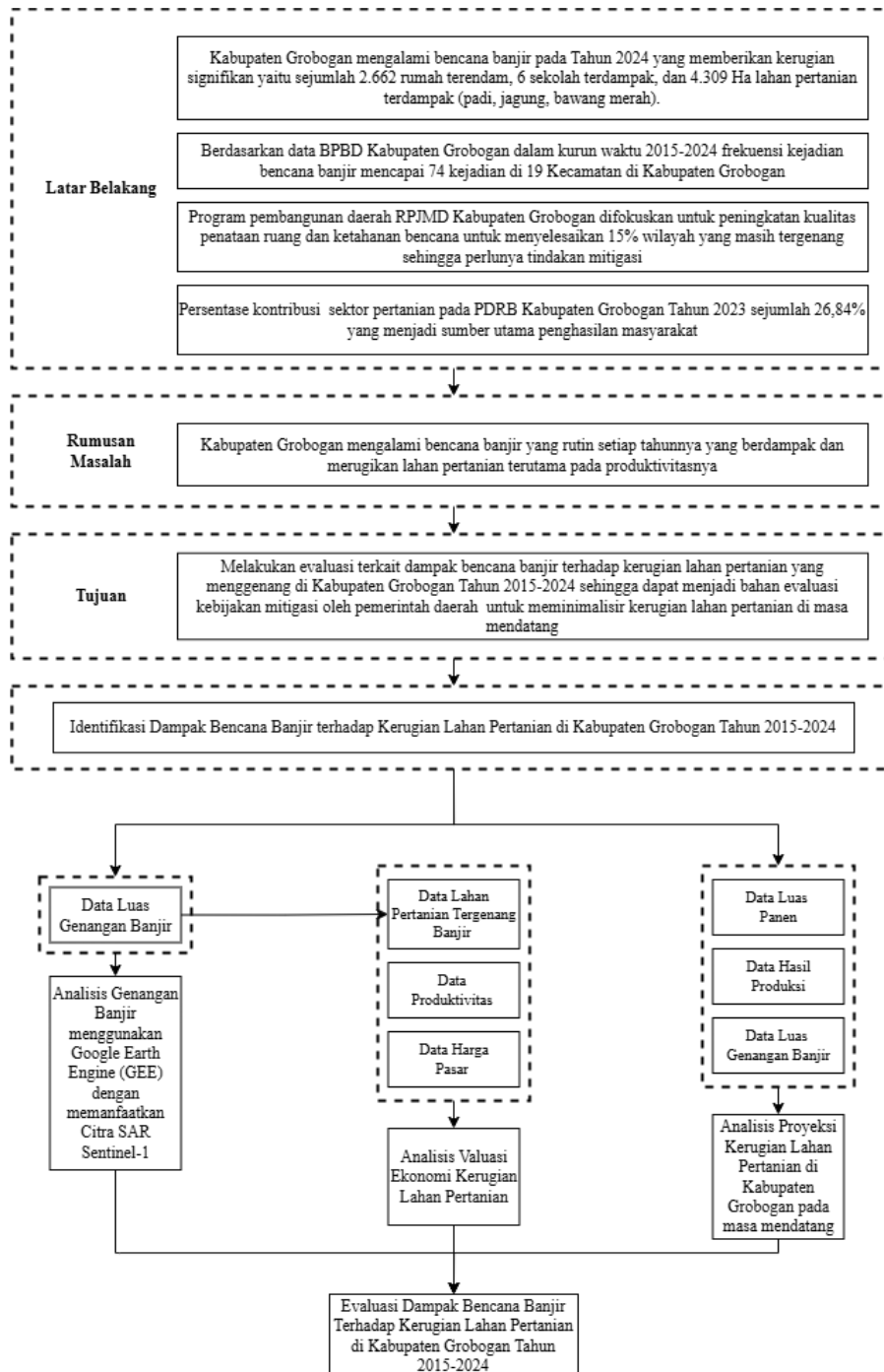


BAB 2

KONSEP PERENCANAAN

2.1 Konsep Perencanaan

Konsep perencanaan dalam penelitian ini berupa tahapan dalam meminimalisir kerugian lahan pertanian di Kabupaten Grobogan Tahun 2015-2024. Berikut merupakan alur yang akan menjadi pembahasan dalam konsep perencanaan penelitian ini.



Sumber: Analisis Penulis, 2024

Gambar 2. 1 Bagan Perencanaan Evaluasi Banjir di Kabupaten Grobogan

Konsep perencanaan disusun untuk menghasilkan evaluasi dampak bencana banjir terhadap kerugian lahan pertanian di Kabupaten Grobogan Tahun 2015-2024 berawal dari latar belakang permasalahan berupa kerugian pertanian akibat bencana banjir, banyaknya frekuensi terjadinya banjir, kontribusi sektor pertanian dalam PDRB di Kabupaten Grobogan. Latar belakang tersebut kemudian menghasilkan rumusan masalah terkait dampak bencana banjir terhadap kerugian lahan pertanian yang bertujuan untuk melakukan evaluasi terkait dampak bencana banjir terhadap kerugian lahan pertanian yang menggenang di Kabupaten Grobogan Tahun 2015-2024 sehingga dapat menjadi bahan evaluasi kebijakan mitigasi oleh pemerintah daerah untuk meminimalisir kerugian lahan pertanian di masa mendatang. Proses analisis dilakukan dengan mengintegrasikan empat metode analisis utama yaitu menganalisis genangan banjir dengan memanfaatkan Citra Sentinel-1 yang diolah menggunakan *machine learning* Google Earth Engine (GEE) untuk mengidentifikasi luas genangan banjir secara spasial dan temporal. Kedua, analisis metode valuasi ekonomi kerugian digunakan untuk menghitung nilai kerugian lahan pertanian akibat genangan banjir, berdasarkan parameter luas lahan pertanian, harga produktivitas pertanian, dan luas produktivitas pertanian. Ketiga, analisis metode regresi linear berganda diterapkan untuk memprediksikan kerugian lahan pertanian mada mendatang di Kabupaten Grobogan selama periode 2015-2024.

2.2 Kajian Teori

2.2.1 Bencana Banjir

Menurut (UU Nomor 24, 2007) tentang Penanggulangan Bencana, bencana adalah “peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis”. Berdasarkan definisi tersebut, banjir dapat dikatakan menjadi bencana karena telah menimbulkan kerugian harta benda, kerusakan lingkungan, dan memberikan dampak psikis bagi masyarakat yang terdampak.

Banjir adalah tanah tergenang akibat luapan sungai, yang disebabkan oleh hujan deras atau banjir akibat kiriman dari daerah lain yang berada di tempat yang lebih tinggi (Aliyu, 2023). Bencana banjir terjadi ketika aliran air sungai lebih tinggi dari muka air normal sehingga air meluap dari sungai yang menggenang pada lahan yang lebih rendah dari sisi sungai (Astuti, 2018). Banjir dapat menyebabkan kerugian fisik maupun non fisik

sehingga menimbulkan korban seperti sekolah diliburkan dan peningkatan harga kebutuhan pokok (Rosyidie, 2016).

Berdasarkan jenis banjir menurut penyebabnya di Indonesia, banjir adalah peristiwa alam yang mudah terjadi. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa Indonesia berada di wilayah tropis, yang memungkinkan curah hujan tinggi setiap tahunnya. Banjir di Indonesia termasuk dalam beberapa kategori, yaitu:

1. Banjir Bandang

Banjir bandang adalah banjir besar yang terjadi secara tiba-tiba dan berlangsung hanya sesaat. Biasanya terjadi karena curah hujan yang intens dengan durasi pendek sehingga menyebabkan debit sungai meningkat dengan cepat. Banjir ini terjadi di daerah dengan sungai yang alirannya terhambat oleh sampah.

2. Banjir Hujan Ekstrim

Banjir ini biasanya terjadi hanya dalam waktu enam jam setelah hujan lebat mulai turun. Banjir biasanya ditandai dengan banyak awan, kilat atau petir yang kuat, dan badai tropis atau cuaca dingin.

3. Banjir Luapan Sungai/Banjir Kiriman

Banjir terjadi dengan cepat, kebanyakan banjir luapan sungai ini terjadi pada musim panas atau tahunan, dan dapat bertahan selama sehari-hari atau berminggu-minggu tanpa berhenti. Banjir ini biasanya terjadi di lembah.

4. Banjir Pantai (ROB)

Banjir yang disebabkan oleh angin puyuh laut atau taifun dan gelombang pasang air laut. Banjir ini terjadi karena air dari laut meresap ke daratan di dekat pantai dan mengalir ke daerah pemukiman atau karena pasang surut air laut. Banjir ini biasanya terjadi di daerah pemukiman yang dekat dengan pantai. Semarang adalah salah satu tempat di mana rob sering terjadi.

5. Banjir Hulu

Banjir ini biasanya terjadi di pemukiman dekat hulu sungai karena di daerah sempit dengan kecepatan air tinggi dan berlangsung cepat dengan tingginya debit air yang mengalir secara deras dan berbahaya.

2.2.2 Dampak Akibat Bencana

Menurut *Pan American Health Organization* (2007), reaksi sosial, penyakit menular, perpindahan penduduk, makanan dan gizi, persediaan air bersih, pembuangan air kotor, kesehatan jiwa, dan kerusakan infrastruktur adalah dampak bencana. Dampak bencana dibagi menjadi tiga (Putra, 2019) yaitu:

1. Dampak langsung (*direct impact*) mencakup kerugian ekonomi yang timbul akibat kerusakan pada aset penting, seperti infrastruktur.
2. Dampak tidak langsung (*indirect impact*) meliputi terhentinya aktivitas produksi dan hilangnya sumber pendapatan yang dikenal sebagai nilai aliran ekonomi (*flow value*).
3. Dampak sekunder (*secondary impact*) atau dampak lanjutan mencakup hambatan pada pertumbuhan ekonomi, gangguan terhadap rencana pembangunan yang telah dirancang, serta peningkatan angka kemiskinan.

Bencana alam dapat memberikan dampak yang merusak di sektor ekonomi, sosial, dan lingkungan. Kerusakan pada infrastruktur sering kali menghambat aktivitas sosial. Dampak sosial meliputi korban jiwa, luka-luka, penyakit, kehilangan tempat tinggal, hingga terganggunya stabilitas komunitas. Sementara itu, kerusakan lingkungan dapat berupa rusaknya hutan yang berfungsi sebagai pelindung daratan. Terjadinya bencana alam dalam hitungan detik atau menit, menyebabkan sejumlah besar korban luka membutuhkan bantuan medis segera, namun seringkali fasilitas kesehatan tidak siap, mengalami kerusakan, atau bahkan runtuh akibat bencana (Rahmah, 2017). Dampak bencana banjir dapat bermacam-macam sebagai berikut:

1. Rusaknya sarana dan prasarana
Air yang meresap ke dalam struktur dinding bangunan dapat menyebabkan kerusakan jika dinding tidak mampu menahan kelembapan tersebut. Akibatnya, dinding dapat retak dan akhirnya runtuh. Situasi seperti ini sering terjadi dan mengakibatkan kerugian materi yang signifikan.
2. Hilangnya harta benda
Banjir dengan aliran besar dapat menghanyutkan segala benda yang dilewatinya, termasuk harta benda seperti kursi, kasur, meja, pakaian, dan sebagainya.
3. Menimbulkan korban jiwa
Hal ini terjadi karena arus air yang sangat kuat, sehingga banyak penduduk terbawa dan terseret oleh aliran air tersebut.

4. Menimbulkan wabah penyakit

Beberapa penyakit yang dapat muncul antara lain gatal-gatal pada kulit, diare, leptospirosis, dan lain-lain. Air banjir mengandung banyak kuman yang mempercepat penyebaran penyakit. Selain itu, penyakit yang ditularkan oleh nyamuk atau serangga, seperti demam berdarah, malaria, dan lainnya, juga dapat menyebar dengan cepat.

5. Rusaknya lahan pertanian

Banjir dapat merendam lahan pertanian, yang tentunya berdampak buruk bagi para petani dan mengganggu stabilitas perekonomian negara.

2.2.3 Evaluasi Dampak Bencana

Evaluasi dampak bencana adalah proses terstruktur untuk mengevaluasi akibat yang ditimbulkan oleh suatu bencana, baik dalam aspek ekonomi, sosial, lingkungan, maupun kesehatan masyarakat. Evaluasi ini penting untuk mengidentifikasi kebutuhan penanggulangan dan pemulihan pasca bencana (BNPB, Pemantauan dan Evaluasi Bencana, 2018). Evaluasi dampak bencana merupakan suatu proses analisis yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengukur konsekuensi yang ditimbulkan oleh sebuah bencana, baik dari sisi fisik, ekonomi, sosial, maupun lingkungan. Evaluasi ini penting dilakukan untuk memahami tingkat kerusakan, kebutuhan pemulihan, serta untuk merancang strategi mitigasi dan adaptasi ke depan (Mahardika & Larasati, 2018). Metode yang digunakan dalam evaluasi dampak bencana meliputi analisis data sekunder, survei lapangan, dan wawancara dengan pemangku kepentingan. Teknik ini membantu dalam mengumpulkan informasi yang akurat mengenai dampak bencana (Putra, 2014). Evaluasi dampak bencana mencakup beberapa aspek utama, yaitu:

1. Dampak ekonomi mencakup penilaian terhadap kerugian fisik yang diakibatkan oleh bencana, seperti kerusakan pada infrastruktur, aset, serta gangguan terhadap aktivitas ekonomi.
2. Dampak sosial mengkaji bagaimana bencana mempengaruhi kehidupan sosial masyarakat, mencakup pergeseran penduduk, hilangnya sumber pendapatan, serta perubahan dalam struktur sosial.
3. Dampak lingkungan menilai kerusakan yang terjadi pada ekosistem dan lingkungan alam, seperti pencemaran air, tanah, dan kerusakan habitat.
4. Dampak kesehatan mengkaji pengaruh bencana terhadap kesehatan masyarakat, termasuk cedera, penyakit, dan dampak psikologis seperti stress.

2.2.4 Lahan Pertanian

Lahan merupakan suatu lingkungan fisik yang meliputi, iklim, relief, hidrologi dan vegetasi, faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi potensi penggunaannya. Pertanian adalah aktivitas manusia yang melibatkan penggunaan dan pemanfaatan lahan untuk menanam berbagai tanaman, baik itu tanaman musiman atau tanaman yang tumbuh setiap tahun, tanaman pangan atau non pangan, serta untuk memelihara hewan ternak dan ikan (Anggraini, 2021). Kegiatan pertanian bertujuan untuk mengolah tanaman dan lingkungan sekitarnya dengan menghasilkan produk pangan dan non-pangan (Agribisnis, 2024).

Lahan pertanian merujuk pada area yang dimanfaatkan oleh manusia untuk kegiatan pertanian, baik itu untuk peternakan maupun produksi tanaman pangan. Salah satu sumber daya penting dalam usaha pertanian untuk menghasilkan tanaman pangan adalah lahan sawah. Lahan sawah sendiri merupakan jenis pengelolaan pertanian yang memanfaatkan air dalam proses pengelolaannya. Sawah merupakan permukaan datar yang dibatasi oleh tanggul untuk menahan genangan air. Lahan pertanian memiliki peran yang sangat penting bagi masyarakat agraris, di mana sebagian besar penduduknya bergantung pada sektor pertanian untuk mata pencaharian mereka (Nawangwulan, 2013).

2.2.5 Ketahanan Pangan

Di Indonesia, konsep ketahanan pangan diatur dalam Undang-Undang No. 7 Tahun 1996 tentang Pangan (RI, 1996). Lima aspek utama ketahanan pangan dalam undang-undang ini adalah:

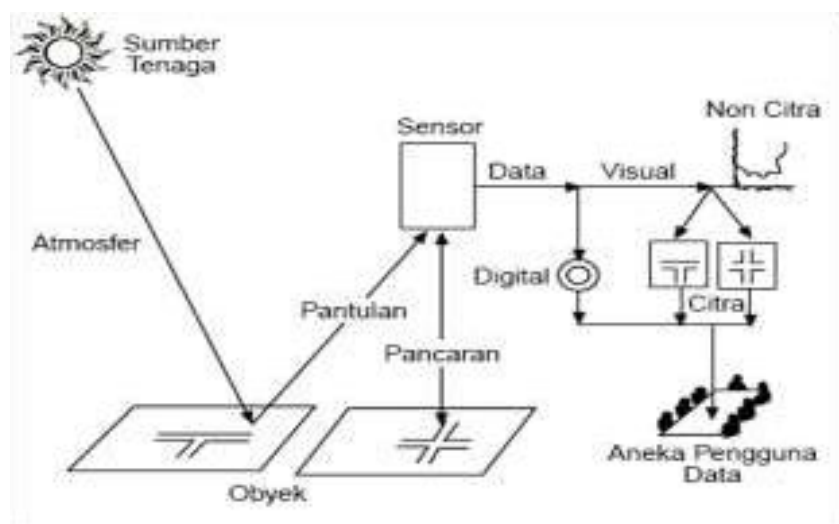
- a. Ketersediaan pangan yang cukup, baik nabati maupun hewani.
- b. Mutu pangan yang memenuhi standar kesehatan.
- c. Keamanan pangan bagi kesehatan.
- d. Pemerataan distribusi pangan ke seluruh wilayah.
- e. Keterjangkauan pangan dengan harga wajar.

Tiga pilar ketahanan pangan yang digariskan oleh WHO yaitu ketersediaan pangan, aksesibilitas pangan, dan pemanfaatan pangan. Ketersediaan pangan berkaitan dengan kemampuan menyediakan jumlah pangan yang cukup, aksesibilitas terkait dengan kemampuan memperoleh pangan, dan pemanfaatan pangan mencakup penggunaan pangan berkualitas secara efisien (Azhar, dkk., 2023). Definisi ketahanan pangan yang diadopsi pada tingkat global adalah “Ketahanan pangan terjadi ketika semua orang secara berkelanjutan, baik secara fisik, sosial, maupun ekonomi, memiliki akses terhadap pangan yang cukup, bergizi, dan aman untuk memenuhi kebutuhan hidup aktif dan sehat.”

Di Indonesia, Dewan Ketahanan Pangan bekerja sama dengan World Food Programme (WFP) untuk membuat Food Insecurity Atlas pada tahun 2005, yang diperbarui menjadi Food Security and Vulnerability Atlas (FSVA) pada 2009. Pembaruan ini mengadopsi pendekatan yang meliputi ketersediaan, aksesibilitas, dan pemanfaatan pangan. Ketersediaan pangan mencakup pasokan pangan yang cukup melalui produksi domestik, perdagangan, atau bantuan pangan. Akses pangan terkait dengan kemampuan rumah tangga dalam memperoleh pangan, baik melalui produksi, pembelian, atau sumber lain. Sedangkan pemanfaatan pangan mencakup proses penggunaan dan penyerapan nutrisi oleh tubuh, yang dipengaruhi oleh cara pengolahan, penyimpanan, dan distribusi pangan dalam rumah tangga.

2.2.6 Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh adalah ilmu untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah, atau gejala tanpa bersentuhan dengan objek, daerah, atau gejala yang dikaji (Nawangwulan, 2013). Penginderaan jauh melibatkan interaksi antara radiasi sinar matahari dan objek di permukaan bumi. Energi elektromagnetik yang dipancarkan matahari mengenai objek-objek tersebut dan mengalami interaksi setelah melewati atmosfer, yang memerlukan waktu beberapa detik. Setelah mencapai objek, energi matahari berinteraksi dengan karakteristik objek dan radiasi yang ada. Sensor yang tidak terhubung langsung dengan objek berfungsi untuk mengumpulkan dan menyimpan radiasi elektromagnetik, kemudian mengirimkan data tersebut dalam bentuk elektronik ke stasiun penerima di bumi. Data yang diterima kemudian diproses dan diubah menjadi gambar satelit, baik visual maupun digital (Indarto, 2014). Skema pada Gambar 2.1 mengilustrasikan sistem penginderaan jauh (Sutanto, 1992).



Sumber : Sutanto, 1992

Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh

Komponen penginderaan jauh terdiri atas:

1. Tenaga

Penginderaan jauh menggunakan dua sumber tenaga, yaitu tenaga alami yang berasal dari matahari dan tenaga buatan yang berupa pulsa. Sistem yang memanfaatkan tenaga matahari disebut sistem pasif, sedangkan yang menggunakan pulsa disebut sistem aktif. Pada sistem pasif, energi yang tercatat adalah pantulan atau pancaran dari objek. Sistem aktif, dengan penggunaan pulsa, memiliki keunggulan karena dapat digunakan untuk pengambilan gambar pada malam hari.

2. Objek

Objek penginderaan jauh mencakup segala sesuatu yang ada di permukaan bumi, seperti tanah, pegunungan, air, vegetasi, hasil budidaya manusia, kota, lahan pertanian, hutan, serta objek di angkasa seperti awan.

3. Sensor

Sensor merupakan perangkat yang digunakan untuk menangkap tenaga pantulan atau pancaran radiasi elektromagnetik. Contoh dari sensor ini termasuk kamera udara dan pemindai (scanner).

4. Detektor

Detektor merupakan perangkat perekam yang ada pada sensor, yang berfungsi untuk merekam energi pantulan maupun pancaran.

5. Wahana

Sarana untuk menyimpan sensor, seperti pesawat terbang, satelit dan pesawat ulang-alik.

Data penginderaan jauh dapat berupa citra foto dan citra digital. Citra merujuk pada representasi visual dari suatu objek, yang umumnya berupa gambar objek dalam foto. Terdapat beberapa alasan yang mendasari peningkatan pemanfaatan citra penginderaan jauh, yaitu sebagai berikut.

1. Citra merepresentasikan objek, wilayah, dan fenomena di permukaan bumi dengan bentuk dan lokasi yang serupa dengan yang ada di permukaan bumi.
2. Citra menggambarkan objek, wilayah, dan fenomena dengan cukup detail, mencakup area yang luas dan bersifat permanen.
3. Dari jenis citra tertentu, dapat dihasilkan gambaran tiga dimensi jika pengamatan dilakukan menggunakan stereoskop.
4. Citra dapat diproduksi dengan cepat, meskipun untuk wilayah yang sulit dijangkau secara langsung melalui metode terestrial.

2.2.7 Citra SAR Sentinel-1

SAR (Synthetic Aperture Radar) merupakan metode penginderaan jauh yang menggunakan sensor aktif untuk menghasilkan gelombang mikro dari spektrum elektromagnetik. Sistem SAR terdiri dari sensor penerima, antena, pemancar, dan sistem elektronik yang berfungsi untuk merekam data. Sensor aktif dalam SAR dapat menghasilkan energi sendiri tanpa bantuan sinar matahari. Salah satu kelebihan data SAR adalah kemampuan untuk berfungsi pada siang atau malam hari dalam berbagai kondisi cuaca. Berdasarkan kelebihan yang dimiliki data SAR, maka analisis genangan banjir dapat dengan mudah dilakukan tanpa mempertimbangkan waktu maupun kondisi cuaca dimana kejadian banjir biasanya berkaitan dengan musim penghujan (Pradana, 2020).

Sensor pada sistem SAR mengirimkan gelombang energi elektromagnetik ke permukaan bumi, yang kemudian dipantulkan kembali oleh objek dan diterima oleh sensor SAR. Proses ini dikenal sebagai *backscatter* atau hamburan balik (PPIIG ULM, 2019). Ukuran gelombang dari backscatter mempengaruhi tingkat kecerahan piksel dalam citra yang memiliki skala abu-abu atau citra berwarna dengan gradasi keabuan (Alaska Satellite Facility, 2023). Gelombang yang dipancarkan dan diterima oleh sensor SAR memiliki sifat terpolarisasi, yaitu getarannya bergerak dalam satu arah. Terdapat dua jenis polarisasi, yaitu polarisasi Vertikal (V) dan Horizontal (H), yang diatur baik saat gelombang dipancarkan oleh sensor maupun saat gelombang diterima kembali. Terdapat empat jenis polarisasi, yaitu:

1. VV (pancaran Vertikal, backscatter Vertikal)
2. VH (pancaran Vertikal, backscatter Horizontal)
3. HV (pancaran Horizontal, backscatter Vertikal)
4. HH (pancaran Horizontal, backscatter Horizontal)

Sentinel-1 adalah satelit yang dimiliki oleh European Space Agency (ESA) dan dilengkapi dengan satelit pengorbit kutub ganda, yang mampu beroperasi baik siang maupun malam. Satelit ini menggunakan band C-SAR untuk menghasilkan data spasial yang tidak dipengaruhi oleh kondisi cuaca (ESA, Sentinel-1, 2024a). Satelit Sentinel-1 dilengkapi dengan sensor Synthetic Aperture Radar (SAR), yang memungkinkan pengambilan citra radar dengan resolusi tinggi dan kemampuan pemantauan yang kuat dalam berbagai kondisi cuaca dan cahaya. Sentinel-1 terdiri dari dua satelit yang diluncurkan secara bertahap, yaitu Sentinel-1A dan Sentinel-1B.

Peluncuran kedua satelit ini dilakukan pada tahun 2014 dan 2016 secara berurutan. Masing-masing satelit memiliki kemampuan untuk menyelesaikan satu siklus pengulangan dalam waktu 12 hari, sehingga secara keseluruhan, sistem Sentinel-1 memiliki siklus

pengulangan setiap 6 hari (ESA, Introducing Sentinel-1, 2024b). Tujuan dari misi ini adalah untuk menyediakan data radar global yang luas dan teratur untuk berbagai aplikasi, seperti pemantauan lingkungan, pemetaan permukaan bumi, pengelolaan bencana, dan navigasi laut. Sentinel-1 memiliki empat mode akuisisi untuk Sentinel-1A dan 1B (EOS Sentinel-1, 2025), yaitu:

- *Stripmap (SM)*
Mode ini memiliki resolusi spasial 5 x 5 meter dari permukaan tanah dan menghasilkan enam segmen citra, masing-masing dengan lebar 80 kilometer. Secara keseluruhan, enam segmen yang saling tumpang tindih mencakup area sepanjang 375 kilometer.
- *Interferometric Wide Swath (IW)*
Mode ini memiliki resolusi geometris menengah, yaitu 5 x 20 meter dari permukaan tanah, dengan cakupan lebar citra mencapai 250 kilometer. Mode ini sering dimanfaatkan untuk pemantauan objek atau target di daratan.
- *Extra Wide Swath (EW)*
Mode ini menawarkan resolusi sedang dengan ukuran piksel 20 x 40 meter dari permukaan tanah dan mampu mencakup area hingga 400 kilometer. Umumnya, mode ini digunakan untuk pemantauan wilayah maritim, daerah es, serta kawasan kutub yang memerlukan cakupan luas dengan frekuensi revisit yang tinggi.
- *Wave (WV)*
Mode ini dioptimalkan untuk pemantauan wilayah perairan dan mampu menghasilkan data pengamatan yang panjang dalam satu lintasan orbit.

Produk data Sentinel-1 tersedia dengan dua jenis polarisasi. Produk data dengan *Single Polarisation* (VV atau VH) untuk *Wave Mode* dan *Dual Polarisation* (VV+VH) atau HH+VV) atau *Single Polarisation* (HH atau VV) untuk mode SM, IW, dan EW. Sentinel-1 memiliki tiga definisi produk, yaitu sebagai berikut:

- Produk Level-0
- Produk Level-1, terdapat dua jenis produk Level-1 yaitu *Single Look Complex* (SLC) dan *Ground Range Detection* (GRD)
- Produk Level-2

Produk Level-0 dari Sentinel-1 berisi data SAR yang telah dikompresi, namun masih dalam bentuk mentah (raw) atau belum diproses lebih lanjut. Data ini menjadi dasar untuk pengolahan lebih lanjut pada produk Level-1 dan Level-2. Dalam penelitian tugas akhir ini,

digunakan produk Level-1 dari Sentinel-1. Produk Level-1 sendiri terbagi menjadi dua jenis, yaitu *Single Look Complex* (SLC) dan *Ground Range Detected* (GRD).

a. *Single Look Complex* (SLC)

Produk *Single Look Complex* terdiri dari data SAR yang telah terfokus, orbit dan ketinggian menggunakan georeferensi dari satelit, dan disediakan dalam bentuk geometri *slant-range* (koordinat natural dari observasi RADAR). Produk *Single Look Complex* menggunakan *single look* pada tiap dimensi nya yang mengakibatkan masih terdapat banyak *speckle* pada produk *Single Look Complex*.

b. *Ground Range Detected* (GRD)

Produk *Ground Range Detected* terdiri dari data SAR yang telah terfokus, telah dilakukan *multi-looked*, dan telah diproyeksikan menjadi *Ground Range* dengan menggunakan proyeksi WGS84. Mengacu dari studi yang telah dilakukan oleh Gasica dkk. (2020), didapatkan bahwa produk GRD menampilkan delineasi sebaran banjir lebih baik dan lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan produk SLC dari Sentinel-1.

Produk Level-2 dari Sentinel-1 terdiri dari data yang telah dikembangkan dari produk Level-1. Produk Level-2 Ocean (OCN) untuk angin, gelombang, dan aplikasi terkini memiliki data seperti *Ocean Wind field* (OWI) yang berasal dari data GRD, *Ocean Swell spectra* (OSW) yang berasal dari data SLC, dan *Surface Radial Velocity* (RVL) yang berasal dari data SLC (ESA, Sentinel-1, 2024a).

2.2.8 Google Earth Engine

Google memiliki misi untuk mengorganisir informasi yang ada di dunia dan menjadikannya dapat diakses oleh semua lapisan masyarakat. Sejalan dengan tujuan tersebut, *Google Earth Engine* dikembangkan sebagai *platform* untuk mengorganisir informasi geospasial dan memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis terhadap data tersebut. *Google Earth Engine* memanfaatkan sistem *repository* yang dimiliki oleh *Google* dan didukung oleh teknologi berbasis *cloud* untuk memproses serta menganalisis data geospasial. Sistem ini menggunakan bahasa pemrograman *javascript* dan *python* untuk menjalankan fungsionalitas yang tersedia (Walidaroyani & Kadir, 2023). Menurut (Ramdani, 2021) *Google Earth Engine* merupakan *platform* geokomputasi berbasis *cloud* yang digunakan untuk analisis ilmiah dan visualisasi data geospasial, dan dapat diakses secara gratis oleh berbagai kalangan, termasuk akademisi, sektor bisnis, dan pemerintah. *Google Earth Engine* juga menyediakan *Application Programming Interface* atau biasa

disebut API yang dapat membantu pengguna dalam menganalisis data yang tersedia pada *platform* tersebut (Rijal, 2020).

Dataset yang tersedia di Google Earth Engine mencakup lebih dari 40 tahun data citra, yang diperbarui dan diperluas secara harian (Gorelick, dkk., 2017). Dengan sistem *cloud computing* yang dimiliki oleh *Google Earth Engine* yang dirancang untuk menyimpan dan memproses kumpulan data geospasial yang besar dalam ukuran *petabyte* (Papilaya, 2022). *Google* memiliki server dengan kemampuan yang tinggi dan memiliki jumlah total data lebih dari 40 *petabytes* (PB) dan setiap bulan bertambah sekitar 1 *petabytes*. Selain itu, keuntungan menggunakan *platform Google Earth Engine* dibandingkan dengan *platform* lainnya yaitu pengguna tidak membutuhkan spesifikasi laptop yang tinggi karena *platform Google Earth Engine* berjalan dengan menggunakan layanan berbasis *cloud* atau menggunakan koneksi internet yang stabil, dan keunggulan lainnya adalah *platform* ini bisa diakses kapan saja dan siapapun saja atau *open source* (Google Developers, 2024).

2.2.9 Valuasi Ekonomi Kerugian

Valuasi ekonomi merupakan proses penetapan nilai kuantitatif terhadap barang dan jasa yang dihasilkan oleh sumber daya alam dan lingkungan, baik yang diukur melalui nilai pasar maupun nilai non-pasar. Valuasi ekonomi kerugian adalah proses untuk menilai nilai kerugian ekonomi yang disebabkan oleh suatu peristiwa, seperti bencana alam, polusi lingkungan, atau perubahan penggunaan lahan. Pendekatan ini digunakan untuk mengukur dampak finansial terhadap aset, pendapatan, atau produksi yang hilang. Menurut (Suparmoko, 2014), valuasi ekonomi bertujuan untuk memberikan gambaran kuantitatif mengenai kerugian yang terjadi, sehingga dapat dijadikan dasar dalam proses pengambilan keputusan terkait mitigasi atau rehabilitasi. Berbagai pendekatan dapat diterapkan dalam penilaian ekonomi terhadap kerugian yang terjadi, antara lain:

1. *Market-Based Approach* (Pendekatan Pasar), pendekatan ini mengukur kerugian berdasarkan harga pasar aset atau produk yang terdampak.
2. *Cost-Based Approach* (Pendekatan Biaya), pendekatan ini mengukur kerugian dengan menghitung biaya yang dikeluarkan untuk pemulihan atau pencegahan dampak kerugian.
3. *Contingent Valuation Method* (CVM), pendekatan ini menggunakan survei untuk menentukan nilai ekonomi dari barang atau jasa lingkungan berdasarkan preferensi masyarakat.

Dalam konteks pertanian, valuasi ekonomi kerugian akibat bencana seperti banjir dapat dilakukan dengan menghitung kehilangan hasil produksi, biaya input yang terbuang, atau perubahan harga pasar. Studi oleh (Ikhsani, dkk., 2020) menunjukkan bahwa valuasi kerugian pada sektor pertanian penting untuk mengukur dampak bencana terhadap ketahanan pangan lokal.

2.2.10 Regresi Linear

Regresi linear adalah metode statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara satu atau lebih variabel bebas (independen) dengan satu variabel terikat (dependen). Hubungan tersebut digambarkan dalam bentuk persamaan linear. Metode ini berfungsi untuk memperkirakan nilai variabel dependen berdasarkan variabel independen yang telah diketahui (Ghozali, 2018). Jenis Regresi Linear terbagi menjadi dua yaitu:

1. Regresi Linear Sederhana: Menganalisis hubungan antara satu variabel independen dan satu variabel dependen.
2. Regresi Linear Berganda: Menganalisis hubungan antara lebih dari satu variabel independen dengan satu variabel dependen.

Model regresi linear berganda dinyatakan dengan rumus garis lurus $y = ax + bx_1 + bx_2 + \dots + bx_n$. Kemudian menghitung nilai a dan b menggunakan rumus:

$$a = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2 - (\sum x)^2)}, \text{ Intersep (a): Nilai kerugian luas genangan banjir adalah nol.}$$

$$b = \frac{(\sum y)(\sum x)^2 - a \sum x}{n}, \text{ Gradien (b): Perubahan kerugian per unit luas genangan banjir.}$$

di mana:

- n adalah jumlah data
- $\sum(xy)$ adalah jumlah produk x dan y
- $\sum(x)$ dan $\sum(y)$ adalah jumlah nilai x dan y
- $(\sum x)^2$ adalah jumlah kuadrat nilai x

Untuk mendapatkan hasil yang valid, regresi linear harus memenuhi beberapa asumsi berikut:

1. Hubungan antara variabel independen dan dependen bersifat linear.
2. Data bersifat homoskedastis, yaitu varians residual yang sama untuk semua nilai variabel independen.
3. Residual berdistribusi normal, serta tidak ada multikolinearitas dalam regresi berganda, yaitu variabel independen tidak saling berkorelasi kuat.