

**ANALISIS ALIH FUNGSI LAHAN SAWAH MENJADI PERMUKIMAN
DAN PREDIKSI PERMUKIMAN DI KECAMATAN METRO BARAT,
KOTA METRO**

(Skripsi)

Oleh

**RAUDYA SANTI FEBRININGTYAS
NPM 2015071023**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**ANALISIS ALIH FUNGSI LAHAN SAWAH MENJADI PERMUKIMAN
DAN PREDIKSI PERMUKIMAN DI KECAMATAN METRO BARAT,
KOTA METRO**

Oleh

RAUDYA SANTI FEBRININGTYAS

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

**Pada
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

ANALISIS ALIH FUNGSI LAHAN SAWAH MENJADI PERMUKIMAN DAN PREDIKSI PERMUKIMAN DI KECAMATAN METRO BARAT, KOTA METRO

Oleh

RAUDYA SANTI FEBRININGTYAS

Populasi penduduk di Indonesia merupakan salah satu populasi penduduk terbesar yang ada di ASEAN mencapai 270 juta jiwa pada 2020 dengan laju pertumbuhan 1,36%, diprediksi akan mencapai 294 juta jiwa pada 2031. Hal ini menyebabkan ketersediaan lahan permukiman di kota-kota semakin terbatas dan harga semakin tinggi. Kota Metro di Provinsi Lampung memiliki sebagian besar wilayah sawah, terutama sawah menjadi lahan non-sawah. Sehingga tujuan dari penelitian ini, untuk mengetahui alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman pada tahun 2017-2023 serta prediksi permukiman tahun 2038.

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro dengan menganalisis alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman tahun 2017-2023 dengan metode *Post Classification Comparisson* dan pemodelan prediksi lahan permukiman tahun 2038 dengan metode *Celullar Automata-Markov Chain* untuk memprediksi perubahan lahan yang akan datang.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman pada tahun 2017-2023 dari lahan sawah beralih ke permukiman seluas 19 Ha, kemudian hasil dari prediksi lahan permukiman pada tahun 2038 menghasilkan lahan permukiman seluas 415 Ha, lahan sawah seluas 211 Ha dan lahan lainnya 679 Ha dibandingkan dengan prediksi sebelumnya pada tahun 2023 yaitu lahan permukiman seluas 160 Ha, lahan sawah seluas 219 Ha, dan lahan lainnya 926 Ha. Sehingga dari tahun 2023 ke 2038 mengalami peningkatan seluas 255 Ha.

Kata Kunci : Sawah, Permukiman, Alih Fungsi Lahan, Prediksi Lahan, *Post Classification Comparisson*, *Celullar Automata-Markov Chain*

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE FUNCTION CONVERSION OF RICE LAND INTO SETTLEMENTS AND PREDICTION OF SETTLEMENTS IN WEST METRO DISTRICT, METRO CITY

By

RAUDYA SANTI FEBRININGTYAS

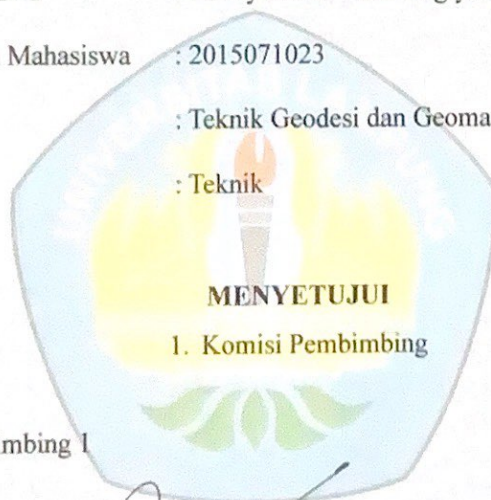
The population in Indonesia is one of the largest in ASEAN, reaching 270 million people in 2020 with a growth rate of 1.36%. It is predicted to reach 294 million by 2031. This has led to a limited availability of residential land in cities, causing prices to rise. Metro City in Lampung Province has a majority of its area as rice fields, with much of it being converted into non-rice field land. Therefore, the aim of this study is to examine the conversion of rice fields into residential areas from 2017 to 2023 and to predict residential areas in 2038. This study was conducted in the Metro Barat sub-district of Metro City by analyzing the conversion of rice fields into residential areas from 2017 to 2023 using the Post Classification Comparison method and predicting the future residential land use in 2038 using the Cellular Automata-Markov Chain method. The results of this study show that the conversion of rice fields into residential areas from 2017 to 2023 covered an area of 19 hectares. The prediction for residential land use in 2038 indicates an area of 415 hectares for residential land, 211 hectares for rice fields, and 679 hectares for other land, compared to the previous prediction for 2023, which was 160 hectares for residential land, 219 hectares for rice fields, and 926 hectares for other land. Thus, from 2023 to 2038, there is an increase of 255 hectares.

Keywords : Rice Fields, Settlements, Land Use Conversion, Land Prediction, Post Classification Comparison, Cellular Automata-Markov Chain

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Analisis Alih Fungsi Lahan Sawah Menjadi
Permukiman dan Prediksi Permukiman di
Kecamatan Metro Barat, Kota Metro

Nama Mahasiswa : Raudya Santi Febriningtyas
Nomor Pokok Mahasiswa : 2015071023
Jurusan : Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas : Teknik



Pembimbing 1

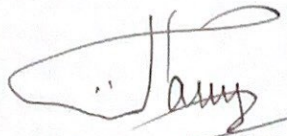

Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.
NIP 196705141993031002

Pembimbing 2


Anggun Tridawati, S.T., M.T.
NIP 199501302022032016

MENGETAHUI

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika


Ir. Fauzan Mardapa, M.T., IPM.
NIP 1964101219922031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

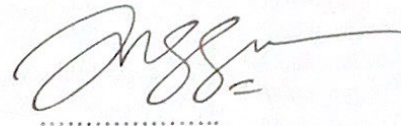
Ketua

: Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.



Sekretaris

: Anggun Tridawati, S.T., M.T.

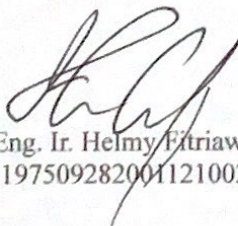


Anggota

: Atika Sari, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung


Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)
NIP 197509282001121002

Tanggal Ujian Skripsi : 16 April 2025

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Alih Fungsi Lahan Sawah Menjadi Permukiman dan Prediksi Permukiman di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro” adalah karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain, kecuali secara tertulis dirujuk dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 16 April 2025



Raudya Santi Febtriningtyas

2015071023

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Metro, pada 08 Februari 2002, sebagai anak tunggal dari pasangan Bapak Bambang Sumarsono dan Tri Yuni Astuti.

Pendidikan yang diawali penulis bersekolah di Taman Kanak-Kanak Negeri Pembina Simbarwaringin pada tahun 2006 hingga 2008, Sekolah Dasar Negeri 1 Trimurjo pada tahun 2008 hingga 2014, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Trimurjo pada tahun 2014 hingga 2017, Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Metro pada tahun 2017 hingga 2020. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, penulis aktif dalam kegiatan Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) Universitas Lampung dan menjadi anggota komisi II pada tahun 2020 hingga 2021. Penulis juga aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Geodesi (HIMAGES) dan menjadi anggota Departemen Sosial pada tahun 2021 hingga 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Rantau Jaya Makmur, Kecamatan Putra Rumbia, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari pada periode bulan Juni hingga Agustus tahun 2023. Penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktik (KP) di Kantor Badan Pertanahan Nasional (BPN) Kota Metro, selama tiga bulan pada bulan Agustus hingga November 2023.

PERSEMBAHAN



Segala puji dan syukur penulis penjabarkan kehadiran Allah SWT, yang dengan rahmat dan kasih-Nya sehingga penulis diberi kemudahan serta kelancaran dalam pengerjaan skripsi ini dan akhirnya dapat terselesaikan dengan baik.

Dengan penuh rasa syukur dan ketulusan, karya sederhana ini kupersembahkan untuk:

Kedua orang tua tercinta, Bapak Bambang Sumarsono dan Ibu Tri Yuni Astuti yang selalu memberikan semangat, dukungan, nasihat, dan doa yang selalu terucap tanpa lelah setiap harinya untuk anakmu ini. Terimakasih atas cinta dan pengorbanan yang telah diberikan.

Keluarga besar tersayang, nenekku dan saudara-saudaraku yang selalu memberikan semangat dan doa dalam setiap langkahku.

Teman-teman seperjuangan angkatan 2020, yang menemani masa-masa perkuliahan, hadir dalam suka maupun duka, memberikan canda dan tawa serta semangat sampai pada titik ini.

Diriku sendiri, terimakasih telah berjuang sejauh ini, melawan rasa takut dan lelah. *Proud of myself.*

MOTTO

“Sesungguhnya Tuhanku bersamaku, Dia akan memberi petunjuk kepadaku”

~**QS. As-Syu'ara : 62**~

“Jangan takut gagal, karena yang tidak pernah gagal hanyalah orang-orang yang tidak pernah melangkah”

~**Buya Hamka**~

“Keberanian adalah keberhasilan terbesar dalam hidup”

~**Plato**~

“Walau tak secepat kilat, tapi berproses di setiap langkahnya”

~**Raudya**~

SANWACANA

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Analisis Alih Fungsi Lahan Sawah Menjadi Permukiman dan Prediksi Permukiman di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro”.

Terselesaikannya skripsi ini, penulis banyak sekali diberikan masukan, bantuan, saran, bimbingan, dan kritik dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Armijon, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Skripsi Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.
5. Ibu Rahma Anisa, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing Akademik dari penulis
6. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan arahan, saran serta semangat kepada penulis selama pembuatan skripsi ini.
7. Ibu Anggun Tridawati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan ide, saran dan semangat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
8. Ibu Atika Sari, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun kepada penulis selama penyelesaian skripsi ini.
9. Seluruh Dosen, Staff, dan Karyawan Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

10. Kedua orang tua tercinta, Bapak Bambang Sumarsono dan Ibu Tri Yuni Astuti yang telah kebersamai penulis selama proses pengerjaan skripsi ini, memberikan dukungan materil maupun moril, semangat serta do'a tiada henti. Terimakasih Bapak Ibu atas pengorbanan yang diberikan, sehat selalu kalian.
11. Keluarga tersayang, kedua nenekku yang senantiasa memberikan semangat, kasih sayang serta doa. Sepupu penulis penulis Indah Wijayanti, Dewi Wijayanti yang telah memberikan semangat serta doa dan kepada seluruh keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
12. Teman-teman penulis selama masa perkuliahan, Ashel, Diva, Diran, Fayza, Regina yang telah kebersamai dalam suka maupun duka, menghibur penulis dan memberikan semangat. Terimakasih teman-temanku.
13. Teman tersayangku, Fayza Rahma Aureli yang telah menemani dalam suka maupun duka, membantu penulis di saat kesulitan dan selalu memberikan semangat. Terimakasih Fayza telah kebersamai penulis dari awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini selesai.
14. Teman-teman seperjuangan angkatan 2020 S1 Teknik Geodesi dan D3 Teknik Survey dan Pemetaan. Terimakasih atas dukungan dan kebersamaannya selama kuliah.
15. Seluruh pihak yang terlibat tetapi tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.
16. Diriku sendiri, Raudya Santi Febriningtyas. Terimakasih telah berjuang sejauh ini dan tidak pernah menyerah atas semua tantangan yang harus dihadapi.

Bandar Lampung,
Penulis

Raudya Santi Febriningtyas

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.6 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Alih Fungsi Lahan	7
2.2 Sistem Informasi Geografis (SIG)	6
2.3 Penginderaan Jauh	7
2.4 Citra Sentinel 2A	8
2.5 Metode <i>Post Classification Comparisson</i>	9
2.6 Metode <i>Cellular Automata-Markov Chain</i> (CA MC)	10
2.7 Metode <i>Maximum Likelihood</i> (MLC)	12
2.8 Uji Akurasi	12
2.8 Validasi	14
2.9 Penelitian Terdahulu	15
III. METODE PENELITIAN	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Data	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Data	18
3.3 Diagram Alir Penelitian	19
3.4 Tahap Persiapan Data	21
3.5 Tahap Pengumpulan Data	21
3.6 Tahap Pengolahan Data	21
3.6.1 Tahap Pengolahan Penggunaan Lahan	21
3.6.2 Uji Akurasi	24
3.6.3 Tahap Pengolahan Alih Fungsi Lahan	47
3.6.4 Tahap Pengolahan Prediksi Lahan	50

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1 Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Metro Barat	55
4.1.1 Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Metro Barat Tahun 2017 ...	55
4.1.2 Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Metro Barat Tahun 2020 ...	58
4.1.3 Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Metro Barat Tahun 2023 ...	61
4.2 Hasil Peta Alih Fungsi Lahan Sawah menjadi Permukiman Tahun 2017-2023 Kecamatan Metro Barat	65
4.3 Hasil Simulasi Prediksi Lahan Tahun 2023 Kecamatan Metro Barat .	70
4.6 Hasil Prediksi Lahan Tahun 2038 Kecamatan Metro Barat	75
 V. PENUTUP	 79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	80
 DAFTAR PUSTAKA.....	 82
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sistem Penginderaan Jauh.....	8
2. Lokasi Penelitian.....	7
3. Diagram Alir Penelitian	20
4. Proses Unduh Citra Sentinel 2A	22
5. Proses Pemotongan Citra	22
6. Sampel Kelas	23
7. Point Sampel pada <i>Software</i> Pengolahan GIS	24
8. Point Sampel pada <i>Google Earth</i>	24
9. Tools Raster agar menjadi <i>Polygon</i>	47
10. Proses <i>Dissolve</i>	47
11. Hasil <i>Dissolve</i>	48
12. Proses <i>Intersect</i>	48
13. Hasil <i>Intersect</i>	48
14. Proses <i>Field Calculator</i>	49
15. <i>Attribute Table</i>	49
16. Layer <i>Properties</i>	50
17. Data Penggunaan Lahan pada Microsoft Excel	50
18. Data Penggunaan Lahan.....	51
19. Kelas Penggunaan Lahan	51
20. <i>Import File</i>	52
21. Format <i>File</i>	52
22. Tampilan <i>File</i> yang telah di <i>Import</i>	52
23. <i>Tools Edit</i>	53
24. Pengkodean Kelas Penggunaan Lahan	53
25. <i>Tools Assign</i>	53
26. Simpan <i>File</i> yang telah di <i>Assign</i>	54
27. <i>Driving Factor</i> (Ketinggian Lahan).....	54
28. <i>Driving Factor</i> (<i>Slope</i>).....	54
29. <i>Driving Factor</i> (Jalan)	55
30. <i>Driving Factor</i> (Sungai/Badan Air)	55
31. <i>Driving Factor</i> (Pusat Pemerintahan).....	55
32. Tampilan <i>Land Change Modeler</i>	56
33. Transisi Perubahan	57
34. <i>Running Statistics</i>	57
35. Langkah <i>Markov</i>	58
36. Langkah <i>CA Markov</i>	58

37. <i>Tools</i> Validasi	58
38. Hasil Uji Akurasi <i>Kstandart</i>	59
39. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2017	55
40. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2020	58
41. Peta Penggunaan Lahan 2023	61
42. Perubahan Lahan dari Tahun 2017, 2020, dan 2023	65
43. Titik Perubahan Lahan 2017, 2020, dan 2023	66
44. Peta Alih Fungsi Lahan 2017-2023.....	67
45. Peta Simulasi Prediksi Lahan Tahun 2023.....	72
46. Prediksi Lahan Tahun 2038.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi Citra Sentinel 2	9
2. <i>Confusion Matrix</i>	13
3. Kesesuaian Nilai Kappa	14
4. Penelitian Terdahulu.....	15
5. Alat.....	18
6. Data	18
7. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2017	25
8. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2020	32
9. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2023	37
10. Validasi Simulasi Prediksi Tahun 2023	42
11. Uji Akurasi Penggunaan Lahan Tahun 2017.....	56
12. Luas Lahan Tahun 2017	57
13. Uji Akurasi Penggunaan Lahan Tahun 2020.....	58
14. Luas Lahan Tahun 2020	60
15. Uji Akurasi Penggunaan Lahan Tahun 2023	61
16. Luas Lahan Tahun 2023	63
17. Luas Lahan Tahun 2017-2023	68
18. Dinamika Transisi Perubahan Lahan	69
19. <i>Transistion Probabilty Matrix</i> (TPM) simulasi prediksi tahun 2023.....	71
20. Luas Simulasi Prediksi Lahan Tahun 2023	72
21. Uji Akurasi Simulasi Prediksi Lahan Tahun 2023	73
22. <i>Transistion Probabilty Matrix</i> (TPM) prediksi tahun 2038	76
23. Prediksi Lahan Tahun 2038.....	78

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Populasi penduduk di Indonesia merupakan salah satu populasi penduduk terbesar yang ada di ASEAN, pada tahun 2020 penduduk Indonesia berjumlah 270 juta jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk pada sepuluh tahun terakhir sebesar 1,36% sehingga angka prediksi bertambahnya pertumbuhan penduduk pada tahun 2031 mencapai 294 juta jiwa (Badan Pusat Statistik dkk., 2018). Pertumbuhan penduduk yang cepat berakibat pada semakin meningkatnya kebutuhan lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup manusia. Hal ini tentunya mengakibatkan ketersediaan lahan untuk permukiman di wilayah perkotaan semakin sedikit, dan harga yang semakin tinggi. Perubahan fungsi lahan yang terjadi ini sebagian besar merupakan perubahan lahan pertanian ke non pertanian. Konversi lahan seperti ini dikarenakan populasi yang terus bertambah dan meningkatnya permintaan akan tingkat pemenuhan kebutuhan secara pribadi (Geosfer dkk., 2024). Meningkatnya perubahan fungsi lahan pertanian khususnya lahan sawah menjadi tidak seimbang karena pertumbuhan lahan sawah tidak secepat sub-sektor pertanian lainnya (Bantacut, 2012). Sehingga perubahan fungsi lahan sawah dapat berpengaruh terhadap menurunnya produksi padi dan juga berpotensi memberi dampak negatif terhadap lingkungan yang fungsinya untuk menjaga keseimbangan alam.

Fenomena alih fungsi lahan sawah ini juga terjadi di Kota Metro. Kota Metro merupakan salah satu wilayah di Provinsi Lampung dengan luas wilayahnya sebesar 6.874 ha dimana 43% dari luas wilayah tersebut (2.984 ha) merupakan lahan sawah (Saputra dkk., 2022). Kota metro juga merupakan salah satu kota yang terus menurun mengalami peningkatan jumlah penduduk, perkembangan Kota Metro yang cukup pesat seiring dengan meningkatnya populasi penduduk dan aktivitas ekonomi. Kondisi ini mengakibatkan meningkatnya alih fungsi lahan,

terutama sawah menjadi non sawah. Ancaman alih fungsi lahan pertanian ini menjadi ancaman serius yang nantinya akan mengganggu ketahanan pangan di Kota Metro. Pengalihan fungsi lahan atau disebut juga konversi lahan merupakan perubahan fungsi sebagian atau bahkan seluruh kawasan lahan dari fungsi aslinya, hal ini menjadi penyebab terjadinya krisis lahan pertanian di Kota Metro (Sugandhi dkk., 2022).

Pada penelitian ini, dilakukan di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro karena di Kecamatan Metro Barat cukup banyak lahan sawah karena pada tahun 2018 sebesar 5,5 ton/ha di atas rata-rata produktivitas padi Provinsi Lampung sebesar 4,8 ton/ha dan nasional sebesar 5,2 ton/ha (Metro Dalam Angka, 2019). Sehingga selama ini alih fungsi lahan serta prediksi lahan di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro belum dikaji mendalam untuk mengetahui bagaimana alih fungsi lahan sawah yang terjadi. Kondisi seperti ini memerlukan penanganan dan solusi yang tepat, yaitu melalui penelitian yang dilakukan dapat mengetahui bagaimana pengaruh alih fungsi lahan terhadap perkembangan Kota Metro sehingga memberikan informasi yang akurat mengenai dampak perubahan fungsi lahan terhadap aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan di wilayah tersebut. Penelitian ini mengambil studi kasus alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman dengan rentang tahun 2017, 2020, dan 2023 serta prediksi permukiman pada tahun 2038.

Pemodelan alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman tahun 2017 sampai tahun 2023 yang dipilih peneliti yaitu metode *Post Classification Comparisson* metode ini merupakan metode yang digunakan pasca klasifikasi, metode ini dilakukan dengan membandingkan dua buah citra yang sudah diklasifikasi untuk mengetahui perubahan mengenai informasi luasan perubahan lahan diketahui dengan tabel laju perubahan lahan, sedangkan pemodelan prediksi lahan permukiman tahun 2038 yang dipilih peneliti yaitu metode *Celullar Automata-Markov Chain* (CA MC) untuk mensimulasikan dan memprediksi perubahan lahan yang akan datang dengan akurat (R. A. Putri and Supriatna, 2021) dengan menggunakan 5 *driving factor* yang pada penelitian sebelumnya (Sugandhi dkk., 2022) terdapat 4 *driving factor*. *Driving factor* ini digunakan untuk menyesuaikan kondisi fisik wilayah sehingga dapat mempengaruhi hasil dari prediksi lahan yang dilakukan.

Melalui teknik penginderaan jauh dan sistem informasi geografis alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman serta prediksi permukiman dapat dilakukan dengan Citra Sentinel 2A, alih fungsi lahan dapat dikaji secara lebih efisien untuk melihat perubahan yang terjadi. Peneliti akan melakukan analisis alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman yang terjadi di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro pada tahun 2017 sampai tahun 2023 serta prediksi lahan permukiman di tahun 2038 dengan akurasi >85%. Kajian yang dilakukan peneliti berharap dapat memberikan informasi mengenai alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman serta prediksi lahan permukiman tahun 2038 di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro sehingga dapat terlihat pola alih fungsi lahan, dengan mengetahui model perubahan serta prediksi lahan diharapkan dapat dijadikan sebagai pertimbangan untuk pemerintah atau instansi terkait dalam menentukan kebijakan mengenai penggunaan lahan yang berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, dapat dirumuskan yaitu:

1. Bagaimana alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman dengan citra tahun 2017, 2020, dan 2023 di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro?
2. Bagaimana prediksi lahan permukiman pada tahun 2038 di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis pola alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman dengan citra tahun 2017, 2020, dan 2023 di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro.
2. Memprediksi lahan permukiman pada tahun 2038 di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman dengan citra tahun 2017, 2020, dan 2023 di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro.
2. Mengetahui prediksi lahan permukiman pada tahun 2038 di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini yaitu:

1. Lokasi penelitian ini berada di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Citra Sentinel 2A tahun 2017, 2020, dan 2023.
3. Analisis untuk alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman di Kota Metro dianalisis menggunakan metode *Post Classification Comparrison*.
4. Prediksi permukiman di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro dengan mengambil periode tahun 2038 menggunakan metode *Celullar Automata-Markov Chain*.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan tren alih fungsi lahan dan proyeksi pertumbuhan penduduk, permukiman di Kecamatan Metro Barat akan mengalami peningkatan yang cukup pesat dalam 10 tahun mendatang yang mengarah pada penyempitan lahan sawah yang tersisa. Sehingga berpotensi mengurangi luas lahan sawah di Kecamatan Metro Barat dalam jangka panjang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alih Fungsi Lahan

Perubahan fungsi lahan atau biasa disebut dengan alih fungsi lahan adalah berubahnya fungsi sebagian atau seluruh suatu kawasan dari fungsi semula ke fungsi lain yang berdampak buruk terhadap alih fungsi lahan dan menimbulkan kemungkinan terjadinya alih fungsi lahan. Konversi lahan sendiri juga dapat diartikan sebagai perubahan ke penggunaan lain, sering kali didorong oleh faktor-faktor seperti kebutuhan untuk memenuhi peningkatan permintaan.

Peralihan fungsi lahan sawah ke permukiman akan menjadi salah satu ancaman serius jika alih fungsi lahan yang berlebihan dan tidak dapat dikendalikan. Justru lahan-lahan tersebut merupakan lahan sawah yang telah beririgasi teknis atau semi teknis dan ber alokasi pada kawasan pertanian dimana kelembagaan untuk pengembangan serta penunjang padi telah maju. Alih fungsi lahan sangat berpengaruh signifikan terhadap fungsi ekosistem di semua skala spasial, dari global hingga lokal (Rakuasa, 2022).

Proses konversi lahan dapat dilakukan oleh pemilik sawah atau petani sendiri, dan juga pihak lain. Konversi lahan yang dilakukan oleh pihak lain mempunyai dampak yang lebih besar dibandingkan dengan pemilik sawah itu sendiri, karena proses konversi lahan berdampak pada penurunan kapasitas produksi pangan. Apalagi jika lahan sawah tersebut diperuntukkan untuk pembangunan kawasan permukiman. Alih fungsi pada lahan mempunyai dampak negatif, yaitu:

1. Berkurangnya luas sawah menyebabkan peningkatan produksi beras sehingga mengganggu swasembada pangan.
2. Berkurangnya luas sawah yang mengakibatkan bergesernya lapangan kerja dari sektor pertanian ke non pertanian.

3. Investasi pemerintah dalam penyediaan prasarana dan sarana yang berkurang akibat irigasi yang dibangun karena sawah diubah menjadi lahan.
4. Berkurangnya ekosistem sawah di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro yang telah terbentuk selama puluhan tahun.

Selanjutnya dampak lainnya adalah ancaman terhadap kualitas lingkungan hidup. Lahan pertanian tidak hanya menjadi tempat bercocok tanam padi saja, namun juga merupakan tempat yang efektif untuk menampung kelebihan air limbah, mengendalikan banjir, dan menjaga lingkungan. Tentu saja, ketika lahan persawahan diubah menjadi kawasan pemukiman, hotel, kawasan industri, dan lain-lain, maka lahan di sekitarnya juga ikut terkena dampaknya. Luas wilayah yang dapat menyerap kelebihan air semakin berkurang, dan bencana seperti banjir semakin sering terjadi. Oleh karena itu, untuk mencapai pembangunan berkelanjutan, perlu dilakukan peningkatan penggunaan dan efisiensi lahan perkotaan berdasarkan perencanaan tutupan lahan yang rasional (Wang dkk., 2021).

2.2 Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG adalah sistem informasi komputer untuk menyimpan, mengelola, menganalisis, dan mengambil data referensi, dan telah berkembang pesat selama lima tahun terakhir. Keunggulan SIG adalah pengguna atau pengambil keputusan dapat dengan mudah memutuskan kebijakan mana yang akan diambil, terutama yang berkaitan dengan aspek spasial. Teknologi ini memudahkan pembukaan lahan, termasuk area pertambangan. SIG dapat memvisualisasikan informasi yang diperlukan oleh pengguna dalam dua bentuk yaitu peta dan tabel (Aprillya dan Chasanah, 2021). Di era digital yang terus berkembang, SIG bukan hanya sekadar elemen krusial, tetapi juga menjadi fondasi utama dalam membentuk dasar pengambilan keputusan di berbagai sektor (Junaedi dkk., 2023). Keberadaannya tidak hanya bersifat mendukung, melainkan telah menjelma menjadi pilar utama dalam transformasi kebijakan dan strategi di berbagai ranah, mulai dari pemerintahan hingga sektor bisnis. Dengan pesatnya kemajuan teknologi, terutama dalam pengolahan dan analisis data spasial, SIG memberikan kontribusi yang semakin penting dalam menggali potensi informasi dari kerangka geografis.

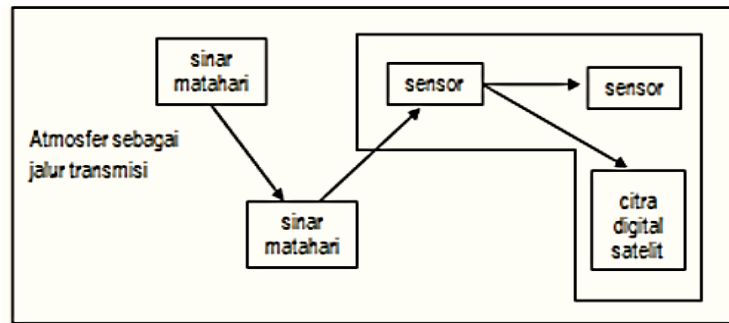
Analisis spasial yang dilakukan melalui SIG tidak lagi hanya menjadi alat bantu, melainkan merangkul peran strategis dalam konteks pengambilan keputusan (Sophaan dkk., 2023). Ketersediaan data spasial yang melimpah memungkinkan penerapan teknik-teknik analisis yang lebih canggih, membuka peluang baru untuk memahami dinamika dan kompleksitas hubungan spasial antar berbagai entitas.

SIG dapat menyimpan, mengolah, dan menampilkan data geospasial digital, dengan manfaat lain seperti kemampuan mengintegrasikan berbagai data, mulai dari citra satelit hingga foto udara, peta hingga data statistik dengan tersedianya komputer berkecepatan tinggi saat ini dengan kapasitas penyimpanan yang besar, SIG dapat memproses dan menampilkan data dengan cepat dan akurat. SIG juga mempertimbangkan dinamika data sehingga memudahkan pemutakhiran data.

2.3 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah teknologi yang digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang objek, area, atau fenomena di bumi atau di tempat lain dalam tata surya dengan menggunakan sensor yang terletak di pesawat terbang, satelit, atau sensor tanah. Teknologi penginderaan jauh merupakan alat yang andal untuk memantau dan mempelajari perubahan tutupan lahan dan penggunaan lahan perkotaan (Asiva Noor Rachmayani, 2015). Penginderaan jauh memiliki banyak aplikasi, termasuk pemetaan tanah, pemantauan lingkungan, prediksi cuaca, pemantauan bencana alam, dan pemantauan pertanian, di antara lainnya.

Penginderaan Jauh atau dalam bahasa Inggris disebut *remote sensing* adalah perekaman, atau penyensoran data dari objek yang terletak sangat jauh dari daerah yang sulit diakses dimana perekaman ini terjadi jarak antara objek dan sensor. Penginderaan Jauh juga dianggap sebagai suatu ilmu atau seni memperoleh informasi tentang objek, fenomena atau wilayah berdasarkan analisis data yang dilakukan dengan menggunakan suatu alat yang kegunaannya tidak memerlukan kontak langsung dengan fenomena atau area yang diteliti.



Gambar 1. Sistem Penginderaan Jauh
Sumber: (Santoso dkk., 2019)

Pemanfaatan dari teknik ini yaitu dapat memperoleh info tidak hanya yang berkaitan dengan objek, gambaran atau fenomena yang ada di permukaan bumi, tetapi juga informasi yang didapatkan dari deteksi atau penginderaan yang mencakup kedalaman tertentu didalam bumi atau diluar bumi seperti benda langit atau atmosfer. Hasil dari sistem penginderaan jauh yaitu yang kaitannya dengan pemetaan adalah citra penginderaan salah satunya adalah citra sentinel yang dapat dipakai untuk berbagai sektor pertanian dalam upaya *monitoring* lahan. Melalui penginderaan jauh studi perubahan penggunaan lahan lebih hemat waktu dan biaya. Teknologi penginderaan jauh juga memberikan cara yang efisien untuk memantau perubahan penggunaan lahan yang terjadi.

2.4 Citra Sentinel 2A

Citra Sentinel 2A adalah gambar atau data yang dihasilkan oleh satelit Sentinel 2A, bagian dari program *Copernicus* yang dijalankan oleh Badan Antariksa Eropa (ESA) tersedia untuk umum dan dapat diakses secara gratis, satelit ini diluncurkan pada tanggal 23 Juni 2015. Satelit ini juga dirancang untuk memberikan citra optik resolusi tinggi dari permukaan bumi. Resolusi spasial dari citra sentinel-2A yaitu band 2,3,4 dan 8 dengan ketelitian spasial 10 m, band 5,6,7, 8a, 11 dan 12 mempunyai ketelitian spasial 20 m dan band 1, 9, dan 10 memiliki ketelitian spasial 60 m (Indarto dkk., 2020).

Tabel 1. Spesifikasi Citra Sentinel 2

Band Spektral	Panjang Gelombang (mikrometer)	Resolusi Spasial (meter)
Band 1 - Coastal Aerosol	0,443	60
Band 2 - <i>Blue</i>	0,49	10
Band 3 - <i>Green</i>	0,56	10
Band 4 - <i>Red</i>	0,665	10
Band 5 - <i>Vegetation Red Edge</i>	0,705	20
Band 6 - <i>Vegetation Red Edge</i>	0,74	20
Band 7 - <i>Vegetation Red Edge</i>	0,783	20
Band 8 - NIR	0,842	10
Band 8A - <i>Vegetation Red Edge</i>	0,865	20
Band 9 - <i>Water Vapour</i>	0,945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1,375	60
Band 11 - SWIR	1,61	20
Band 12 - SWIR	2,19	20

Sumber: (E. S. Putri dkk., 2021)

Citra Sentinel 2A digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk klasifikasi tutupan lahan untuk membantu dalam pemetaan dan pemantauan perubahan penggunaan lahan serta pemantauan pertanian untuk menyediakan informasi untuk manajemen tanaman dan estimasi hasil panen lalu manajemen hutan untuk memantau kesehatan hutan dan aktivitas deforestasi.

Citra Sentinel 2A sangat penting untuk penelitian ilmiah, pemantauan lingkungan, studi perubahan iklim, dan penyediaan informasi penting untuk respons terhadap bencana dan pengelolaan sumber daya. Kualitas resolusi tinggi dan frekuensi kunjungan ulang yang sering membuatnya menjadi alat yang sangat berharga bagi para ilmuwan, peneliti, dan pembuat kebijakan.

2.5 Metode *Post Classification Comparisson*

Post classification comparisson adalah salah satu teknik dalam analisis penginderaan jauh yang digunakan untuk membandingkan dua atau lebih yang dihasilkan dari klasifikasi citra. Metode ini biasanya digunakan untuk mengevaluasi kualitas klasifikasi dan untuk memahami perubahan yang terjadi dalam suatu wilayah dari waktu ke waktu, diterapkan untuk menganalisis perubahan

penggunaan lahan yang menunjukkan pergeseran penggunaan lahan yang signifikan di area tersebut (Seno Aji Pangestu, 2012).

Post classification comparisson juga merupakan suatu teknik yang dilakukan untuk mendeteksi alih fungsi lahan dengan membandingkan dua peta hasil klasifikasi yang berbeda tahun. Teknik ini menghasilkan peta alih fungsi lahan dan tabel perubahan lahan sehingga mudah diinterpretasikan

Post classification comparisson juga mempertimbangkan implementasi, dimana metode ini bekerja dengan cukup membandingkan dua buah *image* yang sudah diklasifikasikan untuk mengetahui perubahannya. Manfaat dari metode *Post classification comparisson* berguna dalam analisis penginderaan jauh untuk memahami perubahan dalam wilayah yang dianalisis dari waktu ke waktu, namun, perlu dilakukan dengan hati-hati dan dengan mempertimbangkan kualitas data dan interpretasi yang akurat.

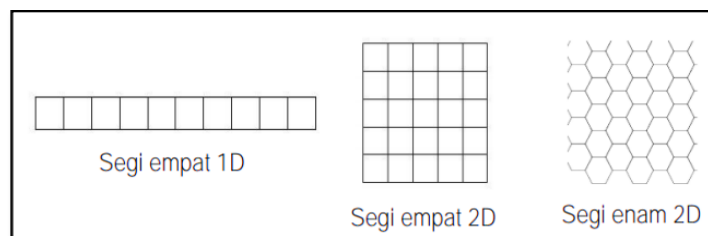
2.6 Metode *Cellular Automata-Markov Chain* (CA MC)

Cellular Automata-Markov Chain adalah bagian penting dalam dinamika penggunaan lahan yang dilihat dari waktu-waktu tertentu. Pemodelan spasial diperlukan untuk dapat melakukan analisis pemodelan alih fungsi lahan dengan menggabungkan analisis GIS dengan analisis sistem dinamis (Windy Lestari dan Nursakti Adhi Pratomoatmojo, 2019) Pemodelan berbasis spasial dan dinamis dapat dilakukan dengan pendekatan *Cellular Automata-Markov Chain* ini. *Cellular Automata-Markov Chain* juga merupakan pemodelan yang paling andal, akurat, dan berguna untuk secara akurat mensimulasikan dan memprediksi perubahan lahan spasial dan temporal di masa depan (R. A. Putri and Supriatna, 2021).

Pendekatan *Celullar Automata-Markov Chain* digunakan untuk memodelkan berbagai fenomena yang melibatkan interaksi lokal dan ketidakpastian dengan menggabungkan sifat-sifat *Cellular Automata-Markov Chain*. Pendekatan ini memungkinkan analisis yang lebih akurat dari perilaku sistem untuk memodelkan evolusi sistem yang kompleks di mana interaksi lokal antara entitas-individu

(seperti sel, agen, atau elemen lainnya) dan ketidakpastian yang terdapat dalam proses tersebut penting untuk dipertimbangkan.

Kombinasi konsep *Cellular Automata-Markov Chain* dapat digunakan untuk memodelkan perubahan penggunaan lahan, dalam GIS *Cellular Automata* adalah model sederhana dari proses yang terdistribusi secara spasial. Data terdiri dari sel yang disusun sedemikian rupa sehingga setiap sel hanya dapat mempunyai satu dari beberapa keadaan. *Cellular system* dapat didefinisikan sebagai kumpulan elemen serupa yang disebut sel. Struktur ini ditentukan oleh pemilihan bentuk piksel atau biasa disebut dengan grid. Beberapa grid bersifat satu dimensi, dua dimensi, dan tiga dimensi.



Gambar 2. Susunan Sel *Cellular Automata*

Sumber: (R. A. Putri and Supriatna, 2021)

Pada metode *Cellular Automata-Markov Chain*, setiap sel dalam *Cellular Automata* memiliki keadaan yang dapat berkembang seiring waktu berdasarkan aturan *Cellular Automata*, "sel" dalam konteks pemodelan ini, mengacu pada piksel-piksel yang membentuk gambar. Metode-metode seperti *Cellular Automata-Markov Chain* ini dapat diterapkan dalam menganalisis piksel-piksel tersebut, misalnya untuk pengolahan gambar atau segmentasi citra. Pada hal ini, setiap piksel dianggap sebagai "sel" dalam proses tersebut. Pemodelan *Cellular Automata-Markov Chain* menggunakan komputasi secara paralel yang terdiri dari sel terkoneksi dan memiliki nilai *continue* (terus-menerus) sehingga metode *Cellular Automata-Markov Chain* ini adalah metode yang paling sering digunakan dalam memprediksi penggunaan lahan dengan pola perubahan pada masa lampau.

2.7 Metode *Maximum Likelihood* (MLC)

Metode MLC adalah salah satu teknik klasifikasi yang paling banyak digunakan dalam penginderaan jauh untuk menganalisis citra satelit dengan tujuan mengidentifikasi dan memetakan jenis tutupan atau penggunaan lahan berdasarkan informasi spektral dari piksel-piksel citra. MLC bekerja dengan menghitung probabilitas bahwa suatu piksel milik salah satu kelas tertentu, dengan asumsi bahwa distribusi nilai spektral untuk setiap kelas mengikuti distribusi normal. Untuk setiap kelas yang ingin diklasifikasikan, dihitung dua parameter utama: *mean* (rata-rata) dan *covariance* (kovarians) dari data pelatihan (training area), yang merepresentasikan variasi spektral dalam kelas tersebut. Piksel yang akan diklasifikasikan kemudian dihitung nilai *likelihood*-nya terhadap setiap kelas, dan kelas dengan nilai *likelihood* tertinggi dipilih sebagai hasil klasifikasi untuk piksel tersebut.

Keakuratan MLC sangat bergantung pada kualitas dan representativitas training area, karena jika training area tidak mencakup keragaman spektral yang ada, hasil klasifikasi bisa menjadi tidak akurat (Bulkis dkk., 2021). Meskipun MLC memiliki keuntungan dalam hal akurasi, fleksibilitas, dan memberikan informasi probabilistik yang berguna, metode ini juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti ketergantungan pada asumsi distribusi normal yang tidak selalu sesuai dengan data spektral yang kompleks dan kebutuhan akan jumlah data pelatihan yang cukup besar. Oleh karena itu, meskipun efektif dalam banyak aplikasi seperti pemetaan tutupan lahan, pemantauan perubahan lahan, dan analisis ekosistem, pemilihan training area yang tepat dan pengelolaan data yang baik sangat diperlukan untuk memperoleh hasil klasifikasi yang optimal.

2.8 Uji Akurasi

Perhitungan *Confusion Matrix* dilakukan untuk uji akurasi hasil interpretasi. Perhitungan matriks kesalahan dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) dan koefisien KAPPA. Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui keakuratan penggunaan lahan dan prediksi lahan yang dihasilkan. Nilai

akurasi digunakan untuk menentukan tingkat kesalahan yang terjadi saat mengklasifikasikan area sampel, dan memungkinkan menentukan persentase akurasi pemetaan. Pada penelitian ini, hasil interpretasi pada penggunaan lahan dinyatakan dalam *overall accuracy* (OA) dengan persamaan berikut:

$$OA = \frac{x}{n} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Dimana

x = jumlah nilai diagonal matriks

n = jumlah sampel matriks

Tingkat keakuratan interpretasi citra yang dapat diterima menurut (Somantri, 2022) yaitu 85% yang dapat diinput dalam ilustrasi Tabel 3 *confussion matriks* berikut ini.

Tabel 2. *Confusion Matrix*

		Data Acuan			Total Kolom
		A	B	C	Xk+
Data Hasil		Xn		Xkk	
Klasifikasi	A				
	B				
	C				
Total Baris		X+k			N

Sumber: (Somantri, 2022)

Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui keakuratan prediksi permukiman yang dihasilkan, penelitian ini yang digunakan adalah uji akurasi kappa. Secara matematis akurasi kappa disajikan sebagai berikut:

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum X_{i+} X_{+i}} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Dimana

K = Kappa

X_{ii} = Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

X₊_i = Jumlah piksel dalam kolom ke-i

X_i₊ = Jumlah piksel dalam baris ke-i

N = Banyaknya piksel dalam contoh

Berdasarkan rumus hitungan tersebut, hasil uji kappa diklasifikasikan menjadi beberapa kelas sebagaimana dalam Tabel 4 yang menunjukkan keakuratan lahan salah satunya dalam melakukan uji akurasi hingga nilai mencapai >85% atau lolos uji akurasi (Rakuasa dkk., 2022).

Tabel 3. Kesesuaian Nilai Kappa

Nilai Kappa (%)	Kategori Kesesuaian Nilai Kappa
< 0	<i>Less than change agreement</i>
0,01 – 0,20	<i>Slight agreement</i>
0,21 – 0,40	<i>Fair agreement</i>
0,41 – 0,60	<i>Moderate agreement</i>
0,61 – 0,80	<i>Substantial agreement</i>
0,81 – 0,99	<i>Almost perfect agreement</i>

Sumber: (Muhammad dkk., 2016)

2.8 Validasi

Dalam konteks validasi prediksi *Cellular Automata-Markov Chain* dan penilaian hasil model yang digunakan, proses validasi peta prediksi berdasarkan peta dilakukan. Ketepatan hasil simulasi atau klasifikasi citra, per piksel, diukur dengan menggunakan indeks akurasi kappa.

Indeks kappa kesepakatan menghasilkan nilai KIA, Kno, *KlocationStrata*, dan *Kstandard*. *Kappa Index of Agreement* (KIA) bertujuan untuk menilai persetujuan (*agreement*) antara peta penggunaan lahan dan prediksi. Uji validasi diukur dengan KIA setelah model yang ada dinyatakan valid. KIA menunjukkan indeks *Kappa for no ability* (Kno), *Kappa for location* (Klocation), *Klocationstrata* dan *Kstandard* (index Kappa). Kno adalah indikator untuk mengukur persetujuan keseluruhan, *Klocation* adalah indikator untuk mengukur level persetujuan antara input pada suatu lokasi, *Klocationstrata* mengukur level persetujuan berdasarkan jumlah dan *Kstandard* mengukur kemampuan simulasi untuk mencapai klasifikasi sempurna (Darmawan dkk., 2022). Rumus untuk statistik ringkasan dapat dilihat pada persamaan berikut ini.

$$K_{no} = \frac{(M(m)N(n))}{(P(p)-N(n))} \dots\dots\dots(3)$$

$$K_{location} = \frac{(M(m)N(m))}{(P(m)-N(m))} \dots\dots\dots(4)$$

$$K_{locationstrata} = \frac{(M(m)H(m))}{(K(m)-H(m))} \dots\dots\dots(5)$$

$$K_{standard} = \frac{(M(m)N(n))}{(P(p)-N(n))} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana

N(n) menunjukkan tidak ada informasi.

H(m) menunjukkan informasi tingkat strata menengah.

M(m) menunjukkan informasi tingkat sel grid menengah.

K(m) menunjukkan informasi tingkat sel grid sempurna yang diberikan oleh informasi strata yang tidak sempurna.

P(p) menunjukkan informasi tingkat sel grid sempurna di seluruh lanskap.

2.9 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan beberapa penelitian terdahulu. Berikut merupakan referensi yang dilihat oleh penulis:

Tabel 4. Penelitian Terdahulu

Peneliti	Judul	Metode	Hasil
Seno Aji Pangestu, (2016)	Analisa Citra Satelit Multitemporal untuk Deteksi Perubahan Penggunaan Lahan dengan Menggunakan Metode <i>Post- Classification Comparisson</i> di Sebagian Dki Jakarta.	<i>Post- Classification Comparisson.</i>	Berupa matriks “from to” yang menampilkan peta tutupan lahan pada tahun 2007 dan 2012 serta peta perubahan penutup lahan yang menampilkan perubahan penutup lahan terbangun dan non terbangun secara spasial.

Tabel 4. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

Heinrich Rakuasa, Melianus Salakory, Philia Christi Latue, (2022)	Analisis dan Prediksi Perubahan Tutupan Lahan menggunakan Model <i>Celular Automata-Markov Chain</i> di DAS Wae Ruhu Kota Ambon.	<i>Celular Automata-Markov Chain</i> .	Perkembangan tutupan lahan yang terjadi di DAS Wae Ruhu dilihat dari hasil pengolahan Data Citra DAS Wae Ruhu tahun 2012, 2017, dan 2022.
Panji Nurul Achmadi, Muhammad Dimiyati, Masita Dwi Mandini Manesa, Heinrich Rakuasa, (2023)	Model Perubahan Tutupan Lahan Berbasis <i>Ca-Markov</i> : Studi Kasus Kecamatan Ternate Utara, Kota Ternate.	<i>Celular Automata-Markov Chain</i> (CA), <i>Land Transformation Model</i> (LTM), dan <i>Logistics Regression</i> (LR).	Model tutupan lahan Kecamatan Ternate Utara tahun 2032. Luas dan presentase penggunaan lahan di Kabupaten Bogor tahun 2000 dan 2010.
Muhamad Azhar Fakhri, Muhammad Buce Saleh, Sri Lestari Munajati, (2021)	Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan <i>Metode Markov Chain</i> di Kabupaten Bogor.	<i>Change Analysis, Transition Potential</i> , dan <i>Change Prediction</i> .	Matriks perubahan penggunaan lahan.
Heri Santoso, Abdul Halim Hasugian, Yusuf Ramadhan Nasution, (2021)	Aplikasi Deteksi Perubahan Wilayah dengan Menggunakan Metode <i>Post-Classification</i> .	<i>Post-Classification</i> , dan segmentasi <i>region splitting</i> .	Pendeteksian perubahan wilayah Kota Panyabungan dan perhitungan nilai PCA.
Raudya Santi Febriningtyas, (2025)	Analisis Alih Fungsi Lahan Sawah Menjadi Permukiman dan Prediksi Permukiman di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro.	<i>Post-Classification Comparisson</i> dan <i>Celular Automata Markov Chain</i>	Peta Alih Fungsi Lahan Sawah Menjadi Permukiman Tahun 2017-2023 dan Prediksi Lahan Tahun 2038

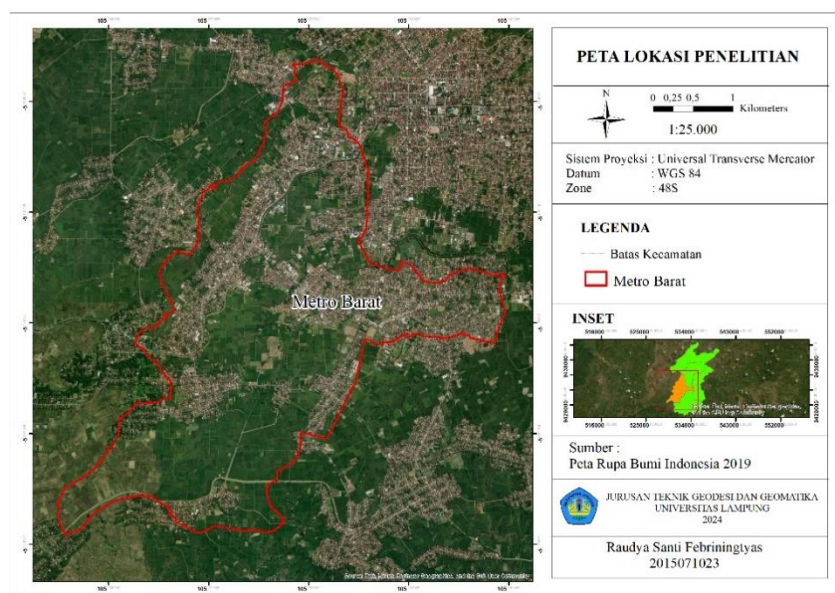
III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Kota Metro adalah salah satu dari dua kota yang berada di wilayah Provinsi Lampung dengan batas wilayah administratif Kota Metro:

1. Sebelah Utara dengan Kecamatan Punggur, Kabupaten Lampung Tengah, dan Kecamatan Pekalongan Kabupaten Lampung Timur.
2. Sebelah Timur dengan Kecamatan Pekalongan dan Kecamatan Batanghari, Kabupaten Lampung Timur.
3. Sebelah Selatan dengan Kecamatan Metro Kibang, Kabupaten Lampung Timur/Way Sekampung.
4. Sebelah Barat dengan Kecamatan Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah.

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro yang berfokus pada alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman. Lokasi dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Data

Terdapat bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Alat

No	Alat
1	Laptop
2	<i>Mouse</i>
3	<i>Software</i> pengolahan data spasial
4	<i>Software</i> pengolahan prediksi lahan
5	<i>Software</i> Microsoft Word
6	<i>Software</i> Microsoft Excel

3.2.2 Data

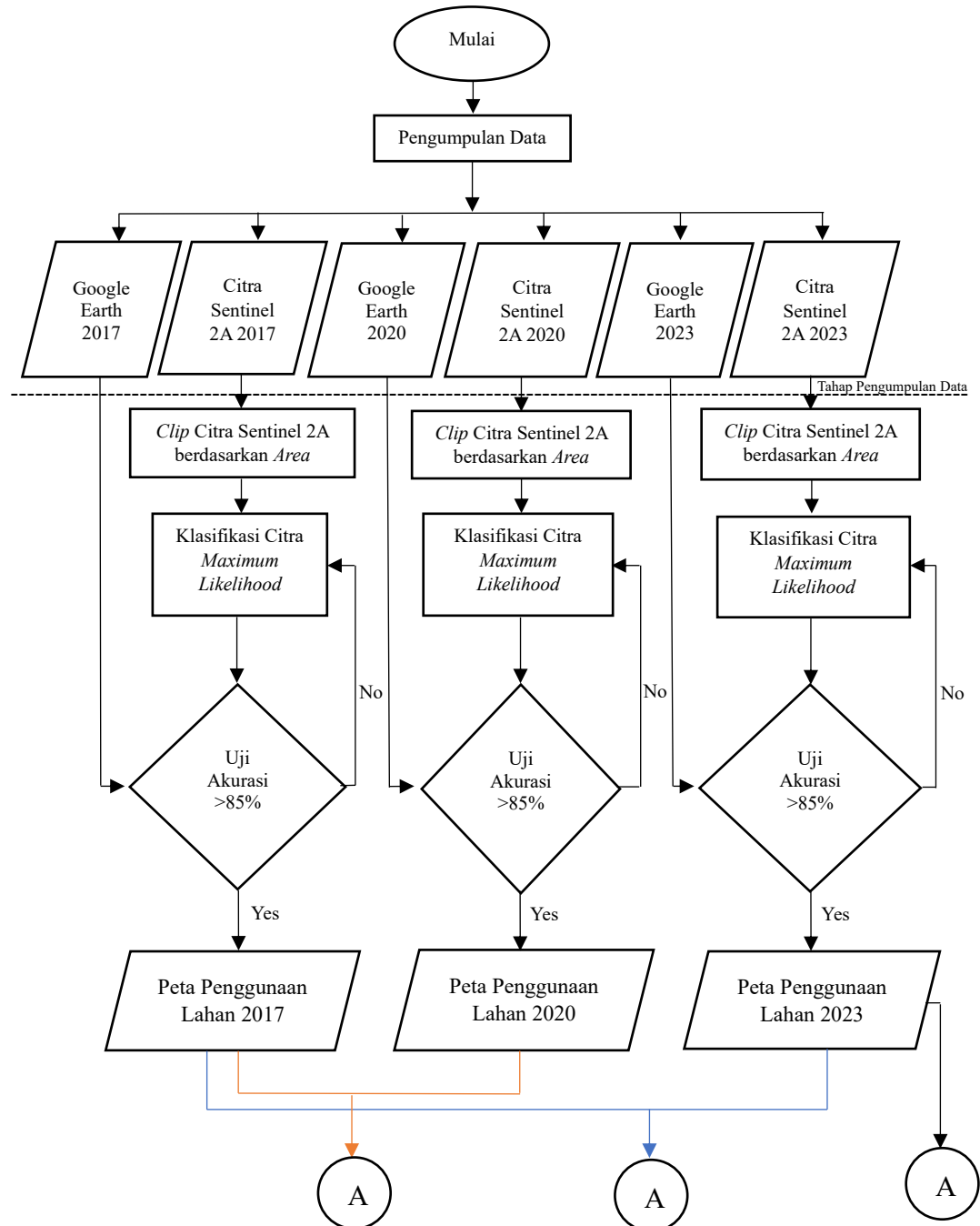
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

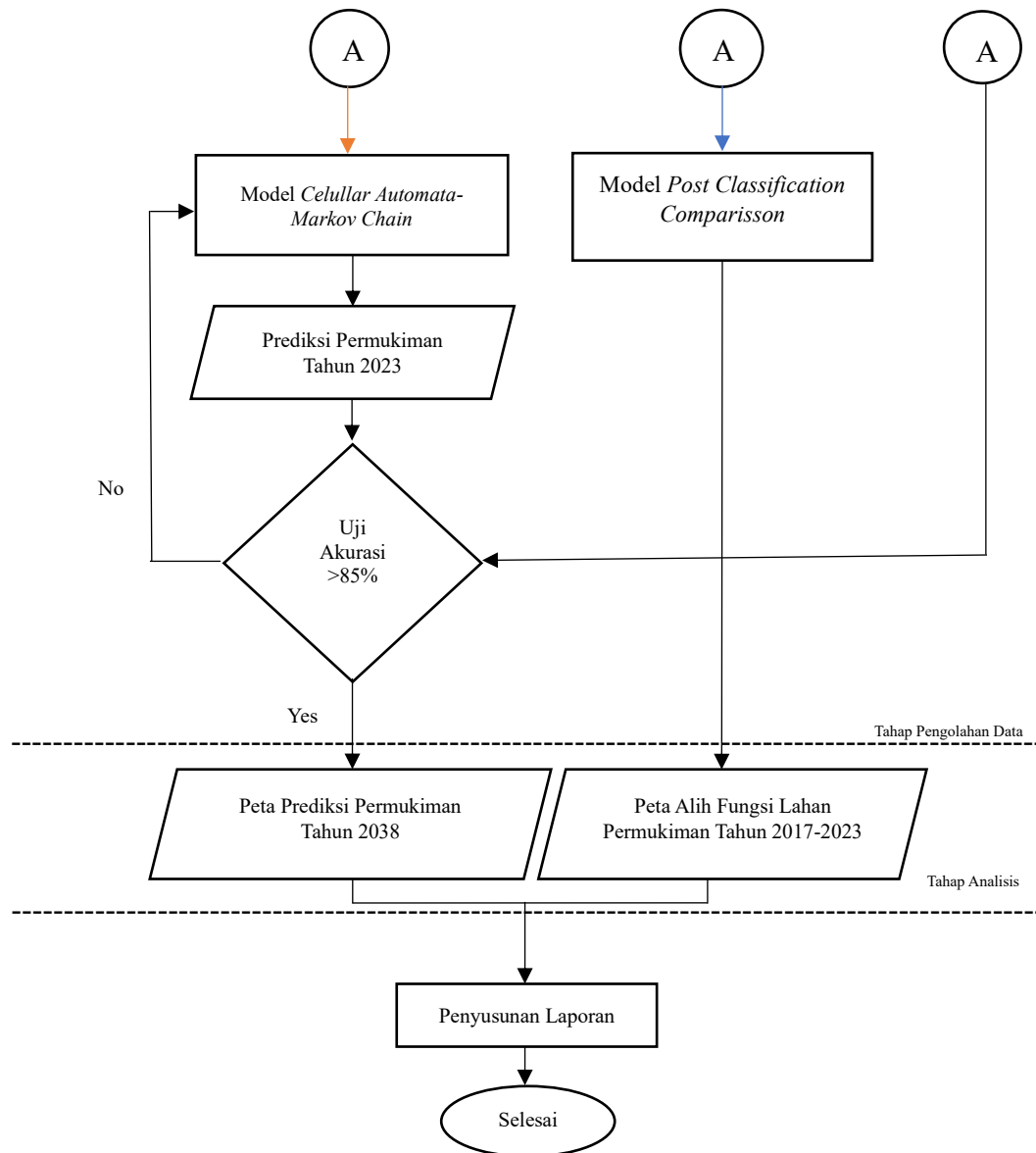
Tabel 6. Data

No	Data	Jenis	Sumber
1	Peta Administrasi Kecamatan Metro Barat	Vektor	Inageoportal
2	Citra Sentinel 2A Tahun 2017	Raster	Copernicus
3	Citra Sentinel 2A Tahun 2020	Raster	Copernicus
4	Citra Sentinel 2A Tahun 2023	Raster	Copernicus
5	<i>Google Earth</i> Tahun 2017	Raster	<i>Google Earth</i>
6	<i>Google Earth</i> Tahun 2020	Raster	<i>Google Earth</i>
7	<i>Google Earth</i> Tahun 2023	Raster	<i>Google Earth</i>

3.3 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini merupakan diagram alur penelitian:





Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3.4 Tahap Persiapan Data

Tahapan awal yang dilakukan untuk mengetahui dan mengumpulkan informasi yang diperlukan, dengan melihat serta mencari jurnal, skripsi, buku, majalah serta informasi lainnya yang perlu dicari agar menambah wawasan peneliti kemudian, dilakukan pencarian laman sumber data seperti Inageoportal dan *Copernicus*. Selain pencarian laman sumber data, tahap persiapan juga meliputi penentuan *software* atau alat bantu yang digunakan untuk mengolah data penelitian.

3.5 Tahap Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan untuk lahan sawah, terdiri dari data bata administrasi Kota Metro dan citra satelit (Sentinel 2A) dengan kualitas citra dengan kriteria tidak tertutup awan. Data tersebut didapat dari berbagai sumber sebagai berikut :

1. Batas administrasi Kota Metro diperoleh dari Inageoportal dengan laman <https://tanahair.indonesia.go.id/> berupa vektor.
2. Citra satelit yang digunakan yaitu Citra Sentinel 2A diperoleh melalui laman <https://dataspace.copernicus.eu/> berupa raster.

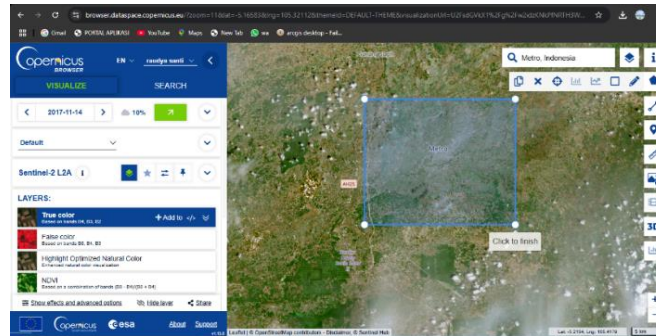
3.6 Tahap Pengolahan Data

Tahap pelaksanaan penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu koreksi citra, klasifikasi citra, hingga analisis alih fungsi lahan dengan metode *Post Classification Comparisson* dan prediksi lahan dengan menggunakan metode *Celullar Automata-Markov Chain*.

3.6.1 Tahap Pengolahan Penggunaan Lahan

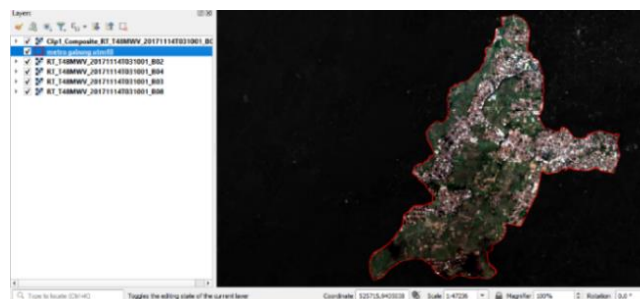
Pada pengolahan Citra Sentinel 2A Level 2A yang telah terkoreksi akan dilakukan tahap awal untuk pembuatan peta tutupan lahan berbasis metode *Maximum Likelihood*. Adapun tahapan dalam pengolahannya sebagai berikut :

1. Pengambilan data Citra Sentinel 2A melalui laman <https://dataspace.copernicus.eu/> yaitu pada tahun perekaman 2017, 2020 dan 2023 kemudian dipilih citra dengan awan yang paling sedikit sehingga citra tidak terhalang awan. Data citra ini telah terkoreksi secara geometrik dan radiometrik sehingga tidak perlu dilakukan koreksi ulang.



Gambar 4. Proses Unduh Citra Sentinel 2A

2. Kemudian, setelah citra terunduh, buka *software* pengolahan GIS untuk menginput data Citra Sentinel 2A yang beresolusi 10m TCI (*True Colour Image*) dengan Band 4,3,2,8 dan batas administrasi Kecamatan Metro Barat pada *layer*, dilakukan pemotongan citra sesuai batas administrasi yang telah ditentukan dengan cara *clip raster by mask layer* pada raster *extraction di toolbox*, pastikan *project crs* sama sehingga dapat di *clip*, klik *run*. Berikut adalah hasil pemotongan citra.



Gambar 5. Proses Pemotongan Citra

3. Tahapan selanjutnya yaitu klasifikasi citra dengan metode *supervised* (terbimbing) yaitu *Maximum Likelihood* diawali dengan menentukan kelas, pada penelitian ini ditentukan 5 kelas yang pertama sawah, kedua permukiman, ketiga kebun campuran, keempat jalan, dan kelima badan air. Kelas ditentukan berdasarkan kenampakan alam dilapangan.

Klasifikasi berdasarkan sampel kelas diambil dengan metode *supervised* sehingga dalam penentuan sampel pada kelas dibuat sendiri agar mewakili masing-masing kelas, caranya klik pada *software* pengolahan data spasial klik *tools draw polygon* lalu muncul *training sample manager* lalu *save training sample manager*; kemudian klik *tools classification* lalu pilih metode *Maximum Likelihood Classification*, *input raster bands* dan *signature file* atau *file* sampel kelas, tunggu proses selesai hingga muncul citra yang telah terklasifikasi. Jumlah sampel diatur dalam (Peraturan BIG Nomor 3 Tahun 2014), gambar pembuatan sampel dan rumus dapat dilihat dibawah ini.

$$\begin{aligned}
 A &= TSM + \left(\frac{\text{Luas (Ha)}}{1500} \right) \\
 &= 51 + \left(\frac{1305}{1500} \right) \\
 &= 52 \text{ sampel}
 \end{aligned}$$

Dimana

A = Jumlah sampel minimal

TSM = Total sampel minimal

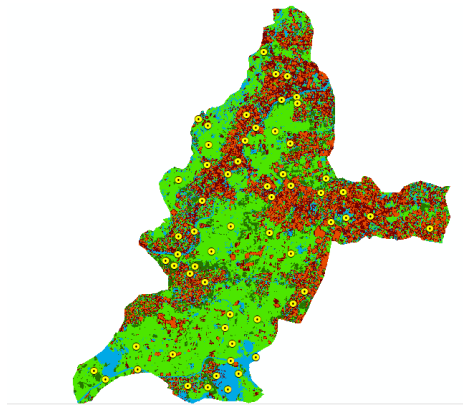
Jadi, total sampel minimal (TSM) dilihat pada peraturan BIG Nomor 3 Tahun 2014 yaitu dengan skala wilayah penelitian pada peta 1:25.000 maka total sampel minimalnya sebanyak 51 sampel dan dalam rumus yang disajikan hasil jumlah sampel minimalnya sebanyak 52, tetapi pada penelitian ini peneliti mengambil sampelnya sebanyak 60 sampel.



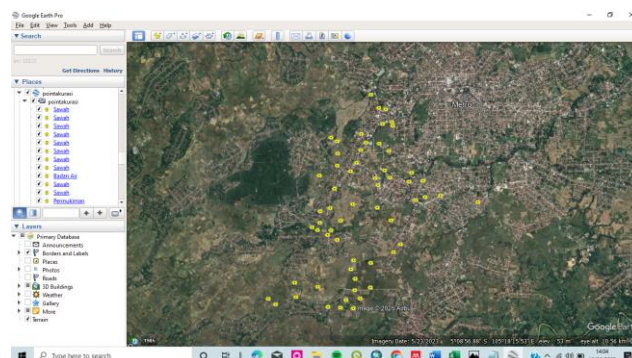
Gambar 6. Sampel Kelas

3.6.2 Uji Akurasi

Uji akurasi yang digunakan dalam penggunaan ini ialah perhitungan *confusion matrix* sebagai representasi pengujian akurasi dari hasil klasifikasi sehingga memberikan gambaran terperinci yang sangat berguna untuk mengevaluasi hasil klasifikasi, dengan menghitung akurasi keseluruhan agar bisa mendapatkan gambaran yang lebih lengkap tentang kinerja metode. Buat *point* pada data citra yang telah terklasifikasi berdasarkan jumlah sampel kelas, yang kemudian diberi keterangan nama kelas pada atribut dan disesuaikan menggunakan *Google Earth* sehingga letaknya dapat dilihat sudah sesuai kelas atau tidak. Selanjutnya, uji akurasi dengan menggunakan metode *overall accuracy* jika $>85\%$ maka dapat dilanjutkan ketahap berikutnya, uji akurasi dilakukan dengan cara penentuan jumlah *point* sampel yang sesuai atau tidak sesuai dengan sampel kelas, dilakukan dengan penghitungan melalui *software microsoft excel*.



Gambar 7. *Point* Sampel pada *Software* Pengolahan GIS

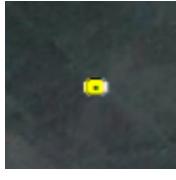
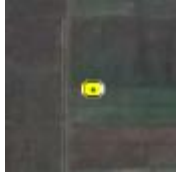


Gambar 8. *Point* Sampel pada *Google earth*

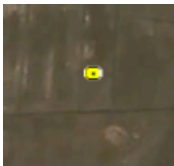
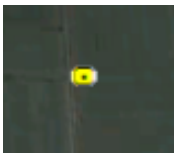
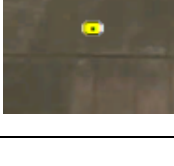
Berdasarkan hasil peta penggunaan lahan sawah menjadi permukiman tahun 2017, 2020, dan 2023 menggunakan Citra Sentinel 2A dengan metode *Maximum Likelihood* kemudian di uji akurasi dengan metode *Overall Accuracy*. Proses uji akurasi ini berguna untuk memastikan bahwa data yang dihasilkan pada peta bukan hanya akurat tetapi juga sesuai dengan keadaan dilapangan. Saat melakukan uji akurasi diperlukan *point-point* random sampling yang telah diambil sesuai dengan kelas penggunaan lahan yang ditentukan, validasi dilakukan menggunakan *Google Earth*.

Pada Kecamatan Metro Barat memvalidasi 60 titik sampel, jumlah ini sesuai dengan jumlah minimal dalam peraturan penentuan sampel pada peta penggunaan lahan oleh BIG Nomor 3 Tahun 2014 yaitu dengan skala peta 1:25.000 maka jumlah minimal titik sampelnya adalah 50 sampel. Titik-titik sampel diambil secara acak *unsupervised* dan dari titik tersebut maka dilakukan proses uji akurasi.

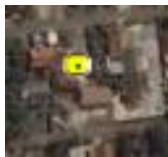
Tabel 7. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2017

No	Koordinat	Sampel		Validasi	<i>Google Earth</i>	Keterangan
	X (m)	Y (m)	Sampel			
1	532.077, 19	9.433.427, 84	Sawah	Sawah		Sesuai
2	530.648, 43	9.432.710, 29	Sawah	Sawah		Sesuai
3	531.416, 78	9.432.018, 14	Sawah	Sawah		Sesuai

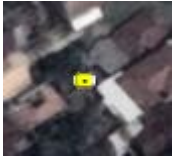
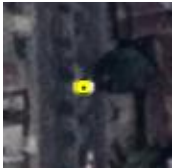
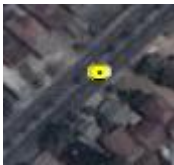
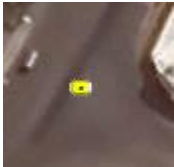
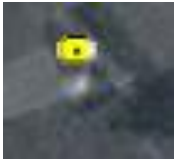
Tabel 7. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2017 (Lanjutan)

4	531.131, 03	9.431.643, 49	Sawah	Sawah		Sesuai
5	532.305, 79	9.431.618, 09	Sawah	Sawah		Sesuai
6	530.027, 40	9.430.234, 63	Sawah	Sawah		Sesuai
7	531.437, 10	9.430.285, 43	Sawah	Sawah		Sesuai
8	531.538, 71	9.429.834, 58	Sawah	Sawah		Sesuai
9	529.403, 78	9.429.879, 56	Sawah	Sawah		Sesuai
10	531.089, 31	9.433.219, 67	Sawah	Sawah		Sesuai
11	531.339, 90	9.430.510, 38	Sawah	Badan Air		Tidak sesuai
12	531.808, 55	9.430.643, 29	Sawah	Sawah		Sesuai

Tabel 7. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2017 (Lanjutan)

13	531.655,17	9.433.667,03	Permukiman	Permukiman		Sesuai
14	532.252,24	9.434.239,15	Permukiman	Permukiman		Sesuai
15	532.300,40	9.433.246,31	Permukiman	Permukiman		Sesuai
16	532.308,07	9.432.616,70	Permukiman	Permukiman		Sesuai
17	533.083,41	9.432.522,68	Permukiman	Permukiman		Sesuai
18	534.363,85	9.431.991,00	Permukiman	Permukiman		Sesuai
19	532.513,29	9.431.056,82	Permukiman	Permukiman		Sesuai
20	531.036,28	9.431.196,78	Permukiman	Permukiman		Sesuai
21	531.209,50	9.429.805,52	Permukiman	Permukiman		Sesuai
22	530.561,79	9.430.124,58	Permukiman	Sawah		Tidak sesuai

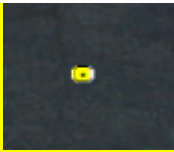
Tabel 7. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2017 (Lanjutan)

23		9.429.657,58	Permukiman	Permukiman		Sesuai
24	530.649,87	9.431.874,08	Permukiman	Permukiman		Sesuai
25	530.637,54	9.431.607,09	Jalan	Jalan		Sesuai
26	530.884,43	9.431.939,97	Jalan	Jalan		Sesuai
27	530.996,62	9.432.393,64	Jalan	Jalan		Sesuai
28	531.074,38	9.432.931,56	Jalan	Jalan		Sesuai
29	531.527,46	9.432.985,80	Jalan	Jalan		Sesuai
30	531.958,46	9.432.610,88	Jalan	Jalan		Sesuai
31	532.167,76	9.433.891,90	Jalan	Jalan		Sesuai
32	532.089,97	9.434.275,02	Jalan	Jalan		Sesuai

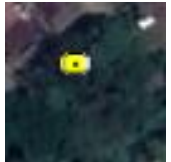
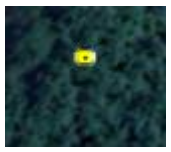
Tabel 7. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2017 (Lanjutan)

33	532.905, 60	9.432.076, 68	Jalan	Jalan		Sesuai
34	533.486, 62	9.432.167, 85	Jalan	Jalan		Sesuai
35	532.344, 70	9.430.879, 98	Jalan	Jalan		Sesuai
36	530.812, 10	9.431.318, 86	Jalan	Jalan		Sesuai
37	531.419, 75	9.430.026, 73	Badan Air	Badan Air		Sesuai
38	531.079, 61	9.429.635, 04	Badan Air	Sawah		Tidak sesuai
39	531.405, 29	9.430.713, 76	Badan Air	Badan Air		Sesuai
40	533.121, 37	9.432.142, 33	Badan Air	Sawah		Tidak sesuai
41	531.373, 60	9.429.607, 04	Badan Air	Sawah		Tidak sesuai
42	531.381, 97	9.432.791, 80	Badan Air	Badan Air		Sesuai

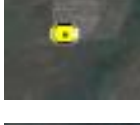
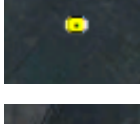
Tabel 7. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2017 (Lanjutan)

43	531.637,08	9.433.284,44	Badan Air	Badan Air		Sesuai
44	531.763,19	9.433.455,74	Badan Air	Badan Air		Sesuai
45	532.391,46	9.433.930,11	Badan Air	Badan Air		Sesuai
46	531.785,93	9.430.076,24	Badan Air	Sawah		Tidak sesuai
47	529.573,55	9.429.748,35	Badan Air	Badan Air		Sesuai
48	530.048,23	9.429.905,37	Badan Air	Badan Air		Sesuai
49	530.895,57	9.431.423,64	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
50	530.581,25	9.431.435,28	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
51	530.453,19	9.431.505,13	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai

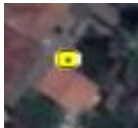
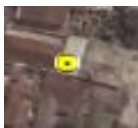
Tabel 7. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2017 (Lanjutan)

52	531.992, 80	9.431.921, 85	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
53	532.188, 06	9.432.794, 42	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
54	532.024, 31	9.432.450, 46	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
55	532.754, 73	9.432.510, 00	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
56	532.823, 52	9.432.721, 66	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
57	530.940, 74	9.433.603, 15	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
58	531.080, 97	9.433.506, 58	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
59	531.910, 52	9.434.599, 40	Kebun campuran	Kebun campuran		Sesuai
60	532.408, 06	9.433.840, 40	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai

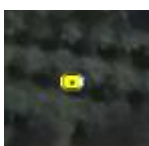
Tabel 8. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2020

No	Koordinat	Sampel		Validasi	Google Earth	Keterangan
	X (m)	Y (m)				
1	530.228,20	9.430.147,03	Sawah	Sawah		Sesuai
2	531.684,74	9.430.297,84	Sawah	Sawah		Sesuai
3	531.609,33	9.429.758,09	Sawah	Sawah		Sesuai
4	531.220,40	9.430.694,71	Sawah	Sawah		Sesuai
5	531.125,21	9.431.722,62	Sawah	Sawah		Sesuai
6	531.379,21	9.432.129,02	Sawah	Sawah		Sesuai
7	532.325,36	9.431.468,62	Sawah	Sawah		Sesuai
8	531.163,84	9.433.296,90	Sawah	Sawah		Sesuai
9	530.594,98	9.432.681,74	Sawah	Sawah		Sesuai
10	531.984,05	9.433.207,00	Sawah	Sawah		Sesuai
11	532.116,34	9.433.574,71	Sawah	Sawah		Sesuai

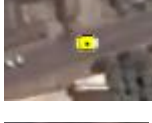
Tabel 8. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2020 (Lanjutan)

12	532.751,34	9.432.701,58		Sawah		Sesuai
13	530.876,24	9.431.225,95	Permukiman	Permukiman		Sesuai
14	530.158,79	9.430.838,70	Permukiman	Permukiman		Sesuai
15	530.679,14	9.429.736,48	Permukiman	Permukiman		Sesuai
16	531.962,59	9.431.165,07	Permukiman	Permukiman		Sesuai
17	532.467,42	9.430.980,92	Permukiman	Permukiman		Sesuai
18	530.640,20	9.432.085,75	Permukiman	Permukiman		Sesuai
19	531.369,53	9.433.173,85	Permukiman	Permukiman		Sesuai
20	532.257,37	9.434.233,01	Permukiman	Permukiman		Sesuai
21	532.434,51	9.433.217,32	Permukiman	Permukiman		Sesuai
22	531.928,20	9.432.632,95	Permukiman	Permukiman		Sesuai
23	532.855,04	9.432.271,62		Permukiman		Sesuai

Tabel 8. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2020 (Lanjutan)

24	534.034,95	9.432.092,00	Permukiman	Permukiman		Sesuai
25	530.418,42	9.431.461,63	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
26	531.000,50	9.431.395,48	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
27	531.106,55	9.430.034,41	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
28	531.958,61	9.434.628,67	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
29	532.770,35	9.432.481,30	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
30	532.819,04	9.432.596,66	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
31	530.841,54	9.433.406,42	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
32	532.628,01	9.432.641,51	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
33	531.657,52	9.431.519,94	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
34	532.416,34	9.433.141,57	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
35	531.379,83	9.432.293,12	Kebun Campuran	Sawah		Tidak sesuai

Tabel 8. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2020 (Lanjutan)

36	532.308, 52	9.431.924 ,03	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
37	530.586, 26	9.431.615 ,84	Jalan	Jalan		Sesuai
38	530.882, 80	9.432.153 ,13	Jalan	Jalan		Sesuai
39	532.187, 53	9.433.889 ,06	Jalan	Jalan		Sesuai
40	532.171, 65	9.432.436 ,76	Jalan	Jalan		Sesuai
41	532.720, 40	9.432.138 ,58	Jalan	Jalan		Sesuai
42	533.783, 50	9.432.260 ,81	Jalan	Jalan		Sesuai
43	534.501, 79	9.432.052 ,37	Jalan	Jalan		Sesuai
44	532.532, 17	9.431.269 ,10	Jalan	Jalan		Sesuai
45	530.760, 18	9.431.401 ,49	Jalan	Jalan		Sesuai
46	530.976, 18	9.429.835 ,41	Jalan	Jalan		Sesuai
47	530.336, 35	9.430.861 ,95	Jalan	Jalan		Sesuai

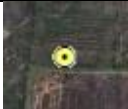
Tabel 8. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2020 (Lanjutan)

48	531.358,99	9.432.512,73	Jalan	Permukiman		Tidak sesuai
49	530.901,57	9.431.701,38	Badan Air	Badan Air		Sesuai
50	531.005,29	9.432.118,79	Badan Air	Badan Air		Sesuai
51	531.902,42	9.433.564,14	Badan Air	Badan Air		Sesuai
52	531.219,88	9.433.643,07	Badan Air	Badan Air		Sesuai
53	531.271,63	9.430.305,61	Badan Air	Badan Air		Sesuai
54	530.735,05	9.429.949,25	Badan Air	Sawah		Tidak sesuai
55	529.718,45	9.430.028,01	Badan Air	Sawah		Tidak sesuai
56	529.305,74	9.429.553,06	Badan Air	Badan Air		Sesuai
57	529.696,71	9.429.806,18	Badan Air	Badan Air		Sesuai
58	531.800,15	9.434.379,38	Badan Air	Sawah		Tidak sesuai
59	531.489,78	9.430.024,60	Badan Air	Kebun campuran		Sesuai

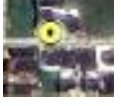
Tabel 8. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2020 (Lanjutan)

60	532.623,42	9.434.012,67	Badan Air	Badan Air		Sesuai
----	------------	--------------	-----------	-----------	---	--------

Tabel 9. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2023

No	Koordinat		Sampel	Validasi	Google Earth	Keterangan
	X (m)	Y (m)				
1	530.722,74	9.430.147,71	Sawah	Sawah		Sesuai
2	531.159,30	9.431.703,47	Sawah	Sawah		Sesuai
3	532.175,30	9.431.522,23	Sawah	Sawah		Sesuai
4	531.487,39	9.432.186,99	Sawah	Sawah		Sesuai
5	530.587,60	9.432.714,05	Sawah	Sawah		Sesuai
6	531.192,44	9.433.290,40	Sawah	Sawah		Sesuai
7	531.644,03	9.430.475,22	Sawah	Sawah		Sesuai
8	530.120,03	9.430.295,31	Sawah	Sawah		Sesuai
9	531.616,52	9.429.793,66	Sawah	Sawah		Sesuai
10	531.622,87	9.430.911,26	Sawah	Sawah		Sesuai

Tabel 9. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2023 (Lanjutan)

11	532.064,19	9.433.430,49	Sawah	Sawah		Sesuai
12	531.116,32	9.430.547,85	Sawah	Sawah		Sesuai
13	530.935,61	9.431.174,65	Permukiman	Permukiman		Sesuai
14	531.879,12	9.431.167,64	Permukiman	Permukiman		Sesuai
15	532.638,30	9.431.052,28	Permukiman	Permukiman		Sesuai
16	530.624,48	9.431.840,01	Permukiman	Permukiman		Sesuai
17	531.225,20	9.432.592,79	Permukiman	Permukiman		Sesuai
18	532.196,65	9.433.371,09	Permukiman	Permukiman		Sesuai
19	532.279,39	9.432.639,40	Permukiman	Permukiman		Sesuai
20	533.387,85	9.432.390,88	Permukiman	Permukiman		Sesuai
21	534.290,29	9.432.019,46	Permukiman	Permukiman		Sesuai
22	532.667,27	9.433.213,13	Permukiman	Permukiman		Sesuai
23	532.171,97	9.434.247,07	Permukiman	Permukiman		Sesuai

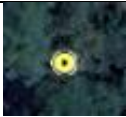
Tabel 9. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2023 (Lanjutan)

24	532.724,15	9.434.234,01	Permukiman	Permukiman		Sesuai
25	531.931,73	9.433.632,53	Jalan	Jalan		Sesuai
26	531.629,59	9.433.327,09	Jalan	Jalan		Sesuai
27	531.111,11	9.432.906,01	Jalan	Jalan		Sesuai
28	530.334,60	9.431.920,48	Jalan	Sawah		Tidak sesuai
29	530.877,00	9.432.118,91	Jalan	Jalan		Sesuai
30	531.843,57	9.432.082,86	Jalan	Jalan		Sesuai
31	531.611,75	9.431.408,86	Jalan	Jalan		Sesuai
32	532.477,78	9.431.194,69	Jalan	Jalan		Sesuai
33	531.153,69	9.429.968,08	Jalan	Jalan		Sesuai
34	530.281,61	9.430.887,24	Jalan	Jalan		Sesuai
35	531.936,58	9.433.227,29	Jalan	Jalan		Sesuai
36	532.167,78	9.432.951,02	Jalan	Jalan		Sesuai

Tabel 9. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2023 (Lanjutan)

37	530.968,76	9.431.832,73	Badan Air	Badan Air		Sesuai
38	531.163,37	9.432.237,68	Badan Air	Badan Air		Sesuai
39	531.494,04	9.431.766,19	Badan Air	Badan Air		Sesuai
40	531.531,19	9.431.319,89	Badan Air	Sawah		Tidak sesuai
41	531.636,65	9.433.267,12	Badan Air	Badan Air		Sesuai
42	531.251,90	9.430.304,72	Badan Air	Badan Air		Sesuai
43	531.431,29	9.430.025,09	Badan Air	Badan Air		Sesuai
44	531.001,48	9.429.947,24	Badan Air	Badan Air		Sesuai
45	530.839,42	9.429.810,45	Badan Air	Badan Air		Sesuai
46	530.385,39	9.429.787,03	Badan Air	Badan Air		Sesuai
47	529.753,98	9.429.834,34	Badan Air	Badan Air		Sesuai
48	529.427,33	9.429.653,04	Badan Air	Badan Air		Sesuai
49	532.037,36	9.431.952,01	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai

Tabel 9. Validasi Klasifikasi Penggunaan Lahan Tahun 2023 (Lanjutan)

50	532.995,2 2	9. 432.075,15	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
51	530.893,8 2	9.431.423, 30	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
52	531.474,6 3	9.431.474, 85	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
53	530.919,7 1	9.432.433, 37	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
54	532.116,2 6	9.433.787, 07	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
55	532.934,7 2	9.433.709, 00	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
56	532.615,1 1	9.433.675, 93	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
57	531.945,1 1	9.431.961, 85	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
58	532.003,4 2	9.431.832, 21	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
59	532.387,0 1	9.432.832, 77	Kebun Campuran	Sawah		Tidak sesuai
60	532.169,2 6	9.432.819, 54	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai

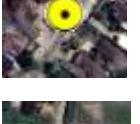
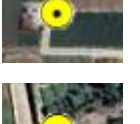
Tabel 10. Validasi Simulasi Prediksi Tahun 2023

No	Koordinat	Sampel		Validasi	Google Earth	Keterangan
	X (m)	Y (m)				
1	530.816, 91	9.430.081, 38	Sawah	Sawah		Sesuai
2	531.141, 69	9.431.693, 23	Sawah	Sawah		Sesuai
3	532.175, 30	9.431.522, 23	Sawah	Sawah		Sesuai
4	531.487, 39	9.432.186, 99	Sawah	Sawah		Sesuai
5	530.587, 60	9.432.714, 05	Sawah	Sawah		Sesuai
6	531.192, 44	9.433.290, 40	Sawah	Sawah		Sesuai
7	531.644, 03	9.430.295, 31	Sawah	Sawah		Sesuai
8	530.120, 03	9.430.295, 31	Sawah	Sawah		Sesuai
9	531.616, 52	9.429.793, 66	Sawah	Sawah		Sesuai
10	531.622, 87	9.430.911, 26	Sawah	Sawah		Sesuai
11	532.084, 66	9.433.462, 84	Sawah	Sawah		Sesuai

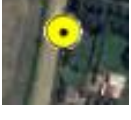
Tabel 10. Validasi Simulasi Prediksi Tahun 2023 (Lanjutan)

12	531.116,3 2	9.430.547, 85	Sawah	Sawah		Sesuai
13	530.935, 61	9.431.174, 65	Permukiman	Permukiman		Sesuai
14	531.867, 65	9.431.228, 24	Permukiman	Permukiman		Sesuai
15	532.653, 85	9.431.054, 32	Permukiman	Permukiman		Sesuai
16	530.626, 52	9.431.855, 57	Permukiman	Permukiman		Sesuai
17	531.225, 20	9.432.592, 78	Permukiman	Permukiman		Sesuai
18	532.181, 08	9.433.348, 56	Permukiman	Permukiman		Sesuai
19	532.283, 48	9.432.649, 23	Permukiman	Permukiman		Sesuai
20	533.383, 34	9.432.374, 50	Permukiman	Permukiman		Sesuai
21	534.296, 84	9.432.017, 82	Permukiman	Permukiman		Sesuai
22	532.667, 27	9.433.213, 13	Permukiman	Permukiman		Sesuai
23	532.132, 25	9.434.233, 60	Permukiman	Permukiman		Sesuai
24	532.714, 73	9.433.645, 21	Permukiman	Permukiman		Sesuai

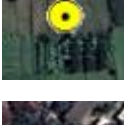
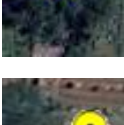
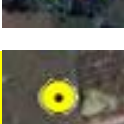
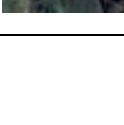
Tabel 10. Validasi Simulasi Prediksi Tahun 2023 (Lanjutan)

25	531.944, 42	9.433.332, 82	Jalan	Jalan		Sesuai
26	531.632, 45	9.432.904, 37	Jalan	Jalan		Sesuai
27	531.115,2 0	9.432.906, 01	Jalan	Jalan		Sesuai
28	530.334, 60	9.431.920, 48	Jalan	Sawah		Tidak sesuai
29	530.884, 37	9.432.116, 04	Jalan	Jalan		Sesuai
30	531.814, 47	9.432.138, 43	Jalan	Jalan		Sesuai
31	531.614, 20	9.431.395, 36	Jalan	Jalan		Sesuai
32	532.477, 78	9.431.194, 69	Jalan	Jalan		Sesuai
33	531.163, 51	9.429.965, 62	Jalan	Jalan		Sesuai
34	530.264, 42	9.430.894, 61	Jalan	Jalan		Sesuai
35	531.943, 95	9.433.244, 07	Jalan	Jalan		Sesuai
36	532.175, 56	9.432.944, 87	Jalan	Jalan		Sesuai

Tabel 10. Validasi Simulasi Prediksi Tahun 2023 (Lanjutan)

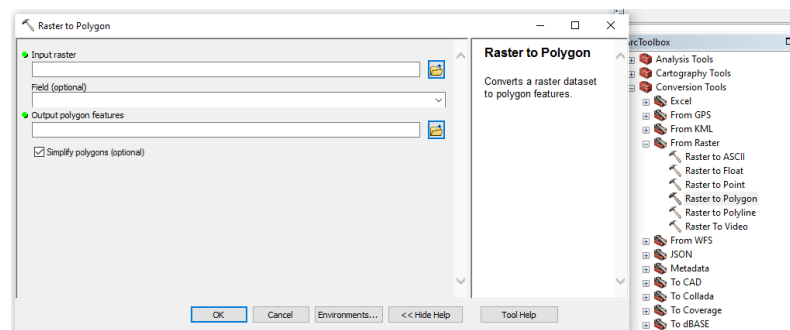
37	530.974,91	9.431.842,95	Badan Air	Badan Air		Sesuai
38	531.163,37	9.432.237,68	Badan Air	Badan Air		Sesuai
39	531.485,03	9.431.773,56	Badan Air	Badan Air		Sesuai
40	531.574,59	9.431.319,89	Badan Air	Sawah		Tidak sesuai
41	531.636,65	9.433.267,12	Badan Air	Badan Air		Sesuai
42	531.264,18	9.430.329,28	Badan Air	Badan Air		Sesuai
43	531.431,29	9.430.025,09	Badan Air	Badan Air		Sesuai
44	531.014,17	9.429.965,67	Badan Air	Badan Air		Sesuai
45	530.825,91	9.429.804,72	Badan Air	Badan Air		Sesuai
46	530.385,39	9.429.787,03	Badan Air	Badan Air		Sesuai
47	529.753,98	9.429.834,34	Badan Air	Badan Air		Sesuai
48	529.434,28	9.429.655,91	Badan Air	Badan Air		Sesuai

Tabel 10. Validasi Simulasi Prediksi Tahun 2023 (Lanjutan)

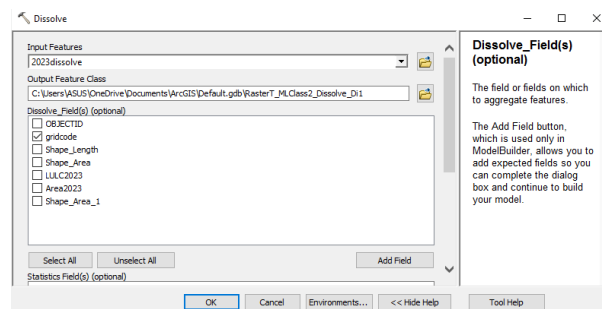
49	532.037,36	9.431.952,01	Kebun Campuran	Sawah		Tidak Sesuai
50	532.995,22	9.432.075,15	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
51	530.893,82	9.431.423,30	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
52	531.463,98	9.431.465,43	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
53	530.919,71	9.432.433,37	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
54	532.116,26	9.433.787,07	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
55	532.934,72	9.433.709,00	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
56	532.623,29	9.433.682,89	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
57	531.945,11	9.431.961,85	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
58	532.003,42	9.431.832,21	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai
59	532.366,95	9.432.842,19	Kebun Campuran	Sawah		Tidak sesuai
60	532.163,93	9.432.825,27	Kebun Campuran	Kebun Campuran		Sesuai

3.6.3 Tahap Pengolahan Alih Fungsi Lahan

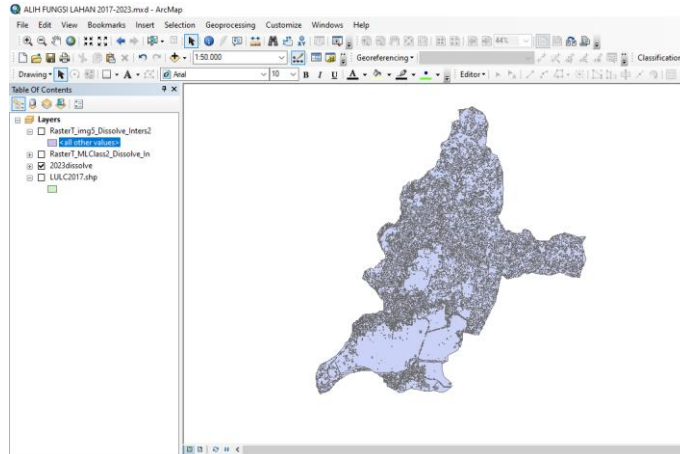
1. Masukkan data penggunaan lahan ke *software* pengolahan GIS, jika data masih berbentuk raster maka data tersebut diubah terlebih dahulu menjadi vector dengan cara pilih *tools ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster To Polygon* kemudian *dissolve* untuk menggabungkan fitur yang memiliki atribut yang sama, sehingga menghasilkan layer yang lebih sederhana dengan lebih sedikit fitur kemudian juga dapat melihat luas lahan penggunaan lahan yang akan digunakan dengan cara *Geoprocessing > Dissolve*.



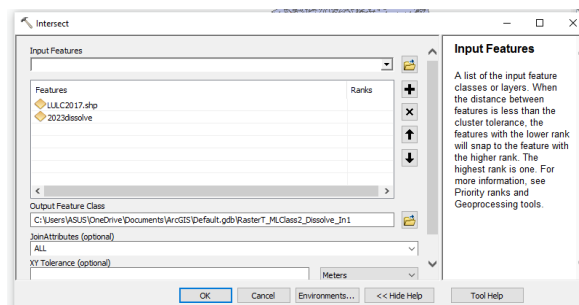
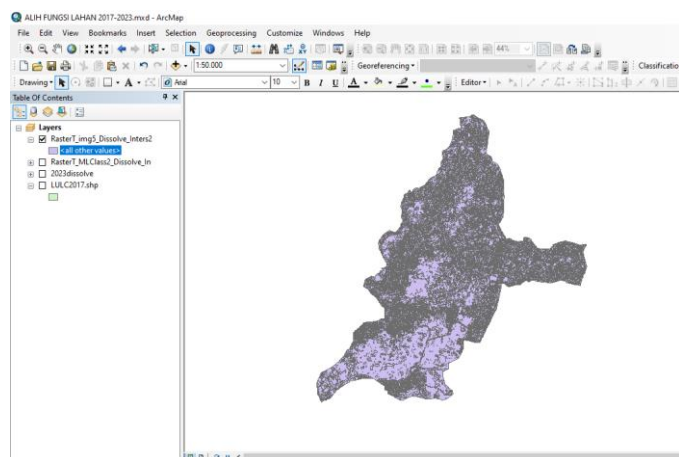
Gambar 9. *Tools Raster* agar menjadi *Polygon*



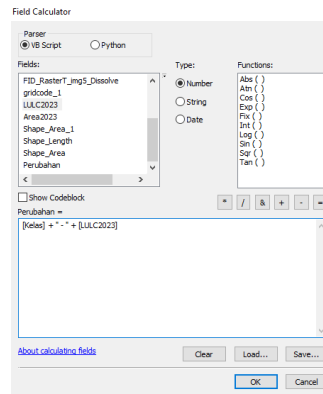
Gambar 10. Proses *Dissolve*

Gambar 11. Hasil *Dissolve*

2. Selanjutnya, *intersect* yang digunakan agar area atau fitur menjadi tumpang tindih antara dua atau lebih layer, caranya pilih *tools Geoprocessing > Intersect*.

Gambar 12. Proses *Intersect*Gambar 13. Hasil *Intersect*

- Kemudian, tambahkan atribut lahan yang beralih fungsi kemudian klik kanan pada atribut yang ditambahkan lalu pilih *field calculator* dan buat sesuai rumus yaitu (kelas penggunaan lahan tahun awal + “ – “ + kelas penggunaan lahan tahun terakhir) sehingga hasilnya yaitu penggunaan lahan yang beralih fungsinya dari tahun awal ke tahun akhir.

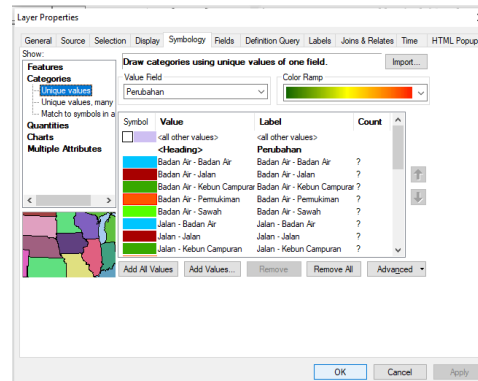


Gambar 14. Proses *Field Calculator*

Perubahan
Sawah - Sawah
Sawah - Permukiman
Sawah - Kebun Campuran
Sawah - Jalan
Sawah - Badan Air
Permukiman - Sawah
Permukiman - Permukiman
Permukiman - Kebun Campuran
Permukiman - Jalan
Permukiman - Badan Air
Kebun Campuran - Sawah
Kebun Campuran - Permukiman
Kebun Campuran - Kebun Campuran
Kebun Campuran - Jalan
Kebun Campuran - Badan Air
Jalan - Sawah
Jalan - Permukiman
Jalan - Kebun Campuran
Jalan - Jalan
Jalan - Badan Air
Badan Air - Sawah
Badan Air - Permukiman
Badan Air - Kebun Campuran
Badan Air - Jalan
Badan Air - Badan Air

Gambar 15. *Attribute Table*

- Selanjutnya klik kanan pada layer yang sudah ditambahkan atribut, pilih *properties > categories > value field > nama atribut perubahan lahannya > add all values > Ok* dan selesai. Lanjut ke *Microsoft Excel* dimana hasil klasifikasi per periode yang telah di tumpang susunkan sesuai urutan periode analisis untuk kemudian disusun matriks transisi perubahannya.

Gambar 16. *Layer Properties*

5. Masuk ke *Microsoft Excel*, copy atribut berupa perubahan lahan dan luas lahannya kemudian dipindahkan pada *Microsoft Excel* lalu buat dinamika transisi yang telah terjadi setelah dikelompokkan, sehingga nantinya dapat memberikan informasi yang mengindikasikan probabilitas transisi lahan dari sawah menjadi permukiman.

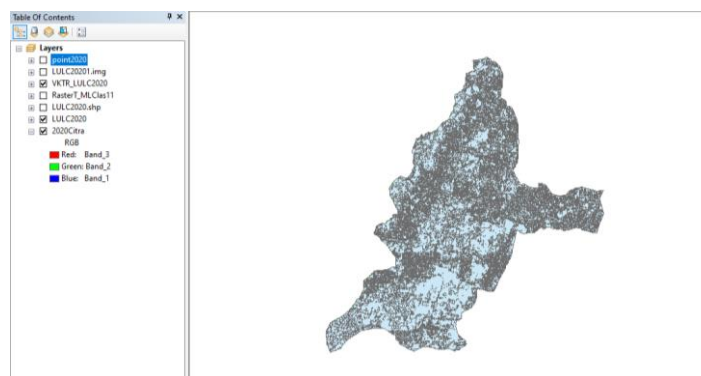
	Change	Area	Area_Change
1	Sawah - Sawah	274,550329	
2	Sawah - Permukiman	49,803467	
3	Sawah - Jalan	80,204951	
4	Sawah - Badan Air	270,806693	
5	Permukiman - Sawah	39,803017	
6	Permukiman - Permukiman	1,518393	
7	Permukiman - Jalan	46,555309	
8	Permukiman - Badan Air	1,660780	
9	Permukiman - Permukiman	46,272042	
10	Permukiman - Badan Air	0,607076	
11	Kebun Campuran - Sawah	9,894188	
12	Kebun Campuran - Permukiman	1,511186	
13	Kebun Campuran - Jalan	14,139058	
14	Kebun Campuran - Badan Air	10,914439	
15	Jalan - Sawah	1,038368	
16	Jalan - Permukiman	2,228669	
17	Jalan - Jalan	64,719486	
18	Jalan - Badan Air	1,630663	
19	Jalan - Permukiman	170,500473	
20	Jalan - Jalan	5,966035	
21	Badan Air - Sawah	80,204951	
22	Badan Air - Permukiman	0,772384	
23	Badan Air - Jalan	1,503663	
24	Badan Air - Badan Air	34,607619	
25	Badan Air - Badan Air	1,548982	

Gambar 17. Data Penggunaan Lahan pada *Microsoft Excel*

3.6.4 Tahap Pengolahan Prediksi Lahan

Tahap selanjutnya yaitu prediksi lahan dengan metode *Cellular Automata-Markov Chain*.

1. Siapkan data hasil penggunaan lahan tahun 2017, 2020 dan 2023 dalam bentuk vektor menggunakan aplikasi pengolahan data spasial. Siapkan folder khusus untuk pengolahan ini. Setidaknya terdiri dari dua sub folder lagi, yakni data raster dan data vektor.



Gambar 18. Data Penggunaan Lahan

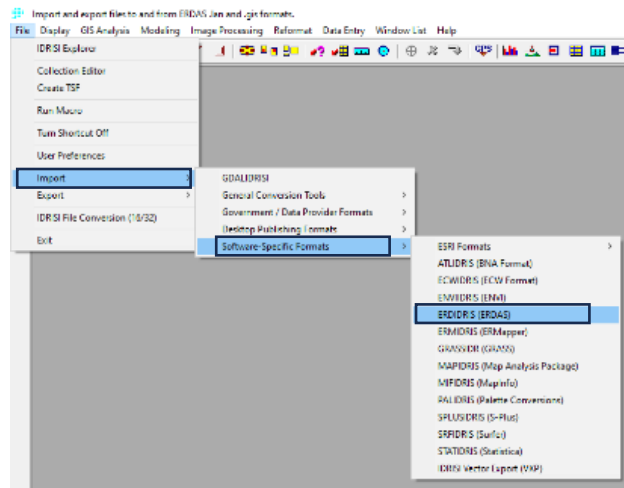
2. Selajutnya, melakukan pengkodean, pada setiap atribut data. Pengkodean disini dimaksudkan untuk menggantikan atribut yang sebenarnya dari sebuah data vektor. Hal ini karena, *software* pengolahan prediksi lahan hanya mengenali tabulasi berupa angka.

OID	Value	Count	Kelas	Kode
0	1	44421	Sawah	1
1	2	19143	Permukiman	2
2	3	28002	Kebun Campuran	3
3	4	16270	Jalan	4
4	5	22768	Badan Air	5

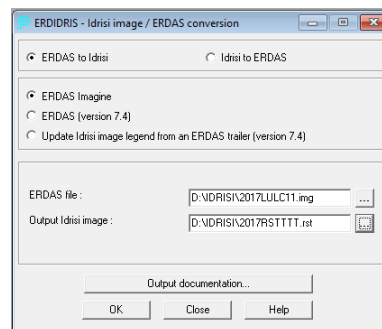
Gambar 19. Kelas Penggunaan Lahan

Lakukan pengkodean yang sama pada tahun 2017, 2020 dan 2023. Setelah itu, setiap data vektor yang telah dikode, harus dikonversi menjadi raster, mengingat bahwa data yang dapat dianalisis menggunakan Idrisi adalah data raster.

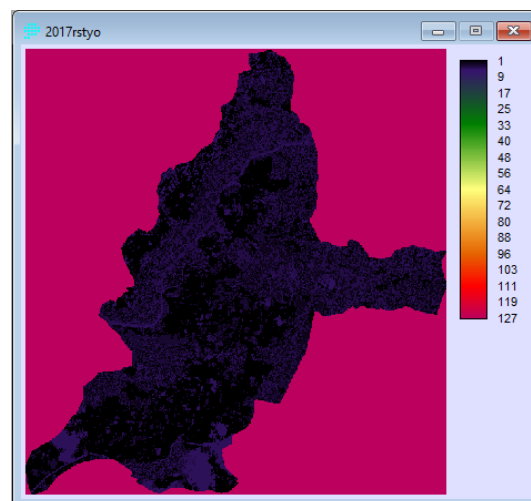
3. Masuk ke *software* pengolahan prediksi lahan, format data yang dihasilkan pada prosedur konversi dari aplikasi pengolahan data penggunaan lahan berupa *file* *Erdas Imagine* (IMG). Perlu dilakukan konversi ke *file* Idrisi dengan menu *File* kemudian *Import* lalu *Software specific format* dan ERDIDRIS (ERDAS).



Gambar 20. *Import File*

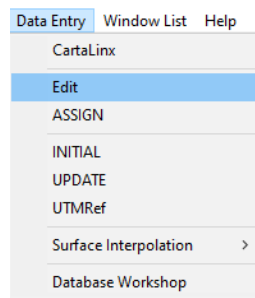


Gambar 21. *Format File*

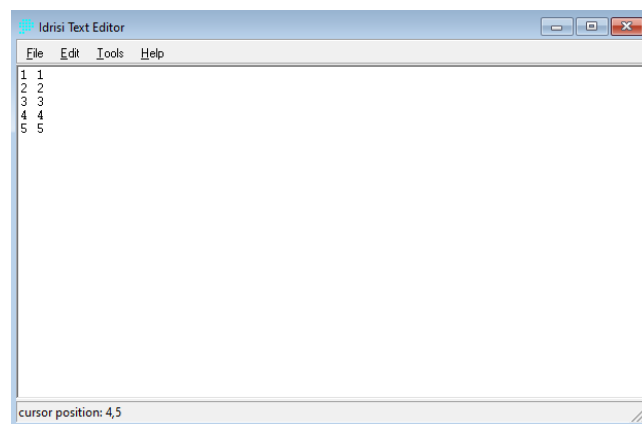


Gambar 22. *Tampilan File yang telah di Import*

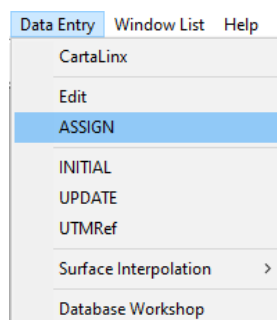
4. Kemudian, klik menu data *entry* > edit untuk menyesuaikan jumlah kelas dan selanjutnya data *entry* lagi kemudian *ASSIGN*.



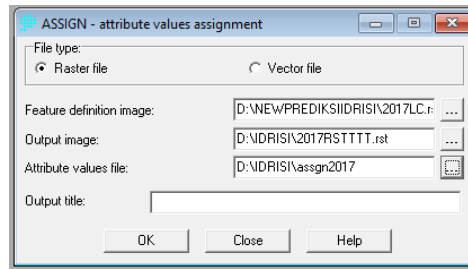
Gambar 23. *Tools Edit*



Gambar 24. Pengkodean Kelas Penggunaan Lahan

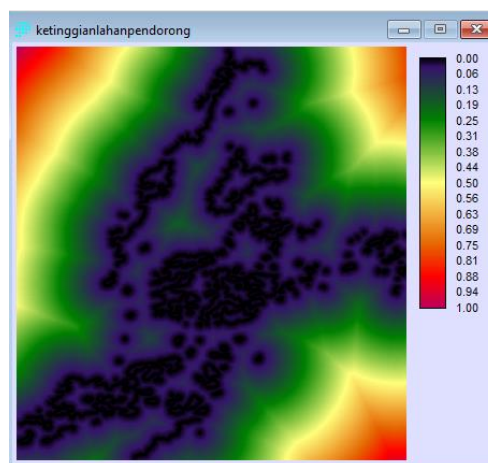


Gambar 25. *Tools Assign*

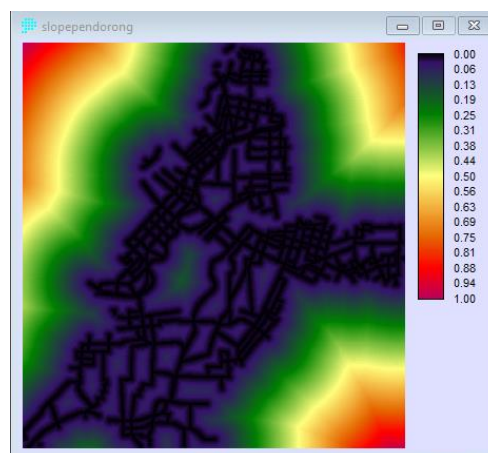


Gambar 26. Simpan *File* yang telah di *Assign*

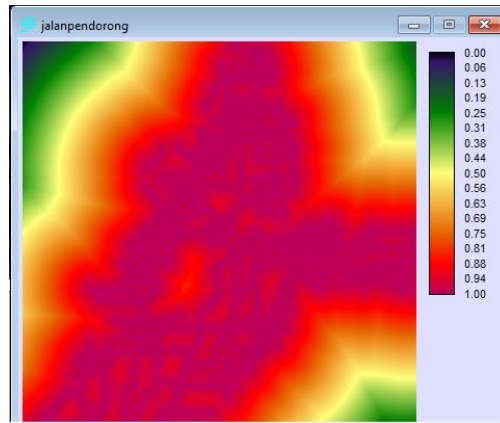
5. Pada pengolahan prediksi ini juga dibutuhkan *driving factor* berupa data ketinggian lahan, kemiringan lereng, jalan, sungai, dan pusat pemerintahan yang diinput pada *software* pengolahan prediksi lahan sama seperti data penggunaan lahan. *Driving factor* diinput pada aplikasi pengolahan prediksi lahan seperti Gambar 28 sampai Gambar 32.



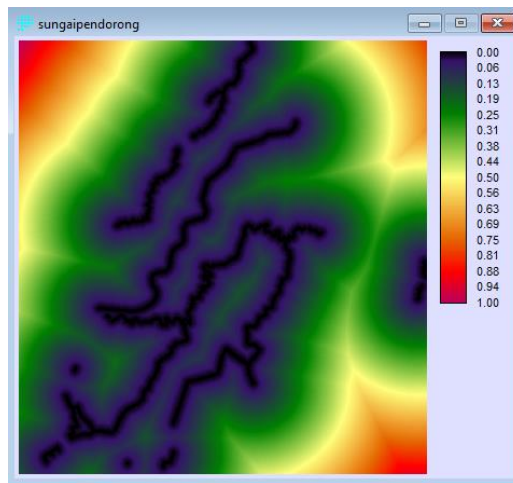
Gambar 27. *Driving Factor* (Ketinggian Lahan)



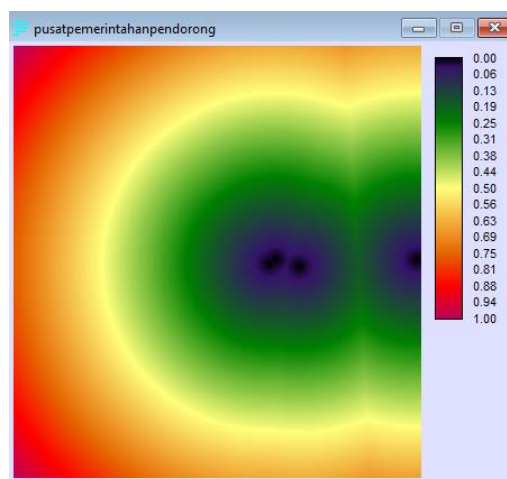
Gambar 28. *Driving Factor* (Slope)



Gambar 29. *Driving Factor* (Jalan)



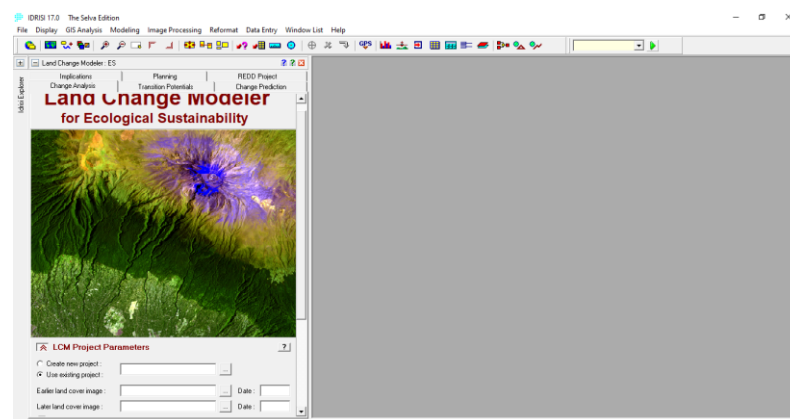
Gambar 30. *Driving Factor* (Sungai/Badan Air)



Gambar 31. *Driving Factor* (Pusat Pemerintahan)

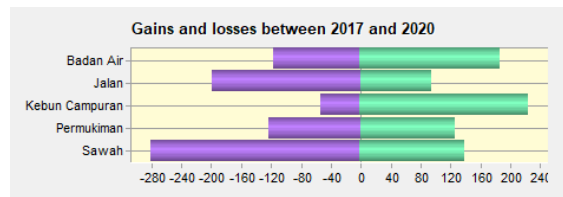
Driving factor digunakan sebagai variabel spasial yang dapat mempengaruhi sebuah perubahan lahan.

6. Selanjutnya yaitu melakukan proses prediksi lahan dengan *time series* pada data penggunaan lahan yang digunakan, kali ini dilakukan pengolahan prediksi lahan pada tahun 2017 dan 2020 yang nantinya dijadikan sebagai simulasi prediksi di tahun 2023 sebagai validasi untuk tahun prediksi yang sebenarnya. Sebelum melakukan pengolahan dengan metode *Cellular Automata-Markov Chain* maka harus dilakukan terlebih dahulu pengolahan *Land Change Modeler* (LCM) untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi perubahan lahan atau memvalidasi hasil prediksi. Caranya klik *tools modelling > environmental/simulation model > land change modeler*. Sehingga muncul tampilan seperti dibawah ini.



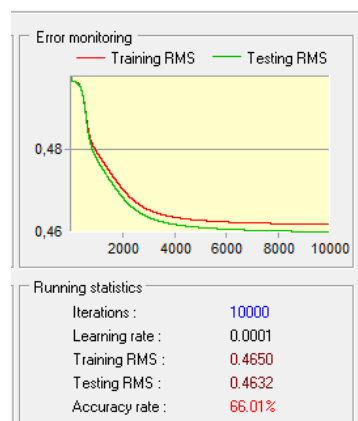
Gambar 32. Tampilan *Land Change Modeler*

Kemudian, *create new project* dengan memberi nama *file* kemudian *earlier land cover image* untuk tahun awal penggunaan lahan yang digunakan dan *later land cover image* untuk penggunaan lahan tahun terakhir yang digunakan > *continue* sehingga muncul gambar dibawah ini yang merupakan transisi perubahan tiap kelas pada tahun 2017 ke tahun 2020.



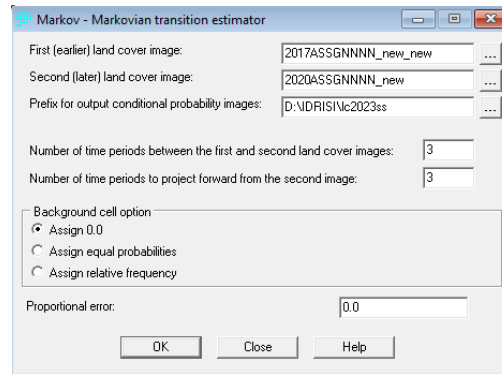
Gambar 33. Transisi Perubahan

7. Selanjutnya masukkan *driving factor* yang telah disiapkan pada proses ini dengan klik pada *tools test and selection os site and driver variables* > *transition sub-model structure* > *run transition sub-model* > *run sub-model*.



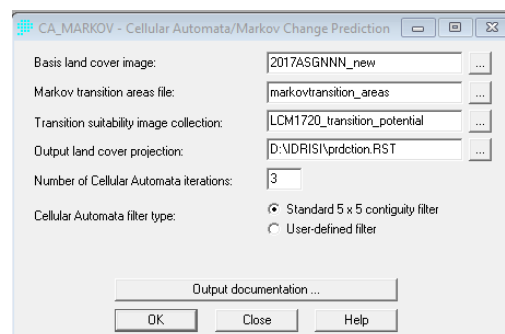
Gambar 34. Running Statistics

8. Lakukan prediksi lahan, tetapi sebelum melakukan prediksi dengan menggunakan metode *Cellular Automata-Markov Chain* maka terlebih dahulu melakukan dengan metode Markov karena jika melewati langkah *Markov*, model *Cellular Automata-Markov Chain* tidak akan memiliki data probabilitas transisi yang diperlukan. Caranya, *tools GIS Analysis* > *change/time series* > *Markov* kemudian, input data penggunaan lahan tahun pertama prediksi lahan yang digunakan dan tahun terakhir yang sudah melalui proses assign sebelumnya dan input selisih tahun yang digunakan, pada penelitian ini selisih dari tahun 2017 ke 2020 yaitu 3 tahun.



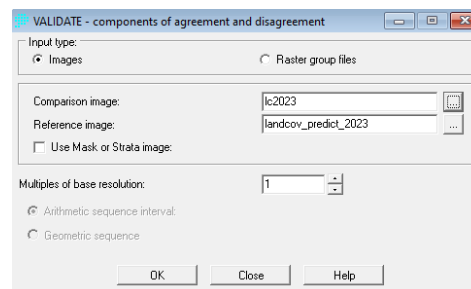
Gambar 35. Langkah Markov

9. Proses pengolahan prediksi lahan dengan metode *Cellular Automata-Markov Chain*. Klik *tools GIS Analysis > change/time series > CA-Markov* lalu input data penggunaan lahan awal yang telah melalui proses *assign > data Markov* yang sebelumnya disimpan *> data transition 2017 dan 2020 > output nya*.



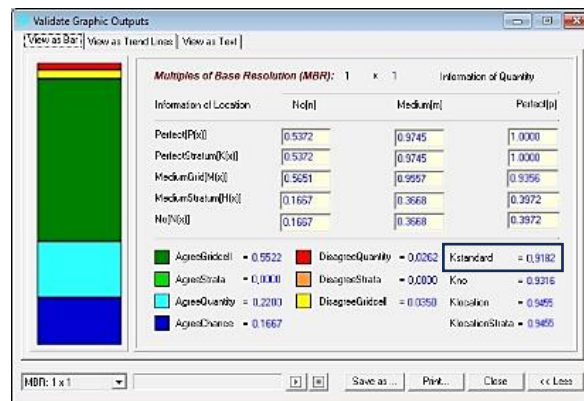
Gambar 36. Langkah CA Markov

10. Terakhir *validate*, klik *tools GIS Analysis > change/time series > Validate*.



Gambar 37. Tools Validasi

Lalu, muncul *validate graphic outputs*. Seperti gambar dibawah.



Gambar 38. Hasil Uji Akurasi Kstandart

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, Analisis Alih Fungsi Lahan Sawah menjadi Permukiman dan Prediksi Permukiman di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil alih fungsi lahan sawah menjadi permukiman dengan mendistribusikan luas lahan berdasarkan kategori penggunaannya di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro tahun 2017-2023 menghasilkan lahan sawah yang beralih fungsi menjadi permukiman seluas 19 Ha dan lahan yang tidak beralih fungsi dari lahan sawah menjadi permukiman seluas 1.285 Ha.
2. Hasil prediksi lahan permukiman yang dilakukan penelitian ini yaitu prediksi lahan permukiman tahun 2038 menghasilkan lahan permukiman seluas 415 Ha, lahan sawah 211 Ha lahan lainnya 679 Ha sehingga terjadi peningkatan prediksi sebelumnya pada tahun 2023 yaitu lahan permukiman seluas 160 Ha dan lahan sawah seluas 219 Ha dan lahan lainnya 926 Ha. Sehingga luas permukiman dari tahun 2023 ke 2038 mengalami peningkatan seluas 255 Ha. Dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2038 di Kecamatan Metro Barat, Kota Metro terdapat banyak peluang bahwa pada 10 tahun kedepan lahan yang mendominasi pada wilayah tersebut yaitu lahan permukiman.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat saya berikan untuk mengembangkan skripsi selanjutnya sebagai berikut :

1. Data citra khususnya untuk lahan sawah pada penelitian ini merupakan kondisi lahan sawah yang tidak menentu masa tanamnya karena keterbatasan citra pada wilayah penelitian ini, sehingga untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan data lahan sawah yang teridentifikasi lebih optimal agar pada saat pengolahan penggunaan lahan, sehingga objek yang terlihat dapat tersegmentasi lebih akurat.
2. Pada saat melakukan prediksi, data yang dibutuhkan cukup detail dan banyak, sehingga pada penelitian selanjutnya diharapkan agar data-data yang digunakan tidak ada kesalahan pengolahan pada tahap-tahap sebelumnya karena hal tersebut dapat berpengaruh saat melakukan prediksi lahan sehingga hal tersebut berperan penting dalam penentuan hasilnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprillya, M. R., dan Chasanah, U. 2021. Analisis Lahan Pertanian Rawan Banjir Menggunakan Metode Multi Atribut Utility Theory Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 16(2), 148.
- Asiva Noor Rachmayani. 2015. *No Land cover/land use change analysis using multi- spatial resolution data and object-based image analysis*. 6.
- Badan Pusat Statistik, Bappenas, dan UNFPA. 2018. Proyeksi Penduduk Indonesia 2015-2045: Hasil SUPAS 2015. In *Badan Pusat Statistik*.
- Bantacut, T. 2012. Produksi Padi Optimum Rasional: Peluang dan Tantangan (Rationally Optimum Paddy Production : Chance and Challenge). *Jurnal Pangan*, 21(3), 281–296.
- Bulkis, K., Iqbal, M. S., dan Ramdayanti. 2021. Penerapan Metode Supervised Classification Maximum Likelihood Pada Citra Satelit Landsat Untuk Memetakan Perubahan Tutupan Lahan Di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS). *Dielektrika*, 8(1), 44–53.
- Darmawan, S., Claudia, A., dan Tridawati, A. 2022. Prediksi Perubahan Kawasan Hutan Mangrove Menggunakan Model Cellular Automata Markov pada Citra Penginderaan Jauh Landsat (Studi Kasus: Kawasan Resort Bama, Taman Nasional Baluran, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur). *Jurnal Rekayasa Hijau*, 6(1), 57–72.
- Geosfer, J. P., Arza, I. K., Zalmita, N., Terhadap, L., Mata, P., Petani, P., Bayu, D., dan Darul, K. 2024. *Dampak alih fungsi lahan terhadap perubahan mata pencaharian petani di desa bayu kecamatan darul imarah kabupaten aceh besar 1*, 2. 306–318.
- Indarto, I., Mandala, M., Febrian Arifin, F., dan Lukman Hakim, F. 2020. Aplikasi Citra Sentinel-2 Untuk Pemetaan Tutupan Dan Peruntukan Lahan Pada Tingkat Desa. *Jurnal Geografi*, 12(02), 189.
- Junaedi, D., Redjeki, F., dan Priadi, M. D. 2023. Pengaruh Promosi dan Kualitas Layanan Terhadap Keputusan Pembelian: studi kasus pada Koperasi Mitra Dhuafa Cabang Mande-Cianjur. *Indonesian Journal of Economic and Business*, 1(2), 106–120.
- Metro Dalam Angka. 2019. Metro Dalam Angka Badan Pusat Statistik Kota Metro *BPS-Statistics of Metro Municipality*.
- Metro Dalam Angka. 2023. Metro Dalam Angka Badan Pusat Statistik Kota Metro *BPS-Statistics of Metro Municipality*.

- Muhammad, A., Rombang, J., dan Saroinsong, S. 2016. Tutupan lahan di KPHP Poigar terus menerus mengalami perubahan . Pemetaan dan identifikasi jenis tutupan lahan dengan metode Maximum Likelihood lebih akurat dari metode. *Cocos*, 7(2), 1–9.
- Peraturan BIG Nomor 3 2014. Peraturan BIG Nomor 3 Tahun 2014
- Putri, E. S., Widiyari, A., Karim, R. A., Somantri, L., dan Ridwana, R. 2021. Pemanfaatan Citra Sentinel-2 Untuk Analisis Gunung Manglayang. *Jurnal Jurusan Pendidikan Geografi*, 9(2), 133–143.
- Putri, R. A., and Supriatna, S. 2021. Land cover change modeling to identify critical land in the Ciletuh Geopark tourism area, Palabuhanratu, Sukabumi Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 623(1).
- Rakuasa, H. 2022. Analisis Spasial - Temporal Perubahan Tutupan Lahan di Kabupaten Maluku Barat Daya. *GEOGRAPHIA : Jurnal Pendidikan Dan Penelitian Geografi*, 3(2), 115–122.
- Rakuasa, H., Salakory, M., dan Latue, P. C. 2022. Analisis Dan Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Model Celular Automata-Markov Chain Di Das Wae Ruhu Kota Ambon. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 285–295.
- Santoso, H., Hasugian, A. H., dan Nasution, Y. R. 2019. Aplikasi Deteksi Perubahan Wilayah dengan Menggunakan Metode Post-Classification. *Jurnal Armada Informatika*, 3(1), 90–104.
- Saputra, R., Tjahjono, B., dan Pravitasari, A. E. 2022. Analisis Kemandirian Pangan Berbasis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Metro, Provinsi Lampung. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 18(4), 336–350.
- Seno Aji Pangestu, R. H. J. 2012. Analisa Citra Satelit Multitemporal Untuk Deteksi Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Menggunakan Metode Post-Classification Comparisson Di Sebagian Dki Jakarta, 37–39.
- Somantri, L. 2022. Pemetaan mobilitas penduduk di kawasan pinggiran Kota Bandung. *Majalah Geografi Indonesia*, 36(2), 95.
- Sophan, I., Wahyuni, R. S., Redjeki, F., Herlina, H., dan Purnama, S. A. 2023. Santri Digital Berinovasi Dalam Berwirausaha Di Desa Benjot Cugenang Cianjur Jawa Barat (Rumah Tahfidz Baitul Qur'an Al-Karim Benjot). *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 18–24.
- Sugandhi, N., Supriatna, S., Kusratmoko, E., dan Rakuasa, H. 2022. Prediksi Perubahan Tutupan Lahan di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon Menggunakan Celular Automata- Markov Chain. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 9(2), 143–154.
- Wang, S. W., Munkhnasan, L., and Lee, W. K. 2021. Land use and land cover change detection and prediction in Bhutan's high altitude city of Thimphu, using cellular automata and Markov chain. *Environmental Challenges*.
- Windy Lestari, dan Nursakti Adhi Pratomoatmojo. 2019. Pemodelan Spasial Prediksi Perkembangan Kawasan Permukiman Berbasis Cellular Automata dengan Pendekatan Kependudukan di Surabaya Timur. *Jurnal Teknik Its*.