

# **SKRIPSI**

## **PROYEKSI PERUBAHAN PENUTUPAN LAHAN DAERAH ALIRAN SUNGAI TANGKA TAHUN 2041**

**Disusun dan diajukan oleh**

**MUH. IRIANSYAH AKRAM**

**M011181334**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN**

**FAKULTAS KEHUTANAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PROYEKSI PERUBAHAN PENUTUPAN LAHAN DAERAH ALIRAN SUNGAI TANGKA TAHUN 2041

Disusun dan diajukan oleh

**MUH. IRIANSYAH AKRAM**

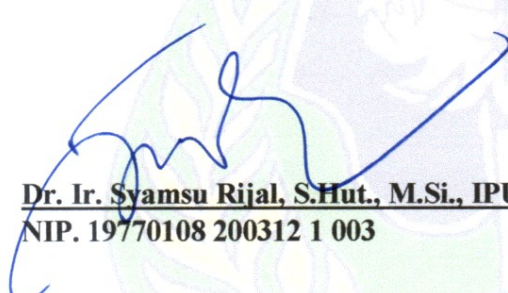
**M011181334**

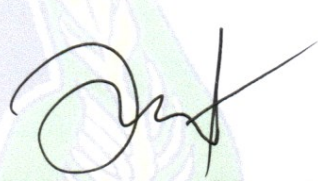
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan  
Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 26 September 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing pendamping**

  
Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU  
NIP. 19770108 200312 1 003

  
Munajat Nursaputra, S.Hut., M.sc  
NIP. 19900729 202012 1 012

**Ketua Program Studi**



  
Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU  
NIP. 19770108 200312 1 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muh. Iriansyah Akram

NIM : M011181334

Program Studi : Kehutanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**“Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan Daerah Aliran Sungai  
Tangka Tahun 2041”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 26 September 2022

Yang menyatakan,



Muh. Iriansyah Akram

## ABSTRAK

**Muh. Iriansyah Akram (M011181334). Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan Daerah Aliran Sungai Tangka Tahun 2041. Dibawah Bimbingan Syamsu Rijal dan Munajat Nursaputra.**

Perubahan lahan merupakan proses bertambah atau berkurangnya luasan suatu lahan, dari penutupan yang satu ke penutupan lahan lainnya dalam selisih kurun waktu yang berbeda. Perubahan yang terjadi pada suatu wilayah karena adanya peningkatan kebutuhan manusia, sehingga hal tersebut berdampak pada kelestarian ekosistem alami pada masa yang akan datang. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi perubahan penutupan lahan tahun 2001, 2011 dan 2021, faktor yang mendorong perubahan penutupan lahan dan melakukan proyeksi perubahan penutupan lahan tahun 2041. Analisis perubahan penutupan lahan dan faktor yang pendorong perubahan dilakukan menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis dan proyeksi perubahan penutupan lahan menggunakan sistem teknik *Multi Layer Perceptron* (MLP) dan pemodelan *Cellular Automata* (CA) *markov chain* pada *software* Idrisi Selva. Hasil identifikasi perubahan penutupan lahan pada periode 2001-2021 DAS Tangka menunjukkan terjadinya perubahan tutupan lahan yang dominan berupa pertanian lahan kering campur semak seluas 2.605,75 ha atau 8,73% dari kelas penutupan pertanian lahan kering campur semak, yang sebagian besar terkonversi menjadi pemukiman dan sawah. Dimana faktor pendorong yang berpengaruh terhadap perubahan penutupan lahan pada DAS Tangka adalah jaringan jalan, pemukiman, kepadatan penduduk dan kemiringan lereng. Proyeksi penutupan lahan tahun 2041 menunjukkan luasan pemukiman dan sawah yang terkonversi dari pertanian lahan kering campur semak semakin bertambah yakni mengalami peningkatan luasan sebesar 7,23%. Sedangkan hutan lahan kering primer mengalami penurunan luasan sebesar 7,49%, sebaliknya hutan lahan kering sekunder dan hutan tanaman mengalami penambahan luasan masing-masing 5,26% dan 33,01% dari luas masing-masing kelas penutupan lahan.

Kata Kunci: Perubahan Penutupan Lahan, Proyeksi, Faktor pendorong, *CA markov Chain*, *Multi Layer Perceptron*.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas anugerah, rahmat, karunia dan izin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul **“Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan Daerah Aliran Sungai Tangka Tahun 2041”**.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapat berbagai kendala. Tanpa bantuan dan petunjuk dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik. Untuk itu, dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada **Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU** dan **Munajat Nursaputra, S.Hut., M.Sc** selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membantu dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terkhusus, skripsi ini tidak luput dari peran orang-orang istimewa bagi penulis, maka penulis menghaturkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda **Lukman** dan Ibunda **Ramlah. S** atas doa, kasih sayang, perhatian, pengorbanan dan motivasi dalam mendidik dan membesarkan penulis yang selalu mengiringi tiap langkah penulis sehingga sampai ke titik ini, serta kepada saudari **Zulfatiha Lukmayani, Hikmaria Al Fisyar** dan **Resky Fauziah** yang selalu menghibur penulis.

Selain itu, penulis juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Daud Malamassam, M.Agr** dan **Prof. Dr. Ir. Samuel A. Paembonan** selaku penguji yang telah membantu dalam memberikan saran, guna perbaikan skripsi ini.
2. Ketua Program Studi Kehutanan Bapak **Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU** serta Bapak/Ibu dosen dan seluruh Staf Administrasi Fakultas Kehutanan atas bantuannya.
3. Kakak-kakak, teman-teman serta adik-adik di **Laboratorium Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan**, penulis ucapkan terima kasih atas bantuan,

diskusi-diskusi dan masukan-masukan dikala penulis mendapat kendala selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.

4. Teman-teman seperjuangan **Generasi PSIK 2018** Adwan, Ayu Iwit, Darma, Yunus, Afdal, Fauzi, Cimma, Lady, Nadia, Ismi, Nurannisa, Windah. Terima kasih atas bantuan, diskusi, kerjasama, kebersamaan dan dukungannya selama kuliah dan diakhir *study* saya.
5. Saudari tercinta **Hikmaria Al Fisyar** penulis ucapkan terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya selama melakukan pengambilan data di lokasi penelitian.
6. Bapak **Dr. Ir Ridwan, M.SE** selaku penasehat akademik atas segala motivasi dan bimbingannya selama ini sejak awal mulai menjadi mahasiswa di Fakultas Kehutanan Universitas Hasnuddin
7. Teman-teman seperjuangan **SOLUM 2018**, terima kasih atas kebersamaan dan motivasi yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Kehutanan Universitas Hasnuddin.

Terakhir penulis ucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam semua proses baik dalam proses penyusunan tugas akhir dan juga selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Makassar, 26 September 2022

Muh. Iriansyah Akram

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Tujuan dan kegunaan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Penutupan Lahan .....	4
2.2. Perubahan Penutupan Lahan .....	5
2.3. Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan .....	6
2.4. Daerah Aliran Sungai .....	9
2.5. GIS dan Penginderaan Jauh.....	11
2.5.1. Citra Satelit Landsat.....	12
2.5.2. Interpretasi Citra.....	15
III. METODE PENELITIAN.....	21
3.1. Waktu dan tempat.....	21
3.2. Alat dan bahan.....	22
3.3. Prosedur penelitian .....	23
3.3.1. Pengumpulan data .....	24
3.3.2. Penetapan batas lokasi penelitian.....	25
3.3.3. Pengolahan citra .....	26
3.3.4. Penetapan titik-titik lokasi pengecekan data lapangan.....	27
3.3.5. Uji Akurasi Hasil Interpretasi Citra .....	29
3.3.6. Identifikasi variabel faktor pendorong .....	30
3.4. Analisis data .....	31

3.4.1.	Proyeksi perubahan penutupan lahan.....	31
3.4.2.	Validasi data.....	33
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1.	Perubahan Penutupan Lahan .....	34
4.2	Hasil Uji Akurasi Interpretasi Citra Tahun 2021 .....	39
4.2.	Faktor pendorong Perubahan Penutupan Lahan.....	40
4.3.	Validasi Model <i>Land Change Modeler</i> .....	43
4.4.	Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan .....	45
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1.	Kesimpulan.....	52
5.2.	Saran.....	52
	DAFTAR PUSTAKA .....	53
	LAMPIRAN.....	58



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1.	Kombinasi band citra satelit landsat 7 dan landsat 8 (www.esri.com) ...	16
Tabel 2.	Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.....	22
Tabel 3.	Confusion matrix (Lillesand dan Kiefer, 1994 dalam (Sampurno dan Thoriq, 2016)).....	29
Tabel 4.	Luas Perubahan penutupan lahan tahun 2001, 2011 dan 2021 .....	34
Tabel 5.	Matriks Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2001 ke 2021 .....	35
Tabel 6.	Confusion matriks titik pengecekan setiap kelas penutupan lahan tahun 2021 di Daerah Aliran Sungai Tangka.....	39
Tabel 7.	Uji Korelasi Variabel Faktor Pendorong dengan Nilai Cramer's V .....	41
Tabel 8.	Perbandingan Luas Penutupan Lahan tahun 2021 aktual dan proyeksi..	44
Tabel 9.	Matriks kemungkinan perubahan penutupan lahan tahun 2001-2021 ....	46
Tabel 10.	Luas Perubahan Penutupan Lahan tahun 2001, 2021, dan Proyeksi 2041 .....	47
Tabel 11.	Matriks Perubahan Penutupan Lahan tahun 2021 ke 2041 .....	49

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1.	Ilustrasi Multi-layer Perceptron (Rahmah dkk., 2019) .....	7
Gambar 2.	Matriks Peluang Transisi (Tasha, 2012) .....	8
Gambar 3.	Peta Lokasi Penelitian .....	21
Gambar 4.	Diagram Alur Penelitian.....	24
Gambar 5.	Peta Penyebaran Titik Lokasi Ground Check .....	28
Gambar 6.	Peta Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2001-2021.....	38
Gambar 7.	Peta Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan Tahun 2021 ke 2041 .....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1.	Kondisi Penutupan Lahan di Lapangan dan Kenampakan Citra Landsat 7 ETM+ Kombinasi Band 543 dan Citra Landsat 8 OLI Kombinasi Band 654 .....	58
Lampiran 2.	Peta Penutupan Lahan Tahun 2001 .....	60
Lampiran 3.	Peta Penutupan Lahan Tahun 2011 .....	61
Lampiran 4.	Peta Penutupan Lahan Tahun 2021 .....	62
Lampiran 5.	Peta Hasil Proyeksi Penutupan Lahan Tahun 2021 .....	63
Lampiran 6.	Peta Hasil Proyeksi Penutupan Lahan Tahun 2041 .....	64
Lampiran 7.	Peta Faktor Pendorong Jarak dari Jaringan Jalan terhadap Perubahan Penutupan Lahan .....	65
Lampiran 8.	Peta Faktor Pendorong Jarak dari Jaringan Sungai terhadap Perubahan Penutupan Lahan .....	66
Lampiran 9.	Peta Faktor Pendorong Jarak dari Pemukiman terhadap Perubahan Penutupan Lahan .....	67
Lampiran 10.	Peta Faktor Pendorong Kepadatan Penduduk terhadap Perubahan Penutupan Lahan .....	68
Lampiran 11.	Peta Faktor Pendorong Kemiringan lereng terhadap Perubahan Penutupan Lahan .....	69
Lampiran 12.	Titik Pengecekan Lapangan (Ground Check) Kelas Penutupan Lahan .....	70
Lampiran 13.	Validasi Data Proyeksi Pemodelan Markov .....	86

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar belakang

Perubahan penutupan lahan adalah sebuah proses bertambah dan berubahnya suatu fungsi lahan dari tutupan yang satu ke tutupan lahan lainnya, juga dengan berkurangnya tipe penutupan lahan pada selisih kurun waktu yang berbeda (Martin (1993) dalam (Wahyunto dkk., 2001)). Perubahan penutupan lahan dapat berubah secara alamiah ataupun perubahan karena akibat kegiatan manusia. Perubahan yang terjadi secara alamiah dapat disebabkan karena bencana alam seperti likuifaksi, gempa bumi, tanah longsor, dan banjir. Sedangkan Perubahan penutupan lahan yang disebabkan dari aktivitas manusia terjadi karena penambahan jumlah penduduk serta bertambahnya kebutuhan pokok manusia, daerah yang banyak mengalami perubahan penutupan lahan daerah pinggiran terutama perubahan penutupan lahan pertanian menjadi penutupan lahan non pertanian yang disebabkan adanya pengaruh perkembangan perkotaan (Eko dan Rahayu, 2012).

Peningkatan kebutuhan lahan sudah tidak bisa dihindari lagi seiring dengan penambahan penduduk. Hampir semua aktivitas manusia melibatkan pemanfaatan lahan. Karena jumlah dan aktivitas manusia semakin bertambah dengan cepat maka lahan menjadi sumberdaya yang langka (Wahyuni dkk., 2014). Lamb dkk. (2005) dalam Rijal dkk (2016) mengatakan perubahan penutupan lahan yang disebabkan manusia akan berdampak pada kelestarian ekosistem alami, seperti penutupan lahan yang awalnya hutan yang akan mengalami degradasi akibat alih fungsi lahan, akan menyebabkan penurunan produktivitas lahan pada masa yang akan datang yang disebut dengan lahan kritis.

Identifikasi kondisi penutupan lahan dari waktu ke waktu dan menganalisis faktor pendorong yang menyebabkan perubahan menjadi sesuatu hal yang perlu untuk dilakukan melihat banyaknya dampak lingkungan yang disebabkan oleh perubahan penutupan lahan. Identifikasi perubahan penutupan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan sistem informasi geografis (SIG). Pemanfaatan SIG dan data citra satelit merupakan suatu teknologi yang tepat dalam mengelola data spasial-temporal perubahan penutupan lahan (Rijal dkk., 2016). Analisis

perubahan penutupan lahan tidak hanya berguna untuk pengelolaan sumberdaya alam berkelanjutan, tetapi juga dapat dijadikan suatu informasi dalam merencanakan tata ruang di masa yang akan datang khususnya dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah berbasis daerah aliran sungai (DAS). Kerena rusaknya kondisi penutupan lahan saat di DAS menyebabkan tingginya tingkat kejadian bencana seperti tanah longsor ataupun banjir.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nisarto (2016), pada salah satu DAS di Provinsi Sulawesi Selatan yakni DAS Tangka terkait tingkat kerawanan banjir, diperoleh informasi bahwa terdapat ketidaksesuaian pola penutupan lahan dengan potensi lahan yang dimiliki DAS Tangka dimana penutupan lahan yang seharusnya berfungsi sebagai daerah tangkapan air, namun kenyataannya penutupan lahan tersebut dijadikan sebagai lahan pertanian oleh penduduk setempat. Sehingga DAS Tangka mempunyai potensi menimbulkan bencana alam karena ketidaksesuaian lahan. Bencana alam yang pernah terjadi di DAS Tangka terjadi pada tahun 2006 yakni bencana banjir bandang. Imran dkk (2012) menjelaskan bahwa banjir bandang yang terjadi di DAS Tangka tahun 2006 tepatnya di kawasan hilir Kabupaten Sinjai mengakibatkan banyak kerugian. Selain itu, penelitian Chandra (2014) memberikan informasi bahwa pada tahun 2014 wilayah DAS Tangka pernah terjadi bencana tanah longsor. Kejadian ini merupakan bencana terbesar yang pernah terjadi di Dusun Patalassang yang menghancurkan puluhan hektar sawah, kebun warga. rusaknya dua jembatan utama, turbin Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro (PLTMH) dan satu mobil angkutan milik desa. Berdasarkan keadaan ini, perlu untuk memahami perubahan penutupan lahan di DAS Tangka saat ini dan melakukan proyeksi perubahan pada masa yang akan datang. Untuk melaksanakan hal tersebut, maka peneliti melakukan penelitian tentang yang berjudul “Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan DAS Tangka Tahun 2041”.

## 1.2. Tujuan dan kegunaan

Tujuan dari Penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi perubahan penutupan lahan tahun 2001, 2011 dan 2021 di DAS Tangka
2. Mengidentifikasi faktor yang mendorong perubahan penutupan lahan di DAS Tangka
3. Melakukan proyeksi perubahan penutupan lahan tahun 2041, berdasarkan perubahan penutupan lahan tahun 2001 ke tahun 2021

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan informasi *database* tentang prediksi penutupan lahan tahun 2041 yang bermanfaat bagi kegiatan perencanaan jangka Panjang, khususnya pada pengelolaan DAS atau kehutanan pada tingkat tapak seperti Kesatuan Pengelolaan Hutan. Informasi ini juga dapat dijadikan sebagai referensi spasial, baik dalam penyusunan program rehabilitasi, reboisasi maupun program-program lainnya yang mendukung kualitas dan keberlangsungan DAS Tangka.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penutupan Lahan

Lahan merupakan salah satu sumberdaya alam yang dapat dimanfaatkan dengan cara diolah agar menghasilkan produk untuk memenuhi kebutuhan manusia (Sudarmanto dkk., 2014). Menurut FAO (1976), lahan dapat diartikan suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi dan vegetasi dimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi potensi penutupannya, termasuk didalamnya adalah akibat-akibat kegiatan manusia, baik masa lalu maupun sekarang.

Pengertian penutupan lahan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7645 (2010) adalah tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati merupakan suatu hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada penutup lahan tersebut. Penutup lahan juga didefinisikan sebagai salah satu komponen pendukung sistem kehidupan dimana semakin baik jenis penutup lahan semisal vegetasi maka dapat diasumsikan bahwa kawasan tersebut memiliki nilai keanekaragaman hayati yang tinggi (Fauzi dkk., 2016). Penutupan lahan (*land cover*) mengacu pada penutupan lahan yang mencirikan suatu areal tertentu, yang merupakan pencerminan dari bentuk lahan dan iklim lokal. Penutupan lahan berkaitan dengan vegetasi berupa pohon, rumput, air dan bangunan. Informasi penutupan dapat diperoleh dari citra penginderaan jauh, foto udara, foto satelit dan teknologi lainnya yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi penutupan lahan (Diana, 2008)

Arsyad (2010) dalam (Ardiansah, 2017) mengemukakan bahwa penutupan lahan, berbeda dengan istilah penggunaan lahan. Penggunaan lahan biasanya meliputi segala jenis kenampakan dan sudah dikaitkan dengan aktivitas manusia dalam memanfaatkan lahan, sedangkan penutupan lahan mencakup segala jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi yang ada pada lahan tertentu. Penutupan lahan merupakan aspek penting karena penutupan lahan mencerminkan tingkat peradaban manusia yang menghuninya.

Pengetahuan tentang penggunaan lahan dan penutupan lahan penting untuk berbagai kegiatan perencanaan dan pengelolaan yang berhubungan dengan permukaan bumi. Penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada dipermukaan bumi. Istilah penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada bidang lahan tertentu. Sebagai contoh, sebidang lahan di daerah pinggiran kota mungkin digunakan untuk perumahan satu keluarga. Sebidang lahan tersebut mempunyai penutupan lahan yang terdiri dari atap, permukaan yang diperkeras, rumput dan pepohonan (Lillesand & Kiefer (1994) dalam (Ardiansah, 2017)).

## **2.2. Perubahan Penutupan Lahan**

Perubahan penutupan lahan adalah bertambahnya suatu penutupan lahan dari satu sisi penutupan ke penutupan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe penutupan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda (Martin, 1993 dalam Wahyunto dkk., 2001). Perubahan penutupan lahan secara umum dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor alami seperti iklim, topografi, tanah atau bencana alam dan faktor manusia berupa aktivitas manusia pada sebidang lahan. Faktor manusia dirasakan berpengaruh lebih dominan dibandingkan dengan faktor alam karena sebagian besar perubahan penutup lahan pada sebidang lahan dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup (Sudadi dkk, 1991 dalam (Dinda, 2019)).

Perubahan penutupan lahan pada umumnya terjadi oleh karena faktor manusia seperti penambahan penduduk, ekonomi dan struktur sosial dan faktor alam seperti banjir, kekeringan, kebakaran hutan dan gunung meletus. Perubahan karena manusia sangat menonjol terutama karena faktor aksesibilitas, pesatnya laju pertumbuhan penduduk dan jarak lokasi terhadap pusat kegiatan (infrastruktur). Sedangkan perubahan karena sifat lahannya sendiri yang paling banyak terjadi adalah di daerah pantai atau sungai yang berubah karena pengaruh alam seperti iklim dan erosi (Diana, 2008).

Faktor utama yang mendorong perubahan penutupan lahan adalah jumlah penduduk yang semakin meningkat sehingga mendorong mereka untuk merubah lahan. Tingginya angka kelahiran dan perpindahan penduduk memberikan pengaruh yang besar pada perubahan penutupan lahan. Perubahan lahan juga bisa



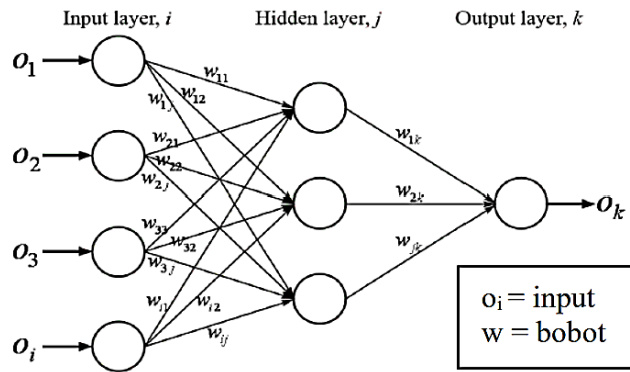
disebabkan adanya kebijaksanaan pemerintah dalam melaksanakan pembangunan di suatu wilayah. Selain itu, pembangunan fasilitas sosial dan ekonomi seperti pembangunan pabrik juga membutuhkan lahan yang besar walaupun tidak diiringi dengan adanya pertumbuhan penduduk disuatu wilayah (Diana, 2008).

### **2.3. Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan**

Identifikasi perubahan penutupan lahan pada suatu wilayah merupakan suatu proses mengidentifikasi perbedaan keberadaan suatu objek atau fenomena yang diamati pada waktu yang berbeda (Syakur dkk., 2010). Model adalah penyederhanaan suatu sistem tertentu di dunia nyata. Pemodelan penutupan lahan, dibangun dengan mengkombinasikan model dinamika perubahan lahan dengan SIG (Purnomo, 2014).

*Artificial Neural Network* (ANN) merupakan suatu metode, teknik atau pendekatan yang memiliki kemampuan untuk mengukur dan memodelkan suatu perilaku dan pola yang kompleks. ANN telah digunakan di berbagai disiplin ilmu seperti ekonomi, kesehatan, klasifikasi bentang lahan, pengenalan pola, prediksi kondisi iklim, dan penginderaan jauh (Atkinson dan Tatnall, 1997 dalam (Tasha, 2012)).

Perkembangan ilmu komputasi, melahirkan metode pemodelan *Multi-layer Perceptron* (MLP) adalah salah satu bentuk arsitektur jaringan *Artificial Neural Network* (ANN) yang semakin banyak digunakan untuk berbagai aplikasi. MLP dapat diterapkan dalam analisis diskriminan non linier (untuk klasifikasi) dan sebagai fungsi regresi non linear. MLP memiliki keuntungan menggambarkan hubungan yang ada antara variabel input dan output tanpa diketahui sebelumnya hubungan antara variabel-variabel itu sendiri. *Multi-layer Perceptron* (MLP) menerapkan teknik supervised learning yang disebut Backpropagation sebagai metode pembelajaran jaringan. Pada dasarnya MLP terdiri dari suatu input layer, satu atau lebih hidden layer, dan satu output layer. Lapisan input terdiri dari beberapa unit yang menerima masukan dari dunia nyata (variabel pendorong), sementara output layer mengembalikan hasil kembali ke dunia nyata. Sisa dari unit tersebut diatur dalam satu atau lebih lapisan tersembunyi, yang bertanggung jawab untuk mengekstraksi pola yang mendasari dari input (Yassin dkk., 2017).



Gambar 1. Ilustrasi Multi-layer Perceptron (Rahmah dkk., 2019)

Hasil komparasi akurasi diketahui bahwa Model CA-MLP memiliki akurasi yang paling baik dibandingkan dengan model lainnya seperti CA-Logistik Biner dan CA-SMCE AHP. Kemampuan MLP *neural network* dalam mengenali dan menjelaskan pola dari proses pembelajaran dapat menghasilkan model yang sifatnya non linear, hal ini lebih unggul daripada hubungan yang bersifat linear. Selain itu MLP *neural network* dapat bekerja pada data yang mengandung banyak error dan data yang memiliki korelasi antar variabel (Parasdyo & Susilo, 2012).

Rantai markov (*Markov chain*) adalah suatu teknik matematika yang biasa digunakan untuk pembuatan model (modelling) bermacam-macam sistem dan proses bisnis. Teknik ini dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan di waktu yang akan datang dalam variabel-variabel dinamis atas dasar perubahan dari variabel-variabel dinamis tersebut di waktu yang lalu. Teknik ini juga dapat digunakan untuk menganalisa kejadian-kejadian di waktu mendatang secara matematis dan sistematis (Ardiansah, 2017).

Metode *Markov Chain* pertama kali diperkenalkan sekitar tahun 1907 oleh seorang ahli matematika bernama Andrei A. Markov yang berasal dari Rusia. Metode Markov Chain akan berhubungan dengan suatu rangkaian proses dimana kemungkinan terjadinya suatu kejadian, diasumsikan hanya tergantung pada kondisi yang langsung mendahuluinya, dan tidak tergantung pada rangkaian kejadian sebelumnya (non-aftereffect) (Veldkamp dan Lambin, 2001 dalam (Tasha, 2012)). *Markov Chain* bisa diterapkan di berbagai bidang antara lain ekonomi, politik, kependudukan, industri, pertanian dan lain-lain. Salah satu pemanfaatan dari metode *Markov Chain* adalah untuk memproyeksi penutupan lahan ke depan.

*Markov Chain* merupakan proses acak dimana semua informasi tentang masa depan terkandung di dalam keadaan sekarang (yaitu orang tidak perlu memeriksa masa lalu untuk menentukan masa depan). Dalam teori probabilitas statistik, yang dianalisis dalam proses Markov adalah fenomena yang berubah terhadap waktu secara acak untuk keadaan tertentu (Baja, 2012). Chang (2012) dalam Wardani dkk (2013) *Markov Chain* adalah suatu proses statistik yang memiliki sifat bahwa suatu fenomena di masa yang akan datang tidak dipengaruhi oleh fenomena di masa lalu melainkan hanya dipengaruhi oleh fenomena saat ini saja. Prinsip dasar Markov Chain adalah mengukur probabilitas pada serangkaian kejadian di masa sekarang untuk memprediksi kejadian di masa depan. *Markov Chain* seringkali berperan menjadi konsep dasar yang digunakan pada pengembangan lanjutan, seperti model CA-Markov (Tasha, 2012).

Matriks peluang transisi akan dihasilkan dan dijadikan dasar untuk melakukan proyeksi penutupan lahan ke depan. Bentuk dari matriks transisi tersebut adalah sebagai berikut.

$$P = (P_{ij}) = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}$$

Gambar 2. Matriks Peluang Transisi (Tasha, 2012)

$P_{ij}$  merupakan nilai peluang perubahan penutupan lahan  $i$  menjadi penutupan lahan  $j$ , dimana  $n$  menunjukkan jumlah kelas penutupan lahan. Besarnya nilai  $P_{ij}$  harus memenuhi syarat yaitu  $0 \leq P_{ij} \leq 1$  ( $i, j, = 1, 2, 3, \dots, n$ ).

*Cellular Automata (CA)* adalah sistem dinamika diskrit dimana ruang dibagi kedalam bentuk spasial sel teratur dan waktu berproses pada setiap tahapan yang berbeda yang terdiri dari lima unsur yaitu sel, kondisi, ketetanggaan, aturan transisi, dan waktu. CA merupakan suatu metode untuk memprediksi perubahan sistem dinamika yang bergantung pada aturan sederhana dan berkembang hanya menurut aturan tersebut dari waktu ke waktu. CA melakukan proses komputasi berdasarkan prinsip ketetanggaan sel (*neighbourhood*). CA sudah banyak dikembangkan untuk berbagai macam aplikasi antara lain untuk prediksi sedimentasi, pemodelan aliran

granular, pemodelan arus lalu lintas, prediksi pertumbuhan pemukiman dan perubahan penutupan lahan. CA merupakan pendekatan komputasi berbasis keruangan yang memiliki keunggulan dalam mengakomodasi dimensi ruang, waktu dan atributnya. CA lebih realistis untuk menemukan rumus transisi yang merepresentasikan tenaga dorongan dan tarikan pada perubahan (Uktoro, 2013).

#### **2.4. Daerah Aliran Sungai**

Daerah Aliran Sungai atau DAS merupakan satuan wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak – anak sungai yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alamiah, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Undang-undang No. 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air). Asdak (2010) mengatakan Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah yang dikelilingi dan dibatasi oleh topografi alami berupa punggung bukit atau pegunungan, dimana presipitasi yang jatuh di atasnya mengalir melalui titik keluar tertentu (outlet) yang akhirnya bermuara ke danau atau ke laut. Batas-batas alami DAS dapat dijadikan sebagai batas ekosistem alam, yang dimungkinkan bertumpang tindih dengan ekosistem buatan, seperti wilayah administratif dan wilayah ekonomi. Namun seringkali batas DAS melintasi batas kabupaten, 6 provinsi bahkan lintas negara.

Daerah Aliran Sungai (DAS) dipahami sebagai suatu wilayah yang merupakan kesatuan ekosistem, dengan berbagai komponen di dalamnya yaitu morfometri, tanah, geologi, vegetasi, tata guna lahan dan manusia. Perubahan yang terjadi pada suatu lingkungan DAS akan berpengaruh pada kondisi alam serta lingkungan sosial dan budaya masyarakatnya. Sebagai contoh perkembangan jumlah penduduk, perubahan pola pemanfaatan lahan untuk industri dan perumahan, kegiatan pertanian intensif, pemilihan jenis tanaman yang ditanam serta berbagai intervensi kegiatan manusia terhadap lahan mengakibatkan perubahan keadaan ekosistem dan mempengaruhi kondisi sosial masyarakatnya (Haryanti & Sukresno, 2003).

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan, dengan daerah bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi. Perubahan penutupan lahan di daerah hulu akan memberikan dampak di daerah hilir dalam bentuk fluktuasi debit air, kualitas air dan transport sedimen serta bahan-bahan terlarut di dalamnya. Pengelolaan DAS merupakan aktifitas yang berdimensi biofisik (seperti, pengendalian erosi, pencegahan dan penanggulangan lahan-lahan kritis, dan pengelolaan pertanian konservatif); berdimensi kelembagaan (seperti, insentif dan peraturan-peraturan yang berkaitan dengan bidang ekonomi), dan berdimensi sosial yang lebih diarahkan pada kondisi sosial budaya setempat, sehingga dalam perencanaan model pengembangan DAS terpadu harus mempertimbangkan aktifitas/teknologi pengelolaan DAS sebagai satuan unit perencanaan pembangunan yang berkelanjutan (Efendi, 2008).

Departemen Kehutanan (2009) membagi DAS dalam suatu ekosistem yaitu:

- a. Daerah Hulu DAS merupakan daerah konservasi, kerapatan drainase lebih tinggi, daerah dengan kemiringan lereng besar ( $>15\%$ ), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase dan vegetasinya merupakan tegakan hutan. Daerah hulu DAS merupakan bagian 7 yang penting karena berfungsi sebagai perlindungan terhadap seluruh bagian DAS seperti perlindungan dari segi fungsi tata air. Oleh karena itu, DAS hulu selalu menjadi fokus perencanaan pengelolaan DAS.
- b. DAS bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda.
- c. Daerah Hilir DAS merupakan daerah pemanfaatan, memiliki kerapatan drainase yang lebih kecil, berada pada daerah dengan kemiringan lereng yang kecil ( $<8\%$ ), sebagian dari tempatnya merupakan daerah banjir atau genangan, dalam pemakaian air pengaturannya ditentukan oleh bangunan irigasi, vegetasinya didominasi oleh tanaman pertanian dan pada daerah estuaria yang didominasi hutan bakau/gambut.

## 2.5. GIS dan Penginderaan Jauh

Sistem Informasi Geografi (SIG) atau juga dikenal sebagai Geographic Information System (GIS) adalah sistem berbasis komputer (perangkat keras, lunak dan prosedur) yang dapat digunakan untuk menyimpan, memanipulasi informasi geografi (Aronof, 1993 dalam (Wahyuni dkk., 2017)). Ciri khas dari SIG sendiri adalah dapat menganalisa spasial dengan penambahan dimensi ruang (space) ataupun geografi. SIG dapat digunakan dalam berbagai keperluan seperti proyeksi serta perencanaan pembangunan (Adhi, 2021).

Kelebihan dari SIG ini yang memudahkan penggunanya adalah seperti visualisasi data spasial disertai dengan atribut atau keterangan dari data tersebut. Selain itu, SIG juga dapat memodifikasi warna, simbol serta ukuran dari suatu data. Sebuah software SIG adalah memiliki fungsi ataupun alat yang mampu melakukan proses penyimpanan, analisis, dan menampilkan data berupa informasi geografis. SIG terdiri dari beberapa komponen utama yakni pengguna (user), perangkat lunak (software), perangkat keras (hardware), dan data (Ikhsan, 2017 dalam (Adhi, 2021)). Selain itu kemampuan dasar dari SIG juga adalah mengcapture, mengecek, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, dan menampilkan data yang secara spasial mereferensikan kepada kondisi bumi. Teknologi SIG mengintegrasikan operasi-operasi umum database, seperti query dan analisa statistik, dengan kemampuan visualisasi dan analisa yang unik yang dimiliki oleh pemetaan (Wahyuni dkk., 2017).

Penginderaan jauh merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi mengenai obyek dan lingkungannya dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik. Biasanya teknik ini menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses dan diinterpretasi guna membuahakan data yang bermanfaat untuk aplikasi di bidang pertanian, arkeologi, kehutanan, geografi, geologi, perencanaan dan bidang-bidang lainnya (Lo, 1996 dalam (Yollanda, 2011)).

(Meinardy, 2001 dalam (Diana, 2008)) menyebutkan beberapa faktor yang menguntungkan jika menggunakan metode penginderaan jauh dalam pemantauan lahan :

1. Biaya yang relatif murah dan cepat dalam mengumpulkan informasi terkini meliputi wilayah geografi yang luas.
2. Satu-satunya cara yang praktis untuk mengumpulkan data dari daerah yang sulit dijangkau.
3. Pada skala kecil, fenomena regional yang tidak terlihat dari daratan dapat terlihat jelas, contohnya kerusakan alam dan struktur geologi lainnya.
4. Metode yang murah dan cepat dalam membuat peta dasar (base map) untuk menutupi kekurangan dalam survei lapangan.
5. Mudah dimanipulasi dengan komputer, dan dapat dikombinasikan dengan perangkat lain dalam GIS (Geographical Information System).

Untuk tujuan perencanaan penutupan lahan, teknologi penginderaan jauh umumnya digunakan untuk mengidentifikasi objek dan mengklasifikasi penutupan lahan, serta fenomena yang terjadi baik secara alami maupun campur tangan manusia, dengan menggunakan foto udara atau citra satelit secara digital. Sebelum era satelit resolusi tinggi seperti sekarang, foto udara sangat umum digunakan dalam analisis tata guna lahan pada skala detail. Saat ini, citra dengan resolusi tinggi dapat menggantikan fungsi foto udara untuk keperluan interpretasi tata guna lahan (Baja, 2012)

### **2.5.1. Citra Satelit Landsat**

Satelit Landsat merupakan salah satu satelit yang digunakan untuk mengamati permukaan bumi. Satelit yang biasa dikenal sebagai satelit sumber daya alam karena fungsinya adalah untuk memetakan potensi sumber daya alam dan memantau kondisi lingkungan. Instrumen satelit Landsat telah menghasilkan jutaan citra. Citra tersebut diarsipkan di Amerika Serikat dan stasiun-stasiun penerima Landsat diseluruh dunia yang memiliki sumber daya untuk riset perubahan global dan aplikasinya pada pertanian, geologi, kehutanan, perencanaan daerah, pendidikan, dan keamanan nasional (Danoedoro, 2012).

Citra Landsat yang terbaru adalah Landsat 8 OLI dan TIRS yang diluncurkan pada 11 Februari 2013 dari Vandenberg Air Force Base, California pada roket Atlas-V 401 dengan *Extended Payload Fairing* (EPF) dari United Launch Alliance, LLC. Menurut NASA (2013), citra Landsat 8 OLI dan TIRS dilengkapi oleh 2

sensor yaitu Operational Land Imager (OLI) dan *Thermal Infrared* Sensor (TIRS) yang menyediakan cakupan musiman dari daratan global pada resolusi spasial 30 meter (*Visible*, NIR, SWIR), 100 meter (*Thermal*) dan 15 meter (*Panchromatic*) (Kurniadi, 2015).

Terdapat beberapa perbedaan pada band Satelit Landsat 8 OLI and TIRS dengan sebelumnya yaitu Landsat 7 ETM+. Perbedaan pada Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI and TIRS terletak pada *band Thermal Infrared*. Terdapat satu *band Thermal Infrared* pada Satelit Landsat 7 ETM+ sedangkan pada Satelit Landsat 8 OLI and TIRS memiliki dua *band Thermal Infrared*. Selain perbedaan jumlah *band Thermal Infrared* resolusi spasial dari kedua satelit tersebut berbeda, yaitu 60 meter pada Satelit Landsat 7 ETM+ dan 100 meter pada Satelit Landsat 8 OLI and TIRS. Satelit Landsat 8 OLI and TIRS terdapat dua band baru yaitu *band Coastal/Aerosol* dan *band Cirrus* yang tidak ada pada Satelit Landsat 7 ETM+. Berikut ini merupakan penjelasan dari masing-masing band pada Satelit Landsat 8 (Kurniadi, 2015).

1. Band 1 *Coastal/Aerosol*

Band 1 pada Landsat 8 OLI and TIRS dapat mendeteksi gelombang elektromagnetik pada kisaran panjang gelombang 0.433–0.453  $\mu\text{m}$ . Resolusi spasial dari band ini adalah 30 x 30 meter. Menurut Loyd (2013) dalam Kurniadi (2015), *band* ini memiliki dua fungsi utama yaitu untuk menggambarkan daerah perairan dangkal dan untuk mendeteksi partikel halus dan asap. Berikut ini merupakan gambaran visual citra band 1 Landsat 8.

2. Band 2 *Visible Blue*

Band 2 pada Landsat 8 OLI and TIRS dapat mendeteksi gelombang elektromagnetik pada kisaran panjang gelombang 0.450–0.515  $\mu\text{m}$ . Resolusi spasial dari band ini adalah 30 x 30 meter. Menurut U.S. Geological Survey (2013) dalam Kurniadi (2015), fungsi dari *band Visible Blue* adalah untuk membedakan tanah dengan tutupan vegetasi dan dedaunan yang gugur di vegetasi hutan konifer.

3. Band 3 *Visible Green*

Band 3 pada Landsat 8 OLI and TIRS dapat mendeteksi gelombang elektromagnetik pada kisaran panjang gelombang 0.525–0.600  $\mu\text{m}$ . Salah satu fungsi dari band *Visible Green* adalah untuk menekankan vegetasi di perbukitan



yang sangat berguna untuk menilai kekuatan tumbuhan. Band ini memiliki resolusi spasial 30 x 30 meter.

4. Band 4 *Visible Red*

Band 4 pada Landsat 8 OLI and TIRS dapat mendeteksi gelombang elektromagnetik pada kisaran panjang gelombang 0.630–0.680  $\mu\text{m}$ . Band Visible Red dapat digunakan untuk mendeteksi tutupan vegetasi di permukaan bumi. Resolusi spasial dari band ini adalah 30 x 30 meter.

5. Band 5 *Near Infrared (NIR)*

Band 5 pada Landsat 8 OLI and TIRS dapat mendeteksi gelombang elektromagnetik pada kisaran panjang gelombang 0.845–0.885  $\mu\text{m}$ . Menurut U.S. Geological Survey (2013), band Near Infrared digunakan untuk menekankan isi dari biomasa dan untuk mendeteksi garis pantai. Resolusi spasial dari band ini adalah 30 x 30 meter.

6. Band 6 *Short-wave Infrared (SWIR) 1* dan Band 7 *Short-wave Infrared (SWIR) 2*

Band 6 pada Landsat 8 OLI and TIRS dapat mendeteksi gelombang elektromagnetik pada kisaran panjang gelombang 1.560–1.660  $\mu\text{m}$  dan 2.100–2.300  $\mu\text{m}$  untuk band 7. Resolusi spasial dari band ini adalah 30 x 30 meter. Menurut U.S. Geological Survey (2013), kedua band ini digunakan untuk mengukur kandungan air dalam tanah dan vegetasi.

7. Band 8 *Panchromatic*

Band 8 pada Landsat 8 OLI and TIRS dapat mendeteksi gelombang elektromagnetik pada kisaran panjang gelombang 0.500–0.680  $\mu\text{m}$ . Menurut U.S. Geological Survey (2013), band *panchromatic* ini dapat digunakan untuk menghasilkan citra yang lebih tajam jika dipadukan dengan band lain. Resolusi spasial band ini adalah 15 x 15 meter.

8. Band 9 *Cirrus*

Band 1 pada Landsat 8 OLI and TIRS dapat mendeteksi gelombang elektromagnetik pada kisaran panjang gelombang 1.360–1.390  $\mu\text{m}$ . Menurut NASA (2013), fungsi dari band ini adalah untuk mendeteksi awan cirrus pada lapisan atmosfer. Resolusi spasial dari band ini adalah 10 x 10 meter.

9. Band 10 *Thermal Infrared* (TIR) 1 dan Band 11 *Thermal Infrared* (TIR) 2  
Band 10 pada Landsat 8 OLI and TIRS dapat mendeteksi gelombang elektromagnetik pada kisaran panjang gelombang 10.60–11.20  $\mu\text{m}$ . dan 11.50–12.50  $\mu\text{m}$  untuk band 11. Kedua band ini digunakan untuk memetakan panas yang dipancarkan pada permukaan bumi dan memperkirakan kelembaban tanah. Resolusi spasial kedua band ini adalah 100 x 100 meter

### 2.5.2. Interpretasi Citra

Interpretasi citra menurut Pawitan (2003) adalah proses pengkajian citra melalui proses identifikasi dan penilaian mengenai objek yang tampak pada citra. Dengan kata lain, interpretasi merupakan suatu proses pengenalan objek yang berupa gambar (citra) yang disiplin ilmu tertentu seperti geologi, geografi, ekologi, geodesi dan disiplin ilmu lainnya. Danoedoro (2011) juga berpendapat interpretasi Interpretasi citra adalah salah satu bagian dari pengolahan citra penginderaan jauh yang paling sering dibahas, digunakan, dan dalam praktik dipandang mapan. Lebih dari itu, hasil utama dari klasifikasi citra adalah peta tematik (yang pada umumnya merupakan peta penutupan lahan), yang kemudian biasanya dijadikan masukan dalam pemodelan spasial dalam lingkungan sistem informasi geografis (SIG).

Proses interpretasi citra dengan bantuan komputer dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan tingkat otomatisnya. Keduanya ialah klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*Unsupervised Classification*). Klasifikasi terbimbing meliputi sekumpulan algoritma yang didasari pemasukan contoh objek oleh operator. Berbeda halnya dengan klasifikasi tidak terbimbing (*Unsupervised Classification*), secara otomatis diputuskan oleh komputer, tanpa campur tangan operator (kalaupun ada, proses interaksi ini sangat terbatas) (Danoedoro, 2012).

Metode klasifikasi lahan menggunakan metode klasifikasi terbimbing maupun tidak terbimbing memiliki kekurangan dan kelebihan. Metode klasifikasi terbimbing baik digunakan untuk kawasan yang sudah diketahui dan akses mudah dijangkau untuk keperluan pengenalan tutupan lahan secara terestris. Metode klasifikasi tidak terbimbing baik digunakan untuk pembuatan klasifikasi lahan di kawasan yang belum terlalu dikenali dan akses yang susah untuk dimasuki secara terestris (Radityo, 2010).

### ***Penyusunan Komposit Warna***

Citra satelit landsat memiliki panjang gelombang dan fungsi di setiap band yang berbeda-beda, sehingga citra satelit landsat dapat digunakan dengan cara kombinasi band (komposit warna) sesuai dengan tujuan penelitian yang akan dilakukan. Pada dasarnya, warna dasar terdiri dari tiga warna yaitu merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*) (Somantri, 2009).

Tabel 1. Kombinasi band citra satelit landsat 7 dan landsat 8 ([www.esri.com](http://www.esri.com))

<b>Aplikasi</b>	<b>Kombinasi Band</b>	
	<b>Landsat 7</b>	<b>Landsat 8</b>
<i>Natural color (True color)</i>	3, 2, 1	4, 3, 2
<i>False color (Urban)</i>	7, 5, 3	7, 6, 4
<i>Color infrared (Vegetation)</i>	4, 3, 2	5, 4, 3
Pertanian	5, 4, 1	6, 5, 2
Penetrasi atmosfer	7, 5, 4	7, 6, 5
Vegetasi sehat	4, 5, 1	5, 6, 2
Tanah/Air	4, 5, 3	5, 6, 4
<i>Natural with atmospheric removal</i>	7, 4, 2	7, 5, 3
<i>Shortwave infrared</i>	7, 4, 3	7, 5, 4
Analisis vegetasi	5, 4, 3	6, 5, 4

### ***Unsur Interpretasi Citra***

Pengenalan objek merupakan bagian penting dalam interpretasi citra. Untuk itu, identitas dan jenis objek pada citra sangat diperlukan dalam analisis pemecahan masalah. Karakteristik objek pada citra dapat digunakan untuk mengenali objek yang dimaksud dengan unsur interpretasi. Unsur interpretasi citra terdiri atas sembilan unsur, yaitu rona atau warna, ukuran, bentuk, tekstur, pola, tinggi, bayangan, situs, dan asosiasi (Somantri, 2009).

#### **a. Rona dan Warna**

Rona ialah tingkat kegelapan atau kecerahan objek pada citra. Adapun warna adalah wujud yang tampak oleh mata. Rona ditunjukkan dengan gelap – putih. Ada tingkat kegelapan warna biru, hijau, merah, kuning dan jingga. Rona dibedakan atas lima tingkat, yaitu putih, kelabu putih, kelabu, kelabu hitam, dan hitam.

Karakteristik objek yang mempengaruhi rona, permukaan yang kasar cenderung menimbulkan rona yang gelap, warna objek yang gelap cenderung menimbulkan rona yang gelap, objek yang basah/lembap cenderung menimbulkan rona gelap. Contoh pada foto pankromatik air akan tampak gelap, atap seng dan asbes yang masih baru tampak rona putih, sedangkan atap sirap ronanya hitam.

b. Bentuk

Bentuk merupakan atribut yang jelas sehingga banyak objek yang dapat dikenali berdasarkan bentuknya saja. seperti bentuk memanjang, lingkaran, dan segi empat. Contoh gedung sekolah pada umumnya berbentuk huruf I,L,U atau berbentuk empat persegi panjang. Rumah sakit berbentuk empat persegi panjang.

c. Ukuran

Berupa jarak, luas, tinggi,lereng, dan volume., selalu berkaitan dengan skalanya. ukuran rumah sering mencirikan apakah rumah itu rumah mukim,kantor, atau industri. Contoh Rumah mukim pada umumnya lebih kecil bila dibandingkan dengan kantor atau pabrik. ukuran lapangan sepak bola 80 m X 100 m, 15 m X 30 m lapangan tennis, 8 m X 15 m bagi lapangan bulu tangkis.

d. Tekstur

Tekstur adalah halus kasarnya objek pada citra, Contoh pengenalan objek berdasarkan tekstur misalnya hutan bertekstur kasar,belukar bertekstur sedang, semak bertekstur halus; tanaman padi bertekstur halus, tanaman tebu bertekstur sedang, dan tanaman pekarangan bertekstur kasar; permukaan air yang tenang bertekstur halus.

e. Pola

Pola adalah hubungan susunan spasial objek. Pola merupakan ciri yang menandai objek bentukan manusia ataupun alamiah. pola aliran sungai sering menandai bagi struktur geologi dan jenis tanah. Misalnya, pola aliran trellis menandai struktur lipatan. kebun karet, kelapa sawit dan kebun kopi memiliki pola yang teratur sehingga dapat dibedakan dengan hutan.

f. Bayangan

Bayangan bersifat menyembunyikan objek yang berada di daerah gelap. Bayangan dapat digunakan untuk objek yang memiliki ketinggian, seperti objek bangunan, patahan, menara.

g. Situs

Kaitan dengan lingkungan sekitarnya. tajuk pohon yang berbentuk bintang menunjukkan pohon palma, yang dapat berupa kelapa, kelapa sawit, enau, sago, dipah dan jenis palma yang lain. Bila polanya menggerombol dan situsnya di air payau maka dimungkinkan adalah nipah.

h. Asosiasi

Asosiasi adalah keterkaitan antara objek yang satu dengan objek lainnya. Suatu objek pada citra merupakan petunjuk bagi adanya objek lain. stasiun kereta api berasosiasi dengan rel kereta api yang jumlahnya bercabang. selain bentuknya yang persegi panjang, lapangan bola ditandai dengan situsnmya yang berupa gawang.

Informasi dalam penafsiran kelas penutupan lahan dihasilkan dari hasil interpretasi citra satelit. Pemahaman tentang lokasi area yang dianalisa sangat dibutuhkan sehingga mampu menghasilkan data yang terpercaya. Penetapan standar kelas penutupan lahan didasarkan pada pemenuhan kepentingan di lingkup Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Ditjen IPSDH, 2015). Informasi dalam penafsiran setiap kelas penutupan lahan sebagai berikut dan Lampiran 1.

1. Hutan lahan kering primer (Hp / 2001)

Seluruh kenampakan hutan dataran rendah, perbukitan dan pegunungan (dataran tinggi dan subalpin) yang belum menampakkan bekas penebangan, termasuk hutan kerdil, hutan kerangas, hutan di atas batuan kapur, hutan di atas batuan ultra basa, hutan daun jarum, hutan luruh daun dan hutan lumut.

2. Hutan lahan kering sekunder / bekas tebangan (Hs / 2002)

Seluruh kenampakan hutan dataran rendah, perbukitan dan pegunungan yang telah menampakkan bekas penebangan (kenampakan alur dan bercak bekas tebang), termasuk hutan kerdil, hutan kerangas, hutan di atas batuan kapur, hutan di atas batuan ultra basa, hutan daun jarum, hutan luruh daun dan hutan lumut. Daerah berhutan bekas tebas bakar yang ditinggalkan, bekas kebakaran atau yang tumbuh kembali dari bekas tanah terdegradasi juga dimasukkan dalam kelas ini. Bekas tebangan parah bukan areal HTI, perkebunan atau pertanian dimasukkan savanna, semak belukar atau lahan terbuka.

3. Hutan mangrove sekunder / bekas tebangan (Hms / 20041)

Hutan bakau, nipah dan nibung yang berada di sekitar pantai yang telah memperlihatkan bekas penebangan dengan pola 16 Pemantauan SDH alur, bercak, dan genangan atau bekas terbakar. Khusus untuk bekas tebangan yang telah berubah fungsi menjadi tambak/sawah digolongkan menjadi tambak/sawah, sedangkan yang tidak memperlihatkan pola dan masih tergenang digolongkan tubuh air (rawa).

4. Hutan tanaman (Ht / 2006)

Seluruh kawasan hutan tanaman yang sudah ditanami, termasuk hutan tanaman untuk reboisasi. Identifikasi lokasi dapat diperoleh dengan Peta Persebaran Hutan Tanaman. Catatan: Lokasi hutan tanaman yang didalamnya adalah tanah terbuka dan atau semak-belukar maka didelineasi sesuai dengan kondisi tersebut dan diberi kode sesuai dengan kondisi tersebut.

5. Semak belukar (B / 2007)

Kawasan bekas hutan lahan kering yang telah tumbuh kembali atau kawasan dengan liputan pohon jarang (alami) atau kawasan dengan dominasi vegetasi rendah (alami). Kawasan ini biasanya tidak menampilkan lagi bekas/bercak tebangan.

6. Pertanian lahan kering campur semak / kebun campur (Pc / 20092)

Semua jenis pertanian lahan kering yang berselang-seling dengan semak, belukar dan hutan bekas tebangan. Sering muncul pada areal perladangan berpindah, dan rotasi tanam lahan karst. Kelas ini juga memasukkan kelas kebun campuran.

7. Sawah (Sw / 20093)

Semua aktivitas pertanian lahan basah yang dicirikan oleh pola pematang. Yang perlu diperhatikan oleh penafsir adalah fase rotasi tanam yang terdiri atas fase penggenangan, fase tanaman muda, fase tanaman tua dan fase bera. Kelas ini juga memasukkan sawah musiman, sawah tadah hujan, sawah irigasi. Khusus untuk sawah musiman di daerah rawa membutuhkan informasi tambahan dari lapangan.

8. Tambak (Tm / 20094)

Aktivitas perikanan darat (ikan / udang) atau penggaraman yang tampak dengan pola pematang (biasanya) di sekitar pantai.

9. Permukiman / Lahan terbangun (Pm / 2012)

Kawasan permukiman, baik perkotaan, perdesaan, industri dll. yang memperlihatkan pola alur rapat.

10. Lahan terbuka (T / 2014)

Seluruh kenampakan lahan terbuka tanpa vegetasi (singkapan batuan puncak gunung, puncak bersalju, kawah vulkanik, gosong pasir, pasir pantai, endapan sungai), dan lahan terbuka bekas kebakaran. Kenampakan lahan terbuka untuk pertambangan dikelaskan pertambangan, sedangkan lahan terbuka bekas pembersihan lahan- land clearing dimasukkan kelas lahan terbuka. Lahan terbuka dalam kerangka rotasi tanam sawah / tambak tetap dikelaskan sawah / tambak.

11. Tubuh air (A / 5001)

Semua kenampakan perairan, termasuk laut, sungai, danau, waduk, terumbu karang, padang lamun dll. Kenampakan tambak, sawah dan rawa-rawa telah digolongkan tersendiri.