

**PEMANFAATAN PREDIKSI PERUBAHAN LAHAN SAWAH
MENGUNAKAN CA-MARKOV UNTUK EVALUASI TERHADAP
RENCANA TATA RUANG WILAYAH (RTRW) DAN LAHAN
PERTANIAN PANGAN BERKELANJUTAN (LP2B) DI KABUPATEN
SUKOHARJO**

Danis Novianto; Hamim Zaky Hadibasyir, S.Si., M.GIS
Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Peningkatan jumlah penduduk di Kabupaten Sukoharjo setiap tahunnya akan berdampak pada ketersediaan lahan sawah yang semakin menyusut karena terjadi konversi lahan sawah ke non sawah. Hal tersebut menjadi sebab tingginya permintaan lahan terbangun untuk menunjang kegiatan keseharian penduduk seperti kegiatan ekonomi, sosial maupun budaya. Maka dari itu, akan berdampak pada penurunan produksi beras dari 339,45 ribu ton tahun 2019 menjadi 310,78 ribu ton pada tahun 2020. Penelitian ini bertujuan :1). membuat prediksi perubahan penggunaan lahan sawah tahun 2029 dengan pemodelan *CA-Markov*; 2). Menguji keakuratan model prediksi perubahan lahan sawah hasil pemodelan *CA-Markov*; 3). Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan lahan sawah ke non sawah; 4). Mengevaluasi kesesuaian perubahan penggunaan lahan sawah prediksi tahun 2029 terhadap LP2B dan RTRW Kabupaten Sukoharjo. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa 1). Penggunaan lahan sawah diprediksi mengalami perubahan penggunaan lahan ke non sawah atau terjadi alih fungsi lahan menjadi lahan terbangun pada tahun 2029 sehingga sawah mengalami penyusutan; 2). Nilai akurasi model prediksi penggunaan lahan sawah tahun 2019 menghasilkan luas 152,59 km² dan lahan non sawah 339,95 km² dengan tingkat *overall accuracy* 82%; 3). Faktor pendorong sangat diperlukan seperti variabel jalan, pusat pemerintahan, sungai, kemiringan dan pemukiman; 4). Model prediksi penggunaan lahan pada tahun 2029 dengan RTRW diperoleh 311,10 km² atau 63,16% sudah sesuai dengan arahan pemanfaatan ruang dan 179,56 km² atau 36,41% tidak sesuai dengan pemanfaatan ruang, sedangkan tingkat kesesuaian penggunaan lahan sawah tahun 2029 dengan LP2B seluas 82,39 km² sudah sesuai dan seluas 78,29 km² tidak sesuai kawasan LP2B Kabupaten Sukoharjo.

Kata Kunci : Prediksi penggunaan lahan, *CA-Markov*, Faktor Pendorong, RTRW Kabupaten Sukoharjo, LP2B Kabupaten Sukoharjo

Abstract

The increase in population in Sukoharjo Regency every year will have an impact on the availability of paddy fields which is shrinking due to the conversion of paddy fields to non-paddy fields. This is the reason for the high demand for built-up land to support the daily activities of the population such as economic, social and cultural

activities. Therefore, it will have an impact on reducing rice production from 339.45 thousand tons in 2019 to 310.78 thousand tons in 2020. This research aims to: 1). predict changes in paddy field use in 2029 using CA-Markov modeling; 2). Testing the accuracy of the prediction model for changes in paddy field results from the CA-Markov modeling; 3). Analyze the factors that influence the change from paddy fields to non-paddy fields; 4). Evaluating the suitability of changes in the use of paddy field predictions in 2029 against the LP2B and RTRW of Sukoharjo Regency. The results of this study indicate that 1). The use of paddy fields is predicted to change land use to non-paddy fields or land conversion to built-up land in 2029 so that paddy fields experience shrinkage; 2). The accuracy value of the prediction model for the use of paddy fields in 2019 resulted in an area of 152.59 km² and non-paddy fields of 339.95 km² with an overall accuracy level of 82%; 3). Push factors are needed such as road variables, government centers, rivers, slopes and settlements; 4). The land use prediction model in 2029 with the RTRW obtained 311.10 km² or 63.16% is in accordance with spatial use directives and 179.56 km² or 36.41% is not in accordance with spatial use, while the suitability level of paddy field use in 2029 with an LP2B area of 82.39 km² is suitable and an area of 78.29 km² is not suitable for the LP2B area of Sukoharjo Regency.

Keywords: Prediction of land use, CA-Markov, Driving Factors, RTRW Sukoharjo Regency, LP2B Sukoharjo Regency

1. PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk Indonesia berdampak terhadap peningkatan kebutuhan ruang dari tahun ke tahun aktivitas manusia dan kebutuhan pangan. Berdasarkan data BPS Indonesia (2022) tercatat bahwa pada tahun 2021 jumlah penduduk sebanyak 272.682,5 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk per tahun 1,22%. Hal tersebut sebab tingginya tingkat kelahiran dan perpindahan penduduk dari tempat asal (desa) menuju ke daerah tujuan (kota) untuk mencari pekerjaan yang layak. Perpindahan penduduk ini dengan tujuan menetap maupun tidak menetap (Loe *et al.*, 2022). Pergerakan penduduk akan terus mengalami peningkatan, sehingga mengakibatkan kebutuhan akan ruang lahan meningkat sedangkan ruang lahan jumlahnya terbatas.

Kabupaten Sukoharjo menjadi salah satu kabupaten yang terjadi fenomena perubahan penggunaan lahan. Peningkatan jumlah penduduk ini setiap tahun yang berakibat pada perubahan penggunaan lahan khususnya lahan sawah sebab tingginya permintaan lahan bangunan (investasi). Berikut ini Tabel 1 menyajikan pertambahan jumlah penduduk di Kabupaten Sukoharjo dari tahun 1999, 2009, 2019 dan 2021.

Tabel 1. Statistik kependudukan Kabupaten Sukoharjo

Uraian	Tahun			
	1999	2009	2019	2021
Jumlah Penduduk (jiwa)	788.326	837.279	891.912	911.603
Kepadatan Penduduk (jiwa/km ³)	1.689	1.794	1.911	1.953,46

Sumber : (BPS Kabupaten Sukoharjo, 2000, 2009, 2020 dan 2022)

Berdasarkan data BPS Kabupaten Sukoharjo (2020) bahwa Kabupaten Sukoharjo mampu memproduksi padi sekitar 310,78 ribu ton pada tahun 2020. Namun, mengalami penurunan produksi sebanyak 28,67 ribu ton (8,45%) dibandingkan tahun 2019 dari 339,45 ribu ton menjadi 310,78 ribu ton. Produksi padi pada tahun 2020 mengalami penurunan sebesar 7,2 persen seiring dengan penurunan produktivitas sebesar 1,08%. Penurunan produksi padi ini dipengaruhi oleh luas panen di tahun 2020 mengalami penurunan sebesar 7,81% dari 49.06 ribu hektar menjadi 45.23 ribu hektar. Dalam hal ini, bila produksi padi dikonversikan menjadi beras untuk dikonsumsi pangan penduduk, tahun 2020 produksi padi mencapai 177,79 ribu ton beras, yakni telah mengalami penurunan sebesar 16,40 ribu ton (8,45%) dibandingkan tahun sebelumnya 2019. Hal ini berarti luas panen dan produksi padi di Kabupaten Sukoharjo mengalami penurunan dan menyempitan luas persawahan. Kabupaten Sukoharjo sebagai penyumbang produksi pangan dan pertanian ini telah terjadi alih fungsi atau konversi lahan terutama lahan sawah yang cukup signifikan. Perubahan penurunan luas lahan sawah ini terlihat di Tabel 2.

Tabel 2. Luas perubahan penggunaan lahan tahun 2009-2018

Penggunaan Lahan (Ha)	Tahun						
	2009	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Sawah	21.121	20.858	20.814	20.643	20.617	20.518	20.460
Non sawah	25.545	25.808	25.852	26.023	26.049	26.148	26.206

Sumber : (BPS Kabupaten Sukoharjo, 2009, 2013-2018)

Berdasarkan data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa tahun 2009 sampai 2018 luas penggunaan lahan mengalami penurunan, seperti dari tahun 2009 ke 2013 sebesar 263 hektar yang disebabkan konversi lahan menjadi non pertanian sawah. Imbas terjadinya penyusutan pertanian lahan produktif adalah berkurangnya hasil lahan pertanian secara kontinu akibatnya, apabila tidak dikendalikan akan

berdampak pada keberlangsungan kapasitas produksi pertanian padi semakin menurun dan tentu mengancam pada ketidakstabilan pangan (Suratha, 2014).

Dengan demikian, diperlukan sebuah perlindungan dalam upaya untuk mengendalikan alih fungsi lahan yang tertuang di dalam peraturan Undang-Undang RI Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) memiliki tujuan untuk dilindungi dan dikembangkan secara konsisten guna menghasilkan pangan pokok bagi kemandirian, ketahanan, dan kedaulatan pangan nasional dan melindungi degradasi, alih fungsi serta fragmentasi lahan sebagai akibat dari meningkatnya jumlah penduduk, perkembangan ekonomi dan industri kabupaten/kota (Hambali *et al.*, 2021).

Pemerintah daerah telah membentuk Peraturan Daerah Kabupaten Sukoharjo Nomor 1 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Kabupaten Sukoharjo Nomor 14 Tahun 2011 mengenai Rencana Tata Ruang Wilayah Tahun 2011-2031 telah memerlukan penyesuaian terhadap dinamika pembangunan, perubahan peraturan perundang-undangan dan kebijakan penataan ruang nasional yang mengacu pada ketentuan Undang-Undang RI Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Perubahan lahan pertanian sawah yang semakin terjadi penyusutan sebagai dampak dari perkembangan wilayah perlu dilakukan penegakan peraturan kebijakan dan perencanaan wilayah. Hal ini dapat dibuat pemodelan prediksi perubahan penggunaan lahan yang berbasis teknik *Cellular Automata Markov Chain (CA-Markov)*. Prediksi perubahan penggunaan lahan sawah Kabupaten Sukoharjo tahun 2029 dapat menjadi perkiraan ketersediaan lahan pangan pertanian sawah pada tahun tersebut akan mengalami penurunan (Kurniarto, 2018). Dengan demikian, peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Prediksi Perubahan Lahan Sawah Menggunakan *CA-Markov* untuk Evaluasi terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) di Kabupaten Sukoharjo”.

2. METODE

Metode penelitian ini yang diaplikasikan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian ini akan menggunakan pengumpulan data primer dan data sekunder. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil observasi tidak langsung menggunakan citra *Google Earth Pro* saat menguji penggunaan lahan

hasil klasifikasi digital yang harus di cek ke akuratnya. Bahan penelitian ini adalah penggunaan lahan tahun 1999, 2008 dan 2019 Kabupaten Sukoharjo terkhusus sawah dan non sawah yang didapatkan melalui data citra landsat. Data untuk analisis penelitian ini adalah data rencana tata ruang dan wilayah (RTRW) dan lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B) dengan pengolahan ini menggunakan Software ENVI, ArcGIS, QGIS, dan Terrset.

Teknik pengolahan data ini dibedakan berdasarkan preprocessing citra, klasifikasi citra, pengujian akurasi klasifikasi, penyelidikan terkait faktor yang berpengaruh terjadinya perubahan lahan, validasi model perubahan penggunaan lahan dan komparasi hasil prediksi perubahan penggunaan lahan terhadap kesesuaian pola ruang RTRW dan LP2B.

2.1 Pre-prosesing Citra

Pengolahan penggunaan lahan ini dilakukan menggunakan perangkat ENVI, ArcGIS, QGIS citra satelit landsat 5 dan landsat 8 level 1 TP (*level-one terrain-corrected*) tahun 1999, 2008 dan 2019. Citra pada penelitian ini dilakukan koreksi dengan metode *FLAASH Atmospheric Correction* pada perangkat lunak ENVI.

2.2 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra pada penelitian ini dilakukan dengan metode *supervised classification* yang diimplementasikan menggunakan teknik “*Maximum Likelihood Classification*”. Metode ini diawali dengan menentukan area sampel (*training area*) atau ROI di pada penggunaan lahan sawah dan non sawah yang tersebar di seluruh wilayah Kabupaten Sukoharjo.

2.3 Pengujian Akurasi Klasifikasi

Pengujian akurasi klasifikasi ini didasarkan pada matrik konfusi/ *confution matrix*. Proses *Confution matrix* ini akan menghasilkan data *overall accuracy*. Akurasi ini diproses langsung menggunakan QGIS dengan tools AcATaMa. Penentuan jumlah sampel untuk uji akurasi dengan menggunakan teknik sampel random/acak (*random sampling*) yang mengacu pada formula Anderson, yakni jumlah pengambilan sebanyak 51 titik sampel.

2.4 Penyelidikan Terkait Faktor-Faktor Berpengaruh Terjadinya Perubahan Lahan

Faktor-faktor pendorong ini menjadi bahan untuk membangun model atau simulasi perubahan lahan sawah yang didapatkan berdasarkan studi referensi penelitian terdahulu. Faktor-faktor pendorong yang mempengaruhi konversi lahan digunakan dalam penelitian ini meliputi kemiringan lereng, jarak dari pusat kota, jarak dari sungai, jarak dari jaringan jalan dan jarak dari pemukiman.

2.5 Prediksi dan Validasi Model Perubahan Penggunaan Lahan

Pemodelan prediksi penggunaan lahan didasarkan pada model *CA-Markov*. Prediksi perubahan ini digunakan tahun 1999 dan 2008 memprediksi tahun 2019 dan memprediksi tahun 2029. Validasi model pada penelitian ini didasarkan pada nilai akurasi *overall* yang memperhatikan tingkat kecocokan penggunaan lahan hasil model spasial perubahan penggunaan lahan dengan kondisi aktual.

2.6 Komparasi Hasil Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Sawah terhadap Kesesuaian Pola Ruang RTRW dan LP2B

Penggunaan lahan prediksi dengan RTRW dan LP2B dimaksudkan untuk mengevaluasi kesesuaian perubahan penggunaan lahan sawah prediksi tahun 2029 terhadap RTRW dan LP2B. Kesesuaian dilakukan dengan metode *overlay layer* atau tumpang susun dengan dua kriteria sesuai dan tidak sesuai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Prediksi Penggunaan Lahan Menggunakan CA-Markov Tahun 2029

3.1.1 Penggunaan Lahan Tahun 1999, 2008 dan 2019

Penggunaan lahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah penggunaan lahan pada tahun 1999, 2008 dan 2019. Luas penggunaan lahan pada tahun 1999 ke 2008 mengalami penyusutan dari seluas 238,65 km² menjadi 224,78 km² dan 219,15 km² pada tahun 2019 dan penggunaan lahan non sawah pada tahun 1999 ke 2008 mengalami kenaikan dari 253,89 km² menjadi 267,76 km² dan 273,39 km² tahun 2019. Secara lebih detail perbandingan luas penggunaan lahan sawah dan non sawah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas penggunaan lahan 1999-2019

Penggunaan lahan	1999 km²	2008 km²	2019 km²
sawah	238,65	224,78	219,15
non sawah	253,89	267,76	273,39
Total	492,54	492,54	492,54

Sumber : Pengolahan penulis, 2023

3.1.2 Perubahan Sawah dan Non Sawah per Kecamatan di Kabupaten Sukoharjo

Perubahan penggunaan lahan sawah di Kabupaten Sukoharjo per kecamatan dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah. Perubahan penggunaan lahan sawah ke non sawah ini diakibatkan oleh pertambahan jumlah penduduk yang berada di kecamatan tersebut. Kecamatan Grogol dan Kecamatan Kartasura ini memang mempunyai jumlah penduduk yang begitu tinggi dan merupakan kecamatan yang dekat dengan Kota Solo, sehingga luasan lahan sawah akan menjadi alternatif konversi lahan menjadi non sawah atau muncul bangunan-bangunan baru menjadikan kebutuhan ruang juga tinggi karena berkaitan dengan aktivitas lainnya.

Tabel 4. Perubahan lahan sawah dan non sawah per kecamatan di Kabupaten Sukoharjo tahun 1999, 2008 dan 2019.

Kecamatan	Penggunaan Lahan (km²)					
	Lahan sawah			Lahan non sawah		
	1999	2008	2019	1999	2008	2019
Weru	17,74	20,62	19,04	27,27	24,40	25,97
Bulu	13,23	16,68	14,55	32,74	29,28	31,41
Tawang Sari	21,68	21,91	20,83	18,08	17,85	18,92
Sukoharjo	32,72	30,02	28,96	14,04	16,74	17,81
Nguter	20,96	22,76	23,41	36,90	35,09	34,44
Bendosari	21,56	24,65	25,18	34,22	31,13	30,60
Polokarto	21,22	23,00	26,83	46,24	44,45	40,62
Mojolaban	23,95	23,79	22,31	13,83	13,99	15,49
Grogol	21,69	12,92	10,63	9,79	18,57	20,86
Baki	16,50	11,33	11,04	6,42	11,59	11,88
Gatak	15,52	9,92	11,56	4,69	10,30	8,65
Kartasura	11,88	7,18	4,81	9,67	14,38	16,74
Jumlah	238,65	224,78	219,15	253,89	267,76	273,39

Sumber : Pengolahan Penulis, 2023

3.1.3. Prediksi Penggunaan Lahan Menggunakan CA-Markov Tahun 2029

Prediksi perubahan lahan sawah tahun 2029 ini didasarkan pada penggunaan lahan eksisting penggunaan lahan tahun 2019 sebagai tahun acuan. Perubahan penggunaan lahan hasil pemodelan prediksi tahun 2029 adalah lahan sawah mengalami penyusutan seluas 95,29 km² dan lahan non sawah mengalami

penambahan sebesar 95,29 km² dan luas hasil prediksi tahun 2029 lahan sawah seluas 123,86 km² dan lahan non sawah 273,39 km². Dimana, penggunaan lahan eksisting tahun 2019 menghasilkan luas lahan sawah sebesar 219,15 km² dan lahan non sawah mempunyai luas 339,95 km². Dengan demikian, menjadikan lahan bangunan baru bertambah luas yang cukup signifikan. Perubahan lahan sawah hasil pemodelan prediksi menggunakan CA-Markov tahun 2029 yang dibandingkan eksisting tahun 2019 (Tabel 6).

Tabel 6. Hasil pemodelan prediksi menggunakan CA-Markov tahun 2029

No	Penggunaan Lahan	Eksisting tahun 2019 (km ²)	Prediksi tahun 2029 (km ²)	Prediksi perubahan (km ²)
1	Sawah	219,15	123,86	- 95,29
2	Non Sawah	273,39	369,68	+ 96,29
	Total (km ²)	492,54	492,54	

Sumber : Pengolahan penulis, 2023

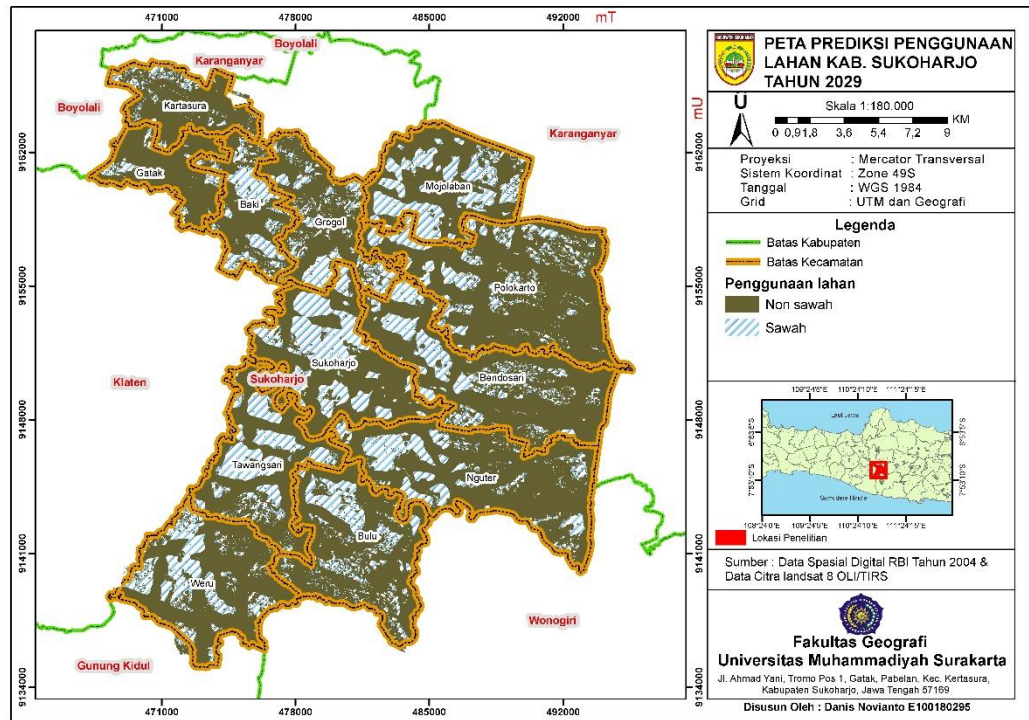
Prediksi penggunaan lahan tahun 2029 akan mengalami banyak perubahan penggunaan lahan dibandingkan dengan penggunaan lahan tahun 2019. Luas lahan sawah yang dilihat per kecamatan di Kabupaten Sukoharjo ini mengalami perbedaan, dimana Kecamatan Gatak dan Kartasura mempunyai luasan lahan sawah yang sempit seluas 2,47 km² dan 3,34 km², sedangkan lahan non sawah yang mengalami luasan paling besar berada pada Kecamatan Polokarto seluas 55,13 km². Berikut ini Tabel 7 menyajikan luas prediksi penggunaan lahan tahun 2029.

Tabel 7. Luas prediksi penggunaan lahan tahun 2029

Kecamatan	Penggunaan Lahan (km ²)	
	Lahan sawah Tahun 2029	Lahan non sawah Tahun 2029
Weru	11,85	33,17
Bulu	9,78	36,17
Tawang Sari	13,31	26,42
Sukoharjo	16,16	30,60
Nguter	11,76	46,10
Bendosari	12,45	43,34
Polokarto	12,33	55,13
Mojolaban	13,48	24,31
Grogol	8,50	22,98
Baki	8,42	14,49
Gatak	2,47	17,74
Kartasura	3,34	18,21
Jumlah	123,86	368,68

Sumber : Pengolahan Penulis, 2023

Berikut ini Gambar 1 menyajikan tentang peta prediksi penggunaan lahan di Kabupaten Sukoharjo tahun 2029



Gambar 1. Peta Prediksi Penggunaan Lahan Tahun 2029

3.2 Menguji Keakuratan Model Prediksi Hasil Pemodelan CA-Markov

Hasil model prediksi penggunaan lahan tahun 2019 ini terdapat pada Tabel 8 bahwa penggunaan lahan sawah dan non sawah hasil prediksi dengan hasil pengolahan penggunaan lahan tahun 2019 yang sebenarnya. Prediksi lahan sawah menghasilkan luas 152,59 km² dan lahan non sawah 339,95 km² yang mengalami perbedaan yang lebih kecil pada lahan sawah, tetapi sedikit lebih luas dari lahan non sawah jika dibandingkan dengan data penggunaan lahan eksisting tahun 2019 seluas 219,15 km² dan 273,39 km². Prediksi penggunaan lahan tahun 2019 ini tidak akan sama 100% dengan hasil klasifikasi penggunaan lahan sebenarnya. Berikut ini Tabel 8 perbandingan luas penggunaan lahan tahun 2019 dan luas prediksi tahun 2019.

Tabel 8. Perbandingan luas lahan tahun 2019 dan luas prediksi tahun 2019

No	Penggunaan Lahan	Luas		
		Penggunaan lahan tahun 2019 (km ²)	Prediksi penggunaan lahan tahun 2019 (km ²)	Perbedaan (km ²)
1	Sawah	219,15	152,59	66,56
2	Non Sawah	273,39	339,95	67,56
	Total (km ²)	492,54	492,54	133,12

Sumber : Pengolahan penulis, 2023

Penggunaan lahan prediksi tahun 2019 hasil dari pengolahan *CA-Markov* pada proyeksi penggunaan lahan tahun 1999 dan 2008 tentunya harus dilakukan uji akurasi dan validasi. Hal ini, bertujuan untuk melihat hasil mendekati dengan keadaan sebenarnya atau tidak. Secara keseluruhan nilai akurasi hasil prediksi penggunaan lahan tahun 2019 cukup tinggi, yaitu 82%. Artinya, nilai tersebut sudah layak untuk digunakan dalam membuat prediksi tahun 2029. Nilai perbandingan akurasi hasil pengolahan penggunaan lahan model prediksi dan penggunaan lahan sebenarnya.

Tabel 9. Nilai akurasi prediksi penggunaan lahan tahun 2019

Data Prediksi Tahun 2019	Data Referensi		Total	Akurasi pengguna
	Sawah	Non sawah		
Sawah	39	12	51	77%
Non sawah	8	43	51	84%
Total	47	55	102	
Akurasi pembuat	83%	78%		81%
Akurasi total	82%			

Sumber : Pengolahan penulis, 2023

Selain hasil tingkat uji keakuratan diperlukan perolehan dari prediksi dengan matrik markov yaitu matrik probabilitas transisi yang dapat dilihat pada Gambar 2.

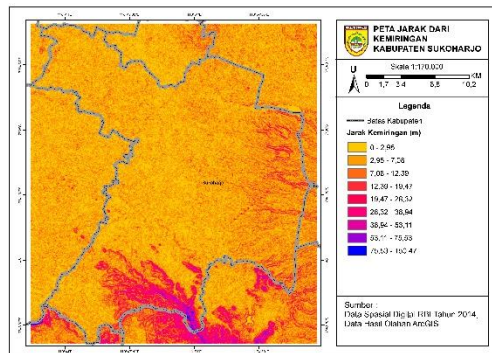
Given:	Probability of changing to:	
	sawah	non sawah
sawah	0,6734	0,3266
non sawah	0,2430	0,7570

Gambar 2. Probabilitas Transisi Area

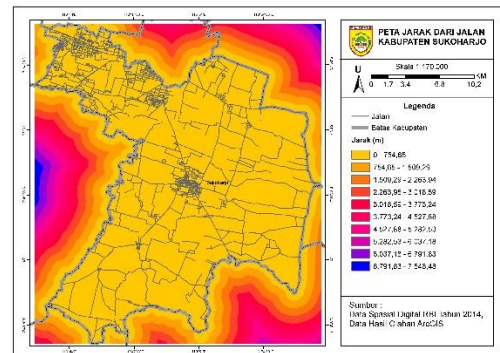
Matrik Probabilitas Transisi merupakan matrik yang menunjukkan adanya perubahan pada kelas penggunaan lahan. Peluang terjadi perubahan ini didasarkan pada pengolahan penggunaan lahan tahun 1999 dan 2008 sebagai awal terjadinya perubahan 2008-2019. Hal tersebut berarti nilai yang mendekati angka 1 berpeluang tidak berubah, sedangkan nilai yang mendekati angka 0 berarti memiliki peluang terjadi perubahan penggunaan lahan cukup besar.

3.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perubahan Lahan Sawah ke Non Sawah

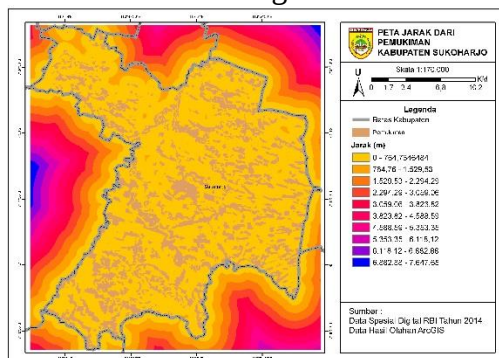
Perubahan ini dipengaruhi oleh adanya faktor-faktor pendorong penggunaan lahan sawah ke non sawah. Dalam menentukan variabel atau faktor pendorong ditentukan dengan mempertimbangan kondisi wilayah penelitian. Untuk itu, sebelum digunakan untuk memprediksi penggunaan lahan juga perlu dilakukan perhitungan analisis jarak dengan menggunakan euclidean distance pada software ArcGIS. Beberapa faktor pendorong tentunya akan dikonversikan menjadi data raster (.rst) untuk diolah dalam Terrset. Berikut ini 6 peta *Euclidean Distance* variabel pendorong perubahan penggunaan lahan seperti jarak terhadap jalan, jarak terhadap sungai, jarak terhadap kemiringan, jarak terhadap pusat pemerintahan, jarak terhadap pemukiman yang didapatkan dari data sekunder.



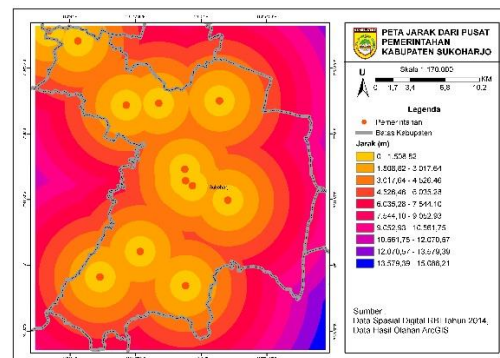
a. Jarak kemiringan



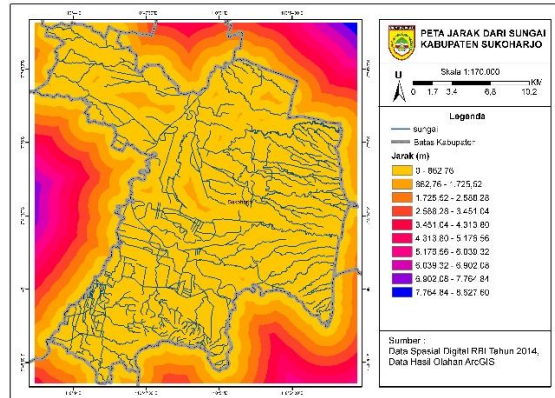
d. Jarak dari Jalan



b. Jarak dari Pemukiman



e. Jarak dari Pusat Pemerintahan



c. Jarak dari Sungai

Gambar 3. Peta Hasil *Euclidean Distance* Faktor Pendorong Perubahan Penggunaan lahan (Penulis, 2023)

Faktor pendorong terhadap perubahan lahan sangat penting untuk melihat model transisi terjadinya perubahan dengan menggunakan metode MLP yang terdapat pada teraset. Pengaruh dari beberapa faktor tersebut dapat dilihat melalui uji Cramer's V pada perangkat teraset. Nilai uji Cramer's V tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Uji Cramer's V Faktor pendorong perubahan penggunaan lahan

Penggunaan Lahan	Faktor Pendorong				
	jalan	pusat pemerintahan	sungai	kemiringan	pemukiman
sawah	0,1593	0,2152	0,0971	0,1069	0,4157
non sawah	0,1452	0,2013	0,0871	0,0023	0,4096
Overall Cramer'S V	0,1027	0,1424	0,0616	0,0017	0,2896

Berdasarkan Tabel 10 tersebut bahwa nilai Cramer's V untuk mengukur keterkaitan variabel pendorong terhadap kelas penggunaan lahan memiliki rentang nilai dari 0-1, dimana apabila nilai mendekati 0 ini tidak mempunyai keterkaitan antara faktor pendorong, sedangkan nilai mendekati 1 maka ada keterkaitan dengan perubahan penggunaan lahan. Variabel yang paling berpengaruh terhadap perubahan lahan adalah variabel pendorong keberadaan pemukiman.

3.4 Evaluasi Kesesuaian Perubahan Penggunaan Lahan Prediksi Tahun 2029 terhadap RTRR dan LP2B Kabupaten Sukoharjo

Hasil model prediksi penggunaan lahan tidak lengkap apabila tidak dikaitkan terhadap rencana pola RTRW Kabupaten Sukoharjo yang merupakan suatu bentuk evaluasi arahan kebijakan dan pemanfaatan ruang wilayah berguna untuk mengetahui seberapa besar kesesuaian model prediksi penggunaan lahan tahun

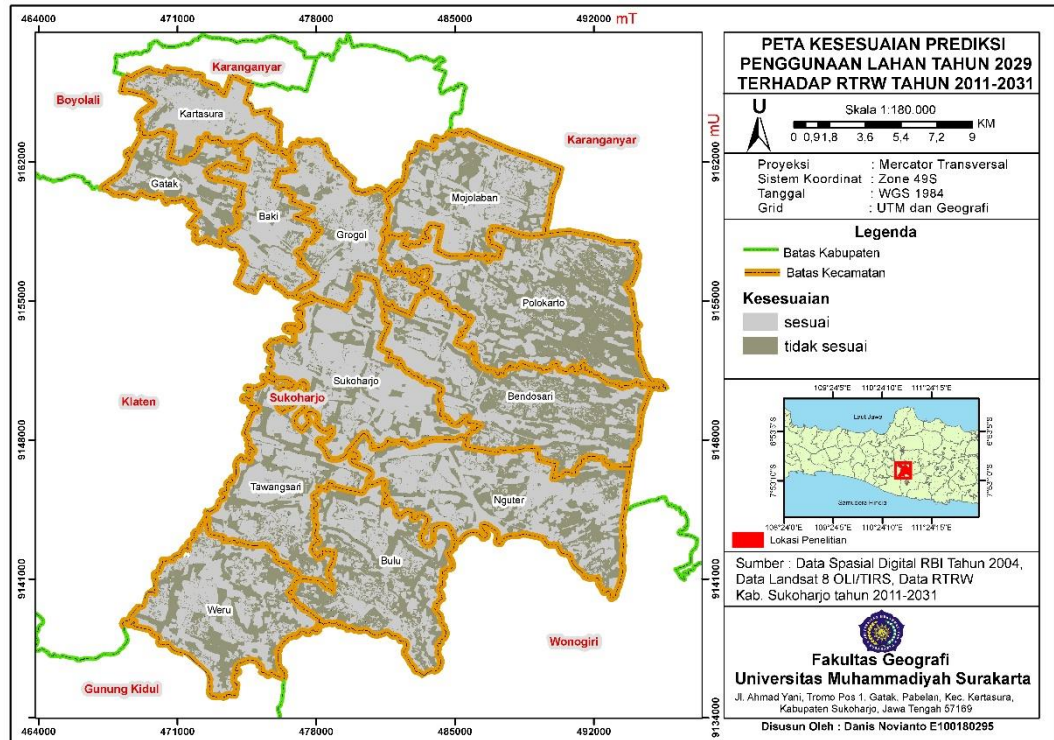
2029 dengan RTRW Kabupaten Sukoharjo. Evaluasi peta kesesuaian dengan pola ruang RTRW dilakukan dengan menggunakan perangkat ArcGIS berbasis teknik *overlay* antara dua peta, yakni peta hasil prediksi tahun 2029 dengan peta pola ruang RTRW Kabupaten Sukoharjo 2011-2031. Hasil tingkat kesesuaian prediksi tahun 2029 dengan pola ruang RTRW (Tabel 11).

Tabel 11. Hasil tingkat kesesuaian prediksi tahun 2029 dengan pola ruang RTRW setiap kecamatan di Kabupaten Sukoharjo

Kecamatan	Tingkat Kesesuaian Penggunaan Lahan terhadap RTRW			
	Sesuai		Tidak sesuai	
	Luas (km ²)	%	Luas (km ²)	%
Baki	18,05	3,66	4,75	0,96
Bendosari	32,33	6,56	23,44	4,75
Bulu	25,92	5,26	19,86	4,03
Gatak	11,03	2,24	9,19	1,86
Grogol	23,76	4,82	7,72	1,57
Kartasura	17,21	3,49	4,16	0,84
Mojolaban	26,24	5,32	11,50	2,33
Nguter	37,26	7,56	20,59	4,18
Polokarto	31,94	6,48	35,51	7,20
Sukoharjo	35,18	7,14	11,47	2,33
Tawang Sari	26,18	5,31	13,51	2,74
Weru	25,99	5,27	17,85	3,62
Jumlah	311,10	63,09	179,56	36,41

Sumber : Hasil Pengolahan Penulis, 2023

Hasil Tabel 11 diatas menunjukkan bahwa tingkat kesesuaian penggunaan lahan yang dibagi dua kelas, yakni sesuai dan tidak sesuai. Dalam hal ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan lahan pada tahun 2029 ke depan 311,10 km² atau 63,09% sudah sesuai dengan arahan pemanfaatan ruang dan 179,56 km² atau 36,41% tidak sesuai dengan pemanfaatan ruang. Akan tetapi, jika dilihat lebih rinci setiap kecamatannya, Kecamatan Nguter mempunyai kesesuaian prediksi dengan arahan pemanfaatan ruang paling tertinggi seluas 37,26 km² dan kecamatan Gatak mempunyai tingkat kesesuaian prediksi rendah seluas 11,03 km² dan tingkat kesesuaian prediksi penggunaan lahan terhadap pola ruang tidak sesuai terhadap arahan peruntukan ruang, yaitu Kecamatan Polokarto seluas 35,51 km² yang merupakan paling tinggi tingkat ketidaksesuaiannya dan Kecamatan Kartasura memiliki tingkat ketidaksesuaian terendah seluas 4,16 km². Berikut ini Gambar 4 menyajikan peta hasil kesesuaian prediksi tahun 2029 dengan RTRW 2011-2031.



Gambar 4. Peta Hasil Kesesuaian Prediksi tahun 2029 dengan RTRW 2011-2031
Kabupaten Sukoharjo

Hasil model prediksi penggunaan lahan ini selain dikaitkan dengan perencanaan wilayah Kabupaten Sukoharjo dengan lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B) untuk mengetahui kesesuaian model prediksi penggunaan lahan tahun 2029 yang tentunya dilakukan proses *overlay* dengan kedua peta tersebut. Dalam melakukan analisis LP2B ini sama dengan rencana tata ruang menggunakan matrik kesesuaian dengan dua kelas, yakni sesuai dan tidak sesuai. Kelas sesuai merupakan lahan LP2B yang telah direncanakan sesuai dengan hasil penggunaan lahan prediksi tahun 2029, sedangkan tidak sesuai ini berarti penggunaan lahan tidak sesuai dengan LP2B. Berikut ini Tabel 12 menyajikan hasil luas kesesuaian prediksi tahun 2029 dengan LP2B.

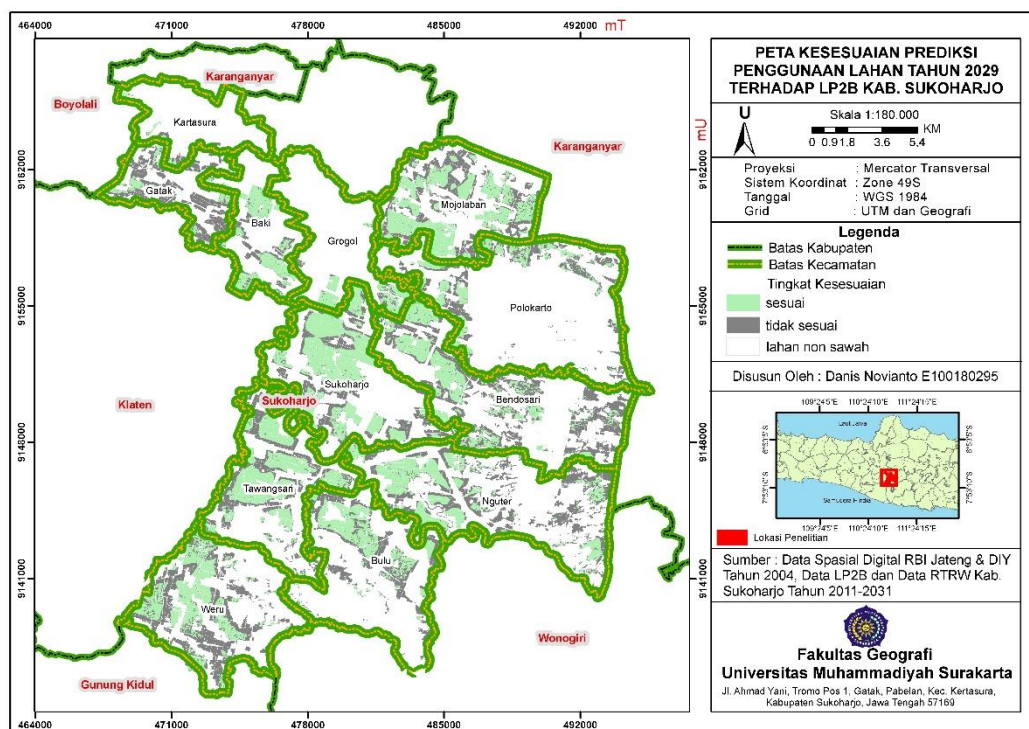
Tabel 12. Hasil luas kesesuaian prediksi tahun 2029 dengan LP2B

Kecamatan	Tingkat Kesesuaian Penggunaan Lahan terhadap LP2B			
	Sesuai		Tidak sesuai	
	Luas (km ²)	%	Luas (km ²)	%
Baki	5,44	1,10	2,12	0,43
Bendosari	9,42	1,91	12,01	2,44
Bulu	5,67	1,15	6,19	1,25
Gatak	1,80	0,36	7,37	1,49

Grogol	2,41	0,49	0,99	0,20
Kartasura	0,57	0,12	0,88	0,18
Mojolaban	11,01	2,23	7,18	1,46
Nguter	8,99	1,82	11,68	2,37
Polokarto	4,50	0,91	6,24	1,26
Sukoharjo	12,80	2,60	6,88	1,39
Tawang Sari	10,71	2,17	6,61	1,34
Weru	9,07	1,84	10,16	2,06
Jumlah	82,39	16,71	78,29	15,88

Sumber : Pengolahan Penulis, 2023

Berdasarkan hasil pengolahan Tabel 12 terlihat bahwa tingkat kesesuaian sesuai penggunaan lahan sawah tahun 2029 dengan LP2B seluas 82,39 km² dan tingkat kesesuaian penggunaan lahan tidak sesuai terhadap LP2B seluas 15,88 km². Kecamatan yang memiliki luasan sesuai paling besar, yaitu Kecamatan Sukoharjo seluas 12,80 km² dan kecamatan yang memiliki luasan sesuai terkecil, yaitu Kecamatan Kartasura seluas 0,57 km² dan tingkat kesesuaian penggunaan lahan terhadap LP2B tidak sesuai paling tinggi, yaitu Kecamatan Bendosari seluas 12,01 km² dan Kecamatan Kartasura memiliki luasan tidak sesuai terkecil 0,88 km². Peta kesesuaian penggunaan lahan terhadap lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B) terdapat pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Kesesuaian Prediksi Penggunaan Lahan terhadap LP2B Kab. Sukoharjo

4. PENUTUP

1.1 Kesimpulan

1. Penggunaan lahan sawah diprediksi mengalami perubahan penggunaan lahan ke non sawah atau terjadi alih fungsi lahan menjadi lahan terbangun pada tahun 2029 sehingga sawah mengalami penyusutan seluas 27,50 km² dan non sawah mengalami penambahan sebesar 27,51 km² dan hasil prediksi tahun 2029 lahan sawah seluas 123,86 km² dan lahan non sawah 369,68 km². Hal ini karena mulai munculnya kawasan terbangun seperti industri baru dan lahan pemukiman di Kabupaten Sukoharjo.
2. Nilai akurasi model prediksi penggunaan lahan sawah tahun 2019 menghasilkan luas 152,59 km² dan lahan non sawah 339,95 km² dengan tingkat *overall accuracy* 82% sehingga tidak sama persis dengan hasil pengolahan klasifikasi penggunaan lahan seluas 219,15 km² dan 273,39 km² dengan mempunyai tingkat *overall accuracy* mencapai 88%. Hal ini dipengaruhi oleh nilai matrik probabilitas transisi yang dipadukan dengan faktor pendorong menghasilkan nilai yang berbeda.
3. Faktor/variabel pendorong sangat diperlukan dalam memodelkan transisi perubahan penggunaan lahan menggunakan metode MLP pada software idrisi selava/terset yang dilihat dari uji Cramer's V seperti variabel jalan, pusat pemukiman, sungai, kemiringan dan pemukiman.
4. Hasil model prediksi penggunaan lahan tahun 2029 yang komparasi kesesuaiannya dengan pola ruang RTRW maupun LP2B menghasilkan tingkat kesesuaian berbeda. Tingkat kesesuaian terhadap RTRW di Kabupaten Sukoharjo seluas 311,10 km² atau 63,16% sudah sesuai dengan arahan pemanfaatan ruang dan 179,56 km² tidak sesuai dengan pemanfaatan ruang, sedangkan tingkat kesesuaian sesuai penggunaan lahan sawah tahun 2029 dengan LP2B seluas 82,39 km² dan tingkat kesesuaian penggunaan lahan tidak sesuai terhadap LP2B seluas 78,29 km².

1.2 Saran

1. Dalam membuat peta prediksi menggunakan *CA-Markov* harus memperhatikan parameter faktor pendorong sesuai kondisi wilayah penelitian terutama penyertaan variabel kemiringan dan jalan serta dapat menambahkan variabel kawasan strategis. Hal ini semua menjadi faktor pendorong yang sangat kuat dalam membuat pemodelan

perubahan penggunaan lahan dari sawah ke non sawah atau menjadi kawasan terbangun.

2. Sebaiknya dalam membuat peta arahan pola ruang dan penggunaan lahan dengan RTRW maupun LP2B menggunakan data aktual di lapangan dan terupdate sebab agar data sinkron antara hasil pengolahan data penggunaan lahan eksisting dengan rencana pola ruang yang akan datang.
3. Pemerintah Kabupaten Sukoharjo perlu mempertegas dan sering melakukan sosialisasi atau workshop kepada masyarakat agar mengetahui lahan pertanian pangan berkelanjutan (LP2B) dan memberi penjelasan serta menetapkan aturan pengelolaannya dari lahan sawah ini kepada petani pemiliknya sehingga pengendalian pemanfaatan ruang di Kabupaten Sukoharjo dapat dicapai.

PERSANTUNAN

Penelitian skripsi ini telah terselesaikan atas usaha dan doa. Saya bersyukur kepada Allah SWT atas berkah kesehatan sehingga saya bisa mengerjakan dengan sempurna. Penelitian ini berjudul “Pemanfaatan Prediksi Perubahan Lahan Sawah Menggunakan CA-Markov untuk Evaluasi terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) di Kabupaten Sukoharjo”. Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dosen pembimbing bapak Hamim Zaky Hadibassyir, S.Si., M.GIS yang telah membimbing dengan detail kepada penulis untuk menyelesaikan mata kuliah skripsi hingga akhir dengan sangat bagus.
2. Dosen penguji bapak Iqbal Taufiqurrahman Sunariya S.Si, M.Sc, M.URP dan Umar Izzuddin Kiat, S.Si., M.PWK yang telah mengoreksi skripsi penulis dengan baik dan selalu menanyakan kapan skripsi selesai.
3. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) dan Dinas Pertanian dan Perikanan (DPP) Kabupaten Sukoharjo yang telah membantu dalam menyediakan data-data untuk kepentingan penelitian ini.
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan doa dan finansial kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan studi sarjana Geografi serta
5. Teman-teman saya yang selalu memberikan semangat untuk cepat selesai skripsinya.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini bila ada kekurangan sehingga mohon maaf apabila ada kesalahan. Semoga skripsi ini menjadi suatu hal yang bermanfaat untuk dibaca.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kabupaten Sukoharjo. (2000). Kabupaten Sukoharjo Dalam Angka 2000. *Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukoharjo*, 255.
- BPS Kabupaten Sukoharjo. (2020). Kabupaten Sukoharjo Dalam Angka 2020. *Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukoharjo*, 239.
- Hambali, D. (2021). Kesesuaian kawasan lahan pertanian pangan berkelanjutan dengan rencana tata ruang wilayah di kabupaten sumenep. 4(3).
- Kurniarto, S. D. (2018). Model Spasial Penggunaan Lahan Dengan Pendekatan Ca-Markov Mendukung Pertanian Berkelanjutan Kabupaten Indramayu, Jawa Barat Sara Dwi Kurniarto. *Skripsi*. Sekolah Pasca Sarjana IPB University.
- Loe, A. T., Abdulla, F., & Mardiasih, N. C. (2022). Faktor Pendorong dan Penarik Migrasi Penduduk di Perkotaan (Kasus Migran selain faktor ekonomi). Faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan.
- Perda Kabupaten Sukoharjo No 1 Tahun 2018. (2018). Peraturan Daerah Kabupaten Sukoharjo Nomo1 1 Tahun 2018 Perubahan Atas Peraturan Daerah Kabupaten Sukoharjo Nomor 14 Tahun 2011 Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sukoharjo Tahun 2011-2031.
https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civilwars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625
- Suratha, I. K. (2014). Dampak Alih Fungsi Lahan Pertanian Terhadap Ketahanan Pangan. *Media Komunikasi Geografi*, 15(2), 1689–1699.
- Undang-Undang RI No. 41 Tahun 2009. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (Vol. 5, Issue August).
- Undang-Undang RI No 26 Tahun 2007. (2007). Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang.
- Wiweka, Parwati, E., Prayogo, T., Marini, Y., & Budiman, S. (2014). Uji Akurasi Training Sample Untuk Klasifikasi Terawasi Data Penginderaan Jauh Resolusi Menengah. *Prosiding Seminar Nasional IDEC 2014*, 5, 559–566.