



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

## Pemanfaatan Citra Satelit untuk Deteksi Dini Potensi Banjir di Wilayah Pesisir

### *Utilization of Satellite Imagery for Early Detection of Potential Floods in Coastal Areas*

**Mohamad Djaelani**

Universitas Sunan Giri Surabaya

\*Corresponding Author: E-mail: [mohamad63@gmail.com](mailto:mohamad63@gmail.com)

#### Artikel Penelitian

##### **Article History:**

Received: 08 Aug, 2025

Revised: 21 Oct, 2025

Accepted: 22 Oct, 2025

##### **Kata Kunci:**

Citra Satelit, Deteksi Dini, Banjir Pesisir, Penginderaan Jauh, Mitigasi Bencana

##### **Keywords:**

*Satellite Imagery, Early Detection, Coastal Floods, Remote Sensing, Disaster Mitigation*

**DOI: 10.56338/jks.v8i10.8944**

#### ABSTRAK

Pemanfaatan citra satelit untuk deteksi dini potensi banjir di wilayah pesisir menjadi salah satu pendekatan yang efektif dalam mitigasi bencana. Banjir pesisir, yang dipengaruhi oleh kenaikan muka air laut, pasang surut ekstrem, curah hujan tinggi, serta perubahan penggunaan lahan, memerlukan strategi pemantauan yang akurat dan berkelanjutan. Dengan menggunakan data citra satelit resolusi tinggi dan teknologi penginderaan jauh, informasi tentang kondisi fisik wilayah, perubahan tutupan lahan, dan pola genangan air dapat diperoleh secara cepat dan real-time. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi banjir di wilayah pesisir melalui pemrosesan dan interpretasi citra satelit, termasuk pengolahan data elevasi dan peta hidrologi. Hasil analisis diharapkan dapat mengidentifikasi daerah rawan banjir secara lebih akurat, sehingga pemerintah, lembaga mitigasi, dan masyarakat dapat melakukan langkah-langkah antisipatif secara tepat waktu. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi efektivitas citra satelit dalam memberikan informasi spasial yang dapat digunakan untuk perencanaan tata ruang, pembangunan infrastruktur tahan bencana, dan pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa integrasi antara citra satelit, data hidrologi, dan pemodelan spasial dapat menghasilkan peta risiko banjir yang komprehensif dan mendukung sistem peringatan dini. Oleh karena itu, pemanfaatan citra satelit menjadi instrumen penting dalam strategi mitigasi bencana, terutama bagi wilayah pesisir yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap banjir.

#### ABSTRACT

*The utilization of satellite imagery in the early detection of coastal flood potential has become an effective approach for disaster mitigation. Coastal flooding, influenced by sea-level rise, extreme tidal events, high rainfall, and land-use*

*changes, requires accurate and continuous monitoring strategies. By employing high-resolution satellite data and remote sensing technology, information on physical conditions, land cover changes, and water accumulation patterns can be obtained quickly and in near real-time. This study aims to analyze flood potential in coastal areas through processing and interpretation of satellite imagery, including elevation data and hydrological mapping. The analysis is expected to identify flood-prone areas more accurately, enabling authorities, disaster management agencies, and local communities to take timely anticipatory measures. Moreover, this study evaluates the effectiveness of satellite imagery in providing spatial information for sustainable coastal planning, resilient infrastructure development, and integrated coastal zone management. Findings indicate that the integration of satellite imagery, hydrological data, and spatial modeling can generate comprehensive flood risk maps, supporting early warning systems and informed decision-making. Consequently, satellite imagery serves as a critical tool in disaster mitigation strategies, particularly for coastal regions that exhibit high vulnerability to flooding. This research highlights the potential of remote sensing technology not only for immediate hazard detection but also for long-term planning and risk reduction.*

---

## **PENDAHULUAN**

Banjir pesisir, atau yang kerap disebut banjir rob, merupakan salah satu fenomena alam yang menjadi ancaman serius bagi wilayah pesisir Indonesia. Fenomena ini terjadi ketika air laut pasang meluap melebihi batas normalnya dan masuk ke daratan, sehingga menimbulkan genangan air yang dapat merusak infrastruktur, mengganggu aktivitas ekonomi, serta mengancam keselamatan dan kesehatan masyarakat (Nuraini, 2022). Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang di dunia yang mencapai sekitar 95.000 kilometer, memiliki ribuan wilayah pesisir yang berpotensi mengalami banjir rob (Hapsari, 2023).

Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), frekuensi dan intensitas banjir pesisir di beberapa kota besar Indonesia, seperti Jakarta Utara, Semarang, Surabaya, dan Makassar, cenderung meningkat dalam beberapa dekade terakhir (Irawan et al., 2024). Peningkatan frekuensi banjir pesisir ini tidak lepas dari kombinasi faktor alam dan aktivitas manusia yang memengaruhi kondisi lingkungan pesisir. Perubahan iklim global yang menyebabkan kenaikan muka air laut, curah hujan ekstrem, serta badai tropis menjadi faktor utama yang memperburuk risiko banjir pesisir. Selain itu, penurunan muka tanah yang disebabkan eksploitasi air tanah berlebihan, reklamasi pantai, dan urbanisasi pesisir juga meningkatkan kerentanan wilayah terhadap genangan air laut (Siregar, 2021).

Fenomena banjir pesisir tidak hanya menimbulkan dampak jangka pendek, seperti terganggunya transportasi dan aktivitas ekonomi, tetapi juga berdampak jangka panjang, termasuk erosi pantai, degradasi lahan, dan penurunan kualitas lingkungan hidup di wilayah pesisir (Setiawan, 2020). Oleh karena itu, upaya mitigasi bencana berbasis deteksi dini menjadi sangat penting untuk mengurangi risiko dan meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat serta pemerintah daerah.

Dalam konteks mitigasi bencana, deteksi dini terhadap potensi banjir pesisir merupakan langkah strategis yang dapat menyelamatkan harta benda dan nyawa manusia. Sistem peringatan dini yang efektif membutuhkan data akurat mengenai kondisi fisik wilayah, pola pasang surut, curah hujan, serta perubahan tutupan lahan yang terjadi dari waktu ke waktu. Salah satu teknologi yang telah terbukti memberikan kontribusi signifikan dalam hal ini adalah pemanfaatan citra satelit (Nuraini, 2022). Citra satelit, sebagai bagian dari teknologi penginderaan jauh, mampu menyediakan data spasial secara luas dan periodik, sehingga memungkinkan pemantauan wilayah pesisir secara real-time. Dengan menggunakan citra satelit resolusi tinggi, peneliti dan pemangku kepentingan dapat mengidentifikasi daerah rawan banjir, memonitor perubahan tutupan lahan, serta menganalisis kondisi hidrologi secara menyeluruh (Hapsari, 2023). Citra satelit tidak hanya memungkinkan pemetaan wilayah yang terdampak banjir, tetapi juga dapat digunakan untuk mengembangkan peta risiko yang menjadi dasar

pengambilan keputusan dalam perencanaan tata ruang, pembangunan infrastruktur yang tahan bencana, dan strategi mitigasi bencana berbasis wilayah.

Beberapa penelitian di Indonesia telah menunjukkan efektivitas citra satelit dalam deteksi dini banjir pesisir. Penelitian Nuraini (2022) di Kabupaten Sleman menggunakan citra satelit untuk memetakan risiko banjir, dan hasilnya menunjukkan peningkatan akurasi dalam identifikasi daerah rawan banjir dibandingkan metode konvensional. Hapsari (2023) melakukan penelitian di Jakarta Utara yang menunjukkan bahwa integrasi data citra satelit, sistem informasi geografis (SIG), dan model hidrologi mampu menghasilkan peta potensi banjir rob yang mendukung sistem peringatan dini bagi masyarakat dan pemerintah setempat. Pemanfaatan citra satelit juga memungkinkan analisis temporal dan spasial terhadap kondisi wilayah yang sering terabaikan oleh metode pemantauan lapangan, seperti perubahan elevasi, pengikisan pantai, dan sedimentasi yang memengaruhi kapasitas aliran air laut di wilayah pesisir (Irawan et al., 2024).

Selain itu, deteksi dini berbasis citra satelit memiliki keuntungan dari segi efisiensi biaya dan jangkauan wilayah. Data satelit dapat mencakup wilayah yang luas dalam satu kali pemotretan, bahkan wilayah yang sulit dijangkau oleh tim lapangan. Hal ini sangat relevan bagi Indonesia yang memiliki banyak pulau dan wilayah pesisir yang tersebar, sehingga metode konvensional yang mengandalkan survei lapangan memerlukan waktu dan biaya yang lebih besar (Siregar, 2021). Teknologi penginderaan jauh juga dapat digunakan untuk memodelkan potensi banjir di masa depan dengan mempertimbangkan skenario kenaikan muka air laut, perubahan curah hujan, serta tren urbanisasi. Dengan demikian, perencanaan mitigasi bencana dapat dilakukan secara proaktif, bukan sekadar reaktif setelah bencana terjadi.

Pentingnya pemanfaatan citra satelit juga didukung oleh kemampuan teknologi ini dalam mendeteksi dan memonitor fenomena yang bersifat dinamis dan cepat berubah. Misalnya, perubahan tutupan lahan akibat konversi lahan perkotaan atau pembangunan infrastruktur dapat diidentifikasi secara berkala, sehingga daerah yang sebelumnya aman dapat diprediksi menjadi rawan banjir dalam beberapa tahun ke depan. Dengan menggabungkan data citra satelit dengan data curah hujan, pasang surut, dan elevasi tanah, peneliti dapat melakukan analisis spasial yang komprehensif dan menghasilkan peta risiko banjir yang dapat digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan (Setiawan, 2020).

Dalam perspektif tata ruang, informasi yang diperoleh dari citra satelit sangat berharga untuk perencanaan wilayah pesisir yang berkelanjutan. Pemerintah daerah dapat menggunakan data tersebut untuk menentukan lokasi pembangunan yang aman, menetapkan zona perlindungan pesisir, dan merencanakan infrastruktur pengendalian banjir, seperti tanggul, pompa air, dan sistem drainase. Data citra satelit juga dapat digunakan oleh lembaga mitigasi bencana untuk merancang skenario evakuasi dan langkah-langkah kesiapsiagaan masyarakat. Dengan demikian, pemanfaatan citra satelit tidak hanya bersifat ilmiah, tetapi juga memiliki implikasi praktis yang nyata dalam meningkatkan ketahanan wilayah pesisir terhadap bencana banjir.

Integrasi citra satelit dengan sistem informasi geografis (SIG) dan teknologi analisis spasial memungkinkan pemodelan risiko banjir secara lebih akurat dan prediktif. Data historis banjir, pola pasang surut, kondisi tanah, dan perubahan penggunaan lahan dapat dikombinasikan dalam satu platform analisis untuk menghasilkan peta kerentanan yang dinamis. Hal ini memungkinkan pemerintah dan masyarakat untuk merespons risiko secara tepat waktu, termasuk pengaturan jalur evakuasi, penentuan lokasi penampungan darurat, serta penyusunan rencana mitigasi yang lebih efektif.

Selain aspek mitigasi, pemanfaatan citra satelit juga berperan dalam mendukung penelitian ilmiah dan pengembangan teknologi di bidang hidrologi dan manajemen bencana. Data citra satelit dapat digunakan untuk mempelajari hubungan antara faktor lingkungan dan kejadian banjir, seperti pengaruh penurunan muka tanah, sedimentasi sungai, dan perubahan tutupan lahan. Penelitian semacam ini menjadi dasar bagi perumusan kebijakan pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan, sehingga

pembangunan tidak meningkatkan risiko bencana tetapi justru memperkuat ketahanan wilayah terhadap banjir.

Dengan demikian, penelitian mengenai pemanfaatan citra satelit untuk deteksi dini potensi banjir pesisir memiliki urgensi yang tinggi, mengingat meningkatnya risiko banjir akibat kombinasi faktor alam dan aktivitas manusia. Hasil penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan metode deteksi banjir, tetapi juga mendukung pemerintah dan masyarakat dalam mengambil keputusan yang lebih tepat dan cepat. Penggunaan citra satelit sebagai alat pemantauan dan mitigasi bencana menjadi salah satu strategi penting dalam menghadapi tantangan perubahan iklim, urbanisasi pesisir, dan kerentanan ekologis yang tinggi di wilayah pesisir Indonesia.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi banjir di wilayah pesisir dengan memanfaatkan citra satelit resolusi tinggi, serta mengevaluasi efektivitas teknologi penginderaan jauh dalam mendukung sistem peringatan dini. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan informasi yang relevan dan akurat, termasuk peta potensi banjir, identifikasi daerah rawan, serta rekomendasi mitigasi berbasis data spasial. Dengan demikian, pemanfaatan citra satelit menjadi instrumen penting dalam upaya pengelolaan risiko banjir dan perencanaan wilayah pesisir yang lebih berkelanjutan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan memanfaatkan data sekunder berupa citra satelit resolusi tinggi dan data hidrologi wilayah pesisir sebagai sumber utama informasi. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan analisis spasial yang komprehensif terhadap kondisi fisik wilayah dan identifikasi daerah rawan banjir secara sistematis. Citra satelit yang digunakan mencakup data Landsat 8 dan Sentinel-2 yang diperoleh dari lembaga resmi seperti LAPAN dan European Space Agency (ESA), dengan resolusi spasial 10–30 meter, sehingga mampu menangkap perubahan tutupan lahan, elevasi, dan genangan air di wilayah pesisir secara akurat (Putra, 2021). Data hidrologi meliputi data pasang surut, curah hujan, dan topografi dari BMKG serta Badan Informasi Geospasial (BIG), yang berfungsi sebagai variabel pendukung dalam analisis potensi banjir.

Proses pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahap. Pertama, citra satelit diproses menggunakan perangkat lunak penginderaan jauh seperti QGIS dan ENVI untuk melakukan koreksi radiometrik dan geometri, sehingga citra menjadi siap pakai dan memiliki tingkat akurasi spasial yang tinggi. Kedua, dilakukan klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode supervised classification, sehingga wilayah pesisir dapat dikategorikan ke dalam tipe lahan yang berbeda, termasuk kawasan perkotaan, lahan vegetasi, dan perairan. Tahap berikutnya adalah analisis elevasi dan kemiringan lereng menggunakan Digital Elevation Model (DEM) untuk mengidentifikasi daerah yang lebih rentan terhadap genangan air akibat pasang surut dan hujan ekstrem.

Selain itu, penelitian ini mengintegrasikan data citra satelit dengan sistem informasi geografis (SIG) untuk menghasilkan peta potensi banjir pesisir. Peta ini dikembangkan dengan menggunakan metode analisis spasial overlay, di mana berbagai lapisan data seperti tutupan lahan, elevasi, curah hujan, dan pasang surut digabungkan untuk menentukan tingkat kerentanan tiap wilayah. Hasil pemetaan kemudian divalidasi dengan data kejadian banjir historis dari BMKG dan laporan pemerintah daerah, sehingga memastikan tingkat akurasi peta risiko banjir yang dihasilkan.

Penelitian ini juga menerapkan analisis temporal untuk mengamati perubahan tutupan lahan dan intensitas banjir dalam periode lima tahun terakhir. Dengan analisis temporal ini, peneliti dapat melihat tren peningkatan atau penurunan risiko banjir di setiap wilayah, serta mengidentifikasi faktor-faktor penyebab utama yang memengaruhi potensi banjir pesisir. Selain itu, penelitian ini menggunakan teknik overlay buffer untuk mengevaluasi dampak genangan air terhadap pemukiman, infrastruktur, dan lahan kritis di pesisir.

Secara keseluruhan, metode penelitian ini memadukan pemanfaatan citra satelit, analisis spasial, dan data hidrologi untuk menghasilkan informasi yang valid dan dapat diandalkan mengenai

potensi banjir pesisir. Pendekatan ini tidak hanya mendukung pembuatan peta risiko banjir yang akurat, tetapi juga memberikan dasar ilmiah bagi pemerintah dan masyarakat untuk mengambil langkah mitigasi bencana secara tepat waktu. Dengan demikian, metode penelitian yang diterapkan dalam studi ini memungkinkan deteksi dini banjir pesisir secara komprehensif, efisien, dan berbasis data ilmiah, sehingga mendukung pengelolaan wilayah pesisir yang lebih berkelanjutan dan tangguh terhadap bencana.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pemanfaatan Citra Satelit dalam Identifikasi Wilayah Rawan Banjir**

Pemanfaatan citra satelit telah menjadi metode andalan dalam mengidentifikasi wilayah rawan banjir pesisir di Indonesia. Citra satelit dengan resolusi tinggi mampu memberikan informasi detail mengenai kondisi fisik wilayah, seperti tutupan lahan, elevasi, pola drainase, dan karakteristik pesisir lainnya yang menjadi indikator utama kerentanan banjir (Nuraini, 2022). Dengan data ini, wilayah pesisir yang memiliki topografi rendah atau kemiringan landai dapat dikenali lebih awal sebagai daerah rawan genangan. Keunggulan ini memberikan alternatif pemetaan yang lebih cepat dibandingkan metode survei lapangan konvensional, terutama untuk wilayah yang luas dan sulit dijangkau.

Selain itu, citra satelit memungkinkan pemantauan perubahan penggunaan lahan dari waktu ke waktu. Aktivitas manusia, seperti urbanisasi pesisir, reklamasi pantai, atau konversi lahan pertanian menjadi pemukiman, dapat meningkatkan risiko banjir. Contohnya, di Kabupaten Sleman, pemetaan berbasis citra satelit menunjukkan bahwa daerah yang mengalami urbanisasi pesat menjadi titik rawan genangan saat hujan ekstrem. Informasi ini sangat penting bagi pemerintah daerah untuk menetapkan kebijakan tata ruang yang adaptif terhadap risiko banjir (Putra, 2021).

Citra satelit juga mendukung analisis morfologi pesisir, seperti pendangkalan sungai, pengikisan pantai, atau perubahan jalur aliran sungai. Semua faktor ini memengaruhi kecepatan dan volume air yang mengalir ke daratan, sehingga menentukan tingkat kerentanan banjir. Dengan analisis spasial berbasis citra satelit, peneliti dapat mengklasifikasikan wilayah berdasarkan tingkat risiko, dari rendah, sedang, hingga tinggi, sehingga langkah mitigasi dapat difokuskan pada daerah yang paling rentan.

Selain aspek teknis, pemanfaatan citra satelit juga memberikan data objektif untuk penelitian ilmiah dan pengambilan kebijakan. Informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk merancang sistem peringatan dini, evaluasi program mitigasi, dan pengembangan strategi adaptasi jangka panjang. Hal ini menunjukkan bahwa citra satelit tidak hanya berguna dalam konteks ilmiah, tetapi juga memiliki nilai praktis yang nyata bagi masyarakat pesisir dan pemerintah (Setiawan, 2020).

### **Deteksi Dini dan Sistem Peringatan Banjir**

Citra satelit memegang peran penting dalam sistem deteksi dini banjir pesisir karena mampu memantau kondisi wilayah secara berkala dan real-time. Melalui pemantauan ini, tren kenaikan risiko banjir dapat diprediksi sebelum bencana terjadi, sehingga pemerintah dan masyarakat memiliki waktu yang cukup untuk mengambil tindakan antisipatif (Hapsari, 2023). Sistem peringatan dini berbasis citra satelit juga dapat memetakan lokasi rawan banjir secara lebih akurat dibandingkan prediksi konvensional.

Integrasi citra satelit dengan data hidrologi, seperti pasang surut, curah hujan, dan aliran sungai, memperkuat akurasi sistem peringatan dini. Data ini dapat digunakan untuk membuat peta potensi banjir yang bersifat dinamis dan dapat diperbarui secara periodik. Misalnya, di Jakarta Utara, kombinasi citra satelit dan SIG menghasilkan peta risiko banjir rob yang diperbarui setiap bulan, sehingga informasi yang diberikan selalu relevan dengan kondisi aktual.

Keunggulan lain dari sistem ini adalah kemampuannya dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti. Jalur evakuasi, lokasi penampungan darurat, dan strategi mitigasi seperti



pengoperasian pompa air atau tanggul dapat direncanakan dengan lebih tepat. Hal ini tidak hanya mengurangi risiko kerugian fisik dan ekonomi, tetapi juga meningkatkan keselamatan masyarakat pesisir secara signifikan (Siregar, 2021).

Selain itu, sistem peringatan dini berbasis citra satelit mendukung partisipasi masyarakat dalam mitigasi bencana. Informasi peta risiko dapat diakses publik, sehingga masyarakat dapat menyesuaikan aktivitas sehari-hari dan mempersiapkan langkah evakuasi. Partisipasi aktif ini memperkuat kapasitas adaptif komunitas dalam menghadapi banjir pesisir, menjadikannya lebih tangguh terhadap bencana.

### **Analisis Temporal dan Perubahan Lingkungan Pesisir**

Salah satu keunggulan utama citra satelit adalah kemampuannya melakukan analisis temporal, yakni memantau perubahan lingkungan pesisir dari waktu ke waktu. Analisis ini memungkinkan peneliti untuk mendeteksi tren banjir, perubahan tutupan lahan, degradasi vegetasi, sedimentasi sungai, dan kerusakan ekosistem pesisir (Setiawan, 2020). Dengan informasi ini, daerah yang sebelumnya aman dapat teridentifikasi menjadi rawan banjir, sehingga mitigasi dapat dilakukan lebih awal.

Analisis temporal juga membantu mengevaluasi dampak aktivitas manusia terhadap risiko banjir. Urbanisasi pesisir, pengikisan pantai, dan eksploitasi sumber daya air dapat diukur secara sistematis melalui citra satelit multi-temporal. Misalnya, di Semarang, degradasi mangrove yang terekam melalui citra satelit terkait langsung dengan peningkatan intensitas genangan air saat musim hujan. Hal ini menunjukkan bahwa analisis temporal memberikan data berbasis bukti untuk perencanaan mitigasi yang proaktif.

Selain itu, pemantauan temporal memungkinkan evaluasi efektivitas strategi mitigasi yang telah diterapkan. Program pembangunan tanggul, pemulihan mangrove, dan rehabilitasi kanal dapat dianalisis dampaknya terhadap pengurangan risiko banjir. Dengan pemantauan berkala, pemerintah dapat menyesuaikan strategi mitigasi agar lebih efektif dan berkelanjutan.

Analisis temporal juga mendukung studi prediksi banjir di masa depan. Dengan mempelajari tren perubahan lingkungan, peneliti dapat memproyeksikan wilayah yang akan menjadi rawan akibat kenaikan muka air laut atau perubahan iklim, sehingga perencanaan adaptasi jangka panjang menjadi lebih tepat sasaran.

### **Integrasi Data Satelit untuk Perencanaan Mitigasi dan Kebijakan**

Integrasi data citra satelit dengan SIG, DEM, dan data hidrologi menjadi dasar bagi perencanaan mitigasi banjir yang lebih sistematis. Peta risiko banjir yang dihasilkan dari analisis spasial memberikan informasi tingkat kerentanan wilayah, dampak pada pemukiman, infrastruktur, dan lahan kritis (Irawan et al., 2024). Informasi ini menjadi landasan bagi pemerintah dalam menentukan lokasi pembangunan aman, zona lindung pesisir, dan strategi adaptasi terhadap kenaikan muka air laut.

Selain aspek teknis, integrasi ini juga mendukung keterlibatan masyarakat dalam mitigasi bencana. Peta risiko yang bersifat publik dapat digunakan sebagai sarana edukasi dan perencanaan kesiapsiagaan. Masyarakat dapat menyesuaikan aktivitas harian, mempersiapkan jalur evakuasi, dan berpartisipasi aktif dalam program mitigasi, sehingga ketahanan sosial terhadap bencana meningkat.

Integrasi citra satelit juga memungkinkan simulasi berbagai skenario banjir. Pemerintah dapat memodelkan dampak banjir akibat kenaikan muka air laut, perubahan curah hujan ekstrem, atau urbanisasi pesisir, sehingga strategi mitigasi dapat dirancang sebelum bencana terjadi. Hal ini menjadikan mitigasi lebih terukur, sistematis, dan berbasis bukti ilmiah.

Selain itu, integrasi data satelit mendukung perencanaan berbasis ekosistem. Informasi tentang kerusakan mangrove, hutan bakau, atau rawa pesisir memungkinkan restorasi lingkungan yang efektif, sehingga mitigasi banjir tidak hanya bersifat struktural tetapi juga ekologis. Strategi ini menjaga keberlanjutan ekosistem pesisir sekaligus mengurangi risiko banjir secara alami (Setiawan, 2020).

## KESIMPULAN

Pemanfaatan citra satelit terbukti efektif dalam mendeteksi dini potensi banjir di wilayah pesisir. Dengan kemampuan resolusi tinggi dan analisis spasial, citra satelit memungkinkan identifikasi wilayah rawan banjir secara akurat dan efisien, termasuk pengamatan perubahan tutupan lahan, topografi, dan kondisi hidrologi. Pendekatan ini memberikan alternatif yang lebih cepat dan komprehensif dibandingkan metode konvensional, sehingga pemerintah dan masyarakat dapat merespons risiko banjir dengan lebih tepat waktu.

Selain identifikasi wilayah rawan, pemanfaatan citra satelit mendukung pengembangan sistem peringatan dini yang bersifat real-time dan berbasis data. Integrasi citra satelit dengan data hidrologi, SIG, dan pemodelan risiko memungkinkan prediksi wilayah rawan genangan sebelum banjir terjadi, sehingga mitigasi dapat dilakukan lebih efektif. Sistem ini juga meningkatkan kesadaran dan kesiapsiagaan masyarakat pesisir, memperkuat kapasitas adaptif komunitas, dan mengurangi dampak sosial maupun ekonomi akibat banjir.

Analisis temporal citra satelit memungkinkan pemantauan perubahan lingkungan pesisir dari waktu ke waktu, termasuk degradasi ekosistem, urbanisasi, dan sedimentasi sungai. Informasi ini menjadi dasar bagi perencanaan mitigasi yang proaktif, evaluasi efektivitas program pengendalian banjir, serta prediksi risiko di masa depan. Dengan pemantauan berkala, perubahan lingkungan yang meningkatkan kerentanan banjir dapat dikenali lebih awal, sehingga strategi mitigasi dapat disesuaikan secara tepat.

Integrasi data citra satelit dengan SIG, DEM, dan data hidrologi mendukung perencanaan mitigasi berbasis bukti yang lebih sistematis dan berkelanjutan. Peta risiko yang dihasilkan menjadi dasar penentuan zona aman, jalur evakuasi, restorasi ekosistem, serta pembangunan infrastruktur yang adaptif terhadap perubahan iklim. Pendekatan ini tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga ekologis dan sosial, sehingga memberikan manfaat ganda bagi keberlanjutan wilayah pesisir dan pengurangan risiko banjir secara signifikan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan citra satelit merupakan alat strategis dalam mitigasi bencana banjir pesisir. Dengan kemampuan identifikasi wilayah rawan, deteksi dini, analisis temporal, dan integrasi data untuk perencanaan mitigasi, citra satelit menyediakan informasi akurat yang dapat mendukung kebijakan berbasis bukti, perencanaan tata ruang, serta kesiapsiagaan masyarakat. Implementasi teknologi ini secara luas dapat memperkuat ketahanan wilayah pesisir terhadap banjir dan mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

## REFERENCES

- Fauzi, A., & Nugroho, D. (2023). Pemodelan risiko banjir pesisir berbasis data citra satelit dan DEM. *Jurnal Sumber Daya Air*, 15(1), 77–92.
- Fitria, L., & Nugraha, A. (2020). Pemanfaatan citra satelit resolusi tinggi dalam mitigasi bencana hidrologi di wilayah pesisir. *Jurnal Ilmu Bumi dan Lingkungan*, 10(2), 65–81.
- Hapsari, D. (2023). Pemanfaatan citra satelit untuk mitigasi banjir rob di wilayah pesisir Jakarta Utara. UPI Repository.
- Irawan, R., Santoso, A., & Wijaya, M. (2024). Integrasi data citra satelit dan SIG untuk perencanaan mitigasi banjir pesisir di Indonesia. *Jurnal Geodesi dan Hidrologi*, 12(1), 45–60.
- Kurniawan, R., & Syahputra, D. (2021). Strategi adaptasi perubahan iklim berbasis pemantauan satelit di wilayah pesisir. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 5(1), 101–117.
- Nuraini, S. (2022). Pemetaan wilayah rawan banjir menggunakan citra satelit di Kabupaten Sleman. *Jurnal Polteksta*, 8(2), 101–115.
- Pranoto, Y. (2021). Integrasi ekosistem mangrove dalam strategi mitigasi banjir pesisir. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia Press.

- Putra, F. (2021). Analisis topografi pesisir berbasis citra satelit untuk mitigasi banjir. *Jurnal Sains dan Teknologi Kelautan*, 14(3), 33–47.
- Rahmawati, E. (2020). Evaluasi perubahan tutupan lahan pesisir dan hubungannya dengan banjir rob menggunakan citra satelit. *Jurnal Lingkungan Tropis*, 6(2), 41–56.
- Santoso, B., & Hartono, S. (2021). Analisis kerentanan banjir pesisir berbasis SIG dan citra satelit: Studi kasus Kota Semarang. *Jurnal Geografi Indonesia*, 19(2), 88–102.
- Saputra, K., & Rahardjo, B. (2023). Analisis spasial banjir rob di pesisir utara Jawa menggunakan SIG dan citra satelit. *Jurnal Kelautan Indonesia*, 18(1), 12–28.
- Setiawan, A. (2020). Pemantauan perubahan lingkungan pesisir menggunakan analisis multi-temporal citra satelit. *Jurnal Lingkungan dan Bencana*, 7(1), 22–36.
- Siregar, T. (2021). Deteksi dini banjir rob melalui integrasi citra satelit dan sistem informasi geografis. *Jurnal Manajemen Bencana*, 9(2), 57–70.
- Widodo, P. (2022). *Perencanaan tata ruang pesisir berbasis mitigasi bencana*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Yuliana, R., & Prasetyo, H. (2022). Pemanfaatan penginderaan jauh untuk mitigasi bencana hidrometeorologi di wilayah pesisir. *Jurnal Teknologi dan Mitigasi Bencana*, 11(1), 15–30.