

**SKRIPSI**

**PROYEKSI PERUBAHAN PENUTUPAN LAHAN DI SUB  
DAERAH ALIRAN SUNGAI SADDANG HULU TAHUN 2031**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**ADE KRISTIAN RADENG**

**M111 15 335**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN**

**FAKULTAS KEHUTANAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PROYEKSI PERUBAHAN PENUTUPAN LAHAN DI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI SADDANG HULU TAHUN 2031

Disusun dan diajukan oleh :

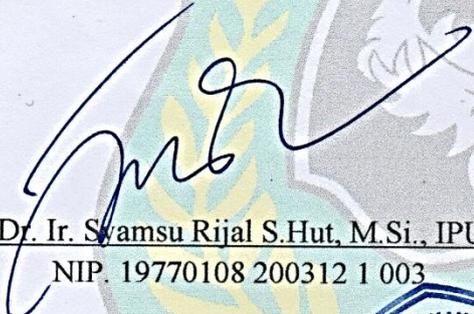
**ADE KRISTIAN RADENG**  
**M111 15 335**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 19 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

  
Dr. Ir. Roland A. Barkey  
NIP. 19540614 198103 1 007



Dr. Forest., Muhammad Alif K.S., S.Hut., M.Si.  
NIP. 19790831 200812 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ade Kristian Radeng  
NIM : M111 15 335  
Prodi : KEHUTANAN  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan Di Sub Daerah Aliran Sungai  
Saddang Hulu Tahun 2031**

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

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

Makassar, 20 Februari 2021

Yang menyatakan,



**Ade Kristian Radeng**

## ABSTRAK

**Ade Kristian Radeng (M111 15 335). Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan Di Sub Daerah Aliran Sungai Saddang Hulu Tahun 2031. Dibawah Bimbingan Syamsu Rijal dan Roland A. Barkey.**

Perubahan penutupan/penggunaan lahan merupakan peralihan dari jenis penutupan lahan tertentu menjadi jenis penutupan lainnya. Perubahan tersebut sejalan dengan berkembangnya pembangunan pada suatu wilayah dan kebutuhan manusia sehingga hal tersebut yang menyebabkan konversi lahan akan terus terjadi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi perubahan penutupan/penggunaan lahan pada tahun 2007, 2013 dan 2019, dan faktor pendorong terjadinya perubahan penutupan/penggunaan lahan, serta melakukan proyeksi perubahan penutupan/penggunaan lahan tahun 2031. Pemodelan proyeksi dilakukan dengan menggunakan sistem *Artificial Neural Network* (ANN) dan model *Cellular Automata* (CA) pada *software Quantum GIS*. Hasil penelitian ini menunjukkan wilayah Sub DAS Saddang Hulu mengalami perubahan penutupan/penggunaan lahan pada periode waktu 2007-2019. Perubahan luasan terbesar terjadi pada kelas pertanian lahan kering campur semak yang dominan terkonversi dari hutan lahan kering sekunder dengan persentase perubahan sebesar 14,44%. Faktor pendorong yang mempengaruhi perubahan penutupan/penggunaan lahan di wilayah Sub DAS Saddang Hulu adalah keberadaan kepadatan penduduk, jaringan jalan, jaringan sungai dan pemukiman. Hasil proyeksi perubahan penutupan/penggunaan lahan 2031 menunjukkan perubahan hutan lahan kering sekunder menjadi pertanian lahan kering campur semak masih dominan terjadi dengan persentase perubahan sebesar 9,25%. Hal ini mengindikasikan bahwa konversi hutan lahan kering sekunder menjadi lahan pertanian masih berlanjut namun intensitasnya lebih rendah dibandingkan periode sebelumnya.

Kata Kunci: Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan, Proyeksi, Faktor pendorong, *Cellular Automata*, *Artificial Neural Network*.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan atas anugerah, rahmat, karunia dan izin-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul “**Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan Di Sub Daerah Aliran Sungai Saddang Hulu Tahun 2031**”.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapatkan berbagai kendala. Tanpa bantuan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan selesai dengan baik. Untuk itu, dengan penuh kerendahan hati, penulis menghaturkan banyak terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada beberapa pihak, terutama kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. Syamsu Rijal, S.Hut., M.Si., IPU.**, dan Bapak **Dr. Ir. Roland A. Barkey** selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membantu dan mengarahkan penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak **Ir. Munajat Nursaputra, S.Hut., M.Sc** dan Ibu **Ira Taskirawati, S.Hut., M.Si., Ph.D.** selaku penguji yang telah membantu dalam memberikan saran, guna perbaikan baik dalam teknis dan dalam penulisan skripsi ini.

Penulis sangat menyadari bahwa di dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Penulis

Ade Kristian Radeng

## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji hanya kepada Tuhan Yang Maha Esa, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan dari berbagai pihak yang sangat berperan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, dengan rasa penuh hormat, tulus dan ikhlas penulis haturkan terima kasih kepada:

1. Ketua Program Studi Kehutanan Bapak **Dr Forest. Muhammad Alif K.S. S.Hut., M.Si** dan sekretaris jurusan Ibu **Dr. Sitti Halimah Larekkeng, S.P, M.P.** serta Bapak/Ibu Dosen dan seluruh Staf Administrasi Fakultas Kehutanan atas bantuannya.
2. Bapak **Agusalim, S.Hut., M.Si.**, selaku Dosen Penasehat Akademik, terima kasih atas motivasi dan arahnya selama penulis menempuh Pendidikan di Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.
3. Kakak-kakak, teman-teman, adik-adik, dan keluarga besar di Laboratorium Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan, terkhusus kakak **Chairil A., S.Hut., M.Hut., Abkar, S.Hut., Dini Albertin Mandy, S.Hut., Try Ardiansah, S.Hut., Andi Asryadi Pratama., S.Hut.**, dan juga teman-teman **Planners 2015** terkhusus **Muhammad Nursholihien, S.Hut., Herald Gideon Parewang, S.Hut.** dan **Muhammad Irsyad N** terimakasih atas bantuan, diskusi-diskusi dan masukan-masukan yang diberikan selama penulis melakukan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Rekan satu tim yang membantu selama penelitian dilapangan **Muhammad Asy Syukur Tahir, S.Hut., Noel Atmaja Linggi, S.,Hut., Muhammad Ayyub Hidayatullah, Annisa Larasati Alifa Putri, S.Hut.**, dan **Amaliah Kartika, S.Hut.**, penulis ucapkan terima kasih atas bantuan, kekompakan dan kerjasamanya selama pengambilan data di lokasi penelitian.
5. Teman-teman seperjuangan **Angkatan 2015 Kehutanan Unhas (Virbius 2015)**, khususnya **Siti Islamiyah Anggoro, S.Hut., Ika Zahara Chandra, S.Hut., Eka Nirwana, Amir Mahmud, Tri Nurhalimah Arsan, S.Hut., Wilga Mbotengu, S.Hut.**, dan **Syaeful Rahmat, S.Hut.** Terima kasih atas kebersamaan, pembelajaran, diskusi dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.

6. **Keluarga Besar PDR-MK Fahutan Unhas** serta **Keluarga Kristus 2015** penulis ucapkan terimakasih untuk kebersamaan, kekeluargaan, untuk setiap doa dan setiap pembelajaran yang telah didapatkan penulis selama ini.

Terkhusus, penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan mendedikasikan skripsi ini untuk Bapak **Alm. Marthen Radeng** dan Ibu **Alm. Ester Lomo**, untuk setiap hal yang telah diberikan dalam hal mendidik dan membesarkan penulis, serta mengucapkan banyak terima kasih kepada saudara dan saudari terkasih **Marliana Radeng, Ns. Amos Radeng, S.Kep., Ns. Yuliana Radeng, S.Kep.**, dan **Antonius Radeng** atas motivasi, doa dan bantuan yang diberikan kepada penulis.

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

Makassar, 20 Februari 2021

Ade Kristian Radeng

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan dan Kegunaan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Perubahan Penutupan dan Penggunaan Lahan.....	4
2.1.1. Penutupan dan Penggunaan Lahan.....	4
2.1.2. Klasifikasi Penutupan/Penggunaan Lahan.....	5
2.1.3. Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan.....	6
2.1.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perubahan Penutupan Lahan.....	7
2.2. Daerah Aliran Sungai.....	8
2.3. Identifikasi Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan.....	9
2.3.1. Penginderaan Jauh ( <i>Remote Sensing</i> ).....	9
2.3.2. Citra Satelit.....	10
2.3.3. Interpretasi Citra.....	13
2.3.4. Sistem Informasi Geografis.....	16
2.4. Identifikasi Faktor Pendorong.....	18
2.5. Proyeksi Penutupan/Penggunaan Lahan.....	19
III. METODE PENELITIAN.....	22
3.1. Waktu dan Tempat.....	22

3.2.	Alat dan Bahan Penelitian.....	23
3.3.	Prosedur Penelitian .....	23
3.3.1.	Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	24
3.3.2.	Penetapan Batas Lokasi Penelitian.....	25
3.3.3.	Interpretasi Citra.....	25
3.3.4.	Penetapan Titik-Titik Lokasi <i>Ground Check</i> .....	26
3.3.5.	Uji Akurasi Penutupan/Penggunaan Lahan .....	28
3.3.6.	Identifikasi Faktor Pendorong.....	29
3.3.7.	Proyeksi Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan .....	30
3.4.	Analisis Data.....	32
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	35
3.1.	Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan .....	35
3.2.	Faktor Pendorong Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan .....	39
3.3.	Validasi Model <i>Cellular Automata (CA) Simulation</i> .....	41
3.4.	Proyeksi Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan .....	43
V.	PENUTUP .....	49
5.1.	Kesimpulan .....	49
5.2.	Saran .....	49
	DAFTAR PUSTAKA .....	50
	LAMPIRAN .....	54

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1.	Perbandingan Band Landsat 7 dan 8 .....	12
Tabel 2.	Confusion Matrix.....	29
Tabel 3.	Luas hasil interpretasi 2007, 2013, 2019 dan luas area perubahan penutupan/penggunaan lahan tahun 2007 sampai tahun 2019. ....	35
Tabel 4.	Confusion matriks titik pengecekan setiap kelas penutupan/penggunaan lahan tahun 2019 di Sub Daerah Aliran Sungai Saddang Hulu.....	38
Tabel 5.	Uji Korelasi Faktor Pendorong dengan Cramer's coefficient .....	39
Tabel 6.	Luas perubahan yang dipengaruhi oleh faktor pendorong .....	41
Tabel 7.	Luas penutupan/penggunaan lahan tahun 2007 dan 2013 .....	42
Tabel 8.	Perbandingan luas penutupan/penggunaan lahan tahun 2019 antara aktual dan hasil proyeksi .....	43
Tabel 9.	Matriks transisi perubahan penutupan/penggunaan lahan periode tahun 2007–2019 .....	44
Tabel 10.	Luas Perubahan Penutupan/penggunaan lahan tahun 2007, 2019, dan Hasil proyeksi tahun 2031 .....	45

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1.	Ilustrasi Layar Perseptron Berlapis (Multilayer Perceptron) (Popescu, et al, 2009; Rahmah, 2019). .....	20
Gambar 2.	Matriks Transisi (Tasha, 2012) .....	21
Gambar 3.	Peta Lokasi Penelitian .....	22
Gambar 4.	Peta Penyebaran Titik Lokasi Ground check .....	28
Gambar 5.	Diagram Alur Penelitian.....	34
Gambar 6.	Peta Perubahan Penggunaan/Penutupan Lahan Tahun 2007-2019 ....	37
Gambar 7.	Peta Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan Tahun 2019-2031 ....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1.	Kelas Penutupan/Penggunaan Lahan berdasarkan Badan Standarisasi Nasional Indonesia (BSNI) 7645-1 : 2014. Klasifikasi Skala 1:50.000.....	54
Lampiran 2.	Kondisi penutupan/penggunaan lahan di lapangan dan kenampakan pada Citra Landsat 7 kombinasi band 543 dan Citra Landsat 8 kombinasi band 654.....	56
Lampiran 3.	Peta Penutupan/Penggunaan Lahan Tahun 2007 .....	59
Lampiran 4.	Peta Penutupan/Penggunaan Lahan Tahun 2013 .....	60
Lampiran 5.	Peta Penutupan/Penggunaan Lahan Tahun 2019. ....	61
Lampiran 6.	Peta Proyeksi Penutupan/Penggunaan Lahan Tahun 2019. ....	62
Lampiran 7.	Peta Proyeksi Penutupan/Penggunaan Lahan Tahun 2031. ....	63
Lampiran 8.	Faktor Pendorong Jarak dari Jaringan Jalan terhadap Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan.....	64
Lampiran 9.	Faktor Pendorong Jarak dari Jaringan Sungai terhadap Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan.....	65
Lampiran 10.	Faktor Pendorong Jarak dari Pemukiman terhadap Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan.....	66
Lampiran 11.	Faktor Pendorong Objek Pariwisata terhadap Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan.....	67
Lampiran 12.	Faktor Pendorong Kepadatan Penduduk terhadap Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan.....	68
Lampiran 13.	Titik pengecekan lapangan (Ground Check) pada setiap kelas penutupan/penggunaan lahan tahun 2019. ....	69
Lampiran 14.	Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan dari Tahun 2007 ke Tahun 2019 .....	81
Lampiran 15.	Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan dari Tahun 2019 ke Tahun 2031. ....	82

# I. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Penutupan lahan diartikan sebagai tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati dan merupakan hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutupan lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada areal penutupan lahan tersebut (BSNI, 2014). Penggunaan lahan menggambarkan aktivitas sosial ekonomi dan ekologi manusia terhadap lahan dipermukaan bumi yang bersifat dinamis dan berfungsi untuk memenuhi kebutuhan hidup, baik material maupun spiritual (Arsyad, 2010).

Perubahan penutupan lahan merupakan peralihan pada satu jenis penutupan lahan tertentu menjadi jenis penutupan lainnya dan perubahan penggunaan lahan lahan dapat diartikan sebagai peralihan dari penggunaan lahan satu ke penggunaan lahan lainnya, dan dapat terjadi pada penutupan lahan yang sama. Perubahan tersebut sejalan dengan berkembangnya pembangunan pada suatu wilayah dan meningkatnya kebutuhan manusia, sehingga dianggap hal tersebut yang menyebabkan konversi lahan akan terus terjadi. Peningkatan kemajuan pembangunan yang dipicu oleh laju pertumbuhan jumlah penduduk mendorong terjadinya perubahan penggunaan/penutupan lahan dari hutan menjadi lahan pertanian atau perkebunan dan dari lahan pertanian menjadi kawasan pemukiman dan industri (Verbist *et al.*, 2010).

Perubahan penutupan/penggunaan lahan tidak lepas dari adanya faktor-faktor yang mendorong terjadinya perubahan penutupan/penggunaan lahan. Menurut Tasha (2012) faktor-faktor yang mendorong perubahan penutupan/penggunaan lahan pada satu lokasi diantaranya jarak ke jalan, jarak ke sungai, dan jarak ke pemukiman, artinya semakin dekat penggunaan lahan terhadap jalan, sungai dan pemukiman maka semakin cepat perubahan penggunaan lahan yang terjadi. Dipayana (2015) berpendapat bahwa potensi pariwisata merupakan fenomena yang dapat mendorong perubahan suatu lahan. Hal ini tidak terlepas dari bertambahnya lahan komersial, dimana perkembangan industri pariwisata pada umumnya ditandai

dengan pertumbuhan jumlah dan kualitas pelayanan usaha-usaha pariwisata yang ada di destinasi-destinasi pariwisata daerah. Dari fenomena tersebut, dampak yang ditimbulkan dari potensi pariwisata dalam hal ini adalah efek atau pengaruh dari sebuah fenomena yang mengakibatkan perubahan-perubahan terhadap tata-guna lahan dan sosial-budaya masyarakat.

Kepadatan dan pendapatan penduduk termasuk ke dalam faktor sosial ekonomi yang mendorong perubahan, dimana faktor tersebut menggambarkan secara konkrit jumlah permintaan lahan. Tingkat kepadatan penduduk di wilayah Sub DAS Saddang Hulu yang menurut data Badan Pusat Statistik pada tahun 2007 sebesar 286 jiwa/km<sup>2</sup> dan meningkat pada tahun 2019 sebesar 311,291 jiwa/km<sup>2</sup> dan masih dapat meningkat setiap tahunnya, dimana kondisi ini dapat mendorong tingginya kepadatan penduduk yang ada di wilayah Sub DAS Saddang Hulu. Kondisi ini dinilai dapat mempengaruhi serta menjadi pendorong perubahan penutupan/penggunaan lahan yang terjadi di wilayah Sub DAS Saddang Hulu. Peningkatan jumlah penduduk yang semakin banyak dari tahun ke tahun menyebabkan bertambahnya lahan terbuka maupun lahan pertanian berubah fungsi menjadi lahan permukiman maupun komersial (Kusrini, 2016).

Kajian yang dilakukan Direktorat Kehutanan dan Konservasi Sumberdaya Air dalam (Maridi, Saputra and Agustina, 2015), mengatakan bahwa adanya perubahan penutupan/penggunaan 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. Akibat yang timbul dari kasus tersebut dapat langsung dilihat dan dirasakan oleh masyarakat berupa warna air dari Sungai Saddang yang keruh berwarna kecoklatan (adanya sedimentasi) baik saat terjadi hujan maupun tidak, serta kejadian banjir dan kekeringan dalam tahun tertentu yang tentunya sangat merugikan masyarakat di sekitar wilayah DAS Saddang.

Berdasarkan keadaan tersebut diatas, maka perlu diidentifikasi perubahan penutupan/penggunaan lahan yang terjadi pada masa yang akan datang dan faktor-faktor yang mendorong terjadinya perubahan penutupan/penggunaan lahan dalam suatu wilayah guna memberikan informasi spasial dan untuk mendukung perencanaan tata guna lahan yang baik di dalam suatu wilayah DAS. Dengan demikian, untuk mengetahui perubahan penutupan/penggunaan lahan di wilayah

Sub DAS Saddang Hulu di masa yang akan datang dan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhinya, maka dilakukan penelitian tentang “Proyeksi Perubahan Penutupan Lahan di Sub Daerah Aliran Sungai Saddang Hulu Tahun 2031”.

## **1.2. Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu :

- a. Mengidentifikasi perubahan penutupan/penggunaan lahan tahun 2007, 2013 sampai pada tahun 2019 di Sub DAS Saddang Hulu.
- b. Mengidentifikasi faktor yang mendorong perubahan penutupan/penggunaan lahan di Sub DAS Saddang Hulu.
- c. Melakukan proyeksi perubahan penutupan/penggunaan lahan tahun 2031 berdasarkan penutupan lahan tahun 2007 dan 2019.

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan informasi dan database tentang prediksi penutupan lahan tahun 2031 yang bermanfaat bagi kegiatan perencanaan tata guna lahan dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Informasi ini dapat dijadikan sebagai referensi spasial, baik dalam penyusunan program rehabilitasi, reboisasi, reforestasi maupun program-program lainnya yang mendukung perbaikan kualitas dan keberlangsungan Daerah Aliran Sungai Saddang Hulu.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Perubahan Penutupan dan Penggunaan Lahan

Perubahan penutupan lahan diartikan sebagai suatu proses perubahan dari penutupan lahan sebelumnya ke penutupan lain yang dapat bersifat permanen maupun sementara dan merupakan konsekuensi logis dari adanya pertumbuhan dan transformasi perubahan struktur sosial ekonomi masyarakat yang sedang berkembang baik untuk tujuan komersial maupun industri. Perubahan penggunaan lahan adalah bertambahnya suatu penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda (Nurrizqi and Suyono, 2012).

Perubahan penutupan lahan dan penggunaan lahan pada umumnya dapat diamati dengan menggunakan data spasial dari peta penggunaan lahan dari beberapa titik tahun yang berbeda. Data penginderaan jauh seperti citra satelit, radar, dan foto udara sangat berguna dalam pengamatan perubahan penggunaan lahan. Perubahan penutupan dan penggunaan lahan merupakan hal yang perlu dipahami lebih spesifik oleh karena itu sebelum masuk ke dalam konsep perubahan penutupan dan penggunaan lahan perlu dipahami mengenai penutupan dan penggunaan lahan, perubahan lahan serta faktor yang mempengaruhi perubahan yang terjadi.

#### 2.1.1. Penutupan dan Penggunaan Lahan

Definisi dari tutupan lahan (land cover) dan penggunaan lahan (landuse) dibedakan dalam artian tutupan lahan adalah atribut biofisik dari permukaan bumi pada suatu wilayah (seperti rumput, tanaman, bangunan) sedangkan penggunaan lahan adalah pemanfaatan lahan yang aktual oleh manusia (misalnya padang rumput untuk penggembalaan ternak, wilayah untuk perumahan) (Dwiprabowo *et al.*, 2014).

Wibowo *et al.*, (2012) mengemukakan bahwa untuk memisahkan kedua istilah tersebut, maka umumnya untuk studi pada skalanya lebih kecil, terutama

pada pemanfaatan data penginderaan jauh, istilah penggunaan lahan dan penutupan lahan biasanya dipadukan: misalnya dengan penyebutan "peta penggunaan lahan/penutupan lahan" atau land use/land cover. Misalnya, penggunaan lahan "produksi tanaman tahunan" berkaitan erat bahkan langsung dengan penutupan lahan "tanaman tahunan". Contoh lain, padang rumput merupakan penutupan lahan, namun penggunaan lahannya bisa peternakan atau rekreasi; selanjutnya pada penutupan lahan hutan, penggunaan lahannya dapat saja berupa produksi kayu, perlindungan daerah aliran sungai (DAS), konservasi alam, rekreasi (ekowisata), atau kombinasi penggunaan atau peruntukan tersebut. Sehingga, penggunaan lahan pada konteks yang demikian mencakup fungsi dan peruntukan lahan.

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 atau bangunan. Informasi penutupan lahan dapat diperoleh dari citra penginderaan jauh, foto udara, foto satelit dan teknologi lainnya yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi penutupan lahan (Abdullah, 2008).

### **2.1.2. Klasifikasi Penutupan/Penggunaan Lahan**

Klasifikasi penutupan lahan dan penggunaan lahan merupakan upaya pengelompokan berbagai jenis penutupan lahan atau penggunaan lahan kedalam suatu kesamaan sesuai dengan sistem tertentu. Klasifikasi tutupan lahan dan klasifikasi penggunaan lahan digunakan sebagai pedoman atau acuan dalam proses interpretasi citra penginderaan jauh untuk tujuan pembuatan peta tutupan lahan maupun peta penggunaan lahan (Lillesand and Kiefer, 1994).

Pengklasifikasian kelas penutupan lahan diatur menurut Badan Standarisasi Nasional yang menerbitkan SNI nomor 7645-1:2014 tentang klasifikasi penutupan lahan yang menyusun dan menetapkan klasifikasi dan hierarki penutupan lahan skala kecil dan menengah berbasis citra penginderaan jauh. Skala kecil yang dimaksud adalah klasifikasi pada skala 1:1.000.000, sedangkan skala menengah adalah klasifikasi penutupan lahan pada skala, 1:250.000, dimana keduanya menggunakan pendekatan konsep penutupan lahan (*land cover*), sedangkan untuk

skala 1:50.000 dan atau 1:25.000 mulai memasukkan unsur penggunaan lahan (*land use*) ([Lampiran 1](#)).

### **2.1.3. Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan**

Perubahan penutupan/penggunaan lahan diilustrasikan sebagai semua bentuk intervensi manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup baik materil maupun spiritual (Arsyad, 2010). Untuk mengidentifikasi perubahan penutupan/penggunaan lahan setidaknya kebutuhan data pada dua periode waktu, yang pada dua periode tersebut terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi atau mendorong terjadinya perubahan penutupan/penggunaan lahan (Dhorde, Das and Dhorde, 2012).

Perubahan lahan akan terus berlangsung sejalan dengan meningkatnya jumlah dan aktivitas penduduk dalam menjalankan kehidupannya (ekonomi, sosial, dan budaya). Hal ini pada akhirnya akan berdampak positif maupun negatif sebagai konsekuensi dari pertumbuhan sosial ekonomi masyarakat. Berdasarkan definisi tersebut, dapat dikatakan bahwa faktor utama penyebab terjadinya perubahan penutupan/penggunaan lahan secara umum adalah karena peningkatan jumlah penduduk, sehingga mengakibatkan adanya perkembangan ekonomi yang menuntut ketersediaan lahan bagi penggunaan lahan lain, seperti permukiman, industri, infrastruktur, maupun jasa (Kubangun, dkk, 2016).

Perubahan tutupan hutan menjadi tutupan lahan lainnya dalam beberapa periode menyebabkan perubahan dalam pola tertentu. Pola perubahan didorong oleh berbagai faktor pemicu, baik secara langsung atau tidak langsung dan faktor-faktor yang direncanakan atau tidak direncanakan. Pertumbuhan populasi melalui perambahan dan pembukaan kawasan hutan menjadi perkebunan, ladang, area pertanian, dan pemukiman merupakan salah satu dari beberapa faktor pemicu secara tidak langsung. Faktor langsung adalah konstruksi jalan yang mendukung pengembangan permukiman dan juga pengembangan sektor pariwisata dan atau ekowisata. Faktor yang direncanakan adalah kebijakan hutan untuk konversi kawasan menjadi penggunaan lain, sedangkan faktor yang tidak direncanakan adalah kebakaran hutan di wilayah yang luas (Rijal *et al.*, 2016).

Perubahan penggunaan lahan adalah segala campur tangan manusia, baik secara permanen maupun siklis terhadap suatu kumpulan sumber daya alam dan sumber daya buatan, yang secara keseluruhan disebut lahan, dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhannya baik kebendaan maupun spiritual atau keduanya. Seseorang melakukan perubahan penggunaan lahan dengan maksud untuk memaksimalkan sumberdaya lahan tersebut sehingga diharapkan akan memperoleh keuntungan yang maksimal pula (Kusrini, 2016).

#### **2.1.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perubahan Penutupan Lahan**

Perubahan penutupan lahan terjadi karena adanya peningkatan kebutuhan akan ruang yang dihadapkan pada ketersediaan lahan yang terbatas. Penggunaan lahan non-terbangun seperti tanaman pangan lahan basah, tanaman pangan lahan kering, kebun campuran, lahan kosong merupakan lahan yang mudah dikonversikan menjadi penggunaan lahan terbangun seperti permukiman teratur, permukiman tidak teratur, kawasan industri, dan fasilitas pendidikan (Sitorus *et al.*, 2012). Contoh-contoh kasus diatas merupakan sebagian kecil dari banyaknya faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penutupan/penggunaan lahan, atau sering juga disebut dengan faktor pendorong dari perubahan suatu lahan. Beberapa kajian dan penelitian juga telah dilakukan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya perubahan penutupan/penggunaan lahan yang selanjutnya biasa disebut variabel pendorong.

Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan penutupan/penggunaan lahan yaitu pertumbuhan penduduk. Pertumbuhan penduduk yang tinggi berakibat kebutuhan lahan yang tinggi pula. Pertambahan jumlah penduduk mendorong kepadatan penduduk dalam suatu wilayah yang berarti juga peningkatan kebutuhan akan suatu lahan. Karena lahan tidak dapat bertambah, maka yang terjadi adalah perubahan penggunaan lahan yang cenderung menurunkan proporsi lahan-lahan yang sebelumnya merupakan penggunaan lahan pertanian menjadi lahan non pertanian (Rahmah, 2019).

Sektor pariwisata merupakan sebuah industri yang perkembangannya kian pesat setiap tahunnya. Di Indonesia sektor pariwisata dikembangkan sebagai sektor yang menjanjikan mendatangkan pendapatan besar bagi negara terlebih di daerah-

daerah yang memiliki sumber daya alam maupun sumber daya budaya yang melimpah. Penataan, pengelolaan dan pengembangan potensi pariwisata umumnya terdapat pada sumber daya alam yang bervariasi serta sumber daya budaya yang beraneka ragam baik bentuk maupun karakter dari daya tarik itu sendiri.

Penelitian yang dilakukan oleh Putri (2019) mengatakan bahwa Sub DAS Saddang Hulu pada periode tahun 2000-2010 mengalami peningkatan areal terdeforestasi atau berkurangnya luasan hutan dan terkonversi menjadi penutupan lain serta cenderung kejadian ini terjadi di bagian hulu. Deforestasi yang terjadi pada beberapa wilayah tersebut dikarenakan adanya potensi objek wisata. Dimana potensi wisata membutuhkan area yang lebih luas guna pembangunan jalan serta infrastruktur untuk memudahkan akses ke lokasi wisata. Pembangunan jalan dan infrastruktur berkontribusi paling besar terhadap deforestasi yang pada akhirnya memungkinkan terjadinya aktivitas produktif di daerah terpencil.

Terlepas dari potensi pariwisata tersebut Dipayana (2015) berpendapat bahwa terdapat dampak yang ditimbulkan dalam hal ini adalah efek atau pengaruh dari sebuah fenomena yang mengakibatkan perubahan-perubahan terhadap tata-guna lahan dan sosial-budaya masyarakat.

## **2.2. Daerah Aliran Sungai**

Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS) dijelaskan dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, dimana Daerah Aliran Sungai 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 alamiah, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Selanjutnya (Rahayu (2016) mendefinisikan Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai suatu wilayah yang dikelilingi dan dibatasi oleh pembatas topografi seperti punggung bukit yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsur hara lain serta mengalirkannya melalui atau menuju anak-anak sungai dan keluar pada satu titik (outlet).

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, propinsi, bahkan lintas negara. Suatu DAS dapat terdiri dari beberapa sub DAS, daerah Sub DAS kemudian dibagi-bagi lagi menjadi sub-sub DAS (Ramdan, 2004). Wilayah Sub Daerah Aliran Sungai merupakan kedudukan aliran sungai yang diklasifikasikan secara sistematis berdasarkan urutan daerah aliran sungai. Setiap aliran sungai yang tidak bercabang disebut Sub-DAS, oleh karenanya, suatu DAS dapat terdiri atas Sub-DAS yang saling berurutan (Asdak, 2007).

Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu proses formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat manipulasi sumberdaya alam dan manusia yang terdapat di daerah aliran sungai untuk memperoleh manfaat produksi dan jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumber daya air dan tanah. Termasuk dalam pengelolaan DAS adalah keterkaitan antara tata guna lahan, tanah dan air, dan keterkaitan antara daerah hulu dan hilir suatu DAS. Pengelolaan DAS perlu mempertimbangkan aspek-aspek sosial, ekonomi, budaya, dan kelembagaan yang beroperasi didalam dan diluar daerah aliran sungai yang bersangkutan (Asdak, 2007).

### **2.3. Identifikasi Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan**

Metode identifikasi perubahan penutupan/penggunaan lahan merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengidentifikasi perubahan suatu penutupan lahan di wilayah tertentu.

#### **2.3.1. Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*)**

Definisi penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji. Berdasarkan pengertian diatas maka disimpulkan bahwa penginderaan Jauh (*Remote Sensing*) merupakan pengamatan suatu objek menggunakan sebuah alat dari jarak jauh (Lillesand, Kiefer and Chipman, 2005).

Campbell and Wynne (2011) menyatakan bahwa penginderaan jauh merupakan suatu metode pengamatan yang dilakukan tanpa menyentuh objeknya

secara langsung. Penginderaan jauh adalah pengkajian atas informasi mengenai daratan dan permukaan air bumi dengan menggunakan citra yang diperoleh dari sudut pandang atas (*overhead perspective*), menggunakan radiasi elektromagnetik dalam satu beberapa bagian dari spektrum elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi. Jika dilihat secara teknis Lillesand and Kiefer (1994) mengatakan bahwa penginderaan jauh adalah cara atau teknik untuk memperoleh informasi tentang objek daerah atau gejala yang didapat dengan analisis data yang diperoleh melalui alat tanpa kontak langsung dengan objek daerah atau fenomena yang dikaji.

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen, meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan objek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data, dan berbagai penggunaan data. Sistem penginderaan jauh dimulai dari perekaman objek permukaan bumi. Data yang didapatkan dari hasil penginderaan jauh adalah berupa citra yang menggambarkan objek yang mirip dengan wujud dan letaknya di permukaan bumi dalam liputan yang luas (Purwadhi and Sanjoto, 2008).

### **2.3.2. Citra Satelit**

Citra satelit adalah salah satu wujud dari data penginderaan jauh hasil dari perekaman atau pemotretan sensor penginderaan jauh. Penggunaan citra penginderaan jauh satelit disukai oleh para pengguna terutama pengelola wilayah, karena citra penginderaan jauh mempunyai beberapa kelebihan seperti yang diungkapkan Sutanto (1986) dalam Purwadhi and Sanjoto (2008), yaitu:

1. Citra menggambarkan objek, daerah, dan gejala permukaan bumi dengan wujud dan letak obyek mirip dengan wujud dan letak objek di bumi, relatif lengkap, meliputi daerah yang luas, dan permanen.
2. Jenis citra tertentu dapat diwujudkan dalam tiga dimensi, sehingga memperjelas kondisi relief, dan memungkinkan pengukuran tinggi.
3. Karakteristik objek yang tidak tampak mata dapat diwujudkan dalam bentuk citra, seperti perbedaan suhu, kebocoran pipa gas bawah tanah, kebakaran tambang di bawah tanah, mudah dikenali dengan menggunakan citra inframerah termal.
4. Citra dapat dibuat cepat meskipun daerahnya secara terestrial sulit dijelajahi.

5. Citra dapat dibuat dengan periode pendek, misalnya NOAA setiap hari, Landsat setiap 16 hari, SPOT setiap 24 hari.
6. Citra merupakan alat yang baik untuk memantau perubahan wilayah yang relatif cepat, seperti pembukaan daerah hutan, pemekaran kota, perluasan lahan garapan, dan perubahan kualitas lingkungan.

Pemanfaatan data penginderaan jauh diharapkan sesuai dengan karakteristik setiap jenis data atau citra yang digunakan. Karakteristik setiap data penginderaan jauh khususnya satelit perlu diketahui agar pemanfaatan data dapat dilakukan dengan efisien dan efektif. Karakteristik data penginderaan jauh meliputi karakteristik atau resolusi spasial, lebar sapuan (*swath width*), resolusi spektral, resolusi temporal, resolusi radiometrik. Pemilihan data penginderaan jauh berdasarkan karakteristik dan tergantung dari rencana pemanfaatannya sehingga diharapkan akan efisien dan efektif. Misalnya untuk pemanfaatan perubahan hutan maka resolusi spasial dan lebar sapuan data Landsat atau SPOT kiranya memadai, sedangkan kecepatan perubahan hutan kiranya dapat diikuti oleh resolusi temporal kedua diatas yaitu 16 hari untuk Landsat dan 26 hari untuk SPOT, misalnya pemantauan perubahan hutan, daerah pertanian dan perkebunan (Purwadhi and Sanjoto, 2008).

Citra Landsat (*Land satellite*) adalah satelit sumberdaya bumi Amerika Serikat yang telah digunakan dalam bidang kehutanan sejak tahun 1972. Peluncuran satelit Landsat pertama dengan nama ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite – 1*) pada tanggal 23 Juli 1972 merupakan proyek eksperimental yang sukses dan dilanjutkan dengan peluncuran selanjutnya, seri kedua, tetapi berganti nama menjadi Landsat. ERTS-1 pun berganti nama menjadi Landsat-1 (Danoedoro, 2010).

Salah satu satelit yang digunakan untuk penginderaan jauh ini adalah Landsat, yang sekarang telah mencapai generasi ke-8. Dari Landsat-1 hingga Landsat-8 telah terjadi perubahan desain sensor sehingga kedelapan satelit tersebut dapat dikelompokkan menjadi 4 generasi, yaitu generasi pertama (Landsat 1-3), generasi kedua (Landsat 4 dan 5), generasi ketiga (Landsat- 6 dan 7), serta generasi keempat (Landsat 8). Landsat 7 yang diluncurkan pada tanggal 15 April 1999 membawa sensor dengan multispectral dengan resolusi 15 meter pada citra pankromatik dan

30 meter untuk citra multispektral pada spectra pantulan (berkisar dari spektrum biru hingga inframerah tengah), serta resolusi spasial 60 meter untuk citra inframerah termal (Danoedoro, 2010).

Satelit Landsat-8 memiliki sensor Onboard Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Di antara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Sebagian besar kanal memiliki spesifikasi mirip dengan Landsat-7. Berikut ini perbandingan spesifikasi kanal yang dimiliki citra landsat 7 dan landsat 8 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Perbandingan Band Landsat 7 dan 8

Landsat 7 ETM+ Bands		Landsat 8 OLI/TIRS Bands	
Band 1	30 m, Blue, 0.450-0.515 $\mu\text{m}$	Band 1	30 m, Coastal/Aerosol, 0.433-0.453 $\mu\text{m}$
Band 2	30 m, Green 0.525-0.605 $\mu\text{m}$	Band 2	30 m, Blue, 0.450-0.515 $\mu\text{m}$
Band 3	30 m, Red 0.630-0.690 $\mu\text{m}$	Band 3	30 m, Green 0.525-0.600 $\mu\text{m}$
Band 4	30 m, Near-IR, 0.775-0.900 $\mu\text{m}$	Band 4	30 m, Red 0.630-0.680 $\mu\text{m}$
Band 5	30 m, SWIR-1, 1.550-1.750 $\mu\text{m}$	Band 5	30 m, Near-IR, 0.845-0.885 $\mu\text{m}$
Band 7	30 m, SWIR-2, 2.090-2.350 $\mu\text{m}$	Band 6	30 m, SWIR-1, 1.560-1.660 $\mu\text{m}$
Band 8	15 m, Pan, 0.520-0.900 $\mu\text{m}$	Band 7	30 m, SWIR-2, 2.100-2.300 $\mu\text{m}$
		Band 8	15 m, Pan, 0.500-0.680 $\mu\text{m}$
		Band 9	30 m, Cirrus, 1.360-1.390 $\mu\text{m}$
Band 6	60 m, LWIR, 10.00-12.50 $\mu\text{m}$	Band 10	100 m, LWIR-1, 10.30-11.30 $\mu\text{m}$
		Band 11	100 m, LWIR-2, 11.50-12.50 $\mu\text{m}$

Sumber: (Rocchio, 2012).

Citra Landsat bisa didapatkan dengan mengunduhnya (*download*) pada link <https://www.earthexplorer.usgs.gov>. Pada situs *Earth Explorer* tersedia berbagai jenis citra yang dapat anda unduh, seperti citra Landsat 7, Landsat 6, Landsat 5, File *Digital Elevation Model* (DEM).

Pengolahan citra digital mempunyai beberapa prosedur pengolahan data awal atau tahap *pre-processing* citra sebelum dilakukan interpretasi, prosedur yang dilakukan meliputi (Purwadhi and Sanjoto, 2008):

1. Koreksi radiometrik merupakan pembetulan citra akibat kesalahan radiometrik, yaitu kesalahan yang berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar (*pixel*) pada citra, yang disebabkan oleh kesalahan system optic, karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari.
2. Koreksi geometrik merupakan pembetulan mengenai posisi citra akibat kesalahan geometrik. Kesalahan geometrik yang bersifat internal disebabkan

konfigurasi sensornya dan kesalahan external karena perubahan ketinggian, posisi, dan kecepatan wahana, dan disebabkan gerak rotasi dan kelengkungan bumi.

3. Penajaman citra bertujuan untuk peningkatan mutu citra, yaitu menguatkan kontras kenampakan yang tergambar dalam citra digital, penajaman citra dilakukan sebelum penampilan citra atau sebelum dilakukan interpretasi, dengan maksud untuk menambah jumlah informasi yang dapat di interpretasi secara digital maupun interpretasi manual.
4. Penggabungan citra (*Layer stacking*) merupakan tahapan penggabungan pada band-band citra landsat yang dilakukan untuk memudahkan mengidentifikasi warna dan penutupan/penggunaan lahan pada wilayah penelitian. Penggabungan band citra Landsat 7 ETM+ tahun dilakukan dengan menggabungkan band 5, 4 dan 3 (RGB) sedangkan untuk untuk citra Landsat 8 OLI/TIRS dilakukan dengan menggabungkan band 6, 5 dan 4 (RGB). Hasil penggabungan band selanjutnya digunakan untuk melakukan interpretasi citra.
5. Pemotongan citra (*cropping*) dilakukan untuk memotong citra sesuai dengan batas wilayah penelitian, sehingga pengolahan data citra lebih efisien pada lokasi penelitian.

### **2.3.3. Interpretasi Citra**

Interpretasi citra merupakan salah satu bagian dari pengolahan citra penginderaan jauh yang paling sering dibahas, digunakan, dan dalam praktik dianggap lebih baik. Lebih dari itu, hasil utama dari klasifikasi citra adalah peta tematik (yang pada umumnya merupakan peta penutupan ataupun penggunaan 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, 2010).

Tahapan kegiatan yang diperlukan dalam pengenalan objek yang tergambar pada citra (Purwadhi and Sanjoto, 2008), yaitu:

1. Deteksi: Pengamatan objek pada citra yang bersifat global dengan melihat ciri khas objek berdasarkan unsur rona atau warna citra.
2. Identifikasi: Pengamatan objek pada citra bersifat agak rinci, yaitu upaya mencirikan objek yang telah dideteksi menggunakan keterangan yang cukup.
3. Analisis: Pengamatan objek pada citra bersifat rinci, yaitu tahap pengumpulan keterangan lebih lanjut.

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. Menurut Purwadhi and Sanjoto (2008), terdapat 8 (delapan) unsur interpretasi, yaitu rona atau warna, ukuran, bentuk, tekstur, pola, bayangan, letak dan situs, dan asosiasi kenampakan objek. Unsur-unsur interpretasi tersebut disusun secara berjenjang guna memudahkan dalam pengenalan objek pada citra. Setiap unsur interpretasi memiliki kemampuan untuk mengenali objek pada citra penginderaan jauh, yang masing-masing dapat dijelaskan sebagai berikut (Purwadhi and Sanjoto, 2008):

1. Rona atau Warna: Rona adalah tingkat kegelapan atau kecerahan objek pada citra atau tingkatan dari hitam ke putih atau sebaliknya, sedangkan warna adalah wujud yang tampak oleh mata yang menunjukkan tingkat kegelapan dan keragaman warna dari kombinasi saluran/band citra, yaitu warna dasar biru, hijau, merah, dan kombinasi warna dasar seperti kuning, jingga, nila, ungu, dan warna lainnya.
2. Bentuk adalah variabel kualitatif yang mencirikan (menguraikan) konfigurasi atau kerangka suatu objek, misal : persegi, membulat, memanjang, dan bentuk lainnya. Bentuk juga menyangkut susunan atau struktur yang lebih rinci. Contoh kenampakan pada citra pohon kelapa, sagu, nipah, enau berbentuk bintang, pohon pinus berbentuk kerucut, sedangkan bangunan seperti gedung

perkantoran mempunyai bentuk beraturan seperti berbentuk memanjang seperti huruf I, bentuk melengkung seperti huruf L atau U.

3. Ukuran: merupakan atribut objek yang berupa jarak, luas, tinggi, lereng dan volume. Ukuran tergantung skala dan resolusi citra. Misalnya rumah hunian ukurannya relatif lebih kecil dibandingkan dengan tempat niaga atau pasar modern (Mal) dengan bangunan yang sangat mudah dikenali karena selain bentuk juga ukurannya yang luas dan besar.
4. Tekstur adalah frekuensi perubahan rona pada citra. Tekstur sering dinyatakan dalam wujud kasar, halus, atau bercak-bercak. Objek perkotaan (bangunan) tampak bertekstur kasar, sedangkan kebun bertekstur sedang, rumput bertekstur halus. Obyek air tenang bertekstur halus, air bergelombang bertekstur sedang.
5. Pola merupakan ciri objek buatan manusia dan beberapa objek alamiah yang membentuk susunan keruangan. Pola pemukiman pedesaan biasanya pola tidak teratur, namun ada hal yang dapat digunakan sebagai acuan seperti pola permukiman memanjang (*longeted*) sepanjang jalan atau sungai, permukiman menyebar dan mengelompok di sekitar danau. Perumahan yang dibangun terencana seperti *real estate* dikenali dengan pola teratur. Pola perkebunan teratur karena sudah direncanakan dengan pematang/ jalan-jalan inspeksi, saluran pengairan dengan tanaman yang homogen, sehingga mudah dibedakan dengan vegetasi lain.
6. Bayangan merupakan objek yang tampak samar-samar atau tidak tampak sama sekali (hitam), sesuai dengan bentuk objeknya seperti bayangan awan, bayangan gedung, bayangan bukit.
7. Situs merupakan hubungan antar objek dalam satu lingkungan, yang dapat menunjukkan objek di sekitarnya atau letak suatu obyek terhadap obyek lain. Situ biasanya mencirikan suatu objek secara tidak langsung. Situs kebun kopi terletak di lahan miring, karena tanaman kopi memerlukan pengaturan saluran air/sirkulasi air yang baik; Situs sering membentuk pola, seperti situs pemukiman memanjang di sepanjang jalan, pemukiman sepanjang sungai pada tanggul alam, permukiman pantai di sepanjang pinggiran pantai.

8. Asosiasi merupakan unsur antar objek yang keterkaitan atau antara objek yang satu dengan objek yang lain, sehingga berdasarkan asosiasi tersebut dapat membentuk suatu fungsi objek tertentu. Misalnya Pelabuhan merupakan asosiasi dari kenampakan laut, dermaga, kapal, bangunan gudang dan tempat tunggu penumpang, lapangan tempat parkir kontainer. Sekolah merupakan asosiasi dari gedung sekolah, lapangan/ halaman untuk olahraga. Stasiun Kereta Api merupakan asosiasi dari bangunan memanjang di tepi rel kereta api, tempat parkir kereta, tower air untuk keperluan kereta api, kemungkinan bangunan bengkel kereta api.

Hasil dari interpretasi citra harus dilakukan uji akurasi untuk mengetahui besar tingkat keakuratan interpretasi citra yang telah dilakukan. Uji akurasi merupakan proses membandingkan data hasil klasifikasi citra (peta penutupan lahan hasil interpretasi) dengan kondisi lapangan. Model yang digunakan untuk menguji tingkat akurasi adalah seperti *overall accuracy*. Perhitungan akurasi interpretasi citra dilakukan dengan metode *confusion matrix* yang digunakan sebagai langkah awal dalam mendeskripsikan perbedaan dan teknik analisis statistik untuk menilai akurasi. Pada *confusion matrix*, data hasil interpretasi citra dan data hasil pengecekan lapangan disusun dalam sebuah tabel perbandingan (Hussin and Atmopawiro, 2004; Rijal, 2016; Ardiansyah, 2017).

Tingkat keakuratan interpretasi citra yang dapat diterima yaitu 85% (Lillesand and Kiefer, 1994). Hal ini berarti sekurang-kurangnya dari 100 titik hanya 15 titik yang tidak sesuai dengan yang ada di lapangan, dan 85 titik yang sesuai dengan kondisi di lapangan.

#### **2.3.4. Sistem Informasi Geografis**

Sistem informasi geografis menurut Prahasta (2001) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (dimensi keruangan). Sistem informasi geografis adalah bentuk sistem informasi yang menyajikan informasi dalam bentuk grafis dengan menggunakan peta sebagai interface atau antarmuka. SIG tersusun atas konsep beberapa lapisan (layer) dan relasi. Dengan fungsi meningkatkan kemampuan menganalisis informasi spasial secara terpadu untuk perencanaan dan pengambilan keputusan. Sistem informasi geografis

dapat memberikan informasi kepada pengambil keputusan untuk analisis dan penerapan database keruangan.

Pengaplikasian GIS dalam aspek perencanaan dan pemanfaatan ruang beberapa di antaranya seperti kegiatan *monitoring*, dimana GIS dapat digunakan untuk kegiatan pemantauan terhadap perubahan-perubahan yang terjadi secara efektif. Hal yang umum dilakukan adalah kegiatan pemantauan perubahan penggunaan dan penutupan lahan. Selanjutnya juga dalam hal *Modelling*, yang berhubungan dengan kegiatan pemodelan terhadap suatu kondisi/fenomena (sosial kependudukan, lingkungan fisik, biota, dan lain- lain). Konsep pemodelan ini biasanya menggunakan persamaan-persamaan matematis, logika statistik, serta teori-teori menyangkut fenomena tertentu (Wibowo S. *et al.*, 2012).

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dapat mengintegrasikan data spasial dan data keruangan ternyata mampu menghasilkan data atribut yang bisa digunakan sebagai acuan dalam analisis statistik yang bisa digunakan untuk memprediksi luasan penggunaan lahan di masa datang. Analisis perubahan penggunaan lahan dengan memanfaatkan data spasial yang bersifat temporal sangat bermanfaat, khususnya untuk mengetahui lokasi-lokasi tempat dimana perubahan penggunaan lahan terjadi (As-syakur *et al.*, 2008).

Komponen-komponen pendukung SIG terdiri dari lima komponen yaitu perangkat keras (hardware), perangkat lunak (software), data, manusia, dan metode yang semuanya bekerja secara terintegrasi guna analisis geografi dan pemetaan (Suseno and Agus, 2012).

Quantum GIS (QGIS) adalah cross-platform perangkat lunak bebas (open source) desktop pada sistem informasi geografis (SIG). Aplikasi ini dapat menyediakan data, melihat, mengedit, dan kemampuan analisis. Quantum GIS berjalan pada sistem operasi yang berbeda termasuk Mac OS X, Linux, UNIX, dan Microsoft Windows. Dalam perizinan, QGIS sebagai perangkat lunak bebas aplikasi di bawah GPL (General Public License), dapat secara bebas dimodifikasi untuk melakukan tugas yang berbeda atau lebih khusus (Suseno and Agus, 2012).

Selain itu, aplikasi ini mendukung berbagai format dan fungsionalitas vector, raster dan database. Quantum GIS memiliki sejumlah kemampuan yang disediakan oleh fungsi fungsi inti dan plugins, yang selalu dikembangkan. Pengguna dapat

memvisualisasi, mengelola, mengubah, menganalisa data, dan menulis peta yang dapat dicetak (Ramadona and Kusnanto, 2010).

#### **2.4. Identifikasi Faktor Pendorong**

Identifikasi faktor pendorong dengan menggunakan analisis deskriptif dengan memilih beberapa variabel yang mendorong perubahan penutupan/penggunaan lahan. Diantara banyaknya faktor-faktor yang dapat mendorong perubahan penggunaan lahan dalam suatu wilayah beberapa diantaranya mempunyai aspek yang berbeda. Kubangun (2016) menyimpulkan bahwa semakin dekat jarak perubahan lahan dari permukiman, jalan, dan sungai, serta semakin banyak penduduk yang menempati suatu lahan maka semakin banyak terjadi perubahan lahan di daerah tersebut. Hal ini yang mendasari adanya beberapa variabel yang menjadi faktor pendorong perubahan suatu penggunaan lahan diantaranya jarak ke jalan, jarak ke sungai, jarak ke permukiman, kepadatan penduduk, lereng, tanah dan iklim. Jarak ke jalan, sungai dan permukiman digunakan sebagai faktor perubahan dari segi budaya masyarakat, artinya semakin dekat penggunaan lahan terhadap jalan, sungai dan permukiman maka semakin cepat perubahan penggunaan lahan yang terjadi. Kepadatan dan pendapatan penduduk termasuk ke dalam faktor sosial ekonomi yang mendorong perubahan, dimana faktor tersebut menggambarkan secara konkrit jumlah permintaan lahan permukiman (Tasha, 2012).

Koefisien Cramer atau *Cramer's Coefficient* yang menurut Santoso (2009) merupakan salah satu metode untuk mengukur tingkat asosiasi (hubungan) atau korelasi antara dua kelompok atribut atau variabel. Uji korelasi ini digunakan jika informasi atau data berskala nominal atau kategorik. Koefisien Cramer merupakan koefisien korelasi antara dua variabel (variabel independen dan variabel dependen) dimana variabel tersebut merupakan variabel berskala nominal dan dihitung menggunakan tabel kontingensi. Pada tabel kontingensi akan dicari nilai harapan (expected value) untuk setiap cell-nya, semakin besar perbedaan antara nilai harapan dengan nilai observasi (observed value), maka akan semakin besar pula derajat hubungan dua variabel yang sekaligus berarti semakin besar pula nilai koefisien cramernya. Nilai koefisien cramer tidak pernah negatif, hanya berkisar 0

dan 1, hal ini dikarenakan antara variabel tidak memperhatikan urutan (order) di antara kedua variabel tersebut (Purnomo, 2014).

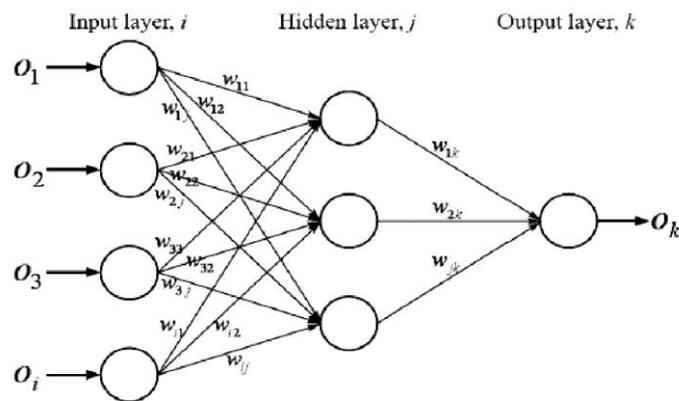
Masing-masing parameter perubahan lahan atau variabel pendorong dalam perubahan penutupan/penggunaan lahan memiliki kontribusi yang bervariasi. Hal ini dapat dilihat dari besarnya koefisien variabel, semakin besar nilai koefisien maka semakin besar pula pengaruh variabel tersebut terhadap perubahan penutup/penggunaan lahan (Parasdyo and Susilo, 2012).

## **2.5. Proyeksi Penutupan/Penggunaan Lahan**

Prediksi penutupan/penggunaan lahan dan perkembangan suatu wilayah di masa yang akan datang dapat diprediksi menggunakan pendekatan *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Cellular Automata* (CA). Pemodelan ANN dan CA dapat menentukan peluang perubahan suatu penutupan/penggunaan lahan menjadi penutupan/penggunaan lahan lainnya (Rahmah, 2019). *Artificial Neural Network* (ANN) atau yang biasa disebut Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah pengolah informasi yang terinspirasi dari cara kerja sistem saraf secara biologis seperti otak yang memproses informasi. Elemen utamanya adalah struktur dari sistem pengolah informasi itu sendiri yaitu elemen pemrosesan yang saling terkoneksi (*neuron*) dengan jumlah besar dan bekerja bersama untuk menyelesaikan masalah yang spesifik. JST dipercaya bisa diimplementasikan untuk pengenalan maupun klasifikasi. Ide mendasar dari ANN adalah mengadopsi mekanisme berpikir sebuah sistem yang menyerupai otak manusia. ANN dapat diaplikasikan untuk memodelkan suatu perubahan penggunaan lahan, dengan tahapan (1) menentukan input dan arsitektur jaringan, (2) melatih jaringan, (3) menguji jaringan dan (4) menggunakan informasi yang telah dihasilkan untuk memprediksi perubahan penggunaan lahan (Tasha, 2012).

Perkembangan ilmu komputasi melahirkan suatu metode pemodelan yang dinamakan *Multi-layer Perceptron* (MLP) yang merupakan salah satu bentuk arsitektur dari *Artificial Neural Network* (ANN). MLP itu sendiri dapat diterapkan dalam analisis diskriminan non-linear (untuk klasifikasi). *Multi-layer Perceptron* (MLP) memiliki keuntungan menggambarkan hubungan yang ada antara variabel input dan output tanpa diketahui sebelumnya hubungan antara variabel-variabel itu

sendiri (Wardani, 2016). *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* (Rahardiani, 2018). 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 *et al.*, 2017).



Gambar 1. Ilustrasi Layar Perseptron Berlapis (Multilayer Perceptron) (Popescu, *et al.*, 2009; Rahmah, 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 linier, hal ini lebih unggul daripada hubungan yang bersifat linier. Selain itu MLP neural network dapat bekerja pada data yang mengandung banyak error dan data yang memiliki korelasi antar variabel (Parasdyo and Susilo, 2012).

*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 berdasar

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 penggunaan 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 (Ukoro, 2013).

Matriks peluang transisi akan dihasilkan dan dijadikan dasar untuk melakukan proyeksi penutupan/penggunaan lahan ke depan (Tasha, 2012). Bentuk dari matriks transisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

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

Gambar 2. Matriks Transisi (Tasha, 2012)

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

Proses validasi model dilakukan untuk menguji kinerja pemodelan *Cellular Automata* (CA) pada *software* SIG dalam nantinya untuk memproyeksikan penutupan/penggunaan lahan. Validasi diperlukan untuk mengetahui seberapa akurat proyeksi data yang dilakukan dapat diakui kebenarannya dan data yang dihasilkan dapat diterima.

Validasi model dilakukan sebelum menjalankan model untuk melakukan proyeksi penutupan/penggunaan lahan ke masa yang akan datang. Dapat diterima atau tidaknya validasi model dihitung dengan Nilai Kappa ( $\kappa$ ) 0,81-1,00 dinilai sangat baik, 0,61-0,80 adalah baik, 0,41-0,60 adalah sedang, 0,21-0,40 adalah kurang dari sedang, dan nilai  $<0,21$  dikatakan buruk.