

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Menurut Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang mendefinisikan kawasan perkotaan sebagai "wilayah yang memiliki kegiatan perkotaan dengan jumlah penduduk 5.000 jiwa atau lebih, kepadatan 500 orang/hektar, memiliki fungsi pusat pelayanan, pusat pemerintahan, pusat perdagangan, pusat industri, pusat jasa, dan memiliki pola ruang yang padat dan kompleks". Definisi ini menegaskan bahwa kawasan perkotaan adalah wilayah yang memiliki aktivitas perkotaan yang intens, dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan berbagai fungsi penting dalam pelayanan publik, pemerintahan, perdagangan, industri, dan jasa. Berdasarkan definisi tersebut, kawasan perkotaan menjadi alasan masyarakat untuk melakukan urbanisasi untuk memperoleh kesejahteraan hidup yang lebih baik dengan segala fasilitas yang ada, yang hanya didapatkan di kawasan perkotaan (Niari dkk., 2013). Kegiatan urbanisasi tersebut mengakibatkan penambahan jumlah penduduk di kawasan perkotaan (Adam, 2012).

Penambahan jumlah penduduk tersebut mengakibatkan timbulnya berbagai masalah di kawasan perkotaan seperti perubahan alih fungsi lahan dari lahan non terbangun menjadi lahan terbangun guna mengakomodasi kebutuhan pemukiman ataupun kebutuhan fasilitas pendukung lainnya yang pada akhirnya (Walad dan Purwaningsih, 2019).

Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan tutupan lahan dipengaruhi oleh empat faktor yakni, adanya konsentrasi penduduk dengan segala aktivitas, aksesibilitas terhadap pusat kegiatan dan pusat kota, jaringan jalan dan sarana transportasi, dan obritasi (Cullingsworth, 1997 dalam Sari dan Dewanti, 2019), dengan demikian, penduduk dan aktivitasnya dapat menyebabkan permasalahan terkait banyaknya permintaan terhadap lahan yang keberadaannya terbatas. Perubahan tutupan lahan dilakukan sebagai upaya pemenuhan kebutuhan terhadap

lahan yang terbatas sehingga dapat mempengaruhi ketersediaan lahan sebelumnya (Istiningdiah, 2023).

Pertumbuhan penduduk dan pembangunan telah menjadi pendorong perubahan tutupan lahan. Permintaan akan lahan terbangun tidak lain dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk baik secara alami (fertilitas dan mortalitas) maupun secara migrasi. Jenis pembangunan yang dilakukan dapat beragam, sepertihalnya pembangunan kawasan permukiman, perdagangan dan jasa, industri dan lain sebagainya. Menurut Yunus dalam Aryaguna (2020) pembangunan yang diterapkan terhadap suatu kawasan harus berdasarkan potensi dan kondisi yang dimiliki suatu wilayah, harus sesuai dengan kapabilitas, kesesuaian dan daya dukung lahan, maka diharapkan hasil produksi dan tingkat produktivitas akan lebih tinggi, yang berarti tingkat keberhasilan yang dicapai adalah optimum atau mencapai tingkat optimalitas.

Kota Magelang termasuk kedalam kota keempat terkecil di Indonesia, dimana Kota Magelang terletak ditengah-tengah Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah. Kota Magelang termasuk kedalam kota strategis di Indonesia, karena Kota Magelang merupakan kota yang berada di persilangan jalur transportasi dan ekonomi antara Semarang-Magelang-Jogja-Temanggung. Kota Magelang juga berada di persimpangan wisata lokal dan regional antara Yogyakarta-Borobudur-Kopeng dan Dataran Tinggi Dieng. RTRW Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009-2029 menyatakan bahwa Kota Magelang didaulat menjadi Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) dan pusat pengembangan Purworejo - Temanggung (Purwomanggung). Dimana terdapat dampak pengembangan kawasan pembangunan seperti Bandara Kulonprogo dan Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) Candi Borobudur. Oleh karena itu, Kota Magelang pada saat ini sedang gencar-gencarnya melakukan pembangunan (Yandip Prov Jateng, 2019).

Menurut Badan Pusat Statistik, Kota Magelang memiliki jumlah penduduk 122,150 jiwa pada tahun 2023 (BPS Kota Magelang, 2023) dengan laju pertumbuhan penduduk pertahun sebesar 0,39% dengan persentasi penduduk

mencapai 100% dengan kepadatan penduduk 6,581/km<sup>2</sup> dan Kota Magelang memiliki luas lahan sebesar 18,54 km<sup>2</sup> yang terbagi menjadi 3 kecamatan yaitu Magelang Selatan, Magelang Tengah, Magelang Utara. Dari hal tersebut mengakibatkan kebutuhan akan lahan terbangun juga semakin meningkat dan perlu adanya sebuah controlling atau pengendali agar perubahan tutupan lahan dapat terukur dan terarah.

Lahan pertanian Kota Magelang menyusut 4-5 hektar per tahun, karena alih fungsi lahan. Paling besar untuk kebutuhan nonpertanian seperti pembangunan infrastruktur pertokoan, perumahan, dan lainnya (Puspitasari, 2023). Peningkatan jumlah penduduk akan berpengaruh terhadap tingginya permintaan akan kebutuhan ruang berupa kebutuhan permukiman, sarana prasarana dan lain sebagainya. Permintaan ruang yang semakin banyak tentu memerlukan lahan untuk menampung kebutuhan dan keinginan penduduk yang ada di Kota Magelang, tetapi lahan yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat memiliki luas yang terbatas karena tidak semua jenis lahan dapat dimanfaatkan, apabila pemanfaatan lahan yang tidak sesuai tetap diterapkan, maka akan menimbulkan permasalahan lingkungan karena ketidakseimbangan dalam pertumbuhan, seperti masalah banjir yang selalu terjadi karena air tidak mampu meresap ke dalam tanah akibat jumlah permukiman yang semakin banyak, banyaknya pohon yang ditebang yang kemudian dijadikan sebagai permukiman dan lain sebagainya (Rohim, 2023).

Berdasarkan hal tersebut diperlukan pengawasan terhadap perubahan tutupan lahan setiap tahunnya dengan cara memodelkan perubahan tutupan lahan tersebut sehingga dapat diketahui perkembangan kota atau kabupaten di tahun mendatang. Perkembangan teknologi komputer yaitu Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan dalam mengkaji pemodelan perubahan tutupan lahan dengan menambahkan faktor-faktor pendorong terjadinya perubahan tutupan lahan. *CA-Markov* merupakan salah satu model yang dapat diterapkan karena memiliki sifat yang dinamis, dimana metode ini akan menghasilkan data output berupa peta prediksi tutupan lahan di kota Magelang. Kajian yang menggunakan model *CA-Markov* untuk memprediksi perubahan lahan sudah cukup banyak dilakukan.

Beberapa kajian yang pernah dilakukan yaitu Rariz, dkk (2020) menghasilkan data luasan lahan sawah di Kabupaten Purworejo mengalami penurunan sekitar 194,01 ha dalam rentang tahun 2008-2019. Novianto (2023) menghasilkan data prediksi perubahan penggunaan lahan sawah ke non sawah atau terjadi alih fungsi lahan menjadi lahan terbangun pada tahun 2029, dengan demikian penelitian ini akan mengkaji perkembangan lahan terbangun yang terjadi di Kota Magelang menggunakan metode *CA-Markov* untuk memprediksi tutupan lahan di tahun mendatang dan data di citra yang digunakan tahun 2000, 2013 dan 2023.

Penelitian mengenai “Prediksi Spasial Perkembangan Lahan Terbangun Di Kota Magelang Tahun 2031 Menggunakan Algoritma *CA-MARKOV*” menarik untuk dikaji. Penelitian ini juga dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk menganalisis perkembangan lahan terbangun terhadap kondisi di lapangan dengan yang RTRW berlaku di Kota Magelang.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana perkembangan tutupan lahan terbangun di Kota Magelang Tahun 2000, 2013 dan 2023?
2. Bagaimana prediksi tutupan lahan tahun 2031 di Kota Magelang berdasarkan pemodelan *CA-Markov*?
3. Bagaimana kesesuaian tutupan lahan terbangun prediksi tahun 2031 RTRW Kota Magelang?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan dari pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis perubahan tutupan lahan terbangun tahun 2000, 2013 dan 2023 di Kota Magelang.
2. Membuat prediksi perubahan tutupan lahan di Kota Magelang Tahun 2031 menggunakan model *CA-Markov*.
3. Mengevaluasi kesesuaian perubahan tutupan lahan terbangun prediksi tahun 2031 terhadap RTRW Kota Magelang.

#### **1.4 Kegunaan Penelitian**

Penelitian yang akan dilakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi akademisi dan khalayak umum. Ada beberapa kegunaan penelitian ini dapat dilakukan diantaranya yaitu:

1. Dapat memberikan informasi perkembangan di Kota Magelang untuk saat ini, pada masa lampau dan prediksi tata ruang dimasa depan atau mendatang;
2. Menambah sumbangsih pengembangan ilmu pengetahuan khususnya yang berhubungan dengan peta-peta, tata ruang serta mampu mengasah pengetahuan mahasiswa; dan
3. Memberikan informasi kepada instansi terkait mengenai prediksi tutupan lahan terhadap rencana pola ruang di Kota Magelang sebagai pertimbangan pembuatan kebijakan baru.

#### **1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya**

##### **1.5.1 Telaah Pustaka**

##### **1.1 Lahan**

Lahan (*land*) merupakan suatu wilayah dipermukaan bumi, mencakup semua komponen biosfer yang dapat dianggap tetap atau bersifat siklis yang berada di atas dan di bawah wilayah tersebut, termasuk atmosfer, tanah, batuan induk, relief, hidrologi, tumbuhan dan hewan, serta segala akibat yang ditimbulkan oleh aktivitas

manusia di masa lalu dan sekarang; yang kesemuanya itu berpengaruh terhadap penggunaan lahan oleh manusia pada saat sekarang dan di masa akan datang (Brinkman dan Smyth, 1973 dalam Juhadi, 2007). Lahan sebagai suatu sistem mempunyai komponen-komponen yang terorganisir secara spesifik dan prilakunya menuju kepada sasaran-sasaran tertentu. Komponen-komponen lahan ini dapat dipandang sebagai sumberdaya dalam hubungannya dengan aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya (Worosuprojo, 2007 dalam Juhadi, 2007). Dengan demikian ada dua kategori utama sumberdaya lahan, yaitu (1) sumberdaya lahan yang bersifat alamiah dan (2) sumberdaya lahan yang merupakan hasil aktivitas manusia (budidaya manusia). Berdasarkan atas konsepsi tersebut maka pengertian sumberdaya lahan mencakup semua karakteristik lahan dan proses-proses yang terjadi di dalamnya, yang dengan cara-cara tertentu dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia (Juhadi, 2007). Setelah memahami konsep lahan secara umum, penting untuk memahami lebih dalam mengenai tanah yang merupakan komponen dasar dari lahan tersebut.

Tanah dapat dipandang sebagai sebidang bentang lahan dengan permukaan dan bentuk lahannya sendiri, serta mempunyai profil tanah dan karakteristik internal yang khas, seperti komposisi mineral dan sifat kimiawi, dan sifat-sifat geofisika. Tanah juga dapat dipandang sebagai tubuh alam yang gembur yang menyelimuti sebagian besar permukaan bumi dan mempunyai peran sangat penting untuk kehidupan sebagai media tumbuh tanaman yang menjadi sumber makanan manusia (Schaetzl dan Anderson, 2005 dalam Juhadi, 2007). Sebagian besar aktivitas kehidupan manusia dilakukan di atas permukaan tanah sehingga menghasilkan berbagai macam jenis penggunaan lahan seperti pemukiman, sawah, industri dll.

Penggunaan lahan dapat diartikan sebagai segala bentuk campur tangan manusia terhadap lahan untuk memenuhi kebutuhan hidup secara materil maupun spiritual (Arsyad, 2010). Penggunaan lahan terbagi menjadi dua yaitu lahan terbangun dan lahan tak terbangun. Lahan terbangun terdiri dari perdagangan, jasa, industri, perkantoran, dan perumahan, sementara lahan tak terbangun terbagi

menjadi dua yaitu lahan tak terbangun yang dimanfaatkan untuk aktivitas kota (transportasi, ruang terbuka, kuburan, rekreasi) dan non aktivitas kota (area perairan, perkebunan, pertanian dan penambangan sumber daya alam) (Hapsary, 2021), sementara itu, tutupan lahan adalah penampakan atribut permukaan tanah bumi yang berupa vegetasi, air, padang pasir, tanah, topografi, dan juga termasuk struktur-struktur yang diciptakan sendiri oleh kegiatan manusia seperti bangunan pemukiman, bangunan industri dll (Lambin dkk., 2003 dalam Sugiarto, 2018).

## 1.2 Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi penutupan lahan merupakan upaya pengelompokan berbagai jenis penutupan lahan kedalam suatu kesamaan sesuai dengan sistem tertentu. Klasifikasi penutupan lahan digunakan sebagai pedoman atau acuan dalam proses interpretasi citra penginderaan jauh untuk tujuan pembuatan peta penutupan lahan (Lillesand & Kiefer, 1994 dalam Tejaningrum, 2017). Penutupan lahan dapat pula berarti tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati dan merupakan hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada areal tersebut (SNI 7645, 2010).

Klasifikasi tutupan lahan yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan Badan Standarisasi Nasional dapat di lihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Klasifikasi tutupan lahan (Badan Standarisasi Nasional, 2014)

No	Tutupan lahan	
	Terbangun	Non terbangun
1	Permukiman, bangunan yang dibuat untuk tempat tinggal dan melakukan aktivitas sehari-hari	Pertanian, lahan yang digunakan untuk memanfaatkan sumber daya hayati yang dilakukan manusia untuk menghasilkan bahan pangan

No	Tutupan lahan	
	Terbangun	Non terbangun
2	Bangunan industri dan tempat perdagangan, tempat yang dibuat manusia untuk melakukan aktivitas dalam memproduksi dan menjual	Vegetasi, penutup lahan berupa pepohonan, semak yang tumbuh secara alami dan juga hutan
3		Tubuh air, semua penampakan perairan seperti laut, waduk, sungai.

Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2014

### 1.3 Perubahan Tutupan Lahan

Menurut Briassoulis dalam (Istiningdiah, 2023) menjelaskan bahwa pada tingkat yang mendasar, perubahan tutupan lahan merupakan perubahan secara kuantitatif pada jenis atau luas tutupan lahan tertentu yang dapat bertambah atau berkurang. Pendeteksian dan pengukuran perubahan bergantung pada skala spasial, semakin tinggi tingkat detail atau resolusi spasialnya, maka semakin besar perubahan luas lahan yang dapat dideteksi dan dicatat. Menurut Arsyad dalam (Susanti dkk., 2020) menggambarkan perubahan penggunaan/tutupan lahan sebagai keseluruhan bentuk keterlibatan manusia terhadap lahan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam aspek materil maupun spiritual. Ia juga memberikan pernyataan bahwa perubahan tutupan lahan dapat memberi dampak yang berpotensi dalam mempengaruhi lingkungan bio-fisik maupun sosial ekonomi.

Menurut Utoyo dalam (Istiningdiah, 2023) menjelaskan bahwa tutupan lahan pada suatu kawasan bersifat dinamis, hal ini karena perubahan tutupan lahan di kawasan tersebut mencerminkan interaksi dan upaya manusia dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya alam serta kondisi lingkungan terkait. Dengan demikian, perubahan tutupan lahan merupakan upaya manusia dalam menggunakan lahan untuk memenuhi kebutuhan terhadap lahan yang terbatas. Perubahan tutupan lahan merupakan perubahan pada fungsi lahan yang sudah dimanfaatkan maupun

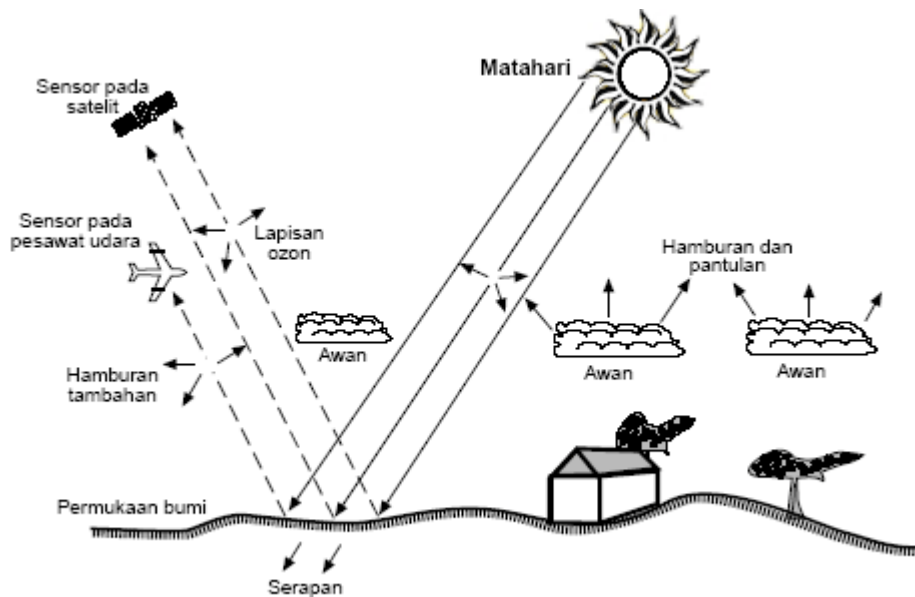


lahan yang masih merupakan kawasan asli menjadi fungsi lahan lain yang memiliki tujuan tertentu.

Menurut Malingreu dalam (Ritohardoyo, 2013) menyatakan bahwa tutupan lahan adalah segala campur tangan manusia, baik secara menetap ataupun berpindah-pindah terhadap suatu kelompok sumber daya alam dan sumber daya buatan, yang secara keseluruhan disebut lahan, dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan material baik maupun spiritual, ataupun kebutuhan kedua-duanya. Pemetaan penutupan lahan sangat berhubungan dengan studi vegetasi, tanaman pertanian dan tanah dari biosfer. Data tentang penutupan lahan biasanya dipresentasikan dalam bentuk peta disertai data statistik areal setiap kategori penutupan lahan (As-syakur dkk., 2010)

#### **1.4 Pengindraan Jauh**

Pengindraan jauh merupakan ilmu dan seni dalam memperoleh informasi mengenai suatu obyek, area, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan alat tanpa suatu kontak langsung (Lillesand dkk., 2008). Sementara menurut *American Society of Photogrammetry* dalam (Novianto., 2023) pengindraan jauh merupakan pengukuran atau perolehan informasi dari beberapa sifat obyek atau fenomena dengan menggunakan alat tertentu untuk menghindari kontak fisik dengan obyek atau fenomena yang diteliti. Campbell dalam (Istingdiah., 2023) menyatakan bahwa pengindraan jauh adalah ilmu untuk mendapatkan informasi tentang permukaan bumi seperti tanah dan air dari gambar yang diperoleh dari kejauhan. Penggambaran mengenai pengindraan jauh dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Sistem Penginderaan Jauh

Sumber : (Yusuf dan Rijal, 2013)

Penginderaan jauh berdasarkan Gambar 1.1 menunjukkan adanya penangkapan atau perekaman suatu objek di bumi oleh satelit dengan menggunakan bantuan dari pantulan cahaya matahari pada objek yang mengarah pada sensor pada satelit. Dalam proses tersebut tentunya tidak lepas dari adanya hambatan-hambatan seperti adanya awan, adanya hamburan, dan lain-lain. Keunggulan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dibandingkan dengan pemotretan foto udara diantaranya dari segi harga, periode ulang terhadap perekaman daerah yang sama, pemilihan spectrum panjang gelombang untuk mengatasi hambatan atmosfer, serta kombinasi saluran spectral (*spectral band*) yang dapat diatur sesuai dengan tujuan pengguna (Danoedoro, 2010). Penginderaan jauh memiliki 2 jenis citra yaitu foto udara dan citra satelit. Foto udara merupakan rekaman fotogrametris objek di atas permukaan bumi yang pengambilannya dilakukan dari udara, sedangkan citra satelit merupakan citra digital penginderaan jauh yang diperoleh dari sistem perekaman melalui sensor satelit.

Resolusi citra dalam penginderaan jauh atau disebut juga sebagai daya pisah/*resolving power* merupakan kemampuan sistem optik-elektronik untuk

membedakan informasi spasial yang berdekatan atau secara spektral memiliki kemiripan/kesamaan (Danoedoro. 2010). Seiring perkembangan zaman resolusi tidak hanya sebatas pada pengertian di atas karena terdapat unsur waktu yang disebut sebagai resolusi temporal. Menurut sistem penginderaan jauh dikenal setidaknya 4 jenis resolusi yakni resolusi spektral, resolusi radiometrik, resolusi spasial dan resolusi temporal. Dalam praktik pengolahan citra, resolusi layar juga memegang peranan penting. Macam-macam resolusi dalam penginderaan jauh yaitu:

#### A. Resolusi Spasial

Resolusi spasial merupakan salah satu resolusi yang sering disebut dan memiliki peran penting di dalam penyajian data perekaman penginderaan jauh. Yang dimaksud dengan resolusi spasial yakni ukuran terkecil suatu obyek yang masih dapat dideteksi oleh suatu sistem penginderaan jauh. Semakin tinggi resolusi spasial suatu citra maka citra tersebut mampu merekam obyek secara detail dan mampu menyajikan kenampakan obyek dengan satuan kecil yang ada di permukaan bumi (Danoedoro, 2010).

#### B. Resolusi Spektral

Resolusi spektral merupakan kemampuan suatu sistem optik elektromagnetik yang berfungsi untuk membedakan informasi obyek berdasarkan nilai pantulan ataupun nilai pancaran spektralnya. Dalam konteks ini maka apabila sebuah citra memiliki jumlah saluran yang lebih banyak dan masing-masing saluran tersebut cukup sempit maka apabila dilakukan analisis kemungkinan citra dalam membedakan obyek berdasarkan respon spektralnya, sehingga yang dimaksud citra yang memiliki resolusi spektral yang tinggi adalah citra tersebut memiliki jumlah saluran yang banyak dan semakin sempit interval panjang gelombangnya (Danoedoro, 2010).

#### C. Resolusi Temporal

Resolusi temporal merupakan suatu kemampuan sistem perekaman citra satelit yang mampu merekam ulang wilayah/daerah yang sama. Resolusi temporal

ini memiliki peran dan seringkali dimanfaatkan untuk analisis perubahan penggunaan lahan ataupun monitoring tingkat kesesuaian penggunaan lahan, dan sebagainya. Setiap citra satelit memiliki resolusi temporal yang berbeda beberapa citra satelit mampu merekam obyek yang sama dalam waktu yang selanginya tidak lama sebagai contohnya yakni citra *GMS* memiliki kemampuan merekam obyek yang sama dalam waktu 2 kali selama satu hari. Sementara beberapa satelit sumber daya yakni *Landsat* memiliki resolusi temporal 16 hari, dan untuk citra *SPOT* memiliki resolusi temporal yakni 26 hari sekali (Danoedoro, 2010).

#### D. Resolusi Radiometrik

Resolusi radiometrik merupakan kemampuan sensor dalam mencatat respons spektral obyek. Kemampuan ini memiliki keterkaitan dengan kemampuan coding (*digital coding*), yakni kemampuan mengubah intensitas pantulan atau pancaran spektral menjadi sebuah angka digital atau disebut dengan *bit*. Sebuah citra yang baik diantaranya memiliki kemampuan tingkatan *bit* yang lebih tinggi yakni hingga mencapai 11 *bit* coding atau sebesar 2048 tingkat. Sementara untuk citra satelit dengan generasi lama hanya memiliki kemampuan tingkatan *bit* yang terbatas (Danoedoro, 2010). Berdasarkan definisi dari macam-macam resolusi dalam penginderaan jauh maka pemilihan citra harus memperhatikan kegunaan, sehingga dapat melakukan pemilihan citra yang sesuai dengan studi kasus agar dalam hasil pengolahan citra tersebut mendapatkan hasil yang sesuai dan maksimal.

### 1.5 Citra Landsat 8

Landsat 8 merupakan satelit generasi ke delapan dari program Landsat dan merupakan jenis satelit yang berfungsi untuk observasi bumi. Landsat 8 atau juga disebut *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) merupakan hasil kerjasama antara *The National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dan *United States Geological Survey* (USGS) yang diluncurkan pada 11 Februari 2013 dan mulai menyediakan produk citra open-access pada 30 Mei 2013 (NASA, 2018).

Sepanjang spektrum elektromagnetik, hingga rentang yang tidak dapat dilihat oleh mata manusia. Setiap rentang disebut sebagai kanal (*band*) dan Landsat 8

sendiri memiliki total 11 kanal (*US. Geological Survey, 2019*). Berikut ini Tabel 1.2 menampilkan spesifikasi citra Landsat 8.

Tabel 1.2 Spesifikasi Citra Landsat 8 (*US. Geological Survey, 2019*)

Band Landsat 8	Pajang Gelombang	Resolusi	Fungsi
Operational Land Imager (OLI)			
Band 1 - Aerosol Coastal	0.43-0.45	30	Studi terkait daerah pesisir dan aerosol seperti debu dan asap pada atmosfer
Band 2 – Biru	0.45-0.51		Pemetaan batrimetri dan membedakan antara tanah dan vegetasi
Band 3 – Hijau	0.53-0.59		Mempertegas vegetasi sehingga dapat mengetahui Kesehatan tanaman dan jenis tutupan lahan nya
Band 4 – Merah	0.64-0.67		Membedakan tingkat kemiringan vegetasi
Band 5 – Near Infrared (NIR)	0.85-0.88		Mempertegas kadar biomassa dan garis pantai
Band 6 – Short-wave Infrared (SWIR) 1	1.57-1.65		Membedakan kadar lengas antara tanah dan vegetasi
Band 7 – Short-wave Infrared (SWIR) 2	2.11-2.29		Meningkatkan perbedaan kadar lengas tanah dan vegetasi serta penembusan awan tipis
Band 8 – Pankromatik	0.50-0.68	15	Mempertajam tampilan citra

Band Landsat 8	Pajang Gelombang	Resolusi	Fungsi
Band 9 – Cirrus	1.36-1.38	30	Meningkatkan deteksi awan cirrus
Thermal Infrared Sensor (TIR)			
Band 10 – TIRS 1	10.60-11.19	100	Pemetaan suhu permukaan dan perhitungan kelembaban tanah
Band 11 – TIRS 2	11.50-12.51		Meningkatkan deteksi suhu permukaan dan kelembaban tanah

Sumber: US. Geological Survey, 2019

### 1.6 Sistem Informasi Geografi

Sistem Informasi Geografi merupakan sistem yang berbasis komputer yang dapat digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk dapat melakukan proses pengumpulan, penyimpanan, dan analisis objek – objek dan fenomena dimana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting untuk dianalisis. Selain itu SIG memiliki kemampuan untuk menangani data masukan, data manajemen, analisis dan manipulasi data, dan data keluaran (Aronoff, 1989).

Pengertian Sistem informasi geografi merupakan sistem informasi yang memiliki kelebihan yaitu bereferensi geografis. Pengolahan data pada SIG berbasis keruangan, sehingga dalam SIG terdapat dua bentuk data yaitu data spasial dan data atribut. SIG mampu menghasilkan informasi baru dengan melakukan analisis pada data masukan secara mudah dan cepat. Sistem Informasi Geografis adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). SIG adalah sistem yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data, manusia (*brainware*), organisasi dan lembaga yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan menyebarkan informasi-informasi mengenai daerah-daerah di permukaan bumi (Chrisman, 1997).

Sistem Informasi Geografis atau SIG atau yang lebih dikenal dengan GIS mulai dikenal pada awal 1980-an. Sejalan dengan berkembangnya perangkat

komputer, baik perangkat lunak maupun perangkat keras, SIG mulai berkembang sangat pesat pada era 1990an dan saat ini semakin berkembang. Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System (GIS)* merupakan sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis (Aronoff, 1989).

Menurut Prahasta (2009), sistem informasi geografis terdapat sub sistem yang mengatur didalamnya antara lain:

1. Data Masukan (*Input*)

Sub sistem ini bertugas untuk melakukan pengumpulan, persiapan, dan penyimpanan data spasial dan atributnya dari berbagai sumber. Sub sistem ini pula yang bertanggung jawab dalam mengonversikan format - format data aslinya ke dalam format yang dapat digunakan oleh perangkat SIG yang bersangkutan

2. Data Keluaran (*Output*)

Merupakan sub sistem yang bertugas untuk menampilkan atau menyajikan keluaran seluruh atau sebagian basis data baik dalam bentuk *softfile* maupun dalam bentuk *hardfile*.

3. Data Manajemen (*Management*)

Sub sistem ini bertugas untuk mengorganisasikan baik data spasial maupun tabel - tabel atribut terkait ke dalam sebuah sistem basis data, sehingga mudah untuk dipanggil kembali, diperbarui, dan diperbaiki.

4. Data Analisis (*Analysis*)

Sub sistem ini memiliki tugas untuk menentukan informasi – informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG.

Sumber data untuk keperluan SIG dapat berasal dari data citra, data lapangan, survei kelautan, peta, sosial ekonomi, dan GPS selanjutnya diolah di laboratorium atau studio SIG dengan software tertentu sesuai dengan kebutuhannya untuk menghasilkan produk berupa informasi yang berguna, bisa berupa peta

konvensional, maupun peta digital sesuai keperluan, maka harus ada input kebutuhan yang diinginkan user.

Komponen utama Sistem Informasi Geografis dapat dibagi kedalam 5 komponen utama dapat dilihat pada Gambar 1.2 yaitu (Longley dkk., 2011) :

1. Perangkat keras (*Hardware*)
2. Perangkat Lunak (*Software*)
3. Pemakai (*User*)
4. Data
5. Prosedur



Gambar 1.2. Komponen SIG

Sumber: (Longley dkk., 2011)

SIG sebagai teknologi yang mampu untuk mengumpulkan, menyimpan, memanggil kembali, mentransformasikan dan menanyakan data spasial untuk tujuan tertentu. SIG menyediakan kisaran kemungkinan analisis lebih luas yang mampu untuk dikerjakan pada aspek topologi atau spasial dari data geografis, pada atribut data non-spasial, atau kombinasi data non-spasial dan atribut spasial (Burrough, 1986). Terdapat cukup banyak dalam pengaplikasian dari SIG yaitu antara lain pemetaan basis topografi, pemodelan sosioekonomi dan lingkungan,



lingkup global, pemodelan, dan pendidikan. Aplikasi umumnya diatur untuk memenuhi syarat 5M yaitu *mapping, measurement, monitoring, modeling, dan management* (Longley dkk., 2010).

Sistem Informasi Geografis dalam penelitian ini menggunakan software ArcGIS yang digunakan untuk memperoleh data ruang terbuka hijau melalui klasifikasi pada citra penginderaan jauh, memberi informasi mengenai hasil pengelompokan piksel dan mengolah data. Penggunaan kemampuan Sistem Informasi Geografis pada penelitian ini berupa pengukuran (*measurement*) yang digunakan untuk mengukur luas ketersediaan ruang terbuka hijau dan pemetaan (*mapping*) yang dilakukan pada data ruang terbuka hijau sehingga menghasilkan output berupa peta.

### **1.7 Prediksi Tutupan Lahan**

Menurut Susilo dalam (Istiningdiah, 2023) prediksi tutupan lahan berhubungan dengan lokasi perubahan dan luas perubahan lahan. Prediksi tutupan lahan dilakukan dengan mengasumsikan bahwa perubahan yang akan terjadi di masa mendatang memiliki pola dan peluang yang sama dengan pola perubahan yang terjadi pada periode waktu yang digunakan (Ridwan, 2017: Istiningdiah, 2023). Sebelum melakukan prediksi, langkah yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah memodelkan tutupan lahan untuk mengetahui pola tutupan lahan melalui analisis spasial. Pemodelan tutupan lahan merupakan salah satu jenis pemodelan yang mengkaji adanya hubungan sebab akibat antara suatu lahan yang dikelola dengan perubahan tutupan lahan yang bertujuan untuk dengan mudah memahami cara kerja sistem dengan menyederhanakan proses (Tasha, 2012: Istiningdiah, 2023). Pemodelan perubahan tutupan lahan memberikan manfaat, antara lain untuk mengobservasi berbagai aktivitas terjadinya suatu perubahan tutupan lahan dan memprediksi dampak dari perubahan tutupan lahan yang ditimbulkan serta dari pengelolaan lahan (Astuti, 2016: Istiningdiah, 2023).

### **1.8 Algoritma CA-Markov**

*Cellular Automata Markov Chain (CA-Markov)* merupakan metode yang tepat untuk mendapatkan matrik probabilitas transisi dari periode penggunaan lahan dimasa lalu yang digunakan dalam memprediksi penggunaan periode dimasa depan atau masa mendatang (Aryaguna dkk., 2020). Metode ini juga merupakan sistem dinamis yang bisa beroperasi dengan ruang dalam data raster dimana data ini dapat didefinisikan ke dalam data binari atau diskrit dan perilakunya dipengaruhi oleh ketetanggan/*neighbourhood* (Aryaguna dkk., 2020).

Komponen utama dari metode *Cellular Automata (CA)* adalah *cell* (piksel) yaitu unit dasar spasial dalam ruang seluler, *state*, ketanggaan yang merupakan serangkaian sel yang bisa berinteraksi dan *transition rule/transition function* yang merupakan sebuah respon perubahan suatu sel dalam menanggapi kondisi saat ini dan ketetanggaan (Aryaguna dkk., 2020). Simulasi prediksi perubahan penggunaan lahan dengan perangkat terrset/idrisi ini dengan model *CA-Markov* ini merupakan model kombinasi dari *Multi-Objective Lan Allocation (MOLA)* dan *Markov Chain*.

Konsep *CA-Markov* yang dikemukakan oleh Chow dan Maithani (2014) dalam penelitian (Kurniarto, 2018) secara garis besar atau secara umum sebagai berikut :

1. Tingkat dasar *CA-Markov* merupakan susunan dari sel atau piksel pada suatu ruang dan waktu tertentu yang dapat berubah dan mempengaruhi tetangganya berdasarkan seperangkat aturan transisi yang diterapkan. *CA-Markov* ini merupakan pemodelan sebuah piranti pemodelan yang dapat berbentuk 2 dimensi.
2. *State* merupakan suatu keadaan menjadi sebuah variabel dimana setiap nilai sel berbeda-beda pada setiap kondisinya.
3. *Transition rules* merupakan seperangkat aturan yang digunakan dalam penentuan sel. Status sel pada waktu (t+1) sebagai respon terhadap status saat ini dan nilai sel tetangganya pada waktu (t). Adapun secara matematis, *CA-Markov* dirumuskan :

$$|S_{t+1}| = f\{S_t\} \{I_{th}\}$$

Keterangan :

$S_{t+1}$ : keadaan pada waktu (t+1),

$S_t$ : keadaan sel pada waktu ( $t$ )

$\{I_{th}\}$ : kondisi neighbourhood serta fungsi  $f$  mengacu pada transition rules,

$\{t\}$ : jeda waktu temporal dan  $\{h\}$  yaitu ukuran ketetanggaan (neighbourhood).

4. *Cell* yaitu unit dari geometrik grid.
5. *Neighbourhood* yaitu kedekatan sel pusat terhadap tetangganya. Aspek ketetanggaan mempunyai dua dimensi model yaitu neuman model dengan 4 (empat) tetangga sel dan moore model dengan 8 (delapan) tetangga sel (Septiono dan Mussadun, 2016).

Data penginderaan jauh khususnya citra landsat dapat memberikan kemungkinan kesesuaian dalam melakukan pemantauan perubahan penggunaan lahan dengan menggunakan *CA-Markov* yang merupakan teknologi geospasial yang telah berkembang (Leta 2021). Akibat semakin banyaknya citra penginderaan jauh dengan resolusi spasial tinggi telah tersedia, memudahkan menentukan faktor pendorong terkait spasial yang mempengaruhi pertumbuhan perkotaan yang dapat diekstraksi dari citra dengan menggunakan perangkat lunak penambangan data profesional dan kemudian dibangun pemodelan *CA-Markov* (Liu dkk., 2016).

### **1.9 Konsep Rencana Tata Ruang Wilayah**

Pola ruang dan struktur ruang dalam Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) merujuk pada cara di mana wilayah atau daerah tersebut diatur dan direncanakan secara spasial. Menurut Sujarto (2008), pola ruang dalam RTRW menggambarkan "penempatan dan penataan spasial dari aktivitas manusia di suatu wilayah", sedangkan struktur ruang merujuk pada "keterkaitan spasial antara berbagai aktivitas yang dilakukan dalam wilayah tersebut".

Pola ruang dalam RTRW mencakup aspek-aspek seperti zonasi wilayah untuk pemukiman, industri, pertanian, konservasi, dan lainnya. Struktur ruang melibatkan pola hubungan spasial antara zona-zona tersebut, termasuk pola jaringan transportasi dan komunikasi serta pola arus barang dan manusia antar wilayah (Purnomo, 2015).

Dengan demikian, pemahaman yang jelas tentang pola ruang dan struktur ruang RTRW memainkan peran kunci dalam pembangunan wilayah yang berkelanjutan, memperhitungkan kebutuhan sosial-ekonomi, lingkungan, dan keberlanjutan wilayah tersebut (Dewi, 2017).

### **1.5.2 Penelitian Sebelumnya**

Penelitian mengenai pemanfaatan penginderaan jauh untuk memprediksi perubahan tutupan lahan terbangun menggunakan metode *Cellular Automata* pernah dilakukan oleh beberapa penelitian, diantaranya oleh Ulfi Istiningdiah (2023) dengan judul "Perubahan Tutupan Lahan Di Kecamatan Gedong Tataan Kabupaten Pesawaran" memiliki tujuan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan pada Tahun 2010-2020 dan memprediksi tutupan lahan pada tahun 2030 menggunakan metode *Artificial Neural Network* dan *Cellular Automata*. Metode penelitian dilakukan dengan analisis Sistem Informasi Geografis menggunakan software ArcGIS 10.7 dan Quantum GIS 2.18. Data yang digunakan adalah citra Landsat 5 tahun 2010 dan Landsat 8 tahun 2015 dan 2020 serta variabel pendorong perubahan prediksi tutupan lahan yang digunakan yaitu jarak terhadap jalan, jarak terhadap lahan terbangun, dan kemiringan lereng. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan tutupan lahan di Kecamatan Gedong tataan pada tahun 2010-2020 berupa penambahan luas pada lahan terbangun sebesar 2.155,87 Ha dan pertanian lahan kering bertambah 336,91 Ha, sementara penggunaan lahan yang berkurang luasnya adalah pertanian lahan basah sebesar 312,43 Ha, semak belukar berkurang 1.465,5 Ha, dan hutan yang luasnya berkurang sebesar 914,85 Ha, prediksi penggunaan lahan pada Tahun 2030 pada lahan terbangun diprediksi akan mencapai 3.613,50 Ha, kemudian pertanian lahan basah diprediksi luasnya sebesar 1.381,22 Ha, pertanian lahan kering luasnya diprediksi sebesar 7.631,20 Ha, dan hutan yang diprediksi luasnya 2.540,20 Ha.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Pratama Rohim (2023) dengan judul "Permodelan perubahan Tutupan Lahan Dengan *Cellular Automata* Dan *Artificial Neural Network* Di Kecamatan Pringsewu" memiliki tujuan untuk mengetahui

perubahan tutupan lahan dan memprediksi tutupan lahan yang ada di Kecamatan Pringsewu tahun 2030 menggunakan model *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Cellular Automata* (CA). Citra yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Citra landsat 8 tahun 2015, 2018 dan 2021. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu digitasi menggunakan *maximum likelihood* dan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan menggunakan *combine*. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan tutupan lahan di Kecamatan Pringsewu tahun 2015-2021 mengalami penambahan pada kelas lahan terbangun sebesar 11,03% atau 529,77 Ha dan lahan terbuka mengalami pengurangan sebesar 3,88 % atau 186,62 Ha. Pemodelan perubahan tutupan lahan dengan ANN menunjukkan hasil model yang cukup baik, dibuktikan dengan hasil validasi. Hasil validasi model menunjukkan nilai indeks kappa sebesar 0,659. Adapun tutupan lahan yang berpeluang beralihfungsi menjadi tutupan lahan lainnya adalah hutan dan pertanian lahan basah.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Ahmad Firman Ashari, dkk. (2022) dengan judul “Model Spasial Pengendalian Area Terbangun Di Kota Makassar” yang memiliki tujuan memprediksi perubahan penggunaan lahan di Kota Makassar hingga tahun 2034, menyusun arahan pengendalian area terbangun. 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), dilanjutkan dengan pengumpulan 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. Hasil penelitian ini menunjukkan pola perubahan penggunaan lahan yaitu hanya permukiman, lahan terbangun dan lahan terbuka yang mengalami peningkatan luasan dalam periode analisis. pada skenario Pembatasan Area Terbangun (PAT), 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.

Penelitian sejenisnya dilakukan oleh Muhammad Asif, dkk (2022) dengan judul “Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan dan Tutupan Lahan dan Prediksi Menggunakan *CA-Markov* dan *Random Forest*” memiliki tujuan Merencanakan alokasi LULC di seluruh wilayah gurun untuk tahun 1990, 2006 dan 2022. menggunakan metode *Cellular Automata Markov (CA-Markov)* dan *Random Forest*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan pemukiman dengan kepadatan tinggi dan kepadatan rendah akan tumbuh dari 8,12 menjadi 12,26 km<sup>2</sup> dan dari 18,10 menjadi 28,45 km<sup>2</sup> pada tahun 2022 dan 2038, sebagaimana disimpulkan dari perubahan yang terjadi pada tahun 1990 hingga 2022. Proyeksi LULC untuk tahun 2038 menunjukkan bahwa akan terjadi peningkatan urbanisasi di wilayah tersebut, dengan kemungkinan pembangunan di lahan pertanian di arah barat dan utara, serta pertumbuhan di pusat pemukiman.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Dehe Xu, Dkk (2022) dengan judul “Kekuatan Pendorong dan Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Perkotaan Berdasarkan Geodetektor dan Model *CA-Markov*: Studi Kasus di Zhengzhou, Tiongkok” memiliki tujuan untuk menganalisis karakteristik spasial dan temporal serta faktor pendorong perubahan penggunaan lahan perkotaan, dan melakukan simulasi pola spasial penggunaan lahan perkotaan di masa depan. menggunakan metode *Cellular Automata Markov (CA-Markov)* dan Geodetektor. Hasil penelitian menunjukkan tipe penggunaan lahan di kota Zhengzhou sebagian besar adalah lahan pertanian dan lahan konstruksi, luas lahan hutan, padang rumput, wilayah perairan, dan lahan tidak terpakai lebih kecil, dan perubahan penggunaan lahan utama adalah transformasi lahan pertanian menjadi konstruksi. tanah. Pengecekan akurasi data tipe penggunaan lahan simulasi tahun 2020 menunjukkan koefisien kappa mencapai 0,9445 yang memenuhi syarat akurasi, kemudian berdasarkan data prediksi penggunaan lahan pada tahun 2025, ditemukan bahwa luas padang rumput, lahan konstruksi, dan perairan mungkin berkurang, dan luas lahan pertanian, hutan, dan lahan tidak terpakai mungkin bertambah

Penelitian ini memiliki persamaan dan perbedaan dengan penelitian – penelitian sebelumnya. Persamaan pada penelitian **Ulfi Istiningdiah (2023)** adalah pada penggunaan metode permodelan *CA-Markov* dengan pemilihan citra landsat 5 tahun 2010 dan citra landsat 8 tahun 2015 dan 2020, sedangkan perbedaan yang dilakukan penulis terletak pada pemilihan lokasi dan juga tahun citra satelit landsat tahun 2000, 2013 dan 2023 untuk memprediksi perubahan tutupan lahan tahun 2031. Persamaan dengan penelitian lain **Pratama Rohim (2023)** adalah pada penggunaan metode *CA-Markov* dan metode klasifikasi *maximum likelihood* dengan pemilihan citra tahun 2015, 2018 dan 2021, sedangkan perbedaan yang dilakukan penulis terletak pada pemilihan lokasi, metode SVM untuk mengklasifikasi tutupan lahan dan juga tahun citra satelit landsat tahun 2000, 2013 dan 2023 untuk memprediksi perubahan tutupan lahan tahun 2031. Persamaan dengan penelitian lain Ahmad **Firman Ashari, dkk. (2022)** adalah penggunaan metode *CA-Markov* dengan pemilihan citra tahun 2012 dan 2022 untuk mengevaluasi peta pola ruang kota makassar tahun 2015-2034, sedangkan perbedaan yang dilakukan penulis terletak pada pemilihan lokasi, metode klasifikasi yang digunakan SVM dan juga citra satelit landsat tahun 2000, 2013 dan 2023 untuk memprediksi perubahan tutupan lahan tahun 2031 yang kemudian dievaluasi dengan RTRW kota magelang tahun 2011-2031. Persamaan dengan penelitian lainnya **Danis novianto (2023)** adalah pada penggunaan metode *CA-Markov* untuk membuat permodelan prediksi lahan sawah tahun 2029 dengan pemilihan tahun 1999, 2008 dan 2019, sedangkan perbedaan yang dilakukan penulis terletak pada objek kajian penelitian yang berfokus pada tutupan lahan terbangun, pemilihan lokasi dan tahun citra landsat 2000, 2013 dan 2023. Untuk lebih ringkasnya, penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 1.3 berikut.

Tabel 1.3 Perbandingan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian – penelitian sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Ulfi Istiningdiah (2023)	Perubahan Tutupan Lahan di Kecamatan Gedong Tataan Kabupaten Pesawaran	Bertujuan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan pada Tahun 2010-2020 dan memprediksi tutupan lahan pada tahun 2030	Metode Artificial Neural Network dan Cellular Automata. Data yang digunakan adalah citra Landsat 5 tahun 2010 dan Landsat 8 tahun 2015 dan 2020 serta variabel pendorong perubahan prediksi tutupan lahan yang digunakan yaitu jarak terhadap jalan, jarak terhadap lahan terbangun, dan kemiringan lereng.	perubahan tutupan lahan di Kecamatan Gedong Tataan pada Tahun 2010-2020 berupa penambahan luas pada lahan terbangun sebesar 2.155,87 Ha dan pertanian lahan kering bertambah 336,91 Ha, sementara penggunaan lahan yang berkurang luasnya adalah pertanian lahan basah sebesar 312,43 Ha, semak belukar berkurang 1.465,5 Ha, dan hutan yang luasnya berkurang sebesar 914,85 Ha, prediksi penggunaan lahan pada Tahun 2030 pada lahan terbangun diprediksi akan



Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
				mencapai 3.613,50 Ha, kemudian pertanian lahan basah diprediksi luasnya sebesar 1.381,22 Ha, pertanian lahan kering luasnya diprediksi sebesar 7.631,20 Ha, dan hutan yang diprediksi luasnya 2.540,20 Ha.
Pratama Rohim (2023)	“Permodelan perubahan Tutupan Lahan Dengan Cellular Automata Dan Artificial Neural Network di Kecamatan Pringsewu”	tujuan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan dan memprediksi tutupan lahan yang ada di Kecamatan Pringsewu tahun 2030 menggunakan model Artificial Neural Network (ANN) dan	Citra yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Citra landsat 8 tahun 2015, 2018 dan 2021. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu digitasi menggunakan Maximum Likelihood dan untuk	Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan tutupan lahan di Kecamatan Pringsewu tahun 2015-2021 mengalami penambahan pada kelas lahan terbangun sebesar 11,03% atau 529,77 Ha dan lahan terbuka mengalami pengurangan sebesar 3,88 % atau 186,62 Ha. Permodelan perubahan tutupan

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
		Cellular Automata (CA).	menganalisis perubahan tutupan lahan menggunakan combine.	lahan dengan ANN menunjukkan hasil model yang cukup baik, dibuktikan dengan hasil validasi. Hasil validasi model menunjukkan nilai indeks kappa sebesar 0,659. Adapun tutupan lahan yang berpeluang beralihfungsi menjadi tutupan lahan lainnya adalah hutan dan pertanian lahan basah.
Ahmad Firman Ashari, dkk. (2022)	Model Spasial Pengendalian Area Terbangun di Kota Makassar	1. memprediksi perubahan penggunaan lahan di Kota Makassar hingga tahun 2034	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	Hasil penelitian ini menunjukkan pola perubahan penggunaan lahan yaitu hanya permukiman, lahan terbangun dan lahan terbuka yang mengalami peningkatan luasan dalam periode analisis. pada scenario

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
		2. menyusun arahan pengendalian area terbangun.	tahun 2022 yang diperoleh dari Lembaga Penelitian dan Antariksa (LAPAN). Dijalanjutkan dengan pengumpulan 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.	Pembatasan Area Terbangun PAT, 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

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
				Kota Makassar hingga tahun 2034.
Muhammad Asif, Dkk (2023)	Modelling of land use and land cover changes and prediction using CA-Markov and Random Forest	Merencanakan alokasi LULC di seluruh wilayah gurun untuk tahun 1990, 2006 dan 2022.	menggunakan metode Cellular Automata Markov (CA-Markov) dan Random Forest.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kawasan pemukiman dengan kepadatan tinggi dan kepadatan rendah akan tumbuh dari 8,12 menjadi 12,26 km <sup>2</sup> dan dari 18,10 menjadi 28,45 km <sup>2</sup> pada tahun 2022 dan 2038, sebagaimana disimpulkan dari perubahan yang terjadi pada tahun 1990 hingga 2022. Proyeksi LULC untuk tahun 2038 menunjukkan bahwa akan terjadi peningkatan urbanisasi di wilayah tersebut, dengan kemungkinan pembangunan di

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
				lahan pertanian di arah barat dan utara, serta pertumbuhan di pusat pemukiman.
Dehe Xu, Dkk (2022)	Driving forces and prediction of urban land use change based on the geodetector and CA-Markov model: a case study of Zhengzhou, China	Tujuan untuk menganalisis karakteristik spasial dan temporal serta faktor pendorong perubahan penggunaan lahan perkotaan, dan melakukan simulasi pola spasial penggunaan lahan perkotaan di masa depan.	menggunakan metode Cellular Automata Markov (CA-Markov) dan Geodetektor.	Hasil penelitian menunjukkan tipe penggunaan lahan di kota Zhengzhou sebagian besar adalah lahan pertanian dan lahan konstruksi, luas lahan hutan, padang rumput, wilayah perairan, dan lahan tidak terpakai lebih kecil, dan perubahan penggunaan lahan utama adalah transformasi lahan pertanian menjadi konstruksi. tanah. Pengecekan akurasi data tipe penggunaan lahan simulasi tahun 2020 menunjukkan koefisien

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
				kappa mencapai 0,9445 yang memenuhi syarat akurasi kemudian berdasarkan data prediksi penggunaan lahan pada tahun 2025, ditemukan bahwa luas padang rumput, lahan konstruksi, dan perairan mungkin berkurang, dan luas lahan pertanian, hutan, dan lahan tidak terpakai mungkin bertambah
Aldi Putra Dwi Prasetya (2024)	Prediksi Spasial Perkembangan Lahan Terbangun Di Kawasan Perkotaan Kabupaten Semarang Tahun 2031	1. Menganalisis perubahan tutupan lahan terbangun tahun 2000, 2013 dan 2023 di Kota Magelang.	Metode SVM untuk mengklasifikasikan tutupan lahan yang berfokus pada lahan terbangun dan non terbangun, lalu	1) Penutup Lahan terbangun di tahun 2000 seluas 8,49 km <sup>2</sup> pada tahun ini penutup lahan terbangun lebih sedikit dibanding penutup lahan non terbangun dengan luas 9,36 km <sup>2</sup>

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
	Menggunakan <i>CA-Markov</i>	<p>2. Membuat prediksi perubahan tutupan lahan di Kota Magelang Tahun 2031 menggunakan model CA-Markov.</p> <p>3. Mengevaluasi kesesuaian perubahan tutupan lahan terbangun dan non terbangun prediksi tahun 2031 terhadap RTRW Kota Magelang.</p>	<p>melakukan pemodelan tutupan lahan terbangun dengan <i>CA-Markov</i> tahun 2023 untuk memprediksi tahun 2031. Uji akurasi menggunakan Hasil nilai Kappa</p>	<p>hingga pada tahun 2013 tutupan lahan terbangun meningkat menjadi 9,20 km<sup>2</sup> dan di tahun 2023 mengalami peningkatan luas kembali menjadi 10,58 km<sup>2</sup>,  2) Tutupan lahan terbangun diprediksi pada tahun 2031 mengalami peningkatan luasan mencapai 1,58 km<sup>2</sup> dan tutupan lahan non terbangun mengalami penyusutan mencapai 1,58 km<sup>2</sup> dan hasil prediksi tahun 2031 tutupan lahan terbangun seluas 12,17 km<sup>2</sup> dan tutupan lahan non terbangun seluas 5,69 km<sup>2</sup>.  3) Pemodelan prediksi tutupan lahan tahun 2031 yang</p>

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
				<p>dibandingkan dengan pola ruang RTRW Kota Magelang tahun 2011-2031 menghasilkan tingkat kesesuaian seluas 12,05 km<sup>2</sup> atau mencapai 67,46 % sudah sesuai dengan arahan dan 5,81 km<sup>2</sup> atau 32,54 % tidak sesuai dengan arahan pemanfaatan pola ruang.</p>



## 1.6 Kerangka Penelitian

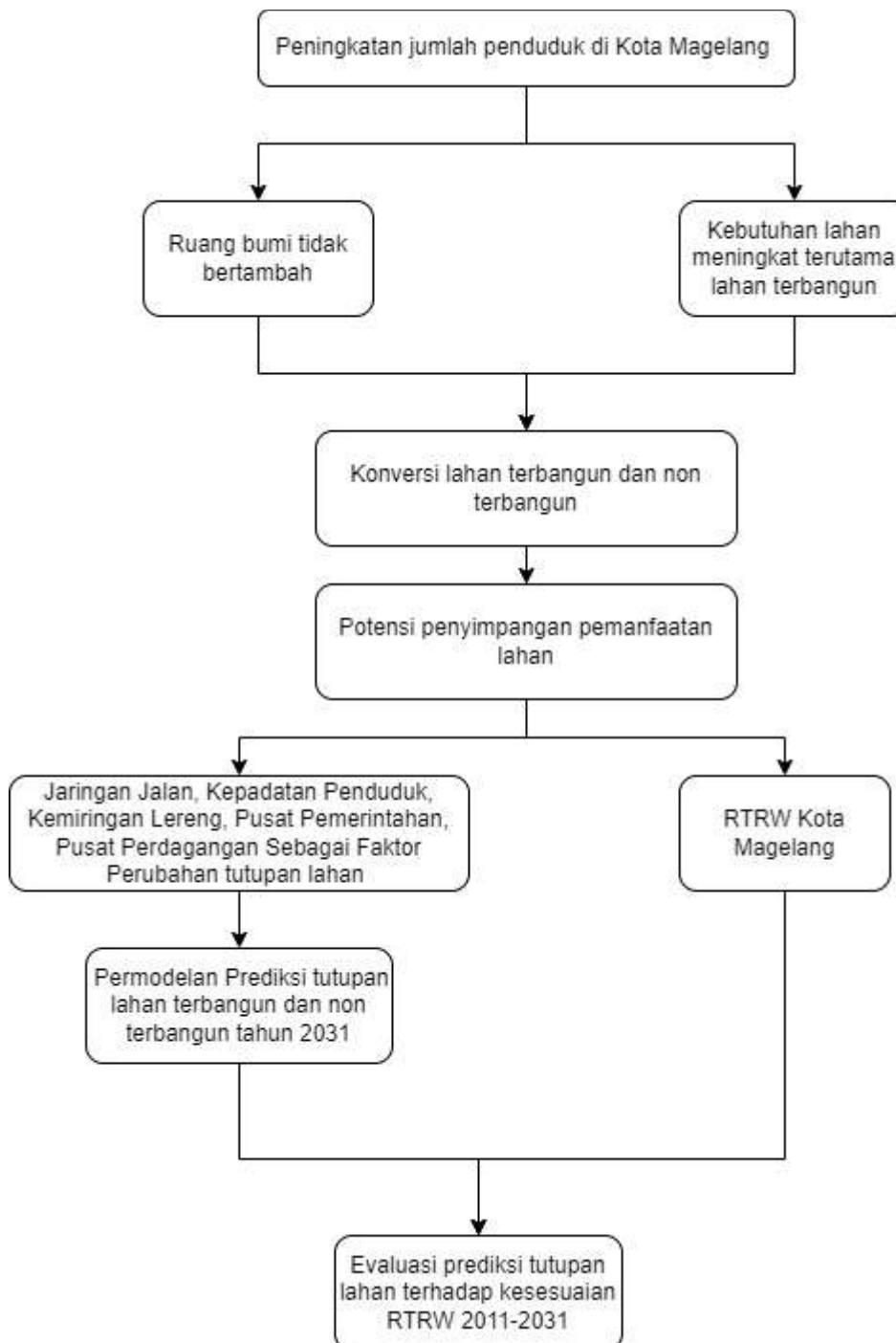
Keberlangsungan hidup manusia dalam melakukan aktivitasnya berhubungan dengan lahan. Manusia membutuhkan lahan dalam melaksanakan kegiatannya sehari – hari baik dalam kegiatan sosial, ekonomi, maupun budaya. Perkembangan manusia yang meliputi pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan kebutuhan akan menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan lahan sehingga pemanfaatan lahan disesuaikan dengan kebutuhan manusia.

Lahan sebagai sumber daya alam yang keberadaannya terbatas tidak mampu mencukupi semua kebutuhan manusia akan lahan sehingga terjadilah perubahan tutupan lahan dari tutupan lahan tertentu menjadi tutupan lahan lain. Perubahan tutupan lahan dapat memberi dampak yang positif yakni sebagai upaya pembangunan maupun dampak negatif apabila perubahan tutupan lahan tidak memperhatikan kesesuaian lahan terhadap peruntukannya sehingga akan menimbulkan dampak kerusakan lahan maupun berpotensi menyebabkan bencana.

Kota Magelang merupakan pusat Kabupaten Magelang yang memiliki aktivitas penduduk yang cukup beragam serta jumlah penduduk yang mengalami peningkatan setiap tahunnya berdasarkan BPS Kota Magelang. Dalam hal ini, meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas manusia dalam aspek sosial ekonomi akan selaras dengan meningkatnya kebutuhan terhadap lahan sehingga keterbatasan lahan yang tersedia akan memicu terjadinya perubahan penggunaan lahan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui luas lahan terbangun dan tutupan lahan apa saja yang mengalami perubahan serta memprediksi tutupan lahan terbangun di masa depan karena Kota Magelang berpotensi untuk berkembang dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk. Dengan demikian penelitian ini dapat memberikan informasi bagi pihak – pihak terkait tentang perubahan tutupan lahan dan bahan pertimbangan dalam mengevaluasi tutupan lahan agar dapat

menentukan arah kebijakan lahan terbangun yang lebih baik. Alur kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.3



Gambar 1.3 Kerangka Penelitian