

## ANALISIS DISPERSI SEDIMEN DI MUARA WAERUHU KOTA AMBON

### *ANALYSIS OF SEDIMENT DISPERSION IN WAERUHU ESTUARY OF AMBON CITY*

Oleh :

Patricia Suhartono<sup>1)</sup>, Jusmy D Putuhena<sup>2)</sup>, Aryanto Boreel<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Prodi Kehutanan, Jurusan Kehutanan, Unpatti

<sup>2)</sup>Prodi Ilmu Lingkungan, Jurusan Kehutanan, Unpatti

<sup>3)</sup>Prodi Pengelolaan Hutan, Jurusan Kehutanan, Unpatti

Jl Ir M. Putuhena, Kampus Poka Ambon Kode Pos 97233

Email: [patrisiasoehartono@gmail.com](mailto:patrisiasoehartono@gmail.com)

|                         |                         |                         |                          |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Diterima: 20 Maret 2025 | Direview: 23 Maret 2025 | Disetujui: 2 April 2025 | Dipublish: 30 April 2025 |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|

#### Abstrak

Sedimentasi merupakan pengendapan material batuan yang diangkut oleh bantuan air atau angin. Dengan kata lain, sedimentasi adalah suatu proses pengendapan zat padat dalam air yang dilakukan dengan memanfaatkan gaya gravitasi dan mengendap di wilayah tertentu. Akhirnya mengakibatkan fungsi hidrologis DAS tidak berjalan sebagaimana mestinya sehingga sering terjadi banjir pada saat musim hujan dengan intensitas yang tinggi, menyebabkan debit sungai menjadi meningkat. Mengurangi tingkat sedimentasi tersebut diperlukan suatu sistem yang tepat dan cermat agar penyediaan air tetap terpenuhi. Salah satunya dengan menganalisis tingkat penyebaran sedimen di saluran irigasi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebaran sedimen di muara Waeruhu, Kota Ambon dari tahun 1990, 2000, 2010 dan 2020. Pada Penelitian ini menggunakan citra satelit landsat 5 TM tahun 1990 dan 2000, landsat 7 ETM tahun 2010 dan landsat 8 OLI tahun 2020 (Path 108/Row 62) yang diunduh secara langsung dari website United States Geological Survey (USGS). Menggunakan klasifikasi terbimbing dengan bantuan analisis deskriptif yang digunakan dalam pengukuran dan pengamatan selama survey di lapangan. Berdasarkan hasil penelitian di tahun 2020 sebesar 0,22 ton/tahun sedimen tersebar di muara Waeruhu. Berbagai faktor yang mempengaruhi terjadinya sedimentasi pada Muara yaitu : intensitas dan curah hujan, tata guna lahan, dan jenis tanah.

**Kata Kunci :** *Analisis Citra landsat, Sedimen, Waeruhu..*

#### Abstract

Sedimentation is the deposition of rock material transported by water or wind. In other words, sedimentation is a process of deposition of solid substances in water which is carried out using the force of gravity and settles in a certain area. Ultimately this results in the hydrological function of the watershed not functioning as it should, resulting in frequent flooding during the rainy season with high intensity, causing river discharge to increase. Reducing the level of sedimentation requires a precise and careful system so that water supply remains adequate. One of them is by analyzing the level of sediment distribution in the irrigation canal. This research aims to determine the distribution of sediment in the Waeruhu estuary, Ambon City from 1990, 2000, 2010 and 2020. This research uses satellite imagery from Landsat 5 TM in 1990 and 2000, Landsat 7 ETM in 2010 and Landsat 8 OLI in 2020 (Path 108/Row 62) downloaded directly from the United States Geological Survey (USGS) website. Using guided classification with the help of descriptive analysis used in measurements and observations during field surveys. Based on research results in 2020, 0.22 tonnes/year of sediment was distributed in the Waeruhu estuary. Various factors influence the occurrence of sedimentation in estuaries, namely: intensity and rainfall, land use, and soil type.

**Keywords:** *Analysis, Landsat Image, Sediment, Waeruhu.*

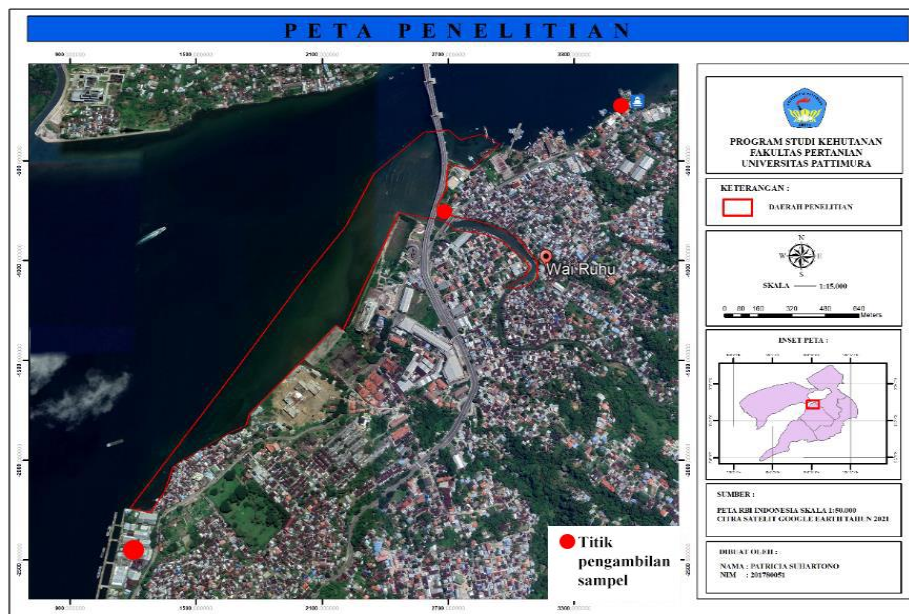
## PENDAHULUAN

Sedimentasi merupakan pengendapan material batuan yang diangkut oleh bantuan air atau angin. Sesudah batuan terkikis, hasil pengikisannya terbawa aliran air sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut, secara umum sedimentasi adalah suatu proses pengendapan zat padat dalam air yang dilakukan dengan memanfaatkan gaya gravitasi dan mengendap di wilayah tertentu. Arus laut merupakan agen yang sangat berperan dalam perpindahan sedimen karena sedimen erat kaitannya dengan pengangkutan (transport) dan pengendapan (sedimentation). Arus berfungsi sebagai media transport sedimen dan menimbulkan erosi yang bergantung pada besarnya arus tersebut.

Sedimen yang mengendap dapat menimbulkan masalah bagi bangunan diantaranya adalah bangunan irigasi, jembatan, dan pengendali sungai. Terlebih khusus bagi kestabilan dan normalisasi sungai, oleh karena itu pengendalian sedimentasi harus dilakukan untuk menanggulangi dampak yang lebih merugikan di masa depan. Dari tahun ke tahun jumlah penduduk Kota Ambon selalu meningkat. Akibat dari peningkatan penduduk ini maka terjadi perubahan tataguna lahan yang cukup besar, salah satunya yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Wae Ruhu Kota Ambon, mengakibatkan fungsi hidrologis DAS tidak berjalan sebagaimana mestinya. Oleh karena itu, penulis merasa tertarik dan menganggap bahwa hal ini penting. Meneliti lebih lanjut mengenai penyebaran sedimen di muara Wae Ruhu. Serta penulis menambahkan penggunaan analisis spasial yang dapat digunakan sebagai teknologi alternative yang efisien dalam pemantauan penyebaran sedimen.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di muara DAS Waeruhu dan sekitarnya yang terindikasi terdampak oleh adanya sedimentasi. Titik/stasiun pengamatan tersebar pada beberapa lokasi seperti pelabuhan Pandan Kasturi, pelabuhan Perikanan Galala, Muara Wairuhu (jarak 100m, 200 m dan 300 m dari muara). Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan April 2022.



### Gambar 1. Lokasi pengambilan data

Informasi perubahan sedimen di areal penelitian diperoleh dari hasil interpretasi citra landsat 5 TM tahun 1990 dan 2000, citra landsat 7 tahun 2010 dan citra landsat 8 tahun 2020 yang diunduh langsung dari website *United States Geological Survey* (USGS) (<https://glovis.usgs.gov/>). Citra Landsat adalah citra yang diambil menggunakan satelit landsat tentu memiliki kelebihan dan kekurangan. Data rekaman titik koordinat di lapangan sebanyak 15 titik sampel, diambil melalui kegiatan pengecekan lapangan. Analisis data diawali dengan tahap Pra Pengolahan Citra. Koreksi geometrik dan radiometric dilakukan untuk mengasosiasikan piksel pada citra satelit dengan lokasi sebenarnya di permukaan bumi, serta memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer.

Analisis deskriptif merupakan suatu metode analisis yang bertujuan untuk memberikandeskripsi atau gambaran mengenai subjek penelitian berdasarkan data variabel yang diperoleh dari kelompok subjek tertentu. Analisis ini digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi faktor- faktor yang mempengaruhi penyebaran sedimen.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pra Pengolahan Citra

Pra pengelolaan citra merupakan pengolahan awal sebelum proses klasifikasi. Dalam tahapan ini dilakukan koreksi geometrik dan radiometrik. Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki kualitas visual citra dan memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan pantulan atau pancaran spektral objek. Ini akan dipengaruhi oleh jenis platform dan sensor yang digunakan untuk menangkap data dan kondisi lingkungan saat pengambilan gambar (Indarto, 2017). Koreksi radiometrik perlu dilakukan untuk memperbaiki kualitas visual citra dan memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek. Koreksi radiometrik merujuk pada operasi untuk mengurangi atau menghilangkan distorsi radiasi elektromagnetik yang diterima oleh tiap detektor (Indarto, 2017).

Data citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra landsat 5 TM, landsat 7 ETM dan landsat 8 OLI (path/row:108/62) dengan tanggal perekaman 19 november 1990, 19 maret 2000, 02 november 2010, dan 23 desember 2020 yang diunduh langsung dari website *United States Geological Survey* (USGS) (<https://glovis.usgs.gov/>). Koreksi gapfill dilakukan untuk mengatasi SLC-off pada citra Landsat dengan menggunakan tools Landsat Gapfill tipe pemrosesan Single file gapfill (triangulation). Tipe pemrosesan ini tidak memerlukan citra pengisi (citra SLC-On) untuk mengisi celah pada citra yang mengalami gangguan stripping (citra SLC-Off) (Widyantara et al., 2020). Perintah gapfill dapat dilakukan pada software ENVI dengan menginstal plug-in “landsat gapfill”.

**Tabel 1.** Data Citra yang digunakan dalam penelitian

| No | Citra Satelit | Tanggal Akusisi                    |
|----|---------------|------------------------------------|
| 1  | Landsat 5 TM  | 19 November 1990 dan 19 Maret 1990 |

|   |                  |                  |
|---|------------------|------------------|
| 2 | Landsat 7<br>ETM | 02 November 2010 |
| 3 | Landsat 8 OLI    | 23 Desember 2020 |

Koreksi geometrik dilakukan untuk memposisikan atau memperbaiki sistem koordinat agar sesuai dengan koordinat geografis (Farichah, 2009). Koreksi geometrik dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan titik GCP (*Ground Control Point*) yang bersumber dari peta RBI, dianggap memiliki sistem proyeksi dan koordinat yang lebih tepat sehingga dapat digunakan untuk menyamakan posisi titik di citra terhadap peta. Untuk hasil ketelitian geometrik dari masing-masing citra dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 2.** Nilai RMSE

| No | Citra Satelit    | Nilai RMSE |
|----|------------------|------------|
| 1  | Landsat 5 TM     | 0,0023     |
| 2  | Landsat 7<br>ETM | 0,0018     |
| 3  | Landsat 8 OLI    | 0,0028     |

### Analisis Sedimen Muara Wae Ruhu

Pengukuran dilakukan dengan cara merawas menggunakan alat sederhana yaitu, busa apung yang terikat dengan benang kasur. Busa apung yang terikat dengan benang kasur diletakan diatas permukaan air, tali dipegang agar tidak lepas, kemudian biarkan busa apung mengalir hingga benang kasur membentang lurus, ukur waktu menggunakan stopwatch sampai benang kasur terbentang. Pengukuran dengan merawas dilakukan karena kedalaman air tidak di muara lebih dari 1,2 m dan kecepatan aliran air lebih kecil dari 1 m<sup>3</sup>/detik, apabila kedalaman dan kecepatan arus air lebih dari kriteria tersebut maka pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu pengukuran yang lain. Tabel.3, yang memperlihatkan dan menjelaskan secara singkat bahwa kecepatan dan debit sungai berfluktuasi, sesuai dengan kecepatan dan luas penampang, karena setiap stasiun pengamatan debit sungai selalu berbeda. Perbedaan ini terjadi karena banyaknya volume air yang mengalir pada DAS

. Kecepatan aliran pada tiap stasiun bisa saja berbeda karena dipengaruhi oleh beberapa slope seperti jenis tanah tempat air sungai mengalir, kemiringan atau kelandaian daerah aliran, penggunaan lahan di daerah aliran, serta kondisi cuaca dan curah hujan.

**Tabel 3.** Rerata kecepatan aliran dan debit air

| No | Sampel             | Kecepatan aliran air (m/s) | Debit air (m <sup>3</sup> /det) |
|----|--------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 1  | 100 m (dari muara) | 0,6 m/s                    | 5,6 m <sup>3</sup> /s           |
| 2  | 200 m (dari muara) | 0,5 m/s                    | 4,5 m <sup>3</sup> /s           |
| 3  | 300 m (dari muara) | 0,3 m/s                    | 2,5 m <sup>3</sup> /s           |

Total kandungan sedimen yang ada di setiap jarak pada area pemantauan bervariasi. Merujuk pada

tabel 2, berdasarkan hasil perhitungan total sedimen yang ada pada jarak 100 m dari muara sebesar 0,059 ton/hari, pada jarak 200 m sebesar 0,043 ton/hari dan 300 m dari muara sebanyak 0,024 ton/hari.

**Tabel 4.** Total sedimen muara Waeruhu

| Jarak<br>(dari<br>muara) | Luas<br>Penampang<br>(A) | Cs<br>(mg/L) | Debit Air<br>(m <sup>3</sup> /det) | Faktor<br>Koreksi<br>(0,0864) | Sedimen<br>(ton/hari) |
|--------------------------|--------------------------|--------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| 100 m                    | 10,8                     | 0,021        | 5,6                                | 0,0864                        | 0,059                 |
| 200 m                    | 10,8                     | 0,018        | 4,5                                | 0,0864                        | 0,043                 |
| 300 m                    | 10,8                     | 0,018        | 2,5                                | 0,0864                        | 0,024                 |
|                          |                          | 0,057        | 0,057                              |                               | 0,126                 |

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah sedimen pada jarak 100 m dari muara sungai, didapatkan nilai 0,059 ton/hari. Jumlah sedimen pada jarak 200 m dari muara sungai juga dipengaruhi jumlah total padatan tersuspensi, didapatkan nilai 0,043 ton/hari. Jumlah sedimen pada jarak 300 m dari muara sungai didapatkan nilai 0,024 ton/hari. Dengan demikian total sedimen yang terdapat pada muara Waeruhu yaitu 0,126 ton/hari. Untuk mendapatkan jumlah sedimen total yang lewat pada suatu periode tertentu (sediment rate), maka dilakukan perhitungan dengan mengkalkulasikan hubungan debit air (Qs) dengan konsentrasi sedimen (Cs). Dimana hubungan debit air dapat diperoleh setelah mengetahui konsentrasi sedimen. Perhitungan besarnya debit sedimen harian menurut Suripin (2002), dihitung dengan rumus :

$$Q_s = 0,0864 \text{ Cs } Q_w$$

Di mana :

Qs = Debit sedimen harian (ton/hari)

Qw = Debit aliran harian (m<sup>3</sup>/det)

Cs = Konsentrasi sedimen layang (mg/L)

0,0864 = Konversi satuan dari Kg/sek ke ton/hari

Perhitungan besarnya laju sedimen pertahun dapat di hitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 Q_s &= 0,0864 \text{ Cs } Q_w \\
 &= 0,0864 \times 0,057 \times 0,126 \times 365 \\
 &= 0,22 \text{ ton/tahun.}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, dapat diketahui dengan melakukan perkalian konstanta sedimen harian dengan debit air harian dan faktor konversi satuan dari kg/sek ke ton/hari (0,0864) dan didapatkan hasil bahwa besar laju sedimen pertahun adalah 0,22 ton/tahun.

### Penyebaran Sedimen Muara Wae Ruhi

Pada gambar 2, terlihat jelas kondisi air di sekitar muara ketika telah selesai hujan menjadi keruh. Ini terjadi karena adanya rembesan tanah yang masuk ke dalam sumber air. Setelah hujan, tanah yang

sebelumnya kering menjadi mudah tererosi oleh air hujan yang turun, kemudian partikel – partikel tanah, akan terbawa dan masuk dalam sumber air.

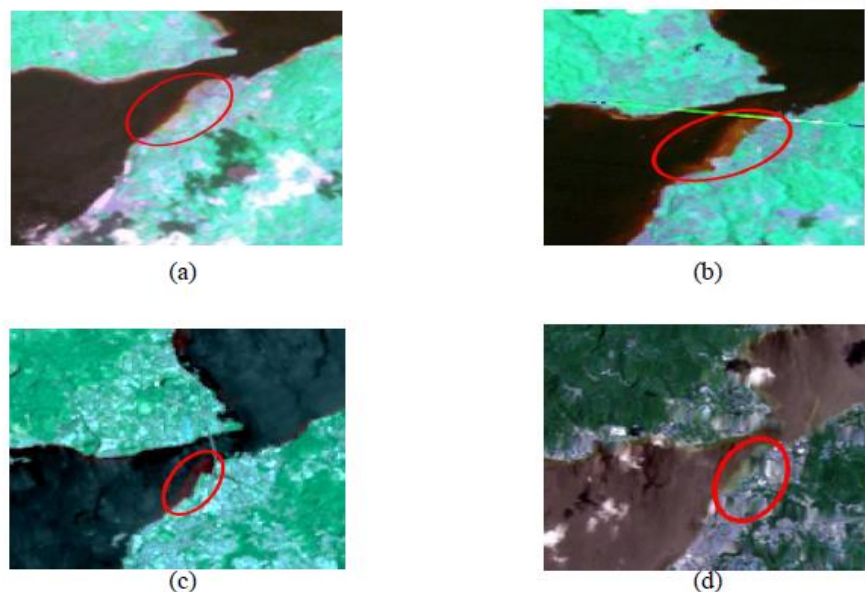


**Gambar 2.** Lokasi sekitar penelitian saat turun hujan

Pada gambar 2, terlihat jelas kondisi air di sekitar muara ketika telah selesai hujan menjadi keruh. Ini terjadi karena adanya rembesan tanah yang masuk ke dalam sumber air. Setelah hujan, tanah yang sebelumnya kering menjadi mudah tererosi oleh air hujan yang turun, kemudian partikel – partikel tanah, akan terbawa dan masuk dalam sumber air. Saat hujan turun dengan intensitas yang tinggi, volume air yang naik ke permukaan juga meningkat. Air hujan yang mengalir ini membawa partikel-partikel tanah dari area yang tidak tertutup oleh vegetasi atau daerah yang telah tererosi. Partikel – partikel inilah, yang masuk ke dalam sumber air seperti sungai, sumur ataupun danau. Keruhnya air juga tidak hanya mengurangi kejernihan visualnya, tetapi juga membawa berbagai bakteri yang berpotensi membahayakan kesehatan. Air yang keruh juga dapat mempengaruhi berbagai aspek kualitas dan penggunaan air, dampaknya utamanya adalah dapat mengganggu proses infiltrasi air, sehingga memerlukan lebih banyak bahan kimia untuk mendapatkan air yang berkualitas.

Tanah yang tidak larut dalam air namun tersuspensi merupakan salah satu penyebab utama keruhnya air. Ketika tanah tersuspensi partikel-partikel tanah tidak larut didalam air, tetapi mengapung didalamnya menyebabkan air keruh dan berwarna coklat. Fenomena ini sering terjadi dalam berbagai sumber air, seperti pada sungai dan danau terutama setelah selesai hujan. Berdasarkan hasil penelitian perubahan penyebaran sedimen dimulai dari tahun 2000 sampai dengan 2020. Penyebaran sedimen terlihat tahun 2000 dan mengalami perluasan yang signifikan dari tahun ke tahun. Penyebaran ini meluas karena tingginya curah hujan yang menyebabkan perubahan debit sungai menjadi lebih tinggi, sehingga arus air menggerakkan dan membawa sedimen sampai pada wilayah tersebut.

Dengan melakukan composite band pada citra satelit di setiap tahun, didapatkan gambar penyebaran sedimen. Composite band dilakukan pada citra landsat 5 TM dan citra landsat 7 ETM yaitu menggabungkan ketiga band yang terdiri dari band 5, band 4, dan band 3. Sementara pada citra landsat 8 OLI dilakukan penggabungan dari band 6, band 5, dan band 4.



**Gambar 3.** Composite Band Sedimen Waeruhu

### Faktor - faktor Sedimentasi Muara Wae Ruhu

Besarnya jumlah sedimen yang ada pada muara Wae Ruhu menunjukkan bahwa telah terjadi pengendapan, pengendapan yang terjadi terus menerus akan terbawa oleh arus air, dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan terjadinya pendangkalan didaerah sekitar sehingga fungsi DAS tidak optimal. Tentua (2018), DAS Waeruhu memiliki jenis tanah yang beragam, salah satu jenis tanah paling banyak dikandung pada wilayah DAS Wae Ruhu yaitu, tanah litosol sebesar 10,44%. Tanah litosol merupakan jenis tanah yang peka terhadap erosi. Karena kedalamannya yang dangkal sehingga jenis tanah ini peka terhadap terjadinya erosi.

Secara spasial DAS Wae Ruhu berada dekat dengan pusat Kota Ambon yang merupakan sentral dari kegiatan ekonomi dan industri yang sangat berpotensi memicu alih fungsi lahan yang tidak terkendali yang nantinya akan menyebabkan terjadinya bencana alam seperti banjir, erosi dan longsor di daerah DAS (Tentua et al., 2018). Dengan demikian dapat disimpulkan dari penjelasan diatas bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi sedimentasi di muara Waeruhu antara lain (1) jumlah dan intensitas hujan, (2) formasi geologi jenis tanah, dan (3) tata guna lahan.

### KESIMPULAN

1. Dispersi sedimen di muara Wae Ruhu mulai terlihat pada tahun 2000 dan terus mengalami pertambahan hingga sekarang. Penyebaran sedimen mulai terlihat pada tahun 2000 dan mengalami perluasan yang signifikan dari tahun ke tahun. Jika diperhatikan kembali pada gambar, arah penyebaran sedimen yang terbawa oleh arus air mengarah ke Pelabuhan Perikanan Nusantara Ambon yang terletak di daerah Pandan Kasturi dan Pelabuhan Galala.
2. Perubahan sedimentasi yang terjadi sebesar 0,22 ton/tahun.

3. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan disperse sedimen di muara Wae Ruwu adalah jumlah serta intensitas hujan, formasi geologi serta jenis tanah, dan tata guna lahan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, Herliyani Fariyal, Faris Ade Irawan, And Rhima Marlianisya. 2018. "Interpretasi Citra Digital Penginderaan Jauh Untuk Pembuatan Peta Lahan Sawah Dan Estimasi Hasil Panen Padi." *Jurnal Intekna*. Vol 18(1),pp:24–30.
- Apriyanti D. Faqih R. Purnawan B. Pembuatan. 2017. Peta Penutup Lahan Menggunakan Klasifikasi Terbimbing Metode Maximum Likelihood Pada Citra Landsat 8 (Studi kasus ; Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat). *Seminar Nasional Penginderaan*. Staf Pengajar Jurusan Teknik Geodesi FT\_UNPAK, pp:225-235.
- Aryastana P. Ardanthia, I. Agustini, N. 2017. Analisis Perubahan Garis Pantai dan Laju Erosi di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung dengan Citra Satelit Spot. *Jurnal Fondasi*. Vol 6(2), pp:100-111.
- Budianto, S. (2016). Analisis Perubahan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Dampak Bencana Lumpur Sidoarjo Menggunakan Citra Landsat Multitemporal. *Jurnal Teknik ITS*, Vol 6(1), pp:57.
- Dahlberg, R.W., dan Jensen J.R., (1986). Education for Cartography and Remote Sensing in the Service of an Information Society: The United States Case. *The American Cartographer*, Vol 13(1), pp:51-71.
- Fathiyah, N., Pin, T. G., & Saraswati, R. (2017). Pola Spasial dan Temporal Total Suspended Solid ( TSS ) dengan Citra SPOT di Estuari Cilandak , Jawa Barat. *Industrial Research Workshop and National Seminar*, Vol 1(1), pp:518–526.
- Hariyanto, T., & Budianto, S. (2018). Analisis Sebaran Total Suspended Solids (Tss) Dampak Bencana Lumpur Sidoarjo Menggunakan Citra Landsat Multi Temporal ( Studi Kasus : Sungai Porong, Sidoarjo). *Geoid*, Vol 13(1), pp: 93-103.
- Herliyani F. A., Irawan F. A., & Rhima M. 2018. Interpretasi Citra Digital Penginderaan Jauh untuk Pembuatan Peta Lahan Sawah dan Estimasi Hasil Panen Padi . *Jurnal INTEKNA*, Vol.18(1),pp :24-30.
- Jaya, I. Nengah Surati. 2010. "Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam." IPB.
- Kosasih, Dede, Muhammad Buce Saleh, and Lilik Budi Prasetyo. 2019. "Interpretasi Visual Dan Digital Untuk Klasifikasi Tutupan Lahan Di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat." *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol 24(2), pp:101–108.
- Latuconsina R., Gun M., Jusmy D. P. 2020. Variasi Indeks Vegetasi NDVI pada Perubahan Lanskap Lahan Kota Ambon, Provinsi Maluku. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*. Vol.4(1). pp.1-13

- Louhenapessy, Daniel, H.J.D. Waas, (2009). Aplikasi Teknologi Remote Sensing Satelit dan Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Memetakan Klorofil-a Fitoplankton. *Jurnal Triton* Vol 5(1) pp:41-52.
- Putuhena, J.D., A. Sapei., M. T. Y. Purwanto., L. B. Prasetyo 2014. Sustainable Water Supply Model In Ambon Island. *Journal Of Environmental and Ecology*. Vol 5(2), pp: 292-306.
- LAPAN. 2015. Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh Landsat 8 Untuk MPT. Jakarta: Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional.
- Mahyuddin, Sugianto, Alvisyahrin, 2013. Analisis Penutupan Lahan Kawasan Hutan pada Daerah Aliran Sungai Sungai Krueg Aceh Pra dan Pasca Tsunami. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan*. Vol 2(3),pp: 296-303.
- Munibah, Khursatul, Santun R. P. Sitorus, Ernani Rustiadi, And Komarsa Gandasasmita. 2009. “Model Hubungan Antara Jumlah Penduduk Dengan Luas Lahan Pertanian Dan Pemukiman (Studi Kasus Da Cidanau, Provinsi Banten).” *Jurnal Tanah Dan Lingkungan*. Vol 11(1),pp:32–40.
- Priyanto, Heri-, Mudjiono- Mudjiono, and Sutarto- Yosomulyono. 2021. “Koreksi Geometrik Pemetaan Tataguna Lahan Di Sekitar Calon Tapak PLTN Kalimantan Barat.” *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*. Vol 23(1),pp:61–69.
- Puturuhu, F. 2017. “Pengembangan Metode Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kerawanan Longsor Lahan Di Jazirah Leitimur Pulau Ambon.” *Disertasi* : Universitas Gajah Mada.
- Rafsenja, Ulfah, Laode Muh, Golok Jaya, and Saban Rahim. 2020. “Analisis Perbandingan Citra Landsat 8 Dan Citra Sentinel 2-A Untuk Mengidentifikasi Sebaran Mangrove.” *Jurnal Geografi Aplikasi dan Teknologi*. Vol 4(1),pp:63–70.
- Sanjoto, Tjaturahono Budi. 2013. “Perubahan Kerapatan Vegetasi Daerah Aliran Sungai Bodri Berdasarkan Interpretasi Citra Penginderaan Jauh.” *Jurnal Geografi*. Vol 10(2), pp:123–135.
- Sitanggang, Gokmaria. 2010. “Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan : Sistem Pengindraan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8).” *Jurnal Berita Dirgantara*. Vol 11(2), pp:47–58.
- Susanti Y., Syarifudin, Muhammad H. 2020. Analisa Perubahan Penggunaan Lahan di Daerah Aliran Sungai Serayu Hulu Dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Pendidikan Biologi*. Vol 13(1).pp: 23-30.
- Tayane, Yulien A., Aryanto Boreel, and Jusmy D Putuhena. 2021. “Perubahan Tututpan Lahan Di DAS Waeruhu Kota Ambon Menggunakan Citra Satelit Multitemporal. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*. Vol 5(2),pp:139–51.
- Thernando, Ferdinand S., Aryanto Boreel, and Jusmy D. Putuhena. 2020. “Spatial Distribution Of Landslide Prone Areas In The Wae Batu Merah Watershed, Ambon City.” *Palarch's Journal of Archaeology of Egypt/ Egyptology*. Vol 17(6),pp:1062–1077.

Tun, Z. N., Dargusch, P., McMoran, D. J., McAlpine, C., & Hill, G. (2021). Patterns and drivers of deforestation and forest degradation in Myanmar. *Sustainability* (Switzerland), Vol 13(14), pp:1-27.

USGS. 2019. Using the USGS Landsat 8 Product. <https://glovis.usgs.gov/>. [15/10/2021]