

SKRIPSI

DINAMIKA TUTUPAN LAHAN BERBASIS MODEL *RANDOM FOREST* DI KAWASAN PUSAT PERKOTAAN SUNGGUMINASA

Disusun dan diajukan oleh:

**FAHRA F YUNUS GUZASIAH
D101191007**



**DEPARTEMEN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**DINAMIKA TUTUPAN LAHAN BERBASIS MODEL *RANDOM FOREST* DI KAWASAN PUSAT PERKOTAAN SUNGGUMINASA**

Disusun dan diajukan oleh

Fahra F Yunus Guzasiah
D101191007

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 7 Maret 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Isfa Sastrawati, ST.,MT
NIP. 19741220 200501 2 001

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Arifuddin Akil, MT
NIP. 19630504 199512 1 001

Ketua Program Studi, Perencanaan Wilayah dan Kota
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Abdul Kachman Rasyid, ST., M.Si
NIP. 19741006 200812 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : Fahra F Yunus Guzasiah
NIM : D101191007
Program Studi : Perencanaan Wilayah dan Kota (PWK)
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Dinamika Tutupan Lahan Berbasis Model *Random Forest* di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa

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, 07 Maret 2023

Yang Menyatakan



Fahra F Yunus Guzasiah



ABSTRAK

FAHRA F YUNUS GUZASIAH, *Dinamika Tutupan Lahan Berbasis Model Random Forest di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa* (dibimbing oleh Isfa Sastrawati dan Arifuddin Akil)

Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa tiap tahunnya mengalami peningkatan kebutuhan lahan yang kepadatan lahan terbangun meningkat dan dapat berdampak pada lingkungan, ekonomi dan masyarakat sehingga diperlukan melakukan prediksi tutupan lahan agar pertumbuhan lahan di perkotaan dapat dikendalikan. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi tutupan lahan di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa dengan metode overlay menggunakan data tutupan lahan 2013 hingga 2022 di *Software Arcgis*, kemudian mengidentifikasi faktor pemengaruh perubahan tutupan lahan menggunakan metode perhitungan *importance factors* dari *learning machine* Google Earth Engine menggunakan data dinamika tutupan lahan, dan variabel seperti laju penduduk, status kepemilikan lahan, kemiringan lereng, status kepemilikan lahan, fasilitas umum dan sosial yang tersedia. Prediksi tutupan lahan tahun 2032 di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa menggunakan metode *random forest* yang merupakan algoritma yang tersedia di Google Earth Engine dengan memakai data dinamika tutupan lahan, *importance factors* dan tutupan lahan tahun 2018 yang menjadi dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan tiap tahunnya semakin meningkat, area terbangun yang mulanya berkisar 215 ha pada tahun 2013 kemudian menjadi 203 ha di tahun 2022. Perubahan tutupan lahan yang paling signifikan terjadi di kawasan perbatasan Kabupaten Gowa-Kota Makassar, sekitar pusat pemerintahan Kabupaten Gowa, kawasan perdagangan seperti pasar dan sempadan sungai jenneberang. Perubahan tutupan lahan disebabkan oleh beberapa faktor seperti status kepemilikan lahan, jarak lahan dari jalan, transisi lahan, elevasi, ketersediaan fasilitas umum dan fasilitas sosial.

Kata Kunci: Tutupan lahan, Prediksi, *Random forest*



ABSTRACT

FAHRA F YUNUS GUZASIAH, *Land Cover Dynamics Based on a Random Forest Model in the Sungguminasa Urban Center Area* (supervised by Isfa Sastrawati and Arifuddin Akil)

The Sungguminasa Urban Center area experiences an increase in land demand every year, where the density of built-up land increases and can have an impact on the environment, economy and society, so it is necessary to predict land cover so that land growth in urban areas can be controlled. This research aims to predict land cover in the Sungguminasa Urban Center Area using the overlay method using land cover data from 2013 to 2022 in Arcgis Software, then identifying factors influencing changes in land cover using the importance factors calculation method from the Google Earth Engine learning machine using land cover dynamics data, and variables such as population rate, land ownership status, slope slope, land ownership status, available public and social facilities. Prediction of land cover in 2032 in the Sungguminasa Urban Center Area uses the random forest method which is an algorithm available on Google Earth Engine using land cover dynamics data, importance factors and land cover in 2018 as the basis. The results of the research show that land cover changes are increasing every year, the built-up area was initially around 215 ha in 2013 then became 203 ha in 2022. The most significant land cover changes occurred in the Gowa Regency-Makassar City border area, around the Regency government center Gowa, trading areas such as markets and the Jenneberang river border. Changes in land cover are caused by several factors such as land ownership status, distance of land from roads, land transition, elevation, availability of public facilities and social facilities.

Keywords: *Landcover, prediction, random forest.*



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pertanyaan Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tutupan Lahan.....	5
2.1.1 Klasifikasi Tutupan Lahan.....	5
2.1.2 Perubahan Tutupan Lahan.....	7
2.2 Google Earth Engine.....	9
2.3 Penginderaan Jauh.....	13
2.4 Uji Akurasi.....	14
2.5 Penelitian Terdahulu.....	15
2.6 Kerangka Konsep Penelitian.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian.....	22
Waktu dan Lokasi Penelitian.....	22
Metode dan Sumber Data.....	24
Teknik Pengumpulan Data.....	25



3.5 Teknik Analisis Data.....	26
3.6 Variabel Penelitian.....	32
3.7 Definisi Operasional.....	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	34
4.1.1 Gambaran Umum Kabupaten Gowa.....	34
4.1.2 Kecamatan Somba Opu.....	37
4.1.3 Wilayah Lokasi Penelitian.....	41
4.2 Dinamika Tutupan Lahan di Kawasan Perkotaan Sungguminasa.....	51
4.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perubahan Tutupan Lahan di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa.....	57
4.4 Prediksi Tutupan Lahan di Tahun 2032.....	59
4.5 Arahan Pengembangan Kawasan Perkotaan Sungguminasa Berdasarkan Prediksi Tutupan Lahan	66

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	70

DAFTAR PUSTAKA.....	71
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	77
----------------------	-----------

<i>CURRICULUM VITAE</i>.....	90
-------------------------------------	-----------



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Diagram Komponen Google Earth Engine <i>Code Editor</i>	13
Gambar 2	Kerangka Konsep Penelitian.....	21
Gambar 3	Peta Wilayah Penelitian.....	23
Gambar 4	Shp Tutupan Lahan dan Batas Wilayah Penelitian.....	26
Gambar 5	Penggabungan Shp Tutupan Lahan dan Lokasi Penelitian.....	26
Gambar 6	Klasifikasi Tutupan Lahan.....	27
Gambar 7	Perhitungan <i>Importance Factor</i>	28
Gambar 8	Hasil <i>Importance Factor</i>	28
Gambar 9	Cara Kerja <i>Importance Factor</i>	29
Gambar 10	Metode Uji Akurasi.....	30
Gambar 11	<i>Machine Learning</i>	31
Gambar 12	Kode <i>Confusion Matrix</i>	31
Gambar 13	Peta Administrasi Kabupaten Gowa.....	35
Gambar 14	Peta Administrasi Kecamatan Somba Opu.....	40
Gambar 15	Peta Lokasi Penelitian.....	42
Gambar 16	Jenis Kepemilikan Lahan di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa.....	44
Gambar 17	Peta Curah Hujan.....	45
Gambar 18	Peta Kemiringan Lereng.....	46
Gambar 19	Peta Daerah Aliran Sungai.....	47
Gambar 20	Peta Jaringan Jalan.....	48
Gambar 21	Peta Kepemilikan Lahan.....	49
Gambar 22	Peta Fasilitas Umum dan Lokasi.....	50
Gambar 23	Peta Tutupan Lahan tahun 2013.....	52
Gambar 24	Peta Tutupan Lahan Tahun 2018.....	52
Gambar 25	Peta Tutupan Lahan Tahun 2022.....	53
Gambar 26	Kawasan yang mengalami perubahan.....	55
	27 Dinamika Tutupan Lahan 2013-2022.....	56
	25 Perhitungan <i>importance factor</i>	57
	26 Indikator Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan.....	58



Gambar 27 Proses Kerja Metode <i>Random Forest</i>	60
Gambar 28 <i>Label Encoding</i>	61
Gambar 29 Pembentukan Model Klasifikasi <i>Random Forest</i>	62
Gambar 30 Hasil Analisis Tutupan Lahan.....	63
Gambar 31 Uji Akurasi.....	63
Gambar 32 Hasil Uji Akurasi dan <i>Confusion Matrix</i>	64
Gambar 33 Peta Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2032.....	65
Gambar 34 Peta Arahkan Kawasan Sempadan Sungai.....	68



DAFTAR TABEL

Tabel 1	Sistem Klasifikasi Lahan dalam Pengelolaan Citra Satelite.....	6
Tabel 2	Standar Ketelitian Penelitian.....	14
Tabel 3	Kekuatan Koefisien Kappa.....	15
Tabel 4	Penelitian Terdahulu	18
Tabel 5	Variabel Penelitian.....	32
Tabel 6	Jumlah Kecamatan dan Luas Wilayah tahun 2022.....	36
Tabel 7	Perkembangan Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Kecamatan di Kabupaten Gowa tahun 2021-2022.....	37
Tabel 8	Luas Area Kelurahan di Kecamatan Somba Opu.....	38
Tabel 9	Jumlah Penduduk dan Jenis Kelamin di Kecamatan Somba Opu.....	39
Tabel 8	Luas Tutupan Lahan.....	58
Tabel 9	Hasil Perhitungan <i>Importance Factor</i>	56
Tabel 10	Penentuan Jumlah Pohon.....	61
Tabel 11	Arahan Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa.....	66



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanallahu Wa Ta'ala, karena berkat rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Dinamika Tutupan Lahan Berbasi Model *Random Forest* di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa” yang diajukan sebagai salah satu prasyarat kelulusan jenjang S1 Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wasallam beserta keluarga, kerabat, dan orang-orang yang senantiasa mengikuti ajarannya.

Perkotaan yang semakin maju dan meningkat bukan hanya membawa dampak baik tapi juga buruk jika tidak didampingi dengan perencanaan yang baik. Perkotaan yang merupakan pusat aktivitas masyarakat akan terus berkembang, hal ini bisa dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jumlah penduduk, infrastruktur yang menopang, aksesibilitas yang ada, harga lahan, dan lain sebagainya. Apalagi perkotaan yang semakin meningkat itu menyebabkan dorongan kepada fungsi lahan untuk berubah dan berdampak pada tutupan lahan. Oleh karena itu diperlukannya perhatian dan perencanaan yang baik dalam mengelola perkembangan kebutuhan lahan dan perubahan tutupan lahan kedepannya.

Skripsi ini membahas mengenai tentang dinamika tutupan lahan 2013, 2018, dan 2022 di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa, faktor-faktor yang menjadi pengaruh atau penyebab dalam terjadinya perubahan tutupan lahan selama periode tersebut dan permodelan prediksi tutupan lahan serta perubahannya di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa pada tahun 2032 menggunakan permodelan *Random Forest*.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun akan sangat membantu penulis dalam penyempurnaan skripsi ini. Penulis juga berharap dengan adanya penelitian ini

memberikan manfaat kepada pihak pemerintah, masyarakat, maupun peneliti ya terkait perencanaan dan perkembangan Kawasan Perkotaan



Sungguminasa. Akhir kata, semoga Allah Subhanallahu Wa Ta'ala senantiasa memberikan kemudahan dibalik kesulitan yang kita hadapi.

Gowa, 10 Maret 2023

(Fahra F Yunus Guzasiah)

Sitasi dan Alamat Kontak:

Harap menuliskan sumber skripsi ini dengan cara penulisan sebagai berikut:

Guzasiah, Fahra F Yunus. 2023. *Dinamika Tutupan Lahan Berbasi Model Random Forest di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa*. Skripsi Sarjana, Prodi S1 PWK Universitas Hasanuddin. Makassar.

Demi peningkatan kualitas dari skripsi ini, kritik dan saran dapat dikirimkan ke penulis melalui alamat email berikut ini: fahrayunusguzasiah@gmail.com



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya yang dilimpahkan kepada penulis, sehingga atas hidayah Allah SWT penulis diberikan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi dengan judul “**Dinamika Tutupan Lahan Berbasis Model *Random Forest* di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa**”. Sholawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wasallam, kepada keluarga beliau, para sahabat, tabiin, tabiut tabiin, dan orang-orang yang senantiasa istiqomah di jalan ad-dinul islam ini.

Dalam penyelesaian penyusunan laporan akhir ini, penulis menyadari banyak sekali pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung serta dukungan kepada penulis, terima kasih kepada Rektor Universitas Hasanuddin, Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT atas segala bentuk kebijakan dan kepemimpinannya selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin. Dan penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayahanda (Muh Yunus Guzasiah) dan Ibunda (Darmawati), untuk semua cinta dan doa yang tiada hentinya serta pengorbanan yang selalu diberikan sehingga penulis bisa sampai ke titik ini;
2. Kakak tercinta (Fradita Yudiasri Yunus Guzasiah, Muhammad Aulia Yunus Guzasiah, Andi Novy Arfiani) atas doa, motivasi yang sangat berharga, dukungan material dan selalu mendorong penulis menjadi pribadi yang lebih baik;
3. Kepala Departemen Prodi S1-Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Hasanuddin (Dr. Eng. Ir. Abdul Rachman Rasyid, ST., M.Si. IPM) atas arahan, bimbingan, motivasi dan dukungan yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan;



Departemen Prodi S1-Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Hasanuddin (Ibu Sri Aliyah Ekawati), atas arahan, bimbingan, motivasi dan dukungan yang diberikan kepada penulis selama masa perkuliahan

5. Dosen Pembimbing Utama (Isfa Sastrawati, ST., MT) atas segala nasihat, bimbingan, kepercayaan, serta ilmu yang telah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Kepala LBE *Urban Planning & Design* sekaligus Dosen Pembimbing Pendamping (Prof. Dr. Ir. Arifuddin Akil, MT) atas motivasi, dukungan, ilmu, nasihat, bantuan, dan kepercayaan yang telah diberikan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Dosen Penguji (Sri Wahyuni, ST., M.T dan Irwan, ST., M.Eng) terima kasih atas saran dan kritiknya yang membuat penulis terus bersemangat untuk mengerjakan tugas akhir ini.
8. Kepala Studio Akhir (Dr. Techn. Yashinta K. D. Sutopo, ST., MIP) atas segala nasihat dan kepercayaannya selama menempuh perkuliahan;
9. Seluruh dosen dan staf administrasi Departemen Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan telah membantu mengurus administrasi selama penulis menjalani masa perkuliahan.
10. Teman-teman SEKTOR 19 yang telah menjadi kawan seperjuangan dalam menempuh pendidikan dari awal penulis menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin;
11. Seluruh pihak yang telah berkontribusi dan membantu penulis untuk menyelesaikan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala membalas segala kebaikan dan bantuan yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir pada jenjang strata satu.
Aamiin ya Rabbal 'alamin.

Gowa, 10 Maret 2023

(Fahra F Yunus Guzasiah)



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kawasan pusat perkotaan adalah bagian inti atau pusat kegiatan ekonomi, sosial dan pemerintahan, area ini sering kali memiliki keragaman fungsi, termasuk pusat bisnis, pusat perbelanjaan, pusat pemerintahan, dan pusat budaya. Di kawasan pusat perkotaan dapat ditemukan bangunan-bangunan pencakar langit, pusat keuangan, serta berbagai fasilitas umum seperti pusat hiburan, museum, dan taman kota. Pusat perkotaan juga mencakup infrastruktur transportasi yang penting, seperti terminal bus, stasiun kereta api, dan jaringan jalan yang padat. Kawasan pusat perkotaan yang berfungsi sebagai pusat kegiatan masyarakat akan mengalami pertumbuhan seiring berjalannya waktu yang menyebabkan terjadinya tekanan terhadap ruang-ruang yang awalnya berfungsi sebagai konservasi untuk mengalami perubahan fungsi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor seperti pertumbuhan jumlah penduduk, keberadaan infrastruktur yang telah dibangun, perubahan fisik lahan, harga lahan dan lain-lain. Peraturan Pemerintah No 15 Tahun 2010 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang menjelaskan bahwa intensitas kegiatan pemanfaatan ruang terkait eksploitasi sumber daya alam yang mengancam kelestarian lingkungan semakin meningkat dan termasuk dalam pemanasan global, apalagi meningkatnya penggunaan lahan yang tidak terkendali membuat dampak pada tutupan lahan semakin meningkat, makin menurunnya kualitas permukiman, dan tingginya kesenjangan antar wilayah.

Perubahan tutupan lahan merupakan hal yang selalu terjadi di suatu wilayah yang berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan masyarakat untuk memanfaatkan lahan yang ada guna memenuhi kebutuhan hidup maupun kebutuhan lainnya baik yang terjadi di masa sekarang maupun pada masa yang akan datang. Perkembangan perubahan tutupan lahan suatu daerah dapat diketahui dengan memanfaatkan data penginderaan jauh berupa citra satelit. Menurut Darmawan dkk.

nggunaan teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu cara untuk tifikasi perubahan tutupan lahan dengan cepat. Teknologi penginderaan ini telah mengalami perkembangan signifikan dalam pemanfaatan data



citra satelit untuk pemetaan dan prediksi tutupan lahan. Perkembangan ini terutama terjadi dalam ranah *Big Data* dan *Cloud Computing*, khususnya melalui platform seperti Google Earth Engine (GEE). Penggunaan GEE dalam pemrosesan data berbasis *Cloud Computing* memungkinkan pengolahan berbagai jenis citra tanpa memerlukan pengunduhan citra secara lokal, dan tidak memerlukan perangkat keras dengan spesifikasi tinggi. Sebagai gantinya, pengolahan citra dapat dilakukan secara efisien dengan hanya memerlukan koneksi internet yang stabil (Kumar, 2018). Google Earth Engine menyediakan banyak fasilitas yang dapat digunakan seperti *machine learning* yang dapat digunakan untuk banyak metode analisis spasial berbentuk algoritma, salah satu bentuknya adalah model *random forest*. Berdasarkan hasil penelitian Fariz (2021) menunjukkan bahwa *random forest* menjadi *machine learning* yang terbaik. *Random Forest* memiliki keunggulan dari segi kemampuan prediktif dibandingkan dengan pohon keputusan tunggal. Pohon keputusan tunggal cenderung memiliki yang model kurang stabil, sehingga perubahan sedikit saja pada data akan berpengaruh pada hasil prediksi dan cenderung akan terjadi *overfitting* (Dhawangkhar, 2017).

Perubahan tutupan lahan di kawasan perkotaan merujuk pada transformasi atau perubahan dalam jenis tutupan lahan di wilayah perkotaan dalam waktu periode tertentu. Proses ini mencakup berbagai perubahan, seperti konversi lahan pertanian atau lahan terbuka menjadi kawasan perkotaan, perluasan infrastruktur perkotaan, dan perubahan dalam penggunaan lahan yang terkait dengan pertumbuhan dan perkembangan perkotaan. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perubahan tutupan lahan di kawasan perkotaan seperti: 1) Urbanisasi dan peningkatan populasi; 2) Pembangunan infrastruktur; 3) Pembangunan kawasan perumahan dan komersial; 4) Perubahan fungsi zonasi; dan 5) Pengelolaan lingkungan. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kabupaten Gowa menunjukkan bahwa laju pertumbuhan penduduk tahun 2021-2022 sebesar 1,56% yang lebih tinggi daripada tahun sebelumnya, untuk kecamatan Somba Opu laju pertumbuhan penduduk 1,84% pertahunnya.



ubahan tutupan lahan yang semakin meningkat tiap tahunnya membuat hal ini salah satu isu-isu strategis dalam RDTR Kawasan Perkotaan Inasa-Cambayya tahun 2020-2040. Isu-isu yang termasuk antara lain

yaitu: 1) alih fungsi lahan pertanian; 2) peningkatan kebutuhan lahan permukiman dan perumahan sebagai kawasan penyangga; dan 3) ketersediaan Ruang Terbuka Hijau yang belum memadai. Apalagi perubahan tutupan lahan yang signifikan memiliki dampak jangka panjang terhadap lingkungan, ekosistem dan kualitas hidup masyarakat, termasuk dari hilangnya habitat alami, peningkatan suhu kota, perubahan pola air dan tantangan terkait dengan keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkannya pemantauan dan pemahaman terhadap perubahan tutupan lahan untuk mengelola dan membantu dalam perencanaan kota yang berkelanjutan

1.2 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah, maka di rumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana dinamika tutupan lahan di Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa tahun 2013-2022?
2. Apa saja faktor yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan di kawasan pusat Perkotaan Sungguminasa?
3. Bagaimana prediksi tutupan lahan tahun 2032 di kawasan pusat Perkotaan Sungguminasa?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian yang telah diajukan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi dinamika tutupan lahan di kawasan pusat Perkotaan Sungguminasa tahun 2013-2022.
2. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan di kawasan pusat Perkotaan Sungguminasa.
3. Membuat prediksi tutupan lahan tahun 2032 di kawasan pusat Perkotaan Sungguminasa.



1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, antara lain:

1. Bagi pemerintah, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan masukan, rujukan, maupun pertimbangan terhadap perencanaan/pembangunan pada Kawasan Pusat Perkotaan Sungguminasa kedepannya.
2. Bagi masyarakat, dapat menambah wawasan dan pengetahuan tentang dinamika pertumbuhan lahan di kawasan perkotaan
3. Bagi civitas akademik, sebagai bahan referensi terhadap penelitian yang ingin melakukan penelitian sejenis.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup substansi pada penelitian ini adalah Penelitian ini berfokus terhadap dinamika perubahan Tutupan Lahan tahun 2013-2022, faktor yang mempengaruhi dan analisis Prediksi Lahan Terbangun tahun 2032 Adapun ruang lingkup wilayah dari penelitian ini meliputi Pusat Perkotaan Sungguminasa yang dibatasi oleh jalan arteri dan sungai jeneberang yang merupakan kawasan strategis menurut RDTR Sungguminasa-Cambayya tahun 2020 dan Pusat Pemerintahan Kabupaten Gowa.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tutupan Lahan

Lahan menurut Aldrich (1981) dalam Lo (1995) adalah merupakan materi dasar dari suatu lingkungan, yang diartikan dengan sejumlah karakteristik alami, yaitu iklim, geologi tanah, topografi, hidrologi dan biologi. Lahan dalam Undang-Undang Nomor 37 Tahun 2014 adalah bagian dari daratan permukaan bumi yang meliputi tanah beserta faktor yang menjadi pengaruh seperti iklim, relief, aspek geologi, dan hidrologi yang terbentuk secara alami maupun akibat pengaruh manusia. Manusia sebagai makhluk hidup yang tinggal di atasnya memanfaatkan lahan sesuai dengan kebutuhannya. Pemanfaatan lahan oleh manusia baik sudah dikelola ataupun belum dikelola dapat diketahui dalam bentuk tutupan lahan.

Tutupan lahan adalah penggambaran mengenai keterkaitan antara proses alami dan proses sosial, tutupan lahan dapat menyediakan informasi yang sangat penting untuk keperluan pemodelan serta untuk memahami fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi. Data tutupan lahan juga digunakan dalam mempelajari perubahan iklim dan memahami keterkaitan antara aktivitas manusia dan perubahan global. Informasi tutupan lahan yang akurat merupakan salah satu faktor penentu dalam meningkatkan kinerja dari model-model ekosistem, hidrologi, dan atmosfer (Sampurno & Thoriq, 2016).

2.1.1 Klasifikasi Tutupan Lahan

Berdasarkan SNI 7645-1:2014 tentang Klasifikasi Penutup Lahan-Bagian 1: Skala Kecil dan Menengah memberikan pengertian penutup lahan sebagai berikut, bahwa “Penutup lahan adalah tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati merupakan suatu hasil pengaturan, aktivitas, dan perilaku manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan atau perawatan pada penutup lahan tersebut”. Menurut Malingreau

lasifikasi tutupan lahan dan penggunaan lahan dapat dikategorikan ke am kelompok berdasarkan tingkat detailnya, yaitu:



1. *Land Cover/land use order*, misalnya seperti lahan yang ditumbuhi oleh tumbuhan/vegetasi;
2. *Land cover/land use sub-order*, misalnya seperti lahan yang ditumbuhi oleh tanaman/vegetasi yang dikelola;
3. *Land cover/land use family*, misalnya seperti lahan yang ditumbuhi tanaman/vegetasi yang dikelola secara tetap;
4. *Land cover/land use class*, misalnya seperti persawahan;
5. *Land cover/land use sub-class*, misalnya seperti sawah irigasi; dan
6. *Land utilization type*, misalnya seperti sawah yang terus-menerus ditanami padi.

Berdasarkan klasifikasi tutupan lahan dan penggunaan lahan, tutupan lahan cenderung ke kategori yang lebih tinggi, yaitu *land cover/land use order* (Malingreau, 1977). Hal ini dikarenakan kategori yang lebih tinggi memberikan gambaran umum tentang penggunaan lahan, sedangkan kategori yang lebih rendah digunakan untuk membedakan berbagai jenis tutupan lahan berdasarkan pemanfaatannya. *Land cover/land use order* sendiri terbagi menjadi empat klasifikasi, termasuk tubuh air, lahan bervegetasi, lahan kosong, dan lahan terbangun.

Tabel 1 Sistem Klasifikasi Lahan dalam Pengelolaan Citra *Satelite*

No.	Level I	Level II
1.	Perkotaan dan Lahan Terbangun	<ol style="list-style-type: none"> a. Perumahan b. Perdagangan c. Industri d. Prasarana, transportasi dan komunikasi e. Kawasan industri dan komersial f. Kawasan perkotaan dan bangunan campuran g. Lahan terbangun lainnya
2.	Lahan Pertanian	<ol style="list-style-type: none"> a. Lahan pertanian dan padang rumput b. Kebun, kebun anggur, pembibitan dan daerah hortikultura c. Lahan pertanian lainnya
3.	Semak/Belukar	<ol style="list-style-type: none"> a. Rumput-rumputan b. Semak, belukar c. Campuran
	itan	<ol style="list-style-type: none"> a. Hutan gugur b. Hutan cemara c. Hutan campuran
	r	<ol style="list-style-type: none"> a. Sungai dan kanal



No.	Level I	Level II
		b. Danau
		c. Waduk
		d. Teluk dan muara
6.	Lahan Basah	a. Hutan tanah basah
		b. Non hutan tanah basah
7.	Lahan Tandus	a. Pantai
		b. Daerah berpasir selain pantai
		c. Tambang
		d. Daerah transisi
		e. Lahan tandus campuran

Sumber : USGS, *Geological Survey Professional Paper 964 (2001)*

2.1.2 Perubahan Tutupan Lahan

Dalam beberapa dekade terakhir, perubahan tutupan lahan yang disebabkan oleh aktivitas manusia telah terjadi dengan tingkat kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengaruh faktor alam, sehingga perubahan tutupan lahan akibat faktor manusia lebih cepat dibandingkan faktor alam. Perubahan yang signifikan ini telah menjadi salah satu isu lingkungan utama di seluruh dunia. akibatnya, hampir seluruh ekosistem di dunia mengalami transformasi yang yang besar oleh manusia, dan merusak kemampuan ekosistem. oleh karena itu, perkembangan teknologi dan populasi manusia yang berkembang menjadi dua faktor utama perubahan tutupan lahan yang sangat signifikan besar. Miswar et al (2021) mengemukakan bahwa perubahan tutupan lahan terjadi akibat adanya kondisi atau peristiwa yang mempengaruhi penggunaan atau aktivitas yang ada di suatu lahan. Sandy (1995) dan Harsono (1995) dalam Ritohardoyo (2013) menyatakan bahwa kebutuhan untuk keperluan manusia atau pembangunan yang semakin banyak membuat tekanan akan kebutuhan lahan semakin meningkat. Berdasarkan Labim & Geist (2006), terdapat beberapa faktor utama terjadinya perubahan tutupan lahan yaitu:

1. Faktor Biofisik

Keanekaragaman faktor biofisik dan perubahan lingkungan alam berinteraksi dengan penyebab perubahan lahan oleh manusia. Faktor ofisik yang mempengaruhi seperti iklim, tanah, litologi, topografi, relief, drologi, hingga vegetasi. Kondisi biofisik yang bervariasi mendorong



adanya tekanan atas permintaan pada sumber daya lahan yang tinggi. Variasi faktor biofisik dapat berbeda antar ruang dan waktu.

2. Faktor Ekonomi dan Teknologi

Perubahan tutupan lahan terjadi sebagai akibat dari respons individu dan sosial terhadap kondisi ekonomi yang ada. Jumlah penduduk yang terus bertambah mampu meningkatkan permintaan barang dan jasa. Hal ini mendorong terjadinya dinamika perubahan tutupan dan penggunaan lahan serta perubahan ekosistem. Perkembangan pasar, struktur ekonomi, hingga pemanfaatan teknologi dalam kegiatan ekonomi menjadi faktor yang mempengaruhi perubahan lahan.

3. Faktor Demografi

Pertumbuhan penduduk mendasari banyak perubahan tutupan lahan terutama pada perpindahan dan kelahiran di suatu wilayah. Perubahan ini mempengaruhi perubahan lahan terutama lahan vegetasi untuk pemukiman. Dengan adanya pembangunan infrastruktur dalam memenuhi kebutuhan penduduk, hal ini dapat memicu intensifikasi penggunaan lahan. Distribusi dan kepadatan penduduk juga mempengaruhi perubahan lahan.

4. Faktor Lembaga Pemerintahan

Kebijakan pemerintahan baik dari segi politik, hukum, ekonomi, maupun budaya serta interaksinya dalam pengambilan keputusan mempengaruhi perubahan lahan secara langsung maupun tak langsung. Faktor ini juga mempengaruhi berbagai faktor yang ada baik biofisik, ekonomi, teknologi, demografi, hingga budaya. Pemerintahan berpengaruh dalam urusan rencana pembangunan. Pembangunan yang dilakukan sesuai dengan keputusan dengan memperhatikan kebijakan ekonomi.

5. Faktor Budaya

Faktor budaya memberikan pengaruh terhadap perubahan lahan. Budaya tidak dapat dipisahkan dari kondisi politik dan ekonomi yang ada. Motivasi, pengalaman, sikap, nilai, keyakinan, dan persepsi individu manusia dapat

mempengaruhi bagaimana lahan dimanfaatkan. Pengelolaan sumber daya, strategi, kepatuhan atau penolakan terhadap kebijakan juga mampu mempengaruhi perubahan penggunaan lahan



Kenampakan Perubahan lahan merujuk pada transformasi atau pergeseran dalam penggunaan tanah di suatu wilayah. Proses ini melibatkan perubahan dari satu jenis penggunaan lahan ke jenis lainnya. Perubahan lahan dapat memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan, ekonomi, dan masyarakat. Berikut adalah beberapa bentuk perubahan lahan yang umum terjadi:

1. **Konversi Pertanian ke Perkotaan:** wilayah pertanian atau agraris dapat mengalami perubahan menjadi kawasan perkotaan atau permukiman.
2. **Deforestasi:** Perubahan lahan ini melibatkan penggundulan hutan atau area kehutanan untuk memberikan tempat bagi kegiatan pertanian, pembangunan perkotaan, atau ekspansi industri. Deforestasi memiliki dampak besar terhadap biodiversitas dan siklus air.
3. **Reklamasi Lahan Basah:** Beberapa area lahan basah, seperti rawa atau daerah pesisir, dapat mengalami perubahan lahan yang telah digunakan kembali ke kondisi semula, misalnya melalui program revegetasi atau rehabilitasi lahan.
4. **Revegetasi atau Rehabilitasi Lahan:** Perubahan lahan juga dapat mencakup upaya untuk mengembalikan lahan yang telah digunakan kembali ke kondisi semula, misalnya melalui program revegetasi atau rehabilitasi lahan.
5. **Konservasi Hutan menjadi Lahan Pertanian:** Hutan dapat diubah menjadi lahan pertanian untuk memenuhi.

2.2 Google Earth Engine

Google Earth Engine atau GEE adalah sebuah platform yang dikembangkan oleh Google yang mendukung analisis data geospasial terutama data raster dan analisa data lingkungan berskala dunia. Pengembangan Earth Engine bertujuan untuk mengembangkan algoritma interaktif yang bersifat global sehingga mendorong kemampuan *big data* dalam penginderaan jauh sehingga dapat memetakan perubahan hutan global di abad ke-21, perubahan air permukaan bumi, daerah perkotaan global, perkembangan kebakaran alam, perubahan permukaan secara global, dan lain-lain. Kelebihan GEE dalam memiliki akses terhadap data



it dan data lainnya dengan jumlah yang besar dan terus diperbaharui dalam form yang siap digunakan sehingga sangat praktis untuk menganalisis (Siddik, 2017).

Google Earth Engine yang menggunakan sistem pengolahan data berbasis internet atau biasa disebut *cloud computing* membuat tidak dibutuhkannya pengunduhan data yang besar sehingga dapat menghemat waktu pengunduhan dan kapasitas. Pengolahan data yang dilakukan di peladen membuat tidak diperlukannya perangkat dengan spesifikasi tinggi atau perangkat lunak pengolah data citra. Terdapat banyak jenis citra yang tersedia di GEE seperti Landsat, sentinel-1, sentinel-2, modis, DEM, SRTM, dan citra geofisika seperti gravitasi (Kushardono, 2019). Dalam platform Google Earth Engine juga dapat dilakukan proses pengolahan data dalam format raster maupun vektor dengan memasukan data ke dalam *machine learning*. Data raster dapat diakses di *image collection* dan data vektor dapat diakses melalui *feature collection*.

Berdasarkan penelitian Mustofa (2018) bahwa pada platform GEE terdapat beberapa fasilitas seperti *machine learning* yang menyediakan analisis seperti:

1. *Support Vector Machine* (SVM)

SVM adalah sistem pembelajaran yang menggunakan ruang hipotesis berupa fungsi-fungsi linier dalam dimensi tinggi dari ruang fitur (*feature space*). Model ini dilatih dengan algoritma pembelajaran yang berdasarkan teori optimasi dan mengimplementasikan pembelajaran yang berasal dari teori pembelajaran statistik. Tujuan utama dari SVM adalah menemukan *hyperlane* terbaik yang dapat memisahkan dua kelas dalam ruang fitur, dimana *hyperlane* adalah dimensi $N-1$ atau batas keputusan yang memaksimalkan margin antara kelas. Metode SVM mengurangi kesalahan klasifikasi yang terjadi di wilayah pusat lapangan. Metode ini diusulkan oleh Begum Demis, dkk (2007), untuk meningkatkan akurasi klasifikasi dari mesin vektor pendukung atau SVM. Dalam metode ini, proses pelatihan menggunakan data pelatihan asli untuk memperoleh kelas SVM, dengan akurasi klasifikasi citra pada citra *hiperspektral*. Keunggulan SVM dalam menangani data berdimensi tinggi, efektif dalam ruang fitur berdimensi tinggi dan fleksibilitasnya dalam menangani masalah klasifikasi non-linear melalui penggunaan fungsi kernel

kuat SVM banyak digunakan dalam bidang seperti pengenalan pola, pengolahan citra, dan klasifikasi teks.



2. *Classification and Regression Tree (CART)*

CART atau Pohon Klasifikasi dan Regresi adalah metode dalam statistika dan pembelajaran mesin yang digunakan untuk klasifikasi dan regresi. Ini merupakan pendekatan yang menghasilkan pohon keputusan biner, yang merupakan struktur pohon yang terdiri dari simpul atau node yang memisahkan data berdasarkan serangkaian aturan keputusan. Helio, dkk (2007) mengembangkan CART untuk mengklasifikasikan citra AVIRIS, Citra Landsat, memprediksi kategori kelas dari suatu pengamatan, dan memprediksi nilai numerik atau kontinu. Pada metode ini melibatkan konstruksi dan identifikasi pohon keputusan menggunakan data pelatihan untuk menemukan akurasi klasifikasi yang tepat, dimana pohon klasifikasi dan regresi akan mengklasifikasikan data dalam jumlah besar. Metode analisis ini memiliki kelebihan untuk mudah dipahami dan diinterpretasi sehingga dapat menangani data yang tidak terstruktur dan memiliki nilai yang hilang. Oleh karena itu CART menjadi salah satu metode pohon yang cukup sering digunakan dalam analisis data.

3. *Random Forest*

Random Forest atau Hutan Acak adalah algoritma machine learning yang menggabungkan beberapa *decision tree* atau pohon keputusan akan bekerja bersama-sama untuk mencapai hasil yang lebih akurat, setiap pohon dibangun berdasarkan subset acak dari data pelatihan dan variabel fitur. *Random Forest* merupakan sebuah metode yang dikembangkan dari metode CART, oleh karena itu kedua metode tersebut menggunakan algoritma dari teknik pohon keputusan. Yang membedakan metode random forest dari metode CART adalah *Random Forest* menerapkan metode *bootstrap aggregating (bagging)* dan juga seleksi fitur random atau bisa disebut *random feature selection*. *Random Forest* adalah kombinasi dari masing masing teknik pohon keputusan yang ada, lalu kemudian digabung dan dikombinasikan ke dalam suatu model. Ada tiga poin utama dalam metode *Random Forest*, tiga poin utama tersebut yaitu



- melakukan *bootstrap sampling* untuk membangun pohon prediksi;
- masing-masing pohon keputusan memprediksi dengan prediktor acak;

3. Kemudian random forest melakukan prediksi dengan mengkombinasikan hasil dari tiap tiap pohon keputusan dengan cara *majority vote* untuk klasifikasi atau rata-rata untuk regresi.

Berdasarkan hasil penelitian Fariz (2021) menunjukkan bahwa *random forest* menjadi *machine learning* yang terbaik. *Random Forest* memiliki keunggulan dari segi kemampuan prediktif dibandingkan dengan pohon keputusan tunggal. Pohon keputusan tunggal cenderung memiliki yang model kurang stabil, sehingga perubahan sedikit saja pada data akan berpengaruh pada hasil prediksi dan cenderung akan terjadi *overfitting* (Dhawangkara, 2017). Berdasarkan pernyataan tersebut membuat penelitian ini memanfaatkan metode analisis *random forest*, dan juga karena *Random Forest* (RF) dapat menangani data berdimensi tinggi (*high data dimensionality*), multikolinearitas (Belgiu dan Drăguț, 2016). Pembagian data untuk *training* dan *testing* adalah 70% data *training* dan 30% data *testing*.

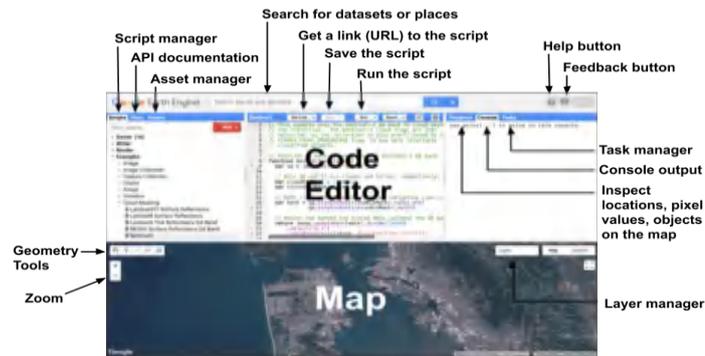
4. *Naïve Bayes*

Naïve Bayes adalah sebuah algoritma klasifikasi dalam pembelajaran mesin yang didasarkan pada teorema Bayes untuk menghitung probabilitas suatu kelas berdasarkan fitur-fitur yang teramati. Algoritma ini dianggap "*naïve*" (sederhana) karena mengasumsikan independensi kondisional antara setiap pasangan fitur, meskipun kenyataannya, fitur-fitur tersebut mungkin saling terkait. Salah satu kelebihan *Naïve Bayes* ialah kecepatan komputasinya yang tinggi dan efisiennya, terutama pada dataset besar, akan tetapi metode ini memiliki kekurangan karena sering kali asumsi independensi yang dibuat tidak terpenuhi dalam praktiknya.

Menurut Shelestov dkk (2017) GEE menjadi menarik bukan karena tugas pemrosesan terdistribusi dieksekusi di sisi server Google, tetapi juga karena meningkatnya ketersediaan dataset geospasial global yang dapat dieksplorasi dalam pemetaan topografi. Platform GEE juga menyediakan ketersediaan dataset geospasial yang dan dapat dieksplorasi dalam pemetaan topografi seperti data

RTM, DEM, AW3D30, DSM, *Global Arc-Second Elevation (GTOPO30)* dan lainnya.





Gambar 1 Diagram komponen *Earth Engine Code Editor*
 Sumber: code.earthengine.google.com

2.3 Penginderaan Jauh

Secara umum penginderaan jarak jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah teknologi penting dalam mendapatkan dan mengumpulkan informasi mengenai suatu objek tanpa menyentuh atau berkontak fisik langsung dengan objek tersebut untuk analisis temporal dan kuantifikasi fenomena spasial, jika tidak memungkinkan untuk mencoba teknik pemetaan konvensional. Deteksi perubahan dimungkinkan oleh teknologi ini dalam waktu yang lebih singkat, dengan biaya rendah dan dengan akurasi yang lebih baik. Untuk mengetahui besarnya perubahan tersebut dapat digunakan teknologi penginderaan jauh yang berbasis citra satelit. Informasi yang diperoleh dari citra satelit tersebut dapat digabungkan dengan data-data lain yang mendukung ke dalam suatu SIG (Darmawan, 2018).

Penginderaan jauh atau *remote sensing* umumnya diartikan sebagai suatu metode atau teknologi untuk memperoleh informasi tentang objek atau gejala suatu daerah, informasi tersebut diperoleh dengan cara menganalisa data yang diperoleh melalui alat bantu, dan tanpa kontak langsung dengan objek daerah atau fenomena yang dikaji. Salah satu pemanfaatan penginderaan jauh adalah dapat mengetahui perubahan lahan yang terjadi (Malik, 2018).

Citra penginderaan jauh dapat memberikan gambaran keruangan dan ukuran yang merupakan data yang bermanfaat dalam mempelajari fenomena atau kenampakan muka bumi, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar rencana



nfaatan praktis. Penginderaan jauh dapat memberikan informasi mengenai status tutupan vegetasi suatu hutan dapat diteliti. Penginderaan jauh adalah metode untuk mengidentifikasi objek di permukaan bumi tanpa kontak

langsung dengan objek. Tujuan utama penginderaan jauh adalah mengumpulkan data sumber daya alam lingkungan. Informasi tentang objek disampaikan ke pengamat melalui energi elektromagnetik. Energi ini merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi. Oleh karena itu, penginderaan jauh pada dasarnya merupakan informasi sintesis panjang gelombang yang perlu diberikan kodenya sebelum informasi tersebut dapat dipahami secara penuh. Proses pengkodean ini setara dengan interpretasi citra penginderaan jauh dengan pengetahuan sifat-sifat radiasi elektromagnetik (Hadi, 2019).

2.4 Uji Akurasi

Menurut Carlo Vercellis (2014) dalam penelitian Lareno (2014) terdapat dua alasan untuk mengukur nilai akurasi suatu model prediksi. Pertama, nilai akurasi dibutuhkan sebagai pembandingan antara model-model alternatif lainnya untuk menentukan model prediksi dengan hasil yang paling akurat. Kedua, nilai akurasi dapat mendeteksi kekurangan yang dalam model yang terbentuk. Uji akurasi juga bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kesalahan pada hasil prediksi sehingga dapat ditentukan besarnya persentase keakuratan hasil klasifikasi. (Nagendra dkk., 2019). Jika akurasi model rendah maka kualitas data yang dihasilkan tidak dapat digunakan dalam analisis spasial lebih lanjut, dan begitupun sebaliknya. Oleh karena itu uji akurasi akan menunjukkan kualitas data model yang dihasilkan apakah layak atau tidak. Standar ketelitian yang digunakan untuk menilai tingkat akurasi peta tutupan lahan adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Standar Ketelitian Prediksi

Nilai Ketelitian	Keterangan
<85%	Tidak layak
85% - 89%	Layak
90% - 94%	Sedang
>95%	Sangat Layak

Sumber: Nagendra dkk., 2019

Dalam melakukan pengujian akurasi, dibutuhkan data sampel antara objek dengan pembandingan sehingga dari hasil yang didapatkan dapat diketahui tingkat



data sampel yang dihasilkan. metode yang digunakan dalam pengambilan titik uji akurasi adalah metode *multinomial distribution*. Akurasi hasil akan diuji dengan membuat *confusion matrix* atau matriks kesalahan pada

setiap bentuk tutupan lahan dari hasil interpretasi. Ketelitian pemetaan dibuat dalam beberapa kelas X mengacu pada (Short, 1982) dalam (Purwadhi, 2001) yang dapat dihitung dengan rumus:

$$MA = \frac{xcr \text{ pixel}}{2xcr \text{ pixel} + Xo \text{ pixel} + Xc0} \times 100\%$$

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)

Dilakukannya juga uji akurasi menggunakan nilai kappa atau *cohen's kappa*, dimana kappa dihitung dengan membandingkan jumlah pengamatan yang sesuai dengan kesepakatan aktual dan yang diharapkan secara kebetulan.

Tabel 3 Kekuatan Koefisien Kappa

Nilai Kappa	Keterangan
$\leq 0,20$	Buruk
0,21 – 0,40	Kurang dari sedang
0,41 – 0,60	Sedang
0,61 – 0,80	Baik
0,81 – 1,00	Sangat Baik

Sumber: Wijayanti, 2013

2.5 Penelitian Terdahulu

1 Adhi Auliya Fikri, Arief Darmawan, Rudi Hilmanto, Irwan Sukri Banuwa, Ariyadi Agustiono, dan Laviyanti Agustiana “Pemanfaatan Platform Google Earth Engine dalam Pemantauan Perubahan Tutupan Lahan di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman”

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dinamika serta menghasilkan informasi terbaru terkait dengan perubahan tutupan lahan di Tahura War. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah metode analisis, uji akurasi dan aplikasi yang digunakan untuk analisis, yakni metode *random forest*, uji akurasi menggunakan *confusion matrix*, dan platform Google

Engine. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pada data primer yang digunakan, lokasi penelitian, dan jenis tutupan lahan yang diteliti. Pada penelitian yang akan dilakukan data primer yang



digunakan berasal dari data *shapefile* RDTR Kawasan Perkotaan Sungguminasa-Cambayya sementara penelitian ini menggunakan citra satelit Landsat 8 dan citra Sentinel-2A.

2 Disti Ayu Sadewa, Erwin Hermawan dan Iksal Yanuarsyah “Identifikasi Pola Perubahan *Urban Sprawl* menggunakan *Cloud Computing* Google Earth Engine Berbasis Web Gis (Studi Kasus: Kecamatan Jonggol, Jawa Barat)

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk Terbentuknya sistem yang menampilkan informasi berupa perubahan Penggunaan Lahan Terbangun di Kecamatan Jonggol periode tahun 2010-2020 dan membuat sistem informasi penggunaan lahan berbasis webgis dengan menampilkan beberapa data luasan penggunaan lahan terbangun dari masing-masing desa yang ada di dalam Kecamatan Jonggol. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak di jenis data primer yang digunakan, aplikasi pengolahan informasi geografis, metode klasifikasi lahan terbangun dan lahan tidak terbangun dan aplikasi untuk melakukan prediksi, yakni data berbentuk *shapefile* yang kemudian diolah menggunakan *software* ArcGis, metode *random forest* dan Platform Google Earth Engine untuk melakukan prediksi. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada metode analisis dan prediksi yang digunakan yakni metode *waterfall* dan *Land Surface Temperature* (LST).

3 Nur Ikhwan Khusaini “Perubahan Penutupan Lahan Terhadap Distribusi Suhu Permukaan di Kota Bogor menggunakan Citra Satelit Landsat dan Sistem Informasi Geografi”

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh perubahan luasan penutupan lahan terhadap distribusi suhu dan pengaruh perubahan penutupan lahan terhadap distribusi suhu. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan terletak pada variabel dan metode analisis yang digunakan yakni tutupan lahan, perubahan lahan, jumlah penduduk, dan metode overlay yang

akan untuk mengelola data yang digunakan. Perbedaan penelitian ini un penelitian yang akan dilakukan adalah data primer yang digunakan, isi Sistem Informasi Geografis yang digunakan dan penelitian ini lebih



berfokus pada pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap distribusi suhu di permukaan Kota Bogor.

4 Thamilselvan P dan J. G. R. Sathiaseelan “A Comparative Study of SVM, RF and CART Algorithms for Image Classification”

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan algoritma SVM, *Random Forest*, dan *CART* dan menggabungkan ketiga algoritma untuk akurasi klasifikasi gambar yang lebih baik. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah salah satu metode yang digunakan yakni *random forest* juga aplikasi yang digunakan Google Earth Engine. Sementara untuk perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah lebih banyaknya metode algoritma yang digunakan yakni *Support Vector Machine* (SVM) dan *Regression Tree* (CART).

5 Nurul Fadilah, Usman Arsyad, dan Andang Suryana Soma “Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor Menggunakan Metode Frekuensi Rasio di Daerah Aliran Sungai Bialo”

Penelitian ini bertujuan untuk menjadi sumber informasi bagi instansi terkait dalam upaya melakukan tindakan-tindakan mitigasi bencana tanah longsor di DAS Bialo. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan ialah menggunakan frekuensi rasio. Sementara perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian ini berfokus pada analisis tingkat kerawanan tanah longsor.

6 Trida Ridho Fariz, Fitri Daeni, dan Habil Sultan “Pemetaan Perubahan Penutup Lahan di Sub-DAS Kreo menggunakan Machine Learning Pada Google Earth Engine”

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan perubahan penutup lahan di Sub-DAS Kreo menggunakan *Machine Learning* pada Google Earth Engine. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah menggunakan salah satu metode yang ada *machine learning* Google Earth Engine yaitu *Random Forest*. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang

dilakukan adalah lebih banyaknya metode yang ada pada *machine learning* yang digunakan yaitu *CART* dan *SVM*. Penelitian ini juga menggunakan 8 dan data DEM STRM.



2.7 Penelitian Terdahulu

Tabel 4 Penelitian terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian	Metode	Hasil
1.	Adhi Auliya Fikri, dkk. Jurnal, 2022	Pemanfaatan Platform Google Earth Engine dalam Pemantauan Perubahan Tutupan Lahan di Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman	Mengetahui perubahan tutupan lahan hutan di Tahura WAR tahun 2015-2021.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jumlah Penduduk ▪ Permukiman ▪ Tutupan Lahan 	Metode klasifikasi terbimbing dengan algoritma random forest yang tersedia pada platform GEE.	Tutupan lahan hutan pada periode 2018-2021 mengalami penurunan pada periode 2018-2021.
2.	Disti Ayu Sadewa, dkk. Jurnal, 2021	Identifikasi Pola Perubahan <i>Urban Sprawl</i> menggunakan <i>cloud computing</i> Google Earth Engine berbasis Web Gis (Studi Kasus: Kecamatan Jonggol, Jawa Barat)	Menganalisis dinamika suhu permukaan dan kerapatan vegetasi.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Luas Lahan ▪ Penggunaan Lahan Terbangun ▪ Suhu Permukaan Lahan 	Metode analisis dan metode perancangan sistem yang menggunakan metode <i>waterfall</i> .	<ol style="list-style-type: none"> 1 Peta perubahan penggunaan lahan terbangun tahun 2010-2020 di Kecamatan Jonggol 2 aplikasi yang memuat data penggunaan lahan, luasan penggunaan lahan dari desa-desa di Kecamatan Jonggol



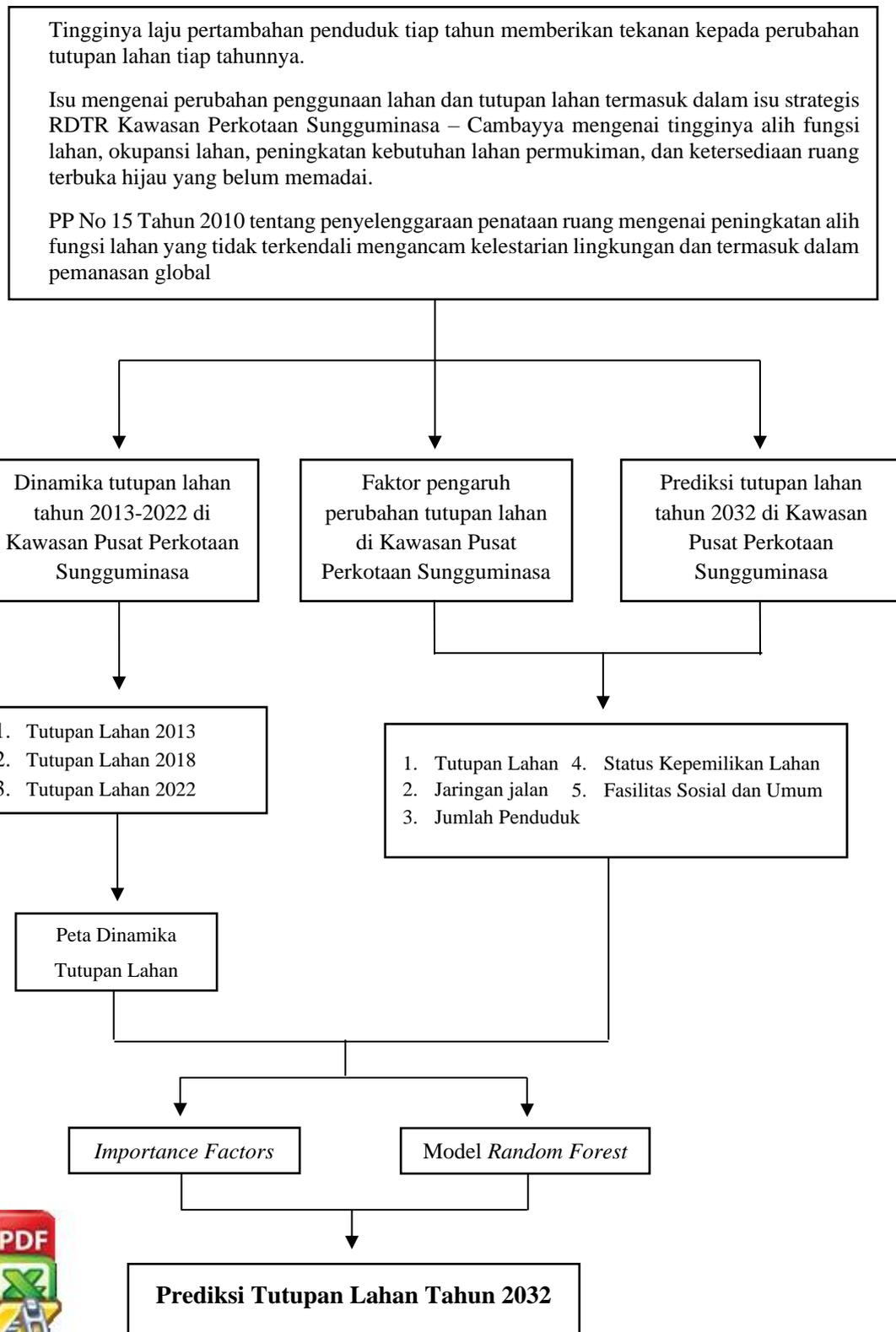
No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian	Metode	Hasil
3.	Nur Ikhwan Khusaini. Jurnal, 2021	Perubahan Penutupan Lahan Terhadap Distribusi Suhu Permukaan di Kota Bogor Menggunakan Citra Satelit Landsat dan Sistem Informasi Geografi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengetahui pengaruh perubahan luasan penutupan lahan terhadap distribusi suhu dan ▪ Mengetahui pengaruh perubahan penutupan lahan terhadap distribusi suhu 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jumlah penduduk ▪ Perubahan lahan ▪ Suhu permukaan 	Analisis Overlay	Pola perubahan penutupan lahan terhadap suhu permukaan.
4.	Thamilselvan P, J. G. R. Sathiaselvan. Jurnal, 2015.	<i>A Comparative Study of SVM, Random Forest, and CART Algorithms For Image Classification</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menggabungkan beberapa algoritma pada <i>machine learning</i> di Google Earth Engine untuk akurasi gambar yang lebih baik. ▪ Menemukan algoritma yang lebih akurasi dalam melakukan klasifikasi area. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Klasifikasi Gambar Kerja Algoritma ▪ Sumber Data Citra 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Support Vector Machine (SVM)</i> ▪ <i>Regression Tree (CART)</i> ▪ <i>Random Forest</i> 	Peta perubahan penggunaan lahan terbangun tahun 2010-2020 di Kecamatan Jonggol aplikasi yang memuat data penggunaan lahan, luasan penggunaan lahan dari desa-desa di Kecamatan Jonggol
5.	Johansen dkk. Jurnal, 2015.	<i>Mapping Woody Vegetation Clearing In Queensland, Australia From Landsat Imagery Using</i>	Menguji layanan <i>cloud computing</i> di Google Earth Engine untuk memprediksi vegetasi berkayu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tutupan Lahan ▪ Kerapatan Vegetasi 	Metode klasifikasi berbasis <i>machine learning</i> yakni: <ul style="list-style-type: none"> ▪ CART ▪ <i>Random Forest</i> 	Hasil penelitian menunjukkan GEE mampu memetakan penurunan vegetasi berkayu.



No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian	Metode	Hasil
		<i>The Google Earth Engine</i>			<ul style="list-style-type: none"> ▪ FPC ▪ NDVI 	
6.	Nurul Fadilah, dkk. Jurnal, 2019.	Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor menggunakan metode Frekuensi Rasio	Mengetahui jumlah titik lokasi tanah longsor periode tahun 2004-2014 di DAS Bialo, mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor berdasarkan nilai frekuensi rasio di DAS Bialo, dan mengklasifikasi daerah rawan tanah longsor berdasarkan metode frekuensi rasio.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kemiringan Lereng ▪ Kurvatur ▪ Tutupan Lahan ▪ Curah Hujan ▪ Jarak Antar Patahan 	Metode Frekuensi Rasio	Peta Kreawanan Longsor, kelas faktor kemiringan lereng dan faktor probabilitas longsor yang paling tinggi.
7.	Trida Ridho Fariz, dkk. Jurnal, 2021.	Pemetaan Perubahan Tutupan Lahan Di Sub-DAS Kreo Menggunakan Machine Learning Pada Google Earth Engine	Mengetahui perubahan tutupan lahan di Sub-DAS Kreo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tutupan Lahan ▪ Badan Air ▪ Lahan Terbuka 	Metode klasifikasi berbasis <i>machine learning</i> yakni: <ul style="list-style-type: none"> ▪ CART ▪ <i>Random Forest</i>, ▪ SVM (<i>voting</i>) 	Peta tutupan lahan DAS Kreo dan <i>Random forest</i> sebagai metode paling baik dalam memetakan tutupan lahan di DAS Kreo.



2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2 Kerangka Konsep