

Tabel 1.
Teknik Pengumpulan Data

No.	Data	Sumber Data	Teknik/Sumber
1.	Penggunaan Lahan Tahun 2021	Wilayah Penelitian	Observasi
2.	Variabel yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan terbangun	Stakeholder terkait	Kuesioner
3.	Bobot setiap variabel yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan terbangun	Stakeholder terkait	Kuesioner
4.	Penggunaan Lahan Perkotaan Ngawi Tahun 2011	RTRW Kabupaten Ngawi Tahun 2011-2030	Dinas PUPR Kabupaten Ngawi
5.	Citra Satelit	SAS Planet, Google Earth	-
6.	Fasilitas Perkotaan	RTRW Kabupaten Ngawi Tahun 2011-2030, Kecamatan Dalam Angka	Dinas PUPR Kabupaten Ngawi, BPS Kabupaten Ngawi
7.	Data Fisik Dasar	RTRW Kabupaten Ngawi Tahun 2011-2030	Dinas PUPR Kabupaten Ngawi

Tabel 2.
Matrik Perubahan Lahan Tahun 2011-2021

		Penggunaan Lahan 2011									Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Penggunaan Lahan 2021	1	332						69			401
	2		23								23
	3			1176							1176
	4				46						46
	5					1662					1662
	6						85				85
	7							10029			10029
	8								308		307
	9					15,4			118,0	5178	5312
Total		331	23	1176	46	1678	85	10216	307	5178	19041

industri dan perhubungan. Lebih lanjut didalam RTRW Kabupaten Ngawi juga dijelaskan bahwa Perkotaan Ngawi ditetapkan sebagai pengembangan kawasan strategis kabupaten bidang ekonomi yang ada di wilayah Kabupaten Ngawi yaitu pengembangan Kawasan peruntukan industri.

Pengembangan kawasan industri ini dapat memicu munculnya lahan-lahan terbangun baru karena meningkatnya akan permintaan lahan terbangun terutama hunian bagi para tenaga kerja di kawasan industri. Adanya pembangunan dan pengembangan industri juga dapat menimbulkan permasalahan baru, terutama dalam masalah perubahan alih fungsi lahan yang tidak sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah [5].

Berdasarkan latar belakang tersebut, analisis untuk memantau tingkat perubahan penggunaan lahan menjadi hal penting bagi para perencana dan penyusun kebijakan agar pertumbuhan dan perkembangan sesuai dengan rencana yang ada.

Karena perubahan lahan seringkali terjadi pada lahan sawah baik yang telah ditetapkan dapat berubah maupun tidak dapat berubah. Hal ini ditujukan agar perubahan lahan ke lahan terbangun tidak menyimpang dari rencana tata ruang yang berlaku di Kabupaten Ngawi.

II. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang ada pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi dan kuesioner. Pengumpulan data sekunder diperoleh melalui instansi atau studi literatur (Tabel 1).

B. Metode Analisis

Metode analisis dalam penelitian, meliputi:

1) Mengidentifikasi Perubahan Penggunaan Lahan di Perkotaan Ngawi.

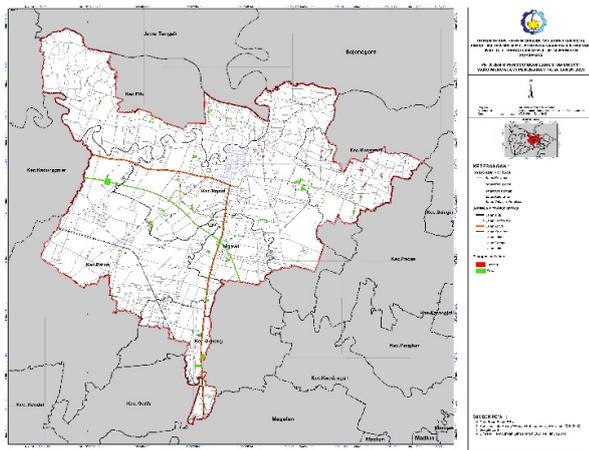
Identifikasi perubahan penggunaan lahan pada wilayah penelitian dilakukan dengan *digitation on screen* pada peta penggunaan lahan tahun 2011 dari RTRW Kabupaten Ngawi menggunakan bantuan citra satelit (*google earth*). Kemudian hasil *digitation on screen* akan dioverlay dengan peta penggunaan lahan tahun 2011. Hal ini dilakukan untuk memperoleh peta penggunaan lahan eksisting tahun 2021 dan untuk melihat besar perubahan penggunaan lahan yang terjadi. Untuk memastikan jenis penggunaan lahan dilakukan validasi lapangan melalui *ground check* penggunaan lahan eksisting di wilayah penelitian (Tabel 1).

2) Menentukan Variabel yang Mempengaruhi Perubahan Penggunaan Lahan di Perkotaan Ngawi

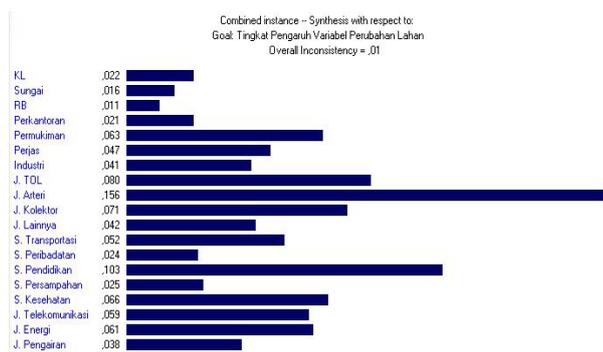
Variabel yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan di setiap wilayah berbeda-beda. Maka dari itu diperlukan analisis untuk mengetahui variabel yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan di Perkotaan Ngawi melalui studi literatur dan mengkonfirmasi ke *stakeholder*. Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis AHP. AHP dapat menyederhanakan persoalan yang kompleks dan tidak tersruktur dan merubah kedala bentuk hirarki memakai nilai numerik yang menggantikan persepsi manusia dalam melakukan perbandingan berpasangan [6]. Adapun analisis dilakukan dengan bantuan *software expert choice*.

3) Merumuskan Prediksi Perkembangan Penggunaan Lahan di Perkotaan Ngawi

Pada tahap prediksi perubahan penggunaan lahan di Perkotaan Ngawi digunakan metode *cellular automata*. Dengan menggunakan teknik komputasi, *Cellular Automata* merupakan metode terbaik saat ini dalam melakukan simulasi spasial, termasuk simulasi *landuse* [7]. Permodelan *Cellular Automata* biasanya terdiri dari empat elemen yaitu sel,



Gambar 2. Jenis lahan yang mengalami perubahan lahan pada tahun 2011-2021.



Gambar 3. Hasil perbandingan variabel dengan AHP.

kesesuaian, neighborhood dan aturan-aturan [8]. landusesim merupakan software simulasi dan pemodelan spasial berbasis grid/cell dengan input yg terdiri dari peta kesesuaian, neighborhood dan transition rule.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Wilayah

Wilayah yang menjadi lokasi penelitian berada pada Perkotaan Ngawi, Kabupaten Ngawi yang memiliki luas 19031,82 Ha sesuai dengan arahan dari RTRW Kabupaten Ngawi dimana wilayahnya termasuk dalam 5 (lima) wilayah administrasi kecamatan yaitu Kecamatan Ngawi, Geneng, Pitu, Kasreman dan Paron. Letak geografis Kota Ngawi adalah 80 1' 28" - 80 22' 2" LS dan 1140 4' 36" - 1140 7' 2" BT. Batas wilayah Perkotaan Ngawi adalah pada Gambar 1.

- a. Sebelah Utara : Kabupaten Bojonegoro
- b. Sebelah Timur : Desa Kiyoten, Cangakan, dan Kasreman
- c. Sebelah Selatan : Desa Jururejo, Beran, dan Kartoharjo
- d. Sebelah Barat : Desa Watualang, Kecamatan Pitu

B. Mengidentifikasi Perubahan Penggunaan Lahan Di Perkotaan Ngawi Tahun 2021

Penggunaan lahan eksisting Perkotaan Ngawi tahun 2021 diperoleh dengan melakukan pembaruan dan penyesuaian penggunaan lahan tahun 2011 yang diperoleh dari RTRW Kabupaten Ngawi tahun 2011-2031, menggunakan metode digitation on screen pada Google Earth. Pertimbangan penggunaan Google Earth sebagai media pembaruan dan penyesuaian penggunaan lahan karena memiliki citra yang

Tabel 3. Teknik Pengumpulan Data

No	Sub Variabel	Sumber
1	Kemiringan lereng	Sadewo & Buchori (2018), Sujarto (1992) dalam Rusdi (2013)
2	Sungai	Sadewo & Buchori (2018)
3	Rawan bencana	Sadewo & Buchori (2018)
4	Perkantoran	Sadewo & Buchori (2018)
5	Permukiman	Sadewo & Buchori (2018)
6	Perdagangan dan jasa	Sadewo & Buchori (2018), Sinulingga (2005)
7	Industri	Sadewo & Buchori (2018)
8	Jalan Tol	Perpres no 122 tahun 2016
9	Jalan Arteri	Perpres no 122 tahun 2016
10	Jalan Kolektor	Perpres no 122 tahun 2016
11	Jalan Lainnya	Perpres no 122 tahun 2016
12	Sarana Transportasi	Perpres no 122 tahun 2016
13	Sarana Peribadatan	Sadewo & Buchori (2018)
14	Sarana Pendidikan	Sadewo & Buchori (2018), Sinulingga (2005), Perpres no 122 tahun 2016
15	Sarana persampahan dan limbah	Perpres no 122 tahun 2016
16	Sarana Kesehatan	Sadewo & Buchori (2018), Sinulingga (2005), Perpres no 122 tahun 2016
17	Jaringan Telekomunikasi	Perpres no 122 tahun 2016
18	Jaringan Energi	Perpres no 122 tahun 2016
19	Jaringan Pengairan	Perpres no 122 tahun 2016

tingkat kedetailan yang lebih tinggi di dibandingkan dengan citra landsat. Selain itu, pada Google Earth dapat menampilkan informasi terkait lokasi-lokasi yang terdapat di Perkotaan Ngawi yang dapat digunakan untuk mendetailkan jenis penggunaan lahan.

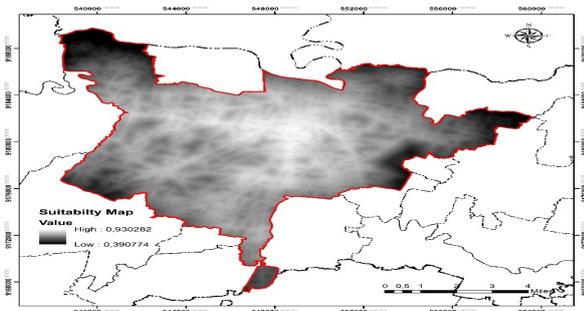
Validasi lapangan dilakukan untuk mengkonfirmasi apabila terdapat ketidak cocokan penggunaan lahan terhadap kondisi eksisting. Pada penelitian ini validasi lapangan dilakukan melalui ground check dengan bantuan GPS (Global Positioning System).

Perubahan penggunaan lahan yang terjadi antara tahun 2011 sampai tahun 2021 terjadi perubahan lahan non terbangun menjadi lahan terbangun seluas 202,8 ha. Perubahan ini terjadi pada lahan sawah sebesar 187,4 ha dan ladang sebesar 15,4 ha (Tabel 2). Perubahan terjadi akibat adanya pembangunan infrastruktur jalan tol, industri dan permukiman. Gambar 2 merupakan komposisi lahan yang mengalami perubahan.

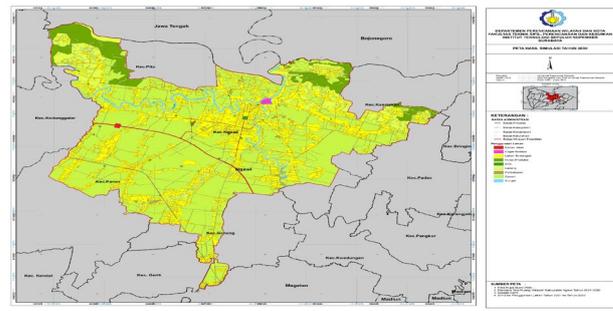
C. Variabel yang Mempengaruhi Perubahan Lahan Di Perkotaan Ngawi

Dalam penelitian ini variabel yang mempengaruhi terjadinya perubahan lahan di Perkotaan Ngawi diperoleh melalui tinjauan pustaka dengan melakukan studi literatur (Tabel 3).

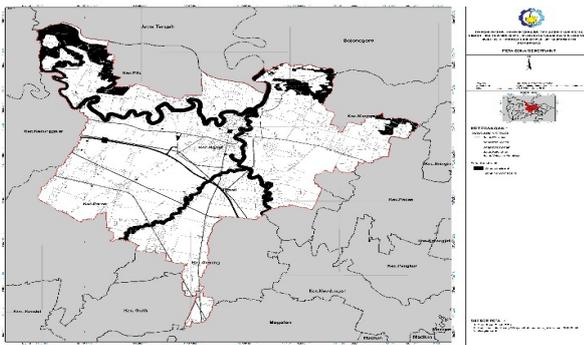
Proses selanjutnya adalah menentukan bobot dari masing-masing variabel dengan stakeholder. Adapun stakeholder terkait dipilih berdasarkan tingkat kepentingan dan pengaruh yang dimiliki. Kemudian melakukan rangking dan pembobotan dengan menggunakan software expert choice. Hasil analisis diketahui jalan tol, sarana pendidikan dan jalan tol merupakan variabel yang memiliki pengaruh palung tinggi (Gambar 3).



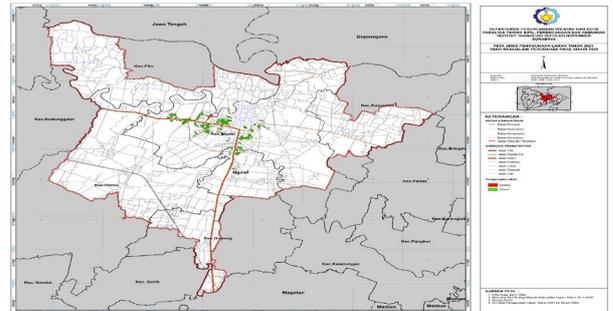
Gambar 4. Suitability maps.



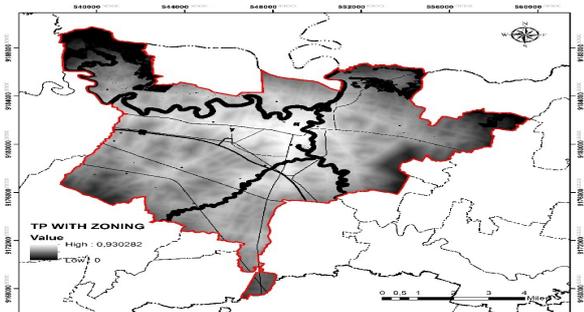
Gambar 7. Hasil simulasi perubahan lahan tahun 2030.



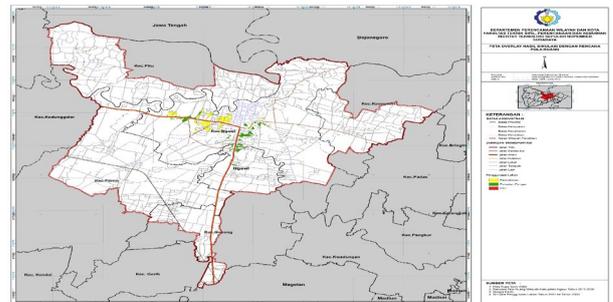
Gambar 5. Zona constraint.



Gambar 8. Jenis lahan yang mengalami perubahan



Gambar 6. TP with zoning.



Gambar 9. Rencana pola ruang pada area hasil simulasi.

D. Simulasi Perubahan Penggunaan Lahan

Simulasi perubahan penggunaan lahan simulasi lahan adalah sebagai berikut:

1) Analisis Kebutuhan Lahan Terbangun Tahun 2030

Analisi prediksi kebutuhan lahan dilakukan untuk mengetahui besar luas kebutuhan lahan untuk mengetahui potensi pertumbuhan lahan. Kebutuhan lahan pada penelitian ini ditentukan berdasarkan tren perubahan lahan yang terjadi pada tahun 2011-2021 (Gambar 4). Rentang waktu yang akan diambil adalah 9 tahun sehingga pada penelitian ini akan disimulasikan ke tahun 2030 menyesuaikan sisa masa berlaku RTRW Kabupaten Ngawi 2011-2030. Kebutuhan untuk lahan terbangun adalah 176,83 Ha atau apabila di konversi dengan sel 25x25 maka dibutuhkan penambahan 2829 sel.

2) Membuat Suitability Maps

Suitability maps merupakan peta hasil overlay dari faktor-faktor pengaruh perubahan yang telah melewati tahap fuzzy set. Pada tahap ini dilakukan perhitungan pembobotan menggunakan tools weighted raster yang ada pada software ArcMap. Nilai yang dimasukkan didasarkan pada hasil ahp, dimana semakin besar nilai yang diperoleh suatu faktor berarti memiliki pengaruh yang tinggi terhadap perubahan lahan dan sebaliknya.

3) TP with Zoning

TP with zoning merupakan peta transisi yang diperoleh melalui overlay antara faktor pertumbuhan lahan dan zona constraint (Gambar 6). Zona constraint pada penelitian ini adalah hutan produksi, cagar budaya, RTH, jalan tol, sempadan jalan, sempadan rel kereta api, sempadan energi, dan sempadan sungai (Gambar 5).

4) Membuat Transition Rules

Transition rules merupakan input dari beberapa data dibawah ini.

- a. Jenis penggunaan lahan yang akan disimulasikan, penelitian ini akan mensimulasikan jenis penggunaan lahan terbangun.
- b. Growth, merupakan besar luasan yang akan bertambah pada penggunaan lahan terbangun yang berupa sel. Sesuai pada analisis sebelumnya kebutuhan lahan terbangun berdasarkan tren perubahan lahan yang terjadi adalah 176,83 Ha atau 2829 sel.
- c. Transition potential map, merupakan peta transisi yang menggambarkan potensi pertumbuhan lahan dan diperoleh melalui overlay antara faktor pertumbuhan lahan dan zona constraint.
- d. Land constraint, merupakan jenis penggunaan lahan yang pengembangannya dibatasi sehingga tidak akan berubah seperti cagar budaya, jaringan jalan, sungai, RTH, hutan produksi.

Tabel 4.
Matrik Perubahan Lahan Hasil Simulasi

		Pergunaan Lahan Tahun 2030 (Simulasi)									Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Pergunaan Lahan Tahun 2021 (Eksisting)	1	401									400
	2		23								23
	3			1176							1176
	4				45						45
	5					1653				9	1662
	6						85				85
	7							9860		167	10027
	8								307		307
	9									5306	5306
Total		401	23	1176	45	1653	85	9860	307	5483	19032

Tabel 5.
Teknik Pengumpulan Data

		Lahan Terbangun Hasil Simulasi	Presentase (%)	
Rencana Ruang	Pola	Lahan Terbangun	106,78	60,39
		Sawah	69,79	39,47
		RTH	0,26	0,15
Total			176,83	100

e. Elasticity, dalam perubahan lahan berarti peluang untuk suatu lahan dapat teralih fungsikan menjadi lahan lain. Pada penelitian ini elasticity diasumsikan seluruh lahan memiliki potensi teralih fungsikan.

5) *Melakukan Simulasi*

Pada tahap simulasi dilakukan dengan tools LUCC Simulation yang terdapat pada landusesim. Terdapat beberapa data yang dibutuhkan diantaranya penggunaan lahan tahun eksisting 2021, Transition Rules yang telah disusun pada tahap sebelum, dan neighborhood filter. Pada penelitian ini neighborhood filter yang digunakan adalah 3x3. Simulasi dilakukan dengan rentang waktu 9 tahun sehingga akan dihasilkan peta simulasi tahun 2030 (Gambar 7).

Hasil simulasi yang telah dilakukan menunjukkan terjadi perubahan lahan sawah sebesar 167,56 ha dan ladang sebesar 9,28 ha (Tabel 4). Perkembangan terjadi dengan pola linear. Hal ini terjadi karena pengaruh variabel jaringan jalan yang cukup tinggi terutama jalan arteri yang mengakibatkan pertumbuhan berorientasi kearah jaringan jalan (Gambar 8). Ciri pertumbuhan linear adalah memiliki mobilitas yg tinggi karena perkembangan terjadi disekitar jaringan jalan. Akan tetapi apabila perkembangan terjadi tanpa adanya perencanaan baik lahan-lahan disekitar jalan raya terutama lahan sawah memiliki potensi tinggi untuk terjadi alih fungsi lahan, tetapi ada kalanya perkembangan terjadi kearah dalam sebelah jalan raya yang menyebabkan perlu membuat akses jalan agar kawasan perkembangan baru tidak terpencil.

6) *Validasi Model*

Validasi dilakukan untuk melihat tingkat kecocokan data, dilakukan dengan menggunakan metode event validity. Metode ini dilakukan di software landusesim dengan tools map comparisson yaitu dengan membandingkan peta penggunaan lahan eksisting 2021 dengan peta penggunaan lahan 2011 yang disimulasikan ke tahun 2021. Dalam melakukan simulasi ini diperlukan penyesuaian pada nilai pertumbuhan dan faktor yang mempengaruhi (Gambar 9).

Nilai pertumbuhan lahan diperoleh dari luas tren pertumbuhan lahan terbangun yang terjadi pada tahun 2011-2021 yaitu 133,4 Ha atau 2.134 sel. Pada validasi juga perubahan lahan terdapat perbedaan faktor yang digunakan yaitu pada kedekatan terhadap jalan tol karena pada tahun

2011 belum terdapat jalan tol. Sehingga pada simulasi penggunaan lahan untuk validasi faktor jalan tol akan dihilangkan. Sehingga bobot tiap variabel adalah sebagai berikut.

Setelah dilakukan simulasi penggunaan lahan tahun 2011 ke tahun 2021 maka langkah selanjutnya adalah dengan melakukan perbandingan antar hasil simulasi pada tahun 2021 dengan penggunaan lahan eksisting tahun 2021 dan diperoleh tingkat kecocokan 97,56% yang dapat diartikan memiliki tingkat akurasi yang baik dan hasil simulasi dapat diterima.

7) *Overlay Hasil Simulasi dengan Rencana Pola Ruang*

Pada penelitian ini juga dilakukan overlay antara peta hasil simulasi penggunaan lahan tahun 2030 dengan rencana pola ruang yang terdapat di RTRW Kabupaten Ngawi untuk melihat perbandingan antara hasil rencana dengan hasil simulasi. Hasilnya diketahui bahwa dari 176,83 ha lahan terbangun hasil simulasi, pada peta rencana 106,78 ha merupakan lahan terbangun, 69,79 ha merupakan sawah, dan 0,26 ha merupakan RTH (Tabel 5).

Berdasarkan hasil simulasi perkembangan penggunaan lahan terbangun di Perkotaan Ngawi memiliki potensi tidak sesuai dengan rencana pola ruang yang ada di RTRW Kabupaten Ngawi karena masih terdapat kemungkinan lahan yang tidak ditetapkan sebagai lahan terbangun mengalami perubahan terutama pada lahan sawah. Hal ini perlu menjadi perhatian khusus bagi pemerintah Kabupaten Ngawi khususnya di Perkotaan Ngawi, karena hal ini dapat menurunkan fungsi ekologis dan berpotensi menimbulkan masalah lingkungan. Disisi lain, Kabupaten Ngawi memiliki peran sebagai salah satu lumbung padi di Jawa Timur, terjadinya konversi lahan sawah apabila terjadi secara berlebihan dan tidak mendapatkan perhatian khusus dapat mengancam ketahanan pangan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang diperoleh melalui penelitian ini, yaitu: (1) Penggunaan lahan eksisting tahun 2021 diperoleh melalui metode updating peta penggunaan lahan tahun 2011

dengan bantuan google earth dan diketahui terjadi penurunan pada area sawah sebesar 187,1 ha, dan ladang sebesar 15,4 ha. (2) Faktor yang mempengaruhi perubahan lahan terbangun di Perkotaan Ngawi diurutkan dari yang tertinggi dalam adalah jalan arteri (0,156), sarana pendidikan (0,103), jalan tol (0,08), jalan kolektor (0,071), sarana kesehatan (0,066), permukiman (0,063), jaringan energi (0,061), jaringan telekomunikasi (0,059), sarana transportasi (0,052), perdagangan dan jasa (0,047), jalan lainnya (0,042), industri (0,041), jaringan pengairan/drainase (0,038), sarana persampahan (0,025), sarana peribadatan (0,024), kelerengan (0,022), perkantoran (0,021), sungai (0,016), dan rawan bencana (0,011). (3) Kebutuhan lahan terbangun pada Perkotaan Ngawi berdasarkan tren pertumbuhan lahan terbangun adalah 176,83 Ha. (4) Berdasarkan hasil simulasi penggunaan lahan yang telah dilakukan terdapat dua penggunaan lahan yang terkonversi menjadi lahan terbangun yaitu sawah sebesar 167,56 ha dan ladang sebesar 9,28 ha. (5) Bentuk pertumbuhan lahan hasil simulasi adalah linear yaitu pertumbuhan terjadi disekitar jaringan jalan. (6) Berdasarkan hasil validasi dengan menggunakan metode event validity yaitu dengan membandingkan peta penggunaan lahan eksisting tahun 2021 dengan peta penggunaan lahan tahun 2011 yang disimulasi ke tahun 2021, diperoleh tingkat kecocokan 97,56% yang dapat diartikan baik. (7) Perbandingan antara peta hasil simulasi tahun 2030 dengan peta rencana pola ruang dari RTRW Kabupaten Ngawi adalah 106,78 ha (60,39%) merupakan lahan terbangun, 69,79 ha (39,47%) merupakan sawah, dan 0,26

(0,15%) merupakan RTH.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Ruslisan, F. S. Zahira, and R. Dharmasanti, "Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Terbangun terhadap Kesesuaian Rancangan Tata Ruang Wilayah Menggunakan Regresi Logistic Binner Berdasar Data Spasial dan Penginderaan Jauh di Kota Semarang," in *Conference on Urban Studies and Development*, 2015.
- [2] M. A. Yunanto and C. Susetyo, "Prediksi perubahan penggunaan lahan akibat pembangunan gerbang tol Krian dan Driyorejo di Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik," *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, pp. C223--C229, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.33475.
- [3] I. K. J. Putra, "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Mataram," Departemen Arsitektur, Universitas Diponegoro, 2003.
- [4] D. R. Putra and W. Pradoto, "Pola dan faktor perkembangan pemanfaatan lahan di Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak," *J. Pengemb. Kota*, vol. 4, no. 1, pp. 67–75, 2016, doi: 10.14710/jpk.4.1.67-75.
- [5] A. Nurhuda, A. Kurniawansyah, C. A. R., and D. N. Huda, "Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Kawasan Industri di Kabupaten Bekasi, Jawa Barat," in *Seminar Nasional Geomatika*, 2021, pp. 551–560. doi: 10.24895/SNG.2020.0-0.1167.
- [6] H. Mardesci, S. Santosa, N. Nazir, and R. A. Hadiguna, "Penerapan analytical hierarchy process (Ahp) dalam penentuan daerah prospektif untuk pengembangan agroindustri kelapa," *SISTEMASI*, vol. 8, no. 2, pp. 288–295, 2019, doi: 10.32520/stmsi.v8i2.503.
- [7] N. A. Pratomoatmojo, "LanduseSim Algorithm: Land Use Change Modelling by Means of Cellular Automata and Geographic Information System," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2018, vol. 202, no. 1, p. 12020. doi: 10.1088/1755-1315/202/1/012020.
- [8] F. Firmansyah, C. Susetyo, N. A. Pratomoatmojo, U. F. Kurniawati, and M. Yusuf, "Land Use Change Trend of Paddy Field and Its Influence on Food Security in Gerbangkertosusila Region," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2021, vol. 778, no. 1, p. 12023. doi: 10.1088/1755-1315/778/1/012023.