

Pemodelan prediksi dan kesesuaian perubahan penggunaan lahan menggunakan *Cellular Automata-Artificial Neural Network (CA-ANN)*

Modeling the prediction and suitability of land use change using the Cellular Automata-Artificial Neural Network (CA-ANN)

Diffa Alifia Nabila

Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional, Jl. Tata Bumi No. 5, Banyuraden, Yogyakarta, Indonesia
email: diffaalifiak@gmail.com

Submitted: November 23, 2022 | Accepted: December 26, 2022 | Publish: January 02, 2023

Abstract: *The increase in population and economic growth in Sleman Regency causes an increase in the need for land even though in theory the area of places does not increase. In order to meet the needs of the land, many land use conversions occur. This study aims to determine land use changes, predict the accuracy of land use in Sleman Regency using Artificial Neural Network (ANN) and Cellular Automata (CA) models. The model builder on ArcMap is carried out for the preparation of spatial data before further analysis is carried out using QuantumGIS with CA-ANN analysis to predict land use changes and reclassify method in ArcMap to test the accuracy of changes in 2019 with existing ones. The data used in the form of spatial data on land use in 2015 and 2017 as well as supporting data or variables in the form of road spatial data and the distribution of educational places. The results showed that there was a considerable increase in the amount of 287,342 Ha, while the use of land as paddy fields actually decreased by 291,93 Ha. Modeling with CA-ANN shows very strong accuracy results, namely the Kappa Index of .95621 and correction of 97.14082%. Results of the prediction conformity with the existing land use shows a suitable percentage of 93,52%.*

Keyword: *CA-ANN, Kappa, land use change*

Abstrak: Peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan perekonomian di Kabupaten Sleman menyebabkan meningkatnya kebutuhan lahan padahal secara teori menyatakan bahwa luas suatu daerah tidak mengalami penambahan. Demi memenuhi kebutuhan lahan tersebut banyak terjadi konversi penggunaan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi dan melakukan akurasi kesesuaian perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Sleman menggunakan model *Artificial Neural Network (ANN)* dan *Cellular Automata (CA)*. *Model builder* pada *ArcMap* dilakukan untuk persiapan data spasial sebelum dilakukan analisis data lanjutan menggunakan *QuantumGIS* dengan analisis CA-ANN untuk memprediksikan perubahan penggunaan lahan dan *reclassify* dalam *ArcMap* untuk menguji akurasi perubahan di tahun 2019 dengan eksisting yang ada. Data yang digunakan berupa data spasial penggunaan lahan di tahun 2015 dan 2017 serta data atau variabel pendukung berupa data spasial jalan dan sebaran tempat pendidikan. Hasil penelitian menunjukkan adanya penambahan penggunaan lahan sebagai pemukiman yang cukup banyak yakni sebesar 287,342 Ha sedangkan penggunaan lahan sebagai sawah justru mengalami penurunan luas sebesar 291,93 Ha. Pemodelan dengan CA-ANN menunjukkan hasil akurasi yang sangat kuat yakni pada Indeks Kappa sebesar 0,95621 dan koreksi sebesar 97,14082%. Hasil kesesuaian prediksi dengan eksisting penggunaan lahan menunjukkan persentase sesuai sebesar 93,52%.

Kata Kunci: CA-ANN, Kappa, perubahan penggunaan lahan



Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk dan peningkatan struktur perekonomian mempengaruhi kebutuhan lahan non pertanian yang cenderung meningkat (Buraerah et al., 2020). Adanya ketimpangan berupa keterbatasan ketersediaan dan kapasitas lahan disertai aktivitas manusia yang berubah-ubah menyebabkan peningkatan permintaan lahan, sehingga menimbulkan perubahan penggunaan lahan khususnya lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun (Hapsary et al., 2021). Perubahan pola penggunaan lahan juga dapat memberikan pengaruh terhadap pengurangan kapasitas resapan (Permatasari et al., 2017). Perubahan penggunaan lahan yang sangat fluktuatif dapat menyebabkan degradasi lahan sehingga dapat mempengaruhi nilai produktivitas dan proporsional tanah. Pola penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan lahan dapat menimbulkan berbagai masalah.

Kabupaten Sleman yang letaknya tepat berbatasan dengan Kabupaten Bantul, Kabupaten Kulonprogo, Kabupaten Gunungkidul, dan Kota Jogja menyebabkan adanya pertumbuhan pesat dari aspek ekonomi, sosial, maupun infrastruktur. Pertumbuhan dari segala aspek ini yang menyebabkan adanya peningkatan kebutuhan lahan dalam rangka pembangunan daerah untuk mencukupi kebutuhan hidup masyarakat. Sebagai wilayah peri-urban atau yang berbatasan langsung dengan kota, Kabupaten Sleman setidaknya mengalami penambahan bangunan baik sebagai tempat tinggal, perkantoran, maupun bangunan untuk perdagangan dan jasa. Setidaknya pada penggunaan lahan di tahun 2015 apabila dibandingkan dengan penggunaan lahan di tahun 2017, lahan pertanian atau sawah mengalami penurunan dan adanya perbandingan terbalik berupa peningkatan luas penggunaan lahan sebagai pemukiman pada Kabupaten Sleman. Ketimpangan antara luas Kabupaten Sleman yang cenderung tetap yakni seluas 584,02 km² (BPS Sleman, 2016) dibandingkan dengan pertumbuhan penduduk rata-rata mencapai 12.000-15.000 jiwa per tahun, menyebabkan kemungkinan terjadinya perubahan penggunaan lahan yang ada di Kabupaten Sleman tersebut.

Analisis perubahan penggunaan lahan dengan memanfaatkan data spasial yang bersifat temporal sangat bermanfaat, khususnya untuk melakukan pemantauan terhadap lokasi yang mengalami perubahan penggunaan lahan dengan memperhatikan penampakan visual maupun estimasi peningkatan serta penurunan luas lahan (As-syakur et al., 2008; Nuraeni et al., 2017). Analisis spasial dengan SIG tersebut dapat digunakan dalam mengkaji pemodelan perubahan penggunaan lahan pada kurun waktu tertentu (Hapsary et al., 2021). Pada penelitian kali ini penulis menggunakan pemodelan CA-ANN atau *Cellular Automata-Artificial Neural Network* untuk melakukan proyeksi dan prediksi perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Sleman pada tahun 2019 Penelitian serupa pernah dilakukan oleh Hapsary et al (2021) di Kota Balikpapan, dengan menggunakan pemodelan ANN dan regresi logistik yang menghasilkan nilai akurasi Kappa pada angka 0,61994 yang mana jika disesuaikan dengan kategori Kappa memiliki nilai interpretasi "kuat" dan angka 0,59 menggunakan model regresi logistik. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian penulis, interpretasi yang dilakukan dari penelitian terdahulu memiliki hasil interpretasi yang jauh berbeda karena tingkat kesesuaian

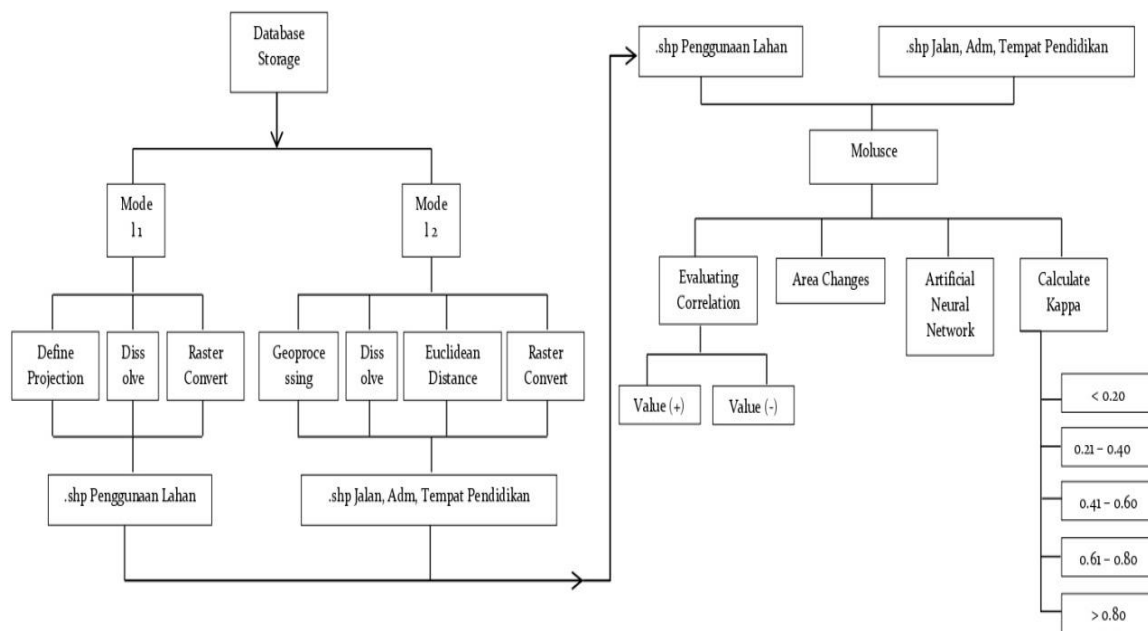
prediksi perubahan penggunaan lahan dengan model ANN berada pada persentase sebesar 44,25%.

Penelitian terdahulu juga dilakukan oleh Kusrini; Suharyadi; Hardoyo (2011) dengan metode *overlay* atau tumpang susun peta penggunaan hasil interpretasi citra tahun 1994 dengan tahun 2008 dan melakukan analisis statistik korelasi untuk mengetahui besar dan laju perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Gunungpati, Kabupaten Semarang. Perbedaan kajian yang dilakukan yakni dengan melakukan analisis statistik korelasi dengan SPSS berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi berdasarkan analisis penulis, diantaranya faktor proporsi jumlah penduduk yang bekerja disektor non pertanian, penambahan penduduk, jarak tiap kelurahan dengan pusat sarana, penduduk pendatang. Penelitian terdahulu terhadap perubahan penggunaan lahan juga dilakukan oleh Wulansari (2017) dengan menggunakan metode pendekatan berbasis metode logika samar (*fuzzy logic*) dengan *defuzzifikasi* menggunakan algoritma *maximum likelihood* dengan hasil keseluruhan akurasi terhadap proses *defuzzifikasi* sebesar 57% dan indeks Kappa senilai 0,53 yang kemungkinan ketidakakuratan hasil ini bisa disebabkan oleh perbedaan interpretasi citra dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Tulisan ini bermaksud untuk (i) menguraikan jenis penggunaan lahan dan perubahan penggunaan lahan yang ada di Kabupaten Sleman, (ii) melakukan analisis pemodelan prediksi perubahan penggunaan pada tahun 2019, (iii) melihat akurasi prediksi perubahan terhadap penggunaan eksisting.

Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat kualitatif melalui pengumpulan dan analisis data (Tarfi & Amri, 2021) dengan pendekatan spasial (Muryono & Utami, 2020). Data yang digunakan berupa data primer dari dua periode waktu yang berbeda (Nuraeni et al., 2017) yakni berupa data spasial penggunaan lahan Kabupaten Sleman tahun 2015 dan 2017. Pemilihan data spasial dari dua periode waktu memiliki keunggulan dalam menampilkan visualisasi perubahan penggunaan yang ada karena lebih mudah ditinjau melalui citra satelit. Dalam kurun waktu dua periode tersebut perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Sleman memiliki kecenderungan yang mengelompok dan monoton, seperti kawasan pertanian yang berubah menjadi kawasan pemukiman. Kegiatan ini dimulai dengan (i) penyiapan data spasial, (ii) melakukan analisis SIG lanjutan dengan menggabungkan data spasial berupa penggunaan lahan pada kurun waktu yang berbeda dengan data infrastruktur berupa jalan dan sebaran tempat pendidikan menggunakan metode *molusce*. Selain itu penjelasan secara deskriptif dilakukan untuk mengetahui korelasi antara variabel serta kecenderungan perubahan penggunaan lahan dari model spasial yang dibuat. Gambar 1 merupakan diagram alir penelitian yang menggambarkan proyeksi perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Sleman.

Gambar 1. Diagram alir analisis spasial

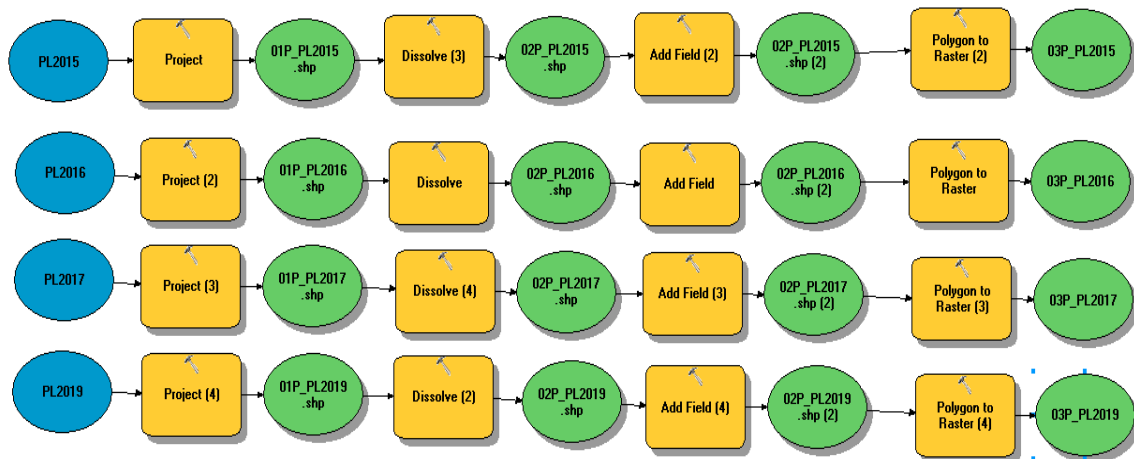


Sumber: Analisis penulis, 2022

1. Persiapan data spasial

Persiapan data spasial diawali dengan pembuatan model pada software *ArcMap*. Pembuatan model atau *model* dilakukan untuk lebih mempersingkat waktu dalam melakukan analisis intensitas ke ruangan dengan konektor pada alat/tools analisis (Nugroho, 2021). Data yang digunakan dalam pembuatan *model builder* ini diantaranya penggunaan lahan tahun 2015 dan 2017 dengan data spasial pendukung berupa jaringan jalan dan sebaran tempat pendidikan. Data spasial penggunaan tersebut didapatkan melalui interpretasi dan digitasi citra satelit. Dalam *model builder* tersebut digunakan beberapa alat atau tools dalam penyiapan data spasial yang disajikan dalam Gambar 2 dan Gambar 3, diantaranya (i) *projection tools* dengan pengubahan dan penyamaan sistem referensi koordinat menjadi UTM Zona 49S, dimana sesuai dengan zona koordinat wilayah Kabupaten Sleman, (ii) *dissolve* dengan menyederhanakan bentuk visual sesuai dengan jenis penggunaan lahan, (iii) *name field* untuk menyamakan keterangan atau kode jenis penggunaan lahan pada seluruh data spasial, (iv) *raster convert* dengan melakukan perubahan *output* spasial dari polygon menjadi raster untuk dilakukan analisis spasial lanjutan pada software berikutnya, (v) *euclidean distance* untuk memberikan pengertian jarak atau *network* terdekat antara dua titik (Danielsson, 1980). Gambar 2 menyajikan tahap persiapan data spasial penggunaan lahan, yang diantaranya berupa proses penyatuan atau penggabungan visual kelompok penggunaan lahan dengan tools *dissolve* serta penyeragaman kode dan nama kelas penggunaan lahan.

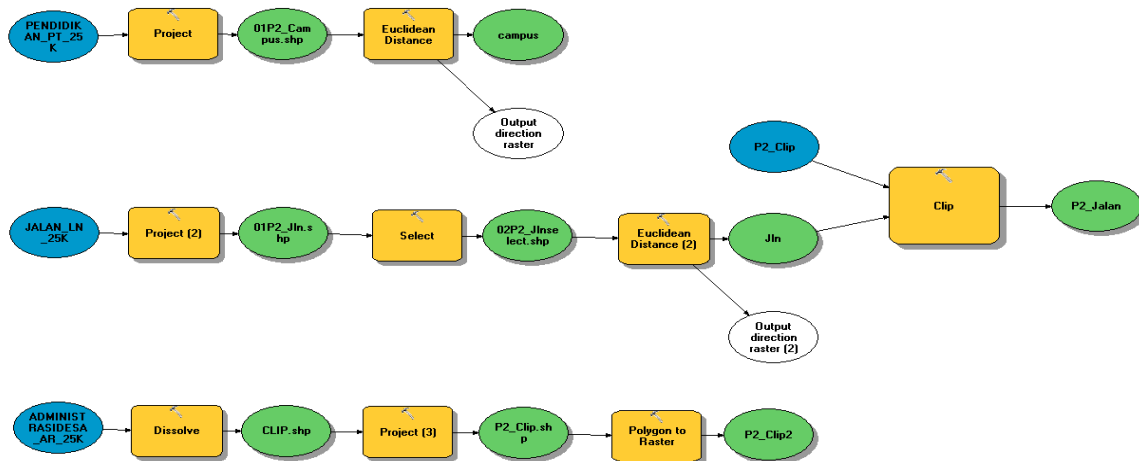
Gambar 2. Tampilan model *builder* tahap 1



Sumber: Analisis penulis, 2022

Dilanjutkan dengan *model builder* tahap 2 yang ditunjukkan pada Gambar 3 dengan menggunakan data jaringan jalan dan sebaran tempat pendidikan melalui *tools Euclidean distance*. Tahap 2 merupakan persiapan data spasial berupa variabel pendukung dalam proses analisis mengenai keterkaitan dan ketergantungan antar variabel dalam mempengaruhi tingkat perubahan penggunaan lahan.

Gambar 3. Tampilan model *builder* tahap 2

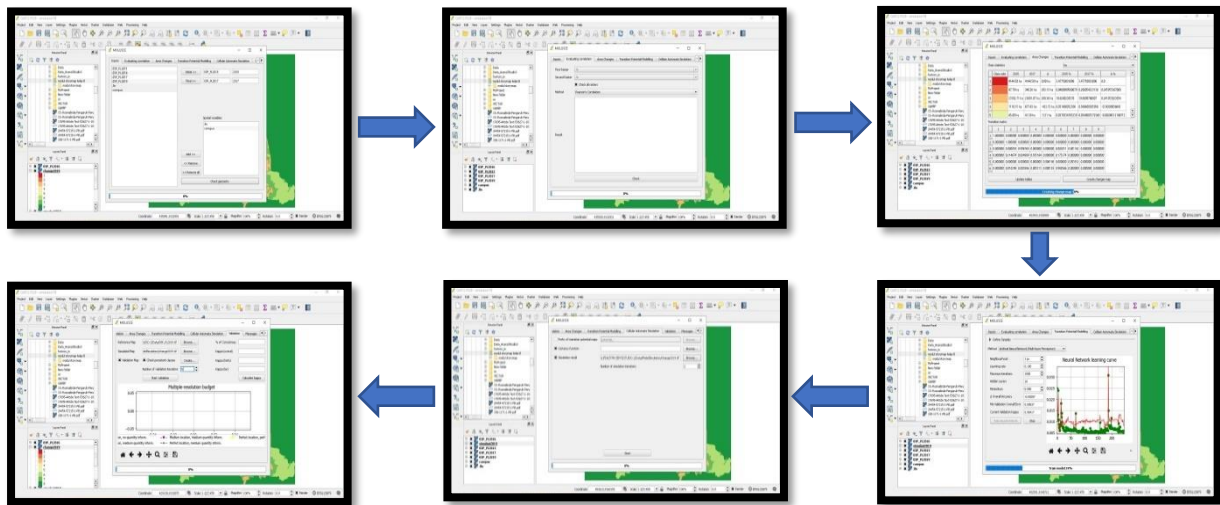


Sumber: Analisis penulis, 2022

2. Pemodelan data spasial perubahan penggunaan lahan

Proyeksi dan pemetaan prediksi perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan software QuantumGIS melalui *plugin molusce*. *Molusce* merupakan salah satu plugin yang digunakan untuk menganalisis, memodelkan, dan melakukan simulasi penggunaan lahan dengan menggunakan algoritma utilitas seperti *Artificial Neural Networks (ANNs)*, *Multi Criteria Evaluation (MCE)*, *Weights of Evidence (WoE)*, *Logistic Regression (LR)*, maupun *Monte Carlo Cellular Automata (MCA)* model (Muhammad et al., 2022). Dalam simulasi dilakukan prediksi kemungkinan spasial temporal untuk tahun 2017 menggunakan pendekatan algoritma ANN dan pemodelan *Cellular Automata*.

Gambar 4. Proses pemodelan *molusce*



Sumber: Analisis penulis, 2022

3. Uji akurasi kappa

Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui keakuratan prediksi perubahan penggunaan lahan yang dihasilkan. Uji statistik Kappa dilakukan dengan bantuan matriks kesalahan (*confusion matrix*) (Muhammad et al., 2016). Adapun rumus uji akurasi Kappa seperti di bawah ini.

Gambar 5. Rumus uji akurasi Kappa

1. $Kappa = (P(A) - P(E)) / (1 - P(E))$(1)
2. $Kappa\ Loc = (P(A) - P(E)) / (P_{max} - P(E))$(2)
3. $Kappa\ Histo = (P_{max} - P(E)) / (1 - P(E))$(3)

Sumber: Muhammad et al, 2016

Berdasarkan rumus hitungan tersebut, hasil uji Kappa diklasifikasikan menjadi beberapa kelas sebagaimana dalam Tabel 1. yang menunjukkan keakuratan prediksi, salah satunya dalam melakukan uji akurasi terhadap perubahan penggunaan lahan.

Tabel 1. Kelas uji Kappa

| Nilai Koefisin Kappa | Interpretasi Nilai Kappa |
|----------------------|--------------------------|
| < 0.20 | Rendah (Poor) |
| 0.21 – 0.40 | Lumayan (Fair) |
| 0.41 – 0.60 | Cukup (Moderate) |
| 0.61 – 0.80 | Kuat (Good) |
| > 0.80 | Sangat kuat (Very Good) |

Sumber: (Kunz, 2017)

Hasil dan pembahasan

Klasifikasi penggunaan lahan

Klasifikasi penggunaan lahan dikategorikan menurut generalisasi kesamaan secara visual dari suatu objek. Kelas penggunaan lahan dibedakan menjadi beberapa jenis tergantung dari tingkat kedetailan informasi spasial yang akan disampaikan. Kedetailan informasi spasial ini mengacu pada besar angka skala dalam menampilkan peta, seperti

klasifikasi penggunaan lahan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI); menurut National Landuse Database; menurut Norma, Standar, Prosedur dan Ketentuan (NSPK) Survei dan Pemetaan Tematik Pertanahan. Untuk mendeskripsikan penggunaan lahan di Kabupaten Sleman dilakukan pengklasifikasian menggunakan skala peta 1:250.000 dengan modifikasi, sebagaimana Tabel 2. di bawah ini.

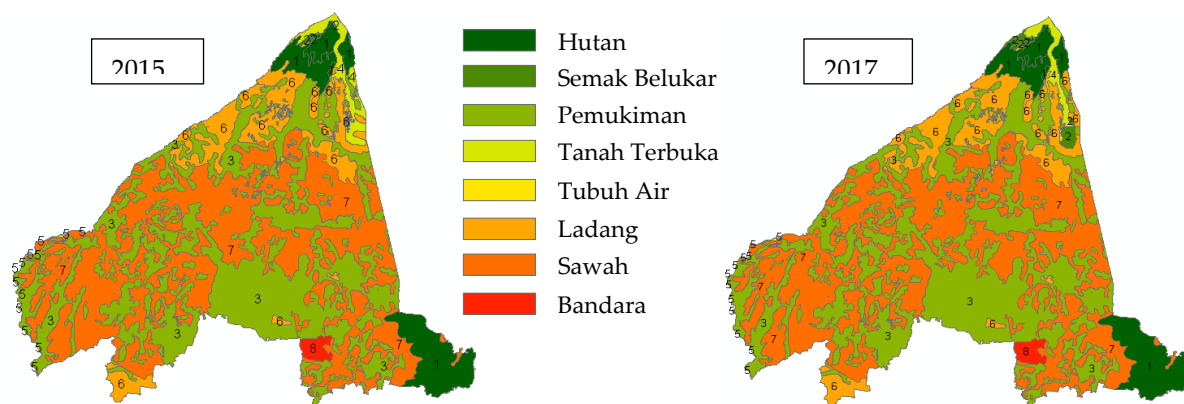
Tabel 2. Klasifikasi penggunaan lahan kabupaten Sleman tahun 2015

| No | Nama Penggunaan Lahan | Luas (Ha) |
|----|-----------------------|-----------|
| 1. | Hutan Tanaman | 4145,9 |
| 2. | Semak Belukar | 47,80 |
| 3. | Pemukiman | 23385,89 |
| 4. | Tanah Terbuka | 1111,24 |
| 5. | Tubuh Air | 44,70 |
| 6. | Ladang | 5235,64 |
| 7. | Sawah | 23202,14 |
| 8. | Bandara | 405,11 |

Sumber: Analisis penulis, 2022

Proses kategorisasi penggunaan lahan di atas didapatkan dari interpretasi visual menggunakan GIS (Wijaya, A., & Susetyo, 2017). Dominasi penggunaan lahan pada tahun 2015 yaitu pada penggunaan sebagai pemukiman dengan luas 23385,89 Ha dan diikuti dengan penggunaan lahan sawah atau pertanian dengan luas 23202,14 Ha. Jenis sawah atau pertanian dengan produksi padi sawah dan padi ladang pada tahun 2015 sebanyak 328.683 ton (BPS Kab Sleman, 2016). Dengan setidaknya 123.073 jiwa penduduk memiliki mata pencaharian di bidang pertanian peternakan (BPS Kab Sleman, 2016). Lokasi atau kawasan sawah terkonsentrasi pada wilayah timur, barat daya dan barat Kabupaten Sleman. Sebaran lahan sawah tersebut didukung dengan adanya aliran sungai baik sungai utama maupun anak sungai yang dapat berfungsi sebagai sumber pengairan dalam faktor peningkatan produktifitas pertanian. Berikut tampilan visual penggunaan lahan pada Gambar 6.

Gambar 6. Penggunaan lahan kabupaten Sleman tahun 2015 dan 2017



Sumber: Analisis Penulis, 2022

Pada tahun 2017, penggunaan lahan pemukiman mempunyai luas wilayah terbesar jika dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya yaitu seluas 23673,232 Ha yang kemudian diikuti oleh penggunaan lahan sebagai sawah yang menduduki urutan kedua luas wilayah

terbesar yakni seluas 22910,210 Ha. Namun walau adanya peningkatan luas pada kategori pemukiman dan penurunan luas pada kategori penggunaan sawah, apabila dilakukan penjumlahan luas pada lahan hijau dan lahan terbuka lainnya seperti hutan, semak, maupun ladang pada Kabupaten Sleman tahun 2017 ini persentasenya dapat lebih besar dari persentase penggunaan atas pemukiman itu sendiri. Berdasarkan data BPS pada Kabupaten Sleman dalam Angka 2018 jumlah panen hasil pertanian padi pada tahun 2017 sebanyak 289.070 ton dalam setahun. Jumlah panen pada tahun 2017 mengalami penurunan dibandingkan hasil panen pada tahun 2015, yang kemungkinan dapat disebabkan karena adanya penurunan jumlah penggunaan lahan sebagai sawah atau berkurangnya sumber daya manusia yang berperan dalam kegiatan pertanian bahkan gagal panen. Setidaknya terdapat 979 pompa layak pakai untuk sumber pengairan bagi kegiatan pertanian (BPS Kab. Sleman, 2018). Berikut jenis penggunaan lahan dan luas pada tiap penggunaannya di tahun 2017. Tabel 3 di bawah ini menunjukkan luasan pada masing-masing klasifikasi penggunaan lahan pada tahun 2017.

Tabel 3. Klasifikasi penggunaan lahan kabupaten Sleman tahun 2017

| No | Nama Penggunaan Lahan | Luas (Ha) |
|----|-----------------------|-----------|
| 1. | Hutan Tanaman | 4145,836 |
| 2. | Semak Belukar | 341,559 |
| 3. | Pemukiman | 23673,232 |
| 4. | Tanah Terbuka | 678,030 |
| 5. | Tubuh Air | 41,145 |
| 6. | Ladang | 5383,255 |
| 7. | Sawah | 22910,210 |
| 8. | Bandara | 405,11 |

Sumber: Analisis penulis, 2022

Analisis perubahan penggunaan lahan

Perubahan penggunaan lahan menjadi pemukiman atau kawasan industri berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk di suatu daerah untuk memenuhi kebutuhan hidupnya baik sebagai tempat tinggal maupun sebagai penunjang kehidupan melalui mata pencaharian yang dilakukan (Affan, 2014). Tren pada penggunaan lahan sebagai pertanian atau sawah mengalami banyak penurunan sehingga dapat dibuktikan bahwa banyaknya terjadi konversi lahan pertanian menjadi non pertanian (Wijaya, A., & Susetyo, 2017). Pertumbuhan penduduk secara fluktuatif hingga disertai dengan bonus demografi diyakini sebagai faktor utama adanya konversi penggunaan lahan (Tasha, 2012). Fluktuasi penambahan maupun penurunan luas lahan akan signifikan ketika selisih luas lebih besar daripada batas toleransi luas yang ditentukan. Sedangkan akan tergolong tidak signifikan apabila selisih luas lebih kecil dari batas toleransi luas (Kusniawati at al., 2020). Toleransi luas ini didapatkan dari hitungan *Root Means Square* (RMS) apabila dilakukan metode analisis menggunakan overlay dengan memperhitungkan titik centroid antar peta penggunaan lahan yang akan diamati. Perubahan

luas penggunaan lahan di Kabupaten Sleman pada kurun waktu tahun 2015 dan 2017 bisa dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Perubahan luas penggunaan lahan (Ha)

| No | Nama Penggunaan Lahan | Luas 2015 (Ha) | Luas 2017 (Ha) | Selisih Luas |
|----|-----------------------|----------------|----------------|--------------|
| 1. | Hutan Tanaman | 4145,9 | 4145,836 | -0,064 |
| 2. | Semak Belukar | 47,80 | 341,559 | 293,759 |
| 3. | Pemukiman | 23385,89 | 23673,232 | 287,342 |
| 4. | Tanah Terbuka | 1111,24 | 678,030 | -433,21 |
| 5. | Tubuh Air | 44,70 | 41,145 | -3,55 |
| 6. | Ladang | 5235,64 | 5383,255 | 147,615 |
| 7. | Sawah | 23202,14 | 22910,210 | -291,93 |
| 8. | Bandara | 405,11 | 405,11 | - |

Sumber: Analisis penulis, 2022

Berdasarkan tabel di atas pada penggunaan lahan sebagai pemukiman memiliki pertambahan yang sangat besar yakni sebesar 22910,210 Ha, dimana hal ini diikuti dengan penurunan lahan sawah yang sangat besar dan bahkan lebih besar dari pertambahan pemukiman. Dengan begitu kemungkinan konversi lahan pertanian pada kurun waktu dua tahun dari 2015 ke 2017 terjadi tidak hanya menjadi lahan pemukiman, namun dapat terkonversi menjadi ladang atau bahkan penggunaan lahan jenis lain.

Berdasarkan tampilan Gambar 6. Penggunaan Lahan Kab. Sleman tahun 2015 dan 2017 terlihat adanya perubahan penggunaan lahan yang terkonsentrasi di bagian timur laut Kabupaten Sleman, yakni pada penggunaan tanah sebagai tanah terbuka menjadi perubahan lainnya yaitu hutan, semak, dan tubuh air. Perubahan tersebut terjadi pada Kecamatan Pakem dan Cangkringan, dimana pada kecamatan tersebut merupakan kawasan yang salah satunya berupa kawasan lindung yang terletak pada mata kaki Gunung Merapi sehingga perubahan penggunaan lahan tidak berupa perubahan yang disertai pendirian bangunan. Perubahan lain terkonsentrasi pula pada Kecamatan Sleman, Seyegan, Mlati berupa penambahan penggunaan lahan sebagai pemukiman, hal ini disebabkan pada kecamatan tersebut potensi pertumbuhan penduduk dan peningkatan ekonomi memiliki kecenderungan cepat. Seperti pada Kecamatan Sleman yang merupakan pusat dari kegiatan ekonomi, pemerintahan, dan jasa di Kabupaten Sleman sehingga perubahan penggunaan lahan menjadi pemukiman cukup signifikan pada rentang waktu dua tahun. Adanya pertumbuhan jumlah penduduk dari tahun 2015 sejumlah 1167481 menjadi 1193512 pada tahun 2017 (Data BPS Sleman) menyebabkan meningkatnya kebutuhan lahan untuk tempat tinggal sehingga dapat menyebabkan adanya konversi lahan yang tidak sesuai dengan peruntukannya. Sedangkan pada kelas penggunaan lahan sebagai bandara tidak ada pertambahan luas sebab tidak adanya peningkatan luas kawasan bandara melalui pengadaan tanah maupun cara lainnya pada wilayah Bandara Adi Sutjipto.

Analisis pemodelan proyeksi perubahan

a. *Evaluating correlation*

Uji statistik korelasi dilakukan dengan metode *Pearson's Correlation* pada semua *driving factor* yang ada (Kusniawati et al., 2020) pada variabel jalan dan sebaran tempat pendidikan (*campus*). *Pearson's Correlation* merupakan matriks statistik yang mengukur ketergantungan dan hubungan linier antara dua variabel secara acak yang didefinisikan melalui variabel X dan variabel Y (Zhou et al., 2016). Semakin besar angka korelasi maka semakin memiliki pengaruh antar variabel tersebut. *Pearson's Correlation* memiliki range nilai -1 sampai 1, dengan nilai positif (+) menunjukkan saling berhubungan secara + (jika A bertambah maka B bertambah), sementara nilai (-) menunjukkan hubungan yang saling berkebalikan (jika A bertambah maka B berkurang). Hasil uji korelasi antara jaringan jalan dengan sebaran tempat pendidikan yang ditampilkan dalam Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Uji korelasi Pearson's

| | Jalan | Campus |
|--------|-------|---------------|
| Jalan | --- | 0.70461654928 |
| campus | | --- |

Sumber: Analisis penulis, 2022

Hasil uji korelasi dalam Tabel 5 menyajikan nilai atau *value* korelasi antara jalan dengan sebaran tempat pendidikan di Kabupaten Sleman sebesar 0.70461654928, sehingga dinyatakan bahwa kedua variabel memiliki korelasi dan hubungan ketergantungan antara keduanya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin dekat penggunaan lahan terhadap jalan maka semakin cepat perubahan penggunaan lahan yang terjadi.

b. *Area change*

Tahap ini menghasilkan matriks transisi yang menunjukkan besaran peluang perubahan penggunaan lahan. Matriks transisi memiliki rentang nilai 0-1, jika nilainya berada diantara 0,01-0,99 maka memiliki peluang adanya perubahan penggunaan lahan sedangkan nilai pada angka 0 dan 1 berarti menunjukkan tidak ada perubahan penggunaan lahan atau cenderung tetap (Hapsary et al, 2021). Berikut Tabel 6 menyajikan matriks transisi perubahan penggunaan lahan Kabupaten Sleman yang dihasilkan dari pengolahan *Molusce*.

Tabel 6. Matriks transisi

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|--------|-----------------|-----------------|----------|----------|-----------------|----------|-------|
| 1 | 1.0000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 0.000 | 1.0000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 0.000 | 0.000038 | 0.996768 | 0.000 | 0.000 | 0.002031 | 0.001162 | 0.000 |
| 4 | 0.000 | 0.214674 | 0.024889 | 0.585164 | 0.000 | 0.175274 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.906188 | 0.000 | 0.093812 | 0.000 |
| 6 | 0.000 | 0.010298 | 0.003886 | 0.005313 | 0.000138 | 0.980366 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 0.000 | 0.000 | 0.013622 | 0.000 | 0.000 | 0.000314 | 0.986064 | 0.000 |
| 8 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |

Sumber: Analisis penulis, 2022

Berdasarkan Tabel 6 mengenai matriks transisi menunjukkan komponen diagonal matriks bandara memiliki nilai paling besar yaitu 1 sehingga menjelaskan bahwa penggunaan lahan sebagai bandara tidak berubah atau tetap. Sedangkan diagonal matriks sawah menjadi pemukiman memiliki nilai 0,010928 dan diagonal matriks tanah terbuka menjadi pemukiman memiliki nilai 0,024889 sehingga memiliki potensi besar untuk berubah.

c. *Transition potensial modelling*

Topologi jaringan yang dipakai adalah *MultiLayer Perception* (MLP) dengan 10 nodes pada *hidden layer*. Tiap-tiap nodes pada layer akan saling berkorelasi dengan nodes lainnya sehingga menunjukkan adanya hubungan atau jalur koneksi yang disimbolkan dengan (W) sebagai bobot pada matriks tersebut (Rahmah et al., 2019). Hasil pemodelan dapat dilihat pada Tabel 7.

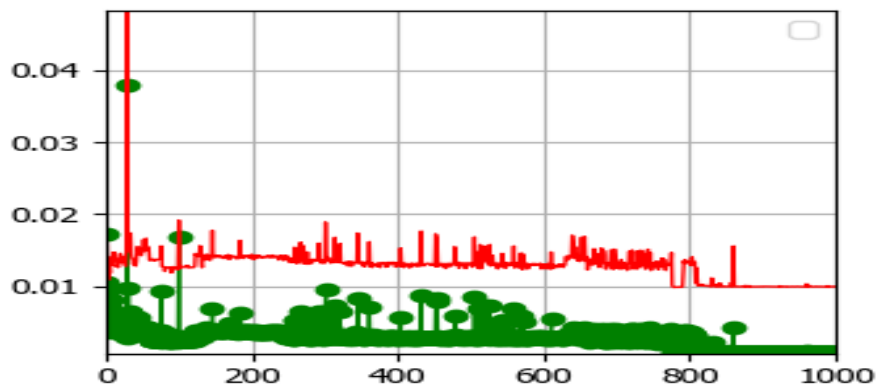
Tabel 7. Hasil training model

| | |
|---------------------------------|----------|
| Neighbourhood | 1 px |
| Learning rate | 0.100 |
| Mazimum iterations | 1000 |
| Hidden layer | 10 |
| Momentum | 0.050 |
| Δ Overall accuracy | -0.00010 |
| Min validation overall accuracy | 0.00988 |
| Current validation Kappa | 0.95349 |

Sumber: Analisis penulis, 2022

Hasil training di atas mendapatkan nilai error sebesar 0,00988, semakin kecil nilai *error* maka semakin tinggi performa dari model yang dibuat. Hasil performa paling baik dianalogikan dengan hasil momentum sebesar 0.050 karena dapat menentukan bobok dari suatu prediksi. Beberapa parameter yang dapat membedakan dan memberikan pengaruh bagi hasil akhir dari prediksi perubahan penggunaan lahan diantaranya yaitu nilai iterasi, nilai momentum, atau bahkan *pixel cellsize* pada data awal pemodelan. Adapun hasil kurva dengan pemodelan ANN (*Artificial Neural Network*) pada Gambar 7.

Gambar 7. Kurva hasil model ANN
Neural Network learning curve

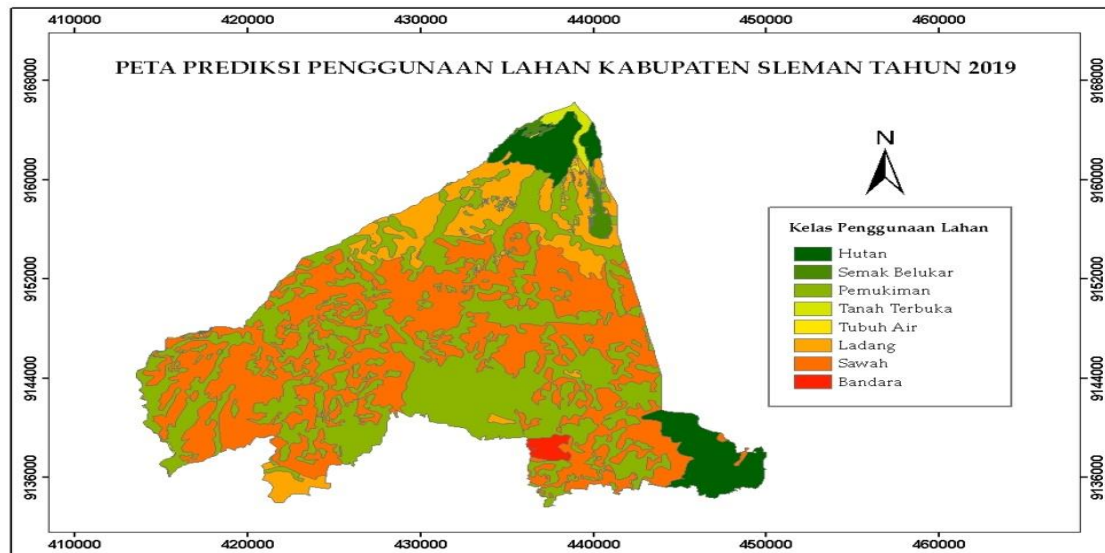


Sumber: Analisis penulis, 2022

d. *Cellular automata*

Tahap *cellular automata* menghasilkan prediksi perubahan penggunaan lahan tahun 2019 menggunakan data penggunaan lahan tahun 2015 dan 2017. Hasil prediksi penggunaan lahan tahun 2019 Kabupaten Sleman dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8. Peta prediksi penggunaan lahan tahun 2019



Sumber: Analisis penulis, 2022

Hasil prediksi penggunaan lahan pada tahun 2019 dengan menggunakan pemodelan CA-ANN menghasilkan perubahan luas pada semua jenis penggunaan lahan (kecuali bandara, yakni pada klasifikasi urutan 8). Dengan perubahan penggunaan lahan yang mencolok pada penggunaan sebagai ladang karena memiliki penambahan luas yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis penggunaan lainnya yang terkonsentrasi pada kecamatan Cangkringan.

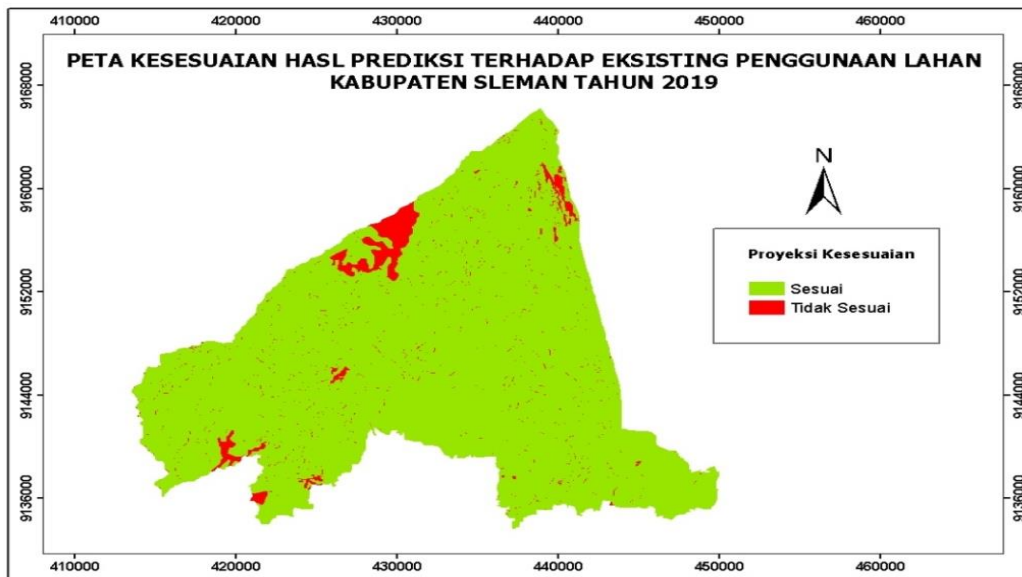
Tabel 8. Luas prediksi penggunaan lahan tahun 2019

| No | Nama Penggunaan Lahan | Luas (Ha) |
|----|-----------------------|-----------|
| 1. | Hutan Tanaman | 4145,982 |
| 2. | Semak Belukar | 505,619 |
| 3. | Pemukiman | 23675,280 |
| 4. | Tanah Terbuka | 456,588 |
| 5. | Tubuh Air | 40,481 |
| 6. | Ladang | 5438,134 |
| 7. | Sawah | 22906,480 |
| 8. | Bandara | 405,11 |

Sumber: Analisis penulis, 2022

Berdasarkan pemodelan prediksi perubahan penggunaan lahan di tahun 2019 tersebut dilakukan kesesuaian perubahan dengan peta eksisting penggunaan lahan di tahun 2019 untuk menemukan kesesuaian hasil prediksi terhadap eksisting, Metode *reclassify* dilakukan untuk melihat kode penggunaan lahan yang mengalami perubahan dan tidak mengalami perubahan. Hasil *reclassify* tersebut dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.

Gambar 9. Peta kesesuaian hasil prediksi terhadap eksisting



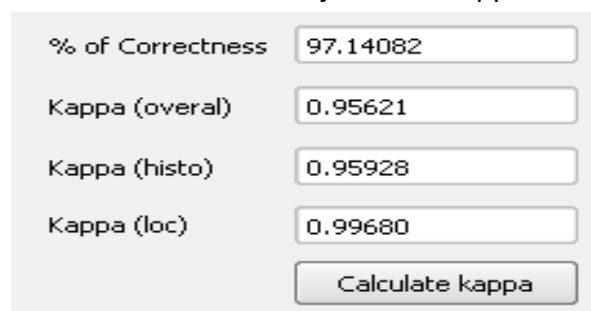
Sumber: Analisis penulis, 2022

Hasil kesesuaian pada peta tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil prediksi memiliki nilai akurasi yang tinggi untuk memproyeksikan perubahan penggunaan lahan yang ada di Kabupaten Sleman pada tahun 2019. Dengan persentase wilayah yang sesuai yakni sebesar 93,52% dan wilayah yang tidak sesuai dengan persentase 6,48% dari keseluruhan luas total wilayah di Kabupaten Sleman.

e. Hasil uji akurasi Kappa

Model prediksi di atas dilakukan analisis lanjutan dengan hitungan statistik berupa uji akurasi Kappa. Hasil uji akurasi Kappa pada proyeksi perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Sleman tahun 2019 dengan eksisting penggunaan lahan tahun 2019 diperoleh sebesar 0,95621 dengan persentase *correctness* sebesar 97,14%. Nilai *correctness* ini merepresentasikan hasil prediksi dapat dipercaya dan dijadikan sebagai acuan dalam pembentukan kebijakan selanjutnya dan tentunya dibutuhkan peninjauan ulang terhadap hasil prediksi dengan kondisi fisik di lapangan. Hasil validasi tersebut disajikan pada Gambar 9. Nilai Kappa tersebut menunjukkan jika pemodelan memiliki kesesuaian cukup baik (Hapsary et al., 2021) karena berada pada kategori koefisien Kappa >0,80.

Gambar 9. Hasil uji akurasi Kappa



Sumber: Analisis penulis, 2022

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: *Pertama*, klasifikasi penggunaan lahan di Kabupaten Sleman dikategorikan menjadi 8 jenis penggunaan yang mengalami perubahan baik penurunan maupun peningkatan pada tiap tahunnya karena adanya peningkatan jumlah penduduk. Dimana pemukiman memiliki penambahan yang cukup banyak yakni sebesar 287,342 Ha sedangkan penggunaan lahan sebagai sawah dan tanah terbuka justru mengalami penurunan luas sebesar 291,93 Ha dan 433,21 Ha. Kecenderungan perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Sleman cenderung mengelompok dan monoton sebab bentuk perubahan penggunaan lahan terjadi di sekitar wilayah yang mengalami perubahan penggunaan lahan pada periode sebelumnya. *Kedua*, Pemodelan prediksi perubahan penggunaan lahan menggunakan CA-ANN pada tahun 2015 dan 2017 dengan variabel jalan ke campus dan campus ke jalan menunjukkan hasil akurasi model yang sangat kuat dengan nilai Kappa sebesar 0,95621 dan koreksi sebesar 97,14082%. Di samping itu, uji kesesuaian hasil prediksi dengan eksisting penggunaan lahan di Kabupaten Sleman menunjukkan persentase kesesuaian sebesar 93,52% dari seluruh jenis penggunaan lahan dan luas wilayah di Kabupaten Sleman. Sehingga hasil penelitian prediksi dengan metode CA-ANN ini dapat digunakan untuk memproyeksikan perubahan penggunaan lahan di tahun berikutnya.

Daftar pustaka

- Affan, F. M. (2014). Analisis perubahan penggunaan lahan untuk permukiman dan industri dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Geografi*, 2(1), 49-60.
- As-syakur, A. R., Suarna, I. W., Adnyana, I. W. S., Rusna, I. W., Laksmiwati, I. A. A., & Diara, I. W. (2008). Studi perubahan penggunaan lahan di Das Badung. *Jurnal Bumi Lestari*, 10(2), 200–208. <http://ejournal.unud.ac.id/>
- Buraerah, M. F., Rasyidi, E. S., & Sandi, R. (2020). Pemetaan perubahan penggunaan lahan di wilayah kabupaten Takalar Tahun 1999-2019 menggunakan sistem informasi geografis. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 20(April), 68–75. <https://journal.unibos.ac.id/eco/article/view/794%0Ahttps://journal.unibos.ac.id/eco/article/download/794/347>
- Danielsson, P. E. (1980). Euclidean distance mapping. *Computer graphics and image processing*, 14(3), 227–248. [https://doi.org/10.1016/0146-664X\(80\)90054-4](https://doi.org/10.1016/0146-664X(80)90054-4)
- Hapsary, M. S. A., Subiyanto, S., & Firdaus, H. S. (2021). Analisis prediksi perubahan penggunaan lahan dengan pendekatan artificial neural network dan regresi logistik di kota Balikpapan. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 10(2), 88–97. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/30637>
- Kunz, A. (2017). *Misclassification and kappa-statistic: Theoretical relationship and consequences in application*.

- Kusniawati, I.; Subiyanto, S.; Amarrohman, F. J. (2020). Analisis model perubahan penggunaan lahan menggunakan artificial neural network di kota Salatiga. *Jurnal Geodesi Undip*, 9, 1–11.
- Kusrini; Suharyadi; Hardoyo, S. R. (2011). Perubahan penggunaan lahan dan faktor yang mempengaruhinya di kecamatan Gunungpati kota Semarang. *Majalah Geografi Indonesia*, 25(1), 25–40. <https://doi.org/10.1515/9783110523522-024>
- Muhammad, A. M., Rombang, J. A., & Saroinsong, F. B. (2016). Identifikasi jenis tutupan lahan di kawasan KPHP Poigar dengan metode maximum likelihood. *Cocos*, 7(2).
- Muhammad, R., Zhang, W., Abbas, Z., Guo, F., & Gwiazdzinski, L. (2022). Spatiotemporal change analysis and prediction of future land use and land cover changes using QGIS molusce plugin and remote sensing big data: A case study of Linyi, China. *Land*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/land11030419>
- Muryono, S., & Utami, W. (2020). Pemetaan potensi lahan pertanian pangan berkelanjutan guna mendukung ketahanan pangan. *BHUMI: Jurnal Agraria dan Pertanahan*, 6(2), 201–218. <http://jurnalbhumi.stpn.ac.id/index.php/JB/article/view/431>
- Nugroho, R. H. (2021). Aplikasi ArcGIS model builder untuk analisis intensitas pemanfaatan ruang aplikasi ArcGIS model builder untuk analisis intensitas pemanfaatan ruang. *Prosiding Seminar Nasional "Kebijakan Satu Peta dan Implementasinya Untuk Perencanaan Wilayah (DAS) Dan Mitigasi Bencana"*, September, 28–37.
- Nuraeni, R., Risma, S., Sitorus, P., & Panuju, R. (2017). *Lahan wilayah di kabupaten Bandung An analysis of land use change and regional land use planning in Bandung regency*. 1(1), 79–85.
- Permatasari, R., Arwin, & Natakusumah, D. K. (2017). Pengaruh Perubahan penggunaan lahan terhadap rezim hidrologi DAS (Studi Kasus: DAS Komerling) Arwin Dantje Kardana Natakusumah. *Jurnal Teknik Sipil*, 24(1), 91–98. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.1.11>
- Rahmah, A. N., Subiyanto, S., & Amarrohman, F. J. (2019). Pemodelan perubahan penggunaan lahan dengan Artificial Neural Network (ANN) di kota Semarang. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 9(1), 197–206. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/26164>
- Tarfi, A., & Amri, I. (2021). Reforma agraria sebagai jalan menuju perdamaian yang berkelanjutan di Aceh. *BHUMI: Jurnal Agraria dan Pertanahan*, 7(2), 210–225. <https://doi.org/10.31292/bhumi.v7i2.509>
- Tasha, K. (2012). Pemodelan perubahan penggunaan lahan dengan pendekatan artificial neural network. Fakultas Pertanian: Institut Pertanian Bogor, (May 2014), 75.
- Wijaya, A., & Susetyo, C. (2017). *Analisis perubahan penggunaan lahan di kota Pekalongan Tahun 2003, 2009, dan 2016*. 6(2), 417–420.
- Wulansari, H. (2017). Uji akurasi klasifikasi penggunaan lahan dengan menggunakan metode defuzzifikasi maximum likelihood berbasis Citra Alos Avnir-2. *BHUMI: Jurnal Agraria dan Pertanahan*, 3(1), 98. <https://doi.org/10.31292/jb.v3i1.96>
- Zhou, H., Deng, Z., Xia, Y., & Fu, M. (2016). A new sampling method in particle filter based on Pearson correlation coefficient. *Neurocomputing*, 216, 208–215. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.07.036>