

EVALUASI RENCANA TATA RUANG WILAYAH BERDASARKAN TUTUPAN LAHAN MENGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8 OLI *TIME SERIES* PADA *GOOGLE EARTH ENGINE* (STUDI KASUS : KOTA AMBON, MALUKU)

RENALDY N P WALEULU¹, HARY NUGROHO²

1. Institut Teknologi Nasional Bandung
 2. Institut Teknologi Nasional Bandung
- Email: renaldinoel5j@gmail.com

ABSTRAK

Kota Ambon terletak di bagian timur Negara Kesatuan Republik Indonesia tepatnya di provinsi Maluku, Kota Ambon merupakan Ibu Kota Provinsi Maluku. Pertumbuhan penduduk Kota Ambon mengalami peningkatan dalam rentan waktu 10 tahun terakhir, peningkatan jumlah penduduk meningkatkan kebutuhan akan lahan terbangun yang menyebabkan perubahan tutupan lahan. Maka dari itu Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dibutuhkan bagi pemerintah maupun masyarakat untuk dijadikan pedoman pemanfaatan lahan. Perubahan tutupan lahan adalah perubahan yang terjadi terhadap gambaran obyek di permukaan bumi yang diperoleh dari sumber data terpilih dan dikelompokkan ke dalam kelas-kelas tutupan lahan yang sesuai dengan kebutuhannya. Salah satu teknik untuk pemantauan data perubahan tutupan lahan yaitu pengindraan jauh. *Google Earth Engine* (GEE) merupakan salah satu platform yang dapat digunakan untuk pengolahan citra dan mendapatkan informasi tutupan lahan. Citra satelit landsat 8 serta metode klasifikasi terbimbing (*supervised*) dengan algoritma *Classification and Regression Trees* (CART) digunakan dalam melakukan penelitian ini, dan pada penelitian ini dianalisis perubahan tutupan lahan dan kesesuaiannya dengan RTRW.

Kata kunci: Ambon; Tutupan Lahan; Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW); *Google Earth Engine* (GEE); *Classification and Regression Trees* (CART).

1. PENDAHULUAN

Dalam UU penataan ruang dijelaskan bahwa pelaksanaan pembangunan di tingkat pusat maupun di tingkat daerah harus sesuai dengan rencana tata

ruang yang telah ditetapkan. Dengan demikian pemanfaatan ruang yang didalamnya termasuk struktur ruang, pola ruang dan kawasan strategis harusnya sesuai dengan rencana tata ruang wilayah yang telah ditetapkan. Oleh sebab itu diperlukan evaluasi terhadap rencana tata ruang wilayah yang ada untuk melihat apakah rencana tata ruang wilayah tersebut berjalan sesuai dengan pemanfaatannya atau telah terjadi penyimpangan. Pemantauan dan evaluasi rencana tata ruang dilakukan dengan menggunakan peraturan dari kementerian Agraria dan Tata ruang nomor 9 tahun 2017 tentang pedoman pemantauan dan evaluasi pemanfaatan ruang. Dalam peraturan ini evaluasi dilakukan dengan cara menilai kesesuaian pemanfaatan ruang wilayah kota yang ada dalam rencana tata ruang wilayah Kota Ambon. Kota Ambon merupakan ibukota Provinsi Maluku yang sekaligus menjadi pusat kegiatan ekonomi, industri, pendidikan dan pemerintahan (**BPS, 2021**). Hal ini yang membuat terjadinya urbanisasi dan peningkatan jumlah penduduk di Kota Ambon setiap tahunnya. Urbanisasi yang terjadi berdampak pada perubahan substansial dan beragam ke lahan perkotaan dalam tutupan lahan (**Zheng dkk., 2021**). Peningkatan jumlah penduduk sejalan dengan Peningkatan kegiatan manusia diberbagai sektor terutama sektor sosial dan ekonomi, sehingga kebutuhan akan sumberdaya lahan juga akan meningkat, sedangkan keberadaan lahan yang tetap (**He dkk., 2018; Rakuasa dkk., 2022**) dan pada akhirnya akan mengakibatkan alih fungsi lahan serta akan berdampak pada kerusakan lingkungan kedepannya (**Rakuasa dkk., 2022**). Lahan merupakan suatu lingkungan fisik yang meliputi tanah, iklim, relief, hidrologi dan vegetasi, di mana faktor-faktor tersebut mempengaruhi potensi penggunaannya. Termasuk didalamnya adalah akibat kegiatan manusia, baik pada masa lalu maupun sekarang, seperti reklamasi daerah- daerah pantai, penebangan hutan, dan akibat-akibat yang merugikan seperti erosi dan akumulasi garam. Faktor-faktor sosial ekonomi secara murni tidak termasuk dalam konsep lahan ini. Penutup/tutupan (*land cover*) lahan adalah vegetasi dan konstruksi artifisial yang menutup permukaan lahan (Lindgren, 1985). Penutup lahan berkaitan dengan jenis kenampakan di permukaan bumi, seperti bangunan, danau, vegetasi (**Lillesand dan Kiefer, 1994**).

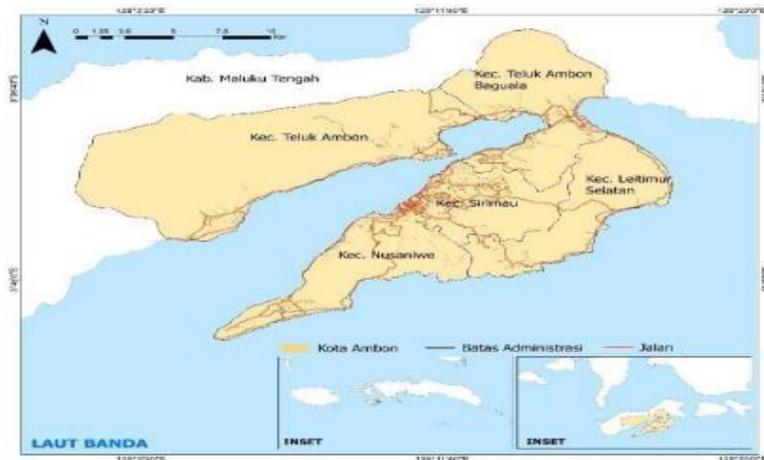
Machine learning memiliki kemampuan komputasi yang terus meningkat, dapat melakukan intervensi pada data yang besar (*big data*), serta dapat dilakukan secara otomatis (**Putra, 2020**). Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan metode CART. CART adalah algoritma prediktif yang digunakan dalam *machine learning* dan menjelaskan bagaimana nilai variabel target dapat diprediksi berdasarkan hal lain. Ini adalah pohon keputusan di mana setiap cabang dipecah menjadi variabel prediktor dan setiap *node* memiliki prediksi untuk variabel target di akhir (**SH Sumartini, 2016**). Pengindraan jauh (*remote sensing*) sering disingkat indraja adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui

analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (**Lillesand dan Kiefer, 2011**). Sementara menurut Lindgren (1992), penginderaan jauh adalah teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi. Informasi tersebut berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi. Melihat pentingnya manfaat dan kegunaan dari teknologi penginderaan jauh, maka dalam perkembangannya mampu memberikan dan menyediakan informasi sumber daya alam dan perubahan-perubahan yang terjadi di dalamnya. Citra Landsat 8 merupakan generasi terbaru Landsat 8 yang memiliki *sensor Onboard Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* yang memiliki resolusi spasial 30 m dan panchromatic 15 m. Kelebihan dari Landsat 8 adalah adanya kanal *Near Infrared (NIR-Kanal 5)* dengan menggunakan kombinasi RGB yang tepat akan menunjukkan lokasi vegetasi. Data Landsat generasi sebelumnya, tingkat keabuan *Digital Number (DN)* berkisar pada 0-256 sedangkan pada data citra Landsat 8 memiliki tingkat keabuan 0-4096. Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan sensitivitas yang semula tiap piksel memiliki kuantifikasi 8 bit sekarang telah meningkat menjadi 12 bit. Peningkatan ini menjadikan proses interpretasi objek di permukaan menjadi lebih mudah. Pemanfaatan citra satelit yang mempunyai resolusi spasial yang tinggi sangat efektif dalam mendeteksi penampakan objek di permukaan bumi. Pemanfaatan citra Landsat dengan resolusi spasial 30 m sangat efektif dalam mengklasifikasi daerah dengan tutupan yang homogen, akan tetapi berkurang keakurasiannya untuk daerah yang heterogen.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Ambon. Kota Ambon merupakan bagian dari wilayah Provinsi Maluku yang terletak di bagian tengah dan merupakan kawasan strategis dimana menjadi pusat pemerintahan dan juga ekonomi, sekaligus sebagai pintu gerbang Provinsi Maluku. Untuk batas wilayah penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
(Sumber: Bappeda Litbang Kota Ambon, 2020)

Data

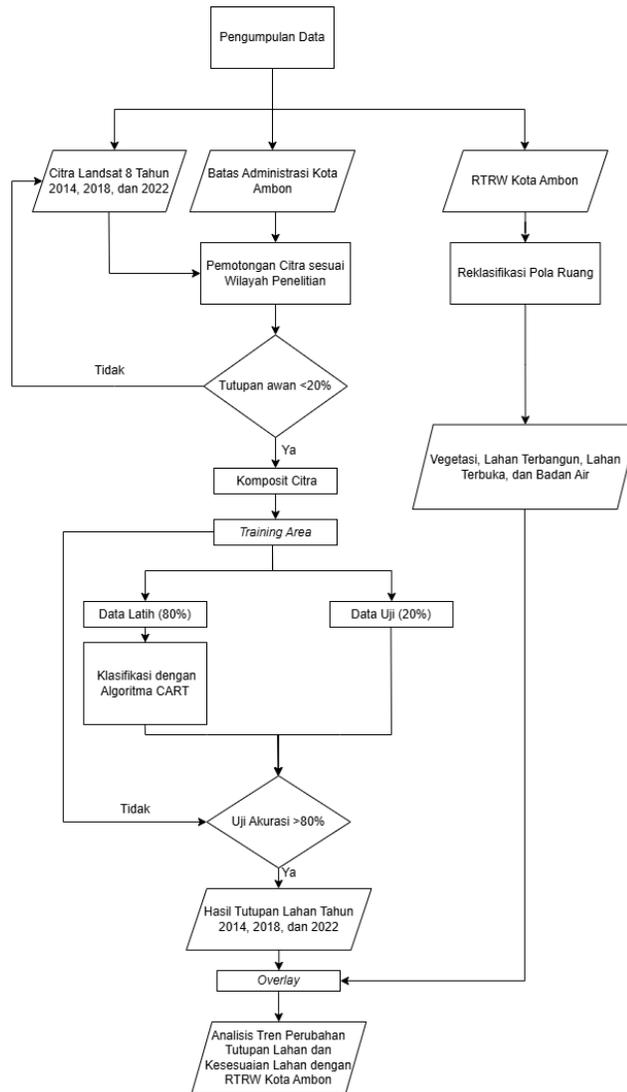
Data yang digunakan di penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penelitian

No	Data	Sumber
1.	Batas Administrasi Kota Ambon Skala 1:60.000 USGS Citra Landsat 8	ATR/BPN Kota Ambon
2.	Pola Ruang Kota Ambon Skala 1:60.000	ATR/BPN Kota Ambon
3.	<i>Collection 1 Tier 1 TOA Reflectance</i> Resolusi 30 Meter	<i>Google Earth Engine</i>

2.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

2.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dimulai dengan menghimpun data yang diperlukan yaitu area batas kota administrasi Kota Ambon, citra satelit Landsat 8 tahun akuisisi 2014, 2018, dan 2022, data latih, serta data uji yang di-*query* pada *platform* GEE. Citra satelit selanjutnya difilter tanggal akuisisinya untuk mendapatkan kenampakan citra yang paling optimal yang selanjutnya divisualisasikan secara *real colour* (RGB).

Selanjutnya yaitu menginput data latih dan data uji pada training area. Di mana terdapat tiga kelas tutupan lahan yang dikemukakan oleh Putri dkk., 2022 (Tabel 2), jumlah data yang digunakan yaitu 200 sampel yang terdiri dari 120 sampel data latih dan 80 data uji. Data latih yang digunakan berdasarkan kelas tutupan lahan di pangan terdiri dari 30 sampel vegetasi, 30 sampel lahan terbangun, 30 sampel lahan terbuka, dan 30 sampel badan air Semua data ini akan digunakan untuk selanjutnya diuji ketelitiannya dengan algoritma *Classification and Regression Trees* (CART) pada GEE. *Source code* dari penelitian ini dapat dilihat pada [tautan berikut ini](#).

Tabel 2. Kelas tutupan lahan (Putri dkk., 2022)

No	Kelas Tutupan Lahan	Nilai
1.	Vegetasi	0
2.	Lahan Terbangun	1
3.	Lahan Terbuka	2
4.	Badan Air	3

Setelah data divisualisasikan dan diolah berdasarkan langkah-langkah yang telah diuraikan, maka selanjutnya dilakukan uji akurasi data dengan menggunakan matriks konfusi. Ambang batas akurasi yang digunakan pada penelitian ini mengadopsi pernyataan dari USGS (2016) yang mengemukakan bahwa hasil pengolahan memiliki tingkat akurasi yang baik bila nilai *overall accuracy*-nya berada di angka 80%. Hasil dari uji akurasi yang dilakukan pada penelitian ini didapatkan berada di atas angka tersebut (bisa dilihat pada bab selanjutnya).

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Hasil dan Analisis Peta Tutupan Lahan Kota Ambon

Hasil dari pemetaan tutupan lahan di Kota Ambon pada tahun 2014, 2018, dan 2022 dapat dilihat pada Tabel 3-5. Dalam proses pengklasifikasian tutupan lahan menggunakan metode *supervised classification* atau klasifikasi terbimbing dengan bantuan algoritma *Classification and Regression Trees* (CART). Metode ini mengklasifikasikan tutupan lahan dengan cara pengelompokan piksel-piksel citra menjadi beberapa kelas berdasarkan pada piksel sampel (*training*). Kelas-kelas yang digunakan untuk menghasilkan klasifikasi tutupan lahan pada Kota Ambon pada tahun 2014, 2018, dan 2022 terbagi menjadi 4 kelas, pengelompokan kelas ini berdasarkan kemampuan saat identifikasi objek pada citra, kelas-kelas yang digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Sedangkan untuk visualisasi dari pengolahan datanya bisa dilihat pada Gambar 4.

Tabel 3. Luas tutupan lahan Kota Ambon tahun 2014

No	Tutupan Lahan 2014	Luas (Km ²)	Persentase (%)
1.	Vegetasi	256,636	79 (%)
2.	Lahan Terbangun	14,557	2 (%)
3.	Lahan Terbuka	39,000	10 (%)
4.	Badan Air	32,073	9 (%)
	Total	347,374	100 (%)

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui tutupan lahan di wilayah Kota Ambon pada tahun 2014 didominasi oleh kelas vegetasi yang memiliki luas area sebesar 256,636 Km² atau sebesar 79%, kemudian disusul oleh kelas lahan terbuka menempati posisi kedua dengan total luas sebesar 39,000 Km² atau sebesar 10%, lalu dengan kelas badan air seluas 32,073 Km² atau sebesar 9%, dan selanjutnya ada kelas lahan terbangun menempati urutan keempat dengan total luas sebesar 14,557 Km² atau sebesar 2%.

Tabel 4. Luas tutupan lahan Kota Ambon tahun 2018

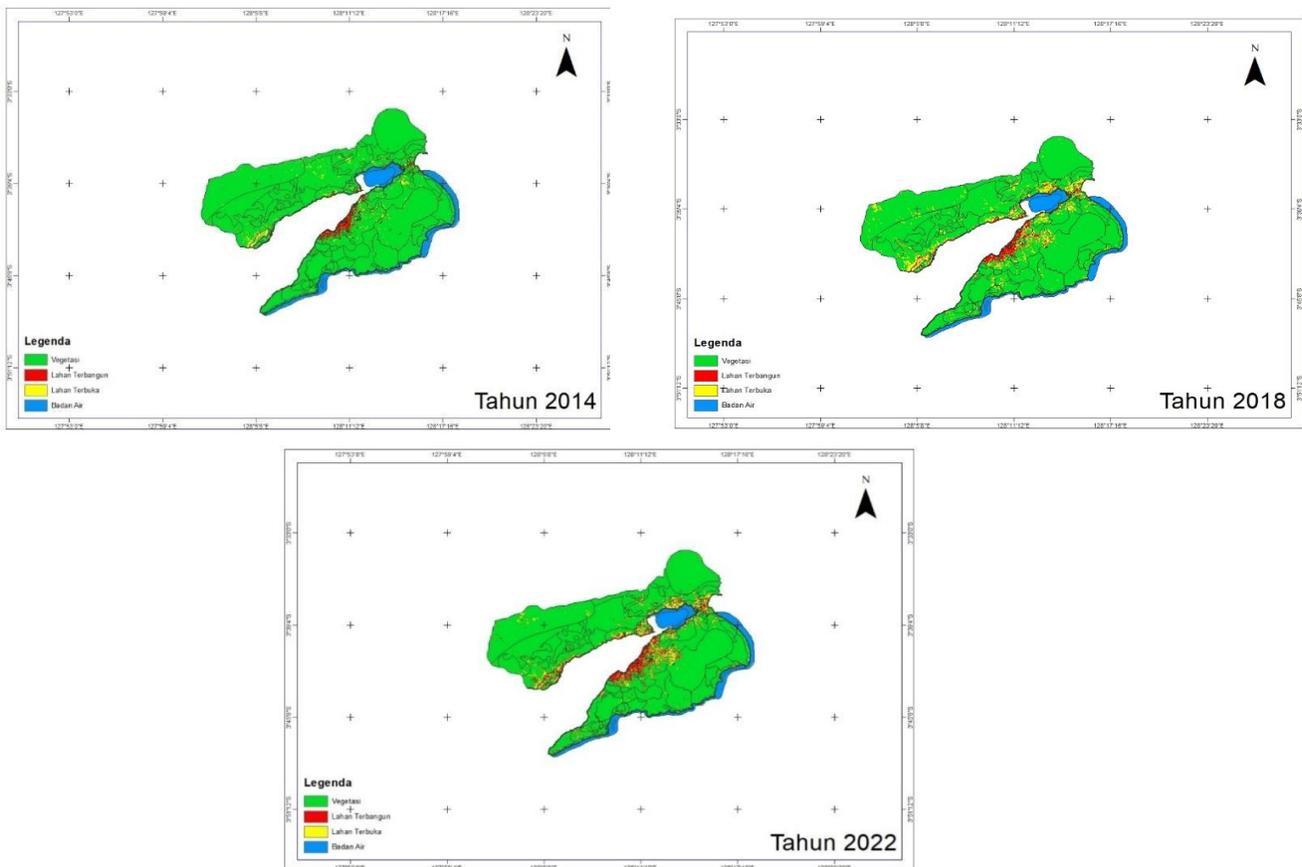
No	Tutupan Lahan 2018	Luas (Km ²)	Persentase (%)
1.	Vegetasi	276,862	80 (%)
2.	Lahan Terbangun	14,752	2 (%)
3.	Lahan Terbuka	27,344	9 (%)
4.	Badan Air	28,606	9 (%)
	Total	347,374	100 (%)

Berdasarkan tabel 4, dapat diketahui tutupan lahan di wilayah Kota Ambon pada tahun 2018 masih didominasi oleh kelas vegetasi yang memiliki luas area sebesar 276,862 Km² atau sebesar 80%, luas dari kelas vegetasi tahun 2018 mengalami penurunan. Kemudian disusul oleh kelas badan air menempati posisi kedua dengan total luas sebesar 28,606 Km² atau sebesar 9%, kelas badan air ini mengalami penurunan dari tahun-tahun sebelumnya, lalu dengan lahan terbuka seluas 27,344 Km² atau sebesar 9%, dan selanjutnya ada kelas lahan terbangun menempati urutan keempat dengan total luas sebesar 14,752 Km² atau sebesar 2%, lahan terbangun mengalami peningkatan tapi tidak terlalu signifikan dalam rentan waktu 5 tahun. Hal ini dikarenakan adanya pembangunan di daerah pesisir Kota Ambon, seperti konstruksi baru pada gedung pasar mardika.

Tabel 5. Luas tutupan lahan Kota Ambon tahun 2022

No	Tutupan Lahan 2022	Luas (Km ²)	Persentase (%)
1.	Vegetasi	284,528	81 (%)
2.	Lahan Terbangun	19,639	5 (%)
3.	Lahan Terbuka	20,206	6 (%)
4.	Badan Air	27,902	8 (%)
	Total	347,374	100 (%)

Berdasarkan tabel 5, dapat diketahui tutupan lahan di wilayah Kota Ambon pada tahun 2022 masih didominasi oleh kelas vegetasi yang memiliki luas area sebesar 284,528 Km² atau sebesar 81% luasannya mengalami peningkatan seiring berjalannya waktu. Kemudian disusul oleh kelas badan air menempati posisi kedua dengan total luas sebesar 27,902 Km² atau sebesar 8%, lalu kelas lahan terbuka seluas 20,206 Km² atau sebesar 6%, dan selanjutnya ada kelas lahan terbangun menempati urutan keempat dengan total luas sebesar 19,752 Km² atau sebesar 5%, lahan terbangun mengalami peningkatan sebesar 3%.



Gambar 4. Visualisasi Tutupan Lahan Kota Ambon Tahun 2014 (atas kiri), 2018 (atas kanan), dan 2022 (bawah tengah)

3.2 Hasil dan Analisis Uji Akurasi Algoritma CART dan Kesesuaiannya Dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)

Hasil dari uji akurasi tutupan lahan di Kota Ambon tahun 2014, 2018, dan 2022 berdasarkan matriks konfusi dapat dilihat pada Tabel 6. Di mana di setiap tahun kajian, wilayah Kota Ambon selalu sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) (Tabel 7) karena hasil uji akurasi yang didapatkan selalu berada di atas ambang batas yang ditetapkan oleh USGS (2016).

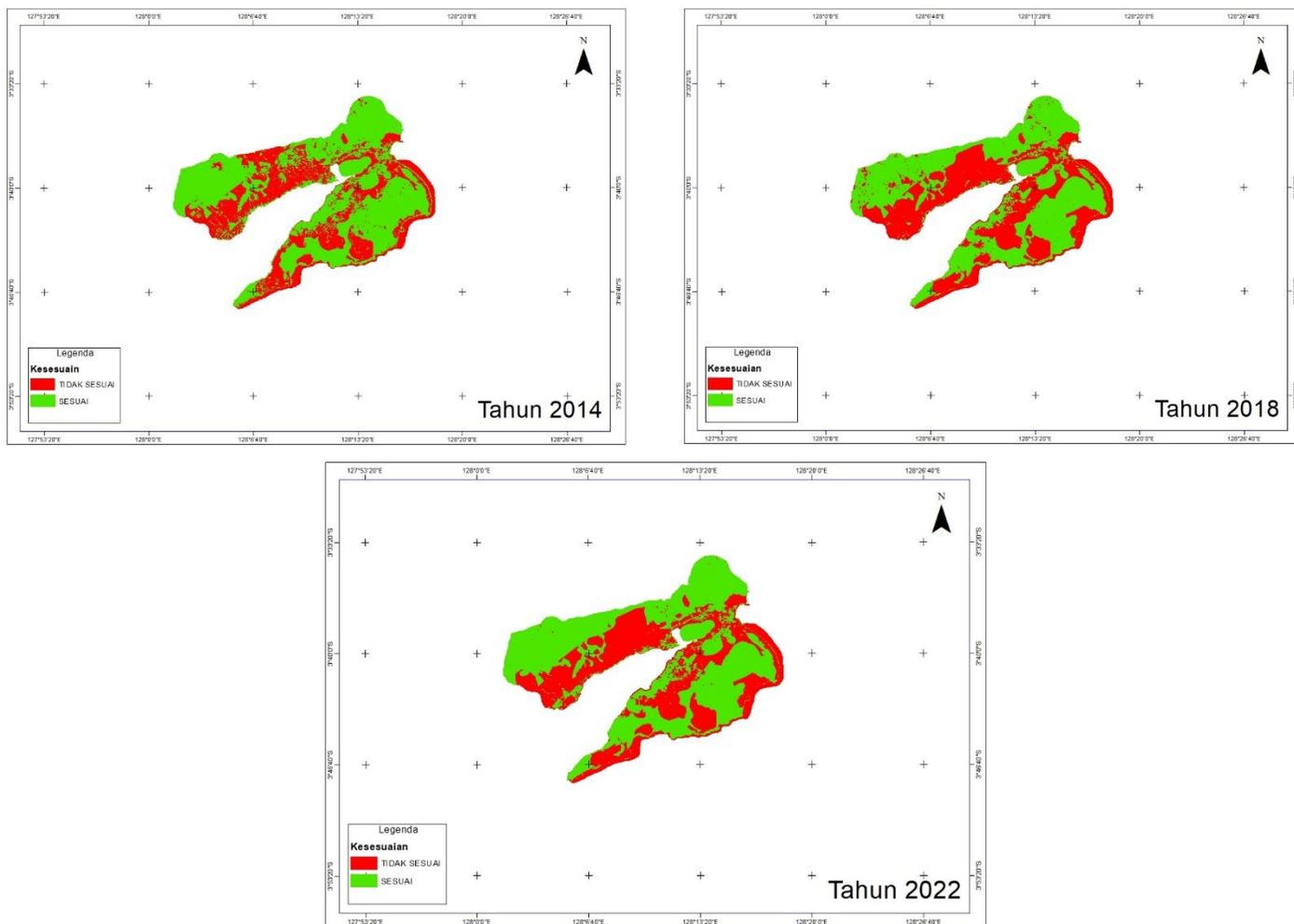
Tabel 6. Nilai Overall Accuracy hasil pengolahan data

Hasil Uji Akurasi Kesesuaian Tutupan Lahan dengan RTRW Kota Ambon Tahun 2014, 2018 dan 2022	
Tahun	<i>Overall Accuracy</i>
2014	88,95%
2018	83,61%
2022	88,98%

Tabel 7. Pengelompokan Kelas RTRW dengan Tutupan Lahan

No	Kelas Tutupan Lahan Berdasarkan Hasil Klasifikasi	Kelas Pola Ruang dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) di Kota Ambon	Kesesuaian
1.	Vegetasi	Kawasan Hutan Lindung	Sesuai
		Kawasan Pantai Berhutan Bakau	
		Kawasan Pertanian Rapat	
2.	Lahan Terbangun	Kawasan Permukiman Kepadatan Rendah	Sesuai
		Kawasan Permukiman Kepadatan Sedang	
		Kawasan Perdagangan & Jasa	
		Kawasan Komplek Bandara	
		Kawasan Perkantoran	
		Kawasan Militer	
		Kawasan Industri Kecil	
		Kawasan Pelayanan Umum	
3.	Lahan Terbuka	Kawasan Ruang Terbuka Hijau	Sesuai
		Kawasan Pertanian	
		Kawasan Galian Gol. C	
		Kawasan Agrowisata	
		Kawasan Penyangga	
		Kawasan Ruang Terbuka Non-Hijau	
4.	Badan Air	Sempadan Pantai	Sesuai
		Sempadan Sungai	
		Kawasan Wisata Bahari	
		Kawasan Terumbu Karang	
		Kawasan Laguna	

Berdasarkan tabel 7, kita dapat melihat hasil akhir dari kesesuaian Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dengan kelas tutupan lahan sebagai berikut:



Gambar 5. Visualisasi Kesesuaian Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dengan Tutupan Lahan Kota Ambon tahun 2014 (atas kiri), 2018 (atas kanan), dan 2022 (bawah tengah)

Tabel 8. Kesesuaian Tutupan Lahan dengan RTRW 2014, 2018, dan 2022

No.	Kesesuaian Lahan	2014		2018		2022	
		Luas (km ²)	Persentase (%)	Luas (km ²)	Persentase (%)	Luas (km ²)	Persentase (%)
1.	Sesuai RTRW	198,01	33 (%)	194,03	29 (%)	207,67	37 (%)
2.	Tidak Sesuai RTRW	149,36	67 (%)	153,33	71 (%)	139,71	63 (%)
Total		347,374	100 (%)	347,374	100 (%)	347,374	100 (%)

Hasil analisis kesesuaian tutupan lahan terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Ambon menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian masih tergolong rendah dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2014, kesesuaian tutupan lahan dengan RTRW tercatat sebesar 33%, kemudian mengalami sedikit penurunan menjadi 29% pada tahun 2018, sebelum akhirnya meningkat kembali menjadi 37% pada tahun 2022. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kota Ambon masih belum sepenuhnya sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Salah satu faktor yang mempengaruhi rendahnya tingkat kesesuaian ini adalah dinamika perubahan pemanfaatan lahan yang tidak selalu sejalan dengan kebijakan tata ruang yang telah dirancang. RTRW Kota Ambon yang berlaku untuk periode 2011-2031 seharusnya menjadi pedoman utama dalam pengelolaan dan pemanfaatan lahan, namun pada kenyataannya, proses implementasi di lapangan sering kali menghadapi berbagai kendala, baik dari segi administratif, sosial, maupun ekonomi. Perubahan RTRW yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir, khususnya setelah evaluasi perencanaan tata ruang, berperan dalam penyesuaian kebijakan yang lebih relevan dengan kondisi aktual di Kota Ambon. Dengan masih banyaknya tutupan lahan yang belum sesuai dengan RTRW, diperlukan langkah strategis untuk meningkatkan kesesuaian ini, seperti penguatan regulasi pemanfaatan lahan, peningkatan koordinasi antara pemerintah dan masyarakat, serta pengawasan yang lebih ketat terhadap alih fungsi lahan. Berdasarkan data yang tersedia, dapat disimpulkan bahwa meskipun terdapat peningkatan kesesuaian tutupan lahan pada tahun 2022, upaya perbaikan dan penyesuaian terhadap RTRW masih perlu dilakukan agar perencanaan tata ruang di Kota Ambon dapat berjalan lebih efektif dan berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Berikut adalah beberapa kesimpulan yang penulis dapatkan dalam penelitian ini:

1. Tren perubahan tutupan lahan di Kota Ambon berdasarkan klasifikasi dengan metode *supervised learning* menggunakan algoritma CART untuk tahun 2014, 2018, dan 2022 didominasi oleh kelas vegetasi, diikuti oleh badan air, lahan terbuka, dan lahan terbangun. Kelas yang mengalami tren positif adalah lahan terbangun, karena Pembangunan infrastruktur yang sangat pesat terjadi di wilayah Kota Ambon per-5 tahun.
2. Tingkat kesesuaian antara tutupan lahan di Kota Ambon pada tahun 2014, 2018 dan 2022 dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Ambon masih sangat rendah. Pada tahun 2014, tingkat kesesuaian berada di angka 33%, sedangkan di tahun 2018 berada pada angka 29% dan ada peningkatan pada tahun 2022 mencapai 37%.
3. Penggunaan Algoritma CART dalam penelitian ini ada keunggulan dan kekurangan, keunggulan dalam CART adalah kemudahan dalam komputasinya untuk proses klasifikasi, dan memiliki kelemahan yaitu terhadap data yang kompleks dikarenakan CART menggunakan satu *decision trees* dan mengharuskan ketepatan pengambilan parameter untuk data latih dan data uji dari masing-masing kelas pada tutupan lahan yang ada di Kota Ambon.

5. SARAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan, ada beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian serupa yang ialah sebagai berikut:

1. Menggunakan citra satelit yang memiliki resolusi lebih tinggi untuk proses identifikasi objek pada citra lebih baik, sehingga proses klasifikasi tutupan lahan dapat dilakukan dengan baik oleh *machine learning*.
2. Tutupan awan pada citra dimaksimalkan dibawah 10%, karena jika menggunakan 20% untuk wilayah tertentu masih kurang baik untuk identifikasi objek.
3. Pemilihan rentang tahun penelitian yang lebih banyak untuk lebih mengetahui tingkat kesesuaian antara tutupan lahan dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW).
4. Pemilihan lokasi untuk penelitian sebaiknya dilakukan di tempat yang memungkinkan pengukuran langsung pada titik uji validasi tutupan lahan, sehingga hasil klasifikasi dapat lebih akurat.
5. Penggunaan algoritma CART juga mempengaruhi hasil dari *overall accuracy*. Pada algoritma CART hanya sekali menggunakan *decision tree*, hal ini dapat juga mempengaruhi hasil dari pengambilan data latih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi dan dukungan dalam penyusunan artikel ini. Pertama-tama terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan karunia-Nya sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih yang tulus juga kepada kedua orang tua saya yang telah mendukung saya dalam hal apapun. Terima kasih juga kepada Bapak Hary Nugroho atas bimbingan, saran, dan kritik yang sangat berharga selama proses penulisan jurnal ini. Terakhir, ucapan terimakasih kepada keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan dan motivasi. Semoga jurnal ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi peneliti lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Pusat Statistik. (2020). Kota Ambon Dalam Angka 2020. Ambon: Badan Pusat Statistik Kota Ambon.
- He, C, & Yan, J. (2018). Comparison of developmental toxicity of different surface modified CdSe/ZnS QDs in zebrafish embryos. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 100, 240–249.
- Heinrich Rakuasa. & Abdul Muin. (2022). Evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Ambon Berdasarkan Aspek Kerawanan Banjir. ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin. Vol.2, No.5, April.
- Lillesand, T. M., & Kiefer, R. W. (1994). Remote sensing and image interpretation.
- Putra, M. R. R., & Rudiarto, I. (2018). Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Konsep Celluler Automata Di Kota Mataram. *Jurnal Pengembangan Kota*, 6(2), 174.
- Putri, A. R., Purnamasari, R., & Edwar, E. (2023). Perbandingan Metode Klasifikasi Pemetaan Tutupan Lahan Menggunakan Algoritma Machine Learning Pada Citra Satelit Dengan Google Earth Engine. *eProceedings of Engineering*, 9(6).
- Sumartini, S. H., & Purnami, S. W. (2016). Penggunaan metode classification and regression trees (CART) untuk klasifikasi rekurensi pasien kanker serviks di RSUD Dr. Soetomo Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2).
- USGS. (2016). Landsat 8 (L8) Data Users Handbook.
- Zheng, C., Wu, Y., Ting, M., Orbe, C., Wang, X., & Tilmes, S. (2021). Summertime transport pathways from different Northern Hemisphere regions into the Arctic. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126(4), e2020JD033811.