

**ANALISIS KERUSAKAN WILAYAH AKIBAT BENCANA SIKLON SEROJA DI
KECAMATAN PANTAR TENGAH, KABUPATEN ALOR MENGGUNAKAN
PENGINDERAAN JAUH**

Analysis of Damage Areas Due to Seroja Cyclone Disaster in Pantar Tengah Sub-District, Alor Regency, using Remote Sensing

Natalia Putri Boling¹⁾, Frederika Rambu Ngana²⁾, Laura AS Laponi³⁾, Abdul Wahid⁴⁾

^{1, 2, 3, 4)}Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang Nusa Tenggara Timur

¹⁾e-mail: nataliaboling@gmail.com

ABSTRAK

Siklon Seroja terjadi di Nusa Tenggara Timur pada tanggal 2 hingga 4 April 2021 menyebabkan kerusakan di beberapa wilayah di Kecamatan Pantar Tengah di Kabupaten Alor. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kerusakan menggunakan penginderaan jauh. Kami menggunakan data penginderaan jauh seperti citra Landsat 8. Citra ini digunakan untuk membuat dua peta tutupan lahan sebelum dan sesudah Siklon Seroja. Citra Landsat diklasifikasikan menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM). Kami mengambil data GPS dari setiap kelas tutupan lahan. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa Kecamatan Pantar Tengah terdiri dari 6 kelas tutupan lahan: permukiman, hutan, lahan kosong, mangrove, semak belukar, dan badan air. Data Digital Elevation Model (DEM) digunakan untuk menganalisis gradien lereng di Kecamatan Pantar Tengah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 2011,18 ha kawasan permukiman di Kecamatan Pantar Tengah yang rusak akibat bencana siklon Seroja. Lokasi yang paling rusak berada di pesisir, dengan kemiringan yang sangat curam.

Kata Kunci: Bencana siklon, DEM, Landsat

ABSTRACT

Cyclone Seroja occurred in East Nusa Tenggara on April 2 to 4, 2021, causing damage in several areas in Pantar Tengah sub-district in Alor Regency. This study aims to analyse the causes of the damage using remote sensing. We utilised remote sensing data, including Landsat 8 imagery. This image was used to create two land cover maps, one before and one after Cyclone Seroja. The Landsat image was classified using the Support Vector Machine (SVM) algorithm. We took GPS data of each land cover class. The classification results indicate that the Pantar Tengah sub-district comprises 6 land cover classes: settlements, forests, bare land, mangroves, bushes, and water bodies. We used Digital Elevation Model (DEM) data to analyse the slope gradient in the Pantar Tengah sub-district. The results of this study indicate that 2011.18 ha of residential areas in Pantar Tengah sub-District were damaged by the Seroja cyclone disaster. The most damaged areas were on the coast, with a very steep slope.

Keywords: cyclone disaster, DEM, Landsat

PENDAHULUAN

Badai siklon tropis (seroja) merupakan badai dengan kekuatan yang sangat besar karena ukurannya yang sangat besar beserta angin kencang dan gumpalan awan yang dimilikinya, siklon tropis menyebabkan dampak yang sangat besar pada tempat-tempat yang dilaluinya. Dampak yang dihasilkan bisa berupa angin kencang, hujan deras berjam-

jam, bahkan sehari-hari yang dapat mengakibatkan terjadinya banjir, gelombang tinggi, dan gelombang badai (storm surge) (BMKG, 2015). Badai siklon seroja telah terjadi di Nusa Tenggara Timur pada tanggal 2-4 April 2021. Setidaknya 12 Kabupaten-Kota di NTT terdampak bencana tersebut, mulai dari Kabupaten Sumba Barat, Sumba Timur, Kabupaten Ngada, Ende, Flores Timur (termasuk Pulau Adonara), Kabupaten Pulau Lembata, Kabupaten Kepulauan Alor, dan Kabupaten Rore Ndao. Di Pulau Timor (Indonesia) yang terdampak adalah Kota Kupang, Kabupaten Kupang, Malaka. dan Kepulauan Sawu. Masing-masing kabupaten dengan level kerusakan yang berbeda, yang terparah ialah Flores Timur, Lembata, serta Kepulauan Alor (Trihusodo, 2021).

Kepulauan di Kabupaten Alor menjadi wilayah dengan kerusakan terparah di Nusa Tenggara Timur. Akibat dari cuaca ekstrim ini menyebabkan angin kencang banjir bandang dan tanah longsor. Data sementara dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) pada tanggal 07 April 2021 tercatat total korban di Kabupaten Alor sebanyak 66 orang, korban meninggal sebanyak 22 orang, 25 luka-luka dan 19 orang hilang, hingga tanggal 9 April 2021 total ada 28 korban jiwa yang sudah ditemukan, 25 orang mengalami luka-luka dan 13 lainnya masih dilaporkan hilangnya. Kecamatan Pantar Tengah menjadi wilayah yang sangat terdampak bencana ini akibat dari angin kencang mengakibatkan kerusakan dan korban di Kecamatan Pantar Tengah. Di Desa Tamakh Kecamatan Pantar Tengah tercatat 5 orang meninggal, 21 orang mengalami luka-luka dan 1 orang hilang (Tribuanapos, 2021).

Citra Landsat merupakan citra penginderaan jauh yang telah digunakan untuk menganalisa kerusakan wilayah akibat siklon. Misalkan, Salman et al. (2024) menggunakan citra Landsat untuk menganalisa kerusakan akibat siklon Amphan di Bangladesh. Kolo et al. (2023) menggunakan citra Landsat untuk menganalisa perubahan tutupan lahan di kota Kupang akibat siklon Seroja. Shamsuzzoha et al. (2021) menggunakan citra Landsat untuk menganalisa kerusakan wilayah akibat siklon Bulbul di Bangladesh.

Penelitian ini menggunakan citra penginderaan jauh untuk menganalisa penyebab kerusakan akibat bencana siklon Seroja di kecamatan Pantar Tengah, Kabupaten Alor. Penginderaan jauh menggunakan citra satelit untuk memetakan perubahan tutupan lahan dan untuk mengetahui kemiringan lereng di kecamatan Pantar Tengah. Untuk menanggulangi dampak kerusakan lahan, diperlukan sarana pengumpulan data dan informasi untuk mengetahui skala luas perubahan luas tutupan lahan. Dalam hal ini, teknologi penginderaan jauh menjadi salah satu prioritas utama dalam hal mitigasi bencana.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Pantar Tengah yang terletak di bagian Barat Daya Pulau Alor, Kabupaten Alor, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pengumpulan data survey lapangan menggunakan GPS yang akan digunakan sebagai acuan untuk membuat training sampel saat pengolahan data. Tabel 1 menunjukkan alat dan bahan penelitian ini.

Tabel 1 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Spesifikasi	Kegunaan
GPS (Global Positioning System)	Aplikasi GPS Status & Toolbox	Menentukan koordinat data yang diambil Dilapangan
Camera	Kamera handphone	Mendokumentasikan hasil pengambilan titik di lapangan
Perangkat Keras (Hardware)	Laptop	Media input, pengolahan data dan analisa data citra satelit
Perangkat Lunak (Software)	Microsoft Word dan Microsoft Exel	Menginput data
	QGIS	Pengolahan data citra, tumpang susun (overlay) dan layout peta
Citra landsat 8	Perekaman bulan November 2020 dan Mei 2021	Tumpang susun lahan
Google Earth		Melihat Kecocokan data di lapangan
Peta	RBI (Rupa Bumi Indonesia)	Memotong citra sesuai lokasi penelitian

Prosedur Penelitian

a. Citra Satelit

Citra satelit landsat adalah salah satu citra satelit sumber daya alam yang mempunyai resolusi spasial 30 m x 30 meter (kecuali saluran inframerah thermal), dan merekam dalam 7 saluran spectral. Citra Landsat 8 perekaman November 2020 dan Mei 2021 untuk area penelitian, citra landsat 8 didownload dari website United States Geological Survey (USGS) (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

b. Data DEM (*Digital Elevation Model*)

DEM merupakan informasi ketinggian suatu wilayah di permukaan bumi yang disimpan dalam format digital berupa bentuk raster berbasis pixel atau vector yang berbasis polygon. Data DEM didapatkan dari website United States Geological Survey (USGS)

(<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

c. Peta RBI Kecamatan Pantar Tengah

Peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) merupakan data berupa vektor dalam bentuk polygon. Data vektor tersebut nantinya akan digunakan untuk memotong data citra Landsat 8. Untuk membantu interpretasi citra digunakan peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dari Badan Informasi Geospasial (<https://tanahair.indonesia.go.id/portalweb/download/perwilayah>).

d. Data GPS

Pengambilan data GPS merupakan cara dan teknik pengumpulan data dengan dilakukan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang ada pada objek penelitian. Pada penelitian ini pengumpulan data GPS dilakukan untuk mendapatkan titik koordinat yang akan menjadi acuan untuk membuat training sampel. Dokumentasi digunakan dalam merekam kejadian yang sesungguhnya di lapangan.

Pengolahan data dilakukan melalui proses berikut ini:

a. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik untuk memperbaiki citra yang mengalami distorsi geometric. Kesalahan geometric tersebut terjadi karena posisi dan orbit maupun sikap sensor pada saat satelit mengindera bumi, kelengkungan dan putaran bumi yang diindera. Akibat dari hal tersebut maka posisi pixel tersebut tidak sesuai dengan posisi sebenarnya.

b. Pemotongan Citra

Citra landsat 8 dan Data DEM yang telah di unduh dilakukan pemotongan citra (cropping) menggunakan Shp Kecamatan Pantar Tengah. Pemotongan untuk mendapatkan area yang menjadi fokus penelitian yaitu Kecamatan Pantar Tengah.

c. Pembuatan Peta Tutupan Lahan

Citra hasil potongan kemudian dilakukan komposit atau penggabungan dari ketiga band yang digunakan yaitu band 4-3-2 untuk memperoleh warna alami permukaan bumi. Kemudian titik koordinat GPS lapangan digunakan sebagai acuan untuk membuat training sampel sesuai dengan titik yang mewakili kelas tutupan lahan. Kemudian citra tersebut diklasifikasikan dengan menggunakan metode klasifikasi terbimbing *Support Vector Machine*.

d. Pembuatan Peta Kemiringan Lereng

Data DEM yang telah di dipotong kemudian diklasifikasikan menggunakan kelas kemiringan lereng pada tabel 2.4 untuk mendapatkan kemiringan lereng yang

ada pada Kecamatan Pantar Tengah.

e. Analisis Luas Kelas Tutupan Lahan

Dari kedua peta tutupan lahan tersebut kemudian dilakukan perhitungan dan analisis luas kelas tutupan lahan dari kedua peta tutupan lahan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN






Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penyebab kerusakan wilayah akibat badai siklon Seroja di Kecamatan Pantar Tengah, kabupaten Alor dengan menggunakan penginderaan jauh. Citra penginderaan jauh (citra satelit) merupakan sumber data yang berharga untuk mengamati bumi, seperti membantu mengamati perubahan yang terjadi pada permukaan bumi. Citra ini bersumber dari satelit pengamatan bumi yang telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti kehutanan, pertanian, geologi, bencana alam (Ambarwari et al., 2023). Pada penelitian ini dua citra satelit digunakan untuk menganalisa penyebab kerusakan wilayah akibat badai siklon Seroja, yaitu citra satelit Landsat 8 dan citra satelit Digital Elevation Model (DEM). Citra satelit Landsat 8 digunakan untuk memetakan tutupan lahan sebelum dan sesudah badai siklon Seroja. Sedangkan citra DEM digunakan untuk memetakan kemiringan lereng di Kecamatan Pantar Tengah.



Pengamatan di lapangan dilakukan untuk mendapatkan *training area* sebagai acuan dalam proses klasifikasi citra. Observasi di lapangan untuk menyesuaikan keadaan tutupan lahan yang tampak pada citra dengan keadaan sebenarnya di lapangan. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengurangi kesalahan dalam pemilihan objek sampel dimana nilai suatu piksel pada *training area* digunakan sebagai dasar dalam proses klasifikasi terbimbing. Pengambilan *training area* yang tepat sangat menentukan tingkat akurasi dari hasil klasifikasi yang didapatkan (Pertami, dkk., 2022).

Peta tutupan lahan dibuat untuk melihat luas dari perubahan tutupan lahan di Kecamatan Pantar Tengah sebelum dan sesudah siklon Seroja. Perubahan luas ini diperlukan untuk melihat kerusakan yang terjadi akibat siklon Seroja. Pada penelitian ini, ada 6 tipe tutupan lahan hasil klasifikasi citra Landsat di Kecamatan Pantar Tengah yaitu pemukiman, tanah kosong, semak, tubuh air, hutan, dan mangrove. Karakteristik tutupan lahan di Kecamatan Pantar Tengah ditunjukkan pada tabel 2.

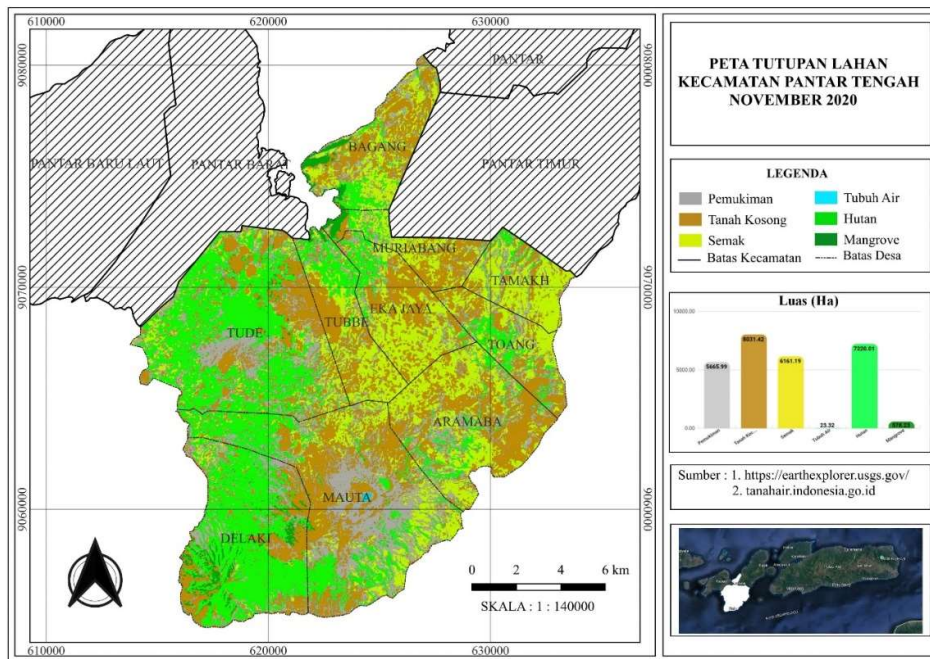
Tabel 2. Karakteristik Tutupan Lahan di Kecamatan Pantar Tengah

Kelas Tutupan Lahan	Koordinat GPS	Desa/ Kelurahan	Keterangan	Foto Lapangan
----------------------------	----------------------	------------------------	-------------------	----------------------

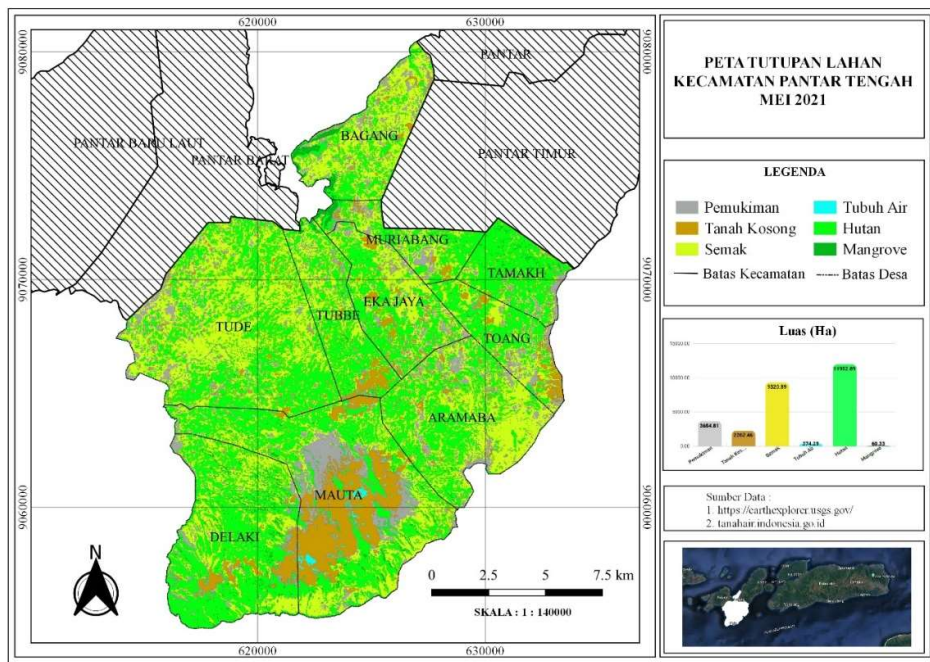
Hutan	8°27'10.79"S 124° 6'24.24"E	Mauta	Tutupan lahan yang secara fisik tertutup oleh vegetasi pohon yang rapat berupa hutan jati dan hutan jambu mete.	
Lahan kosong	8°23'28.95"S 124° 7'10.43"E	Eka Jaya	Area yang tidak memiliki tutupan vegetasi signifikan, seperti pohon, semak, atau tanaman lain.	
Pemukiman	8°22'59.29"S 124° 7'43.17"E	Muriabang	Area yang didominasi oleh aktivitas manusia dengan struktur buatan seperti rumah, bangunan, jalan, dan lainnya.	
Mangrove	8°23'30.26"S 124° 6'44.24"E	Tubbe	Kumpulan vegetasi yang tumbuh di daerah pesisir tropis dan subtropics yang terkena pasang surut air laut.	
Semak-semak	8°28'18.08"S 124° 6'49.74"E	Mautta	Area lahan yang didominasi oleh vegetasi berupa tumbuhan berkayu rendah atau yang tingginya kurang dari 5 meter.	

Tubuh Air	8°29'48.77"S 124° 7'50.14"E	Mautta	Area lahan yang tertutup oleh air secara permanen atau musiman.	
Pesisir	8°25'7.65"S 124°12'32.99"E	Toang	Area peralihan antara daratan dan laut yang berada di sepanjang garis pantai.	

Perubahan tutupan lahan yang terjadi akibat bencana siklon Seroja dapat dianalisa melalui peta tutupan lahan. Peta tutupan lahan sebelum bencana siklon Seroja ditunjukkan pada Gambar 1. Sedangkan peta tutupan lahan akibat bencana siklon Seroja ditunjukkan pada Gambar 2. Tabel 3 menampilkan data luas perubahan tutupan lahan sebelum dan sesudah badai siklon Seroja. Berdasarkan tabel 3, sebelum siklon Seroja, Kecamatan Pantar Tengah didominasi dengan tutupan lahan berupa tanah kosong seluas 8031.42 ha. Sedangkan luas tutupan lahan untuk pemukiman sebanyak 5665.99 ha. Tubuh air seluas 23.32 ha. Hutan seluas 7220.01 ha. Semak seluas 6161.19 ha. Mangrove seluas 578.23 ha. Akibat bencana siklon Seroja, terjadi perubahan tutupan lahan yang menggambarkan kerusakan pada wilayah pemukiman. Dimana luas pemukiman akibat siklon Seroja mengalami penurunan menjadi 3654.81 ha. Terjadi kerusakan pemukiman seluas 2011,18 ha.



Gambar 1 Peta Tutupan Lahan Sebelum Siklon Seroja



Gambar 2 Peta Tutupan Lahan Akibat Badai Siklon Seroja

Tabel 3. Luas Tutupan Lahan sebelum dan sesudah Badai Siklon Seroja

Jenis Tutupan Lahan	Sebelum Seroja (2020)		Setelah Seroja (2021)	
	Luas Lahan (Ha)	Prosentase (%)	Luas Lahan (Ha)	Prosentase (%)
Tubuh Air	23.32	0.08%	374.29	1.35%

Hutan	7220.01	26.08%	11952.89	43.27%
Tanah Kosong	8031.42	29.02%	2262.46	8.19%
Pemukiman	5665.99	20.47%	3654.81	13.23%
Semak-semak	6161.19	22.26%	9320.89	33.23%
Mangrove	578.23	2.09%	60.33	0.22%
Total	27680.16	100.00%	27625.67	100.00%

Pada luas tutupan lahan sebelum dan sesudah badai siklon Seroja di Kecamatan Pantar Tengah yang mengalami perubahan tutupan lahan dimana luas tutupan lahan yang berkurang setelah bencana alam yaitu:

- **Pemukiman**
Pada luas pemukiman setelah terjadinya bencana siklon Seroja mengalami penurunan, hal ini di sebabkan oleh faktor badai siklon Seoja yang terdiri dari kejadian angin kencang, banjir dan longsor sehingga mengalami kerusakan pada rumah, sekolah serta bangunan lainnya.
- **Tanah Kosong**
Pada luas tanah kosong setelah terjadinya bencana siklon Seroja mengalami penurunan, hal ini di karenakan setelah terjadinya badai siklon Seroja lahan kosong di bangun bangunan oleh manusia dan dipergunakan oleh masyarakat untuk mengelola perkebunan.
- **Hutan**
Pada luas hutan setelah terjadinya bencana siklon Seroja mengalami peningkatan, hal ini disebabkan karena terjadinya cuaca ektrim serta bencana banjir bandang sehingga mengalami banyak pohon yang tumbang dan banyak pohon baru yang tumbuh setelah badai siklon Seroja karena tidak diolah oleh masyarakat.
- **Semak**
Pada luas semak setelah terjadinya bencana siklon Seroja mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan sebelum badai siklon Seroja yaitu pemukiman dan setelah badai siklon Seroja yang menyebabkan kerusakan pada lahan terbangun seperti rumah, sekolah serta lainnya dengan curah hujan yang tinggi sehingga ditumbuhi oleh semak dan mengakibatkan peningkatan luas pada semak.
- **Tubuh Air**
Pada luas tubuh air setelah terjadinya bencana siklon Seroja mengalami peningkatan, hal ini dikarenakan setelah terjadinya badai siklon Seroja yang

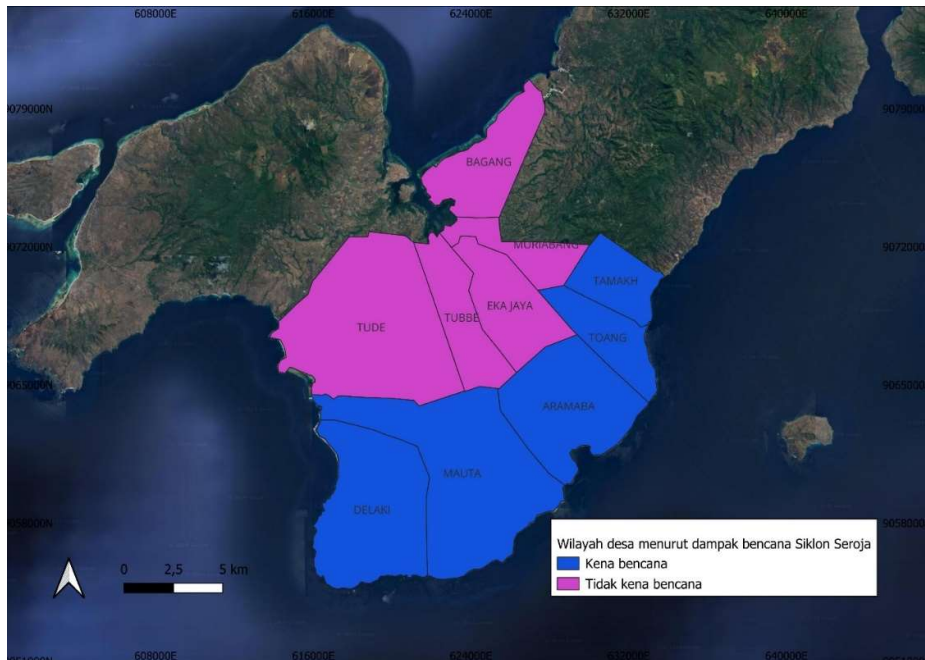
disebabkan oleh curah hujan terus menerus dan mengakibatkan meluapnya air dan mengalami peningkatan.

Kondisi geografi Kecamatan Pantar Tengah mempengaruhi besarnya kerusakan yang terjadi akibat bencana siklon Seroja. Kecamatan Pantar Tengah berada di Pulau Pantar ditunjukkan pada peta Gambar 3. Terpisah dari Pulau Alor oleh selat Pantar (Pemerintah Kabupaten Alor, 2024). Curah hujan ketika siklon Seroja sebesar 146.38 mm/hari - 149.81mm/hari. 5 hari sebelumnya yang sudah diatas 80-90 mm(Welkis et al., 2022).

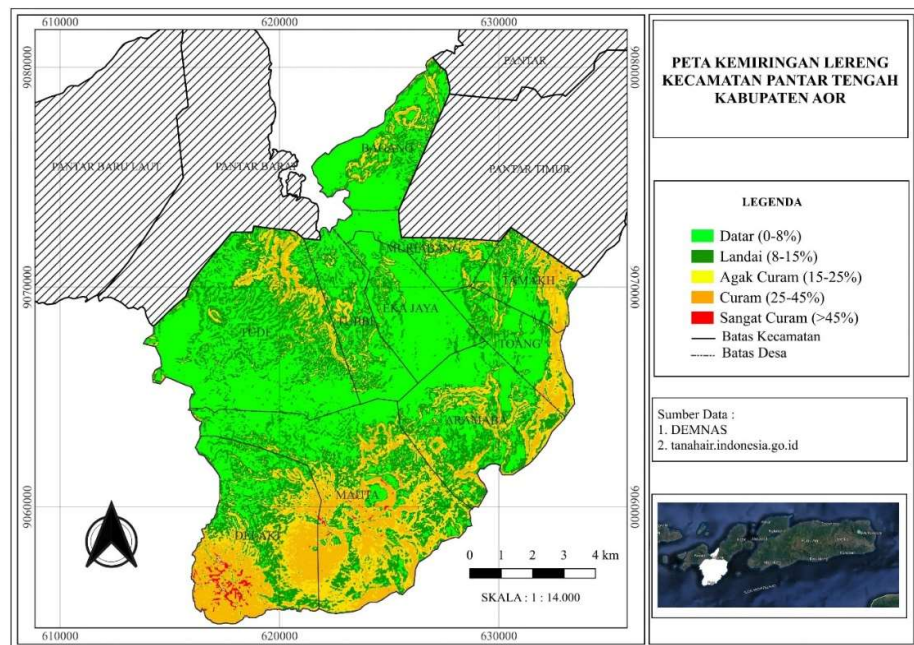


Gambar 3 Lokasi Pengambilan Data Lapangan

Bencana siklon Seroja menyebabkan beberapa wilayah di Kecamatan Pantar Tengah mengalami kerusakan. Ada 5 desa yang terkena bencana siklon Seroja yaitu Delaki, Mauta, Aramada, Toang dan Tamakh. Lokasi desa yang terkena bencana ditunjukkan pada peta Gambar 4 berwarna biru. Berdasarkan peta kemiringan lereng Gambar 5. Kelima desa tersebut berada pada kemiringan lereng agak curam, curam dan sangat curam. Hal ini menunjukkan desa tersebut berada pada wilayah yang tinggi, sehingga pada saat hujan lebat serta angin kencang daerah tersebut mudah terkena bencana longsor. Wilayah Kecamatan Pantar tengah berbukit-bukit, terdapat gunung di Desa Mauta. Sedangkan Desa yang tidak terkena bencana siklon Seroja, yaitu desa Tude, Tubbe, Eka Jaya, Muriabang dan Bagang. Kelima desa tersebut berada pada kemiringan datar dan landai. Hal ini sesuai dengan penelitian dari Sekaranom et al. (2021) yang menganalisa kerusakan akibat siklon Seroja di Nusa Tenggara Timur. Kerusakan terbesar adalah di pemukiman penduduk di daerah pinggir pantai(Sekaranom et al., 2021).



Gambar 4 Zonasi wilayah kerusakan akibat bencana siklon Seroja



Gambar 5 Peta Kemiringan Lereng di Kecamatan Pantar Tengah

KESIMPULAN

Penginderaan jauh digunakan pada penelitian ini untuk menganalisa wilayah yang mengalami kerusakan akibat badai Siklon Seroja di Kecamatan Pantar Tengah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada 5 desa yang mengalami kerusakan bencana siklon Seroja dan sebanyak 5 desa yang tidak mengalami kerusakan akibat bencana siklon Seroja.

Berdasarkan hasil klasifikasi tutupan lahan, kerusakan pemukiman akibat badai siklon Seroja seluas 2011,18 ha. Desa yang mengalami kerusakan bencana Siklon Seroja berada pada kemiringan lereng agak curam, curam dan sangat curam dan desa yang tidak mengalami kerusakan berada pada kemiringan lereng yang datar dan landai.

DAFTAR PUSTAKA

- Kolo, M. Y., Rambu Ngana, F., & Warsito, A. (2023). *Analisis Tutupan Lahan di Kota Kupang akibat Bencana Siklon Seroja Menggunakan Penginderaan Jauh* [Universitas Nusa Cendana]. Universitas Nusa Cendana.
- Salman, A., Saha, A., Nomaan, S. S., Haque, E., & Asadi, T. (2024). Assessing Tropical Cyclone Destruction Using Landsat Satellite Imagery: a Case Study in Bangladesh. *IDRiM Journal*, 14(2).
- Sekaranom, A. B., Putri, N. H., & Puspaningrani, F. C. (2021). The impacts of Seroja Tropical Cyclone towards extreme weather in East Nusa Tenggara. *E3S Web of Conferences*,
- Shamsuzzoha, M., Noguchi, R., & Ahamed, T. (2021). Damaged area assessment of cultivated agricultural lands affected by cyclone bulbul in coastal region of Bangladesh using Landsat 8 OLI and TIRS datasets. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 23, 100523.
- BMKG.(2015).*Dampak Siklon Tropis*. <https://web-meteo.bmkg.go.id/id/component/content/article/37-siklon-tropis/274-dampak-siklon-tropis> [diakses pada 1 September 2024]
- Tribuanapos. (2021). Bencana Seroja: *Alor Lockdown, Ribuan Warga Terancam Kelaparan*. <https://tribuanapos.net/2021/04/10/bencana-seroja-alor-lockdown-ribuan-warga-terancam-kelaparan/>. [diakses pada 4 September 2024]
- Trihusodo, P. (2021). *Dampak Amukan Badai Seroja pada Dini Hari*. <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/2674/dampak-amukan-badai-seroja-pada-dini-hari?lang=1>. [diakses pada 2 September 2024]
- Welkis, D. F. B., Sidharno, W., Wahyuni, S., & Krisnayanti, D. S. (2022). Analisis Curah Hujan Pada Badai Siklon Seroja Terhadap Aliran Debit Sungai Di Das TEMEF. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 20(2), 108-117.
- Ambarwari, A., Husni, E. M., & Mahayana, D. (2023). Perkembangan Paradigma Metode Klasifikasi Citra Penginderaan Jauh dalam Perspektif Revolusi Sains Thomas Kuhn. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 6(3), 465-473.