

---

# ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DI DAS MOYO KABUPATEN SUMBAWA BERBASIS CITRA SATELIT LANDSAT

Wahyu Indrajaya<sup>1</sup>

Program Studi Magister Manajemen Inovasi Universitas Teknologi Sumbawa,  
Jalan Raya Olat Maras, Moyo Hulu, Batu Alang, Sumbawa Besar, Nusa Tenggara Barat

*\*Corresponding Author : wahyuindrajaya@gmail.com*

## Abstrak

Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami. DAS Moyo merupakan salah satu DAS yang ditetapkan sebagai DAS Prioritas Nasional. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung dan menganalisis perubahan tutupan lahan dalam wilayah DAS Moyo dengan teknik penginderaan jauh pada dua seri citra satelit Landsat 8 yaitu tahun 2013 dan tahun 2021. Analisis dilakukan dengan metode klasifikasi terbimbing menggunakan perangkat lunak QGIS dan Arcgis. Metode ini sangat efektif dan efisien dan sangat memudahkan bagi para pemangku kepentingan untuk mendapatkan informasi dengan cepat dan tepat pada wilayah yang luas tanpa harus melakukan survey lapangan setiap saat. Dari penelitian ini diperoleh informasi bahwa dalam rentang waktu dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2021, terjadi penurunan luas tutupan lahan hutan lahan kering sekunder yang cukup signifikan. Pada tahun 2013 luas hutan lahan kering sekunder adalah 30672.31 Ha (38.81%), namun pada tahun 2021 luasannya menjadi 22306.05 Ha (28.22%), berkurang seluas 8366.26 ha (lebih 10% dari total luas DAS Moyo). Di sisi lain luas sawah pada tahun 2013 seluas 15116.28 Ha (19.13%), pada tahun 2021 menjadi 15878.49 Ha (20.09%). Luas ladang pada tahun 2013 seluas 15479.12 ha (19.58%), menjadi 20385.48 ha (25.79%) pada tahun 2021, bertambah sebesar 4906.36 ha.

**Kata kunci:** Daerah Aliran Sungai, Das Moyo, Tutupan Lahan, Landsat, Penginderaan jauh.

## Abstract

A watershed is a land area that is an integral part of a river and its tributaries, which functions to hold, store and drain water coming from rainfall to lakes or into the sea naturally. The Moyo watershed is designated as a National Priority Watershed. This study aims to calculate and analyze land cover changes in the Moyo watershed area with remote sensing techniques in two series of Landsat 8 satellite imagery, namely in 2013 and 2021. The analysis was performed using the supervised classification method using QGIS and ArcGIS software. This method is very effective and efficient and makes it very easy for stakeholders to get information quickly and precisely over a large area without having to conduct field surveys at all times. From this study, information was obtained that in the period from 2013 to 2021, there was a significant decrease in the area of secondary dryland forest land cover. In 2013 the area of secondary dryland forest was 30672.31 Ha (38.81%), but in 2021 the area became 22306.05 Ha (28.22%), reducing the area by 8366.26 ha (more than 10% of the total area of the Moyo watershed). On the other hand, the area of rice fields in 2013 was 15116.28 Ha (19.13%), in 2021 it became 15878.49 Ha (20.09%). The field area in 2013 was 15479.12 ha (19.58%), to 20385.48 ha (25.79%) in 2021, an increase of 4906.36 ha.

**Keywords:** Watershed, Moyo Watershed, Land Cover, Landsat, Remote Sensing

---

## A. PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan ruang di mana sumberdaya alam, terutama vegetasi, tanah dan air, berada dan tersimpan serta tempat hidup manusia dalam memanfaatkan sumberdaya alam tersebut untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (Paimin, dkk, 2012 dalam RPDAS Moyo Terpadu, 2017). Secara biofisik Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat didefinisikan sebagai suatu wilayah daratan tertentu yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas di daratan (Pasal 1 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai).

Kesatuan dan keterkaitan proses biofisik hidrologis maupun kegiatan sosial ekonomi dan budaya masyarakat yang terjadi di dalam satu wilayah DAS, memberi konsekuensi logis untuk selalu menjaga kesinambungan pemanfaatan sumber daya alam. Kurang tepatnya perencanaan dapat menimbulkan adanya degradasi DAS yang dapat berakibat buruk bagi kelangsungan hidup manusia dan keseimbangan proses alami yang terjadi di dalam DAS. Berdasarkan hal tersebut diatas, penting kiranya untuk memposisikan DAS sebagai suatu unit perencanaan yang utuh, sehingga dapat terwujud pengelolaan DAS secara utuh dan terpadu.

Dalam dokumen Pengelolaan DAS Moyo Berperspektif Pengurangan resiko Bencana Kabupaten Sumbawa (Samawa Center, 2014) disebutkan bahwa trend peningkatan kerusakan DAS, sejatinya tidak hanya terbatas pada DAS yang masuk kategori DAS regional. Namun, kondisi serupa juga dialami oleh DAS yang masuk kategori DAS lokal, salah satunya DAS Moyo di Kabupaten Sumbawa. Kini DAS Moyo tengah menghadapi masalah penurunan fungsi dalam hal

kemampuannya dalam menyimpan air yang berdampak pada meningkatnya frekuensi banjir, erosi dan penyebaran tanah longsor pada musim penghujan dan kekeringan pada musim kemarau. Masifnya tingkat kerusakan DAS, umumnya dipicu oleh laju kerusakan hutan yang relatif tinggi.

Perubahan penutupan lahan dan penggunaan lahan (*land use and land change*) merupakan isu yang sering diangkat dalam berbagai bidang penelitian. Perubahan penutupan dan penggunaan lahan adalah salah satu langkah dalam mengontrol lingkungan dan ekosistem yang berada didalamnya termasuk aktivitas manusia. Pemantauan perubahan tutupan lahan penting dilakukan agar dapat memahami mekanisme perubahan dan modeling dampak perubahan bagi lingkungan dan ekosistemnya (Rotinsulu et al., 2018 dalam Asra, 2021).

Informasi tutupan lahan yang *up-to-date* dibutuhkan untuk para pengambil kebijakan atau pemangku kepentingan terkait untuk pengelolaan sumber daya lahan yang berkelanjutan. Metode umum yang digunakan untuk mendapatkan informasi tutupan lahan yaitu dengan survey lapang dan menggunakan data penginderaan jauh. Masalah yang dihadapi dengan monitoring perubahan berdasarkan survey lapang adalah luasnya wilayah kajian, lamanya waktu dan besarnya biaya survey. Teknologi penginderaan jauh menyediakan data tutupan lahan yang *up-to-date*, berkualitas, efisien dan relatif murah dan dengan cakupan wilayah luas untuk upaya inventarisasi dan monitoring perubahan tutupan lahan secara efektif (Jensen, 2007 dalam Rotinsulu et al., 2018).

Das Moyo merupakan salah satu DAS yang telah ditetapkan sebagai DAS Prioritas Nasional oleh Pemerintah Pusat dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024.

Berdasarkan beberapa hal tersebut diatas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana perubahan tutupan lahan yang terjadi pada das moyo dari tahun 2013 sampai dengan 2021, terutama

perubahan tutupan vegetasi yang dihitung menggunakan data citra satelit landsat dan software pengolahan citra digital?

2) Bagaimana perubahan luas lahan hutan di DAS Moyo?

Pembahasan dalam tesis ini dibatasi pada analisis perubahan tutupan lahan dengan membandingkan antara tutupan lahan tahun 2013 dengan tutupan lahan tahun 2021. Tutupan lahan diperoleh dari hasil interpretasi citra satelit Landsat 8 dengan metode klasifikasi terbimbing.

Sesuai dengan rumusan masalah, maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

- 1) Untuk menganalisis perubahan tutupan lahan di DAS Moyo dari tahun 2013 sampai tahun 2021 dengan memanfaatkan citra satelit landsat (yang bisa diperoleh secara free) dan perangkat lunak pengolah citra satelit.
- 2) Untuk mengetahui perubahan luas hutan di DAS Moyo tahun 2013 dan tahun 2021.

Dengan menggunakan citra satelit dan perangkat lunak pengolahan citra digital, dapat meningkatkan kemampuan kita dalam melakukan pemantauan terhadap perubahan tutupan lahan dalam skala yang lebih luas dan dengan tingkat ketelitian yang lebih baik sehingga dapat menjadi dasar pengambilan kebijakan oleh pemerintah dan pemerintah daerah untuk mengatasi permasalahan yang terjadi dalam DAS Moyo, serta dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan sasaran program atau kegiatan yang disusun oleh pemerintah dan pemerintah daerah.

## B. LANDASAN TEORI

Peningkatan pertumbuhan penduduk akan berdampak pada perubahan penggunaan lahan untuk pemukiman manusia dan kebutuhan hidup lainnya. Hal ini menyebabkan perubahan penggunaan lahan yang jika tidak dikelola dengan baik bisa berdampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, informasi mengenai peta penggunaan lahan sangat diperlukan (Kartikasari, Halik, Wiyono, 2019).

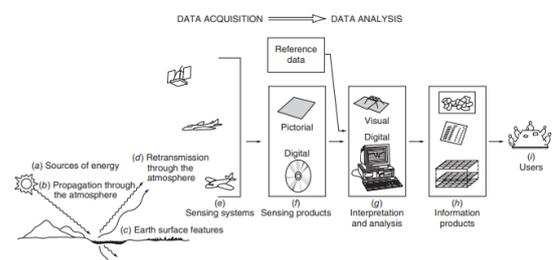
Perubahan tutupan lahan dan penggunaan lahan adalah salah satu langkah dalam mengontrol lingkungan dan ekosistem yang didalamnya termasuk aktivitas manusia (Asra, 2021).

Pertumbuhan penduduk akan berdampak pada perubahan tutupan dan penggunaan lahan, baik untuk pemukiman maupun kebutuhan hidup lainnya. perubahan penggunaan lahan bisa berdampak negatif terhadap lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (Kartikasari, Halik, Wiyono, 2019)

Permasalahan DAS Moyo yang menjadi isu pokok adalah ketergantungan penduduk terhadap lahan yang cukup tinggi sehingga berdampak pada tingginya alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian, luasnya degradasi lahan dengan luasnya sebaran lahan kritis, pencemaran air sungai, kerusakan daerah tangkapan air dan perambahan lahan serta ketidakjelasan kewenangan dan tanggung jawab pengelolaannya (Jariyah, 2020).

### *Penginderaan Jauh*

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 2004).



Gambar 1 Skema penginderaan jauh (Lillesand, Kiefer, Chipman 2015)

Dua proses dasar yang terlibat adalah akuisisi data dan analisis data. Unsur-unsur dari proses akuisisi data adalah sumber energi (a), propagasi energi melalui atmosfer (b), interaksi energi dengan fitur permukaan bumi (c), transmisi ulang energi melalui atmosfer (d), sensor udara dan/atau ruang angkasa (e), menghasilkan data sensor dalam bentuk

gambar dan/atau digital (f). Singkatnya, sensor digunakan untuk merekam variasi fitur permukaan bumi dalam memantulkan dan memancarkan energi elektromagnetik. Proses analisis data (g) terdiri dari pemeriksaan data menggunakan berbagai perangkat untuk menampilkan dan interpretasi data dan/atau komputer untuk menganalisis data sensor digital. Data referensi tentang sumber daya yang sedang diamati (seperti peta tanah, statistik tanaman, atau data pemeriksaan lapangan) digunakan untuk membantu dalam analisis data. Dengan bantuan data referensi, analisis mengekstrak informasi tentang jenis, luas, lokasi, dan kondisi berbagai sumber daya tempat data dikumpulkan. Informasi ini kemudian dihimpun (h), umumnya berupa peta, tabel, atau data spasial digital yang dapat digabung dengan layer informasi lain dalam suatu sistem informasi geografis (SIG).

### Citra Satelit Landsat 8

Landsat 8 diluncurkan pada 11 Februari 2013. Satelit pemantauan bumi ini memiliki dua sensor yaitu sensor Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS). Kedua sensor ini menyediakan resolusi spasial 30 meter (visible, NIR, SWIR), 100 meter (thermal), dan 15 meter (pankromatik). Landsat 8 memiliki orbit Sun-Synchronous orbit pada ketinggian 705 km. Landsat 8 memiliki resolusi temporal selama 16 hari (LAPAN, 2022).

Tabel 1 Perbandingan band citra Landsat 7 dan Landsat 8 (USGS dalam Purwanto, 2015)

Landsat 7			Landsat 8		
Band Name	Bandwidth (µm)	Resolution (m)	Band Name	Bandwidth (µm)	Resolution (m)
Band 1 Blue	0.45 – 0.52	30	Band 1 Coastal	0.43 – 0.45	30
Band 2 Green	0.52 – 0.60	30	Band 2 Blue	0.45 – 0.51	30
Band 3 Red	0.63 – 0.69	30	Band 3 Green	0.53 – 0.59	30
Band 4 NIR	0.77 – 0.90	30	Band 4 Red	0.64 – 0.67	30
Band 5 SWIR	1.55 – 1.75	30	Band 5 NIR	0.85 – 0.88	30
Band 7 SWIR	2.09 – 2.35	30	Band 6 SWIR	1.57 – 1.65	30
Band 8 Pan	0.52 – 0.90	15	Band 7 SWIR	2.11 – 2.29	30
Band 6 TIR	10.40 – 12.50	30/60	Band 8 Pan	0.50 – 0.68	15
			Band 9 Cirrus	1.36 – 1.38	30
			Band 10 TIRS	10.6 – 11.19	100
			Band 11 TIRS	11.5 – 12.51	100

Beberapa kombinasi band citra Landsat 8 yang paling sering digunakan dalam proses interpretasi sebagai berikut.

Tabel 2 Kombinasi band citra Landsat 8 (terra-image.com/lamdsat-8-dan-kombinasi-band)

No	Kombinasi Band	Aplikasi
1	432	Komposit warna natural menggunakan kombinasi band red (4), green (3), dan blue (2). Ini mereplikasi apa yang bisa dilihat mata manusia. Vegetasi yang sehat berwarna hijau, flora yang tidak sehat berwarna coklat. Fitur perkotaan tampak putih dan abu-abu dan air berwarna biru tua atau hitam.
2	543	Menggunakan near infrared (5), red (4), dan green (3). Karena klorofil memantulkan cahaya near infrared, komposisi band ini berguna untuk menganalisis vegetasi. Secara khusus, area dengan warna merah memiliki kesehatan vegetasi yang lebih baik. Daerah gelap adalah air dan daerah perkotaan berwarna putih.
3	764	Komposit ini menampilkan vegetasi dalam nuansa hijau. Sementara warna hijau yang lebih gelap menunjukkan vegetasi yang lebih padat, vegetasi yang jarang memiliki warna yang lebih terang. Daerah perkotaan berwarna biru dan tanah memiliki berbagai corak coklat.
4	652	Biasanya digunakan untuk pemantauan tanaman karena penggunaan short wave dan near infrared. Vegetasi yang sehat tampak hijau tua. Tapi tanah kosong memiliki rona magenta.
5	762	Kombinasi band ini sangat berguna untuk mengidentifikasi formasi geologi, fitur litologi, dan patahan.
6	431	Kombinasi band batimetri (4,3,1) menggunakan band merah (4), green (3), dan band coastal. band coastal berguna dalam studi pesisir, batimetri, dan aerosol karena memantulkan warna biru dan ungu. Kombinasi band ini baik untuk memperkirakan sedimen tersuspensi di dalam air.

### Koreksi Radiometrik

Penggunaan citra dengan basis digital number (DN) mempunyai kesalahan yang belum terkoreksi, yaitu kesalahan radiometrik dan atmosferik. Kesalahan radiometrik disebabkan karena pengaruh sudut elevasi matahari dan jarak matahari ke bumi.

Sepanjang tahun, ada perubahan musim yang sistematis dalam intensitas penyinaran matahari di permukaan bumi. Jika citra penginderaan jauh yang diambil pada waktu yang berbeda dalam setahun dibandingkan, biasanya perlu untuk dilakukan koreksi ketinggian matahari dan koreksi jarak bumi-matahari. Koreksi ketinggian matahari menjelaskan posisi musiman matahari relatif terhadap bumi. Melalui proses ini, data gambar yang diperoleh di bawah sudut pencahayaan matahari yang berbeda dinormalisasi dengan menghitung nilai kecerahan piksel

dengan asumsi matahari berada di puncak pada setiap tanggal penginderaan. Koreksi biasanya diterapkan dengan membagi setiap nilai piksel dalam suatu scene dengan sinus sudut elevasi matahari (atau kosinus dari sudut zenith matahari) untuk waktu dan lokasi pencitraan tertentu (Lillesand, Kieffer, Chipman 2015).

### Uji Akurasi

Ada banyak alasan untuk melakukan uji akurasi. Alasan paling sederhana adalah rasa ingin tahu (hasrat untuk mengetahui seberapa bagus peta yang telah kita hasilkan). Selain kepuasan yang diperoleh dari pengetahuan ini, kita juga perlu atau ingin meningkatkan kualitas informasi peta dengan mengidentifikasi dan memperbaiki sumber kesalahan. Analisis seringkali perlu membandingkan berbagai teknik, algoritma, analisis, atau interpreter untuk menguji mana yang terbaik. Jika informasi yang berasal dari data penginderaan jauh akan digunakan dalam beberapa proses pengambilan keputusan (yaitu, analisis GIS), maka sangat penting diketahui kualitasnya. Bahkan, beberapa ukuran akurasi sangat perlu untuk dimasukkan dalam persyaratan kontrak dari banyak proyek pemetaan (Congalton, Green 2009).

Salah satu cara paling umum untuk melakukan uji akurasi klasifikasi adalah membuat matriks kesalahan klasifikasi (disebut juga confusion matrix atau tabel kontingensi). Matriks kesalahan membandingkan kategori demi kategori, hubungan antara data referensi yang diketahui (ground truth) dan hasil yang sesuai dari klasifikasi otomatis. Matriks ini berbentuk tabel, dengan jumlah baris dan kolom sama dengan jumlah kategori yang akurasi klasifikasinya sedang dinilai (Lillesand, Kieffer, Chipman 2015).

Tabel 3 Contoh *confusion matrix* (Lillesand, Kieffer, Chipman 2015)

	Reference Data <sup>a</sup>						Row Total
	W	S	F	U	C	H	
Classification data							
W	226	0	0	12	0	1	239
S	0	216	0	92	1	0	309
F	3	0	360	228	3	5	599
U	2	108	2	397	8	4	521
C	1	4	48	132	190	78	453
H	1	0	19	84	36	219	359
Column total	233	328	429	945	238	307	2480
<b>Producer's Accuracy</b>	<b>User's Accuracy</b>						
W = 226/233 = 97%	W = 226/239 = 94%						
S = 216/328 = 66%	S = 216/309 = 70%						
F = 360/429 = 84%	F = 360/599 = 60%						
U = 397/945 = 42%	U = 397/521 = 76%						
C = 190/238 = 80%	C = 190/453 = 42%						
H = 219/307 = 71%	H = 219/359 = 61%						
Overall accuracy = (226 + 216 + 360 + 397 + 190 + 219)/2480 = 65%							

<sup>a</sup>W, water; S, sand; F, forest; U, urban; C, corn; H, hay.

*Overall accuracy* dihitung dengan membagi jumlah total piksel yang diklasifikasikan dengan benar (yaitu, jumlah elemen di sepanjang diagonal utama) dengan jumlah total piksel referensi. Demikian juga, keakuratan masing-masing kategori dapat dihitung dengan membagi jumlah piksel yang diklasifikasikan dengan benar di setiap kategori dengan jumlah total piksel di baris atau kolom yang sesuai.

*Producer's accuracy* dihasilkan dari membagi jumlah piksel yang diklasifikasikan dengan benar di setiap kategori (pada diagonal utama) dengan jumlah piksel set uji yang digunakan untuk kategori tersebut (total kolom). Angka ini menunjukkan seberapa baik piksel set uji dari jenis penutup yang diklasifikasikan.

*User's accuracy* dihitung dengan cara membagi jumlah piksel yang diklasifikasikan dengan benar di setiap kategori dengan jumlah total piksel yang diklasifikasikan dalam kategori tersebut (total baris). Angka ini adalah ukuran kesalahan komisi dan menunjukkan probabilitas bahwa piksel yang diklasifikasikan ke dalam kategori tertentu benar-benar mewakili kategori itu di lapangan.

*Kappa Statistik (k)* dapat dihitung dengan persamaan (Lillesand, Kieffer, Chipman 2015) sebagai berikut.

$$\hat{k} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}$$

Dimana :

- $r$  =number of rows in the error matrix
- $x_{ij}$  =number of observations in row  $i$  and column  $j$  (on the major diagonal)
- $x_{i+}$  =total of observations in row  $i$  (shown as marginal total to right of the matrix)
- $x_{+i}$  =total of observations in column  $i$  (shown as marginal total at bottom of the matrix)
- $N$  =total number of observations included in the matrix

### C. METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2021 sampai dengan Juli 2022 dalam wilayah DAS Moyo yang terletak di Kabupaten Sumbawa Provinsi Nusa Tenggara Barat, yang meliputi 12 kecamatan dan 36 desa dengan luasan sebesar 790.37 km<sup>2</sup>, dengan total jumlah penduduk yang ada didalam wilayah Das Moyo sebesar 259.996 Jiwa.



Gambar 2 Posisi DAS Moyo dalam wilayah Provinsi NTB

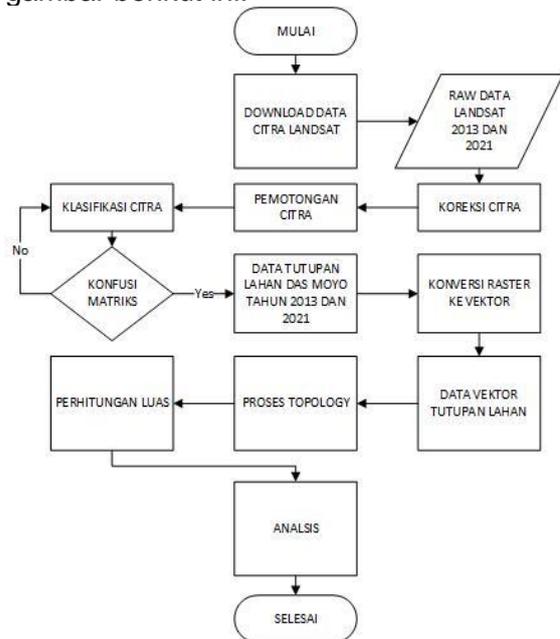
Kecamatan dan desa yang termasuk dalam wilayah Das Moyo sebagai berikut.

Tabel 4 Kecamatan dan Desa dalam Das Moyo

No	Desa	Kecamatan	Area (Ha)
1	Desa Lenangguar	Ropang	2297.5
2	Desa Lebangkar	Ropang	2.7
3	Desa Lebin	Ropang	329.6
4	Desa Lantung	Ropang	13621.5
5	Desa Sempe	Moyo Hulu	65.6
6	Desa Semamung	Moyo Hulu	4939.2
7	Desa Sebasang	Moyo Hulu	1515.6
8	Desa Mokong	Moyo Hulu	2133.0
9	Desa Batu Tering	Moyo Hulu	5097.8
10	Desa Pungkit	Lopok	4526.8
11	Desa Mama	Lopok	26,33
12	Desa Berora	Lopok	4650.2
13	Desa Kerekeh	Unter Iwis	538.0
14	Desa Pernek	Moyo Hulu	1931.4

No	Desa	Kecamatan	Area (Ha)
15	Desa Batu Bulan	Moyo Hulu	2761.5
16	Desa Boak	Unter Iwis	1531.9
17	Desa Jorok	Unter Iwis	100.8
18	Kelurahan Uma Sima	Sumbawa	180.8
19	Kelurahan Samapuin	Sumbawa	3.3
20	Kelurahan Seketeng	Sumbawa	1079.4
21	Kelurahan Brangbiji	Sumbawa	607.7
22	Desa Penyaring	Moyo Utara	2893.7
23	Desa Sebewe	Moyo Utara	2139.6
23	Desa Pungkit	Moyo Utara	989.6
24	Desa Berare	Moyo Hilir	503.7
25	Desa Batu Bangka	Moyo Hilir	421,6
26	Desa Poto	Moyo Hilir	320.0
27	Desa Moyo	Moyo Hilir	3987.9
28	Desa Serading	Moyo Hilir	2096.0
29	Desa Lopok	Lopok	4978.8
30	Desa Ngeru	Moyo Hilir	2169.1
31	Desa Dete	Lape	80.7
32	Desa Lape	Lape	261.0
33	Desa Simu	Maronge	7949.1
34	Desa Maronge	Maronge	1717.6
35	Desa Muer	Plampang	0.8
36	Desa Kakiang	Moyo Hilir	1035.0
Total			79036.9

Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3 Diagram alir penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian adalah:

- 1) Peta Batas Das Moyo dalam format shapefile dari Badan Perencanaan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kabupaten Sumbawa.

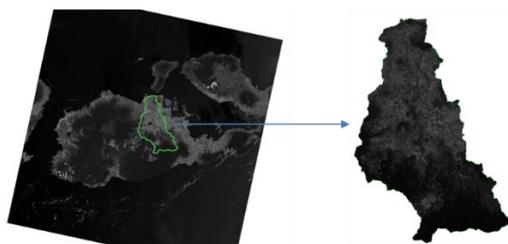
- 2) Peta Administrasi Wilayah Kecamatan dan Desa diperoleh dari Badan Perencanaan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kabupaten Sumbawa.
- 3) Citra satelit yang digunakan adalah citra satelit landsat 8 tanggal perekaman 11 Oktober 2013 (Scene ID LC81150662013284LGN01) dan tanggal perekaman 13 Juli 2021 (Scene ID LC81150662021194LGN00) yang di download dari website United State Geological Survey (USGS) di alamat <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Komputer/Laptop dengan spesifikasi yang sesuai untuk pengolahan data digital.
- 2) Software pengolah citra satelit. Dalam penelitian digunakan beberapa software seperti MS Word, MS Excel, QGIS dan *Plugin*-nya, ARCGIS are lain yang terkait.
- 3) Drone dan kamera.

Koreksi citra penting dilakukan untuk menghilangkan pengaruh atmosfer pada hasil perekaman. Koreksi dilakukan dengan software QGIS dan *Semi-Automatic Classification Plugin (SCP Plugin)*. Setelah semua band citra satelit terkoreksi selanjutnya dilakukan proses *Cropping*.

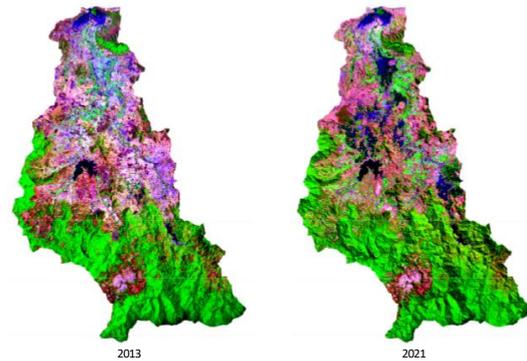
*Cropping* dilakukan sesuai dengan *AOI (Area Of Interest)* sebagai batasan area penelitian. Dalam hal ini dilakukan *cropping* sesuai dengan batas DAS Moyo.



Gambar 4 *Cropping* citra satelit Landsat 8

Setelah dilakukan koreksi dan pemotongan sesuai dengan *AOI*, selanjutnya dilakukan penggabungan band citra landsat (*composite band*) sesuai

dengan kebutuhan untuk mengekstraksi informasi yang diperlukan.



Gambar 5 Citra Composite 652 Tahun 2013 dan Tahun 2021

Dalam proses klasifikasi citra satelit landsat dilakukan klasifikasi terawasi (*supervised classification*) pada setiap data citra satelit. citra satelit akan dibagi kedalam beberapa klas tutupan lahan sesuai dengan yang kita butuhkan. Dalam penelitian ini pembagian klas tutupan lahan dilakukan sesuai dengan standar nasional indonesia tentang klas tutupan lahan. Pembagian klas sebagai berikut.

Tabel 5 Pembagian Klasifikasi Tutupan Lahan

Kode Kelas	Kelas Tutupan Lahan
1	Waduk
2	Badan Air
3	Tambak
4	Bakau
5	Hutan Lahan Kering Primer
6	Hutan Lahan Kering Sekunder
7	Sawah
8	Ladang
9	Permukiman

Metode klasifikasi yang digunakan adalah metode klasifikasi terbimbing *maximum likelihood (supervised classification)*. Dengan metode ini pembuatan training sample harus dilakukan dengan teliti dan berulang, sehingga diperoleh hasil klasifikasi dengan tingkat ketelitian yang diharapkan.

Setelah hasil klasifikasi diperoleh dilakukan uji akurasi. Uji akurasi dilakukan dengan cara membandingkan citra terklasifikasi dengan citra referensi. Dalam hal ini digunakan citra resolusi tinggi google earth untuk melakukan uji akurasi. Uji akurasi dilakukan menggunakan *Acatama Plugin* pada software QGIS.

## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses klasifikasi, citra satelit akan dibagi kedalam beberapa klas tutupan lahan sesuai dengan yang kita butuhkan. Dalam penelitian ini pembagian klas tutupan lahan dilakukan sesuai dengan standar nasional indonesia tentang klas tutupan lahan. Pembagian klas sebagai berikut.

Tabel 6 Pembagian Kelas Tutupan Lahan

Tahun 2013		Tahun 2021	
Kode	Klas Tutupan Lahan	Kode	Klas Tutupan Lahan
1	Waduk	1	Waduk
2	Badan Air	2	Badan Air
3	Tambak	3	Tambak
4	Bakau	4	Bakau
5	Hutan Lahan Kering Primer	5	Hutan Lahan Kering Primer
6	Hutan Lahan Kering Sekunder	6	Hutan Lahan Kering Sekunder
7	Sawah 1 (Ditanami)	7	Sawah 1 (Ditanami)
8	Sawah 2 (Tidak Ditanami)	8	Sawah 2 (Tidak Ditanami)
9	Ladang	9	Sawah 3 (Tergenang)
10	Permukiman	10	Ladang
		11	Permukiman

Pada klasifikasi citra satelit tahun 2021 ada perbedaan jumlah klas tutupan lahan, yaitu pada klas tutupan lahan sawah. Pada citra satelit tahun 2013 sawah dibagi kedalam dua klas dan pada citra tahun 2021 sawah dibagi kedalam 3 klas. Hal ini karena pada bulan Mei 2021 (sesuai tanggal perekaman citra) sebagian daerah irigasi dalam wilayah DAS Moyo masih musim tanam. Dalam proses klasifikasi, sawah yang tergenang memberikan nilai spektral yang berbeda dibandingkan dengan sawah yang tidak ditanami atau dengan sawah yang ditanami, sehingga perlu dilakukan pembagian kelas sawah untuk menghindari kesalahan dalam proses klasifikasi. Namun dalam proses analisa lebih lanjut (setelah proses klasifikasi selesai) klas tutupan lahan sawah 1, sawah 2, dan swah 3 akan digabungkan, sehingga secara keseluruhan klas tutupan lahan menjadi 9 (sembilan) klas.

Berikut ini adalah hasil klasifikasi tutupan lahan citra landsat 8 Tahun 2013 dan Tahun 2021.

Tabel 7 Luas Tutupan Lahan Klasifikasi Citra Landsat Tahun 2013

Kode	Klas Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Porsentase
1	Waduk	515.79	0.65%
2	Badan Air	320.40	0.41%
3	Tambak	395.81	0.50%
4	Bakau	40.31	0.05%
5	Hutan Lahan Kering Primer	15827.47	20.03%
6	Hutan Lahan Kering Sekunder	30672.31	38.81%
7	Sawah 1 (Ditanami)	763.02	0.97%
8	Sawah 2 (Tidak Ditanami)	14353.29	18.16%
9	Ladang	15479.12	19.58%
10	Permukiman	669.69	0.85%
	Jumlah	79037.18	100.00%

Hasil uji akurasi klasifikasi citra Landsat 8 tahun 2013 dengan 398 sampel yang ditentukan secara acak oleh software QGIS dan *Acatama Plugin* dengan metode stratified random sampling, dimana jumlah sampel diambil secara proporsional sesuai dengan luas kelas tutupan lahan adalah diperoleh *overall accuracy* sebesar 0.8564 dan *Kappa Statistic* sebesar 0.8082.

Tabel 8 Luas Tutupan Lahan Klasifikasi Citra Landsat Tahun 2021

Kode	Klas Tutupan Lahan	Luas (Ha)	Porsentase
1	Waduk	547.92	0.69%
2	Badan Air	77.12	0.10%
3	Tambak	362.88	0.46%
4	Bakau	110.61	0.14%
5	Hutan Lahan Kering Primer	18002.54	22.78%
6	Hutan Lahan Kering Sekunder	22306.05	28.22%
7	Sawah 1 (Ditanami)	8024.4	10.15%
8	Sawah 2 (Tidak Ditanami)	4565.88	5.78%
9	Sawah 3 (Tergenang)	3288.24	4.16%
10	Ladang	20385.63	25.79%
11	Permukiman	1366.11	1.73%
	Jumlah	79037.18	100.00%

Hasil uji akurasi klasifikasi citra Landsat 8 tahun 2021 dengan 100 sampel yang ditentukan secara acak oleh software QGIS dan *Acatama Plugin* dengan metode stratified random sampling, dimana jumlah sampel diambil secara proporsional sesuai dengan luas kelas tutupan lahan adalah diperoleh *overall accuracy* sebesar 0.9394 dan *Kappa Statistic* sebesar 0.9187.

Pada hasil klasifikasi citra landsat tahun 2013, klas Sawah 1 (Ditanami) dan Klas Sawah 2 (Tidak ditanami) digabungkan menjadi Klas Tutupan Lahan Sawah. Hal ini dilakukan untuk

memudahkan proses analisa lebih lanjut. Sehingga klasifikasi tutupan lahan menjadi 9 (sembilan) klas tutupan lahan. Sedangkan pada hasil klasifikasi landsat 8 tahun 2021, Klas Tutupan lahan Sawah 1 (ditanami), Klas Sawah 2 (tidak ditanami)

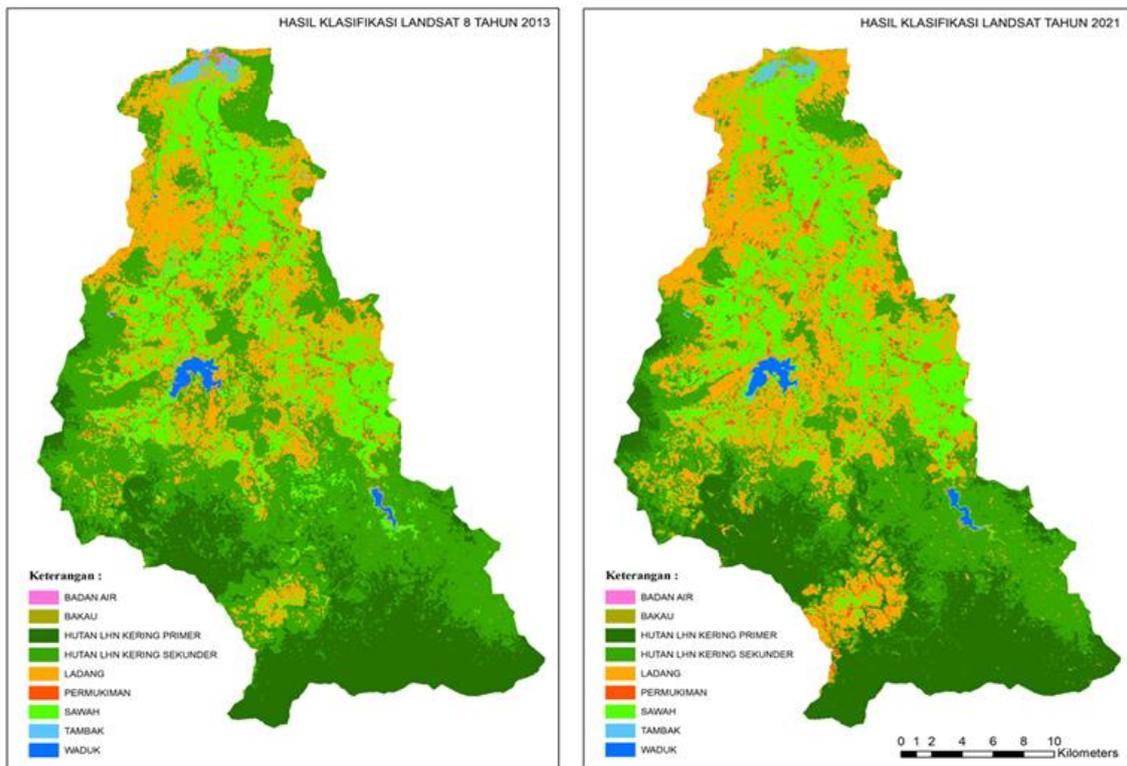
dan klas swah 3 (tergenang) digabungkan menjadi klas tutupan lahan Sawah. Perbandingan antara tutupan lahan di Das Moyo tahun 2013 dan tahun 2021 adalah sebagai berikut.

Tabel 9 Perbandingan Luas Tutupan Lahan Tahun 2013 dan Tahun 2021

Kode	Klas Tutupan Lahan 2013	2013		2021		Perubahan (Ha)	Keterangan
		Luas (Ha)	Porsentase	Luas (Ha)	Porsentase		
1	Waduk	515.79	0.65%	547.92	0.69%	32.13	(+) bertambah
2	Badan Air	320.40	0.41%	77.12	0.10%	-243.28	(-) berkurang
3	Tambak	395.81	0.50%	362.88	0.46%	-32.93	(-) berkurang
4	Bakau	40.31	0.05%	110.61	0.14%	70.30	(+) bertambah
5	Hutan Lhn Kering Primer	15,827.47	20.03%	18002.54	22.78%	2175.07	(+) bertambah
6	Hutan Lhn Kering Sekunder	30,672.31	38.81%	22306.05	28.22%	-8366.26	(-) berkurang
7	Sawah	15,116.28	19.13%	15878.49	20.09%	762.21	(+) bertambah
8	Ladang	15,479.12	19.58%	20385.48	25.79%	4906.36	(+) bertambah
9	Permukiman	669.69	0.85%	1366.09	1.73%	696.40	(+) bertambah
Luas Total (Ha)		79,037.18	100%	79,037.18	100%		

Luas hutan lahan kering sekunder mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu sebesar 8366,26 Ha. Dan klas tutupan lahan pertanian (sawah dan ladang) mengalami pertambahan luasan

sebesar 5668,57 Ha. Klas tutupan lahan Hutan Lahan Kering Primer bertambah seluas 2175,07 Ha dan klas permukiman bertambah seluas 696,40 Ha.



Gambar 6 Peta Tutupan Lahan Das Moyo Tahun 2013 dan Tahun 2021

Secara rinci perubahan setiap klas tutupan lahan, dilakukan dengan cara

meng-*overlay* peta tutupan lahan tahun 2013 dan peta tutupan lahan tahun 2021.

Tabel 10 Matriks perubahan tutupan lahan tahun 2013 dan tahun 2021

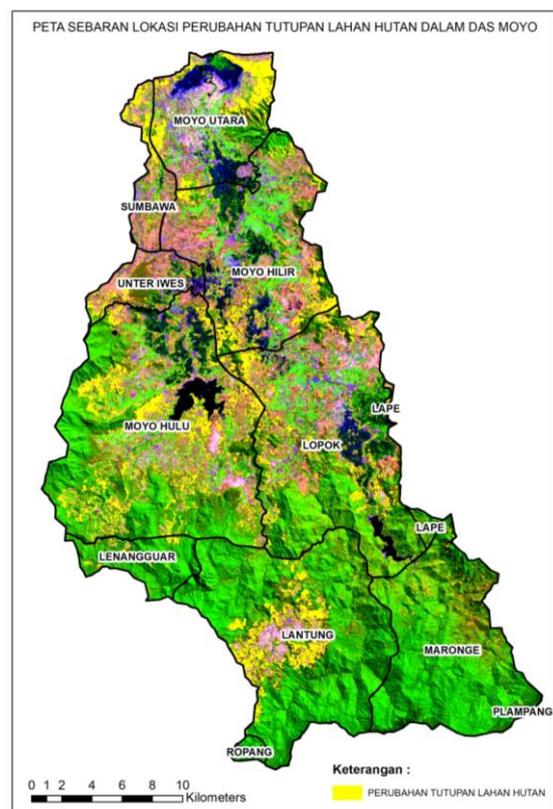
Tahun		2021										
Tahun	Kode	Klas Tutupan Lahan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Luas Total (Ha)
			WADUK	BADAN AIR	TAMBAK	BAKAU	HUTAN LHN KERING PRIMER	HUTAN LHN KERING SEKUNDER	SAWAH	LADANG	PERMUKIMAN	
2013	1	WADUK	492.00	0.09	22.25	-	-	-	1.45	-	-	515.79
	2	BADAN AIR	30.79	24.38	43.09	32.50	0.72	8.74	164.84	9.31	6.03	320.40
	3	TAMBAK	5.23	10.62	205.90	18.09	-	-	121.32	10.98	23.67	395.81
	4	BAKAU	-	0.36	-	38.42	-	-	1.35	0.18	-	40.31
	5	HUTAN LHN KERING PRIMER	-	-	-	0.90	14,833.13	897.95	11.25	66.51	17.73	15,827.47
	6	HUTAN LHN KERING SEKUNDER	-	4.50	1.89	10.62	3,144.91	19,438.15	1,219.26	6,643.09	209.89	30,672.31
	7	SAWAH	17.11	26.37	67.16	7.92	17.02	779.86	11,097.43	2,727.38	376.03	15,116.28
	8	LADANG	0.63	8.73	14.67	2.16	6.67	1,142.90	3,190.36	10,729.02	383.98	15,479.12
	9	PERMUKIMAN	2.16	2.07	7.92	-	0.09	38.45	71.23	199.01	348.76	669.69
Luas Total (Ha)			547.92	77.12	362.88	110.61	18,002.54	22,306.05	15,878.49	20,385.48	1,366.09	79,037.18

Pada penelitian ini, penulis fokus pada perubahan klas tutupan lahan Hutan Lahan Kering Primer (Kode Klas 5) dan Hutan Lahan Kering Sekunder (Kode Klas 6). Karena dua klas tutupan lahan ini mengalami perubahan luas yang cukup signifikan. Dua klas tutupan lahan ini menjadi salah satu parameter penting dalam menjaga daya dukung DAS dan menjaga siklus hidrologi.

Dari tabel diatas, luas Hutan Lahan Kering Primer pada tahun 2013 seluas 15827.47 Ha dan mengalami peningkatan pada tahun 2021 menjadi 18002,54 Ha (ada penambahan luas sebesar 2175.07 Ha). Luas Hutan Lahan Kering Sekunder pada tahun 2013 seluas 30672.31 Ha dan mengalami penurunan pada tahun 2021 menjadi 22306.05 Ha (ada pengurangan luas sebesar 8366.26 Ha).

Perubahan tutupan lahan Hutan menjadi Sawah seluas 1230.51 Ha, lahan hutan menjadi ladang seluas 6709.60 Ha dan lahan hutan menjadi permukiman seluas 227.62 Ha. Sehingga perubahan tutupan lahan hutan menjadi sawah, ladang dan permukiman adalah seluas 8167.73 Ha. Yang paling dominan adalah hutan berubah fungsi menjadi lahan pertanian (sawah dan ladang) seluas 7940.11 Ha.

Tekanan penduduk terhadap lahan di Das Moyo masuk dalam kategori sangat tinggi, yang ditunjukkan dengan nilai Indeks Ketersediaan Lahan (IKL) mencapai 0.71 (kategori sangat tinggi). Hal ini berdampak pada tingginya alih fungsi lahan (Jariyah, 2020).



Gambar 7 Peta Sebaran Perubahan Tutupan Lahan Hutan Dalam Wilayah Das Moyo

Perubahan tutupan lahan hutan menjadi peruntukan pertanian dan permukiman terjadi di semua kecamatan dalam Das Moyo dengan sebaran di Kecamatan Lantung 1313.80 Ha, Lape 14.99 Ha, Lenangguar 92.52 Ha, Lopok 1259.28 Ha, Maronge 144.92 Ha, Moyo Hilir 1169.72 Ha, Moyo Hulu 2513.25 Ha, Moyo Utara 1047.39 Ha, Ropang 1.95 Ha, Sumbawa 362.27 Ha dan Unter Iwes 247.65 Ha.

---

## E. PENUTUP

Dari sembilan klas tutupan lahan yang dianalisis dari tahun 2013 sampai tahun 2021, telah terjadi perubahan luas tutupan lahan. Luas waduk bertambah sebesar 32.13 ha dari 515.79 ha (0.65%) menjadi 547.92 ha (0.69%), luas Badan Air berkurang sebesar 243.28 ha dari 320.40 ha (0.41%) menjadi 77.12 ha (0.10%), luas tambak berkurang sebesar 32.93 ha dari 395.81 ha (0.50%) menjadi 362.88 ha (0.46%), luas bakau bertambah sebesar 70.30 ha dari 40.31 ha (0.05%) menjadi 110.61 ha (0.14%), luas hutan lahan kering primer bertambah sebesar 2175.07 ha dari 15827.47 ha (20.03%) menjadi 18002.54 ha (22.78%), luas hutan lahan kering sekunder berkurang sebesar 8366.26 ha dari 30672.31 ha (38.81%) menjadi 22306.05 ha (28.22%), luas sawah bertambah sebesar 762.21 ha dari 15116.28 ha (19.13%) menjadi 15878.49 ha (20.09%), luas ladang bertambah sebesar 4906.36 ha dari 15479.12 ha (19.58%) menjadi 20385.48 ha (25.79%), luas permukiman bertambah sebesar 696.40 ha dari 669.69 ha (0.85%) menjadi 1366.09 ha (1.73%).

Dalam rentang waktu dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2021, terjadi penurunan luas tutupan lahan hutan lahan kering sekunder yang cukup signifikan. Pada tahun 2013 luas hutan lahan kering sekunder adalah 30672.31 Ha (38.81%), namun pada tahun 2021 luasannya menjadi 22306.05 Ha (28.22%). Berkurang seluas 8366.26 ha (lebih 10% dari total luas DAS Moyo). Di sisi lain luas sawah pada tahun 2013 seluas 15116.28 Ha (19.13%), pada tahun 2021 menjadi 15878.49 Ha (20.09%). Luas ladang pada tahun 2013 seluas 15479.12 ha (19.58%), menjadi 20385.48 ha (25.79%) pada tahun 2021, bertambah sebesar 4906.36 ha. Hal ini memberi gambaran bahwa luas hutan lahan kering sekunder sebagian besar berubah secara signifikan menjadi ladang dan sawah.

Perubahan tutupan lahan hutan menjadi peruntukan lain harus dikendalikan. Hal ini penting dilakukan agar supaya kelestarian hutan sebagai

salah satu parameter penting untuk menjaga daya dukung DAS dapat terjaga.

Wujud pengendalian perubahan tutupan lahan bisa dilakukan dengan cara (1) memberikan pemahaman dan pendampingan bagi masyarakat tentang pentingnya fungsi hutan, (2) menerapkan regulasi tata ruang secara disiplin untuk mengendalikan perubahan fungsi lahan, (3) menyusun regulasi yang mengatur zona penyangga kawasan hutan, (4) penegakan hukum secara proporsional dan transparan, (5) pelibatan setiap elemen masyarakat dalam upaya menjaga dan mengelola lingkungan secara berkelanjutan, (6) menyiapkan rencana yang memadai dalam upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

Upaya-upaya tersebut diatas harus dilaksanakan secara koordinatif dan sinergis oleh semua pemangku kepentingan dalam hal ini pemerintah, pemerintah daerah, lembaga pendidikan, swasta, lembaga swadaya masyarakat, masyarakat maupun elemen lain yang terkait.

Untuk meningkatkan akurasi hasil klasifikasi terbimbing citra landsat 8, pembuatan training area dapat dilakukan dengan cermat dan berulang.

## DAFTAR RUJUKAN

- Adi, Rahardyan Nugroho, and Irfan B. Pramono. (2018). *Analisis Ketersediaan Air Di Das Brang Kua Pulau Moyo, Kabupaten Sumbawa, Propinsi Nusa Tenggara Barat*. <http://publikasiilmiah.ums.ac.id/handle/11617/10345> [accessed 2 July 2021]
- Akbari, Febrina Rahayu, 'Analisa Perubahan Tutupan Lahan Di Daerah Aliran Sungai Dengan Menggunakan Klasifikasi Terbimbing Dan Algoritma Ndzi Pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Sub Daerah Aliran Sungai Ambang Hulu Kabupaten Malang)' (unpublished Undergraduate, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2014) <<https://repository.its.ac.id/41283/>> [accessed 29 June 2021]

- Amliana, D. R., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2016). Analisis Perbandingan Nilai Ndvi Landsat 7 Dan Landsat 8 Pada Kelas Tutupan Lahan (Studi Kasus: Kota Semarang, Jawa tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 264–274.
- Asdak, Chay, 2001, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Universitas Gajah Mada.
- Asra, Reza, 'Analisis Spasial Perubahan Tutupan Lahan Tahun 1998 Dan Tahun 2018 Di Desa Tanatoro Kabupaten Sidenreng Rappang', *Plantklopedia: Jurnal Sains Dan Teknologi Pertanian*, 1.1 (2021), 19–27
- Astuti, Oktaviyani Dwi, 'Analisis Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Citra Satelit Untuk Mengetahui *Dinamika Hasil Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Rph Menggoran Bdh Playen Kph Yogyakarta*' (Universitas Gajah Mada, 2013) <<http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/65054>> [accessed 2 July 2021]
- Balai Pengelolaa DAS Dodokan Moyosari. (2017). Rencana Pengelolaan DAS Moyo Terpadu.
- Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara 1. Raat Eksekutif Ws Sumbawa 2021/2022. Rencana Alokasi Air Tahunan Wilayah Sungai Sumbawa (Das Beh, Bera, Boal (S Gapit), Cabang, Lapasariuru, Moyo, Pelaparado, Rabalaju, Rea, Rontu, Dan Tarei) Tahun 2021/2022.
- Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S., Aziz, N., Nawaz, M., & Shah, M. (2015). Land cover classification and change detection analysis of Rawal watershed using remote sensing data. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 6, 2222–3045.
- Cahyono, B. E., Febriawan, E. B., & Nugroho, A. T. (2019). Analisis Tutupan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Tidak Terbimbing Citra Landsat di Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Teknotan*, 13(1), 8. <https://doi.org/10.24198/jt.vol13n1.2>
- Candra, D. S., & Soedirman, U. J. (n.d.). Koreksi Radiometrik Citra Landsat-8 Kanal Multispektral Menggunakan Top Of Atmosphere (Toa) Untuk Mendukung Klasifikasi Penutup Lahan. 1.
- Chelaru, D.-A., & Apostol, L. (n.d.). Using Gis To Analyse Land Use Change In Bistrița Subcarpathian Valley. 13.
- Deng, Z., Zhu, X., He, Q., & Tang, L. (2019). Land use/land cover classification using time series Landsat 8 images in a heavily urbanized area. *Advances in Space Research*, 63(7), 2144–2154.
- Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Rizky Sampurno, Ahmad Thoriq, and Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran. "Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (Oli) Di Kabupaten Sumedang." *Jurnal Teknotan* 10, no. 2 (November 2016): 61–70. <https://doi.org/10.24198/jt.vol10n2.9>.
- Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sampurno, R., Thoriq, A., & Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran. (2016). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (Oli) Di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Teknotan*, 10(2), 61–70. <https://doi.org/10.24198/jt.vol10n2.9>
- Faeruzza, A. (2021). *Implikasi Laju Erosi Das Moyo Terhadap Pola Operasi Waduk Batu Bulan* [Tesis, Universitas

- Mataram].  
<http://eprints.unram.ac.id/20863/>
- FAO. (2016). *Map Accuracy Assessment and Area Estimation: A Practical Guide*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Ginting, A. Y., & Latifah, S. (n.d.). Analisis Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Karo (Analysis of Karo Regency Land Cover Changes). 11.
- Ginting, Arie Yerikho, and Siti Latifah, Analisis Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Karo (Analysis Of Karo Regency Land Cover Changes).
- Hu, Y., Batunacun, Zhen, L., & Zhuang, D. (2019). Assessment of Land-Use and Land-Cover Change in Guangxi, China. *Scientific Reports*, 9(1), 2189. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38487-w>
- Jamali, A. (2019). Evaluation and comparison of eight machine learning models in land use/land cover mapping using Landsat 8 OLI: A case study of the northern region of Iran. *SN Applied Sciences*, 1(11), 1448. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1527-8>
- Jariyah, N. (2020). Analisis Aspek Sosial Ekonomi Untuk Mendukung Pengelolaan DAS Moyo, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Penelitian Kehutanan Faloak*, 4, 95–114. <https://doi.org/10.20886/jpkf.2020.4.2.95-114>
- Kartikasari, A. N. I., Halik, G., & Wiyono, R. U. A. (2020). Assessment of land use change in Bedadung Jember watershed using landsat-8 satellite imagery. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 485(1), 012102. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/485/1/012102>
- Kaswanto, R., Yusri, D., & Sjaf, S. (2021). Analisis Faktor Pendorong Perubahan Tutupan Lahan selama Satu Dekade di Kabupaten Labuhanbatu Utara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19, 107–116. <https://doi.org/10.14710/jil.19.1.107-116>
- Kaswanto, R., Yusri, D., & Sjaf, S. (2021). Analisis Faktor Pendorong Perubahan Tutupan Lahan selama Satu Dekade di Kabupaten Labuhanbatu Utara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19, 107–116. <https://doi.org/10.14710/jil.19.1.107-116>
- Land use/land cover classification using time series Landsat 8 images in a heavily urbanized area Science Direct. (n.d.). Retrieved June 29, 2021, from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0273117718309037>
- Li, E., Du, P., Samat, A., Xia, J., & Che, M. (2015). An automatic approach for urban land-cover classification from Landsat-8 OLI data. *International Journal of Remote Sensing*, 36(24), 5983–6007.
- Lillesand, Kiefer, Chipman. (2015). *Remote sensing and image interpretation*. Seventh edition. Courier Westford.
- Liu, J., Heiskanen, J., Aynekulu, E., & Pellikka, P. K. E. (2015). Seasonal Variation Of Land Cover Classification Accuracy Of Landsat 8 Images In Burkina Faso. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*.
- Mahesti, T., Umar, E., Ariadi, A., Prasetyo, S. Y. J., & Fibriani, C. (2020). Identifikasi Perubahan Tutupan Vegetasi dan Curah Hujan Kabupaten Semarang Menggunakan Citra Saltelit Lansat 8. *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 3(1), 30–42.
- Mahesti, T., Umar, E., Ariadi, A., Prasetyo, S. Y. J., & Fibriani, C. (2020). Identifikasi Perubahan Tutupan Vegetasi dan Curah Hujan Kabupaten Semarang Menggunakan Citra Saltelit Lansat 8. *Indonesian*

- 
- Journal of Computing and Modeling*, 3(1), 30–42.
- Menteria Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. *Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Sumbawa*. Keputusan Menteri PUPR Nomor 41/KPTS/M/2017.
- Nugroho, D., Sasmito, B., & Wijaya, A. P. (2015). Monitoring Perubahan Area Persawahan Dengan Penginderaan Jauh Data Landsat Multitemporal (Studi Kasus Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 4(2), 224–231.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2020 tentang *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020-2024*.
- Pusat Pemanfaatan Penginderaan jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa nasional. (2015). *Pedoman Pengelolaan Data Penginderaan Jauh Landsat 8*.
- Saniputra, F. S., & Kamal, M. (2020). Pemetaan Perubahan Penutup Lahan Menggunakan Citra Satelit Untuk Mengetahui Hasil Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Kabupaten Wonosobo. *Jurnal Bumi Indonesia*, 9(3), Article 3. <http://lib.geo.ugm.ac.id/ojs/index.php/jbi/article/view/1187>
- Spruce, J., Bolten, J., Mohammed, I. N., Srinivasan, R., & Lakshmi, V. (2020). Mapping Land Use Land Cover Change in the Lower Mekong Basin From 1997 to 2010. *Frontiers in Environmental Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00021>
- Sumarlin, A. (2019). *Analisis Hubungan Tutupan Lahan terhadap Debit Aliran di Sub DAS Ngrowo-Ngasinan Menggunakan Citra Landsat 8 OLI/TIRS*. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/91148>
- Yan, L., & Roy, D. P. (2020). Spatially and temporally complete Landsat reflectance time series modelling: The fill-and-fit approach. *Remote Sensing of Environment*, 241, 111718. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111718>
- Yekti, Andhono, Bambang Sudarsono, and (Graham, 1999), 'Analisis Perubahan Tutupan Lahan Das Citanduy Dengan Metode Penginderaan Jauh', *Jurnal Geodesi Undip*, 2.4 (2013) <<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/3692>> [accessed 31 May 2021]
- Yusuf, Muhammad, 'Analisis Perubahan Tutupan Lahan Daerah Aliran Sungai Sei Ular', 2018.
- Zahid Zaidan, Farrel, 'Analisis Perubahan Tutupan Lahan Di Sub Das Batang Limun Dengan Menggunakan Citra Landsat' (unpublished other, Universitas Jambi, 2021) <<https://repository.unja.ac.id/20322/>> [accessed 29 June 2021]
-