

JURNAL ECOSOLUM

Volume 11 Issue 2, Desember 2022. P-ISSN: 2252-7923, E-ISSN: 2654-430X

MODEL SPASIAL PENGENDALIAN AREA TERBANGUN DI KOTA MAKASSAR

Spatial Model of Built-Up Area Control in the City of Makassar

Ahmad Firman Ashari^{1*}, Zulfardi Ashar¹, Munawir¹, Nur Zaman¹, Darmawan Risal², Andi Rachmat Arfadly³

¹Universitas Teknologi Sulawesi, Jl. Talasalapang No. 51A, Karunrung, Kec. Rappocini Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90222

²Universitas Indonesia Timur, Jl. Rappocini Raya No. 171-206 Kota Makassar Sulawesi Selatan 90216

³Universitas Muslim Maros, Jl. Dr. Ratulangi No. 62, Kabupaten Maros

*Corresponding email: firmancess@gmail.com

ABSTRACT

The need for built-up areas in the City of Makassar has continued to increase in recent years due to the rate of population growth. The reduced availability of land in the center of Makassar City causes the demand for built-up areas to shift to suburban areas. In this shift, there is a process of changing the use of non-built-up land into built-up areas. Reduced use of non-built-up land in suburban areas can cause environmental damage. The aims of this study are: (1) to predict changes in land use in Makassar City until 2034, (2) to develop directions for controlling built-up areas. The method used is visual interpretation (digitize onscreen) to obtain land use maps for 2012 and 2022, the Land Change Modeler (LCM) model to predict land use change in 2034 by comparing two land use scenarios, namely Without Scenario (TS) and Restriction Built-up Area (PAT). Scenarios that are able to reduce the rate of development of built-up areas will be chosen as directions for spatial use until 2034. The results of this study show the same pattern of land use change in the two scenarios used, namely only settlements, built-up land and open land that experience an increase in area during the analysis period. However, this scenario differs in terms of the extent of change. In the TS scenario, settlements increase by 706 ha (34%), built-up land by 272 ha (13%) and open land by 61 ha (3%). This increase reduced the area of paddy fields by 425 ha (20%), mixed gardens by 228 ha (11%), ponds by 222 ha (11%), shrubs by 69 ha (3%), forest by 52 ha (3%) and water bodies by 44 ha. (2%). Whereas in scenario 2, the increase in settlement area is only 265 ha (31%), 114 ha (13%) built-up land and 44 ha (5%) open land, so that the decrease in the area of other land uses is also small, namely rice fields 186 ha (22 %), ponds 109 ha (13%), mixed gardens 88 ha (10%), shrubs 21 ha (2%), ponds 12 ha (1%) and forest 7 ha (1%). The PAT scenario proved to be more effective in restraining the rate of development of built areas so that it was chosen as the direction for controlling built areas in Makassar City until 2034.

Keywords: Land use, Land use change, Land Change Modeler, LCM.

ABSTRAK

Kebutuhan area terbangun di Kota Makassar terus meningkat dalam beberapa tahun terakhir akibat laju pertumbuhan penduduknya. Berkurangnya ketersediaan lahan di pusat Kota Makassar menyebabkan permintaan area terbangun bergeser ke wilayah pinggiran kota. Dalam pergeseran itu terjadi proses perubahan penggunaan lahan non terbangun menjadi area terbangun. Berkurangnya penggunaan lahan non terbangun di wilayah pinggiran kota dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Tujuan dari penelitian ini, yaitu: (1) memprediksi perubahan penggunaan lahan di Kota Makassar hingga tahun 2034, (2) menyusun arahan pengendalian area terbangun. Metode yang digunakan adalah interpretasi visual (digitize onscreen) untuk mendapatkan peta penggunaan lahan tahun 2012 dan tahun 2022, model Land Change Modeler (LCM) untuk memprediksi perubahan penggunaan lahan tahun 2034 dengan membandingkan dua skenario lahan, yaitu Tanpa Skenario (TS) dan Pembatasan Area Terbangun (PAT). Skenario yang mampu menekan laju perkembangan area terbangun akan dipilih menjadi arahan

pemanfaatan ruang hingga tahun 2034. Hasil penelitian ini menunjukkan pola perubahan penggunaan lahan yang sama pada dua skenario yang digunakan, yaitu hanya permukiman, lahan terbangun dan lahan terbuka yang mengalami peningkatan luasan dalam periode analisis. Namun skenario ini berbeda dari segi luasan perubahan. Pada skenario TS, permukiman meningkat sebesar 706 ha (34%), lahan terbangun 272 ha (13%) dan lahan terbuka 61 ha (3%). Peningkatan ini menurunkan luasan sawah sebesar 425 ha (20%), kebun campuran 228 ha (11%), tambak 222 ha (11%), semak 69 ha (3%), hutan 52 ha (3%) dan tubuh air 44 ha (2%). Sedangkan pada skenario 2, luas peningkatan permukiman hanya 265 ha (31%), lahan terbangun 114 ha (13%) dan lahan terbuka 44 ha (5%), sehingga penurunan luasan penggunaan lahan lainnya juga menjadi kecil, yaitu sawah 186 ha (22%), tambak 109 ha (13%), kebun campuran 88 ha (10%), semak 21 ha (2%), tambak 12 ha (1%) dan hutan 7 ha (1%). Skenario PAT terbukti lebih efektif menahan laju perkembangan area terbangun sehingga terpilih menjadi arahan pengendalian area terbangun di Kota Makassar hingga tahun 2034.

Kata Kunci: Penggunaan lahan, Perubahan penggunaan lahan, Land Change Modeler, LCM.

1. PENDAHULUAN

Perubahan penggunaan lahan merupakan fenomena global yang sudah berlangsung sejak lama (Haque & Basak, 2017; Kullo *et al.*, 2021). Namun dalam beberapa dekade terakhir, perkembangannya semakin pesat dikarenakan kebutuhan manusia yang terus meningkat (Naikoo, *et al.*, 2020). Sepanjang proses ini berlangsung, jenis penggunaan lahan yang berkembang sangat cepat adalah area terbangun (Seto *et al.*, 2011; Ali & Alam Nayyar, 2021). Hingga tahun 2018, luas area terbangun di seluruh dunia mencapai 797.100 km² (Gong *et al.*, 2020; Yang *et al.*, 2022), dan diperkirakan akan meningkat tajam hingga mendekati 3 juta km² di tahun 2050 (Wihbey, 2017; Yang *et al.*, 2022). Meluasnya area terbangun dengan kecenderungan yang tidak terkendali dapat menyebabkan kerusakan lingkungan (Xiao *et al.*, 2016).

Penyebab utama meluasnya area terbangun adalah urbanisasi (Naikoo *et al.*, 2022). Urbanisasi lahir dari proses migrasi penduduk pedesaan ke wilayah perkotaan (Lv *et al.*, 2020). Menurut Suartha dan Yasa (2017), kota menjadi tujuan utama bermigrasi karena menawarkan lebih banyak peluang pekerjaan bagi penduduk yang bermigrasi dibandingkan di daerah asalnya. Dalam kurun waktu setengah abad terakhir, banyak negara berkembang di Asia mengalami urbanisasi yang pesat (Rustiadi *et al.*, 2021), termasuk Indonesia. Berdasarkan data Bappenas (2013) jumlah penduduk Indonesia yang tinggal di perkotaan pada tahun 2010 sudah mencapai 49,8%, kemudian meningkat menjadi 53,3% di tahun 2015, dan diperkirakan akan terus bertambah menjadi 66,6% pada tahun 2035. Tren peningkatan ini menjadi indikasi kuat bahwa kedepan kebutuhan akan permukiman serta sarana dan prasarana lainnya di wilayah perkotaan akan terus meningkat.

Salah satu kota di Indonesia yang mengalami lonjakan penduduk cukup pesat adalah Kota Makassar. Sejak ditetapkan sebagai pusat kota inti di Kawasan Strategis Nasional (KSN) Makassar, Maros, Sungguminasa dan Takalar (Mamminasata) berdasarkan Peraturan Presiden No. 55 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Perkotaan Mamminasata, penambahan penduduknya meningkat sebesar 275.565 jiwa hingga tahun 2020 (BPS, 2021). Meningkatnya permintaan lahan untuk permukiman dan lahan terbangun di Kota Makassar yang tidak ditunjang oleh ketersediaan lahan yang cukup menyebabkan perkembangan fisik kota bergerak ke wilayah pinggirannya (Munawir, 2018). Dalam pergerakan tersebut terjadi proses perubahan penggunaan lahan non terbangun menjadi lahan terbangun.

Hal ini dibuktikan dari hasil penelitian Ashari dan Maryana (2021) di kota Makassar dari tahun 2011 ke tahun 2019 yang menunjukkan peningkatan pesat dan cenderung tidak terkendali pada luasan permukiman sebesar 843 ha (29%) dan lahan terbangun 137 ha (5%) dalam rentang waktu delapan tahun. Peningkatan ini kemudian menurunkan luasan sawah sebesar 514 ha (18%), kebun campuran 307 ha (11%), ladang 41 ha (1%), semak 88 ha (3%), taman 3 ha (0,1%), tambak 369 ha (13%), tubuh air 119 ha (4%), hingga hutan 12 ha (0,4%). Berkurangnya area hijau serta daerah resapan air di Kota Makassar akibat meningkatnya permukiman dan lahan terbangun telah menyebabkan banjir (Bongi *et al.*, 2020), serta mendorong kenaikan suhu rata-rata yang semula hanya 28,42° C pada tahun 2013 menjadi 29,54° C pada 2018 (Kurnianti *et al.*, 2020).

Pada dasarnya RTRW hadir untuk menjadi alat pengendali perubahan tata guna lahan. Namun dalam prosesnya, perencanaan tersebut masih cenderung berorientasi pada pertimbangan ekonomi sehingga kepentingan untuk berlangsungnya fungsi ekologis kurang diakomodasi. (Pribadi *et al.*, 2006). Oleh karena itu, penting untuk melacak perubahan penggunaan lahan yang telah dan yang akan terjadi untuk tujuan perencanaan, termasuk dukungan solusi berbasis bukti, serta memahami implikasi kebijakan (Wellmann *et al.*, 2020; Czekajlo *et al.*, 2021). Secara teknis, hal ini dapat dilakukan melalui model spasial. Kelebihan dari model spasial selain dapat memprediksi perubahan penggunaan lahan yang akan terjadi di masa yang akan datang, model ini juga menyediakan kerangka kerja untuk mengidentifikasi mekanisme yang mendorong perubahan penggunaan lahan, serta memungkinkan penggunaannya untuk membangun skenario pengendalian lahan yang lebih efektif (Akinyemi & Mashame, 2018; Yonaba *et al.*, 2021).

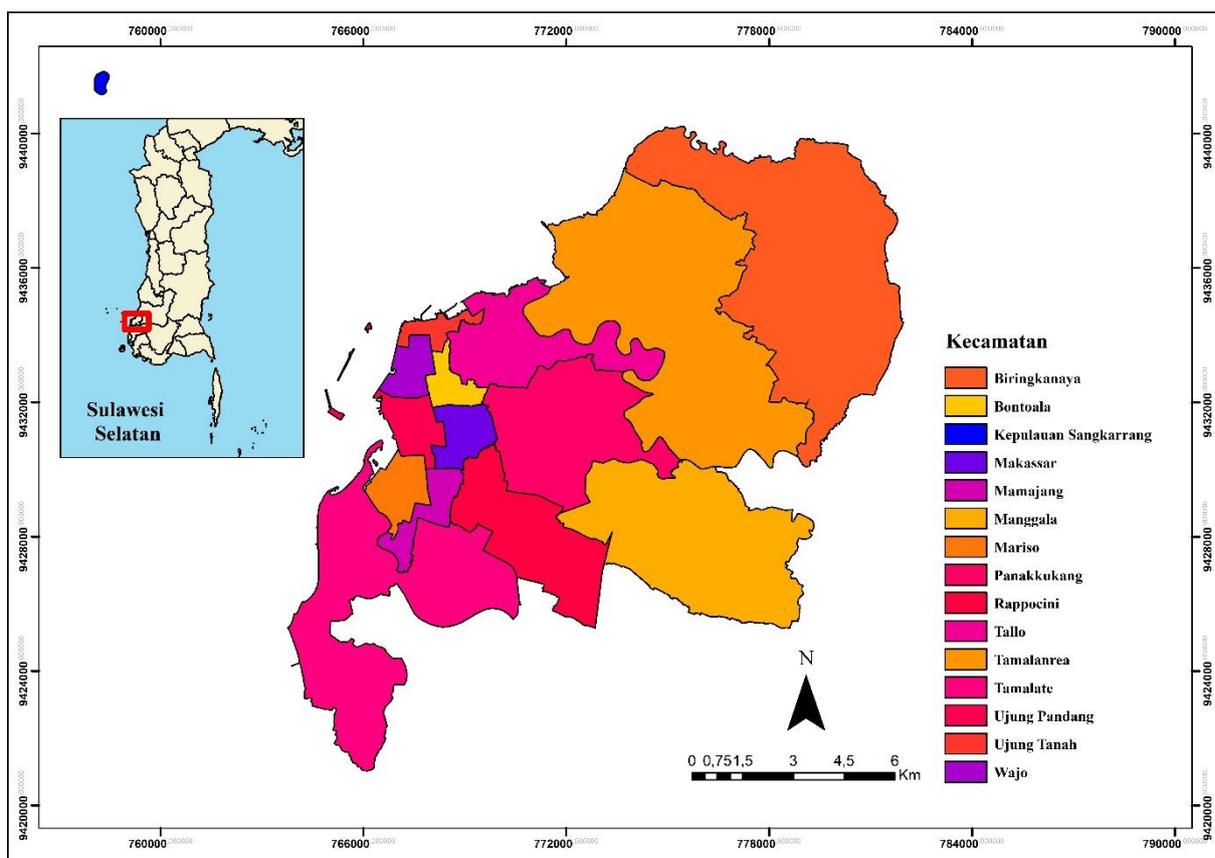
Penelitian mengenai prediksi perubahan penggunaan lahan di Kota Makassar telah dilakukan oleh Nasrullah (2022). Penelitian ini menggunakan model spasial *Celular Automata Markov* (CA-Markov) yang bermula dari tahun 2004 ke tahun 2009 untuk memprediksi perubahan penggunaan lahan di tahun 2034. Hanya saja penelitian ini belum mampu menggambarkan dinamika lahan secara keseluruhan di Kota Makassar dikarenakan lokasi studinya hanya terbatas di kawasan Tanjung Bunga, Kecamatan Tamalate. Selain itu, dalam proses analisisnya tidak menggunakan *driving factor* perubahan sebagai inputan model. Padahal faktor pendorong di balik perubahan penggunaan lahan yang terjadi penting untuk diketahui agar dapat menjadi acuan dalam proses optimalisasi pola penggunaan lahan untuk pembangunan kota yang berkelanjutan (Wu *et al.*, 2021).

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya. Selain berbeda secara skala luasan penelitian, penelitian ini menggunakan model *Land Change Modeler* (LCM) yang dikembangkan oleh Eastman & Toledano (2018). Sistem LCM berbasis model empiris hubungan antara transisi penggunaan lahan dan faktor pendorong perubahan lahan di masa depan berdasarkan keterkaitan kuantitas yang berasal dari rantai Markov untuk menghasilkan prediksi tanpa intervensi subyektif atau skenario (Jaya, 2021). Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini, yaitu (1) memprediksi perubahan penggunaan lahan di Kota Makassar sampai tahun 2034, (2) menyusun arahan pengendalian area terbangun.

2. METODOLOGI

2.1. Analisis Penggunaan Lahan

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Makassar dari bulan Maret sampai bulan Desember tahun 2022 (Gambar 1). Data yang digunakan meliputi Citra Satelit Spot 5 resolusi 2,5 meter tahun 2012 dan Citra Satelit Resolusi Tinggi (*Google Satelit*) resolusi 0,5 meter tahun 2022 yang diperoleh dari Lembaga Penelitian dan Antariksa (LAPAN). Sedangkan data jalan, data lokasi pusat ekonomi dan lokasi wisata diperoleh dari peta Pola Ruang Kota Makassar (2015-2034), dan data kepadatan penduduk diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Makassar.



Gambar 1. Administrasi Kota Makassar

Klasifikasi penggunaan lahan Kota Makassar dilakukan melalui interpretasi citra satelit Spot 5 tahun 2012 dan Citra Satelit Resolusi Tinggi (*Google Satelit*) tahun 2022 dengan metode interpretasi visual (*digitize onscreen*) pada skala 1:25.000. Dalam klasifikasi ini, digunakan 8 unsur interpretasi, yaitu bentuk, ukuran, pola, bayangan, rona, tekstur, situs/lokasi obyek dalam hubungan dengan yang lain (Lillesand and Kiefer, 1994), serta kedekatan interpreter dengan obyek yang diinterpretasi (Munibah, 2008). Hasil klasifikasi ini menghasilkan peta penggunaan lahan tahun 2012 dan tahun 2022 Kota Makassar.

Sebelum melakukan analisis perubahan penggunaan lahan, terlebih dahulu dilakukan validasi lapangan untuk mengetahui tingkat akurasi peta hasil interpretasi dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 45 titik. Metode penentuan titik sampel menggunakan *Stratified Random Sampling* dengan pertimbangan keterwakilan semua jenis penggunaan lahan serta pada area-area yang dianggap meragukan. Perhitungan akurasi menggunakan *Overall Accuracy* dan *Kappa Accuracy* dengan tingkat akurasi minimum

85% yang diperoleh melalui metode Matriks Kesalahan (*error matrix*) sebagaimana disajikan pada Tabel 1 :

Tabel 1. Matriks kesalahan (*error matrix*)

Peta penggunaan lahan hasil interpretasi	Penggunaan lahan					Jumlah
	P _{i+}	P _{i+}	P _{i+}	
P _{+i}	X ₁₁					X _{+i}
P _{+i}		X ₁₁				X _{+i}
.....			X ₁₁			X _{+i}
.....				X ₁₁		X _{+i}
P _{+i}					X _{mm}	X _{+i}
Jumlah	X _{i+}	X _{i+}	X _{i+}	X _{i+}	X _{i+}	N

$$k = \frac{\sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

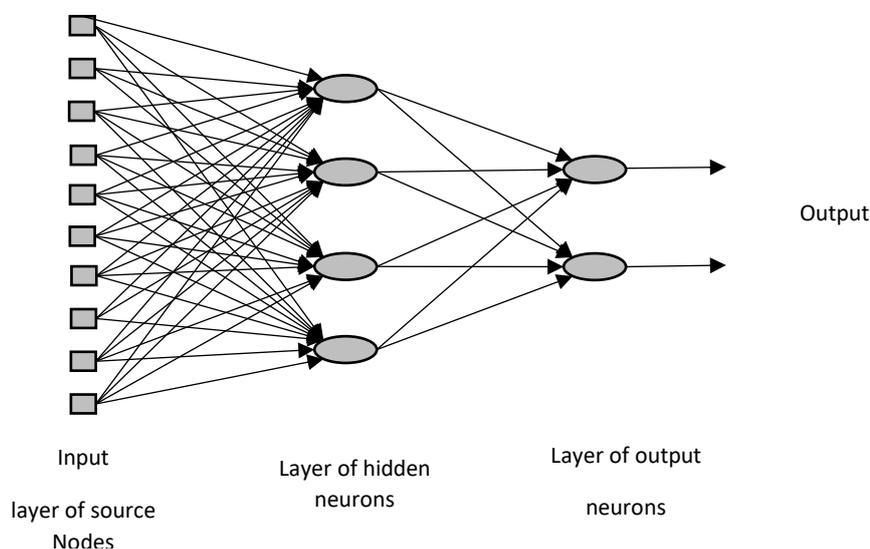
- P_{+i} : Jenis penggunaan lahan hasil interpretasi
- P_{i+} : Jenis penggunaan lahan hasil validasi
- X_{+i} : Jumlah titik hasil interpretasi pada jenis penggunaan lahan ke-i
- X_{i+} : Jumlah titik hasil validasi pada jenis penggunaan lahan ke-i
- X_{ii} : Jumlah jenis penggunaan lahan ke-i hasil interpretasi
- i : Baris atau kolom
- r : Jumlah tipe penggunaan lahan
- N : Jumlah titik penggunaan lahan yang divalidasi
- k : Nilai Kappa

Selanjutnya peta penggunaan lahan tahun 2012 dan tahun 2022 di-*overlay* atau ditumpang susun peta untuk memperoleh perubahan penggunaan lahan yang terjadi selama rentang waktu sepuluh tahun.

2.2. Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan

Analisis prediksi perubahan penggunaan lahan Kota Makassar tahun 2034 menggunakan metode analisis *Land Change Modeler* (LCM). Aplikasi ini terdapat dalam perangkat lunak *TerrSet Geospastial and Modeling System*. Dalam melakukan analisis prediksi perubahan penggunaan lahan, LCM menggunakan pendekatan *Artificial Neural Network* (ANN) atau jaringan saraf tiruan melalui arsitektur jaringan *Multilayer Perceptron* (MLP) dengan tiga tipologi jaringan yang bekerja mengidentifikasi hubungan non linier di kehidupan nyata, yaitu

lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan keluaran (*output layer*) (Jaya, 2021). Ilustrasi MLP disajikan pada Gambar 2.

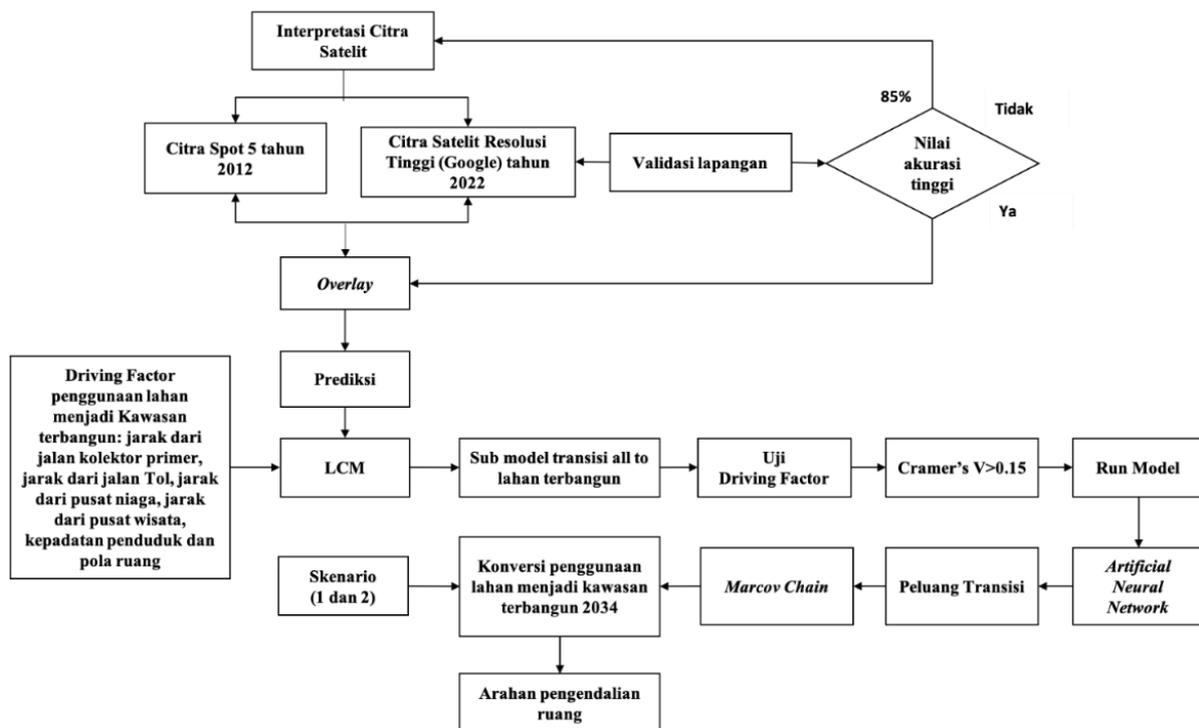


Gambar 2. Ilustrasi *Multilayer Perceptron* (Haykin, 2005).

Tahapan analisis ini diawali dengan melakukan identifikasi *driving factor* perubahan semua penggunaan lahan menjadi area terbangun. Dalam penelitian ini, area terbangun dibagi menjadi dua jenis penggunaan lahan, yaitu lahan terbangun dan permukiman. Lahan terbangun meliputi semua bangunan kedap air selain permukiman, seperti bangunan komersil, perkantoran, pergudangan, dan sebagainya. Pemisahan diantara kedua penggunaan lahan tersebut dalam penelitian ini didasarkan pada perbedaan karakteristik perkembangan diantara keduanya. Adapun *driving factor* yang digunakan dalam penelitian ini meliputi faktor jarak, demografi dan kebijakan pola ruang.

Faktor jarak terdiri dari jarak jalan kolektor primer dan jarak dari jalan tol yang keduanya dibagi menjadi lima kelas jarak, yaitu yaitu 0-500 m, 500-2000 m, 2000-4000 m, 4000-6000 m dan <6000 m. Titik wisata juga dibagi menjadi lima kelas yaitu 0-500 m, 500-1500 m, 1500-3000 m, 3000-5000 m dan <5000 m, demikian pula dengan titik niaga, yaitu 0-500 m, 500-2000 m, 2000-4000 m, 4000-6000 m dan <6000 m. Titik wisata dalam penelitian ini diwakili oleh Pantai Losari, sedangkan titik niaga diwakili oleh pasar reguler dan pasar tradisional. Metode yang digunakan dalam penentuan jarak adalah *Euclidean Distance*. Faktor demografi yang digunakan adalah kepadatan penduduk yang diperoleh dari hasil perhitungan kepadatan penduduk dibagi dengan luas wilayah untuk memperoleh indeks kepadatan. Data pola ruang dibagi menjadi dua kelas, yaitu lindung 0 dan budidaya 1.

Tahap selanjutnya adalah melakukan uji *driving factor* terhadap penggunaan lahan, dalam hal ini nilai *Cramer's V* yang akan melahirkan rentang nilai antara 0-1. Semakin mendekati 1 maka mengindikasikan bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh terhadap faktor transisi, sebaliknya jika mendekati 0 maka tidak menjadi pertimbangan dalam model. Setelah nilai tersebut diperoleh, maka proses selanjutnya adalah masuk pada tahap analisis model untuk memperoleh nilai potensi transisi. Nilai potensi transisi adalah inputan model untuk prediksi perubahan penggunaan lahan. Model ini nantinya akan bekerja menganalisis semua perubahan penggunaan lahan yang akan berubah menjadi area terbangun di Kota Makassar sampai tahun 2034. Kerangka alir penelitian ini disajikan pada Gambar 3:



Gambar 3. Bagan alir penelitian

Penelitian ini menggunakan dua skenario penggunaan lahan. Skenario *pertama* adalah Tanpa Skenario (TS) dengan asumsi semua proses perubahan penggunaan lahan dibiarkan terjadi tanpa mematuhi arahan pemanfaatan ruang dalam kebijakan pola ruang RTRW Kota Makassar. Sedangkan skenario *kedua* adalah Pembatasan Area Terbangun (PAT) dengan asumsi bahwa semua penggunaan lahan selain lahan terbangun dan pemukiman dibatasi untuk berubah yang didasarkan pada batasan spasial Pola Ruang RTRW Kota Makassar. Adapun panamaan skenario PAT didasarkan pada tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Dari kedua skenario tersebut, skenario yang mampu menekan laju perkembangan area terbangun

hingga tahun 2034 yang akan terpilih menjadi arahan pengendalian area terbangun di Kota Makassar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Hasil interpretasi citra Spot 5 tahun 2012 dan Citra Satelit Resolusi Tinggi (*Google Satelit*) tahun 2022 menghasilkan 9 (Sembilan) jenis penggunaan lahan yang meliputi hutan, kebun campuran, lahan terbangun, lahan terbuka, permukiman, sawah, semak, tambak dan tubuh air (Gambar 4). Penggunaan lahan aktual tahun 2022 kemudian divalidasi lapangan untuk mengukur tingkat kedetailan hasil interpretasi. Dari hasil validasi tersebut diperoleh nilai *matriks error* sebesar 8,95.

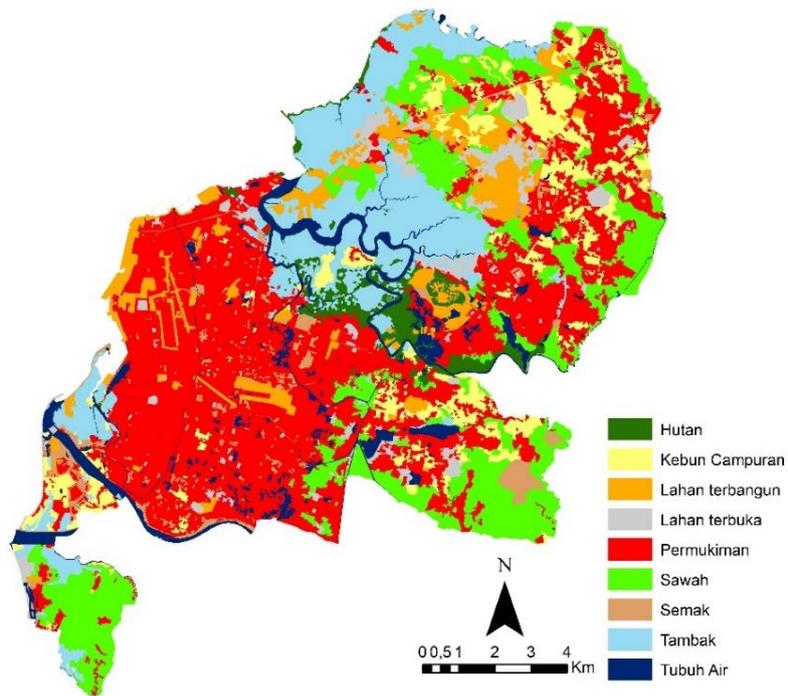
Luas perubahan penggunaan lahan di Kota Makassar dari tahun 2012 ke tahun 2022 sebesar 1.908 Ha atau 11% dari total luas keseluruhan 17.463 Ha (Tabel 1). Dari hasil tersebut terlihat hanya tiga jenis penggunaan lahan yang mengalami peningkatan luasan, yaitu permukiman 585 ha (31%), lahan terbangun 307 ha (16%) dan lahan terbuka 62 ha (3%). Peningkatan luasan ketiga jenis penggunaan lahan tersebut kemudian membuat jenis penggunaan lahan lainnya mengalami penurunan luasan. Jenis penggunaan lahan yang mengalami penurunan luasan secara berturut-turut dari yang terbesar ke yang terkecil adalah sawah 403 ha (21%), tambak 298 ha (16%), kebun campuran 194 ha (10%), tubuh air 44 ha (2%), semak 14 ha (1%) dan hutan 1 ha (0,%) (Tabel 2).

Ketiga jenis penggunaan lahan yang mengalami peningkatan luasan menunjukkan pola persebaran yang berbeda-beda. Pada pola lahan terbangun, peningkatannya cenderung terkonsentrasi secara luas di sebelah utara kota meliputi Kecamatan Tamalanrea dan Kecamatan Biringkanaya yang notabene banyak tersebar tambak, hutan mangrove dan genangan air. Meningkatnya luasan lahan terbangun di wilayah tersebut telah berkontribusi besar atas penurunan luasan dari ketiga penggunaan lahan yang dimaksud. Tambak adalah penggunaan lahan yang paling besar mengalami penurunan luasan menjadi lahan terbangun sebesar 298 ha (16%), kemudian diikuti oleh tubuh air 44 ha (2%) dan hutan 1 ha (0,1%).

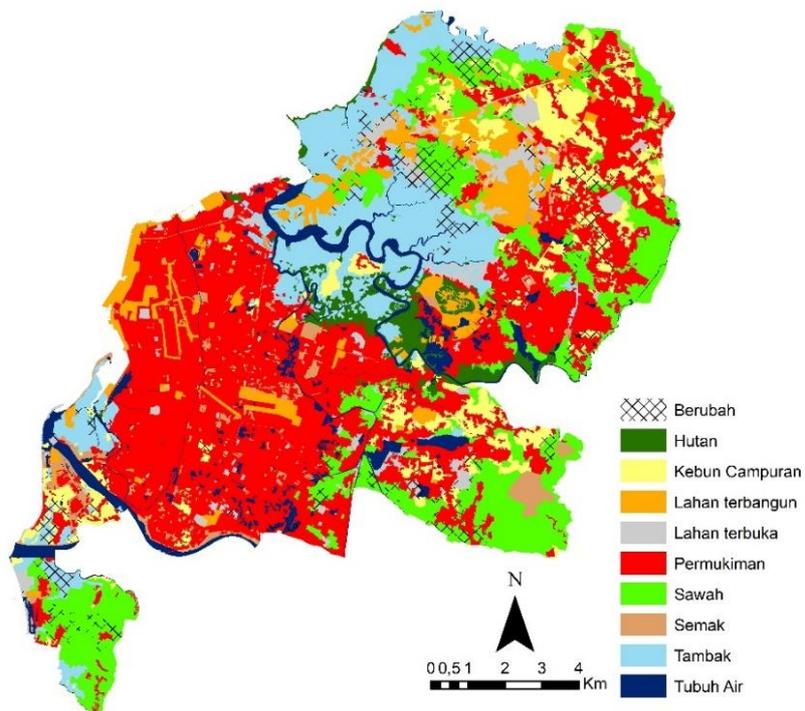
Tabel 2. Luas perubahan penggunaan lahan tahun 2012 dan tahun 2022

Penggunaan Lahan	2012		2022		Perubahan	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Hutan	509	3	508	3	-1	0,1
Kebun Campuran	1.470	8	1276	7	-194	10
Lahan Terbangun	1.301	7	1608	9	+307	16
Lahan Terbuka	702	4	764	4	+62	3
Permukiman	6.737	39	7323	42	+585	31
Sawah	2.807	16	2404	14	-403	21
Semak	551	3	537	3	-14	1
Tambak	2.371	14	2073	12	-298	16
Tubuh Air	1.015	6	971	6	-44	2
Total	17.463	100	17.463	100	1908	11

Pola peningkatan luasan lahan terbangun dalam periode 2012-2022 ini adalah kelanjutan dari lahan terbangun yang sudah terjadi pada periode sebelumnya sehingga membuat areanya menjadi semakin luas. Lahan terbangun yang dimaksud dalam hal ini adalah pergudangan dan pusat industri yang keberadaannya tersebar mengikuti jalur aksesibilitas jalan Tol yang mengintegrasikan antara Pelabuhan Soekarno Hatta, Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dan jalur keluar kota menuju wilayah sebelah utara Provinsi Sulawesi Selatan. Keberadaan jal Tol di wilayah tersebut menurut (Harum, 2017) telah menjadi faktor aksesibilitas yang baik bagi perkembangan area pergudangan dan industri yang sebelumnya adalah lahan tambak. Faktor aksesibilitas yang dimaksud adalah kedekatan dengan jalur aksesibilitas dengan pertimbangan dapat memangkas waktu dan biaya tempuh dalam memobilisasi dan mendistribusikan barang hasil produksi, baik melalui jalur darat, laut, maupun udara.



a. Penggunaan lahan tahun 2012



b. Penggunaan lahan tahun 2022

Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan Kota Makassar 2012-2022 dan sebaran peningkatan luasan penggunaan lahan

Sedangkan persebaran lahan terbangun di wilayah timur dan selatan secara luasan tidak begitu signifikan. Jenis lahan terbangun di wilayah tersebut umumnya adalah ruko dan pusat-pusat perbelanjaan dengan pola perubahan dari sawah, kebun campuran dan semak menjadi lahan terbangun. Lain halnya penggunaan lahan permukiman dengan polanya yang menyebar secara merata mulai dari utara, timur hingga ke selatan kota yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Gowa dan Takalar. Hanya saja bedanya, pada wilayah timur dan selatan, peningkatan permukiman cenderung mengikuti permukiman-permukiman yang telah ada sebelumnya sehingga membentuk pola pergerakan konsentris ke arah luar. Peningkatan tersebut kemudian menurunkan luasan penggunaan lahan sawah, semak, dan kebun campuran yang banyak tersebar di wilayah tersebut.

Sedangkan peningkatan permukiman di wilayah utara juga turut berkontribusi atas penurunan luasan tambak. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Malik *et al.*, (2018) di Kecamatan Biringkanaya dari tahun 2010 sampai tahun 2016 yang menunjukkan bahwa dalam rentang waktu enam tahun telah terjadi penurunan luasan lahan tambak secara signifikan yang diikuti dengan peningkatan luasan lahan terbangun. Dari pola spasial yang terlihat, peningkatan luasan permukiman yang dimaksud dalam hal ini adalah area pengembangan permukiman baru di sebelah utara jalan Tol yang terintegrasi sampai ke wilayah Patene di Kabupaten Maros. Sementara peningkatan luasan permukiman di Kecamatan Tamalanrea terjadi di area pengembangan Kawasan Tallasa City.

Pengembangan permukiman secara massif di sebelah utara jalan Tol yang terintegrasi sampai ke wilayah Patene di Kabupaten Maros serta pengembangan Kawasan Tallasa City tersebut kemudian diikuti dengan peningkatan luasan lahan terbuka melalui proses penimbunan lahan dengan skala yang luas untuk area konstruksi. Peningkatan luasan lahan terbuka itu terjadi karena proses konstruksi permukiman dilakukan secara bertahap sehingga lahan timbunan yang belum dimanfaatkan untuk sementara waktu akan berubah fungsi menjadi lahan terbuka (Ashari, 2021). Pola ini juga terjadi pada peningkatan luasan di wilayah timur dan selatan melalui tahap perubahan dari sawah, semak dan kebun campuran menjadi lahan terbuka. Hanya saja secara luasan, peningkatan luasan lahan terbuka di wilayah tersebut tidak signifikan dikarenakan tidak adanya pengembangan areal permukiman dalam skala luas sebagaimana yang terjadi di wilayah utara dalam rentang waktu 10 tahun.

3.2. Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan

Prediksi perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan menggunakan model *Land Change Modeler* (LCM) yang terdapat pada software *TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling System*. Dalam prediksi tersebut digunakan data penggunaan lahan tahun 2022 sebagai tahun acuan prediksi. Dari hasil prediksi yang dilakukan kemudian diperoleh nilai *Cramer's V* untuk setiap variable *driving factor* $>0,05$ (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa semua *driving factor* memenuhi persyaratan model dalam melakukan prediksi perubahan penggunaan lahan untuk tahun 2034 di Kota Makassar.

Sementara itu, dari sembilan *driving factor* yang digunakan dalam analisis ini, tiga diantaranya memiliki nilai *Cramer's V* tertinggi, yakni jarak dari jalan arteri primer, jarak dari jalan tol dan jarak dari pusat pendidikan. Hal ini berarti ketiga *driving factor* tersebut memiliki pengaruh yang kuat dalam menentukan luasan dan arah perubahan penggunaan lahan selain kawasan terbangun menjadi kawasan terbangun di kemudian hari.

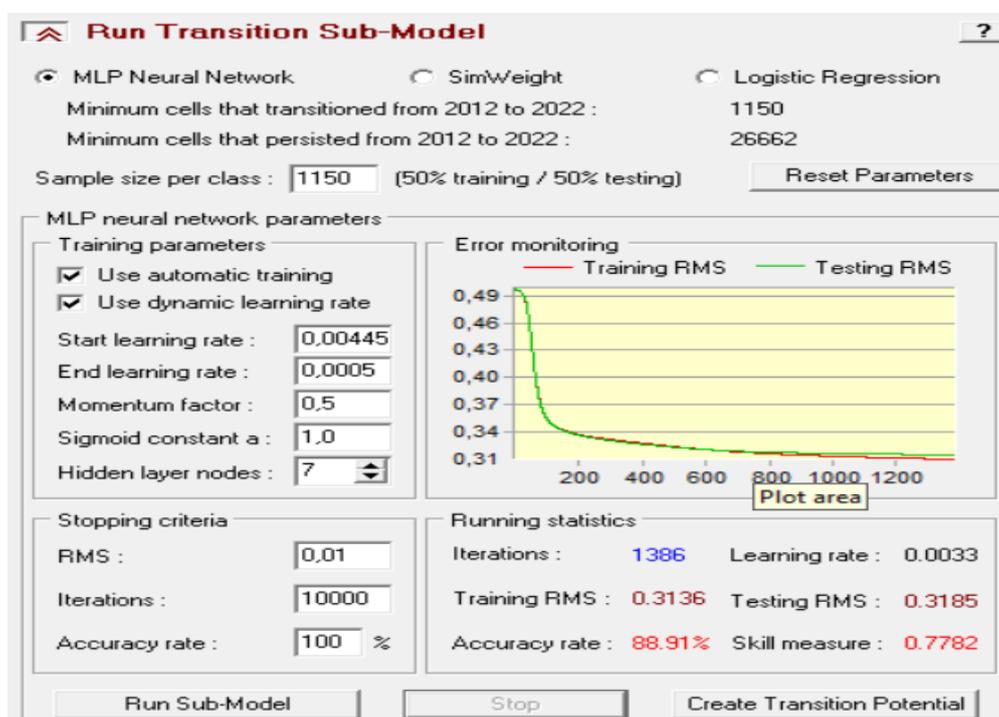
Hasil prediksi perubahan penggunaan lahan menunjukkan akurasi model yang cukup baik, yakni sebesar 88,91% (Gambar 5). Dari hasil prediksi tersebut diperoleh empat peluang perubahan penggunaan lahan menjadi area terbangun dengan nilai yang bervariasi sebagaimana disajikan pada Gambar 6. Bagian (a) pada gambar tersebut menunjukkan peluang transisi kebun campuran menjadi permukiman yang ditandai dari gradasi warna dari merah ke hijau, dimana warna merah menunjukkan peluang yang tinggi kebun campuran untuk berubah, sementara warna hijau menunjukkan peluang yang rendah untuk berubah. Begitu pun dengan poin (b), (c) dan (d).

Tabel 3. Nilai *Cramer's V* untuk semua *driving factor*

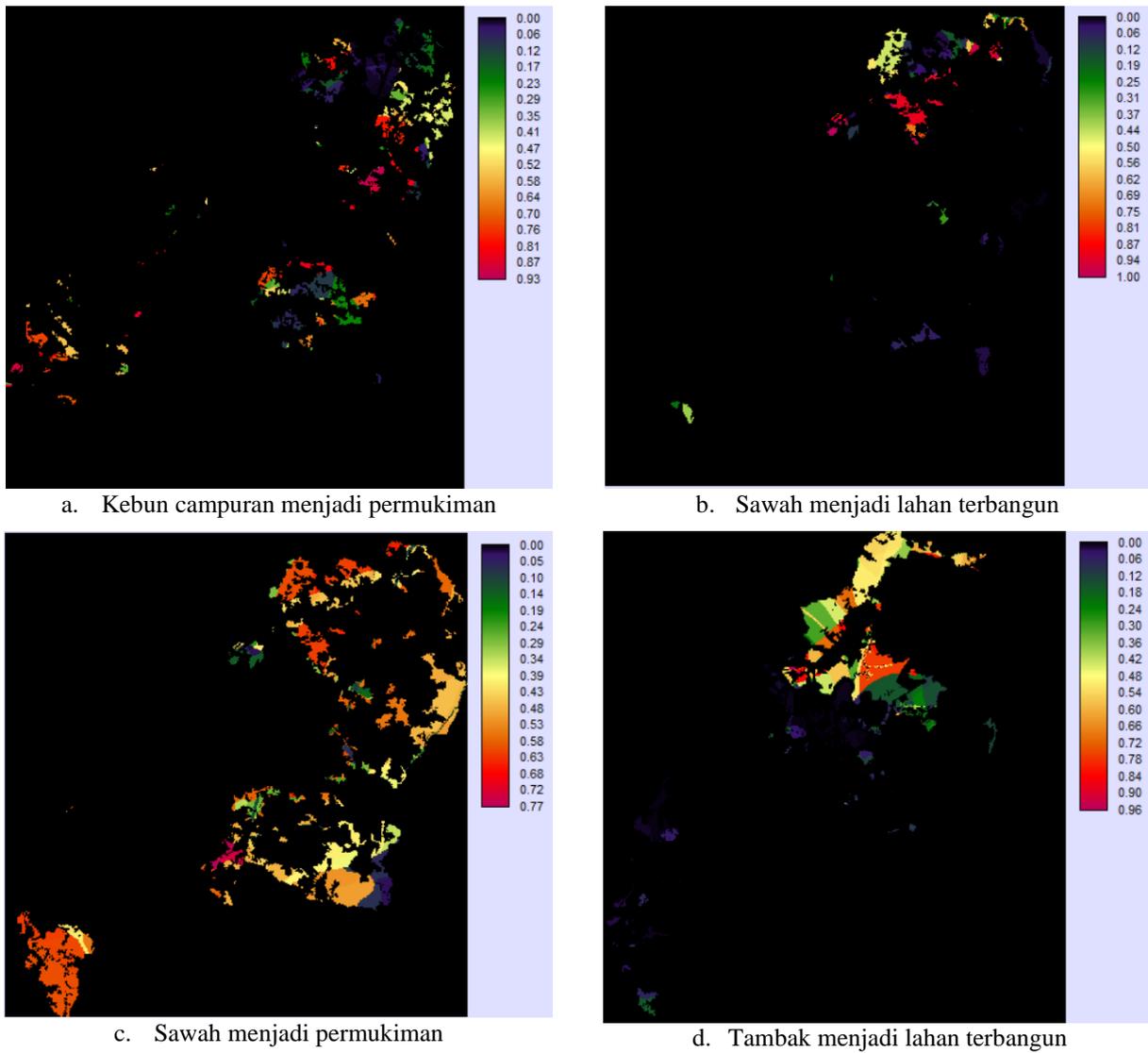
No	Driving Factor	Nilai Cramer's V
1	Jarak dari jalan arteri primer	0,1817
2	Jarak dari jalan tol	0,1716
3	Jarak dari pusat pendidikan	0,1708
4	Jarak dari pusat niaga	0,1638
5	Jarak dari lokasi wisata	0,1065
6	Kepadatan penduduk	0,1369
7	Kolektor primer	0,1608
8	Pola ruang	0,1568
9	Rawan banjir	0,1495

Nilai tertinggi peluang perubahan penggunaan lahan terdapat pada penggunaan lahan sawah menjadi lahan terbangun dengan nilai maksimal 1.00 yang tersebar di beberapa titik lokasi, kemudian diikuti penggunaan lahan tambak menjadi lahan terbangun dengan nilai 0.96, penggunaan lahan kebun campuran menjadi permukiman dengan nilai 0.93 dan terakhir penggunaan lahan sawah menjadi permukiman dengan nilai 0.77.

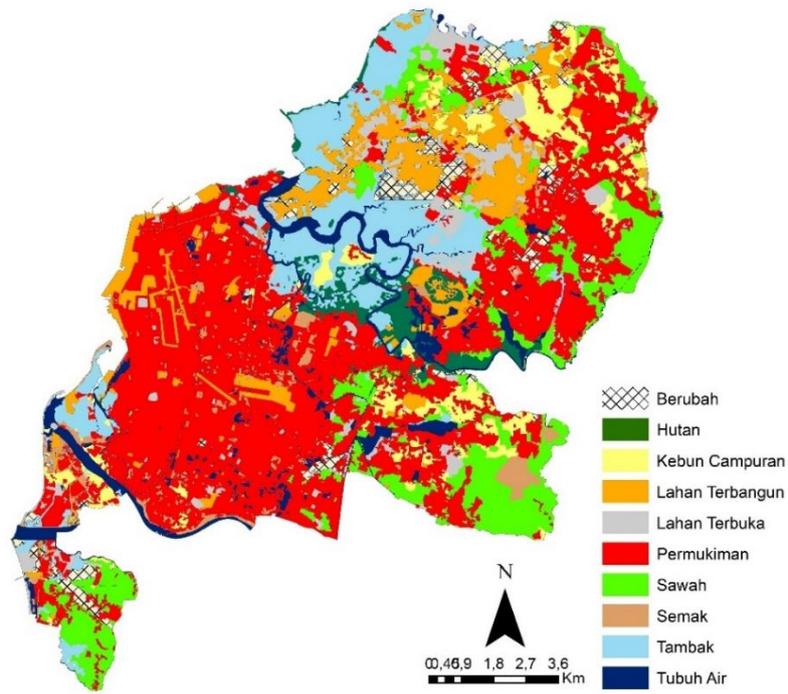
Prediksi perubahan penggunaan lahan dari tahun 2022 ke tahun 2034 di Kota Makassar dengan menggunakan dua skenario penggunaan lahan beserta sebaran peningkatan luasan area terbangun dari keduanya disajikan pada Gambar 7. Dari kedua skenario tersebut diperoleh luasan total penggunaan lahan yang cukup timpang, dimana skenario TS sebesar 2.076 ha (12%), sementara luas total penggunaan lahan skenario PAT sebesar 846 Ha (5%) sebagaimana disajikan pada Tabel 3.



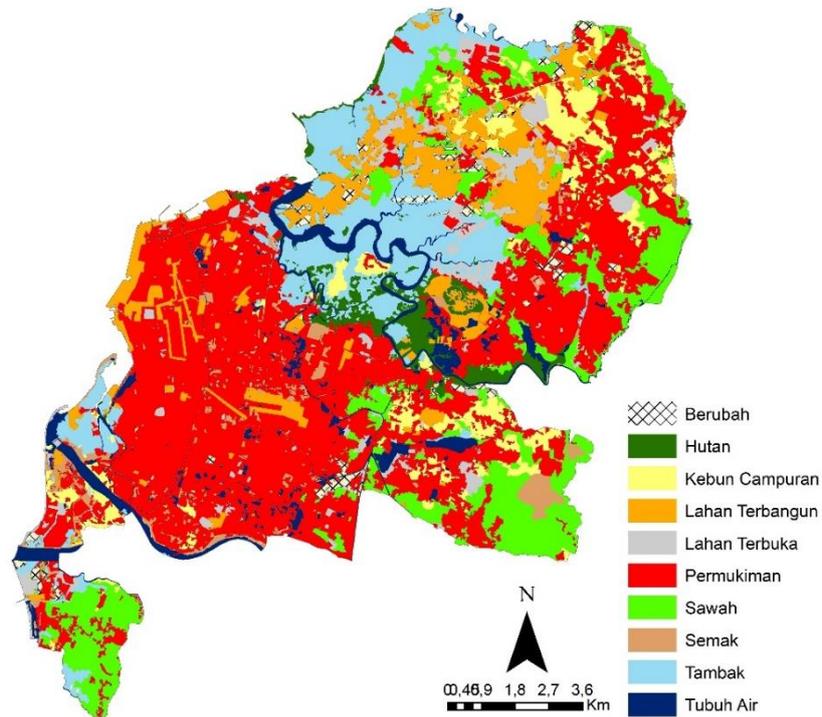
Gambar 5. Hasil validasi akurasi rate



Gambar 6. Peluang transisi penggunaan lahan menjadi kawasan terbangun



a. Skenario TS



b. Skenario PAT

Gambar 7. Peta perbandingan skenario TS dan PAT

Dari sebaran spasial hasil prediksi perubahan penggunaan lahan di Kota Makassar 2034 antara skenario TS dengan skenario PAT sebagaimana disajikan pada Gambar 4 menunjukkan pola persebaran perubahan yang cenderung mirip. Hanya saja secara luasan perubahan mengalami perbedaan yang cukup signifikan, dimana skenario PAT terlihat cenderung lebih efektif menekan perkembangan kawasan terbangun (lahan terbangun dan permukiman) dibandingkan scenario TS (Tabel 4).

Tabel 4. Perbandingan skenario luas penggunaan lahan hasil prediksi

Penggunaan Lahan	Skenario Hijau		Perubahan		Tanpa Skenario		Perubahan	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Hutan	501	3	-7	1	456	3	-52	3
Kebun Campuran	1.188	7	-88	10	1.048	6	-228	11
Lahan Terbangun	1.722	10	+114	13	1.880	11	+272	13
Lahan Terbuka	808	5	+44	5	825	5	+61	3
Permukiman	7.588	43	+265	31	8.029	46	+706	34
Sawah	2.218	13	-186	22	1.979	11	-425	20
Semak	516	3	-21	2	468	3	-69	3
Tambak	1.964	11	-109	13	1.851	11	-222	11
Tubuh Air	959	5	12	1	927	5	-44	2
Total	17.463	100	846	5	17.463	100	2.079	12

Kemampuan skenario PAT dalam menekan perkembangan kawasan terbangun kemudian berdampak positif dalam mencegah penurunan luasan penggunaan lahan hutan, kebun campuran, sawah, semak, tambak dan tubuh air dengan total perubahan hanya sebesar 846 ha (5%). Hasil prediksi ini berbanding terbalik dengan skenario TS, dimana total perubahannya jauh lebih besar, yakni 2.079 ha (12%). Dari perubahan tersebut menyebabkan terjadinya penurunan luasan yang cukup signifikan pada penggunaan lahan hutan, kebun campuran, sawah, semak, tambak dan tubuh air. Penurunan luasan hutan sebesar 52 ha (3%) dan tubuh air sebesar 44 ha (2%) dalam hal ini perlu mendapat perhatian yang serius mengingat kedua penggunaan lahan tersebut memiliki fungsi ekologis, sebagaimana menurut Akram dan Hasnidar (2022), kerusakan hutan mangrove yang terjadi di Kota Makassar setiap tahunnya dapat mengakibatkan banjir, abrasi dan rob (kenaikan muka air laut). Sedangkan penurunan luasan tubuh air akan menyebabkan semakin berkurangnya daerah resapan air di dalam kota yang pada akhirnya akan berimplikasi pada banjir. Penurunan luasan hutan dan tubuh air yang

akan terjadi sebagian besar disebabkan oleh peningkatan lahan terbangun yang tidak terkendali di sepanjang jaringan aksesibilitas jalan tol.

Selain hutan dan tubuh air, peningkatan lahan terbangun di sepanjang jaringan aksesibilitas jalan tol juga menurunkan luasan lahan tambak yang tersebar luas di wilayah tersebut. Peningkatan itu kemudian akan memicu peningkatan luasan lahan terbuka sebesar 61 Ha (3%) sebagai imbas dari rencana konstruksi lahan terbangun dan permukiman yang dilakukan secara bertahap melalui penimbunan lahan tambak. Sedangkan penurunan lahan semak sebesar 69 Ha (3%) terjadi secara merata disemua titik perubahan, baik itu di utara, selatan maupun di timur kota. Demikian pula dengan pola sebaran perubahan kebun campuran yang berkurang 228 Ha (11%) dan sawah 425 Ha (20%). Hanya saja jika diperbandingkan keduanya, sawah mengalami penurunan luasan paling besar dibanding kebun campuran dikarenakan sawah merupakan lahan yang memiliki permintaan lahan untuk permukiman yang paling tinggi, mengingat kondisi lahan sawah yang cenderung datar dan tersebar luas mengikuti aksesibilitas jalan. Sedangkan keberadaan kebun campuran cenderung terfragmentasi disekitar permukiman-permukiman warga.

3.3. Arahan Pengendalian Area Terbangun

Hasil prediksi perubahan penggunaan lahan hingga tahun 2034 di Kota Makassar dengan memperbandingkan skenario TS dan PAT menunjukkan bahwa pembatasan area konversi berdasarkan skenario PAT mampu meminimalisir peningkatan lahan terbangun dan permukiman dibanding skenario TS. Hal ini berarti kebijakan tersebut cukup efektif dan dapat menjadi arahan dalam mengendalikan perkembangan area terbangun yang tidak terkendali di Kota Makassar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa hasil prediksi perubahan penggunaan lahan Kota Makassar hingga tahun 2034, baik skenario TS maupun skenario PAT memiliki pola perubahan lahan yang sama, dimana hanya permukiman, lahan terbangun dan lahan terbuka yang mengalami peningkatan luasan, sedangkan yang lainnya mengalami penurunan. Adapun perbedaannya terletak pada luasan. Peningkatan luasan permukiman dan lahan terbangun pada skenario TS meningkat secara pesat dengan luasan berturut-turut dari yang terbesar hingga terkecil 706 ha (34%) dan 272 ha (13%) dan 61 ha (3%). Peningkatan ini menurunkan luasan sawah sebesar 425 ha (20%), kebun campuran 228 ha (11%), tambak 222

ha (11%), semak 69 ha (3%), hutan 52 ha (3%) dan tubuh air 44 ha (2%). Sedangkan pada skenario PAT, peningkatan permukiman jauh lebih kecil, yaitu 265 ha (31%), begitupun dengan lahan terbangun 114 ha (13%) dan lahan terbuka 44 ha (5%). Kecilnya peningkatan luasan pada ketiga penggunaan lahan tersebut membuat penurunan luasan yang lainnya juga menjadi kecil, yaitu sawah hanya berkurang sebesar 186 ha (22%), tambak 109 ha (13%), kebun campuran 88 ha (10%), semak 21 ha (2%), tambak 12 ha (1%) dan hutan 7 ha (1%). Dari perbandingan kedua skenario ini terlihat jelas bahwa skenario PAT memiliki kemampuan menahan laju perkembangan area terbangun dibanding TS. Oleh karena itu, skenario PAT terpilih sebagai arahan pengendalian area terbangun di Kota Makassar sampai tahun 2034.

ACKNOWLEDGMENTS

Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Riset dan Teknologi Pendidikan atas dana hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) yang telah diberikan, serta kepada pimpinan, staf dan akademisi dari Universitas Teknologi Sulawesi (UTS) Makassar yang telah memberikan informasi sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashari, AF., Maryana, D. 2021. Analisis Spasial Perubahan Penggunaan Lahan Serta Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya (Studi Kasus Kota Makassar 2011-2019). *Ecosolum*.10 (2): 70–81.
- Akinyemi, F. O., Mashame, G. 2018. Analysis of land change in the dryland agricultural landscapes of eastern Botswana. *Land Use Policy*. 76: 798–811.
- Ali, A., Alam Nayyar, Z. 2021. A Modified Built-up Index (MBI) for automatic urban area extraction from Landsat 8 Imagery. *Infrared Physics and Technology*. 116: 1–22.
- Akram, AM., Hasnidar. 2022. Identifikasi Kerusakan Ekosistem Mangrove di Kelurahan Bira Kota Makassar. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries*. 5 (1): 1–11.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2013. *Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035*.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Kota Makassar Dalam Angka 2021*.
- Bongi, A., Rogi, OHA., Sela, RLE. 2020. Mitigasi Risiko Bencana Banjir di Kota Makassar. *SABUA*. 9 (1): 1–12.
- Czekajlo, A., Coops, N. C., Wulder, M. A., Hermosilla, T., White, J. C., Van Den Bosch, M. 2021. Mapping dynamic peri-urban land use transitions across Canada using Landsat time series: Spatial and temporal trends and associations with socio-demographic factors. *Computers, Environment and Urban Systems*. 88: 1–13.

- Eastman, J. R., Toledano, J. 2018. A Short Presentation of the Land Change Modeler (LCM). *Geomatic Approaches for Modeling Land Change Scenarios*. 499–505.
- Effective Health Care Program. 2010. *Registries for Evaluating Patient Outcomes: A User's Guide Second Edition*. Retrieved from www.effectivehealthcare.ahrq.gov.
- Gong, P., Li, X., Wang, J., Bai, Y., Chen, B., Hu, T., Liu, X., Xu, B., Yang, J., Zhang, W., Zhou, Y. 2020. Annual maps of global artificial impervious area (GAIA) between 1985 and 2018. *Remote Sensing of Environment*. 236: 1–12.
- Haque, M. I., Basak, R. 2017. Land cover change detection using GIS and remote sensing techniques: A spatio-temporal study on Tanguar Haor, Sunamganj, Bangladesh. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. 20 (2): 251–263.
- Harum, M. S. 2017. Pengaruh Pembangunan Jalan Tol Sutami Terhadap Nilai Lahan Disekitarnya. *National Academic Journal of Architecture*. 4 (1): 66–73.
- Haykin, S. 2005. *Neural Networks - A Comprehensive Foundation*.
- Jaya B. 2021. *Sistem Pengendalian Tata Ruang Berbasis Daya Dukung lahan di Kawasan Puncak Kabupaten Bogor [Disertasi]*. Bogor. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Kullo, E. D., Forkuo, E. K., Biney, E., Harris, E., Quaye-Ballard, J. A. 2021. The impact of land use and land cover changes on socioeconomic factors and livelihood in the Atwima Nwabiagya district of the Ashanti region, Ghana. *Environmental Challenges*. 5: 1–8.
- Kurnianti, R., Rahmi, DH. 2020. Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau dan Urban Heat Island di Kota Makassar. *Jurnal Litbang Sukowati*. 3 (2): 150–163.
- Lv, Y., Chen, W., Cheng, J. 2020. Effects of urbanization on energy efficiency in China: New evidence from short run and long run efficiency models. *Energy Policy*. 147: 1–10.
- Munibah, K. 2008. *Model Spasial Perubahan penggunaan Lahan dan Arahan Penggunaan Lahan Berwawasan Lingkungan (Studi Kasus DAS Cidanau, Provinsi Banten) [Disertasi]*. Bogor. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Malik, A., Prawitosari, T., Faridah, SN. 2018. Perubahan lahan tambak di kecamatan biringkanaya kota makassar menggunakan citra satelit resolusi menengah tahun 2010 dan 2016. *Jurnal AgriTechno*. 11 (1): 49–58.
- Munawir. 2018. *Dinamika Konversi Lahan dan Keterkaitannya dengan Ketersediaan Pangan di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan [Tesis]*. Bogor. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Naikoo, M. W., Rihan, M., Ishtiaque, M., Shahfahad. 2020. Analyses of land use land cover (LULC) change and built-up expansion in the suburb of a metropolitan city: Spatio-temporal analysis of Delhi NCR using landsat datasets. *Journal of Urban Management*. 9 (3): 347–359.
- Naikoo, M. W., Shahfahad, Talukdar, S., Ishtiaq, M., Rahman, A. 2022. Modelling built-up land expansion probability using the integrated fuzzy logic and coupling coordination degree model. *Journal of Environmental Management*. 325.
- Nasrullah., Trisutomo, S., Rasyid, AR. 2022. LUCC Tanjung Bunga. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Kawasan Tanjung Bunga Kelurahan Tanjung Merdeka Kota Makassar, *Plano Madani*. 11(1): 18–26.

- Pribadi, OD., Shiddiq, D., Ermyanila, M. 2006. Model Perubahan Tutupan Lahan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. *Jurnal Teknik Lingkungan P3TL-BPPT*. 7 (1): 35–51.
- Rustiadi, E., Pravitasari, A. E., Setiawan, Y., Mulya, S. P., Pribadi, D. O., Tsutsumida, N. 2021. Impact of continuous Jakarta megacity urban expansion on the formation of the Jakarta-Bandung conurbation over the rice farm regions. *Cities*. 111.
- Suartha, N., Yasa, IGWM. 2017. Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Migrasi Masuk Terhadap Pertumbuhan Penduduk dan Alih Fungsi Bangunan Penduduk Asli Kota Denpasar. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*. 10 (1): 95–107.
- Wellmann, T., Lausch, A., Andersson, E., Knapp, S., Cortinovis, C., Jache, J., Scheuer, S., Kremer, P., Mascarenhas, A., Kraemer, R., Haase, A., Schug, F., Haase, D. 2020. Remote sensing in urban planning: Contributions towards ecologically sound policies. *Landscape and Urban Planning*. 204.
- Wihbey, J. 2017. Boundary Issues: The 2016 Atlas of Urban Expansion Indicates Global Dedensification. *Cityscape*. 19 (2): 21–30.
- Wu, H., Lin, A., Xing, X., Song, D., Li, Y. 2021. Identifying core driving factors of urban land use change from global land cover products and POI data using the random forest method. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 103.
- Xiao, P., Zhang, X., Wang, D., Yuan, M., Feng, X., Kelly, M. 2016. Change detection of built-up land: A framework of combining pixel-based detection and object-based recognition. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 119: 402–414.
- Yang, D., Zhang, P., Jiang, L., Zhang, Y., Liu, Z., Rong, T. 2022. Spatial change and scale dependence of built-up land expansion and landscape pattern evolution—Case study of affected area of the lower Yellow River. *Ecological Indicators*. 141:1–14.
- Yonaba, R., Koita, M., Mounirou, L. A., Tazen, F., Quelo, P., Biaou, A. C., Niang, D., Zouré, C., Karambiri, H., Yacouba, H. 2021. Spatial and transient modelling of land use/land cover (LULC) dynamics in a Sahelian landscape under semi-arid climate in northern Burkina Faso. *Land Use Policy*. 103.