

SKRIPSI

**PREDIKSI TUTUPAN LAHAN KAWASAN PERBATASAN
GOWA-MAKASSAR MENGGUNAKAN PLATFORM *GOOGLE
EARTH ENGINE* DENGAN *RANDOM FOREST***

Disusun dan diajukan oleh:

**ANDI REZA YUSUF
D101191040**



**PROGRAM STUDI SARJANA PERENCANAAN WILAYAH
DAN KOTA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PREDIKSI TUTUPAN LAHAN KAWASAN PERBATASAN GOWA-MAKASSAR MENGGUNAKAN PLATFORM *GOOGLE* *EARTH ENGINE* DENGAN *RANDOM FOREST*

Disusun dan diajukan oleh

Andi Reza Yusuf
D101191040

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Perencanaan Wilayah Dan
Kota

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Abdul Rachman Rasyid, S.T., M.Si., IPM.
NIP. 19741006 200812 1 002

Pembimbing Pendamping,



Isfa Sastrawati, S.T., M.T.
NIP. 19741220 200501 2 001

Ketua Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Abdul Rachman Rasyid, S.T., M.Si., IPM.
NIP. 19741006 200812 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Andi Reza Yusuf

NIM : D101191040

Program Studi : Perencanaan Wilayah dan Kota

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Prediksi Tutupan Lahan Kawasan Perbatasan Gowa-Makassar Menggunakan Platform *Google Earth Engine* Dengan *Random Forest*

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

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

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

Gowa, 19 Agustus 2024

Yang Menyatakan



Andi Reza Yusuf

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, maha suci Allah dengan segala rencana-Nya, segala puji dan syukur bagi Allah SWT yang telah menjadi sebaik-baiknya penuntun jalan sehingga penyusunan laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada sang panutan hidup Rasulullah SAW, beserta keluarga dan para sahabatnya.

Sebuah proses tanpa kesalahan ibarat kehidupan tanpa dosa. Kesalahan itu mutlak adanya namun atas berkat petunjuk Allah SWT yang diwujudkan dengan usaha dan kerja keras serta bimbingan dan arahan dari berbagai pihak maka laporan tugas akhir yang berjudul **“Prediksi Tutupan Lahan Kawasan Perbatasan Gowa-Makassar Menggunakan Platform *Google Earth Engine* Dengan *Random Forest*”** dapat diselesaikan sebagai syarat utama dalam penyelesaian studi pada jenjang S1 Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun terlepas dari semua itu, penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyajikan yang terbaik. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata, harapan penulis semoga karya ini dapat bermanfaat demi kemajuan ilmu pengetahuan dan semoga Allah SWT meridhoi segala usaha yang telah dilakukan. *Aamiin Yaa Rabbal Aalamiin.*

Gowa,

Andi Reza Yusuf



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta (Bapak Mustari S. Pd.) dan (Ibu Mulyana A. Md.) yang telah menjadi sumber inspirasi, dukungan, dan cinta sepanjang perjalanan saya dalam menyelesaikan skripsi ini, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus;
2. Dosen Pembimbing Utama (Bapak Dr. Eng. Abdul Rachman Rasyid, ST.,M.Si) serta Dosen Pembimbing Pendamping (Ibu Isfa Sastrawati, S.T., M.T) atas segala atas bimbingan, arahan, dan kesabaran yang diberikan sepanjang proses penelitian dan penulisan skripsi ini;
3. Kepala Studio (Ibu Dr. techn. Yashinta K. D. Sutopo, S. T., MIP) atas waktu yang telah diluangkan untuk memberikan bimbingan, motivasi dan dukungan;
4. Dosen Penguji (Bapak Prof. Dr. Ir. Arifuddin Akil, M.T) dan (Ibu Sri Wahyuni, ST., M.T) atas ilmu, bimbingan, koreksi dan arahan yang telah diberikan untuk peningkatan kualitas karya penulis;
5. Dosen-Dosen di Departemen Teknik Perencanaan Wilayah Dan Kota yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang sangat bermanfaat bagi penulis.
6. Rektor Universitas Hasanuddin (Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.) dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli., M.T.) yang telah memberikan izin penelitian serta fasilitas kampus dalam memudahkan proses akademik saya;
7. Staf administrasi serta anggota staf lainnya di Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah membimbing dan membantu penulis sejak dari awal masuk perkuliahan hingga akhir perkuliahan;



an-teman Labo Based Education (LBE) Regional Planning, Tourism,
ster Mitigation yang telah bahu-membahu menjalankan segala program
t;

9. Teman-teman seperjuangan PWK SEKTOR 2019 atas kebersamaan dan pengalaman dari awal masa perkuliahan sampai saat ini; dan
10. Seluruh pihak yang telah berkontribusi, mendukung, dan membantu yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu;

Penulis berharap kritik serta masukan dari semua pihak demi perbaikan dan peningkatan kualitas dalam penyusunan karya ilmiah kedepannya. Semoga tugas akhir ini bermanfaat dan bernilai positif bagi semua pembaca.



ABSTRAK

ANDI REZA YUSUF. *Prediksi Tutupan Lahan Kawasan Perbatasan Gowa-Makassar Menggunakan Platform Google Earth Engine Dengan Random Forest* (dibimbing oleh Dr. Eng. Abdul Rachman Rasyid, ST.,M.Si dan Isfa Sastrawati, S.T., MT.)

Pertumbuhan Kota Makassar sebagai pusat utama di Mamminasata berdampak besar pada wilayah sekitarnya, khususnya Kabupaten Gowa. Data statistik menunjukkan laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Palangga, Kecamatan Barombong, dan Kecamatan Somba Opu sebesar 21%, 22%, dan 12% dari tahun 2013-2023. Ini mencerminkan daya tarik wilayah tersebut bagi urbanisasi dan migrasi penduduk. Sehingga perlu dilakukan studi untuk memprediksi perubahan tutupan lahan yang akan terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk 1) Mengidentifikasi perubahan tutupan lahan di Kawasan perbatasan Gowa-Makassar tahun 2013-2022, 2) Mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan di Kawasan perbatasan Gowa-Makassar, 3) Membuat prediksi tutupan lahan di Kawasan perbatasan Gowa-Makassar tahun 2032. Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini berupa analisis *Random Forest* untuk melakukan klasifikasi pada data tutupan lahan, yang kemudian akan digunakan sebagai dasar yang selanjutnya dilakukan analisis *Gini importance* atau *Mean Decrease in Accuracy (MDA)* untuk mengevaluasi pentingnya setiap variabel yang digunakan dalam mempengaruhi perubahan tutupan lahan yang terjadi. Faktor-faktor yang dianalisis adalah jalan, pelayanan umum, kemiringan lereng, status kepemilikan lahan, dan peraturan mengenai tata guna lahan. Serta tutupan lahan tahun 2013, perubahan tutupan lahan tahun 2013-2022, dan selisih tahun yang digunakan sebagai indikator prediksi. Kemudian dilakukan analisis random forest untuk melakukan prediksi perubahan tutupan lahan di masa yang akan datang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan di Kawasan Perbatasan Gowa-Makassar selama periode sepuluh tahun yaitu 2013-2022 menunjukkan tutupan lahan mengalami penurunan luas (sawah/perkebunan, badan air, dan semak-belukar), dan peningkatan luas (lahan terbangun). Faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan tutupan lahan tahun 2013-2022 adalah Kemiringan Lereng. Sedangkan faktor yang paling berpengaruh terhadap prediksi perubahan tutupan lahan pada tahun 2032 adalah tutupan lahan tahun 2013. Adapun prediksi menunjukkan bahwa pada tahun 2032, sawah dan perkebunan masih mendominasi tutupan lahan di kawasan perbatasan gowa makassar namun diproyeksikan akan mengalami penurunan. Sementara itu, lahan terbangun diperkirakan akan meningkat pada tahun 2032.

Kata Kunci: Tutupan Lahan, Perubahan Lahan, Prediksi Tutupan Lahan, *Random Forest*, Google Earth Engine.



ABSTRACT

ANDI REZA YUSUF. *Land Cover Prediction In The Gowa-Makassar Border Area Using The Google Earth Engine Platform With Random Forest* (supervised by Dr. Eng. Abdul Rachman Rasyid, ST., M.Si and Isfa Sastrawati, S.T., MT.)

The growth of Makassar City as the main center in Mamminasata has had a major impact on the surrounding area, especially Gowa Regency. Statistical data shows the population growth rate of Palangga District, Barombong District, and Somba Opu District is 21%, 22%, and 12% from 2013-2023. This reflects the attractiveness of the region for urbanization and population migration. So it is necessary to carry out studies to predict changes in land cover that will occur. This research aims to 1) Identify changes in land cover in the Gowa-Makassar border area in 2013-2022, 2) Identify factors that influence land cover changes in the Gowa-Makassar border area, 3) Make predictions of land cover in the Gowa-Makassar border area in 2013-2022. 2032. The analytical method used in this research is Random Forest analysis to classify land cover data, which will then be used as a basis for subsequent Gini importance or Mean Decrease in Accuracy (MDA) analysis to evaluate the importance of each variable used in influencing land cover changes that occur. The factors analyzed are roads, public services, slope slope, land ownership status, and regulations regarding land use. As well as land cover in 2013, changes in land cover in 2013-2022, and the difference in years used as predictive indicators. Then random forest analysis was carried out to predict future land cover changes. The research results show that changes in land cover in the Gowa-Makassar Border Area during the ten year period, namely 2013-2022, show that land cover has decreased in area (rice fields/plantations, water bodies and shrubs), and increased in area (built-up land). The factor that has the most influence on land cover changes in 2013-2022 is slope gradient. Meanwhile, the factor that has the most influence on predictions of changes in land cover in 2032 is land cover in 2013. The predictions show that in 2032, rice fields and plantations will still dominate land cover in the Gowa Makassar border area but are projected to experience a decline. Meanwhile, built-up land is expected to increase in 2032.

Keywords: Land Use, Land Change, Random Forest, Google Earth Engine.



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Lahan.....	6
2.1.1 Karakteristik Lahan.....	6
2.1.2 Tutupan Lahan.....	6
2.1.3 Klasifikasi Penggunaan Lahan.....	7
2.2 Faktor Perubahan Tutupan Lahan.....	8
2.3 Penginderaan Jauh.....	10
2.3.1 Citra Digital.....	10
2.3.2 Interpretasi Citra.....	11
2.3.3 Klasifikasi Citra.....	12
2.4 Uji Validasi.....	13
2.5 <i>Google Earth Engine (GEE)</i>	15
2.6 Model Prediksi Tutupan Lahan.....	18
2.6.1 <i>Classification and Regression Tree (CART)</i>	18
2.6.2 <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	19
2.6.3 <i>Naïve Bayes Classification (NBC)</i>	20
2.6.4 <i>Random Forest Classification (RFC)</i>	21
- Penelitian Terdahulu.....	23
- Angka Konsep.....	30



BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian.....	31
3.2	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	31
3.3	Jenis Dan Sumber Data.....	31
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	32
3.5	Variabel Penelitian.....	33
3.6	Teknik Analisis Data.....	36
3.7	Definisi Oprasional.....	37
3.8	Alur Pikir Penelitian.....	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Gambaran Umum Kabupaten Gowa.....	41
4.2	Wilayah Penelitian.....	43
4.2.1	Lokasi dan luas wilayah penelitian.....	43
4.2.2	Kondisi fisik wilayah.....	43
4.2.3	Jaringan Jalan Wilayah Penelitian.....	44
4.3	Perubahan Tutupan Lahan Di Kawasan Perbatasan Gowa-Makassar Tahun 2013-2022.....	48
4.3.1	Tutupan Lahan Di Kawasan Perbatasan Gowa-Makassar Tahun 2013.....	49
4.3.2	Tutupan Lahan Di Kawasan Perbatasan Gowa-Makassar Tahun 2018.....	50
4.3.2	Tutupan Lahan Di Kawasan Perbatasan Gowa-Makassar Tahun 2022.....	50
4.3.3	Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2013-2022.....	51
4.3.4	Hasil Uji Validasi.....	57
4.4	Faktor Yang Mempengaruhi Perubahan Tutupan Lahan Di Kawasan Perbatasan Gowa-Makassar.....	60
4.5	Prediksi Tutupan Lahan Di Kawasan Perbatasan Gowa-Makassar Tahun 2032.....	63
4.5.1	Prediksi dan Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2022-2032.....	63
4.5.2	Uji Akurasi.....	68
4.5.3	Perbandingan Hasil Prediksi Dengan RTRW Kab. Gowa Tahun 2012-2032.....	69

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	75
	an.....	76
	RU PUSTAKA.....	77
	RAN.....	82



CURRICULUM VITAE..... 89



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Ruang Lingkup Spasial Wilayah Studi.....	5
Gambar 2 Tampilan <i>Google Earth Engine</i>	16
Gambar 3 Ilustrasi Hyperlane pada SVM.....	20
Gambar 4 Bagan Kerangka Konsep Penelitian.....	30
Gambar 5 Bagan Kerangka Pikir Penelitian.....	40
Gambar 6 Peta Delineasi Kawasan Penelitian.....	44
Gambar 7 Peta Kemiringan Lereng.....	45
Gambar 8 Peta Jaringan Jalan.....	47
Gambar 9 Proses Pemilihan Citra di GEE.....	48
Gambar 10 Training Sampel Tutupan Lahan.....	49
Gambar 11 Diagram Perubahan Tutupan Lahan 2013-2022.....	51
Gambar 12 Peta Tutupan Lahan Tahun 2013.....	54
Gambar 13 Peta Tutupan Lahan Tahun 2018.....	55
Gambar 14 Peta Tutupan Lahan Tahun 2022.....	56
Gambar 15 Peta Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2013-2022.....	57
Gambar 16 <i>Arctoolbox</i> Yang Digunakan Untuk Uji Validasi.....	58
Gambar 17 Peta Titik Uji akurasi.....	60
Gambar 18 Bagan Kerja Analisis <i>Gini importance</i>	62
Gambar 19 Skrip <i>Gini Importance</i> Yang Digunakan.....	63
Gambar 20 Bagan Kerja Analisis <i>Random Forest</i>	64
Gambar 21 Diagram Perubahan Tutupan Lahan 2022-2032.....	64
Gambar 22 Peta Tutupan Lahan Tahun 2032.....	67
Gambar 23 Peta Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2022-2032.....	68
Gambar 24 Skrip <i>Confusion Matrix</i>	70
Gambar 25 Hasil Uji Akurasi Dengan <i>Confusion matrix</i>	70
Gambar 26 Peta Pola Ruang RTRW Kab. Gowa 2012-2032.....	72
Gambar 27 Peta Pola Ruang RTRW Kab. Gowa di Kawasan Penelitian.....	74
Gambar 28 Peta Perbandingan Pola Ruang RTRW Dengan Hasil Prediksi..	75



DAFTAR TABEL

Tabel 1	Ruang Lingkup Spasial Wilayah Studi.....	4
Tabel 2	Ketelitian Klasifikasi Nilai Kappa.....	14
Tabel 3	Literatur Review Penelitian Terdahulu.....	24
Tabel 4	Variabel Penelitian.....	35
Tabel 5	Jumlah Kecamatan dan Luas Wilayah Kab. Gowa Tahun 2022...	42
Tabel 6	Jumlah Penduduk, Persentase, Kepadatan, dan Laju Pertumbuhan Penduduk Kab. Gowa Tahun 2022.....	43
Tabel 7	Jenis dan Luas Tutupan Lahan Tahun 2013.....	50
Tabel 8	Jenis dan Luas Tutupan Lahan Tahun 2018.....	51
Tabel 9	Jenis dan Luas Tutupan Lahan Tahun 2022.....	51
Tabel 10	Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2013-2022.....	52
Tabel 11	Luas Perubahan Setiap Tutupan Lahan Tahun 2013-2022.....	53
Tabel 12	Hasil <i>Confusion Matrix</i> Model Klasifikasi Tahun 2023.....	59
Tabel 13	Faktor Yang Mempengaruhi Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2013-2022.....	63
Tabel 14	Faktor Yang Mempengaruhi Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2013-2022.....	63
Tabel 15	Perbandingan Luas Tutupan Lahan Tahun 2022 dengan Tahun 2032.....	65
Tabel 16	Luas Perubahan Setiap Tutupan Lahan Tahun 2022-2032.....	66
Tabel 17	Hasil <i>Confusion Matrix</i> Model Prediksi Tahun 2023.....	69
Tabel 18	Luas Pola ruang RTRW Kabupaten Gowa Di Kawasan Penelitian.....	71
Tabel 19	Perbandingan Pola Ruang RTRW Kabupaten Gowa Dengan Hasil Prediksi Tahun 2032.....	71



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Akurasi.....	83
Lampiran 2 Skrip Klasifikasi Tutupan Lahan Dengan Random Forest.....	84
Lampiran 3 Skrip Prediksi Tutupan Lahan Dengan Random Forest.....	86



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Sulawesi Selatan saat ini sedang mengalami perkembangan kawasan yang sangat pesat karena beberapa wilayahnya, termasuk Makassar, Maros, Sungguminasa, dan Takalar, yang termasuk dalam Kawasan Strategis Nasional (KSN) seperti yang diatur oleh PP RI No. 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. Penetapan ini didasarkan pada keberadaan sektor unggulan seperti pariwisata, industri, pertanian, agroindustri, dan perikanan di wilayah tersebut, dengan detail rencana pembangunannya tercantum dalam PERPRES RI No. 55 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Perkotaan Makassar, Maros, Sungguminasa, dan Takalar (MAMMINASATA) (Syah, 2020).

Kota Makassar menjadi pusat pertumbuhan utama dalam kawasan Mamminasata yang dapat mempengaruhi wilayah sekitarnya hingga muncul beberapa titik pusat pertumbuhan baru karena daya tampung dan kawasannya yang tidak dapat mengimbangi arus perkembangan perkotaan yang semakin pesat. Sehingga pola perkembangan tersebut memasuki wilayah atau daerah di sekitarnya yang disebut dengan *hinterland*. Pertumbuhan pesat Kota Makassar juga mempengaruhi Kabupaten Gowa yang berbatasan langsung dengan Kota Makassar (Syah, 2020).

Kecamatan Somba Opu, Kecamatan Palangga, dan Kecamatan Barombong menjadi sorotan karena pertumbuhan penduduknya yang pesat. Menurut data yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik Kabupaten Gowa pada tahun 2022, laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Palangga, Kecamatan Barombong, dan Kecamatan Somba Opu sebesar 21%, 22%, dan 12% dari tahun 2013-2023. Angka-angka ini mencerminkan laju pertumbuhan yang signifikan dan menunjukkan bahwa kawasan ini telah menjadi daerah urbanisasi dan migrasi penduduk.



nurut Widiatmaka (2015) melalui perubahan ini, terjadi transformasi ak hanya memengaruhi struktur sosial dan ekonomi di kawasan n, tetapi juga mengubah lahan yang sebelumnya diperuntukkan untuk

pertanian dan kegiatan lainnya menjadi lanskap perkotaan yang padat. Kendati demikian, keterbatasan lahan yang tersedia menjadi kendala utama, memaksa terjadinya perubahan dalam penggunaan lahan. Transformasi ini melibatkan pergeseran lahan yang dulunya diperuntukkan untuk kegiatan pertanian dan kegiatan lainnya, kini diarahkan untuk memenuhi kebutuhan sosial, ekonomi, budaya, dan industri (Syahriani, 2015 dalam Amani, 2017). Perubahan ini mencerminkan kompleksitas perubahan adaptasi kawasan perbatasan terhadap pertumbuhan dan perubahan ekonomi, yang memerlukan pemahaman menyeluruh untuk merancang kebijakan dan strategi pengelolaan lahan yang berkelanjutan.

Perubahan tutupan lahan yang semakin meningkat tiap tahunnya membuat hal ini menjadi salah satu isu strategis dalam tata ruang. Isu-isu yang termasuk dalam perubahan ini antara lain adalah perkembangan tata ruang yang tidak terkendali, kesenjangan dalam tata ruang, serta penyimpangan dari rencana tata ruang yang telah ditetapkan. Faktor-faktor yang menyebabkan perubahan ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti aksesibilitas, faktor pelayanan umum, kemiringan lereng, status kepemilikan lahan, peraturan mengenai tata guna lahan, dan prakarsa pengembang. Oleh karena itu, diperlukan rekomendasi pengendalian yang tepat agar tata ruang dapat diterapkan secara efektif dan berkelanjutan.

Pemahaman terhadap perubahan tutupan lahan dapat dilakukan melalui pengamatan pada citra satelit dari tahun ke tahun. Perubahan diamati dengan memproses kumpulan data geospasial dalam skala yang sangat besar dengan data citra yang *multi-temporal* dan terbaru untuk analisis geospasial dan pengambilan keputusan. Salah satu metode efektif dalam memprediksi perubahan ini adalah dengan menggunakan *Google Earth Engine (GEE)*, memungkinkan analisis geospasial dan pengambilan keputusan yang lebih akurat. Integrasi pemahaman ini dalam perencanaan wilayah dapat membantu merancang kebijakan yang berkelanjutan, mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya, dan mencapai kesejahteraan masyarakat seiring dengan perkembangan wilayah yang dinamis (Sukoco, 2022).



Perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kawasan Perbatasan akassar yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi dan perubahan yang signifikan, penelitian tentang prediksi tutupan lahan menggunakan

Google Earth Engine (GEE) dengan metode *Random Forest* menjadi perlu untuk dilakukan. Melibatkan integrasi teknologi canggih dan analisis prediktif yang kuat, penelitian ini bertujuan memberikan pemahaman menyeluruh terhadap perubahan kawasan perbatasan terhadap pertumbuhan dan perubahan ekonomi. Dengan pemahaman mendalam terhadap perubahan tutupan lahan, diharapkan penelitian ini dapat memberikan landasan kuat bagi pembuatan kebijakan dan strategi pengelolaan lahan yang berkelanjutan.

1.2 Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana perubahan tutupan lahan di Kawasan perbatasan Gowa-Makassar tahun 2013-2022?
2. Apa saja faktor yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan di Kawasan perbatasan Gowa-Makassar?
3. Bagaimana prediksi tutupan lahan di Kawasan perbatasan Gowa-Makassar tahun 2032?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi perubahan tutupan lahan di Kawasan perbatasan Gowa-Makassar tahun 2013-2022.
2. Mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan di Kawasan perbatasan Gowa-Makassar.
3. Membuat prediksi tutupan lahan di Kawasan perbatasan Gowa-Makassar tahun 2032.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Pemerintah

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan masukan dan informasi bagi pemerintah khususnya pemerintah Kabupaten Gowa dalam mengkaji dan mengambil keputusan untuk kebijakan perencanaan wilayah di Kawasan perbatasan Gowa-Makassar.



Ilmu Pengetahuan

Menambah wawasan ilmiah peneliti terekait penggunaan *platform Google Earth Engine* dalam mengamati perubahan tutupan lahan dan semoga hasil penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya.

3. Bagi Peneliti

Sebagai pengalaman yang sangat berharga bagi peneliti dalam rangka memperluas wawasan dan pengetahuan mengenai perubahan tutupan lahan dan *Google Earth Engine* yang digunakan dalam proses analisis perubahan tutupan lahan dari tahun ke tahun.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang penelitian ini dibagi menjadi dua antara lain ruang lingkup substansial yang bertujuan untuk membatasi materi pembahasan berkaitan dengan identifikasi masalah, dan ruang lingkup spasial yang bertujuan membatasi lingkup wilayah yang menjadi objek studi untuk mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan penelitian.

1. Ruang Lingkup Substansial

Lingkup materi pada penelitian ini yaitu menjelaskan perubahan tutupan lahan di Kawasan perbatasan Gowa-Makassar dilihat dari tahun 2013-2022 yang selanjutnya akan dilakukan prediksi perubahan tutupan lahan hingga tahun 2032 menggunakan *Google Earth Engine (GEE)*.

2. Ruang Lingkup Spasial

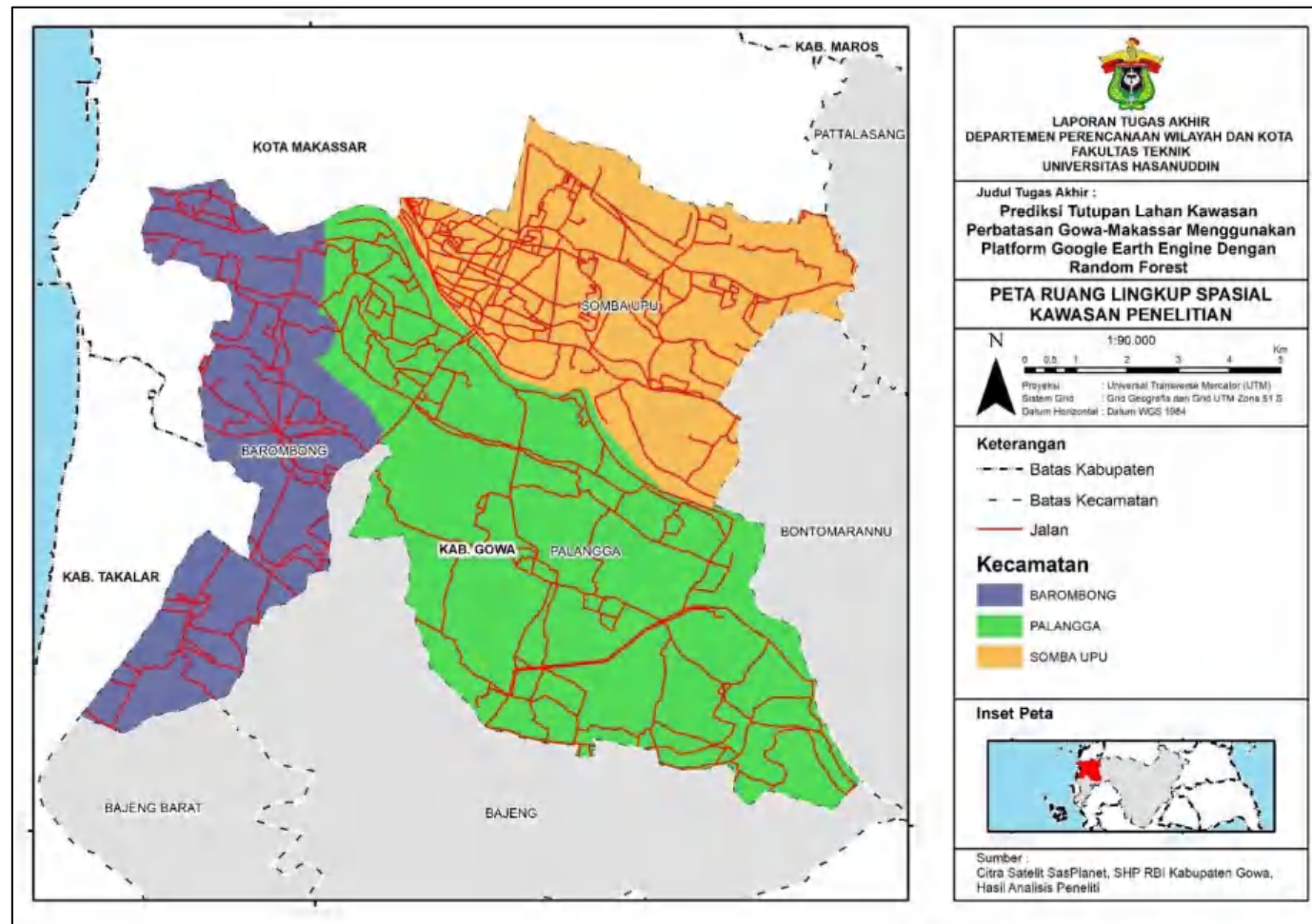
Lingkup wilayah studi meliputi Kawasan perbatasan Gowa-Makassar yang terletak di Kecamatan Somba Opu, Kecamatan Palangga Dan Kecamatan Barombong dengan luas kawasan penelitian seluas $97,00 \text{ Km}^2$ seperti yang dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 1.

Tabel 1 Ruang Lingkup Spasial Wilayah Studi

No.	Kecamatan	Luas (Km^2)
1	Barombong	20,67
2	Palangga	48,24
3	Somba Opu	28,09
Total		97,00

Sumber: Bps Kab.Gowa, 2023





Gambar 1 Ruang Lingkup Spasial Wilayah Studi
 Sumber: Penulis, 2024



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lahan

2.1.1 Karakteristik Lahan

Menurut Hardjowigono dan Widiatmaka (2007), Lahan merupakan suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi dan vegetasi, dimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi potensi penggunaannya. Lahan dalam arti ruang merupakan sumberdaya alam yang strategis dan bersifat tetap atau tidak bertambah, dimana berbagai kegiatan pembangunan berlangsung. Kegiatan tersebut dilaksanakan oleh masyarakat, swasta, maupun pemerintah dan terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk, kemajuan teknologi dan dinamika sosial ekonomi. Rencana persediaan lahan bertujuan untuk menetapkan jenis penggunaan lahan secara umum agar lahan dapat digunakan secara lestari dan tidak merusak lingkungan. Penatagunaan lahan merupakan komponen integral dalam pembangunan nasional. Oleh karena itu, kebijakan pembangunan dan pilihan jenis penggunaan lahan harus ditetapkan terlebih dahulu. Setelah itu, tanah yang memenuhi persyaratan spesifik untuk penggunaan lahan tersebut baru dicari dan ditentukan (Arsandi, 2020).

2.1.2 Tutupan Lahan

Menurut Sampurno (2016 dalam Istiningdah, 2023) Tutupan lahan adalah suatu bentuk fisik yang tampak pada permukaan bumi dan dapat memberikan gambaran tentang hubungan antara proses alam dan sosial. Dalam hal ini, tutupan lahan mencerminkan interaksi antara kedua faktor tersebut. Suprayogo, dkk (2017 dalam Istiningdah, 2023) juga menjelaskan bahwa penutup lahan (land cover) merupakan segala sesuatu yang terdapat di permukaan tanah atau yang menutupi permukaan tanah seperti padang rumput, semak belukar, pepohonan (vegetasi), padang pasir, tubuh air, lahan terbangun, lahan terbuka, dan sebagainya termasuk dalam komponen penutup lahan. Tutupan lahan di suatu daerah dapat kasi menggunakan teknik penginderaan jauh.



Idoko dan Darmawan (2015) mendefinisikan penutup lahan atau yang ebut land cover, mencakup berbagai objek fisik yang meliputi tanaman

(baik yang tumbuh secara alami maupun yang ditanam), bangunan buatan manusia, tubuh air, es, batuan, serta permukaan pasir seperti padang pasir. Objek-objek ini menutupi permukaan tanah dan membentuk karakteristik fisik dari suatu wilayah atau lokasi (Istiningdah, 2023).

Berdasarkan penjelasan para ahli mengenai tutupan lahan, dapat disimpulkan bahwa tutupan lahan mengacu pada kondisi fisik lingkungan dari permukaan bumi, yang mencakup elemen alami dan buatan. Perubahan dalam kenampakan fisik permukaan bumi dapat terjadi sebagai hasil dari intervensi manusia terhadap lahan, yang merupakan upaya dalam memanfaatkan sumber daya lahan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lingkungan serta perkembangan kehidupan manusia.

2.1.3 Klasifikasi Penggunaan Lahan

Informasi penggunaan lahan adalah deskripsi tentang bagaimana lahan permukaan bumi digunakan di suatu daerah. Berbeda dengan penutupan lahan yang dapat diidentifikasi secara langsung melalui citra satelit penginderaan jauh, informasi penggunaan lahan adalah hasil dari aktivitas manusia di suatu area atau fungsi yang dijalankan di atas lahan tersebut. Sehingga, informasi penggunaan lahan tidak selalu dapat diestimasi secara langsung dari citra penginderaan jauh, tetapi dapat diidentifikasi melalui karakteristik penutupan lahan yang terkait. (Purwadhi, 2001 dalam Apray, 2018).

Klasifikasi penggunaan lahan adalah pengelompokan beberapa jenis penggunaan lahan dalam kelas-kelas tertentu, dan dapat dilakukan dengan pendekatan induksi untuk menentukan hierarki pengelompokan dengan menggunakan suatu sistem. Keputusan seseorang atau sekelompok masyarakat dalam menggunakan lahan dipengaruhi oleh banyak faktor fisik, sosial, ekonomi, dan teknik. Secara garis besar, lahan kota terbagi menjadi lahan terbangun dan lahan tak terbangun. Lahan terbangun terdiri dari perumahan, industri, perdagangan, jasa, dan perkantoran. Sedangkan lahan tak terbangun terbagi menjadi lahan tak terbangun yang digunakan untuk aktivitas kota (kuburan, transportasi, ruang terbuka) dan lahan tak terbangun non aktivitas kota (perkebunan, area perairan, produksi dan penambangan sumber daya berdasarkan Purwadhi (2001), klasifikasi penggunaan lahan menurut I



Made Sandy (1977) mendasarkan pada bentuk penggunaan lahan dan skala peta, membedakan daerah desa dan kota. Klasifikasi ini digunakan secara formal di Indonesia oleh Badan Pertanahan Nasional (Apray, 2018).

2.2 Faktor Perubahan Tutupan Lahan

Berdasarkan Utoyo (2012 dalam Ashfa 2020) faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan tutupan lahan yaitu faktor penambahan penduduk, peningkatan perekonomian, dan faktor preferensi masyarakat yang dapat diketahui melalui refleksi dari variabel modal, informasi, dan aksesibilitas (Istiningdah, 2023).

Menurut Ritohardoyo (2013 dalam Istiningdah, 2023) faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan tutupan lahan dapat diketahui sebagai berikut:

1. Faktor fisik yang berpengaruh besar adalah iklim, dan ketinggian tempat.
2. Faktor ekonomi dan sosial budaya hubungannya dengan tutupan lahan adalah kepadatan penduduk, pekerjaan, tingkat pengetahuan, dan keterampilan penduduk, persepsi dan nilai yang hidup di masyarakat terhadap pemanfaatan sumber daya alam, tingkat pendapatan, dan keterbukaan wilayah.
3. Faktor ekologi yang berpengaruh adalah sifat keterwakilan, kekhasan, sifat keaslian, dan sifat keanekaragaman. Perubahan tutupan lahan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik dari faktor fisik maupun akibat dari tindakan manusia. Perbedaan faktor pengaruh perubahan lahan dipengaruhi oleh kondisi fisik maupun sosial ekonomi, dan ekologi pada suatu wilayah.

Menurut Lee (1979 dalam Istiningdah, 2023) menyatakan bahwa suatu wilayah dapat berkembang secara horizontal yakni perkembangan yang menyebar menjauhi pusat pertumbuhan. Terdapat 6 faktor yang mempengaruhi proses perkembangan ruang pusat perkembangan ke daerah pinggirannya. Adapun keenam faktor itu adalah sebagai berikut:

1. Aksesibilitas (*Accessibility*)

Aksesibilitas berkaitan tingkat kemudahan atau keterjangkauan lokasi suatu tempat terhadap lokasi lainnya sehingga dapat mempengaruhi perubahan tutupan lahan. Lokasi yang memiliki keterjangkauan cukup mudah akan mengalami perkembangan wilayah yang lebih cepat karena kemudahan akses antar wilayah.



2. Faktor Pelayanan Umum (*Public Services*)

Suatu wilayah yang terdapat pusat–pusat pelayanan umum seperti sarana dan prasarana pendidikan, fasilitas kesehatan, perkantoran, perdagangan, industri dan sebagainya merupakan salah satu daya tarik bagi penduduk untuk memilih lokasi tempat tinggal maupun tempat komersial dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki hal tersebut.

3. Karakteristik Lahan (*Land Characteristics*)

Karakteristik lahan yang berkaitan dengan aspek fisik atau kondisi geografis lahan di suatu daerah berpengaruh terhadap perkembangan wilayah. Lahan dengan karakteristik lahan yang subur, topografi yang rendah, air tanahnya dangkal, serta kondisi lingkungan yang masih baik lebih banyak dimanfaatkan untuk kawasan permukiman maupun pengelolaan pertanian.

4. Karakteristik Pemilik Lahan (*Land Owner's Characteristic*)

Karakteristik pemilik lahan berkaitan dengan bagaimana upaya pemanfaatan lahan oleh pemilik lahan. Hal tersebut bergantung pada kondisi ekonominya dan perkembangan harga pasar tanah.

5. Peraturan Mengenai Tata Guna Lahan (*Regulatory Measures*)

Keberadaan peraturan mengenai tutupan lahan akan menentukan berkembang atau tidaknya suatu daerah. Adanya peraturan mengenai tutupan lahan dapat memberikan wewenang kepada pemerintah dan memberi batasan bagi kepentingan umum baik individu maupun kelompok–kelompok yang melakukan penyimpangan terhadap penggunaan lahan.

6. Prakarsa Pengembang (*Developer Initiatives*)

Prakarsa pengembang diartikan sebagai kemampuan pengembang untuk melihat nilai ekonomis lahan di suatu daerah. Lahan yang bernilai ekonomis dimanfaatkan untuk membangun kawasan permukiman beserta sarana dan prasarana pendukungnya.

Yunus (2005) juga menjelaskan perkembangan spasial wilayah memanjang yang merupakan suatu proses bertambahnya luasan areal terbangun di sepanjang

tersebut memanjang di luar daerah terbangun. Jalur memanjang ini merupakan sportasi baik transportasi darat maupun perairan. Jalur memanjang ini mengendalikan pertumbuhan permukiman maupun bangunan selain



permukiman dengan sedemikian rupa hingga membentuk bangunan yang persebaran keruangan dengan pola memanjangnya lebih besar daripada sebaran melebarnya (Istiningdah, 2023).

2.3 Penginderaan Jauh

Teknologi pemotretan udara mulai diperkenalkan pada akhir abad ke 19, teknologi ini kemudian dikembangkan menjadi teknologi penginderaan jauh atau remote sensing. Manfaat pemotretan udara dirasa sangat besar dalam perang dunia I dan II, sehingga foto udara dipakai dalam eksplorasi ruang angkasa. Sejak saat itu penginderaan jauh dikenal dalam dunia pemetaan. Berikut ini beberapa definisi mengenai penginderaan jauh (Huda, 2014) yaitu:

1. Penginderaan jauh adalah ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala, dengan cara menganalisis data yang diperoleh atau gejala yang akan dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1990).
2. Penginderaan jauh merupakan teknik yang dikembangkan untuk memperoleh dan menganalisis tentang bumi. Informasi itu berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan oleh permukaan bumi (Lindgren, 1985).
3. Penginderaan jauh dapat disebut sebagai seni atau ilmu karena perolehan informasi secara tidak langsung dilakukan menggunakan metoda matematis dan statistik berdasarkan algoritma tertentu (ilmu), dan proses interpretasi terhadap citra tidak hanya berdasar pada ilmu namun juga pengalaman dan kemampuan menangkap kesan dari kenampakan objek pada citra (seni) (Jensen, 2000 dalam Suprayogi, 2009).

2.3.1 Citra Digital

Citra (*image* atau *scene*) merupakan representasi dua dimensi dari suatu objek di dunia nyata. Dalam penginderaan jauh, citra merupakan gambaran bagian permukaan bumi sebagaimana terlihat dari ruang angkasa (satelit) atau dari udara (pesawat terbang) (Eddy, 2008 dalam Huda, 2014). Citra dapat diimplementasikan dalam dua bentuk yaitu analog dan digital. Salah satu bentuk citra analog adalah peta atau peta foto (*hardcopy*), sedangkan satelit yang merupakan data hasil sistem sensor merupakan bentuk citra digital (Huda, 2014).



2.3.2 Interpretasi Citra

Interpretasi citra adalah proses pengkajian citra melalui proses identifikasi dan penilaian mengenai objek yang tampak pada citra. Dengan kata lain, interpretasi citra merupakan suatu proses pengenalan objek yang berupa gambar (citra) untuk digunakan dalam disiplin ilmu tertentu seperti Geologi, Geografi, Ekologi, Geodesi dan disiplin ilmu lainnya (Huda, 2014).

Tahapan kegiatan yang diperlukan dalam pengenalan objek yang tergambar pada citra, yaitu:

1. Deteksi yaitu pengenalan objek yang mempunyai karakteristik tertentu oleh sensor.
2. Identifikasi yaitu mencirikan objek dengan menggunakan data rujukan.
3. Analisis yaitu mengumpulkan keterangan lebih lanjut secara terperinci.

Pengenalan objek merupakan bagian penting dalam interpretasi citra sehingga identitas jenis objek pada citra sangat diperlukan. Karakteristik objek pada citra dapat digunakan untuk mengenali objek yang dimaksud dengan unsur interpretasi. Menurut Lillesand dan Kiefer (1990 dalam Huda, 2014), unsur interpretasi citra dalam hal ini adalah:

1. Rona dan Warna

Rona dan warna merupakan unsur pengenalan utama atau primer terhadap suatu objek pada citra penginderaan jauh. Rona ialah tingkat kegelapan atau tingkat kecerahan objek pada citra, sedangkan warna ialah wujud yang tampak oleh mata dengan menggunakan spektrum sempit, lebih sempit dari spektrum tampak.

2. Bentuk

Bentuk merupakan variabel kualitatif yang memberikan konfigurasi atau kerangka suatu objek sebagaimana terekam pada citra penginderaan jauh.

3. Ukuran

Ukuran merupakan ciri objek yang antara lain berupa jarak, luas, tinggi lereng dan volume. Ukuran objek citra berupa skala.



ir

Tekstur adalah frekuensi perubahan rona pada citra. Tekstur dinyatakan dengan kasar, halus atau sedang. Contoh: hutan bertekstur kasar, belukar bertekstur sedang, semak bertekstur halus.

5. Pola

Pola atau susunan keruangan merupakan ciri yang menandai bagi banyak objek bentukan manusia dan beberapa objek alamiah. Contoh: perkebunan karet atau kelapa sawit akan mudah dibedakan dengan hutan dengan pola dan jarak tanam yang seragam.

6. Bayangan

Bayangan sering menjadi kunci pengenalan yang penting bagi beberapa objek dengan karakteristik tertentu. Sebagai contoh, jika objek menara diambil tepat dari atas, objek tersebut tersebut tidak dapat diidentifikasi secara langsung. Maka untuk mengenali objek tersebut adalah menara yaitu dengan melihat bayangannya.

7. Situs

Situs adalah letak suatu objek terhadap objek lain disekitarnya. Situs bukan ciri objek secara langsung, tetapi kaitannya dengan faktor lingkungan.

8. Asosiasi

Asosiasi merupakan keterkaitan antara objek satu dengan objek yang lain. Karena adanya keterkaitan ini maka terlihatnya suatu objek pada citra sering merupakan petunjuk adanya objek lain. Sekolah biasanya ditandai dengan adanya lapangan olahraga.

2.3.3 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra pada citra digital merupakan suatu proses penyusunan, pengurutan, atau pengelompokkan semua piksel yang terdapat di dalam *band* citra kedalam beberapa kelas berdasarkan suatu kriteria atau kategori objek hingga menghasilkan peta tematik dalam bentuk *raster*. Tujuan proses ini adalah untuk mengekstrak pola-pola respon spektral yang terdapat di dalam citra itu sendiri yang pada umumnya berupa kelas-kelas penutup lahan (*land cover*) (Prahasta,

Jasifikasi penutupan lahan merupakan pembagian kelompok wilayah bidang yang lebih kecil agar terlihat lebih sederhana dan rinci. Secara alam proses pengklasifikasian citra digital dikenal dua kelompok metode,



yaitu klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*) dan klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) (Apray, 2018).

Klasifikasi tidak terbimbing merupakan metode yang diperlukan untuk mentransformasikan data citra multi spektral ke dalam kelas-kelas informasi tematis. Metode ini digunakan untuk mengelompokkan piksel-piksel citra hanya berdasarkan aspek statistik (matematis) tanpa kelas-kelas yang didefinisikan sendiri oleh pengguna. Pada metode klasifikasi ini, program aplikasi, mencari kelompok-kelompok spektral piksel yang bersifat alamiah. Kemudian program akan menandai setiap piksel ke dalam sebuah kelas berdasarkan parameter-parameter pengelompokan awal yang didefinisikan oleh penggunanya (Prahasta, 2008 dalam Apray, 2018). Metode klasifikasi tidak terbimbing baik digunakan untuk pembuatan klasifikasi lahan di kawasan yang belum terlalu dikenali dan apabila memiliki citra dengan resolusi tinggi dengan distorsi dan tutupan awan rendah (Ardiansyah, 2016 dalam Apray, 2018).

Klasifikasi terbimbing merujuk pada kelas-kelas yang dimaksud akan berisi sampelsampel yang diasumsikan homogen dan juga dapat mengakomodasi aspek-aspek variabilitas anggota-anggota kelas yang bersangkutan. Pada metode klasifikasi ini, sebagian identitas dan lokasi kelas-kelas unsur atau tipe penutup lahan telah diketahui sebelumnya, baik itu melalui survei lapangan, analisis foto udara, atau cara lainnya. Penganalisis akan mengidentifikasi area-area tertentu di atas citra digital multi spektral yang berisi tipe-tipe unsur spasial yang diinginkan. Kemudian karakteristik spektral milik area-area yang telah diketahui ini untuk membimbing atau melatih program aplikasi dalam menandai setiap piksel ke dalam salah satu kelas yang tersedia (Prahasta, 2008 dalam Apray, 2018).

2.4 Uji Akurasi/Validasi

Uji akurasi bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kesalahan pada hasil klasifikasi sehingga dapat ditentukan besarnya persentase keakuratan hasil klasifikasi (Nagendra dkk., 2019 dalam Sukoco, 2022). Uji akurasi sangat diperlukan untuk mengetahui sejauh mana kualitas data yang kita hasilkan.



data bisa dikatakan valid dan baik apabila akurasi model klasifikasi hingga data yang kita hasilkan dapat kita pertanggung jawabkan untuk analisis spasial lebih lanjut. Sedangkan apabila akurasi model

klasifikasi rendah, maka kualitas data yang kita hasilkan berarti tidak layak digunakan untuk keperluan analisis spasial lebih lanjut sehingga perlu dilakukan klasifikasi ulang sampai akurasi masuk toleransi bahkan melebihi toleransi yang ditentukan (Sukoco, 2022).

Standar ketelitian klasifikasi yang digunakan untuk menilai tingkat akurasi peta tutupan lahan (Sukoco, 2022) sebagai berikut:

1. Ketelitian klasifikasi dinyatakan layak jika nilainya 85-89%
2. Ketelitian klasifikasi dinyatakan sedang jika nilainya 90-94%
3. Ketelitian klasifikasi dinyatakan tinggi jika nilainya >95%

Sedangkan interpretasi nilai Kappa yang digunakan berdasarkan Landis & Koch (1977 dalam Chen, 2019) dapat dilihat pada tabel 2, sebagai berikut:

Tabel 2 Ketelitian Klasifikasi Nilai Kappa

Nilai Kappa	Keterangan
<0	Tidak ada kesepakatan
0—0,20	Sedikit
0,21 — 0,40	Cukup
0,41 — 0,60	Sedang
0,61 — 0,80	Besar
0,81—1,0	Sempurna

Sumber: Chen, 2019

Dalam melakukan pengujian akurasi diperlukan data sampel antara objek dengan pembanding sehingga nantinya bisa diketahui tingkat kesesuaian data sampel yang kita hasilkan. Dalam menentukan pengambilan jumlah titik uji akurasi menggunakan metode multinomial distribution. Menurut (Congalton dan Green, 2019), evaluasi jumlah poin yang diperlukan untuk memvalidasi hasil suatu citra di dasarkan pada beberapa kriteria, termasuk jumlah kelas (strata sampling), dan proporsinya. Dari perspektif statistik, jumlah sampel yang akan divalidasi harus memadai untuk mengukur variabilitas yang terkait dengan variabel yang diuji (Sukoco, 2022).

Berdasarkan Short (1982 dalam Purwadhi, 2001) Akurasi hasil klasifikasi diuji dengan membuat matriks kesalahan (*confusion matrix*) pada setiap bentuk penggunaan lahan dari hasil interpretasi. Ketelitian pemetaan dibuat beberapa kelas X yang dapat dihitung dengan rumus (Sukoco, 2022) berikut:



$$MA = \frac{xcr \text{ pixel}}{2xcr \text{ pixel} + Xo \text{ pixel} + Xco} \times 100\%$$

Keterangan:

MA = Ketelitian Pemetaan (*mapping accuracy*)

Xcr = Jumlah kelas X yang terkoreksi

Xo = Jumlah kelas X yang masuk ke kelas lain (omisi)

Xco = Jumlah kelas X tambahan dari kelas lain (komisi)

Secara lebih sederhana ketelitian seluruh klasifikasi (KH) adalah:

$$KH = \frac{\text{Jumlah Pixel murni semua kelas}}{\text{Jumlah semua pixel}} \times 100\%$$

Keunggulan dari penggunaan kappa adalah kesederhanaannya. Dalam satu parameter, kappa mampu memperhitungkan baik kesalahan komisi maupun kelalaian dalam pengukuran akurasi model klasifikasi. Ini berarti, tidak seperti beberapa metrik lain yang memerlukan perhitungan terpisah untuk masing-masing jenis kesalahan, kappa secara langsung mencerminkan kedua aspek tersebut dalam satu angka.

Selain itu, kappa juga memiliki toleransi yang baik terhadap nilai nol dalam matriks konfusi. Ini berarti ketika terdapat kelas-kelas yang memiliki jumlah pengamatan yang sangat sedikit atau bahkan tidak ada dalam data, kappa tetap dapat memberikan estimasi yang stabil terhadap akurasi model. Dengan demikian, kappa memberikan gambaran yang lebih lengkap dan mudah dipahami tentang seberapa baik model mengklasifikasikan data, dengan memperhitungkan berbagai jenis kesalahan dan ketidakseimbangan dalam distribusi kelas.

Dalam keseluruhan, penggunaan kappa dalam evaluasi model klasifikasi tidak hanya memberikan informasi yang penting tentang performa model, tetapi juga mengemasnya dalam satu parameter yang sederhana dan mudah dimengerti (Allouche, 2006).

2.5 Google Earth Engine (GEE)

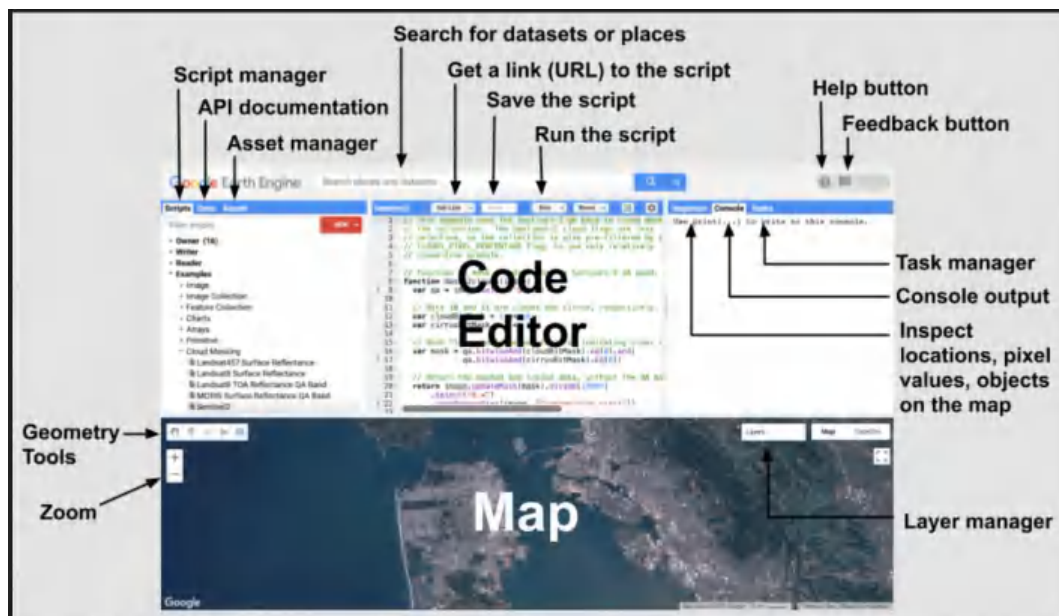
Google Earth Engine merupakan sebuah platform berbasis *cloud computing* untuk analisa data geospasial terutama data raster dan analisa data lingkungan dunia. Tujuan dari *Google Earth Engine* adalah untuk pengembangan interaktif yang bersifat global sehingga mendorong kemampuan big m penginderaan jauh. *Google Earth Engine* mampu menawarkan ilmu



pengetahuan yang berdampak dengan menggunakan big data untuk membuat progress substansial pada tantangan global terkait dengan *dataset* geospasial yang sangat besar (Sukoco, 2022).

Editor Kode Earth Engine (EE) di code.earthengine.google.com adalah IDE berbasis web untuk Earth Engine JavaScript API. Fitur Editor Kode dirancang untuk membuat pengembangan alur kerja geospasial yang kompleks menjadi cepat dan mudah. Editor Kode memiliki elemen sesuai dengan yang diilustrasikan pada Gambar 2 (Google Earth Engine, 2023):

1. Editor kode JavaScript
2. Tampilan peta untuk memvisualisasikan kumpulan data geospasial
3. Dokumentasi referensi API (tab Dokumen)
4. Manajer Skrip berbasis Git (tab Skrip)
5. Output konsol (tab Konsol)
6. Pengelola Tugas (tab Tugas) untuk menangani kueri yang berjalan lama
7. Kueri peta interaktif (tab Inspektur)
8. Pencarian arsip data atau skrip yang disimpan
9. Alat menggambar geometri



Gambar 2 Tampilan *Google Earth Engine*

Sumber: Earth Engine Code Editor, 2023



Google Earth Engine (GEE) merupakan revolusi teknologi *Remote Sensing* menyediakan akses terhadap data citra satelit dan data lainnya dalam

jumlah besar dan terus diperbarui, sehingga pengguna tidak perlu lagi mencari sumber citra skala menengah yang tersedia secara publik. Biasanya, untuk mendapatkan citra harus melalui platform *USGS* atau *ESA*, namun *GEE* telah mengumpulkannya menjadi satu platform dengan arsip citra penginderaan jauh berukuran *petabyte* yang siap digunakan. *GEE* menawarkan beberapa keunggulan untuk klasifikasi penggunaan lahan dan tutupan lahan. Pertama, *GEE* menyediakan akses ke citra dalam jumlah besar, memungkinkan analisis wilayah tutupan lahan yang luas dalam waktu singkat. Sebagai platform berbasis *cloud*, *GEE* memungkinkan pengguna melihat pratinjau data tanpa perlu mengunduhnya, menjadikannya alat analisis yang nyaman dan efisien. *GEE* juga menawarkan kemampuan untuk memanfaatkan *machine learning algorithms*, seperti *random forest* dan *support vector machine*, untuk klasifikasi tutupan lahan secara akurat. Dengan resolusi spasial dan radiometrik yang tinggi, *GEE* memungkinkan pemetaan penggunaan lahan dan tutupan lahan secara rinci dan akurat. Namun, *GEE* memiliki beberapa keterbatasan, seperti ketersediaan gambar bebas awan yang dapat mempengaruhi keakuratan klasifikasi tutupan lahan, serta ketergantungan pada data satelit yang mungkin memiliki keterbatasan dalam hal cakupan waktu dan kondisi cuaca (Gorelick dkk., 2017 dalam Sukoco, 2022).

GEE memang platform komputasi yang baru-baru ini dirilis oleh Google untuk analisis ilmiah berskala petabyte dan visualisasi kumpulan data geospasial melalui infrastruktur Komputasi Kinerja Tinggi, (Sukoco, 2022). Saat ini para peneliti sudah mulai banyak memanfaatkan *GEE* dalam melakukan penelitian untuk analisis spasial dengan skala besar bahkan dunia seperti penelitian yang dilakukan oleh Fariz, T. R., Permana, P. I., Daeni, F., & Putra, A. C. P. (2021) tentang Pemetaan ekosistem mangrove di Kabupaten Kubu Raya menggunakan machine learning pada Google Earth Engine, penelitian Novianti, T. C. (2021) tentang Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Google Earth Engine, serta penelitian oleh Julianto, F. D., Putri, D. P. D., & Safi'i, H. H. (2020). Analisis Perubahan Vegetasi dengan Data Sentinel-2 menggunakan Google Earth Engine asus Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta). Hal ini dikarenakan kemudahan yang bisa didapatkan di *GEE*, seperti ketersediaan data citra lengkap dan *realtime*, pengolahan dirancang berbasis JavaScript API untuk



membuat pengembangan alur kerja geospasial yang kompleks menjadi mudah dan cepat, dan GEE juga menyediakan penyimpanan data berbasis *cloud computing* sehingga hanya cukup akses ke drive data sudah bisa digunakan. Artinya dengan adanya GEE seseorang tidak membutuhkan kekuatan pemrosesan yang besar dari komputer atau perangkat lunak terbaru sehingga peneliti di negara-negara termiskin di dunia juga memiliki kemampuan perangkat lunak yang sama untuk melakukan analisis seperti yang ada di negara paling maju (Mutanga dan Kumar, 2019 dalam Sukoco, 2022).

2.6 Model Prediksi Tutupan Lahan

2.6.1 *Classification and Regression Tree (CART)*

CART (*Classification and Regression Tree*) adalah metode eksploratif yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antara variabel respon dengan variabel independen, yang dapat berupa variabel nominal, ordinal, maupun kontinu. Metode ini berkembang dengan diterbitkannya buku "Classification and Regression Tree" pada tahun 1984 oleh Breiman (1993). CART mencakup teknik pohon klasifikasi dan pohon regresi.

Sebagai bentuk pengembangan dari pohon keputusan, CART berfungsi untuk mengubah data yang sangat besar menjadi pohon keputusan yang menyajikan aturan tertentu. Metode ini digunakan untuk mengelompokkan data secara berulang guna mengestimasi distribusi kondisional dari variabel respon berdasarkan variabel independen yang ada (Breiman, 1993).

Pembentukan pohon klasifikasi dalam CART melibatkan tiga tahap utama yang memerlukan sampel pelatihan L . Tahap pertama adalah pemilihan pemilahan, di mana setiap pemilahan hanya bergantung pada satu variabel independen. Untuk variabel independen kontinu X_j dengan ruang sampel berukuran n dan n nilai amatan sampel yang berbeda, terdapat $n-1$ pemilahan yang berbeda. Sementara itu, jika X_j adalah variabel kategori nominal dengan L tingkatan, maka akan ada $2^{L-1}-1$ pemilahan. Jika variabel X adalah kategori ordinal, maka akan ada $L-1$ pemilahan

ngkin. Metode pemilahan yang sering digunakan adalah indeks Gini
ngsi:

$$i(t) = \sum_{i \neq j} p(i|t)p(j|t)$$



di mana $i(t)$ adalah fungsi keheterogenan indeks Gini, $p(i|t)$ adalah proporsi kelas i pada simpul t , dan $p(j|t)$ adalah proporsi kelas j pada simpul t .

Tahap kedua adalah penentuan simpul terminal. Simpul t dapat dijadikan simpul terminal jika tidak terdapat penurunan keheterogenan yang signifikan pada pemilahan, hanya terdapat satu pengamatan ($n=1$) pada tiap simpul anak, terdapat batasan minimum n , atau ada batasan jumlah level atau kedalaman maksimal pohon.

Tahap ketiga adalah penandaan label tiap simpul terminal berdasar aturan jumlah anggota kelas terbanyak, yaitu:

$$p(j_0|t) = \max_j p(j|t) = \max_j \frac{N_j(t)}{N(t)}$$

dengan $p(j_0|t)$ adalah proporsi kelas j pada simpul t , $N_j(t)$ adalah jumlah pengamatan kelas j pada simpul t , dan $N(t)$ adalah jumlah pengamatan pada simpul t . Label kelas simpul terminal t adalah j_0 yang memberi nilai dugaan kesalahan pengklasifikasian simpul t terbesar. Setelah terbentuk pohon maksimal tahap selanjutnya adalah pemangkasan pohon untuk mencegah terbentuknya pohon klasifikasi yang berukuran sangat besar dan kompleks, sehingga diperoleh ukuran pohon yang layak berdasarkan cost complexity pruning, maka besarnya resubstitution estimate pohon T pada parameter kompleksitas α yaitu :

$$R_\alpha(T) = R(T) + \alpha |\bar{T}|$$

dengan $R_\alpha(T)$ adalah resubstitution suatu pohon T pada kompleksitas α , $R(T)$ adalah resubstitution estimate, α adalah Parameter cost-complexity bagipenambahan satu simpul akhir pada pohon T , dan $|\bar{T}|$ adalah banyknyasimpul terminal pohon T (Faizah, 2017).

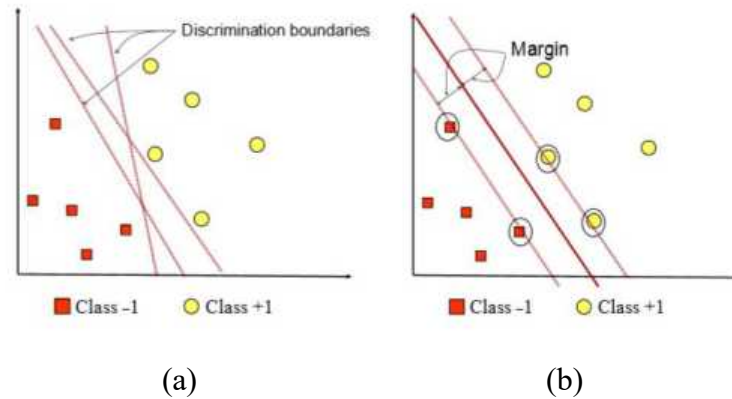
2.6.2 Support Vector Machine (SVM)

Konsep dari *Support Vector Machine* (SVM) adalah menemukan *hyperplane* yang optimal di dalam *input space*. *Hyperplane* ini berfungsi sebagai pemisah antara dua kelas dalam *input space*, yang sering disimbolkan dengan -1 dan +1.



3 mengilustrasikan *hyperplane* dalam metode SVM, di mana pola pada ditandai dengan warna merah (kotak), dan pola pada kelas +1 ditandai warna kuning (lingkaran).

Dalam pemodelan klasifikasi, SVM memiliki konsep yang lebih matang dan lebih jelas secara matematis dibandingkan dengan teknik-teknik klasifikasi lainnya. Selain itu, SVM mampu mengatasi masalah klasifikasi dan regresi baik dalam kasus linear maupun non-linear.



Gambar 3 Ilustrasi Hyperlane pada SVM

Sumber: Darmawan, 2019 dalam Sukoco 2022

Gambar 3a menunjukkan beberapa alternatif garis pemisah antara dua kelas (discriminant boundaries). Garis pemisah terbaik adalah yang memiliki margin *hyperplane* maksimum. *Margin* adalah jarak antara *hyperplane* dengan pola terdekat dari masing-masing kelas. Pola yang paling dekat dengan *hyperplane* disebut *support vector*. Dalam Gambar 3b, pola yang dilingkari adalah *support vector* untuk masing-masing kelas. Garis tebal dalam Gambar 3) merupakan *hyperplane* terbaik karena berada di tengah-tengah kedua kelas. Proses menemukan lokasi *hyperplane* ini adalah inti dari metode SVM.

SVM digunakan untuk mencari *hyperplane* terbaik dengan memaksimalkan jarak antara kelas. *Hyperplane* adalah fungsi yang digunakan sebagai pemisah antar kelas. Dalam dua dimensi (2D), fungsi yang digunakan untuk klasifikasi antar kelas disebut sebagai garis. Dalam tiga dimensi (3D), fungsi tersebut disebut bidang (*plane*). Sedangkan dalam ruang kelas berdimensi lebih tinggi, fungsi tersebut disebut hyperplane. *Support Vector Machine* (SVM) adalah teknik yang digunakan untuk prediksi, baik dalam kasus klasifikasi maupun regresi.

2.6.3 Naïve Bayes Classification (NBC)



Naïve Bayes adalah metode klasifikasi probabilistik sederhana yang menggunakan sekumpulan probabilitas dengan menjumlahkan frekuensi dan nilai dari dataset yang diberikan. Algoritma ini menggunakan *teorema*

Bayes dan mengasumsikan bahwa semua atribut independen atau tidak saling bergantung, mengingat nilai pada variabel kelas. Definisi lain menjelaskan bahwa *Naive Bayes* adalah metode klasifikasi berbasis probabilitas dan statistik yang dikembangkan oleh ilmuwan Inggris, Thomas Bayes, yang memprediksi peluang di masa depan berdasarkan pengalaman di masa lalu.

Naive Bayes didasarkan pada asumsi penyederhanaan bahwa nilai atribut secara kondisional saling bebas jika diberikan nilai *output*. Dengan kata lain, mengingat nilai *output*, probabilitas mengamati secara bersama adalah produk dari probabilitas individu. Keuntungan penggunaan *Naive Bayes* adalah bahwa metode ini hanya memerlukan jumlah data pelatihan yang kecil untuk menentukan estimasi parameter yang diperlukan dalam proses klasifikasi. *Naive Bayes* sering bekerja jauh lebih baik dalam berbagai situasi dunia nyata yang kompleks dibandingkan yang diharapkan. *Metode Naive Bayes Classifier* (NBC) adalah salah satu algoritma dalam teknik data mining yang menerapkan teori *Bayes* dalam klasifikasi (Santoso dkk., 2019).

2.6.4 Random Forest Classification (RFC)

Random Forest adalah suatu algoritma yang digunakan pada klasifikasi data dalam jumlah yang besar. Klasifikasi *Random Forest* dilakukan melalui penggabungan pohon (*tree*) dengan melakukan *training* pada sampel data yang dimiliki. Penggunaan pohon (*tree*) yang semakin banyak akan mempengaruhi akurasi yang akan didapatkan menjadi lebih baik. Penentuan klasifikasi diambil berdasarkan hasil voting dari *tree* yang terbentuk. Pemenang dari *tree* yang terbentuk ditentukan dengan vote terbanyak. Pembangunan pohon (*tree*) pada *Random Forest* sampai dengan mencapai ukuran maksimum dari pohon data. Akan tetapi pembangunan pohon *Random Forest* tidak dilakukan pemangkasan (*pruning*) yang merupakan sebuah metode untuk mengurangi kompleksitas ruang (Sukoco, 2022).

Random Forest merupakan salah satu cara penerapan dari pendekatan diskriminasi stokastik pada klasifikasi. Proses Klasifikasi akan berjalan jika *tree* telah terbentuk. Pada saat proses klasifikasi selesai dilakukan, ini dilakukan dengan sebanyak data berdasarkan nilai akurasi. Keunggulan penggunaan *Random Forest* yaitu mampu mengklasifikasi data yang



memiliki atribut yang tidak lengkap, dapat digunakan untuk klasifikasi dan regresi serta dapat digunakan untuk menangani data sampel yang banyak (Sukoco, 2022).

Algoritma ini berupa kombinasi dari beberapa *tree predictors* atau bisa disebut *decision trees* dimana setiap *tree* bergantung pada nilai *random vector* yang dijadikan sampel secara bebas dan merata pada semua *tree* dalam *forest* tersebut. Hasil prediksi dari *Random Forest* didapatkan melalui hasil terbanyak dari setiap individual *decision tree* (voting untuk klasifikasi dan rata-rata untuk regresi). Untuk RF yang terdiri dari N trees dirumuskan sebagai (Sukoco, 2022) sebagai berikut:

$$l(y) = \operatorname{argmax}_c (\sum_{n=1}^N I_{h_n}(y) = c)$$

Dimana I adalah fungsi indikator dan h_n adalah *tree* ke- n dari RF (Liparas, 2014 dalam Sukoco, 2022). *Random Forest* memiliki mekanisme internal yang menyediakan estimasi dari *generalization error* nya sendiri yang disebut *out-of-bag* (OOB) *error estimate*. Dalam pembentukan *tree* hanya $2/3$ dari data asli yang digunakan dalam pengambilan sampel *bootstrap*. Sedangkan $1/3$ sisanya diklasifikasikan oleh *tree* yang terbentuk dan digunakan untuk menguji performanya. OOB *error estimation* adalah rata-rata dari kesalahan prediksi untuk setiap kasus training y menggunakan *tree* yang tidak mengikutsertakan y dalam sampel *bootstrap* nya. Kemudian, saat RF dibuat, semua *training cases* menyusuri setiap pohon dan matriks kedekatan setiap kasus dihitung berdasarkan pasangan kasus yang sampai di *terminal node* yang sama (Liparas, 2014 dalam Sukoco, 2022).

Penelitian yang menggunakan algoritma Random Forest telah banyak dilakukan dalam berbagai disiplin ilmu. Banyaknya penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode ini mencerminkan keandalan dan fleksibilitasnya dalam menangani berbagai masalah analisis data. Di bidang ilmu lingkungan, Random Forest digunakan untuk memodelkan dan memprediksi perubahan tutupan lahan, perubahan iklim, serta identifikasi pola kebakaran hutan. Seperti penelitian Febriani, N., Yunidar, S., Hidayat, R. A., Amor, G., &



..., P. (2022) tentang Klasifikasi Citra Satelit dengan Metode Random Forest untuk Observasi Dinamika Lanskap Ekosistem Kabupaten Sijunjung. Di sisi lain, algoritma ini diterapkan dalam klasifikasi penyakit, prediksi

risiko kesehatan, dan pemrosesan citra medis seperti penelitian oleh Al Azhima, S. A. T., Darmawan, D., Hakim, N. F. A., Kustiawan, I., Al Qibtiya, M., & Syafei, N. S. (2022) dengan judul *Hybrid Machine Learning Model* untuk Memprediksi Penyakit Jantung dengan Metode *Logistic Regression* dan Random Forest. *Jurnal Teknologi Terpadu*. Sedangkan di bidang keuangan, Random Forest digunakan untuk analisis risiko, prediksi pasar, dan deteksi penipuan seperti penelitian Syukron, A., & Subekti, A. (2018). Penerapan Metode Random Over-Under Sampling dan Random Forest Untuk Klasifikasi Penilaian Kredit. Kemampuannya dalam menangani data yang kompleks, toleransi terhadap penyimpangan yang berlebihan, serta kemudahan dalam interpretasi hasil menjadikan algoritma Random Forest sebagai pilihan utama dalam banyak penelitian saat ini.

2.7 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini, penulis mengambil banyak referensi yang mana sebagian besarnya terdiri atas penelitian-penelitian terdahulu dari artikel pada jurnal. Salah satu referensi yang diperoleh adalah "Analisis Perubahan Penutupan Lahan Menggunakan Google Earth Engine dengan Algoritma Cart Studi Kasus: Wilayah Pesisir Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur" yang dilakukan oleh Ahmad Syamsurizal Fikri, Fajar Setiawan, Wiga Alif Violando, Andik D Muttaqin, Fajar Rahmawan pada tahun 2021. Studi ini membahas perubahan penutupan lahan di Lamongan dari tahun 1990 sampai 2020, dengan hasil penelitian menyatakan bahwa terdapat perubahan penutupan lahan yang mengalami kenaikan dan pengurangan selama rentan waktu 1990 hingga 2020. Selain itu peneliti juga mengambil referensi dari penelitian Ahmad Rizaldi, dkk tahun 2022, Fadhlul Razak dan Irland Fardani tahun 202, Adhi Auliya Fikri, dkk tahun 2022, Widia Siska, dkk tahun 2021. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3 berikut:



Tabel 3 Literatur Review Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Tujuan	Variabel	Metode	Hasil/Temuan	Perbedaan
1	Analisis Perubahan Penutupan Lahan Menggunakan Google Earth Engine Dengan Algoritma Cart Studi Kasus: Wilayah Pesisir Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur	Ahmad Syamsurizal Fikri, Fajar Setiawan, Wiga Alif Violando, Andik D Muttaqin, Fajar Rahmawan (2021)	Mengetahui efisiensi platform google earth engine dalam menganalisis data penutupan lahan di kawasan pesisir Kabupaten Lamongan yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan evaluasi rancangan tata ruang wilayah Kabupaten Lamongan.	Penutupan Lahan	Algoritma CART	Perubahan penutupan lahan di Lamongan dari tahun 1990 sampai 2020, Sebagai berikut: 1. Kenaikan Penutupan: a. Kelas Pemukiman b. Tambak c. Pertambangan d. Pelabuhan 2. Penurunan Penutupan: a. Hutan Tanaman b. Pertanian Lahan Kering c. Pertanian Lahan Kering Campur Semak d. Hutan Mangrove Sekunder e. Sawah 3. Faktor-faktor Pengaruh: a. Kondisi Citra dan Bayangan Awan b. Pertumbuhan Penduduk c. Struktur Tanah di Wilayah Pesisir d. Perbedaan Sensor Citra Satelit e. Kebijakan Pemerintah f. Pembangunan Industri	Penelitian terdahulu ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi GEE dalam menganalisis tutupan lahan yang selanjutnya digunakan untuk bahan evaluasi rancangan tataruang sedangkan penelitian ini dilakukan untuk memprediksi tutupan lahan 2032 kemudian membandingkan nya dengan rancangan tataruang yang telah ada, selain itu penelitian terdahulu ini menggunakan metode algoritma CART sedangkan penelitian ini menggunakan Random Forest
2	Pemanfaatan Citra Satelit Landsat 8 untuk Analisis Perubahan Tutupan Lahan	Ahmad Rizaldi, Arief Darmawan, Hari Kaskoyo, Agus Setiawan (2022)	Menganalisis citra satelit multiwaktu menggunakan platform GEE dengan algoritma Random Forest (RF) dan	Tutupan Lahan	1. Cloud masking 2. Algoritma Random Forest (RF) dan Classification	1. Klasifikasi tutupan lahan menggunakan Google Earth Engine pada citra landsat 8 resolusi 30m: a. Hutan b. Semak Belukar c. Lahan Campuran	Penelitian terdahulu ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan hasil yang diperoleh antara metode Random Forest dengan CART dalam pemantauan Perhutanan



	Perhutanan Sosial		Classification and Regression Trees (CART) dalam konteks pemantauan program Perhutanan Sosial	and Regression Trees (CART).	d. Kebun Campuran e. Tegakan Kopi f. Air g. Lahan Terbuka/Terbangun	Sosial	sedangkan penelitian ini hanya menggunakan metode Random Forest dalam pemantauan perubahan tutupan lahan di Kawasan Perbatasan Gowa-Makassar
3	Klasifikasi Tutupan Lahan Multitemporal Menggunakan Metode Random Forest Di Kota Bekasi	Fadhul Razak, Irland Fardani (2023)	Mengidentifikasi perubahan perluasan tutupan lahan di Kota Bekasi tahun 1988 - 2022.	Random Forest, Tutupan Lahan	1. Local Climate Zone 2. algoritma Random Forest (RF)	1. Tutupan Lahan Awal (1988) Kota Bekasi didominasi oleh jenis tutupan lahan vegetasi dan semak belukar. 2. Kedua jenis tutupan lahan vegetasi dan semak belukar mengalami penurunan luasan dari tahun 1988 hingga 2022. 3. Lahan terbangun mengalami kenaikan yang signifikan selama periode tersebut. 4. Analisis Kepadatan Lahan Terbangun: a. Lahan terbangun kepadatan tinggi mengalami kenaikan sebesar 39,41 km ² . b. Lahan terbangun kepadatan sedang dan rendah mengalami kenaikan sebesar 74,83 km ² . 5. Total keseluruhan kenaikan luas lahan terbangun mencapai 114,24	Penelitian terdahulu ini dilakukan untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan yang ada pada tahun-tahun sebelumnya (1988-2022) dengan menggunakan Citra Landsat 5 tahun 1988, 1990, 1993, 1998, 2004, 2006 dan 2009; Citra Landsat 8 tahun 2013 dan 2018; Citra Landsat 9 tahun 2022. Sedangkan penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi tutupan lahan yang ada pada tahun sebelumnya (2013-2022) dan masa depan (2032) dengan menggunakan citra



						km ² .	Landsat 8
						6. Persentase kenaikan luas lahan terbangun sebesar 282,77% dalam 34 tahun terakhir (1988-2022).	
4	Pemanfaatan Platform Google Earth Engine Dalam Pemantauan Perubahan Tutupan Lahan Di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman	Adhi Auliya Fikri, Arief Darmawan, Rudi Hilmanto, Irwan Sukri Banuwa, Ariyadi Agustiono, Laviyanti Agustiana (2022)	Mengetahui dinamika serta menghasilkan informasi terbaru dengan perubahan tutupan lahan di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman	Perubahan tutupan lahan	Algoritma random forest	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tutupan Lahan Hutan: <ol style="list-style-type: none"> a. Mengalami kenaikan pada periode 2015-2018. b. Mengalami penurunan pada periode 2018-2021. c. Menunjukkan fluktuasi yang signifikan dalam kurun waktu tersebut. 2. Tutupan Lahan Kebun Campuran: <ol style="list-style-type: none"> a. Selalu mengalami penurunan pada kedua periode, yaitu 2015-2018 dan 2018-2021. b. Menunjukkan kecenderungan berkurangnya luas kebun campuran seiring waktu. 3. Tutupan Lahan Tegakan Kopi: <ol style="list-style-type: none"> a. Cenderung meningkat setiap tahun. b. Peningkatan yang signifikan terjadi pada periode 2015-2018, dengan kenaikan sebesar 3398.43 ha. c. Pada blok lain di Tahura WAR, tegakan kopi mengalami peningkatan paling besar pada periode 2015-2018. 4. Dominasi Tutupan Lahan: <ol style="list-style-type: none"> a. Tutupan hutan, kebun campuran, dan tegakan kopi mendominasi dalam konteks 	<p>Penelitian terdahulu ini dilakukan untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan yang ada pada tahun-tahun sebelumnya (2015-2021) dengan menggunakan citra Landsat 8 (2015), Sentinel2A (2018 dan 2021) sedangkan penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi tutupan lahan yang ada pada tahun sebelumnya (2013-2022) dan masa depan (2032) dengan menggunakan citra landsat 8</p>



							<ul style="list-style-type: none"> b. Tutupan ini mengalami fluktuasi dan perubahan yang cukup signifikan.
							<ul style="list-style-type: none"> 5. Perubahan di Blok Tahura WAR: <ul style="list-style-type: none"> a. Tegakan kopi mengalami peningkatan yang paling besar pada periode 2015-2018. b. Tutupan hutan di blok tersebut mengalami peningkatan pada periode 2015-2018, tetapi mengalami penurunan pada periode 2018-2021.
5	Pemetaan Perubahan Lahan Sawah Kabupaten Sukabumi Menggunakan Google Earth Engine	Widia Siska, Widiatmaka, Yudi Setiawan, Setyono Hari Adi (2021)	Identifikasi perubahan lahan sawah Kabupaten Sukabumi menggunakan GEE.	Perubahan Lahan Sawah	Random Forest (RF)	1. Penyusutan Luas Lahan Sawah: <ul style="list-style-type: none"> a. Lahan sawah di Kabupaten Sukabumi mengalami penyusutan seluas 10,317.27 Ha dalam kurun waktu sepuluh tahun (2010-2020). b. Penyusutan ini memiliki implikasi serius terhadap produksi pangan dan keberlanjutan pertanian di wilayah tersebut. 2. Strategi Perencanaan Ke Depan: <ul style="list-style-type: none"> a. Diperlukan upaya perencanaan ke depan untuk mengantisipasi kerawanan pangan di Kabupaten Sukabumi. b. Strategi perlu dikembangkan untuk mendukung keberlanjutan pertanian dan mengatasi penyusutan lahan sawah. 	Penelitian terdahulu ini berfokus pada perubahan lahan sawah pada tahun-tahun sebelumnya (2015-2020) dengan menggunakan citra Landsat 5 dan 8 sedangkan penelitian ini berfokus pada kawasan perbatasan gowa pada tahun 2013-2022 dan masa depan 2032 dengan menggunakan citra Landsat 8



-
3. Klasifikasi Penggunaan Lahan Menggunakan RF:
 - a. Penggunaan algoritma Random Forest (RF) pada platform Google Earth Engine (GEE) digunakan untuk klasifikasi penggunaan lahan.
 - b. Hasil penelitian menunjukkan bahwa klasifikasi ini dapat menghasilkan peta dengan akurasi tinggi, yaitu lebih dari 85%.
 4. Keuntungan Penggunaan RF di Platform GEE:
 - a. RF di GEE dapat mempersingkat waktu analisis, memudahkan dan mempercepat proses klasifikasi penggunaan lahan.
 - b. Kecepatan analisis ini penting dalam konteks pemantauan perubahan lahan yang cepat.
 5. Relevansi sebagai Acuan:
 - a. Peta hasil klasifikasi penggunaan lahan sawah menggunakan RF di GEE dapat menjadi acuan bagi pemetaan penggunaan lahan sawah di wilayah lainnya.
 - b. Menunjukkan potensi untuk diterapkan pada skala yang lebih luas dan menjadi panduan dalam perencanaan penggunaan lahan pertanian.
-



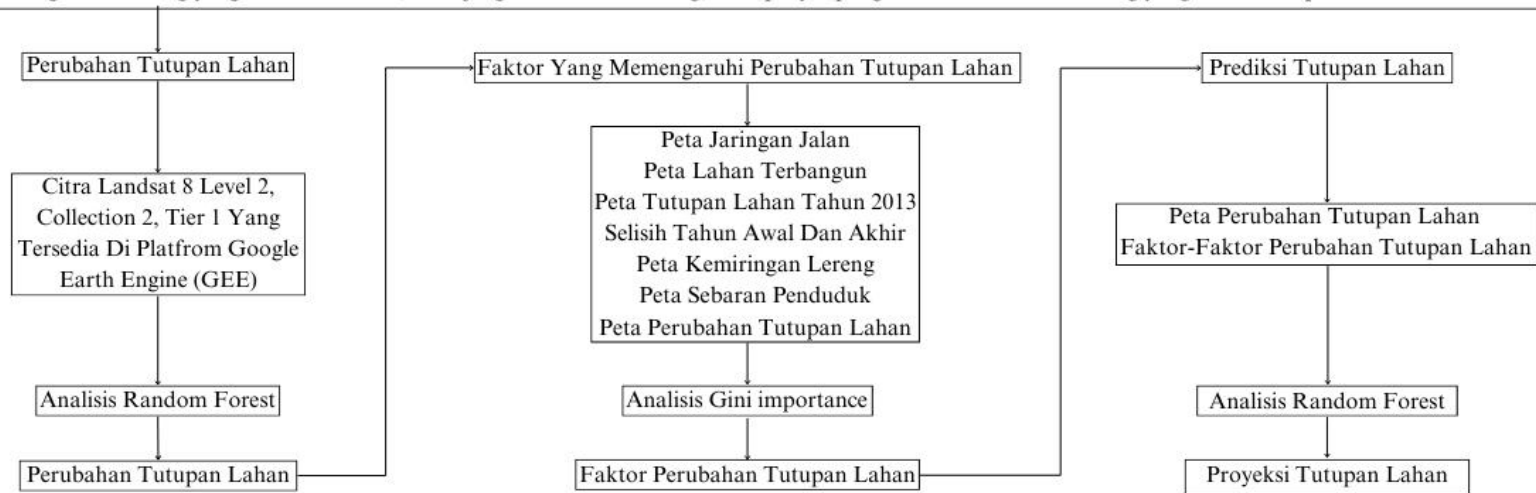
Sumber: Penulis, 2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

2.8 Kerangka Konsep

1. Provinsi Sulawesi Selatan mengalami perkembangan pesat yang termasuk dalam Kawasan Strategis Nasional (KSN) yang diatur oleh PP RI No. 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional.
2. Pertumbuhan cepat Kota Makassar juga memengaruhi Kabupaten Gowa yang berbatasan langsung dengannya.
3. Data BPS Kabupaten Gowa tahun 2022 menunjukkan laju pertumbuhan penduduk yang signifikan di Kecamatan Somba Opu, Kecamatan Palangga, dan Kecamatan Barombong, menandakan daya tarik kawasan ini bagi urbanisasi dan migrasi penduduk.
4. Keterbatasan lahan yang tersedia memaksa perubahan signifikan dalam penggunaan lahan, mengalihkan peran lahan dari sektor pertanian ke sektor perkotaan guna memenuhi kebutuhan sosial, ekonomi, budaya, dan industri
5. Perkembangan tata ruang yang tidak terkendali, kesenjangan dalam tata ruang, serta penyimpangan dari rencana tata ruang yang telah ditetapkan.



Gambar 4 Bagan Kerangka Konsep Penelitian
Sumber: Penulis, 2024

