

**TESIS**

**ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN  
METODE MAXIMUM LIKELIHOOD CLASSIFICATION PADA DATA  
CITRA PENGINDERAAN JAUH KOTA SAMARINDA-KALIMANTAN  
TIMUR**



Disusun oleh:

**Nama : Okta Ihza Gifari**  
**NIM : 20.51.1357**  
**Konsentrasi : Business Intelligence**

**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA  
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2023**

**TESIS**

**ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN  
METODE MAXIMUM LIKELIHOOD CLASSIFICATION PADA DATA  
CITRA PENGINDERAAN JAUH KOTA SAMARINDA-KALIMANTAN  
TIMUR**

**ANALYSIS OF LAND COVER CHANGE USING MAXIMUM  
LIKELIHOOD CLASSIFICATION METHODS ON REMOTE SENSING  
IMAGE DATA  
SAMARINDA CITY, EAST KALIMANTAN**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Magister



Disusun oleh:

Nama : Okta Ihza Gifari  
NIM : 20.51.1357  
Konsentrasi : Business Intelligence

**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK INFORMATIKA  
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN METODE  
MAXIMUM LIKELIHOOD CLASSIFICATION PADA DATA CITRA  
PENGINDERAAN JAUH KOTA SAMARINDA-KALIMANTAN TIMUR**

**ANALYSIS OF LAND COVER CHANGE USING MAXIMUM LIKELIHOOD  
CLASSIFICATION METHODS ON REMOTE SENSING IMAGE DATA  
SAMARINDA CITY, EAST KALIMANTAN**

Dipersiapkan dan Disusun oleh

**Okta Ihza Gifari**

**20.51.1357**

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis  
Program Studi S2 Teknik Informatika  
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta  
pada hari Kamis, 3 Agustus 2023

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta, Kamis 3 Agustus 2023

**Rektor**

**Prof. Dr. M. Suvanto, M.M.**

**NIK. 190302001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN METODE  
MAXIMUM LIKELIHOOD CLASSIFICATION PADA DATA CITRA  
PENGINDERAAN JAUH KOTA SAMARINDA-KALIMANTAN TIMUR**

**ANALYSIS OF LAND COVER CHANGE USING MAXIMUM LIKELIHOOD  
CLASSIFICATION METHODS ON REMOTE SENSING IMAGE DATA  
SAMARINDA CITY, EAST KALIMANTAN**

Dipersiapkan dan Disusun oleh

**Okta Ihza Gifari**

**20.51.1357**

Telah Diujikan dan Dipertahankan dalam Sidang Ujian Tesis  
Program Studi S2 Teknik Informatika  
Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta  
pada hari Kamis, 3 Agustus 2023

**Pembimbing Utama**

**Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.**  
**NIK. 190302106**

**Anggota Tim Penguji**

**Dr. Ferry Wahyu Wibowo, S.Si., M.Cs**  
**NIK. 190302235**

**Pembimbing Pendamping**

**Dr. Kumara Ari Yuana, S.T., M.T.**  
**NIK. 190302575**

**Dhani Ariatmanto, M.Kom., Ph.D**  
**NIK. 190302197**

**Prof. Dr. Kusriani, M.Kom**  
**NIK. 190302106**

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Komputer

Yogyakarta, Kamis 3 Agustus 2023  
**Direktur Program Pascasarjana**

**Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.**  
**NIK. 190302106**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Okta Ihza Gifari  
NIM : 20.51.1357  
Konsentrasi : Business Intelligence

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul berikut:  
**ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN  
METODE MAXIMUM LIKELIHOOD CLASSIFICATION PADA DATA  
CITRA PENGINDERAAN JAUH KOTA SAMARINDA-KALIMANTAN  
TIMUR**

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Kusri, M.Kom.  
Dosen Pembimbing Pendamping : Dr. Kumara Ari Yuana, S.T., M.T.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar **ASLI** dan **BELUM PERNAH** diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian **SAYA** sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim Dosen Pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab **SAYA**, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta
5. Pernyataan ini **SAYA** buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka **SAYA** bersedia menerima **SANKSI AKADEMIK** dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi

Yogyakarta, Kamis 3 Agustus 2023

Yang Menyatakan,



Okta Ihza Gifari

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil Alamin, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan karunia-Nya serta pertolongannya sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik. Saya juga menyampaikan banyak terimakasih terhadap pihak- pihak yang telah memberikan banyak kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penelitian maupun dalam penyusunan naskah tesis. Tesis ini dipersembahkan kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara penulis, yaitu Bapak Dr. H. Fahrul Agus S.Si, M.T., Ibu Hj. Ermin Wiyanti, dan Zanu Alfandi Kamil, yang senantiasa mengingatkan dan memberikan dukungan serta doa dalam menyelesaikan tesis ini dengan baik.
2. Ibu Prof. Dr. Kusri, M. Kom. selaku dosen pembimbing yang sudah membimbing saya hingga dapat menyelesaikan tesis ini dengan lancar, baik dan benar.
3. Bapak Dr. Kumara Ari Yuana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang sudah banyak membantu saya dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmunya dari saya semester awal sampai saat ini.
5. Semua pihak keluarga besar Universitas AMIKOM Yogyakarta yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.



## HALAMAN MOTTO



*Jangan pernah menyalahkan hari, karena hari yang baik memberikan **kebahagiaan**, hari yang buruk memberikan **pengalaman**, dan hari terbaik memberikan **kenangan**.*

*Tesis ini saya dedikasikan kepada **H. Fahrul Agus S.Si, M.T, Hj. Ermin Wiyanti dan Zanu Alfandi Kamil.***

*Keluarga yang selalu mengajarkan arti dari sebuah kehidupan. Bahwa hidup harus selalu dengan petunjuk agama dan hidup juga harus mempunyai target yang jelas agar mendapatkan hasil yang maksimal.*

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan Semesta Alam yang telah memberikan banyak sekali rahmat, nikmat, dan izin-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Analisis Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Metode Maximum Likelihood Classification Pada Data Citra Penginderaan Jauh Kota Samarinda-Kalimantan Timur”.

Kelancaran proses penyusunan tesis ini berkat bimbingan, bantuan serta dukungan dari berbagai pihak yang diperoleh penulis, oleh sebab itu pada kesempatan yang baik ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan Berkah dan Karunia-Nya bagi penulis baik fisik dan batin, khususnya dalam proses penyelesaian tesis.
2. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M., selaku Rektor Universitas AMIKOM Yogyakarta.
3. Ibu Prof. Dr. Kusriani, M.Kom., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas AMIKOM Yogyakarta dan seluruh segenap staff pengajar prodi Pascasarjana.
4. Ibu Prof. Dr. Kusriani, M.Kom., sebagai Pembimbing I, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan saran/masukan, serta mengarahkan penulis dalam penyelesaian tesis.
5. Bapak Dr. Kumara Ari Yuana, S.T., M.T, sebagai Pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan saran/masukan dan mengarahkan penulis dalam penyelesaian tesis.



6. Bapak Dr. Ferry Wahyu Wibowo, S.Si., M.Cs sebagai Penguji I, yang telah meluangkan waktunya untuk menguji serta memberikan banyak saran, masukan dan perbaikan dalam penyusunan thesis.
7. Bapak Dhani Ariatmanto, M.Kom., Ph.D sebagai Penguji II, yang telah meluangkan waktunya untuk menguji serta memberikan banyak saran, masukan dan perbaikan dalam penyusunan thesis.
8. Ibu Prof. Dr. Kusriani, M.Kom., sebagai Penguji III, yang telah meluangkan waktunya untuk menguji serta memberikan banyak saran, masukan dan perbaikan dalam penyusunan thesis.
9. Kedua orang tua dan saudara penulis, yaitu Bapak Dr. H. Fahrul Agus S.Si, M.T., Ibu Hj. Ermin Wiyanti, dan Zanu Alfandi Kamil, yang senantiasa mengingatkan dan memberikan dukungan serta doa dalam menyelesaikan thesis.
10. Seluruh teman-teman Mahasiswa Pascasarjana Teknik Informatika Angkatan 25A yang tak bisa disebutkan satu-persatu. Terima kasih atas bantuan dan semangat yang kalian berikan kepada penulis untuk menyelesaikan thesis ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu, semoga segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis berharap dengan tujuan thesis ini dapat memberikan manfaat dan dapat dilengkapi dengan penelitian berikutnya.

Yogyakarta, 10 Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Tinjauan Pustaka.....	6
2.2. Keaslian Penelitian.....	11

2.3. Landasan Teori.....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>37</b>
3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian.....	37
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	37
3.3. Metode Analisis Data.....	38
3.4. Alur Penelitian.....	38
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>43</b>
4.1. Pengolahan Data.....	43
4.2. Proses Klasifikasi MLC.....	54
4.3. Hasil Klasifikasi Citra dan Analisa Perubahan Tutupan Lahan.....	56
4.4. Kerapatan Vegetasi.....	61
4.5. Uji Evaluasi.....	64
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>68</b>
5.1. Kesimpulan.....	68
5.2. Saran.....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>78</b>

## DAFTAR TABEL

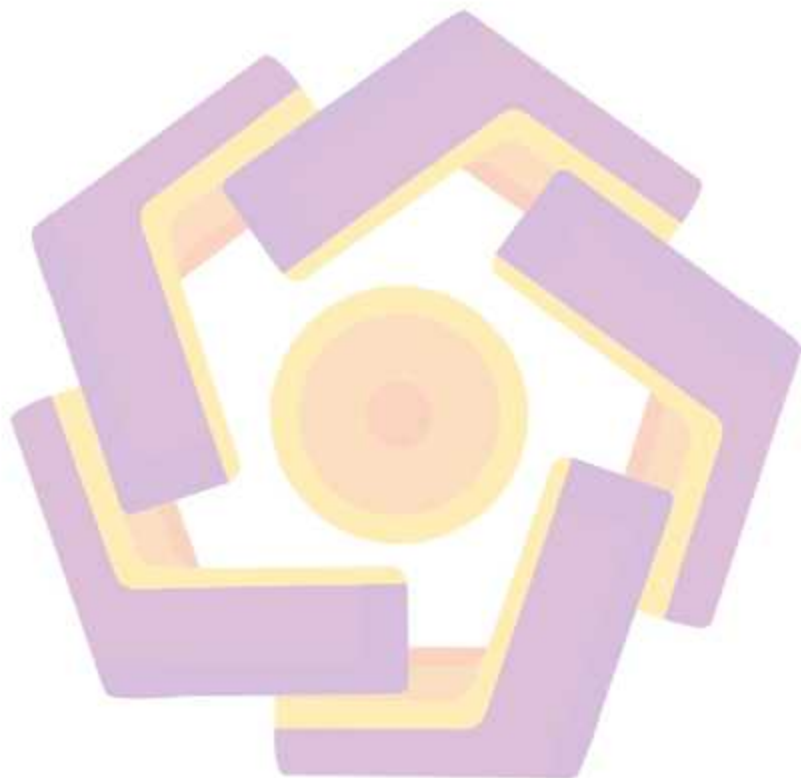
Tabel 2.1. Matriks literatur review dan posisi penelitian Analisis Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Metode Maximum Likelihood Classification pada Data Citra Penginderaan Jauh Kota Samarinda-Kalimantan Timur ...	11
Tabel 2.2. Perubahan Penggunaan Lahan Kota Samarinda Tahun 2004-2019....	17
Tabel 2.3. Karakteristik Band Citra Landsat 7.....	20
Tabel 2.4. Karakteristik Band Citra Landsat 8.....	21
Tabel 2.5. Klasifikasi Tutupan Lahan Menurut BSN .....	23
Tabel 2.6. Klasifikasi Penggunaan Lahan Menurut BSN .....	24
Tabel 2.7. Klasifikasi Tingkat Kehijauan .....	28
Tabel 2.8. Perhitungan Penilaian Akurasi.....	31
Tabel 4.1. Jenis File Data Citra.....	42
Tabel 4.2. Jenis Tutupan Lahan di Kota Samarinda .....	42
Tabel 4.3. Luas Hasil Klasifikasi Tahun 1994.....	55
Tabel 4.4. Luas Hasil Klasifikasi Tahun 2022.....	56
Tabel 4.5. Luas Perubahan Tutupan Lahan Kota Samarinda Tahun 1994-2022 ..	57
Tabel 4.6. Interval Kerapatan Vegetasi Kota Samarinda tahun 1994.....	61
Tabel 4.7. Interval Kerapatan Vegetasi Kota Samarinda tahun 2022.....	62
Tabel 4.8. Nilai Pengujian <i>Error Matrix</i> .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Administratif Kota Samarinda.....	15
Gambar 3.1. Alur dan Tahapan Penelitian .....	37
Gambar 4.1. Tampilan Website United States Geological Survey (USGS) Earth Explorer .....	41
Gambar 4.2. Data Shapefile Kota Samarinda .....	43
Gambar 4.3. Memasukkan data ke ArcGIS .....	44
Gambar 4.4. Proses <i>Composite Bands</i> .....	45
Gambar 4.5. Hasil <i>Composite Bands</i> .....	45
Gambar 4.6. Pan-sharpened Citra .....	46
Gambar 4.7. Hasil Penajaman Citra.....	46
Gambar 4.8. Pengubahan Koordinat Menggunakan tools Project Raster.....	47
Gambar 4.9. Hasil Layer Stacking .....	48
Gambar 4.10. Hasil Akhir Pre-processing .....	49
Gambar 4.11. Data Training Sample.....	51
Gambar 4.12. <i>Tools Maximum Likelihood Classification</i> .....	52
Gambar 4.13. Hasil <i>Dissolve</i> .....	53
Gambar 4.14. Hasil Perhitungan Klasifikasi .....	53
Gambar 4.15. Peta Hasil Klasifikasi Tahun 1994 .....	54
Gambar 4.16. Peta Hasil Klasifikasi Tahun 2022 .....	56
Gambar 4.17. Gambar Perubahan Tutupan Lahan Kota Samarinda Tahun 1994-2022 .....	58

Gambar 4.18. Peta Kerapatan Vegetasi Kota Samarinda tahun 1994..... 60

Gambar 4.19. Peta Kerapatan Vegetasi Kota Samarinda tahun 2022..... 61





## INTISARI

Tutupan lahan merupakan ilmu tentang penggunaan suatu lahan untuk mencapai tujuan kesejahteraan dan kemajuan baik masyarakat ataupun lingkungan itu sendiri. Tutupan dan penggunaan lahan selalu berubah mengikuti perkembangan jumlah penduduk dan juga kebijakan yang dimiliki pemerintah suatu daerah itu sendiri. Kota Samarinda merupakan kota yang dimana tutupan lahannya berubah dengan cepat akibat pertumbuhan penduduk yang pesat. Informasi tentang keadaan tutupan lahan sangat penting dalam perencanaan operasional dan penyelenggaraan evaluasi pada pemerintah. Sehingga diperlukannya analisis terhadap perubahan yang terjadi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah memanfaatkan teknologi penginderaan jauh yang kemudian diolah dengan menggunakan algoritma Maximum Likelihood Classification dan menghitung nilai kerapatan vegetasi dari suatu daerah yaitu NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Penentuan sampel untuk training area menggunakan metode plot area dan pengambilan sampel menggunakan metode random sampling. Hasil pengolahan menghasilkan tutupan lahan yang ada di Kota Samarinda didominasi dengan kelas tutupan lahan vegetasi alami yang mencakup 50% dari keseluruhan wilayah Kota Samarinda. Kerapatan vegetasi menunjukkan kehijaun tinggi pada interval 0.510494065 – 0.793650806 pada tahun 1994. Sedangkan pada tahun 2022 menunjukkan interval 0.143671161 – 0.249420762. Pada uji evaluasi dilakukan pengulangan pengujian sebanyak 30 kali dengan menggunakan metode *random point* untuk mendapatkan nilai statistik *mean*, *standard deviation*, dan *p-value*. Nilai *p-value* yang dihasilkan sebesar  $3,76 E^{-12}$ .

Kata kunci: klasifikasi tutupan lahan, penginderaan jauh, maximum likelihood classification, NDVI.

## **ABSTRACT**

*Land cover is the science of using a land to achieve the goal of welfare and progress for both the community and the environment itself. Land cover and use are always changing following the development of population and also the policies owned by the government of a region itself. Samarinda City is a city where the land cover changes rapidly due to rapid population growth. Information about the state of land cover is very important in operational planning and conducting evaluations for the government. So it is necessary to analyze the changes that occur. The method used in this study is to utilize remote sensing technology which is then processed using the Maximum Likelihood Classification algorithm and calculates the value of the vegetation density of an area, namely NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Determination of the sample for the training area using the plot area method and sampling using the random sampling method. The results of processing produce that the existing land cover in Samarinda City is dominated by natural vegetation land cover classes which cover 50% of the entire area of Samarinda City. Vegetation density shows high greenness at the interval 0.510494065 – 0.793650806 in 1994. Whereas in 2022 it shows the interval 0.143671161 – 0.249420762. In the evaluation test, 30 repetitions of the test were carried out using the random point method to obtain the statistical mean, standard deviation and p-value. The resulting p-value is  $3.76 E^{-12}$ .*

*Keyword: land cover classification, remote sensing, maximum likelihood classification, NDVI.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Kota Samarinda secara geografis terletak di jantung Provinsi Kalimantan Timur dikelilingi oleh Sungai Mahakam dan Sungai Karang Mumus. Sebagai salah satu dari 10 kabupaten/kota di Kalimantan Timur, kota ini melakukan kegiatan pembangunan di berbagai sektor untuk memenuhi kebutuhan masyarakatnya. Kegiatan pembangunan seperti infrastruktur jalan, pemukiman, gedung perkantoran dan berbagai prasarana lainnya membutuhkan lahan sebagai wadah terbangun. Meskipun pengembangan kota mengacu kepada RTRW, pembangunan prasarana dan infrastruktur akan mengubah fungsi lahan dari lahan hijau menjadi kawasan industri, pemukiman dan bangunan lainnya. Perubahan fungsi lahan yang tidak sesuai peruntukannya dapat berdampak pada peningkatan debit banjir, terutama pada kawasan daerah aliran sungai (Prasetyo, dkk. 2020).

Permasalahan lahan di perkotaan secara umum berkisar pada persoalan kepemilikan, alih fungsi lahan bervegetasi menjadi kawasan terbangun, kerusakan lahan akibat kegiatan penambangan sumberdaya alam secara terbuka dan merusak lingkungan yang dapat mengakibatkan bencana alam seperti banjir dan tanah longsor. Tutupan lahan yang tergerus merupakan persoalan serius yang terdapat pada pengelolaan lahan Kota Samarinda. Pola penggunaan lahan di kota ini mengalami perubahan yang signifikan dari tahun ke tahun. Perubahan penggunaan lahan terutama terjadi pada alih fungsi lahan pertanian sawah dan bukan sawah

yang mengalami penurunan serta peningkatan lahan yang dibangun (Hidayat & Noor, 2020).

Salah satu contoh kegiatan pendataan untuk pembuatan peta tutupan lahan di Kota Samarinda yaitu dengan metode penginderaan jauh. Informasi perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang terjadi pada permukaan bumi dapat diamati melalui penerapan Sistem Informasi Geografis dan penginderaan jauh dengan menggunakan data citra satelit (Maina J, dkk, 2020). Klasifikasi dan pemetaan lahan yang meliputi tutupan dan penggunaannya dapat dihasilkan dengan menggunakan teknik dan perangkat bantu SIG dan data citra penginderaan jauh (Ramanamurthy & Victorbabu, 2021). Menurut Lillesand (dalam Purboyo, 2021) Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji tersebut. Gambaran berupa deskripsi data dari permukaan bumi diperoleh dengan klasifikasi citra.

Perubahan alih fungsi lahan dari tutupan lahan menjadi kawasan terbangun yang dilakukan tanpa perencanaan dan perhitungan yang tepat dapat memberikan dampak kepada menurunnya suplai oksigen, peningkatan kadar karbon di udara yang berimbas pada pemanasan global dan perubahan iklim (Mahesti, dkk, 2020). Permasalahan perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kota Samarinda harus disikapi dengan bijak melalui penelitian yang terencana dan sistematis agar informasi perubahannya dapat diketahui secara rinci. Ada beberapa cara untuk melihat bagaimana perubahan tutupan lahan yang terjadi di suatu area, salah



satunya dengan klasifikasi. Proses klasifikasi pada penelitian ini menggunakan metode *Supervised Maximum Likelihood*. Metode ini merupakan salah satu metode klasifikasi yang termasuk ke dalam tipe terbimbing atau *Supervised*. Citra Landsat digunakan dengan terlebih dahulu melalui proses pengolahan citra digital, dengan cara klasifikasi citra. Berdasarkan uraian ini perlu dilakukan studi mengenai perubahan tutupan dan penggunaan lahan menggunakan parameter NDVI untuk menghitung nilai dari kerapatan vegetasi dan klasifikasi terbimbing dengan algoritma *Maximum Likelihood Classification* pada data citra satelit Kota Samarinda.

## 1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan alih fungsi lahan yang terjadi terus menerus memerlukan penanganan yang serius dari pihak terkait agar dapat ditentukan strategi untuk mengatasinya. Penyajian informasi mengenai model perubahan tutupan lahan dan penggunaannya merupakan salah satu solusi dini untuk mengatasi permasalahan tersebut. Berdasarkan hal itu, maka rumusan masalah penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

- a. Apakah NDVI dan MLC dapat menghasilkan informasi klasifikasi tutupan dan penggunaan lahan Kota Samarinda?
- b. Bagaimana perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang terjadi di Kota Samarinda dari tahun 1994 dan 2022?
- c. Berapa nilai mean dan standar deviasi dari nilai uji evaluasi citra yang dihasilkan?

### 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

- a. Data citra penginderaan jauh bersumber dari Landsat 5 dan 8.
- b. Klasifikasi lahan menggunakan 4 kelas yang terdiri atas 1.) Area bervegetasi alami, yaitu hutan dengan pepohonan rapat maupun vegetasi lain termasuk rumput dan semak belukar), 2.) Area bervegetasi budidaya, yaitu lahan pertanian seperti sawah atau perkebunan), 3. Perairan (*water body*), terdiri dari perairan alami seperti sungai, danau dan perairan buatan seperti waduk, folder atau kolam air, 4. Area bangunan, yaitu pemukiman penduduk, gedung-gedung, badan jalan dan prasarana lainnya). Pemrosesan data citra menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index* untuk klasifikasi citra bervegetasi dan klasifikasi terbimbing dengan algoritma *Maximum Likelihood Classification*.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Mengeksplorasi metode NDVI dan klasifikasi terbimbing dengan algoritma *Maximum Likelihood Classification*.
- b. Melakukan analisis perubahan tutupan dan penggunaan lahan menggunakan penginderaan jauh data citra satelit dan menggunakan algoritma klasifikasi terbimbing yaitu *Maximum Likelihood Classification* dan menghitung nilai kerapatan vegetasi menggunakan parameter NDVI.



- c. Menghitung nilai mean dan standar deviasi dari uji evaluasi hasil klasifikasi tutupan dan penggunaan lahan Kota Samarinda.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Penelitian analisis tutupan dan penggunaan lahan Kota Samarinda diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya pada penerapan metode SIG, penginderaan jauh dan kecerdasan buatan. Hal itu karena klasifikasi data citra satelit merupakan salah satu tinjauan pada aspek kecerdasan buatan yang diaplikasikan pada SIG.
- d. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan informasi terbaru mengenai perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang ada di Kota Samarinda, serta dapat memberikan informasi mengenai perhitungan akurasi perubahan lahan di Kota Samarinda di tahun 1994 dan 2022.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Terdapat beberapa penelitian yang terkait dengan permasalahan analisa tutupan lahan atau metode untuk penyelesaiannya. Pada penelitian yang berjudul 'Assessment of Land Use and Land Cover Change Using GIS and Remote Sensing: A Case Study of Kieni, Central Kenya' yang bertujuan untuk menginvestigasi LULCC (*Land Use Land Cover Change*) pada daerah Kieni, negara bagian Kenya dari tahun 1987 ke 2017 menggunakan penginderaan jauh dan SIG. Terdapat 6 jenis klasifikasi lahan yang digunakan antara lain; daerah kosong, semak belukar, pertanian, hutan, padang rumput dan perairan. Pada lahan pertanian, perairan dan daerah kosong masing-masing mengalami peningkatan sebesar 160.45%, 314.86%, 73.18%. Sedangkan pada lahan hutan, semak belukar, dan padang rumput masing-masing mengalami penurunan sebesar 45.94%, 38.73%, 29.66% selama periode 30 tahun. Kelebihan dari penelitian ini adalah data yang diuji berhasil memperlihatkan adanya peningkatan pada klasifikasi lahan perairan (*water body*) pada daerah yang kesulitan mendapatkan air. Sedangkan kelemahan dari penelitian ini menyebutkan metode *Maximum Likelihood Classification* tetapi tidak menyebutkan persamaan matematik, tidak disebutkan metode apa yg digunakan untuk memproses data citra, tidak terdapat pengujian akurasi. Pada penelitian ini diperlukan metode untuk menguji akurasi

hasil klasifikasi supaya data yang dipaparkan dapat dipertanggung jawabkan dan diuji keakuratannya (Maina J , dkk, 2020).

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh (Ramanamurthy & Victorbabu, 2021) yang bertujuan untuk menganalisa klasifikasi pembatasan lahan tidak terpakai menggunakan penginderaan jauh dan teknik SIG di tahun 2000 dan 2010 pada daerah Vizianagaram, India. *Remote Sensing* yang digunakan adalah data Satelite Landsat TM & MSS 2000 dan Landsat TM 2010. Penelitian ini membandingkan data statistika daerah Vizianagaram tahun 2000 dan 2010 dengan hasil perbandingan klasifikasi LULC sebesar 80%. Penelitian ini juga menghasilkan pembatasan lahan berupa hutan yang bernilai 98% dan lahan kosong bernilai 85%. Kelebihan penelitian ini adalah berupa prosentase perubahan lahan dengan jeda waktu selama 10 tahun. Kekurangan penelitian ini terdapat pada bagian pembahasan yang kurang lengkap pada penyebutan data statistik yang dibandingkan dengan hasil penelitian, serta tidak terdapat metode pengujian akurasi untuk hasil klasifikasi. Penelitian ini disarankan untuk melengkapi hasil penelitiannya berupa uji akurasi supaya data yang dipaparkan dapat dipertanggung jawabkan keakuratan. Dijelaskan bahwa penelitian ini dilengkapi dengan peralatan survey terbaru dan tim peneliti terampil sehingga hasil penelitian mencapai 100%.

Penelitian sejenis juga dilakukan oleh (Mahesti, dkk, 2020) yang bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan tutupan vegetasi Kabupaten Semarang dari tahun 2015 hingga 2019 dengan menggunakan metode NDVI, EVI, dan SAVI dan Supervised Classification. Penelitian ini menjelaskan bahwa dari tahun 2015 ke

2016 terdapat kenaikan nilai NDVI, EVI dan SAVI masing-masing sebesar 0.059728, 0.658, dan 0.089514. Begitu pula kenaikan nilai Supervised Classification sebesar 4.64% atau 39.368,7 Ha. Hasil analisis tahun 2016 hingga 2019 menunjukkan penurunan pada nilai NDVI sebesar -0.072276, EVI 9.57828, SAVI -0.108413, dan nilai Supervised Classification -19.05% atau -194.762,7 Ha. Kelebihan penelitian ini terdapat pada penggunaan metode eksplorasi NDVI, EVI, dan SAVI yang memperlihatkan grafik tutupan lahan yang diolah dengan aplikasi Quantum GIS. Grafik menunjukkan naik turun perubahan vegetasi di Kabupaten Semarang. Kelemahan penelitian ini adalah tidak terdapat metode pengujian akurasi terhadap perubahan tutupan lahan. Disarankan penelitian ini dilengkapi dengan metode uji akurasi hasil klasifikasi supaya data yang dipaparkan dapat dipertanggung jawabkan keakuratannya.

Penelitian yang dilakukan oleh (Cahyono, dkk, 2019) yang bertujuan untuk menganalisis tutupan lahan di Sawahlunto, Sumatera Barat dari tahun 2000 hingga 2016 dengan menggunakan metode NDVI dan metode klasifikasi *Unsupervised Classification*. Data yang digunakan pada penelitian tersebut adalah citra Landsat 5 pada tahun 2000, 2006, dan 2011. Sedangkan citra Landsat 8 digunakan pada tahun 2016. Hasil penelitian telah mengidentifikasi adanya perubahan lahan berupa perubahan luas hutan pada periode 2000 - 2006, 2006 - 2011, 2011 - 2016 masing-masing sebesar 1,19 km<sup>2</sup>, 19,72 km<sup>2</sup>, dan 7,27 km<sup>2</sup>. Hasil yang didapat oleh matriks konfusi menunjukkan *overall accuracy* tertinggi pada tahun 2000 yaitu sebesar 100% dan terendah pada tahun 2016 yaitu 92,5%. Kelebihan penelitian ini telah dilengkapi dengan metode uji akurasi berupa



matriks konfusi namun disisi lain memiliki kekurangan berupa tidak dilengkapi dengan eksplorasi metode NDVI dan *Unsupervised Classification* bagaimana bekerja menghasilkan klasifikasi citra.

Penelitian yang dilakukan oleh (Saputra, dkk, 2021) tentang identifikasi perubahan tutupan lahan mangrove berbasis objek (OBIA) menggunakan citra Satelite SPOT 4 tahun 2007 dan Sentinel 2B tahun 2018 dengan resolusi 10 x 10 m di pulau Dompak Provinsi Kepulauan Riau. Proses klasifikasi citra menggunakan metode terbimbing yaitu *Maximum Likelihood*, dengan hasil klasifikasi citra SPOT 4 pada tahun 2007 diklasifikasikan menjadi 5 kelas yaitu badan air, lahan terbuka, mangrove, vegetasi dan laut. Hal ini berbeda dengan citra Sentinel 2B tahun 2018 dikelaskan menjadi 7 kelas dengan menambahkan kelas jalan dan pemukiman. Berdasarkan analisis data, luas mangrove Pulau Dompak dari tahun 2007 sampai 2018 mengalami penurunan sebesar 34,19% atau sekitar 46,61 Ha. Analisis akurasi pada penelitian ini menggunakan *confusion matrix*, analisis akurasi memberikan ketelitian yang baik dengan nilai overall accuracy sebesar 89% dan nilai statistika kappa sebesar 0,86. Penelitian ini memiliki kelebihan pada kelengkapan metode uji hasil klasifikasi berupa konfusi matriks dan nilai Kappa.

Penelitian yang dilakukan oleh (Azizan & Nofriya, 2020) tentang identifikasi dan pemetaan tutupan lahan pada hutan konservasi menggunakan data citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8 di Kota Padang. Proses klasifikasi citra menggunakan metode terbimbing yaitu *Maximum Likelihood* menggunakan aplikasi QGIS, dengan hasil klasifikasi tutupan lahan yaitu air, jalan, pemukiman,

hutan primer, hutan sekunder, sawah, lahan terbuka dan awan. Hasil pengklasifikasian perubahan tutupan lahan hutan konservasi di Kota Padang pada 5 tahun pertama (2008-2013) menunjukkan terjadinya peningkatan laju kerusakan pada kategori kawasan hutan sebesar 2.788 piksel atau 1,03%. Begitu juga pada 5 tahun kedua (2013-2018), terjadi peningkatan laju kerusakan pada kategori hutan sebesar 6.287 piksel atau 2,32% dari luas kawasan hutan. Disamping menghasilkan prosentase perubahan lahan, penelitian ini memiliki kekurangan berupa tidak adanya metode pengujian akurasi hasil klasifikasi. Disarankan penelitian ini untuk melengkapi hasil penelitian berupa uji akurasi terhadap perubahan tutupan lahannya.





## 2.2. Keaslian Penelitian

Tabel 2.1. Matriks literatur review dan posisi penelitian Analisis Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Metode Maximum Likelihood Classification pada Data Citra Penginderaan Jauh Kota Samarinda-Kalimantan Timur

No	Judul	Peneliti, Media Publikasi, dan Tahun	Tujuan Penelitian	Kesimpulan	Saran atau Kelemahan	Perbandingan
1	Assessment of Land Use and Land Cover Change Using GIS and Remote Sensing: A Case Study of Kieni, Central Kenya	Maina J, Wandiga S, Gyampoh B, Charles KKG. Journal of Remote Sensing & GIS. 2020	Untuk menyelidiki perubahan tutupan lahan dan penggunaan lahan pada daerah Kieni, Kenya	Pada penggunaan lahan dan perubahan tutupan lahan yg terjadi selama periode 30 tahun dari tahun 1987 sampai 2017 hasil menunjukkan bahwa klasifikasi lahan pertanian meningkat satu setengah kali lipat	Tidak adanya metode pengujian akurasi data Tidak disebutkan metode apa yg digunakan untuk memproses image processing-nya Mentionkan MLC tetapi tidak menyebutkan rumusnya	Penelitian dilakukan oleh menggunakan metode <i>unsupervised classification</i> pada tahun 1987, 1995, 2002, dan 2010. Metode <i>supervised classification</i> digunakan untuk data tahun 2017, dengan algoritma <i>MLC</i> tetapi tidak menjelaskan algoritma tersebut bekerja.

Tabel 2.1 Lanjutan

2	Land Use Land Cover (LULC) classification with wasteland demarcation using Remote Sensing and GIS Techniques	Ramanamurthy, B, V; Victorbabu, N, 2021	Untuk menyelidiki perubahan tutupan lahan dan pembatasan lahan kosong	Pada pembatasan lahan berupa hutan menghasilkan nilai 98% dan pada lahan kosong menghasilkan nilai 85%	- Tidak adanya metode pengujian akurasi data Pembahasan kurang lengkap pada penyebutan data statistika yg dibandingkan dengan hasil penelitiannya	Penelitian Ramanamurthy, B, V dan Victorbabu, N tidak menyebutkan algoritma klasifikasi yang digunakan. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan ini menggunakan algoritma <i>Maximum Likelihood Classification</i> untuk melakukan analisis tutupan dan penggunaan lahan
---	--	---	---	--	--	---

Tabel 2.1 Lanjutan

3	Identifikasi Perubahan Tutupan Vegetasi dan Curah Hujan Kabupaten Semarang Menggunakan Citra Satelit Landsat-8	Triloka Mahesti, Elvira Umar, Ardian Ariadi, Sri Yulianto Joko Prasetyo, Charista Fibrani, Indonesian Journal of Computing and Modeling, 2020	Mengidentifikasi perubahan tutupan vegetasi Kabupaten Semarang dari tahun 2015 hingga 2019 dengan menggunakan metode NDVI, EVI, SAVI dan Supervised Classification serta clustering curah hujan menggunakan metode Spatial Interpolation	Nilai indeks vegetasi NDVI, EVI, dan SAVI mengalami kenaikan dari tahun 2015 ke 2016. Sedangkan dari tahun 2016 ke 2019 mengalami penurunan. Penurunan nilai indeks vegetasi memperlihatkan bahwa terjadi pengurangan tutupan vegetasi yang berbanding lurus dengan berkurangnya kemampuan penyerapan GRK pada Kabupaten Semarang	- Tidak terdapat metode pengujian akurasi terhadap hasil klasifikasi tutupan lahan	Pada penelitian Triloka Mahesti dkk menggunakan metode NDVI, EVI, SAVI, dan <i>Supervised Classification</i> . Sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode NDVI dan <i>Supervised Classification</i> yaitu mengeksplorasi bagaimana cara kerja <i>Maximum Likelihood algorithm</i>
---	--	--	--	---	--	--

Tabel 2.1 Lanjutan

4	Analisis Tutupan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Tidak Terbimbing Citra Landsat di Sawahlunto, Sumatera Barat	Bowo Eko Cahyono, Ervin Budi Febriawan, Agung Tjahjo Nugroho. Teknotan. 2019	Menganalisis tutupan lahan di Sawahlunto, Sumatera Barat dari tahun 2000 hingga 2016 dengan menggunakan metode NDVI dan metode klasifikasi <i>Unsupervised Classification</i> .	Hasil penelitian mengidentifikasi adanya perubahan lahan berupa perubahan luas hutan pada periode 2000 - 2006, 2006 - 2011, 2011 - 2016 masing-masing sebesar 1,19 km <sup>2</sup> , 19,72 km <sup>2</sup> , dan 7,27 km <sup>2</sup>	Kekurangan penelitian ini tidak mengeksplorasi metode NDVI dan algoritma <i>Unsupervised Classification</i> , bagaimana algoritma bekerja menghasilkan klasifikasi citra	Penelitian yang dilakukan oleh Bowo Eko Cahyono, dkk menggunakan metode NDVI dan metode <i>Unsupervised Classification</i> . Sedangkan pada penelitian tesis ini akan menggunakan metode NDVI dan mengeksplorasi algoritma <i>Maximum Likelihood</i> .
---	--	--	---	---	--	--

Tabel 2.1 Lanjutan

5	Studi Perubahan Tutupan Lahan Mangrove Berbasis Objek (OBIA) Menggunakan Citra Satelit di Pulau Dompok Provinsi Kepulauan Riau	Robin Saputra, Jonson L. Gaol, Syamsul B. Agus, Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 2021	Mengidentifikasi dan memetakan tutupan lahan mangrove berbasis objek (OBIA) menggunakan citra Satelite SPOT 4 tahun 2007 dan Sentinel 2B tahun 2018 di pulau Dompok Provinsi Kepulauan Riau.	Luas mangrove Pulau Dompok dari tahun 2007 sampai 2018 mengalami penurunan sebesar 34,19% atau sekitar 46,61 ha. Analisis akurasi pada penelitian ini yaitu menggunakan confusion matrix, analisis akurasi memberikan ketelitian yang baik dengan nilai overall accuracy sebesar 89% dan nilai statistika kappa sebesar 0,86	Penelitian ini memiliki kelebihan pada kelengkapan metode uji hasil klasifikasi berupa konfusi matriks dan nilai Kappa, namun terdapat kekurangan karena tidak ada uji hipotesis untuk melihat signifikansi perubahan lahan yang terjadi pada tahun 2007 sampai tahun 2018	Pada penelitian Robin Saputra dkk, menggunakan data citra satelit SPOT 4 pada tahun 2007 dan Sentinel 2B pada tahun 2018. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan data citra satelit Landsat 5 pada tahun 1992, Landsat 7 tahun 2002 dan 2012, dan Landsat 8 tahun 2022.
---	--	---	--	--	--	--



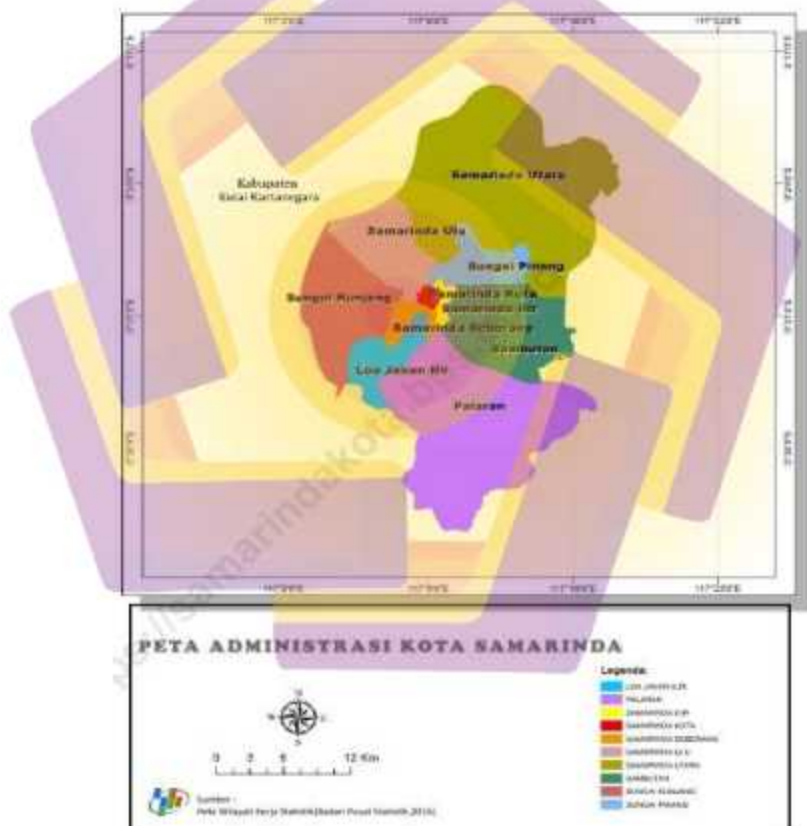
Tabel 2.1 Lanjutan

6	Analisis Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Citra Satelit Pada Hutan Konservasi di Kota Padang	Azizan, Nofriya. Jurnal Aerasi. 2020	Midentifikasi dan memetakan tutupan lahan pada hutan konservasi selama periode 10 tahun (2008-2018) menggunakan data citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8 di Kota Padang	5 tahun pertama (2008-2013) menunjukkan terjadinya peningkatan laju kerusakan pada kategori turun (sebanyak 2.788 piksel atau 1,03% dari luas kawasan hutan. Pada 5 tahun kedua (2013-2018), terjadi peningkatan laju kerusakan pada kategori turun (sebanyak 6.287 piksel atau 2,32%) dari luas kawasan hutan.	Penelitian ini memiliki kekurangan berupa tidak adanya metode pengujian akurasi hasil klasifikasi. Disarankan penelitian ini untuk melengkapi hasil penelitian berupa uji akurasi dan terhadap perubahan tutupan lahannya.	Penelitian yang dilakukan oleh Azizan dan Nofriya menggunakan 8 kelas tutupan lahan, yaitu air, jalan, pemukiman, hutan primer, hutan sekunder, sawah, lahan terbuka, dan awan. Sedangkan penelitian tesis ini menggunakan 5 kelas, sesuai dengan standar BSN dan SNI pada tahun 2014. Yaitu, vegetasi alami, vegetasi buatan, <i>water body</i> , bangunan, dan awan.
---	---	--------------------------------------	---	---	--	--

## 2.3. Landasan Teori

### 2.3.1. Profil Kota Samarinda

Luas wilayah Kota Samarinda adalah 718 Km<sup>2</sup> dan terletak antara 117<sup>0</sup>03'00" Bujur Timur dan 117<sup>0</sup>18"14" Bujur Timur serta diantara 00<sup>0</sup>19'02" Lintang Selatan dan 00<sup>0</sup>42'34" Lintang Selatan (Badan Pusat Statistik). Peta batas administratif Kota Samarinda dijelaskan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1. Peta Administratif Kota Samarinda

Seiring dengan perpindahan ibu kota dari Jakarta ke IKN di Kabupaten Panajam Paser Utara, Kota Samarinda merupakan salah satu kota penyangga IKN selain Kota Balikpapan. Secara administratif Kota Samarinda memiliki 10 kecamatan, yakni Kecamatan Samarinda Kota, Sungai Pinang, Sungai Kunjang, Samarinda Ulu, Samarinda Ilir, Samarinda Seberang, Samarinda Utara, Sambutan, Palaran dan Loa Janan Ilir. Laju pertumbuhan penduduk kota ini di tahun 2021 mencapai 0,04 persen dengan jumlah penduduk sebanyak 831.460 jiwa dan tingkat kepadatan sebesar 1.153 jiwa per kilometer persegi di tahun 2020. Kota Samarinda memiliki besaran indeks pembangunan manusia sebesar 76,88 pada tahun 2021. Hal ini menunjukkan bahwa kota ini telah berkembang seiring perkembangan kota besar pada umumnya (BPS Kota Samarinda, 2021).

Perkembangan penduduk yang cukup tinggi di Kota Samarinda yang diiringi dengan proses urbanisasi serta kegiatan pembangunan di berbagai sektor menyebabkan kebutuhan lahan semakin tinggi. Selain kegiatan pembangunan, kegiatan penambangan dan eksploitasi alam menyebabkan hutan mengalami deforestasi dan terkonversi dari lahan hijau menjadi lahan terbangun.

Berdasarkan data penggunaan lahan di tahun 2007, lahan sawah merupakan jenis lahan yang mengalami perubahan drastis dari 9.053 Ha terus menurun menjadi 3.289 Ha di tahun 2019. Begitu juga perubahan fungsi lahan terjadi penurunan pada jenis lahan pertanian bukan sawah dari 39.338 Ha di tahun 2007 menjadi 23.108 Ha di tahun 2019. Sementara itu terjadi perubahan peningkatan penggunaan lahan pada jenis lahan bukan pertanian seperti pemukiman, perumahan, bangunan perkantoran dan badan jalan dari 23.409 Ha

pada tahun 2007 menjadi 45.403 Ha di tahun 2019. Menurut (Hidayat & Noor, 2020) konversi lahan yang terjadi di Kota Samarinda dari kawasan hijau menjadi lahan terbangun merupakan dampak pertumbuhan ekonomi dan kegiatan pembangunan yang dilakukan oleh masyarakat dan pemerintah kota. Berdasarkan tabel tersebut menunjukkan bahwa konversi lahan hijau berupa hutan menjadi lahan terbangun merupakan permasalahan yang patut menjadi perhatian bagi pemerintah Kota Samarinda. Berikut ditampilkan pada Tabel 2.2. Perubahan Penggunaan Lahan Kota Samarinda dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2019.

Tabel 2.2. Perubahan Penggunaan Lahan Kota Samarinda Tahun 2004-2019

No	Penggunaan Lahan	Tahun					
		2004	2007	2010	2013	2016	2019
1	Lahan sawah (Ha)						
	a. Sawah irigasi	1,802	1,536	735	767	597	440
	b. Sawah non irigasi	4,172	3,613	1,295	1,344	1,043	1,023
	c. Sementara tidak diusahakan	4,484	3,884	4,726	3,409	2,645	1,286
2	Lahan pertanian bukan sawah (Ha)						
	a. Tega/kebun	5,917	6,433	3,955	4,674	3,883	3,902
	b. Ladang/hama	2,984	3,238	2,447	1,823	1,515	1,354
	c. Perkebunan	4,494	5,298	5,730	4,840	4,912	6,163
	d. Lahan yg sementara tidak diusahakan	12,926	14,522	3,979	5,693	4,992	4,271
e. Lainnya (hutan rakyat, tumbak, empang dll)	3,048	9,847	10,643	8,920	8,707	7,420	
3	Lahan bukan pertanian (Ha)						
	a. Rumah, bangunan, halaman, hutan negara, dan rawa-rawa yg tidak ditanami, dll	31,972	23,409	38,291	40,330	43,506	45,403
	b. Lainnya	0	0	0	0	0	0
Jumlah		71,800	71,800	71,800	71,800	71,800	71,800

Sumber: (Hidayat & Noor, 2020)

### 2.3.2. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan teknik untuk mengumpulkan informasi mengenai objek dan sekitarnya dari jarak jauh tanpa kontak fisik. Secara umum, teknik ini menghasilkan bentuk citra yang kemudian diproses dan diinterpretasikan untuk menghasilkan data dan informasi yang bermanfaat untuk aplikasi-aplikasi dibidang pertanian, arkeologi, kehutanan, geografi, geologi, perencanaan dan bidang lainnya (Handayani & Setiyadi, 2003). Penginderaan jauh ialah penggabungan dari suatu ilmu dan seni yang digunakan untuk memperoleh informasi dan data dari suatu objek, tempat, daerah, atau fenomena yang terjadi dengan melakukan analisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat perekam (sensor) yang menggunakan gelombang elektromagnetik sebagai mediana tanpa menyentuh objek tersebut (Purboyo, 2021). Banyak para ilmuwan yang mendefinisikan penginderaan jauh dengan bahasa yang berbeda, seperti yang disampaikan oleh Lindgren (dalam Mukhoriyah, 2018) penginderaan jauh adalah teknik yang dikembangkan untuk deteksi dan analisis informasi tentang bumi. Informasi tersebut berbentuk radiasi elektromagnetik yang dilacak atau ditransmisikan dari permukaan bumi.

Dari berbagai definisi dan pengertian penginderaan jauh yang telah di utarakan oleh beberapa ahli, memuat tujuan dari penginderaan jauh tersebut adalah mengumpulkan data dan informasi sumber daya alam dan lingkungannya, informasi tentang objek ditransmisikan ke pengamat melalui energi elektromagnetik yang merupakan penghubung informasi dan komunikasi. Untuk mendapatkan informasi tentang objek yang dikaji yaitu dengan energi



elektromagnetik yang berperan sebagai pembawa informasi dari alat perekam. Alat yang dimaksud adalah alat pengindra atau sensor. Umumnya sensor dipasang pada platform berupa pesawat terbang, satelit, atau pesawat ulang-alik. Sensor adalah perangkat penginderaan seperti kamera, pemindai, dan radiometer yang masing-masing memiliki detektor atau memiliki layer didalamnya.

### 2.3.3. Citra Landsat

Citra Landsat merupakan satelit sumber daya milik NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) yang pertama kali diluncurkan pada tahun 1971 dengan nama ERTS -1 (*Earth Resource Technology Satellites*). Proyek percobaan ini kemudian dilanjutkan dengan peluncuran seri kedua dan berganti nama menjadi Landsat-1. Landsat dirancang untuk mengumpulkan sumber daya terestrial secara sistematis dan berulang kali. Kemudian NASA dan *U.S. Geological Survey* (USGS) pada tanggal 15 Desember 1998 meluncurkan citra satelit jenis baru yang memiliki spesifikasi yang berbeda dengan Landsat 6 yang gagal mengorbit ke antariksa. Satelit tersebut diberi nama Landsat 7. Sensor yang dimiliki ialah *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) dan mengorbit pada ketinggian 705 Km. Orbit ini diluncurkan dengan kategori rendah agar membuat satelit secara potensial dapat dicari oleh pesawat ruang angkasa dan meningkatkan resolusi tanah yang dituju oleh sensor. Karakteristik *Band* Citra Landsat 7 dapat dilihat dalam Tabel 2.3. berikut.

Tabel 2.3. Karakteristik *Band Citra Landsat 7*

Saluran	Panjang gelombang	Fungsi
Band 1 - Biru	0,441 – 0,514	Studi tanah, batimetri, identifikasi vegetasi
Band 2 – Hijau	0,519 – 0,601	Studi menilai kekuatan tanaman
Band 3 – Merah	0,631 – 0,898	Membedakan lereng vegetasi
Band 4 – Infamerah dekat	0,772 – 0,898	Studi biomassa dan garis pantai
Band 5 – SWIR 1	1,547 – 1,749	Studi untuk membedakan kadar air tanah dan vegetasi serta dapat menembus awan
Band 6 – TIR	10,31 – 12,36	Studi suhu dan kelembaban tanah
Band 7 – SWIR 2	2,064 – 2,345	Mengetahui peningkatan kadar air dari tanah dan vegetasi serta menetralisasi awan tipis
Band 8 - Pankromatik	0,515 – 0,896	Menampilkan gambar yang lebih tajam dengan resolusi sebesar 15 meter

Sumber: *National Aeronautics and Space Administration*

Pada 11 Februari 2013 program terbaru Landsat meluncurkan satelit generasi terbaru yaitu *Landsat Data Continuity Mission (LDCM)* atau dikenal dengan nama Landsat 8. Citra Landsat 8 merupakan hasil kerja sama antara NASA dengan USGS dengan memiliki kemampuan 2 sensor yaitu *Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*, dengan kemampuan tersebut Landsat 8 dapat terbang dengan ketinggian 705 Km dari permukaan bumi dan memiliki area rekam seluas 170 Km x 183 Km. Penciptaan Landsat 8 untuk menggantikan Landsat 7 pastinya memiliki beberapa keunggulan, salah satu kelebihan dapat dilihat pada jumlah saluran panjang gelombang yang dimiliki. Jumlah panjang gelombang sebanyak 11 saluran yang dikelompokkan menjadi dua yaitu OLI dan TIRS. Kategori OLI terdiri dari *band 1* hingga *band 9*. Kategori TIRS terdiri dari *band 10* dan *band 11*. Setiap *band* yang ada pada citra

memiliki fungsi tertentu. Karakteristik *Band* Citra Landsat 8 dapat dilihat dalam Tabel 2.4. berikut.

Tabel 2.4. Karakteristik *Band* Citra Landsat 8

Saluran	Panjang gelombang	Fungsi
Band 1 – <i>Coastal Aerosol</i>	0,435 – 0,451	Studi mendeteksi wilayah pesisir pantai dan aerosol
Band 2 – Biru	0,452 – 0,512	Studi tanah, batimetri, membedakan area vegetasi
Band 3 – Hijau	0,533 – 0,590	Studi menilai kekuatan tanaman
Band 4 – Merah	0,636 – 0,673	Membedakan lereng vegetasi
Band 5 – Inframerah dekat	0,851 – 0,879	Studi biomassa dan garis pantai
Band 6 – Inframerah Tengah 1	1,566 – 1,651	Studi untuk membedakan kadar air tanah dan vegetasi serta dapat menembus awas
Band 7 – Inframerah Tengah 2	2,107 – 2,294	Studi untuk mengetahui peningkatan kadar air dari tanah dan vegetasi serta menetralsiasi awan tipis
Band 8 – Pankromatik	0,503 – 0,676	Menampilkan gambar yang lebih tajam dengan resolusi sebesar 15 meter
Band 9 – <i>Cirrus</i>	1,363 – 1,384	Meningkatkan deteksi kontaminasi awan <i>cirrus</i>
Band 10 – Termal 1	10,6 – 11,19	Studi suhu dan kelembaban tanah
Band 11 – Termal 2	11,5 – 12,51	Studi suhu dan kelembaban tanah

Sumber: *National Aeronautics and Space Administration*

#### 2.3.4. Klasifikasi Penutupan dan Penggunaan Lahan

Lahan merupakan kata yang kita jumpai dalam sehari-hari dan sering kali masyarakat umum salah mengartikan istilah dari lahan adalah tanah. Secara keilmuan, terdapat dua sudut pandang dalam mengartikan lahan. Cara pandang yang pertama yaitu lahan sebagai *land* dan yang kedua lahan sebagai tanah (*soil*) (Deliyanto dkk, 2014). Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia disebutkan bahwa lahan adalah tanah terbuka atau permukaan bumi yang paling atas atau terluar, dan

merupakan benda alam yang mempunyai sifat fisik, kimia, dan biologi tertentu serta berdimensi tiga seperti ruang yang mempunyai dimensi panjang, lebar, kedalaman atau tinggi. Dari beberapa definisi diatas makna lahan lebih luas daripada tanah.

Dalam ilmu penginderaan jauh terdapat dua istilah yang berhubungan dengan lahan, yaitu tutupan lahan (*land cover*) dan penggunaan lahan (*land use*). Kedua istilah tersebut menggolongkan jenis-jenis lahan berdasarkan kondisi fisik dan fungsi dari lahan tersebut. Akan tetapi, penutupan lahan dan penggunaan lahan memiliki makna yang berbeda.

#### 2.3.4.1. Penutupan Lahan (*Land Cover*)

Tutupan lahan merupakan perwujudan secara fisik (*visual*) dari vegetasi, benda alam dan sensor budaya yang ada di permukaan bumi tanpa memperhatikan kegiatan-kegiatan terhadap objek tersebut (Justice dkk, 1989). Penutupan lahan dapat diartikan tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati dan merupakan hasil pengaturan, aktifitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada tutupan lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perawatan, maupun perubahan pada areal tersebut (BSN 7645, 2014). Adapun klasifikasi penutupan lahan menurut Badan Standar Nasional (BSN) disajikan dalam table berikut. Klasifikasi Tutupan Lahan menurut BSN dapat dilihat pada Tabel 2.5. berikut.



Tabel 2.5. Klasifikasi Tutupan Lahan Menurut BSN

Jenis Penutupan Lahan			
Area Tidak-Bervegetasi, alami/semi alami	Area Tidak-Bervegetasi, diusahakan/dibudidayakan	Area Bervegetasi, alami/semi alami	Area Bervegetasi, dibudidayakan
Tubuh air: Perairan laut, Danau/telaga, Rawa, Sungai, tubuh air alami lain. Lahan terbuka: Hamparan batuan/pasir alami, Rataan lumpur, Lahan terbuka alami lain	Tubuh air buatan: Waduk/danau buatan, Kolam air asin/payau(tambak), Kolam air tawar, Saluran air, Tampungan air lain. Lahan terbuka diusahakan: Permukaan diperkeras bukan gedung, Bangunan: Permukiman, Bangunan bukan permukiman	Hutan dan vegetasi alami/semi alami: Hutan lahan tinggi, Hutan lahan rendah, Hutan rawa/gambut, Hutan mangrove, Hutan sagu, Sabana, Semak belukar,	Bervegetasi budidaya: Hutan tanaman, Perkebunan dengan tanaman berkayu keras, Perkebunan tanaman semusim, kebun dan tanaman campuran, tanaman berasosiasi dengan bangunan, tanaman budidaya lain

Sumber: Badan Standar Nasional, 2014

#### 2.3.4.2. Penggunaan Lahan (*Land Use*)

Berbeda dengan penutupan lahan, penggunaan lahan memiliki arti campur tangan manusia terhadap lahan, baik secara menetap maupun jangka panjang untuk memenuhi kebutuhan hidup baik secara materi ataupun spiritual (Plaster, 2003). Penggunaan lahan merupakan interaksi manusia dengan lahan, manusia sebagai faktor yang berpengaruh melakukan kegiatan terhadap lahan dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, sedangkan lahan merupakan yang dipengaruhi sebagai tempat tinggal atau pun tempat mencari nafkah.

Klasifikasi penggunaan lahan didasarkan pada bentuk pemanfaatan dan penggunaan lahan kota, yaitu penggunaan lahan dalam kaitannya dengan pemanfaatan pembangunan yang secara tidak langsung dimanfaatkan dari potensi alam dan lahan. Dalam bukunya (Lean & Goodall, 1977) komponen



penggunaan lahan dibedakan menjadi dua yaitu penggunaan lahan yang menguntungkan dan penggunaan lahan yang tidak menguntungkan. Guna lahan yang menguntungkan meliputi lahan untuk pertokoan, industri, dan kantor bisnis, lahan yang digunakan menghasilkan suatu tujuan dan mencapai profitabilitas. Sedangkan lahan yang tidak menguntungkan adalah lahan yang tidak berorientasi mencapai keuntungan adalah jalan, kecuali jalan tol, taman, aktifitas perkantoran, dan lain sebagainya. Selain itu terdapat klasifikasi mengenai penggunaan lahan berdasarkan BSN yang tercantum dalam tabel berikut. Klasifikasi Penggunaan Lahan menurut SNI dapat dilihat pada Tabel 2.6. berikut

Tabel 2.6. Klasifikasi Penggunaan Lahan Menurut BSN  
(Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2014)

Klasifikasi Penggunaan Lahan (Tingkat Nasional)	Klasifikasi Status Penguasaan Lahan	Klasifikasi Kawasan Lindung dan Budidaya
1. Pemukiman 2. Sawah 3. Lahan pertanian 4. Perkebunan 5. Pertambangan 6. Lahan Berhutan 7. Lahan Terbuka 8. Padang 9. Perarian darat 10. Lain-lain	1. Tanah negara: Tanah negara bebas yang berstatus dikuasai oleh negara 2. Tanah negara dibebani Hak: Tanah yang sudah dibebani hak seperti Hak Milik, Hak Adat, Hak Guna Usaha, Hak Guna Bangunan, Hak Pakai, Hak Pengelolaan, Hak milik yang telah bersertifikat	1. Kawasan Lindung: kawasan yang berfungsi lindung 2. Kawasan budidaya: kawasan diluar kawasan lindung yang dibudidayakan

### 2.3.5. ArcGIS

ArcGIS adalah salah satu software paket lengkap yang dikembangkan oleh ESRI (*Environment Science & Research Institute*) dan dirilis pada tahun 2000 yang merupakan kumpulan fungsi-fungsi dari berbagai macam perangkat lunak GIS Desktop, Server, dan GIS berbasis website. Produk utama dari ArcGIS adalah ArcGIS Desktop yang merupakan software yang menyeluruh dan dikelompokkan

menjadi tiga komponen yaitu: ArcView (komponen yang berfokus kepada penggunaan data yang komprehensif, pemetaan, dan analisis), Arc Editor (komponen yang berfokus kepada editing dan data spasial), dan Arc Info (komponen yang secara lengkap menyediakan fungsi dari GIS untuk keperluan analisis geoprocessing) (Prahasta, 2015).

ArcGIS versi pertama adalah ArcGIS 8.0. Pada tahun 2010, ESRI merilis ArcGIS versi 10. Versi terbaru saat ini (Nov. 2022) adalah 10.8. ArcGIS Dekstop merupakan pengembangan dan gabungan dari 2 perangkat lunak yaitu ArcView dan Arc/INFO versi 7. ArcView dan Arc/INFO itu sendiri merupakan tingkatan lisensi didalam ArcGIS Dekstop. Pada ArcGIS Dekstop juga memiliki 5 aplikasi dasar yakni:

- a. ArcMap, merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah, menampilkan, memilih dan mengedit peta
- b. ArcCatalog, merupakan aplikasi yang mengatur, mengorganisir (mengatur, membagi, menyimpan, menjelajah) macam data spasial yang digunakan dalam pekerjaan SIG
- c. ArcScene, merupakan aplikasi yang digunakan untuk menampilkan dan mengolah peta kedalam bentuk 3D
- d. ArcGlobe, merupakan aplikasi untuk menampilkan peta-peta secara 3D kedalam bola dunia dan dapat dihubungkan langsung dengan internet
- e. ArcToolbox, merupakan kumpulan dari perangkat lunak yang berfungsi sebagai tools/alat dalam melakukan berbagai macam analisis keruangan.

### 2.3.6. Klasifikasi Citra

Klasifikasi adalah sebuah proses pengumpulan model atau fungsi yang mengelompokkan daripada sejumlah objek atau gagasan ke dalam kelas data berdasarkan ciri yang sama dengan tujuan model tersebut agar dapat digunakan untuk memprediksi kelas dari suatu objek yang belum diketahui (Hamakonda & Tairas, 2008). Klasifikasi citra merupakan proses pengelompokkan sejumlah *pixel* pada suatu citra ke dalam sejumlah *class* (kelas). Suatu citra dapat diklasifikasikan kedalam kelompok-kelompok tertentu berdasarkan kemiripan antar citranya secara karakteristik warna. Tujuan utama dari klasifikasi citra adalah menghasilkan peta tematik, dimana satu warna merepresentasikan suatu objek tertentu (Chang & Ren, 2000).

Menurut (Lillesand, dkk, 1979) klasifikasi citra dibagi ke dalam dua klasifikasi, yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*), analisis citra terbimbing adalah proses memilih kelas yang diinginkan dan kemudian memilih daerah pelatihan yang mewakili setiap kategori. Klasifikasi terbimbing membutuhkan pengetahuan kelas atau objek apa saja yang sedang dalam target lokasinya. Sedangkan klasifikasi tidak terbimbing setiap *pixel* yang ada dibandingkan dengan kluster diskret untuk melihat *pixel* *pixel* yang mana tingkat kemiripan yang tinggi dan dikelompokkan dalam kluster kluster terpilih, jika hasil kluster masih belum memuaskan, maka proses diulangi lagi untuk menemukan kombinasi kluster yang lebih sesuai.

### 2.3.7. *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

Indeks vegetasi atau VI (*vegetation index*), dianalisa berdasarkan nilai-nilai kecerahan digital, dilakukan untuk percobaan mengukur biomassa atau vegetatif. Sebuah VI terbentuk dari kombinasi dari beberapa nilai spektral dengan menambahkan, dibagi, atau dikalikan dengan cara yang dirancang untuk menghasilkan nilai tunggal yang menunjukkan jumlah atau kekuatan dalam pixel.

Salah satu nilai indeks vegetasi dapat diperoleh dengan menggunakan algoritma *normalized difference vegetation index (NDVI)*. Algoritma *Normalized difference Vegetation Index (NDVI)* (Endriani & Ika, 2013) adalah:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

NIR = *band near infrared*, dan R = *band red*

Indeks vegetasi berbasis NDVI mempunyai nilai yang hanya berkisar antara -1 (*non vegetasi*) hingga +1 (*vegetasi*). Nilai NDVI yang rendah (*negatif*) menunjukkan tingkat vegetasi yang rendah seperti awan, air, tanah kosong, bangunan, dan unsur *non-vegetasi* lainnya. Sedangkan nilai NDVI yang tinggi (*positif*) menunjukkan tingkat vegetasi hijau yang tinggi. Jadi, nilai NDVI sebanding dengan kuantitas tutupan vegetasinya. Klasifikasi tingkat kehijauan menurut Peraturan Menteri Kehutanan dapat dilihat pada Tabel 2.7.



Tabel 2.7. Klasifikasi Tingkat Kehijauan

Kelas	Nilai NDVI	Tingkat Kerapatan
1	-1 sampai 0,03	Tanpa vegetasi
2	0,03 sampai 0,15	Kehijauan sangat rendah
3	0,15 sampai 0,25	Kehijauan rendah
4	0,25 sampai 0,35	Kehijauan sedang
5	0,36 sampai 1,00	Kehijauan tinggi

Sumber: (Peraturan Menteri Kehutanan RI, 2012)

#### 2.3.8. *Maximum Likelihood Classification*

Metode *Maximum Likelihood Classification* (MLC) merupakan klasifikasi yang mengacu pada nilai pixel yang sudah dikategori objeknya atau dibuat dalam training sample pada masing-masing objek. Metode MLC dapat membandingkan dan memperhitungkan nilai rata-rata dari keragaman antar kelas atau band yang ada. Tingkat ketelitian dari teknik metode MLC memiliki nilai yang cukup tinggi. Pada dasarnya perhitungan metode MLC dikenal sangat rumit dan pada setiap proses pengklasifikasian pixel banyak pembagian kelas atau band, tetapi semakin banyak kelas atau band yang digunakan maka akan semakin baik hasilnya karena dapat menghasilkan nilai yang maksimal (Lillesand, dkk, 1979).

Perhitungan probabilitas atau dikenal dengan *likelihood* bertujuan untuk menemukan sebuah piksel dari suatu kelas. Persamaan perhitungan metode Maximum Likelihood sebagai berikut:



$$P(i|x) = \frac{P(x|i)P(i)}{P(x)} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

$P(i|x)$  = Probabilitas bersyarat dari suatu kelas  $i$ , yang dihitung dengan ketetapan bahwa vektor  $x$  tanpa syarat.

$P(x|i)$  = Probabilitas bersyarat dari vektor  $x$ , yang dihitung dengan kelas yang tanpa syarat

$P(i)$  = Probabilitas dari suatu kelas  $i$  yang muncul dari sebuah citra

$P(x)$  = Probabilitas dari vektor  $x$

### 2.3.9. Training Sample

Training Sample adalah suatu proses identifikasi dari piksel yang dapat merepresentasikan kategori-kategori yang ingin diklasifikasi. Pembuatan training sampel bertujuan untuk menemukan suatu ciri khas dari sebuah kategori. Cara mendapatkan data dari training sampel hal yang harus dilakukan adalah pengambilan titik dari objek dilapangan. Pengambilan titik objek tersebut harus mewakili satu kelas atau kategori dari perubahan tutupan lahan. Training sampel sangat diperlukan untuk setiap kelas atau kategori yang diinginkan agar dibuat klasifikasinya, dan diambil dari lokasi yang homogen atau beragam (Jaya, 2002).

Karena klasifikasi yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah klasifikasi terbimbing, maka hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan training sampel adalah jumlah dari sampel polygon yang diambil, minimal 3 poligon untuk setiap jenis tutupan lahan. Poligon memiliki setidaknya 9 piksel

dengan warna dan rona yang serupa dan konsisten sesuai dengan titik hasil *ground check* (Lillesand et al., 1979).

### 2.3.10. Ground Check

Pengujian *ground checking* bertujuan untuk memastikan hasil klasifikasi sesuai dengan kondisi lapangan. Pada penelitian ini pengujian *ground checking* dilakukan dengan melakukan sampling wilayah kecamatan yang ada di wilayah Kota Samarinda.

### 2.3.11. Penilaian Akurasi

Penilaian uji Akurasi dilakukan untuk mendapatkan informasi dari tingkat ketelitian suatu hasil klasifikasi. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mengetahui tingkat akurasi dari suatu tutupan lahan adalah dengan menggunakan cara membuat matriks kontingensi atau yang sering disebut dengan matriks kesalahan (*error matrix*) atau matriks konfusi (*confusion matrix*) (Jaya, 2014). *Confusion matrix* merupakan perhitungan setiap kesalahan pada setiap bentuk penutupan/penggunaan lahan dari hasil proses klasifikasi citra. Tingkat akurasi ditentukan dengan menggunakan uji ketelitian klasifikasi.

Kesalahan omisi (*omission error*) merupakan kesalahan yang didapat dari proses klasifikasi yang kekurangan jumlah piksel suatu kelas akibat masuknya piksel-piksel kelas tersebut kedalam kelas yang lain. *User Accuracy* atau yang dikenal dengan akurasi pengguna merupakan sebuah peluang rata-rata (%) yang menyatakan bahwa suatu piksel dari citra yang diklasifikasi secara aktual dan dapat mewakili kelas-kelas sesuai dengan data lapangan, dalam hal ini

perhitungan menggunakan jumlah piksel yang tepat dibagi dengan jumlah total piksel dengan kolom, disebut dengan kesalahan komisi (*commission error*).

Menurut (Jaya, 2014), contoh perhitungan penilaian akurasi dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Table 2.8. Perhitungan Penilaian Akurasi

Data Sampel	Diklasifikasi ke kelas				Jumlah	Procedur's accuracy
	A	B	C	D		
A	$X_{11}$	...	...	...	$X_{1.}$	$X_{11} / X_{1.}$
B	...	...	...	...	...	...
C	...	...	...	...	...	...
D	...	...	...	$X_{4k}$	...	...
Jumlah	$X_{.1}$	$X_{.2}$	$X_{.3}$	$X_{.4}$	N	
User's Accuracy	$X_{11} / X_{.1}$	...	...	...		

Sumber : (Jaya, 2014)

Berdasarkan tabel diatas, penilaian akurasi dari suatu klasifikasi dapat dihitung dari akurasi keseluruhan (*overall accuracy*), pembuat akurasi (*procedur accuracy*), akurasi pengguna (*user accuracy*), dan akurasi kappa (*kappa accuracy*). Menurut (Jensen, 2005), secara sistematis rumus dari penilaian akurasi suatu klasifikasi citra adalah sebagai berikut:

- *User's Accuracy*

Merupakan peluang rata-rata dari suatu piksel citra yang telah terklasifikasi, secara aktual mewakili kelas-kelas dilapangan. Apabila pada

keseluruhan kelas mempunyai nilai sebesar 100% maka menunjukkan kelas tersebut tidak terjadi kesalahan klasifikasi dengan tidak mengambil piksel kelas dari kelas lain.

$$User's Accuracy = \frac{X_{ii}}{X_{i+}} 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

$X_{ii}$  = Total nilai sel yang benar didalam kelas

$X_{i+}$  = Jumlah piksel dalam baris ke-i

- *Procedur's Accuracy*

Merupakan peluang rata-rata suatu piksel yang akan diklasifikasikan dengan benar dan secara rata-rata menunjukkan seberapa baik setiap kelas yang telah diklasifikasi. Apabila pada keseluruhan kelas mempunyai nilai sebesar 100 %, maka menunjukkan kelas tersebut tidak terjadi kesalahan klasifikasi dengan tidak mengambil piksel kelas dari kelas lain.

$$Procedur's Accuracy = \frac{X_{kk}}{X_{+i}} 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

$X_{ii}$  = Total nilai sel yang benar didalam kelas

$X_{+i}$  = Jumlah piksel dalam kolom ke-i

- *Overall Accuracy*

Merupakan jumlah dari nilai keseluruhan dari klasifikasi. Dimana perbandingan jumlah total area (piksel) yang diklasifikasikan dengan benar terhadap seluruh total area (piksel), bahwa ini menunjukkan tingkat kebenaran dari citra hasil klasifikasi.

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^r X_{ii}}{N} 100 \% \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

$\sum_{i=1}^r X_{ii}$  = Total nilai baris yang benar dan telah ditambah seluruhnya secara diagonal.

$N$  = Total nilai piksel dalam contoh

- *Kappa accuracy*

Merupakan akurasi yang menggunakan semua elemen pada matriks dalam perhitungannya. Pada akurasi kappa ada dua praduga dari ketelitian keseluruhan yaitu *procedur's accuracy* dan *user's accuracy*.

$$\text{Kappa accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_i \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_i \times x_{+i})} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

$r$  = Nomor baris didalam matriks

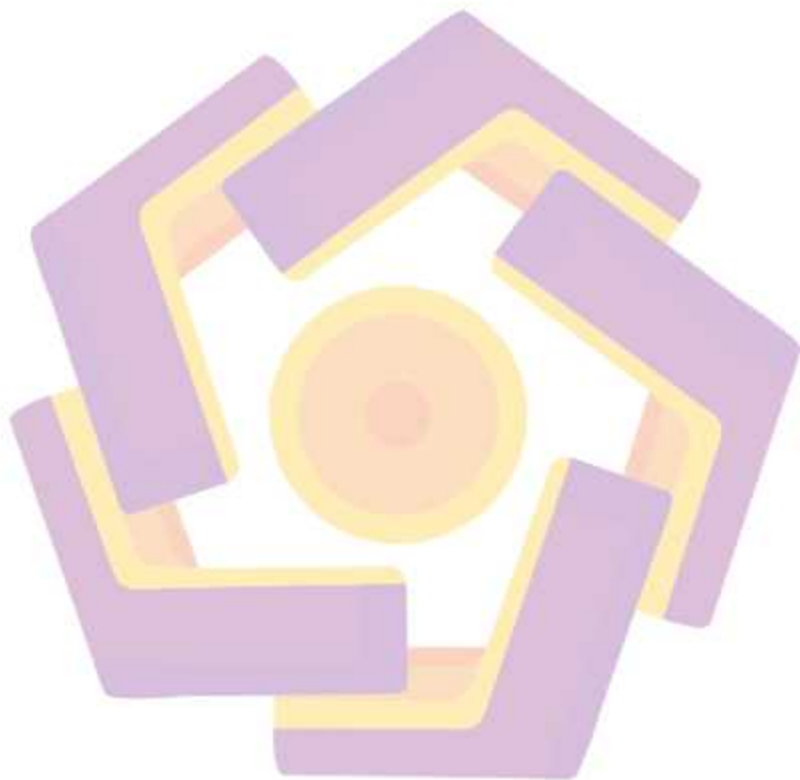
$X_{ii}$  = Total nilai sel yang benar didalam kelas

$X_{i+}$  = Jumlah piksel dalam baris ke- $i$



$X + i$  = Jumlah piksel dalam kolom ke- $i$

$N$  = Total nilai piksel dalam contoh



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis, Sifat, dan Pendekatan Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Metode penelitian deskriptif adalah penelitian yang menganalisis serta menyajikan sebuah fakta dari suatu objek dengan cara sistematis, sehingga penelitian tersebut dapat lebih mudah dimengerti dan disimpulkan. Pengolahan data dari penelitian deskriptif ini berbentuk persentase sistematis dan analisis kecenderungan (Dharminto, 2007). Penggunaan metode deskriptif ini bertujuan untuk menggunakan variabel-variabel penelitian yang berfokus pada permasalahan dan fenomena terkini yang terwujud dalam bentuk numerik yang memiliki makna. Pendekatan kuantitatif yang dimaksud adalah metode yang digunakan untuk meneliti objek dengan perhitungan statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2009).

#### **3.2. Metode Pengumpulan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data spasial dan data non-spasial yang berhubungan dengan perubahan tutupan dan penggunaan lahan. Data spasial meliputi citra landsat 5 untuk tahun 1994, citra dan citra landsat 8 untuk tahun 2022 pada wilayah Kota Samarinda. Pemilihan rentang waktu pemodelan tutupan lahan pada tahun 1994-2022 dikarenakan pada rentang tahun ini terjadi pembangunan yang cukup masif di Kota Samarinda,

seperti pembangunan jalan tol, pembangunan pemukiman baru dan Jembatan Mahakam, sehingga dengan adanya pembangunan infratraktur ini diperkirakan akan terjadi proses pembangunan infrasruktur lainnya di sekitar area tersebut (Nugroho & Handayani, 2021). Selain itu dibutuhkan data peta administrasi, dan data pengukuran GPS untuk pengecekan kondisi lapangan (*ground check*) serta data-data penting dan pendukung lainnya dalam penelitian ini.

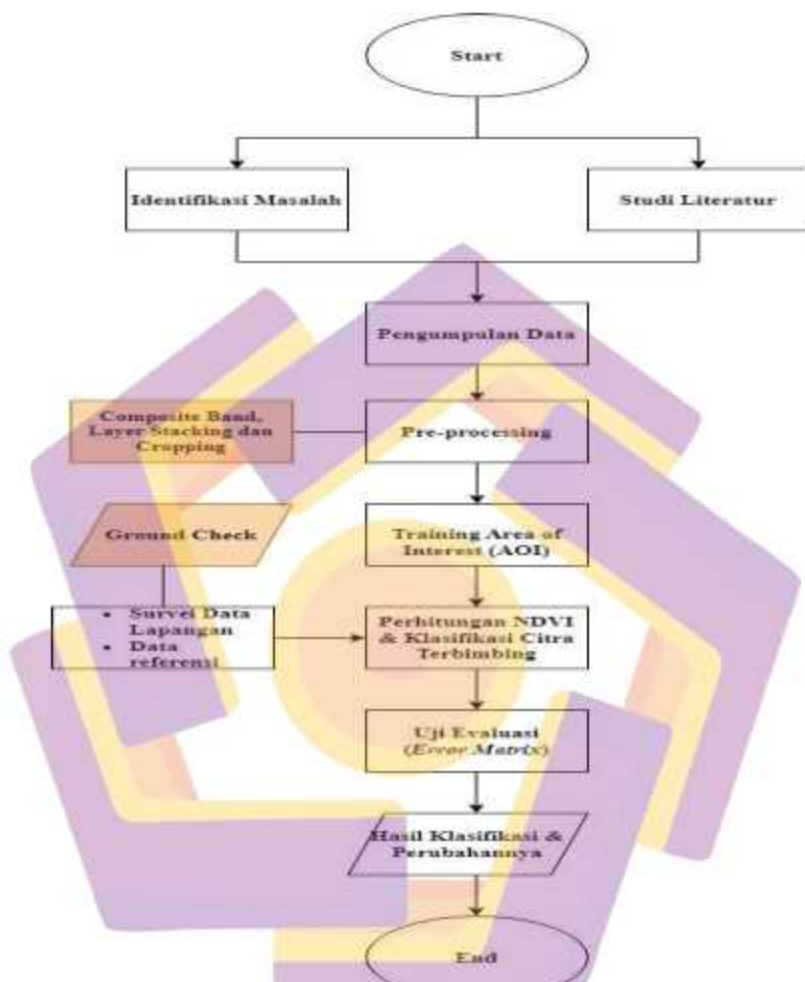
### 3.3. Metode Analisis Data

Alat-alat dan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah:

- a) 1 (satu) perangkat PC atau laptop
- b) Software (Perangkat lunak): ArcGis Dekstop, Google Earth, Microsoft Office 2019, dan perangkat lunak pendukung lainnya
- c) GPS (Global Positioning System)
- d) Citra Satelit Landsat 5 dan 8 path row Kota Samarinda
- e) Data shapefile batas Administrasi Kota Samarinda.

### 3.4. Alur Penelitian

Penelitian ini terdiri atas 4 (empat) tahapan utama yaitu: (1) Perencanaan penelitian yang meliputi identifikasi masalah dan studi literatur, (2) Pengumpulan data, (3) *Pre-processing data*, dan (4) Analisis Klasifikasi data. Deskripsi alur dan tahapan penelitian menggunakan metode flowchart dijelaskan pada Gambar 3.1 dengan uraian sebagai berikut:



Gambar 3.1. Alur dan Tahapan Penelitian

a) Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan salah satu proses atau langkah dalam penelitian yang penting dilakukan karena untuk mengenali suatu permasalahan yang terdapat pada penelitian yang akan dilakukan. Identifikasi masalah dapat ditelusuri dengan cara observasi, wawancara, membaca literatur, dan sebagainya. Pada tahap ini dijelaskan permasalahan lahan Kota Samarinda yang didukung oleh data referensi yang akurat.

b) Studi literatur

Studi literatur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mencari beberapa buku atau artikel jurnal terkait sebagai referensi yang berkaitan dengan teori dan aplikasi tentang analisis perubahan tutupan dan penggunaan lahan, cara mengolah data, serta kaitan dan integrasi terhadap perangkat lunak yang dipakai. Tahap ini berhasil mengumpulkan file-file sumber referensi terkait penelitian yang disimpan dalam folder penyimpanan khusus.

c) Pengumpulan data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data spasial berupa citra satelit Landsat 5 pada tahun 1994 dan Landsat 8 pada tahun 2022 Kota Samarinda *path row* 116-060 dengan akuisisi 14 Oktober 1994 dan 31 Oktober 2022 dimana data tersebut diunduh pada <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Sedangkan data non spasial yang dibutuhkan yaitu *shapefile* batas Administrasi Kota Samarinda.

d) Pra-pengolahan citra



Pada proses pra-pengolahan citra meliputi komposit band, koreksi geometrik dan atmosferik, pemotongan citra studi (*cropping*) dan penggabungan citra (*layer stacking*).

- Komposit band

Proses ini menggabungkan beberapa band yang terdapat pada citra masing-masing jenis data. Data citra yang awalnya terpisah menurut jenis band-nya digabungkan menggunakan analisis spasial pada alat bantu ArcGIS membentuk citra komposit beberapa band yang diperlukan.

- *Layer Stacking*

Pada proses ini, masing-masing citra satelit Landsat 5, Landsat 7 dan Landsat 8 digabungkan berdasarkan resolusi spasial yang sama yaitu 30 m/piksel, meliputi band 1, 2, 3, 4 dan 5 pada citra Landsat 5, band 1, 2, 3, 4, 5 dan 7 pada Landsat 7, sedangkan band 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 9 pada citra Landsat 8.

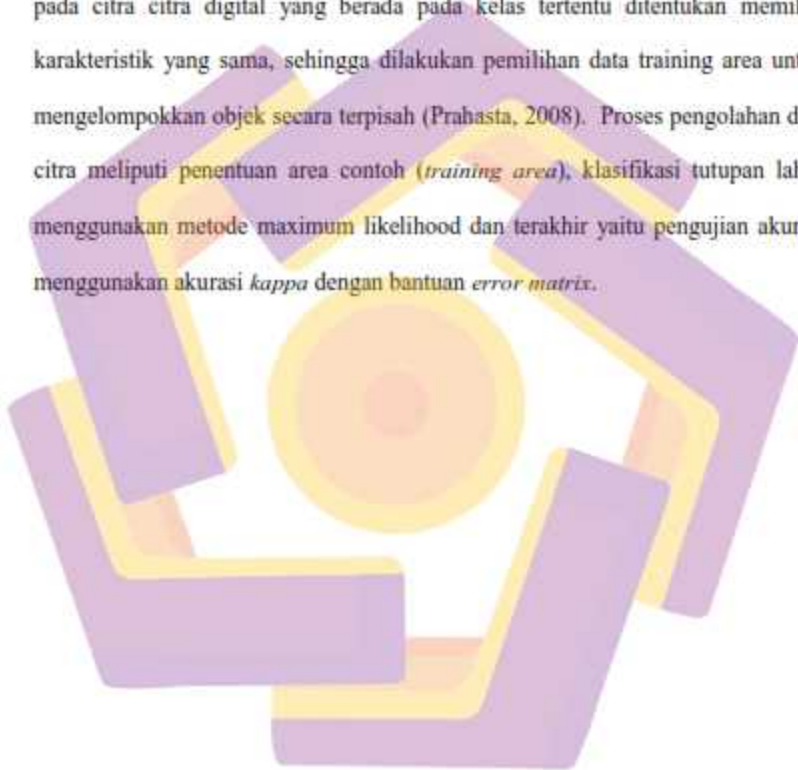
- *Cropping studi area*

*Cropping* atau pemotongan data citra merupakan proses dalam *preprocessing* data citra sebelum diolah dengan disesuaikannya daerah penelitian yang dibutuhkan. Pemotongan citra bertujuan untuk mengetahui lokasi penelitian yang diamati sesuai dengan batas Administrasi Kota. Sehingga proses pengolahan data, interpretasi visual, dan analisis data menjadi terfokus dan sederhana. Pemotongan citra dilakukan dengan menggunakan *software* ArcGIS.

e) Pengolahan data citra

Pengolahan data citra dilakukan setelah semua data yang diperlukan sudah didapatkan sebelumnya dari proses *pre-processing*. Analisis data citra

menggunakan Parameter NDVI dan metode *Maximum Likelihood* dari klasifikasi *supervised*. Parameter NDVI menghitung nilai indeks vegetasi citra, sedangkan klasifikasi terbimbing (*supervised*) adalah metode yang diperlukan untuk mengubah data citra multispektral kedalam kelas-kelas unsur spasial. Setiap piksel pada citra digital yang berada pada kelas tertentu ditentukan memiliki karakteristik yang sama, sehingga dilakukan pemilihan data training area untuk mengelompokkan objek secara terpisah (Prahasta, 2008). Proses pengolahan data citra meliputi penentuan area contoh (*training area*), klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode maximum likelihood dan terakhir yaitu pengujian akurasi menggunakan akurasi *kappa* dengan bantuan *error matrix*.



## BAB IV

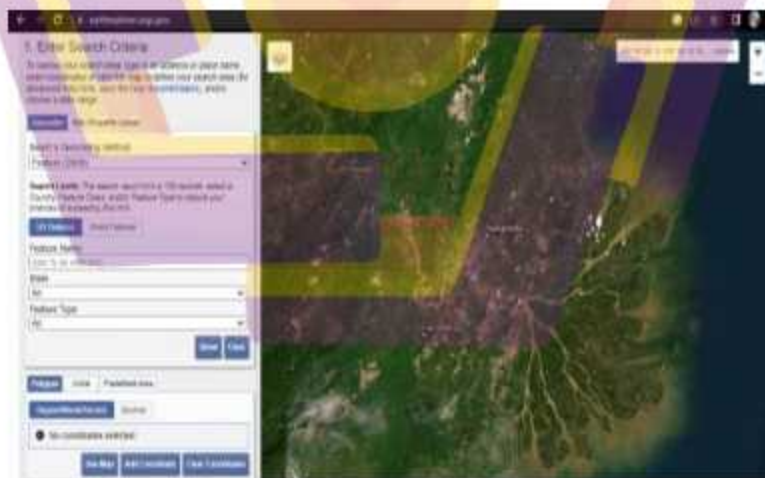
### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Pengolahan Data

Pengolahan data pada klasifikasi menggunakan lahan di Kota Samarinda terdiri dari beberapa tahapan dimulai dari proses pengumpulan data serta tahapan Pre-Processing yang dimana data tersebut sebagai tahapan utama sebelum proses klasifikasi.

##### 4.1.1. Pengumpulan Data

Proses dimulai dari tahap pengumpulan data citra dengan mengunduh data yang di peroleh dari website *United States Geological Survey (USGS) Earth Explorer* yang dilihat pada Gambar 4.1.



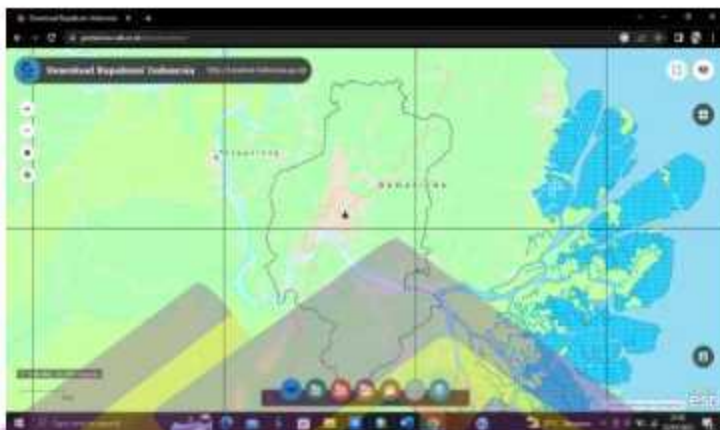
Gambar 4.1 Tampilan Website *United States Geological Survey (USGS) Earth Explorer*

Data citra satelit Landsat 8 dan Landsat 5 dengan *path-row* 116-060 dengan akuisisi 31 Oktober 2022 dan 14 Oktober 1994 (Lampiran 1 & 2). Jenis file data citra yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jenis File Data Citra

Jenis Citra	Nama file	Ukuran file	Tipe file	Jumlah data
Landsat 8	LC09_L1TP_116060_20220426_20220426_02_T1	1.01 GB	TIF File & Json File	20
Landsat 5	LC08_L1GT_116060_20221011_20221020_02_T2_2022	475 MB	TIF File & Json File	23

Setelah data tutupan lahan didapatkan, tahapan selanjutnya ialah pemotongan data citra pada ArcGIS yang dilakukan untuk mendapatkan area penelitian dengan menggunakan data *Shapefile* kota Samarinda yang diperoleh dari website Portal Indonesia Geospasial.



Gambar 4.2 Data *Shapefile* Kota Samarinda

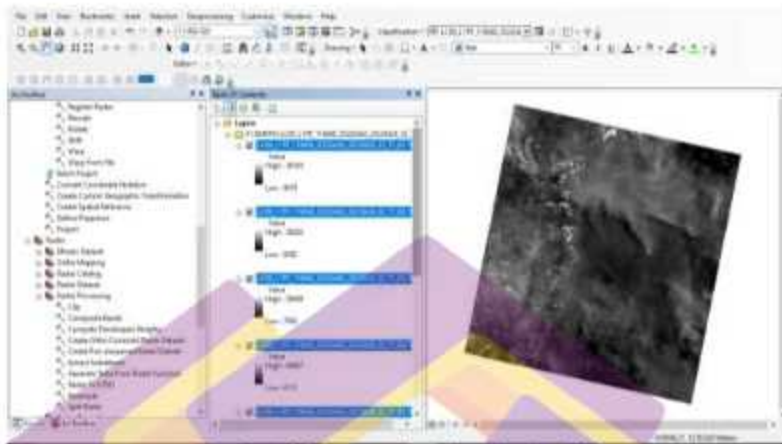
#### 4.1.2. Pre-Processing

Pada tahapan Pre-processing dimana data yang diperoleh perlu diolah sebelum melakukan pengklasifikasian.

##### 4.1.2.1. Memasukkan data ke ArcGIS

Tahapan awal adalah dengan memasukkan objek data citra Landsat 5 dan Landsat 8 ke dalam tools ArcGIS. Penentuan objek pada citra Landsat 5 menggunakan band 1, 2, 3, 4, 5, dan 7. Sedangkan, penentuan objek pada citra Landsat 8 menggunakan band 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 9. Semua band memiliki resolusi spasial yang sama yaitu 30 m/pixel dan kemudian digabungkan.

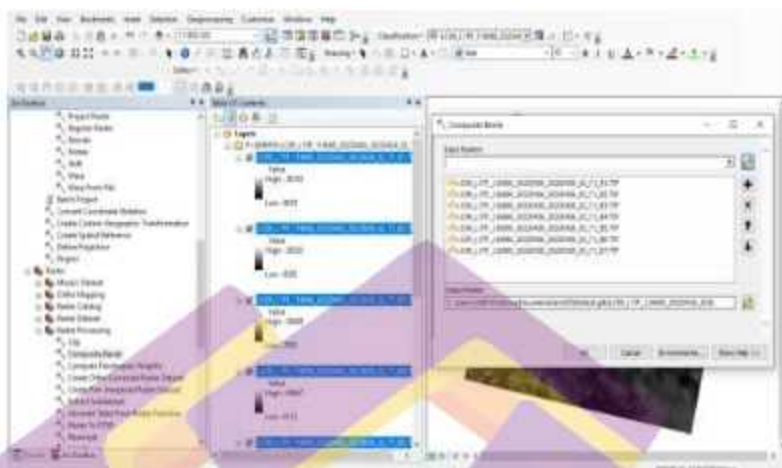




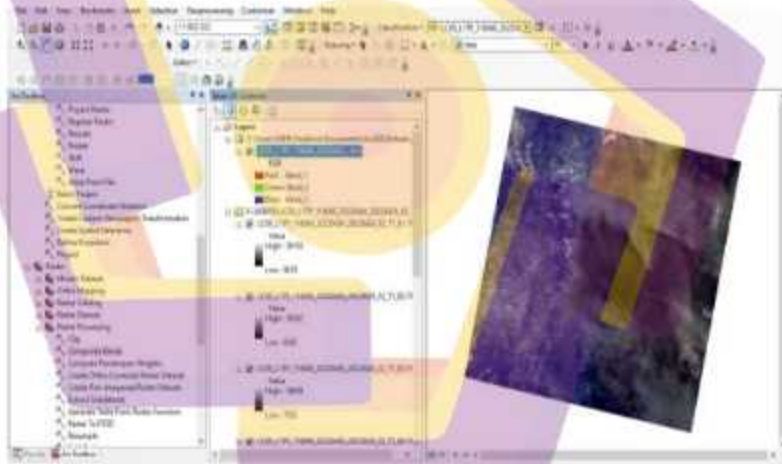
Gambar 4.3 Memasukkan data ke ArcGIS

#### 4.1.2.2. Composite Bands

Tahap selanjutnya adalah melakukan *composite bands* yang dilakukan dengan tujuan menggabungkan semua band yang telah ditentukan. Landsat 5 menggunakan band 1, 2, 3, 4, 5, dan 7 dan Landsat 8 menggunakan band 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 9. Setelah dilakukan *composite bands* maka hasilnya menghasilkan citra yang menjadi 3 band tetapi dengan hasil warna yang masih kurang tajam. Proses *composite band* dan hasil penggabungan band dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Proses Composite Bands

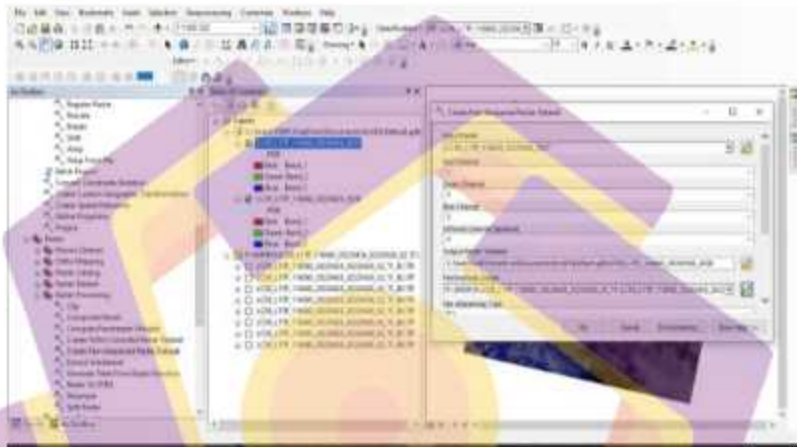


Gambar 4.5 Hasil Composite Bands

#### 4.1.2.3. Penajaman Citra

Dengan hasil gambar citra yang kurang tajam dari proses *composite bands* maka selanjutnya ialah memanfaatkan band 8 dengan fungsi *panchromatic* yang digunakan untuk menghasilkan citra yang lebih detail dengan menggunakan *tools pan-sharpened*. Pada kolom input raster dapat diisi dengan citra yang telah

digabungkan. Untuk kolom output dapat dimasukkan lokasi penyimpanan citra yang akan dipertajam. Kemudian pada kolom panchromatic image dimasukkan file band 8 untuk mempertajam citra. *Pan-sharpened* citra dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Hasil dari penajaman citra dapat dilihat pada Gambar 4.7.



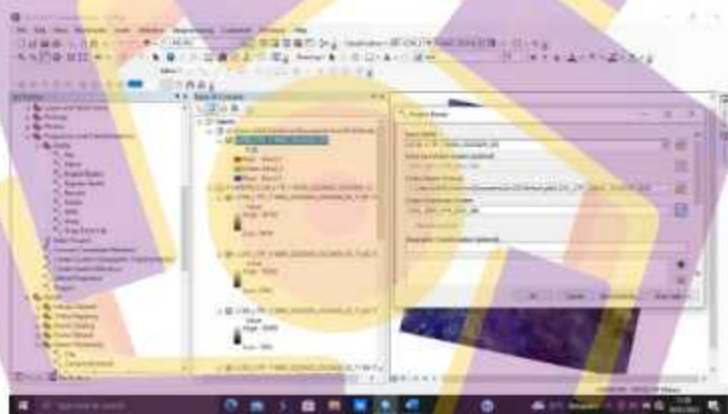
Gambar 4.6 *Pan-sharpened* Citra



Gambar 4.7 Hasil Penajaman Citra

#### 4.1.2.4. *Project Raster*

Citra Landsat yang telah melalui *sharpening* harus diubah koordinatnya terlebih dahulu sebelum proses pemotongan citra. Perubahan koordinat citra dilakukan agar ketika proses pemotongan citra lokasi yang diinginkan tidak bergeser. Lokasi penelitian berada pada Kalimantan Timur yang masuk ke dalam zona UTM 50S. Maka data yang telah dikomposit dan tajam harus mengikuti koordinat tersebut. Perubahan koordinat menggunakan *tools Project Raster* yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Perubahan Koordinat Menggunakan *tools Project Raster*

#### 4.1.2.5. *Layer Stacking*

Proses selanjutnya ialah tahapan penggabungan atau *Layer Stacking*. Dengan menggabungkan *shapefile* batas Admisistratif Kota Samarinda ke dalam peta yang diolah, yang bertujuan untuk menentukan objek pada citra, kemudian dapat mempermudah dalam proses klasifikasi perubahan tutupan lahan yang akan dilakukan. Hasil *Layer Stacking* dapat dilihat pada Gambar 4.9.

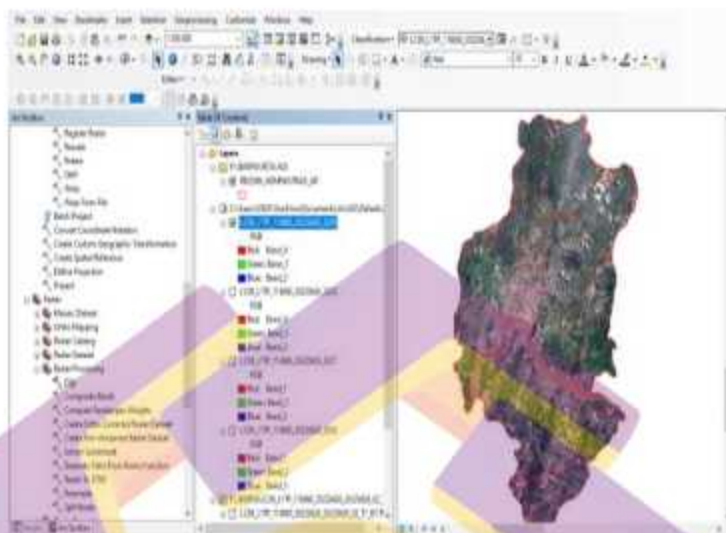


Gambar 4.9 Hasil *Layer Stacking*

#### 4.1.2.6. *Clipping*

Tahap selanjutnya ialah akhir dari proses *pre-processing*. Melakukan *clipping* atau pemotongan citra untuk mendapatkan peta tutupan lahan sesuai batas administratif yang ditentukan yaitu Kota Samarinda. Bersamaan dengan proses *clipping*, dilakukan perubahan warna band menjadi 4,3,2 agar sesuai dengan *true color* dari warna peta yang sebenarnya. Hasil akhir dari *Pre-processing* dapat dilihat pada Gambar 4.10.











Gambar 4.10 Hasil Akhir *Pre-processing*

#### 4.1.3. Area of Interest (AOI)

Pada *software* ArcGIS *training sample* yang akan dibuat akan ditampung ke dalam file AOI (*Area of Interest*). Penetapan sampel kelas yang digunakan berdasarkan hasil *survey* lapangan di beberapa titik tutupan lahan di Kota Samarinda dengan jenis tutupan lahan berupa vegetasi alami, vegetasi sekunder, pemukiman, dan badan air. Titik-titik *ground check* menggunakan *Global Positioning System* (GPS) yang diperuntukkan dengan tujuan menyesuaikan keadaan tutupan lahan pada citra yang digunakan dengan keadaan di lapangan yang sebenarnya. Pengambilan titik *ground check* pada penelitian ini berjumlah 8 titik yang mewakili 4 tutupan lahan yang ada di Kota Samarinda. Pembagian kelompok tutupan lahan di Kota Samarinda dapat dilihat pada Tabel 4.2.

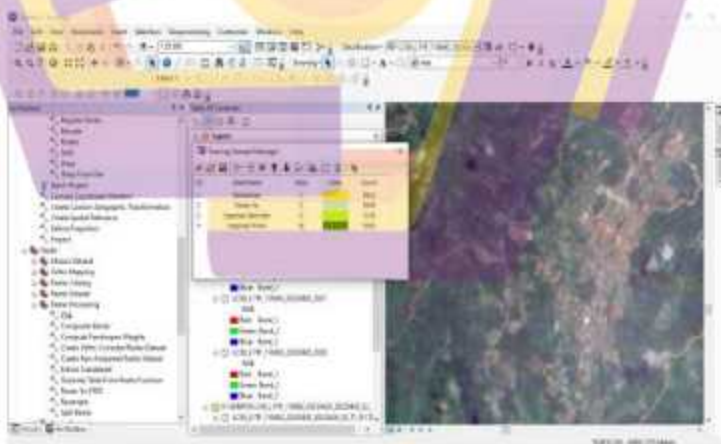
Tabel 4.2. Jenis Tutupan Lahan di Kota Samarinda

Kenampakan Pada Citra	Jenis Tutupan Lahan	Kenampakan dilapangan
	Vegetasi Alami	
	Vegetasi Budaya	
	Pemukiman	

Tabel 4.2 Lanjutan

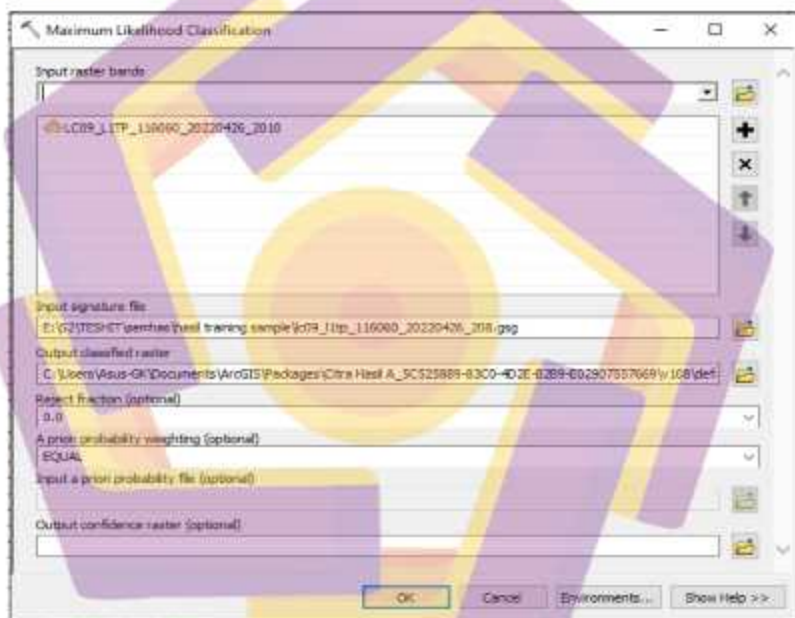


Penentuan *training area* yang akan digunakan untuk klasifikasi tersebut dilakukan dengan menentukan piksel yang sesuai dengan keadaan lapangan yang sebenarnya. Pemilihan piksel dilakukan dengan bantuan titik *survey* lapangan yang memiliki warna dan rona piksel yang berbeda di tiap tutupan lahan yang diwakilkan. Penetapan sampel untuk *training area* pada citra sebanyak 100 sampel dengan masing-masing kelas sebanyak 25 sampel.

Gambar 4.11 Data *Training Sample*

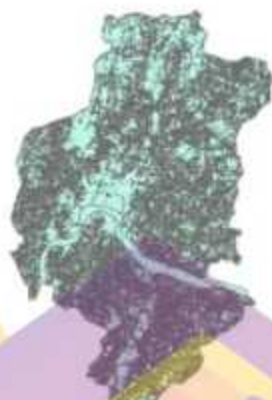
#### 4.2. Proses Klasifikasi MLC

Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood Classification* (MLC). Pemrosesan klasifikasi akan dilakukan menggunakan *tools Maximum Likelihood Classification* dimana klasifikasi dilakukan berdasarkan training sample yang dilakukan sebelumnya. Proses klasifikasi dari MLC dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 *Tools Maximum Likelihood Classification*

Setelah klasifikasi berhasil dilakukan, maka langkah selanjutnya yaitu mengkonversi raster ke dalam polygon kemudian mengerucutkan data dengan perintah *dissolve* agar data yang awalnya banyak kemudian dikerucutkan karena menyesuaikan dengan klasifikasi. Tampilan setelah data berhasil dikerucutkan dapat dilihat pada Gambar 4.13.

Gambar 4.13 Hasil *Dissolve*

Selanjutnya menyesuaikan pewarnaan dengan warna kelas yang sebenarnya berdasarkan kelas yang sudah ditetapkan, kemudian adalah perhitungan luas lahan yang digunakan sesuai kelas yang sudah disesuaikan dengan cara *calculate geometry*. Untuk mengetahui hasil perhitungan dari hasil klasifikasi sesuai dengan kelas yang sudah ditentukan dapat dilihat pada Gambar 4.14.

Nama Tutupan	Luas Area
Badan Air	4086
Pemukiman	14172
Vegetasi Alam	34977
Vegetasi Sekunder	19503

Gambar 4.14 Hasil Perhitungan Klasifikasi



#### 4.3. Hasil Klasifikasi Citra dan Anallsa Perubahan Tutupan Lahan

Hasil Klasifikasi Citra adalah klasifikasi yang menggunakan data acuan sebagai referensi dasar dalam penentuan kelas yang ingin diklasifikasikan. *Training area* yang telah dibuat memiliki 4 tutupan lahan, yaitu vegetasi alami, vegetasi sekunder, pemukiman, dan badan air menggunakan citra satelit Landsat 8 dan Landsat 5 Kota Samarinda.

##### 4.3.1. Klasifikasi Citra Tahun 1994

Citra yang digunakan untuk klasifikasi *supervised* tahun 1994 adalah citra Landsat 5 dengan komposit band 3-2-1 dan 4-3-2, tanggal akuisisi 10 Oktober 1994, produk identifier: LC08\_L1GT\_116060\_20221011\_20221020\_02\_T2. Hasil klasifikasi citra Landsat 5 tahun 1994 disajikan pada Gambar 4.15 dibawah ini.



Gambar 4.15 Peta Hasil Klasifikasi Tahun 1994

Gambar diatas merupakan hasil klasifikasi tutupan lahan Kota Samarinda tahun 1994. Luas lahan untuk tiap-tiap kelas dapat dilihat pada Tabel 4.3.

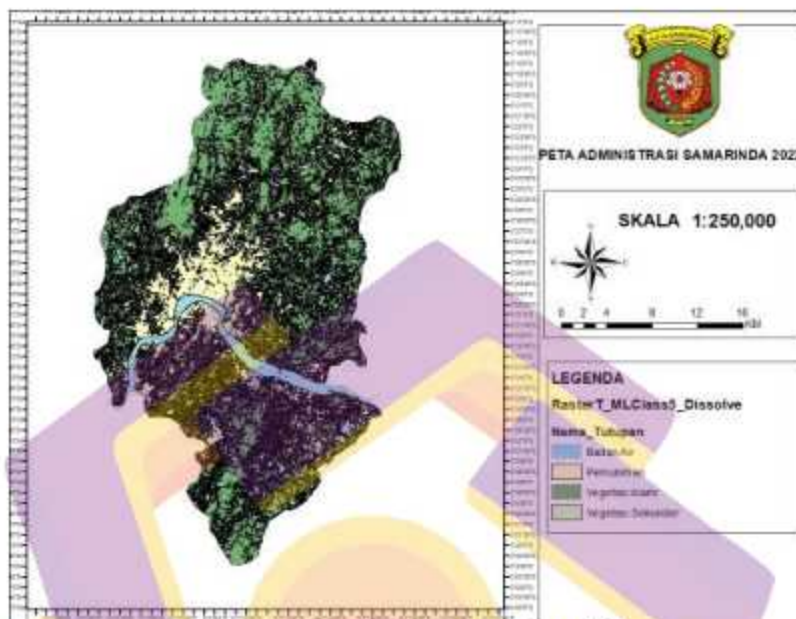
Tabel 4.3 Luas Hasil Klasifikasi Tahun 1994

No.	Kelas	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Vegetasi Alami	38.868	53,81
2	Vegetasi Sekunder	23.591	32,66
3	Pemukiman	7401	10,24
4	Water Body (air)	2368	3,29
<b>Total</b>		72228	100,00

Hasil identifikasi tutupan lahan tahun 1994 menggunakan metode MLC mendapatkan luasan terbesar pada tutupan lahan vegetasi alami yaitu dengan persentase sebesar 53,81 % seluas 38,868 Ha. Sedangkan untuk luasan terkecil pada tutupan lahan *water body* (air) yaitu dengan persentase sebesar 3,29 % seluas 2368 ha.

#### 4.3.2. Klasifikasi Citra Tahun 2022

Citra yang digunakan untuk klasifikasi *supervised* tahun 2022 adalah citra Landsat 8 dengan komposit band 4-3-2 dan 5-4-3, tanggal akuisisi 31 Oktober 2022, produk identifier: LC09\_L1TP\_116060\_20220426\_20220426\_02\_T1. Hasil klasifikasi citra Landsat 8 tahun 2022 disajikan pada Gambar 4.16 dibawah ini.



Gambar 4.16 Peta Hasil Klasifikasi Tahun 2022

Gambar diatas merupakan hasil klasifikasi tutupan lahan Kota Samarinda tahun 1994. Luas lahan untuk tiap-tiap kelas dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Luas Hasil Klasifikasi Tahun 2022

No.	Kelas	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Vegetasi Alami	34.077	47,43
2	Vegetasi Sekunder	19.503	27,14
3	Pemukiman	14.172	19,75
4	Water Body (air)	4086	5,68
<b>Total</b>		71838	100,00

Hasil identifikasi tutupan lahan tahun 2022 menggunakan metode MLC mendapatkan luasan terbesar pada tutupan lahan vegetasi alami yaitu dengan

persentase sebesar 47,43 % seluas 34,077 Ha. Sedangkan untuk luasan terkecil pada tutupan lahan *water body* (air) yaitu dengan persentase sebesar 5,68 % seluas 4086 ha.

#### 4.3.3. Analisa Perubahan Tutupan Lahan Tahun 1994 – 2022

Untuk penelitian ini dilakukan analisis secara spasial terhadap perubahan klasifikasi tutupan lahan kota Samarinda. Analisis dilakukan pada seluruh kelas untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada tahun 1994 dan 2022 dihitung menggunakan tabel perubahan tutupan lahan yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Luas Perubahan Tutupan Lahan Kota Samarinda Tahun 1994-2022

No	Klasifikasi	Luasan				Luas Perubahan	
		ha		%		+	-
		1994	2022	1994	2022	(ha)	(ha)
1	Vegetasi Alami	38.868	34.077	53,81	47,43		4.791
2	Vegetasi Sekunder	23.591	19.503	32,66	27,14		4.088
3	Pemukiman	7401	14.172	10,24	19,75	6.771	
4	Water Body (air)	2368	4086	3,29	5,68	1.718	
	Total	72228	71838	100,00	100,00	8489	8879

Pada luas perubahan lahan, jumlah penambahan dan pengurangan lahan terjadi total yang tidak sama. Ini dikarenakan terjadi selisih luasan klasifikasi

lahan pada tahun 1994 dan 2022. Berdasarkan (BPS Kota Samarinda, 2021) luas kota Samarinda adalah 71800 ha. Sedangkan pada penelitian ini pada tahun 1994 mengklasifikasikan seluas 72228 ha dan pada tahun 2022 mengklasifikasikan seluas 71838 ha, terjadi selisih klasifikasi seluas 428 ha dan 38 ha.



Gambar 4.17 Gambar Perubahan Tutupan Lahan Kota Samarinda Tahun 1994-2022

Penambahan luas perubahan tuplah terbesar terjadi pada kelas lahan pemukiman yaitu 6,771 ha. Sedangkan perubahan tutupan lahan terkecil yaitu terjadi pada kelas lahan badan air yaitu 1,718 ha. Pengurangan luas perubahan tutupan lahan terbesar terjadi pada kelas vegetasi alami yaitu 4,791 ha. Sedangkan pengurangan perubahan tuplah terkecil terjadi pada kelas vegetasi sekunder yaitu 4,088 ha. Dari Tabel 2. menunjukkan bahwa lahan Kota Samarinda didominasi oleh tutupan lahan vegetasi, diikuti dengan jenis klasifikasi seperti hutan rakyat, semak belukar, lahan pertanian, dan perkebunan dengan luas yang menurun dikarenakan konversi tutupan lahan. Diasumsikan menurunnya vegetasi



disebabkan oleh pertumbuhan penduduk. Tingginya pertumbuhan penduduk memberikan konsekuensi berubahnya lahan vegetasi menjadi lahan industri dan pemukiman (Prihatin, 2016). Perkembangan pembangunan prasarana yang cepat di suatu kota dipastikan menyebabkan terjadinya perubahan pemanfaatan ruang. Hal ini dikarenakan tanah merupakan sumber daya yang terbatas.

Perubahan tutupan lahan juga dapat disebabkan oleh faktor alami dan faktor non alami. Faktor alami yang dapat menyebabkan perubahan tutupan lahan di Kota Samarinda yakni dikarenakan antara lain tanah longsor, suksesi vegetasi dan curah hujan yang tinggi. Contoh dari faktor alami yaitu respon terhadap curah hujan yang tinggi akan cenderung lebih besar melimpas menuju badan air sehingga bisa menyebabkan daerah rawan banjir. Sedangkan faktor non alami dapat terjadi disebabkan karena aktifitas dari manusia. Aktifitas manusia yang menjadi penyebab diantaranya adanya aktifitas pertambangan rakyat, vegetasi menjadi perkebunan buatan, dan pembangunan prasarana.

#### **4.4. Kerapatan Vegetasi**

Analisis kerapatan vegetasi pada citra Landsat 5 dan Landsat 8 di Kota Samarinda menggunakan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) atau indeks vegetasi dengan klasifikasi penutup lahan. Nilai tingkat kerapatan vegetasi di Kota Samarinda dapat diketahui dengan analisis NDVI yang digunakan untuk membandingkan tingkat kehijauan pada setiap vegetasi yang berbeda.

Berdasarkan nilai indeks vegetasi Tabel 2.6. Rentang nilai -1 sampai 0,03 yang menunjukkan ketidakberadaan vegetasi yang aktif atau tingkat kerapatan

vegetasi jarang seperti objek awan, atau objek yang memiliki kandungan air yaitu ditunjukkan oleh warna merah. Nilai indeks vegetasi menuju ke nilai 1 menandakan tingkat vegetasi yang rapat atau aktif, seperti objek hutan yang ditandai oleh warna hijau, hijau muda menandakan bahwa daerah tersebut terdapat hutan, sawah atau perbukitan dan warna kuning menunjukkan terdapat pemukiman (lahan terbangun). Berikut tampilan hasil kerapatan vegetasi kota Samarinda pada tahun 1994 dan tahun 2022.

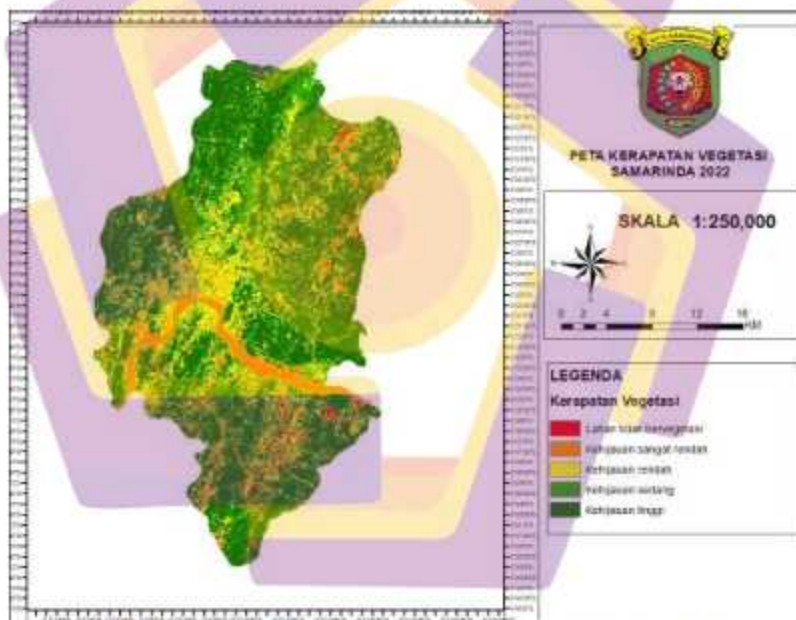


Gambar 4.18 Peta Kerapatan Vegetasi Kota Samarinda tahun 1994

Gambar diatas merupakan hasil klasifikasi tutupan lahan Kota Samarinda tahun 1994. Interval nilai dari tiap jenis vegetasi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Interval Kerapatan Vegetasi Kota Samarinda tahun 1994

No	Jenis Kerapatan Vegetasi	Range
1	Lahan tidak bervegetasi	-0.54347825 - -0.066306705
2	Kehijauan sangat rendah	-0.066306705 - 0.232580967
3	Kehijauan rendah	0.232580967 - 0.389890267
4	Kehijauan sedang	0.389890267 - 0.510494065
5	Kehijauan tinggi	0.510494065 - 0.793650806



Gambar 4.19 Peta Kerapatan Vegetasi Kota Samarinda tahun 2022

Gambar diatas merupakan hasil klasifikasi tutupan lahan Kota Samarinda tahun 2022. Interval nilai dari tiap jenis vegetasi dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Interval Kerapatan Vegetasi Kota Samarinda tahun 2022

No	Jenis Kerapatan Vegetasi	Range
1	Lahan tidak bervegetasi	-0.171925306 - -0.011484159
2	Kehijauan sangat rendah	-0.011484159 - -0.066011297
3	Kehijauan rendah	0.066011297 – 0.108972073
4	Kehijauan sedang	0.108972073 – 0.143671161
5	Kehijauan tinggi	0.143671161 – 0.249420762

Analisis kerapatan vegetasi menggunakan parameter NDVI menghasilkan kehijauan tinggi pada tahun 1994 dengan rentang nilai 0.51 – 0.79 dan pada tahun 2022 dengan rentang nilai 0.14 – 0.24. Terjadi pengurangan jumlah kerapatan vegetasi dari tahun 1994 – 2022. Dari hasil analisis yang didapatkan menjadi acuan informasi terkait perubahan tutupan lahan dengan harapan mengurangi peningkatan jumlah kenaikan dari vegetasi menjadi non vegetasi.

#### 4.5. Uji Evaluasi

Uji Evaluasi merupakan tahap penting dalam proses klasifikasi pengolahan data penginderaan jauh. Uji evaluasi digunakan untuk menentukan kelayakan hasil dari klasifikasi yang diperoleh dari penelitian. Metode yang digunakan dalam tahap uji evaluasi menggunakan metode *random point*. Sebaran dari titik-titik *random* akan diolah pada *ArcGis* dengan jumlah 100 titik yang memiliki acuan data yang *real*. Acuan data *real* dari 100 titik tersebut didasarkan dari citra satelit yang belum terklasifikasi dan dikelompokkan dalam tabel *error matrix*.

Pada uji evaluasi dilakukan pengulangan pengujian sebanyak 30 kali untuk mendapatkan nilai dari *mean*, *median*, *max*, *min*, *standard deviation*. Batas

minimal nilai *overall accuracy* yang digunakan adalah  $\geq 85\%$ , bila nilai *overall accuracy* lebih atau sama dengan 85% maka hasil klasifikasi layak untuk digunakan sebagai hasil akhir akurasi dari penelitian ini. Langkah-langkah untuk mendapatkan nilai Uji Evaluasi terdapat pada Lampiran 5. Adapun percobaan pengulangan uji *error matrix* sebanyak 30 kali terdapat pada Lampiran 6. Setelah melakukan pengulangan percobaan sebanyak 30 kali, didapatkan hasil seperti yang disajikan pada Tabel 4.8.





Tabel 4.8 Nilai Pengujian *Error Matrix*

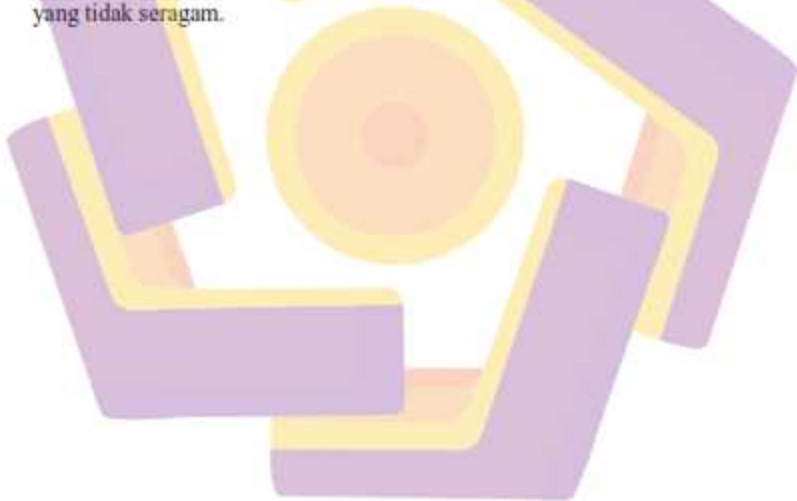
		<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>Standar Deviasi</i>	<i>P-Value</i>
User Accuracy	Water Body	98%	100%	100%	92,3%	0,02323	3.76E <sup>-12</sup> = 0,00000
	Pemukiman	94,35%	95,83%	100%	92,3%	0,05240	
	Vegetasi Alami	90%	93,32%	100%	63,89%	0,07921	
	Vegetasi Sekunder	91%	92,3%	100%	76,23%	0,07201	
Producer Accuracy	Water Body	97%	97,14%	100%	88,57%	0,03064	
	Pemukiman	94,47%	94,29%	100%	80%	0,04751	
	Vegetasi Alami	94,23%	96%	100%	77,14	0,05864	
	Vegetasi Sekunder	87,15%	92%	100%	50%	0,12694	
Overall Accuracy		93,15%	94,23%	99,01%	84,01%	0,04477	
Kappa Coeffisien		0,90774	0,9223	0,9869	0,7867	0,05931	

Berdasarkan pada Tabel 4.8 maka disusunlah hipotesis untuk menguji keragaman hasil percobaan sebagai berikut:

$H_0$  = hasil percobaan seragam

$H_1$  = hasil percobaan bervariasi

Hasil pengujian hipotesis diperoleh nilai p-value sebesar  $3.76E-12$  atau  $0,00000000000376$ . Dengan menggunakan taraf pengujian ( $\alpha$ )  $0,05$  maka dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian sangat signifikan ( $<0,01$ ), artinya hasil percobaan menunjukkan data yang tidak seragam atau bervariasi dan dapat diterima. Dengan demikian maka *error matrix* yang dihasilkan memiliki nilai yang tidak seragam.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

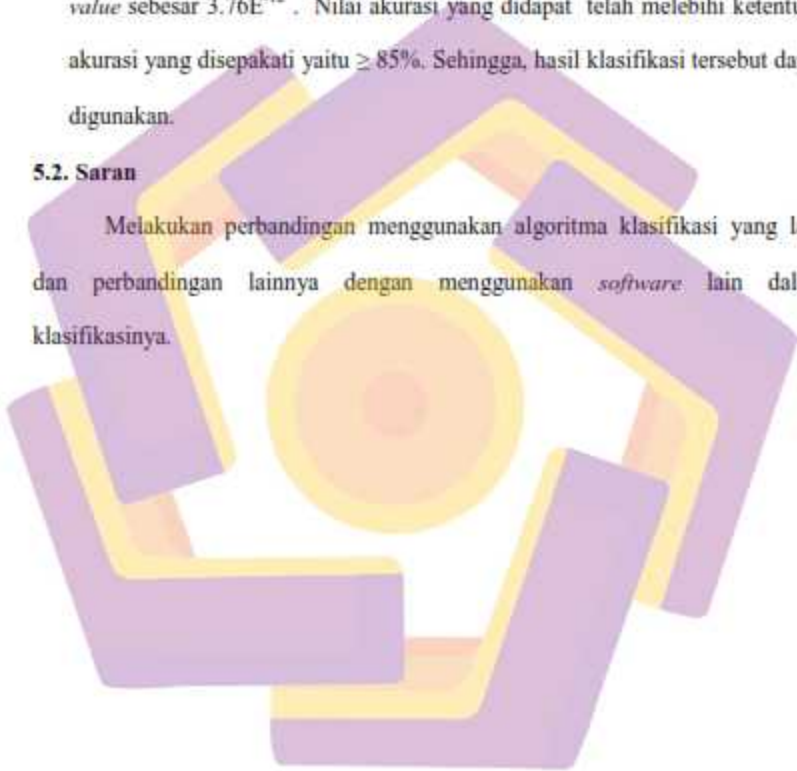
Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Teknologi penginderaan jauh dapat menghasilkan informasi tutupan lahan di Kota Samarinda dengan menggunakan algoritma MLC dan paramater NDVI.
2. Hasil identifikasi jenis tutupan lahan di Kota Samarinda menggunakan metode terbimbing MLC pada tahun 1994 menghasilkan luasan tutupan lahan vegetasi alami dengan persentase 53,81% seluas 38.868 ha, vegetasi sekunder dengan persentase 32,66% seluas 23.591 ha, pemukiman dengan persentase 10,24% seluas 7401 ha, *water body* dengan persentase 3,29% seluas 2368 ha. Sedangkan pada tahun 2022 menghasilkan luasan tutupan lahan vegetasi alami dengan persentase 47,43% seluas 34.077 ha, vegetasi sekunder dengan persentase 27,14% seluas 19.503 ha, pemukiman dengan persentase 19,75% seluas 14.172 ha, *water body* dengan persentase 5,68% seluas 4086 ha.
3. Perubahan alih fungsi lahan dari vegetasi menjadi non vegetasi disebabkan oleh beberapa faktor. Diantaranya faktor alami seperti curah hujan yang tinggi akan cenderung lebih besar melimpas menuju badan air sehingga bisa menyebabkan daerah rawan banjir. Faktor non alami diasumsikan meningkatnya pertumbuhan penduduk yang haus akan permintaan lahan pemukiman yang semakin meningkat dari tahun ke tahun.

4. Pengujian dilakukan menggunakan *error matrix* sebanyak 30 kali percobaan dan menghasilkan nilai *mean*, *median*, *max*, *min*, standar deviasi dan *p-value*. Hasil menunjukkan rata rata dari nilai akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) sebesar 93,15% , rata rata dari nilai koefisien kappa sebesar 0,9 dan nilai *p-value* sebesar  $3.76E^{-12}$  . Nilai akurasi yang didapat telah melebihi ketentuan akurasi yang disepakati yaitu  $\geq 85\%$ . Sehingga, hasil klasifikasi tersebut dapat digunakan.

## 5.2. Saran

Melakukan perbandingan menggunakan algoritma klasifikasi yang lain dan perbandingan lainnya dengan menggunakan *software* lain dalam klasifikasinya.



## DAFTAR PUSTAKA

### PUSTAKA BUKU

- Deliyanto, B., Winata, A., Rusdiyanto, E., & Wardiati, M. A. (2014). *Manajemen Lahan*. Universitas Terbuka.
- Endriani, R., & Ika, P. (2013). Algoritma Indeks Vegetasi Mangrove Menggunakan Satelit Landsat Etm+. *Buletin PSP*, 21(2), 215–227.
- Hamakonda, T. P., & Tairas. (2008). *Pengantar Klasifikasi Persepuluhan Dewey 5th Edition*. PT. PBK Gunung Mulia.
- Handayani, D., & Setiyadi, A. (2003). Remote Sensing penginderaan Jauh. *Edisi Mei*, 7(2), 113–120.
- Jaya, I. N. S. (2002). *Penginderaan Jauh Satelit Untuk Kehutanan Jurusan Manajemen Hutan*. Fakultas Kehutanan IPB.
- Jaya, I. N. S. (2014). *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Fakultas Kehutanan IPB.
- Jensen, J. R. (2005). *Introductory Digital Image Processing: A Remote sensing Perspective*. Prentice Hall.
- Lean, W., & Goodall, B. (1977). *Aspects of Land Economics*. Estates Gazette; Reprint edition.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Jonathan, C. (1979). *Remote Sensing and Image Interpretation, 7th Edition*. John Wilwy & Sons Inc.
- Lindgren, D. T. (1985). *Land use planning and remote sensing*. Springer.
- Plaster, E. J. (2003). *Soil science & management: 4th edition*. Cengage Learning
- Prahasta, E. (2008). *REMOTE SENSING: PRAKTIS PENGINDERAAN JAUH & PENGOLAHAN CITRA DJITAL DENGAN PERANGKAT LUNAK ER MAPPER*. Informatika Bandung.
- Prahasta, E. (2015). *SIG: Tutorial ArcGIS Desktop untuk Bidang Geodesi dan Geomatika*. Penerbit Informatika.
- Azizan, & Nofriya. (2020). *ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT PADA HUTAN KONSERVASI DI KOTA PADANG*. 2(1), 14–21.
- BPS Kota Samarinda. (2021). Kota Samarinda dalam angka, Samarinda municipality figures 2021. In *Issn : 0215-2398* (Vol. 64720, Issue februari 2021).



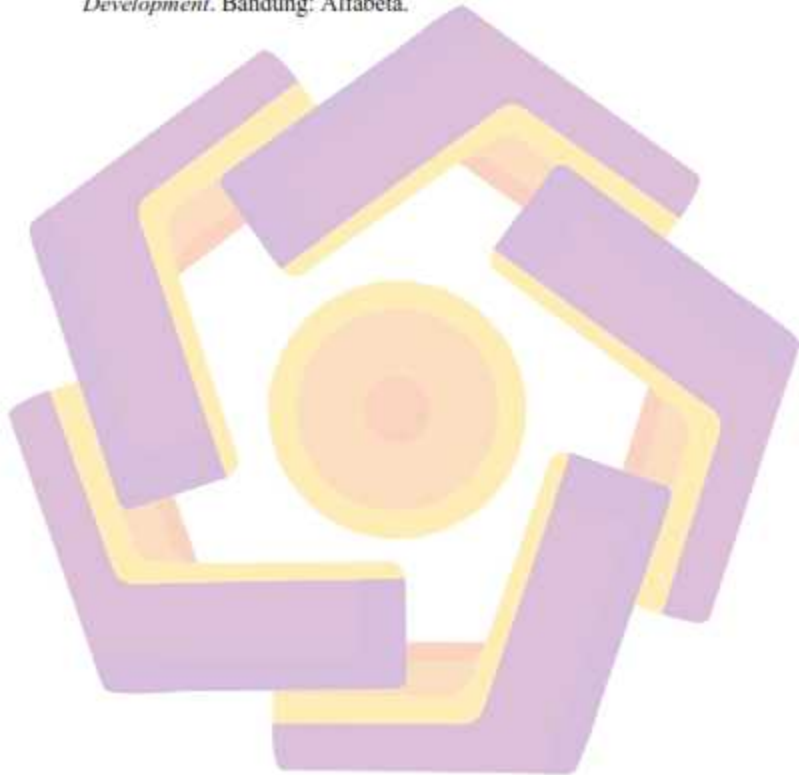
- BSN. (2014). SNI 7645-1:2014 Klasifikasi penutup lahan - Bagian 1 : Skala kecil dan menengah. *Sni*, 7645-1, 1-51. <https://kupdf.net/downloadFile/59edda7908bbc53933eb8a1f>
- Cahyono, B. E., Febriawan, E. B., & Nugroho, A. T. (2019). Analisis Tutupan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Tidak Terbimbing Citra Landsat di Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Teknotan*, 13(1), 8. <https://doi.org/10.24198/jt.voll3n1.2>
- Chang, C. I., & Ren, H. (2000). An experiment-based quantitative and comparative analysis of target detection and image classification algorithms for hyperspectral imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 38(2 II), 1044-1063. <https://doi.org/10.1109/36.841984>
- Deliyanto, B., Winata, A., Rusdiyanto, E., & Wardiati, M. A. (2014). *Manajemen Lahan*. Universitas Terbuka.
- Dharminto. (2007). Metode Penelitian dan Penelitian Sampel. *British Journal of Educational Studies*, 55(4), 468-469. [http://eprints.undip.ac.id/5613/1/METODE\\_PENELITIAN\\_-\\_dharminto.pdf](http://eprints.undip.ac.id/5613/1/METODE_PENELITIAN_-_dharminto.pdf)
- Endriani, R., & Ika, P. (2013). Algoritma Indeks Vegetasi Mangrove Menggunakan Satelit Landsat Etm+. *Buletin PSP*, 21(2), 215-227.
- Hamakonda, T. P., & Tairas. (2008). *Pengantar Klasifikasi Persepuluhan Dewey 5th Edition*. PT. PBK Gunung Mulia.
- Handayani, D., & Setiyadi, A. (2003). Remote Sensing penginderaan Jauh. *Edisi Mei*, 7(2), 113-120.
- Hidayat, M. A., & Noor, A. (2020). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Alih Fungsi Lahan di Kota Samarinda. *Inovasi*, 16(2), 10. <http://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/INOVASI/article/view/8256>
- J, M., S, W., B, G., & KKG, C. (2020). Assessment of Land Use and Land Cover Change Using GIS and Remote Sensing: A Case Study of Kieni, Central Kenya. *Journal of Remote Sensing & GIS*, 09(01), 1-5. <https://doi.org/10.35248/2469-4134.20.9.270>
- Jaya, I. N. S. (2002). *Penginderaan Jauh Satelit Untuk Kehutanan Jurusan Manajemen Hutan*. Fakultas Kehutanan IPB.
- Jaya, I. N. S. (2014). *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Fakultas Kehutanan IPB.
- Jensen, J. R. (2005). *Introductory Digital Image Processing : A Remote sensing Perspective*. Prentice Hall.

- Justice, C. O., Markham, B. L., Townshend, J. R., & Kennard, R. L. (1989). Spatial degradation of satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(9), 1539–1561. <https://doi.org/10.1080/01431168908903989>
- Lean, W., & Goodall, B. (1977). *Aspects of Land Economics*. Estates Gazette; Reprint edition.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Jonathan, C. (1979). *Remote Sensing and Image Interpretation, 7th Edition*. John Wilwy & Sons Inc.
- Mahesti, T., Umar, E., Ariadi, A., Yulianto, S., Prasetyo, J., & Fibriani, C. (2020). Identifikasi Perubahan Tutupan Vegetasi dan Curah Hujan Kabupaten Semarang Menggunakan Citra Satelit Lansat 8. *Indonesian Journal of Modeling and Computing*, 3(1), 30–42.
- Mukhoriyah, M. (2018). Identifikasi Penggunaan Lahan Di Kabupaten Merauke Menggunakan Citra Landsat 8. *Seminar Nasional Geomatika*, 2(February 2018), 427. <https://doi.org/10.24895/sng.2017.2-0.438>
- Nugroho, R. A., & Handayani, H. H. (2021). Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Metode Markov Chain dan Citra Satelit Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Kota Surabaya). *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.54473>
- Plaster, E. J. (2003). *Soil science & management: 4th edition*. Cengage Learning.
- Prahasta, E. (2008). *REMOTE SENSING : PRAKTIS PENGINDERAAN JAUH & PENGOLAHAN CITRA DLJITAL DENGAN PERANGKAT LUNAK ER MAPPER*. Informatika Bandung.
- Prahasta, E. (2015). *SIG: Tutorial Arc-GIS Desktop untuk Bidang Geodesi dan Geomatika*. Penerbit Informatika.
- Prasetyo, Wahyu; Suripin; Sangkawati, S. (2020). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Beringin. *Orbith*, 16(1).
- Prihatin, R. B. (2016). Alih Fungsi Lahan Di Perkotaan (Studi Kasus Di Kota Bandung Dan Yogyakarta). *Jurnal Aspirasi*, 6(2), 105–118. <https://doi.org/10.22212/aspirasi.v6i2.507>
- Purboyo, A. A., Ramadhan, A. H., Safitri, E., Ridwana, R., & Himayah, S. (2021). Identification of Green Open Spaces Using the Normalized Difference Vegetation Index in Depok City. *Jurnal Sains Informasi Geografi [J Sig]*, 4(1), 12–21. <https://journal.umgo.ac.id/index.php/GEOUMGo/index>
- Ramanamurthy, B. V., & Victorbabu, N. (2021). Land Use Land Cover (LULC) classification with wasteland demarcation using remote sensing and GIS techniques. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*,

1025(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1025/1/012035>

Saputra, R., Gaol, J. L., & Agus, S. B. (2021). Studi Perubahan Tutupan Lahan Berbasis Objek (Obia) Menggunakan Citra Satelit Di Kawasan Mangrove, Pulau Dompok, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1), 39–55. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i1.27886>

Sugriyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Research & Development*. Bandung: Alfabeta.



## PUSTAKA MAJALAH, JURNAL ILMIAH ATAU PROSIDING

- Azizan, & Nofriya. (2020). *ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT PADA HUTAN KONSERVASI DI KOTA PADANG*. 2(1), 14–21.
- BPS Kota Samarinda. (2021). Kota Samarinda dalam angka, Samarinda municipality figures 2021. In *Issn : 0215-2398* (Vol. 64720, Issue februari 2021).
- BSN. (2014). SNI 7645-1:2014 Klasifikasi penutup lahan - Bagian 1 : Skala kecil dan menengah. *Sni*, 7645-1, 1–51. <https://kupdf.net/downloadFile/59edda7908bbc53933eb8a1f>
- Cahyono, B. E., Febriawan, E. B., & Nugroho, A. T. (2019). Analisis Tutupan Lahan Menggunakan Metode Klasifikasi Tidak Terbimbing Citra Landsat di Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Teknotan*, 13(1), 8. <https://doi.org/10.24198/jt.voll3n1.2>
- Chang, C. I., & Ren, H. (2000). An experiment-based quantitative and comparative analysis of target detection and image classification algorithms for hyperspectral imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 38(2 II), 1044–1063. <https://doi.org/10.1109/36.841984>
- Deliyanto, B., Winata, A., Rusdiyanto, E., & Wardiati, M. A. (2014). *Manajemen Lahan*. Universitas Terbuka.
- Dharminto. (2007). Metode Penelitian dan Penelitian Sampel. *British Journal of Educational Studies*, 55(4), 468–469. [http://eprints.undip.ac.id/5613/1/METODE\\_PENELITIAN\\_-\\_dharminto.pdf](http://eprints.undip.ac.id/5613/1/METODE_PENELITIAN_-_dharminto.pdf)
- Endriani, R., & Ika, P. (2013). Algoritma Indeks Vegetasi Mangrove Menggunakan Satelit Landsat Etm+. *Buletin PSP*, 21(2), 215–227.
- Hamakonda, T. P., & Tairas. (2008). *Pengantar Klasifikasi Persepuluhan Dewey 5th Edition*. PT. PBK Gunung Mulia.
- Handayani, D., & Setiyadi, A. (2003). Remote Sensing penginderaan Jauh. *Edisi Mei*, 7(2), 113–120.
- Hidayat, M. A., & Noor, A. (2020). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Alih Fungsi Lahan di Kota Samarinda. *Inovasi*, 16(2), 10. <http://journal.feb.unmul.ac.id/index.php/INOVASI/article/view/8256>
- J, M., S, W., B, G., & KKG, C. (2020). Assessment of Land Use and Land Cover Change Using GIS and Remote Sensing: A Case Study of Kieni, Central Kenya. *Journal of Remote Sensing & GIS*, 09(01), 1–5. <https://doi.org/10.35248/2469-4134.20.9.270>



- Jaya, I. N. S. (2002). *Penginderaan Jauh Satelit Untuk Kehutanan Jurusan Manajemen Hutan*. Fakultas Kehutanan IPB.
- Jaya, I. N. S. (2014). *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Fakultas Kehutanan IPB.
- Jensen, J. R. (2005). *Introductory Digital Image Processing: A Remote sensing Perspective*. Prentice Hall.
- Justice, C. O., Markham, B. L., Townshend, J. R., & Kennard, R. L. (1989). Spatial degradation of satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(9), 1539–1561. <https://doi.org/10.1080/01431168908903989>
- Lean, W., & Goodall, B. (1977). *Aspects of Land Economics*. Estates Gazette; Reprint edition.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Jonathan, C. (1979). *Remote Sensing and Image Interpretation, 7th Edition*. John Wilwy & Sons Inc.
- Mahesti, T., Umar, E., Ariadi, A., Yulianto, S., Prasetyo, J., & Fibriani, C. (2020). Identifikasi Perubahan Tutupan Vegetasi dan Curah Hujan Kabupaten Semarang Menggunakan Citra Saltelit Lansat 8. *Indonesian Journal of Modeling and Computing*, 3(1), 30–42.
- Mukhoriyah, M. (2018). Identifikasi Penggunaan Lahan Di Kabupaten Merauke Menggunakan Citra Landsat 8. *Seminar Nasional Geomatika*, 2(February 2018), 427. <https://doi.org/10.24895/sng.2017.2-0.438>
- Nugroho, R. A., & Handayani, H. H. (2021). Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Metode Markov Chain dan Citra Satelit Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Kota Surabaya). *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.54473>
- Plaster, E. J. (2003). *Soil science & management: 4th edition*. Cengage Learning.
- Prahasta, E. (2008). *REMOTE SENSING : PRAKTIS PENGINDERAAN JAUH & PENGOLAHAN CITRA DIJITAL DENGAN PERANGKAT LUNAK ER MAPPER*. Informatika Bandung.
- Prahasta, E. (2015). *SIG: Tutorial ArcGIS Desktop untuk Bidang Geodesi dan Geomatika*. Penerbit Informatika.
- Prasetyo, Wahyu; Suripin; Sangkawati, S. (2020). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Beringin. *Orbith*, 16(1).
- Prihatin, R. B. (2016). Alih Fungsi Lahan Di Perkotaan (Studi Kasus Di Kota Bandung Dan Yogyakarta). *Jurnal Aspirasi*, 6(2), 105–118. <https://doi.org/10.22212/aspirasi.v6i2.507>



- Purboyo, A. A., Ramadhan, A. H., Safitri, E., Ridwana, R., & Himayah, S. (2021). Identification of Green Open Spaces Using the Normalized Difference Vegetation Index in Depok City. *Jurnal Sains Informasi Geografi [J Sig]*, 4(1), 12–21. <https://journal.umgo.ac.id/index.php/GEOUMGo/index>
- Ramanamurthy, B. V., & Victorbabu, N. (2021). Land Use Land Cover (LULC) classification with wasteland demarcation using remote sensing and GIS techniques. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1025(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1025/1/012035>
- Saputra, R., Gaol, J. L., & Agus, S. B. (2021). Studi Perubahan Tutupan Lahan Berbasis Objek (Obia) Menggunakan Citra Satelit Di Kawasan Mangrove, Pulau Dompok, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1), 39–55. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i1.27886>
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Research & Development*. Bandung: Alfabeta.
- Saputra, R., Gaol, J. L., & Agus, S. B. (2021). Studi Perubahan Tutupan Lahan Berbasis Objek (Obia) Menggunakan Citra Satelit Di Kawasan Mangrove, Pulau Dompok, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13(1), 39–55. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v13i1.27886>
- Thakkar, A. K., Desai, V. R., Patel, A., & Potdar, M. B. (2017). Post-classification corrections in improving the classification of Land Use/Land Cover of arid region using RS and GIS: The case of Arjuni watershed, Gujarat, India. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20(1). <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.11.006>

## PUSTAKA ELEKTRONIK

BPS Kota Samarinda. (2021). Kota Samarinda dalam angka, Samarinda municipality figures 2021. In *Issn : 0215-2398* (Vol. 64720, Issue februari 2021).

BSN. (2014). SNI 7645-1:2014 Klasifikasi penutup lahan - Bagian 1 : Skala kecil dan menengah. *Sni, 7645-1, 1-51.*  
<https://kupdf.net/downloadFile/59edda7908bbc53933eb8a1f>



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Tanggal Pengambilan Data Landsat 8 Tahun 2022

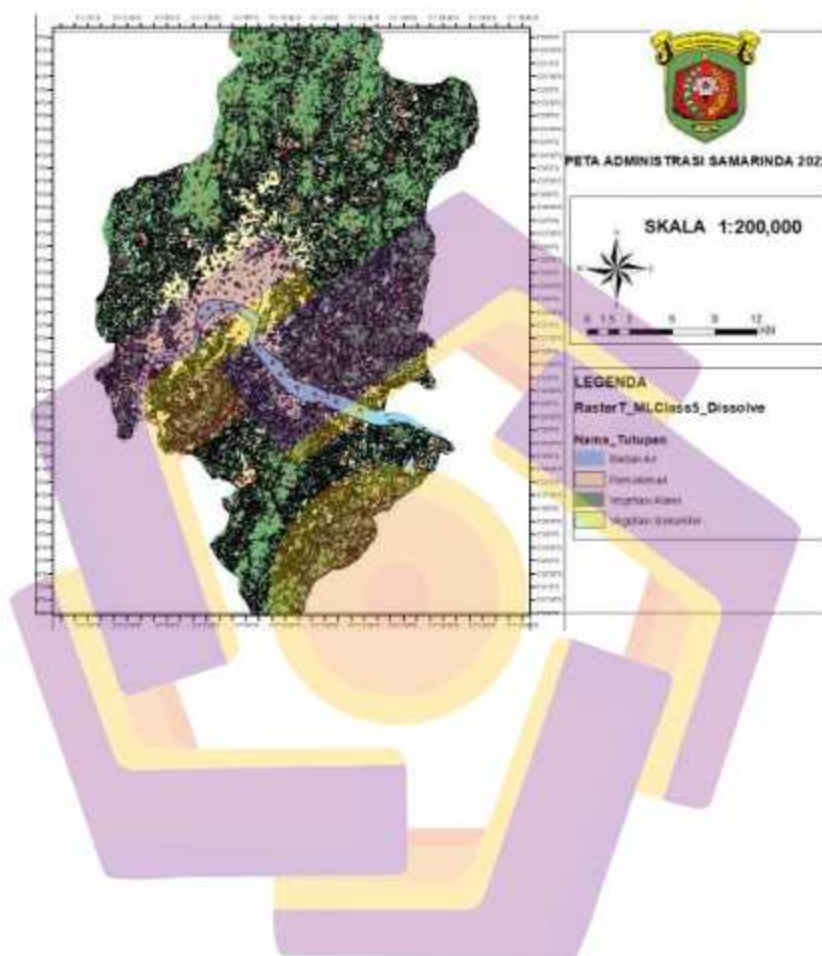


```
LC09_L1TP_116060_20220426_20220426_02_T1_MTL - Notepad
File Edit Format View Help
DATA_TYPE_QUALITY_L1_PIXEL = "UINT16"
DATA_TYPE_QUALITY_L1_RADIOMETRIC_SATURATION = "UINT16"
DATA_TYPE_ANGLE_SENSOR_AZIMUTH_BAND_4 = "INT16"
DATA_TYPE_ANGLE_SENSOR_ZENITH_BAND_4 = "INT16"
DATA_TYPE_ANGLE_SOLAR_AZIMUTH_BAND_4 = "INT16"
DATA_TYPE_ANGLE_SOLAR_ZENITH_BAND_4 = "INT16"
END_GROUP = PRODUCT_CONTENTS
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_9"
SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
WRS_TYPE = 2
WRS_PATH = 116
WRS_ROW = 60
NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
TARGET_WRS_PATH = 116
TARGET_WRS_ROW = 60
DATE_ACQUIRED = 2022-10-31
SCENE_CENTER_TIME = "02:21:10.0082520Z"
STATION_ID = "LGN"
CLOUD_COVER = 3.08
CLOUD_COVER_LAND = 2.97
IMAGE_QUALITY_OLI = 9
Ln 57, Col 1    100%    Unix (LF)    UTF-8
```

## Lampiran 2. Tanggal Pengambil Data Landsat 5 Tahun 1994

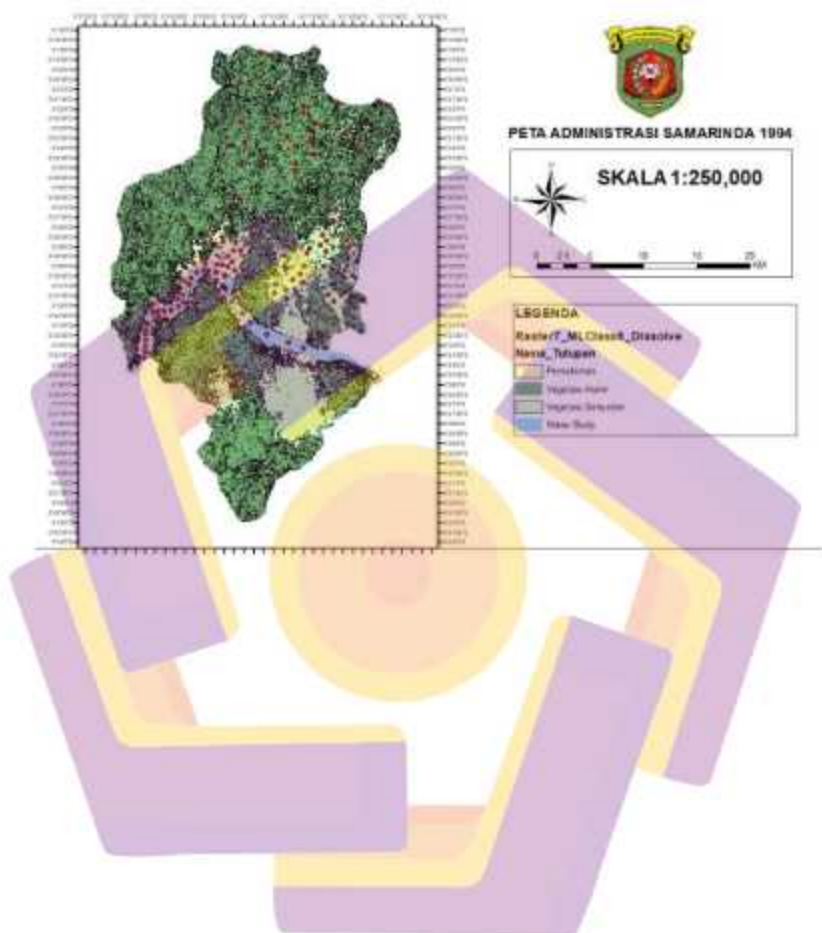
```
LT05_L1TP_116060_19941014_20220822_02_T1_MTL - Notepad
File Edit Format View Help
DATA_TYPE_BAND_2 = "UINT8"
DATA_TYPE_BAND_3 = "UINT8"
DATA_TYPE_BAND_4 = "UINT8"
DATA_TYPE_BAND_5 = "UINT8"
DATA_TYPE_BAND_6 = "UINT8"
DATA_TYPE_BAND_7 = "UINT8"
DATA_TYPE_QUALITY_L1_PIXEL = "UINT16"
DATA_TYPE_QUALITY_L1_RADIOMETRIC_SATURATION = "UINT16"
DATA_TYPE_ANGLE_SENSOR_AZIMUTH_BAND_4 = "INT16"
DATA_TYPE_ANGLE_SENSOR_ZENITH_BAND_4 = "INT16"
DATA_TYPE_ANGLE_SOLAR_AZIMUTH_BAND_4 = "INT16"
DATA_TYPE_ANGLE_SOLAR_ZENITH_BAND_4 = "INT16"
END_GROUP = PRODUCT_CONTENTS
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_5"
SENSOR_ID = "TM"
WRS_TYPE = 2
WRS_PATH = 116
WRS_ROW = 060
DATE_ACQUIRED = 1994-10-14
SCENE_CENTER_TIME = "01:37:07.0260440Z"
STATION_ID = "DKI"
CLOUD_COVER = 11.00
CLOUD_COVER_LAND = 4.00
IMAGE_QUALITY = 7
Ln 1, Col 1 100% Unix (LF) UTF-8
```

Lampiran 3. Random Point MLC Kota Samarinda Tahun 2022



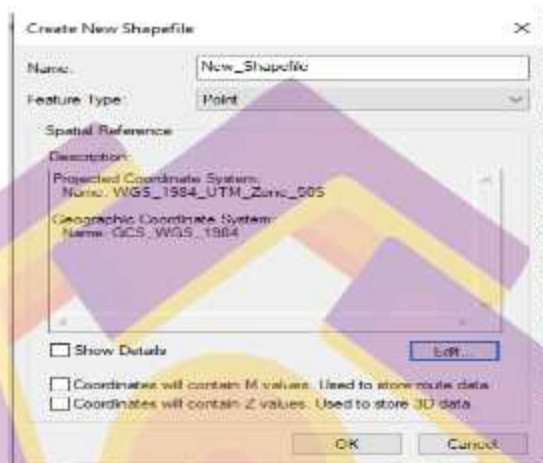


Lampiran 4. Random Point MLC Kota Samarinda Tahun 1994

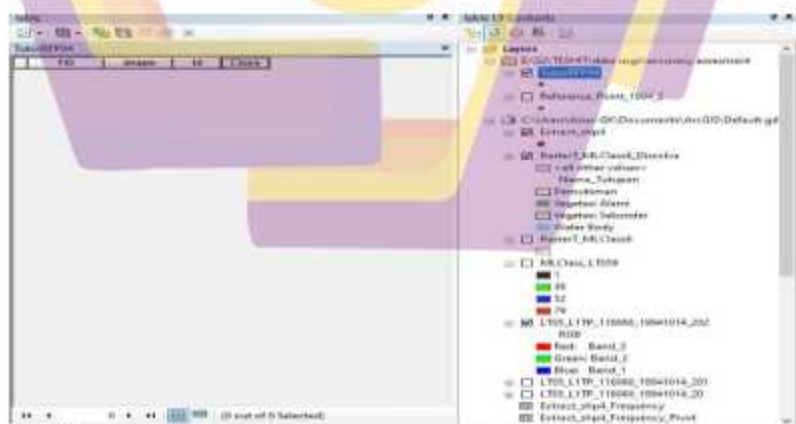


## Lampiran 5. Tutorial Mendapatkan Nilai Uji Akurasi

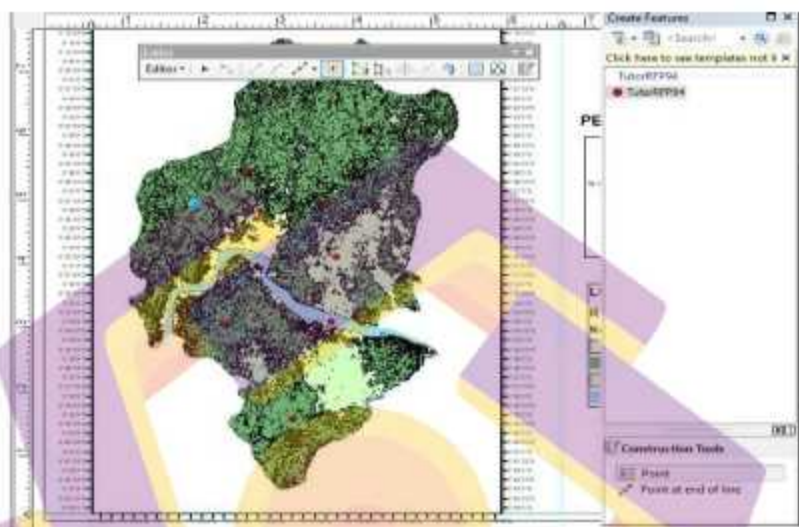
1. Membuat shapefile baru dengan mengubah coordinate ke dalam area studi kasus



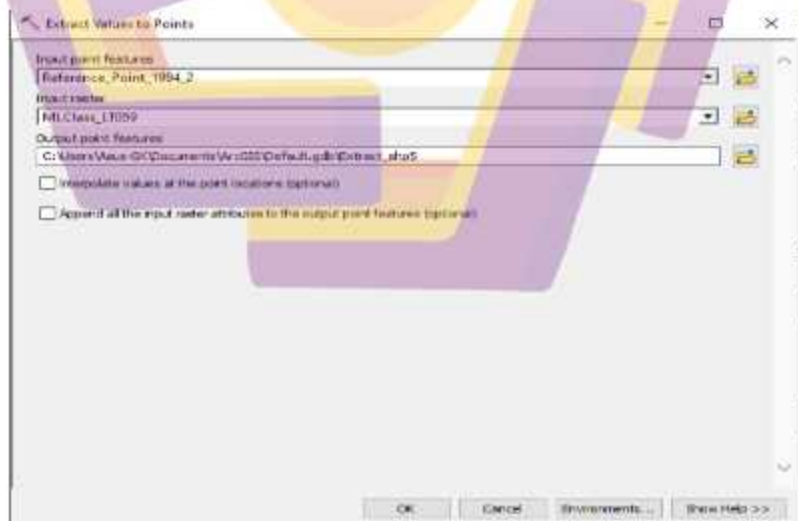
2. Klik kanan pada shapefile yang baru dibuat kemudian buka attribute tabel dan tambahkan field baru dengan nama *Class*



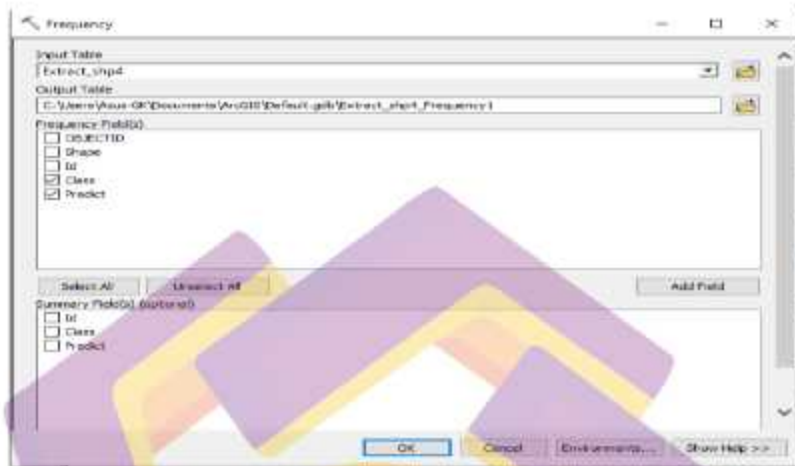
3. Kemudian mulai melakukan penyebaran titik *random point* dengan jumlah 100 titik pada masing masing kelas sebanyak 25 sampel



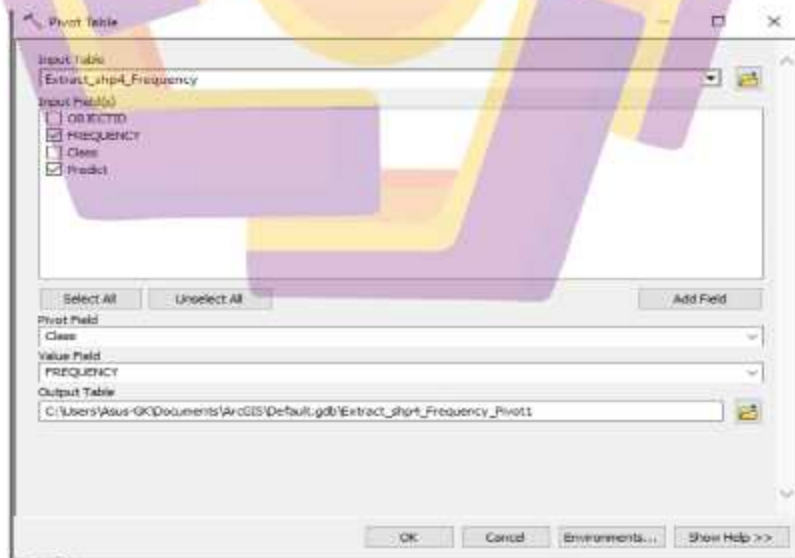
4. Kemudian melakukan ekstrasi values to point



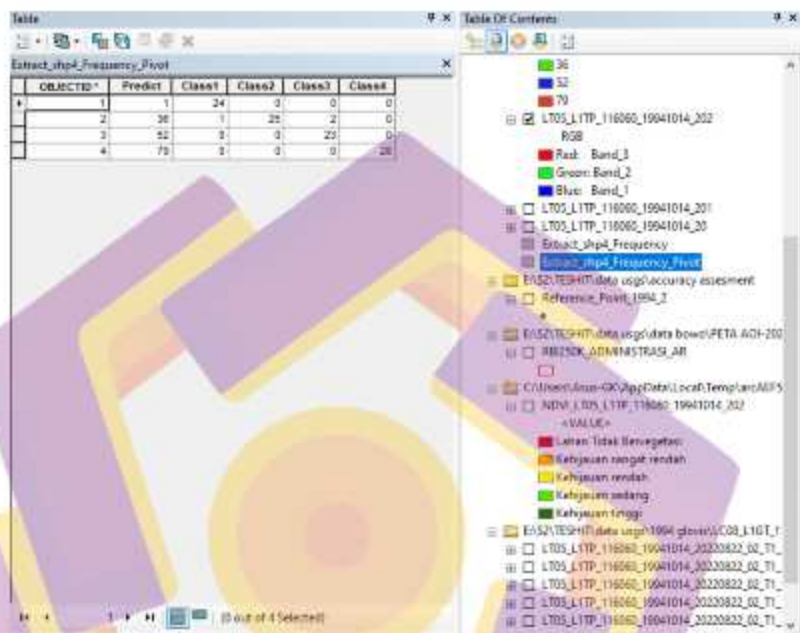
5. Kemudian melakukan tahapan *Frequency*



6. Kemudian pada pivot table *Input Table* yang dipilih adalah ekstraksi dari *Frequency* sebelumnya, pada *Input Fields check* pada bagian *Frequency* dan *Predict*, pada *Pivot Field* pilih *Class* pada *Value Field* pilih *Frequency*



7. Buka pada hasil pivot tabel yang dibuat sebelumnya maka menghasilkan tampilan tabel *confusion matrix* pada tools *ArcGIS*





## Lampiran 6. Percobaan Uji Evaluasi

### 1. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-1(25sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	25	0	0	0	25
2	0	25	0	0	25
3	1	0	26	0	27
4	0	0	0	25	25
Total	26	25	26	25	102

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{26}{27} \times 100\% = 96,29\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{26} \times 100\% = 96,15\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{26}{26} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$OA = \left( \frac{25+25+26+25}{102} \right) \times 100\% = 99,01\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (26 \times 25) + (25 \times 25) + (26 \times 27) + (25 \times 25)$$

$$= 2602$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(101 \times 102) - 2602]}{[(102^2) - 2602]} \times 100\% = 98,69\%$$

### 2. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-2(25sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	24	0	0	0	24

2	1	22	0	3	26
3	0	1	25	6	32
4	0	2	0	16	18
<b>Total</b>	25	25	25	25	100

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{24}{24} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{22}{26} \times 100\% = 84,61\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{25}{32} \times 100\% = 78,12\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{16}{18} \times 100\% = 88,89\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{22}{25} \times 100\% = 88\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{16}{25} \times 100\% = 64\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{24+22+25+16}{100} \right) \times 100\% = 87,01\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (25 \times 24) + (25 \times 26) + (25 \times 32) + (25 \times 18)$$

$$= 2500$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(87 \times 100) - 2500]}{[(100^2) - 2500]} \times 100\% = 82,67\%$$

3. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-3(25sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	25	0	0	0	25
2	0	20	0	1	21
3	0	2	25	0	27
4	0	3	0	24	27
Total	25	25	25	25	100

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{20}{21} \times 100\% = 95,24\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{25}{27} \times 100\% = 95,29\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{24}{27} \times 100\% = 88,89\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{20}{25} \times 100\% = 80\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{25+20+25+24}{100} \right) \times 100\% = 94\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (25 \times 25) + (25 \times 21) + (25 \times 27) + (25 \times 27)$$

$$= 2500$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(94 \times 100) - 2500]}{[(100^2) - 2500]} \times 100\% = 92\%$$

4. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-4(25sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
-------	---	---	---	---	-------

1	25	0	0	0	25
2	0	23	0	0	23
3	0	1	23	12	36
4	0	1	2	13	16
<b>Total</b>	25	25	25	25	100

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{23}{23} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{23}{36} \times 100\% = 63,89\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{13}{16} \times 100\% = 81,25\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{13}{25} \times 100\% = 52\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{25+23+23+13}{100} \right) \times 100\% = 84\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (25 \times 25) + (25 \times 23) + (25 \times 36) + (25 \times 16)$$

$$= 2500$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(84 \times 100) - 2500]}{[(100^2) - 2500]} \times 100\% = 78,67\%$$

##### 5. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-5(25sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	25	0	0	0	25
2	0	25	0	0	25
3	0	0	25	1	26

4	0	0	0	24	24
<b>Total</b>	25	25	25	25	100

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{25}{26} \times 100\% = 96,15\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{24}{24} \times 100\% = 100\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{25+25+25+24}{100} \right) \times 100\% = 99\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (25 \times 25) + (25 \times 25) + (25 \times 26) + (25 \times 24)$$

$$= 2500$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(99 \times 100) - 2500]}{[(100^2) - 2500]} \times 100\% = 98,67\%$$

#### 6. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-6(25sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	25	0	0	0	25
2	0	23	0	1	24
3	0	0	24	1	25
4	0	2	1	23	26
<b>Total</b>	25	25	25	25	100

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)



$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{23}{24} \times 100\% = 95,83\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{23}{26} \times 100\% = 88,46\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{25+23+24+23}{100} \right) \times 100\% = 95\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (25 \times 25) + (25 \times 24) + (25 \times 25) + (25 \times 26)$$

$$= 2500$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(95 \times 100) - 2500]}{[(100^2) - 2500]} \times 100\% = 93\%$$

#### 7. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-7(25sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	24	0	1	1	26
2	1	23	0	0	24
3	0	0	24	1	25
4	0	2	0	23	25
Total	25	25	25	25	100

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{24}{26} \times 100\% = 92,3\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{23}{24} \times 100\% = 95,83\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{24+23+24+23}{100} \right) \times 100\% = 94\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (25 \times 26) + (25 \times 24) + (25 \times 25) + (25 \times 25)$$

$$= 2500$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(94 \times 100) - 2500]}{[(100^2) - 2500]} \times 100\% = 92\%$$

#### 8. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-8(25sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	25	0	0	0	25
2	0	23	0	0	23
3	0	1	24	1	26
4	0	1	1	24	26
Total	25	25	25	25	100

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{23}{23} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{24}{26} \times 100\% = 92,3\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{24}{26} \times 100\% = 92\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{25+23+24+24}{100} \right) \times 100\% = 96\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (25 \times 25) + (25 \times 23) + (25 \times 26) + (25 \times 26)$$

$$= 2500$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(96 \times 100) - 2500]}{[(100^2) - 2500]} \times 100\% = 94,67\%$$

#### 9. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-9(25sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	24	0	0	0	24
2	1	25	1	0	27
3	0	0	23	0	23
4	0	0	1	25	26
Total	25	25	25	25	100

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{24}{24} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{25}{27} \times 100\% = 92,6\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{23}{23} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{25}{26} \times 100\% = 96,15\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{24+25+23+25}{100} \right) \times 100\% = 97\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (25 \times 24) + (25 \times 27) + (25 \times 23) + (25 \times 26)$$

$$= 2500$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(97 \times 100) - 2500]}{[(100^2) - 2500]} \times 100\% = 96\%$$

#### 10. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-10(25sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	25	0	0	0	25
2	0	23	0	0	23
3	0	1	25	1	27
4	0	1	1	25	27
Total	25	25	26	26	102

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{23}{23} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{25}{27} \times 100\% = 92,6\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{25}{27} \times 100\% = 92,6\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{25}{25} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{25}{26} \times 100\% = 96,15\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{25}{26} \times 100\% = 96,15\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$OA = \left( \frac{25+23+25+25}{102} \right) \times 100\% = 96\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (25 \times 25) + (25 \times 23) + (26 \times 27) + (26 \times 27) \\ = 2604$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(98 \times 102) - 2604]}{[(102^2) - 2604]} \times 100\% = 92,25\%$$

#### 11. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-11 (30sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	30	0	0	0	30
2	0	28	0	6	34
3	0	0	28	9	37
4	0	2	2	15	19
Total	30	30	30	30	120

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{28}{34} \times 100\% = 82,35\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{28}{37} \times 100\% = 75,67\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{15}{19} \times 100\% = 78,95\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,3\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,3\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{15}{30} \times 100\% = 50\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$OA = \left( \frac{30+28+28+15}{120} \right) \times 100\% = 84,17\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (30 \times 30) + (30 \times 34) + (30 \times 37) + (30 \times 19)$$



- 3600

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(101 \times 120) - 3600]}{[(120^2) - 3600]} \times 100\% = 78,89\%$$

#### 12. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-12(30sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	30	1	0	1	32
2	0	27	0	0	27
3	0	0	29	3	32
4	0	2	1	26	29
Total	30	30	30	30	120

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{30}{32} \times 100\% = 93,75\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{27}{27} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{31} \times 100\% = 93,54\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{26}{29} \times 100\% = 89,66\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{27}{30} \times 100\% = 90\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{26}{30} \times 100\% = 86,67\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{30+27+29+26}{120} \right) \times 100\% = 93,33\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (30 \times 32) + (30 \times 27) + (30 \times 32) + (30 \times 29)$$

- 3600

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(112 \times 120) - 3600]}{[(120^2) - 3600]} \times 100\% = 91,11\%$$

#### 13. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-13(30sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	29	0	0	0	29
2	1	29	0	0	30
3	0	0	29	3	32
4	0	1	1	27	29
<b>Total</b>	30	30	30	30	120

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{29}{29} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{32} \times 100\% = 90,63\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{27}{29} \times 100\% = 93,1\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{27}{30} \times 100\% = 90\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{29+29+29+27}{120} \right) \times 100\% = 95\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (30 \times 29) + (30 \times 30) + (30 \times 32) + (30 \times 29)$$

$$= 3600$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(114 \times 120) - 3600]}{[(120^2) - 3600]} \times 100\% = 93,33\%$$

#### 14. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-14(30sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	29	0	0	0	29
2	1	28	0	1	30
3	0	1	30	4	35

4	0	1	0	25	26
<b>Total</b>	30	30	30	30	120

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{29}{29} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,33\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{30}{35} \times 100\% = 85,71\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{25}{26} \times 100\% = 96,15\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,33\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{25}{30} \times 100\% = 83,33\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{29+28+30+25}{120} \right) \times 100\% = 93,33\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (30 \times 29) + (30 \times 30) + (30 \times 35) + (30 \times 26)$$

$$= 3600$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(112 \times 120) - 3600]}{[(120^2) - 3600]} \times 100\% = 91,11\%$$

#### 15. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-15 (30sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	28	0	0	1	29
2	0	29	0	1	30
3	0	1	29	5	35
4	1	0	1	23	25
<b>Total</b>	29	30	30	30	119

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{28}{29} \times 100\% = 96,55\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{35} \times 100\% = 82,86\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{28}{29} \times 100\% = 96,55\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{23}{30} \times 100\% = 76,67\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{28+29+29+23}{119} \right) \times 100\% = 91,6\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (29 \times 29) + (30 \times 30) + (30 \times 35) + (30 \times 25)$$

$$= 3541$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{\{(109 \times 119) - 3600\}}{\{(119)^2 - 3600\}} \times 100\% = 88,79\%$$

16. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-16(30sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	28	0	0	1	29
2	0	28	1	1	30
3	1	1	29	3	34
4	0	1	0	25	26
Total	29	30	30	30	119

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{28}{29} \times 100\% = 96,55\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,33\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{34} \times 100\% = 85,29\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{25}{26} \times 100\% = 96,15\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{28}{29} \times 100\% = 96,55\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,33\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{25}{30} \times 100\% = 83,33\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{28+28+29+25}{119} \right) \times 100\% = 92,44\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (29 \times 29) + (30 \times 30) + (30 \times 34) + (30 \times 26)$$

$$= 3541$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(119 \times 119) - 3600]}{[(119^2) - 3600]} \times 100\% = 89,92\%$$

#### 17. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-17(30sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	28	0	0	1	29
2	1	27	1	3	32
3	1	2	29	2	34
4	0	1	0	24	25
Total	30	30	30	30	120

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{28}{29} \times 100\% = 96,55\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{27}{32} \times 100\% = 84,38\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{34} \times 100\% = 85,29\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{24}{25} \times 100\% = 96\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,33\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{27}{30} \times 100\% = 90\%$$



$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{24}{30} \times 100\% = 80\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{28+27+29+24}{120} \right) \times 100\% = 90\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (30 \times 29) + (30 \times 32) + (30 \times 34) + (30 \times 25)$$

$$= 3600$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(108 \times 120) - 3600]}{[(120^2) - 3600]} \times 100\% = 86,67\%$$

#### 18. Akurasi Klasifikasi Percobaan kc-18(30sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	30	0	0	0	30
2	0	29	0	1	30
3	0	0	30	1	31
4	0	1	0	28	29
Total	30	30	30	30	120

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{30}{31} \times 100\% = 96,77\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{28}{29} \times 100\% = 96,55\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,33\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$OA = \left( \frac{30+29+30+28}{120} \right) \times 100\% = 97,5\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (30 \times 30) + (30 \times 30) + (30 \times 31) + (30 \times 29) \\ = 3600$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(117 \times 120) - 3600]}{[(120^2) - 3600]} \times 100\% = 96,67\%$$

#### 19. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-19(30sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	30	0	0	0	30
2	0	30	0	0	30
3	0	0	29	1	30
4	0	0	1	29	30
Total	30	30	30	30	120

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96,67\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$OA = \left( \frac{30+30+29+29}{120} \right) \times 100\% = 98,33\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (30 \times 30) + (30 \times 30) + (30 \times 30) + (30 \times 30)$$

- 3600

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(118 \times 120) - 3600]}{[(120^2) - 3600]} \times 100\% = 97,78\%$$

20. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-20(30sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	30	1	0	0	31
2	0	28	1	1	30
3	0	1	27	1	29
4	0	0	2	28	30
Total	30	30	30	30	120

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{30}{31} \times 100\% = 96,77\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,33\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{27}{29} \times 100\% = 93,10\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,33\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,33\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{27}{30} \times 100\% = 90\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93,33\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{30+28+27+28}{120} \right) \times 100\% = 94,17\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (30 \times 31) + (30 \times 30) + (30 \times 29) + (30 \times 30)$$

- 3600

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(113 \times 120) - 3600]}{[(120^2) - 3600]} \times 100\% = 92,22\%$$

21. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-21(35sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	34	0	0	0	34
2	1	35	0	0	36
3	0	0	35	1	36
4	0	0	0	34	34
Total	35	35	35	35	140

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{34}{34} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{35}{36} \times 100\% = 97,22\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{35}{36} \times 100\% = 97,22\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{34}{34} \times 100\% = 100\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{34}{35} \times 100\% = 97,14\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{35}{35} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{35}{35} \times 100\% = 96,67\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{34}{35} \times 100\% = 97,14\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{34+35+35+34}{140} \right) \times 100\% = 98,57\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (35 \times 34) + (35 \times 36) + (35 \times 36) + (35 \times 34)$$

$$= 4900$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(138 \times 140) - 4900]}{[(140^2) - 4900]} \times 100\% = 98,10\%$$

22. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-22(35sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	35	0	0	0	35
2	0	34	0	0	34

3	0	0	32	2	34
4	0	1	3	33	37
<b>Total</b>	35	35	35	35	140

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{35}{35} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{34}{34} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{32}{34} \times 100\% = 94,12\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{33}{37} \times 100\% = 89,19\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{35}{35} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{34}{35} \times 100\% = 97,14\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{32}{35} \times 100\% = 91,43\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{33}{35} \times 100\% = 94,29\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{34+35+32+33}{140} \right) \times 100\% = 95,71\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (35 \times 34) + (35 \times 34) + (35 \times 34) + (35 \times 37)$$

$$= 4900$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(134 \times 140) - 4900]}{[(140^2) - 4900]} \times 100\% = 94,29\%$$

### 23. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-23(35sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	35	0	0	0	35
2	0	33	0	1	34
3	0	0	29	5	34
4	0	2	6	29	37
<b>Total</b>	35	35	35	35	140

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)



$$\text{Water Body} = \frac{35}{35} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{33}{34} \times 100\% = 97,06\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{34} \times 100\% = 85,29\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{29}{37} \times 100\% = 78,38\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{35}{35} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{33}{35} \times 100\% = 94,29\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{29}{35} \times 100\% = 82,86\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{29}{35} \times 100\% = 82,86\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{35+33+29+29}{140} \right) \times 100\% = 90\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (35 \times 35) + (35 \times 34) + (35 \times 34) + (35 \times 37)$$

$$= 4900$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(126 \times 140) - 4900]}{[(140^2) - 4900]} \times 100\% = 86,67\%$$

#### 24. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-24(35sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	31	0	0	1	32
2	1	35	2	1	39
3	0	0	27	3	30
4	3	0	6	30	39
Total	35	35	35	35	140

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{31}{32} \times 100\% = 96,88\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{35}{39} \times 100\% = 89,74\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{27}{30} \times 100\% = 90\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{30}{39} \times 100\% = 76,92\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{31}{35} \times 100\% = 88,57\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{35}{35} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{27}{35} \times 100\% = 77,14\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{30}{35} \times 100\% = 85,71\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{31+35+27+30}{140} \right) \times 100\% = 87,86\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (35 \times 32) + (35 \times 39) + (35 \times 30) + (35 \times 39)$$

$$= 4900$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(123 \times 140) - 4900]}{[(140^2) - 4900]} \times 100\% = 83,81\%$$

#### 25. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-25(35sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	33	0	1	0	34
2	1	30	2	1	34
3	0	2	27	5	34
4	1	3	5	29	38
Total	35	35	35	35	140

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{33}{34} \times 100\% = 97,06\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{30}{34} \times 100\% = 88,24\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{27}{34} \times 100\% = 79,41\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{29}{38} \times 100\% = 76,32\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{33}{35} \times 100\% = 94,29\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{30}{35} \times 100\% = 85,71\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{27}{35} \times 100\% = 77,14\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{29}{35} \times 100\% = 82,86\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{33+30+27+29}{140} \right) \times 100\% = 85\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (35 \times 34) + (35 \times 34) + (35 \times 34) + (35 \times 38)$$

$$= 4900$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(119 \times 140) - 4900]}{[(140^2) - 4900]} \times 100\% = 80\%$$

#### 26. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-26(35sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	34	0	0	0	34
2	1	34	3	0	38
3	0	0	32	1	33
4	0	1	0	34	35
Total	35	35	35	35	140

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{34}{34} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{34}{38} \times 100\% = 89,47\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{32}{33} \times 100\% = 96,97\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{34}{35} \times 100\% = 97,14\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{34}{35} \times 100\% = 97,14\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{34}{35} \times 100\% = 97,14\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{32}{35} \times 100\% = 91,43\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{34}{35} \times 100\% = 97,14\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$OA = \left( \frac{34+34+32+34}{140} \right) \times 100\% = 95,71\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (35 \times 34) + (35 \times 38) + (35 \times 33) + (35 \times 35)$$

$$= 4900$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(134 \times 140) - 4900]}{[(140^2) - 4900]} \times 100\% = 94,29\%$$

#### 27. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-27(35sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	33	0	1	1	35
2	1	35	1	0	37
3	0	0	32	2	34
4	1	0	1	32	34
Total	35	35	35	35	140

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{33}{35} \times 100\% = 94,29\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{35}{37} \times 100\% = 94,51\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{32}{34} \times 100\% = 94,12\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{32}{34} \times 100\% = 94,12\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{33}{35} \times 100\% = 94,29\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{35}{35} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{32}{35} \times 100\% = 91,43\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{32}{35} \times 100\% = 91,43\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$OA = \left( \frac{32+32+33+35}{140} \right) \times 100\% = 94,29\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (35 \times 35) + (35 \times 37) + (35 \times 34) + (35 \times 34)$$

$$= 4900$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(132 \times 140) - 4900]}{[(140^2) - 4900]} \times 100\% = 92,38\%$$

#### 28. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-28(35sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	32	0	0	0	32
2	1	33	1	1	36
3	1	0	34	1	36
4	1	2	0	33	36
Total	35	35	35	35	140

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

Water Body  $= \frac{32}{32} \times 100\% = 100\%$

Pemukiman  $= \frac{33}{36} \times 100\% = 91,67\%$

Vegetasi Alami  $= \frac{34}{36} \times 100\% = 94,44\%$

Vegetasi Sekunder  $= \frac{33}{36} \times 100\% = 91,67\%$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

Water Body  $= \frac{32}{35} \times 100\% = 91,43\%$

Pemukiman  $= \frac{33}{35} \times 100\% = 94,29\%$

Vegetasi Alami  $= \frac{34}{35} \times 100\% = 97,14\%$

Vegetasi Sekunder  $= \frac{33}{35} \times 100\% = 94,29\%$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

OA  $= \left( \frac{32+33+33+34}{140} \right) \times 100\% = 94,29\%$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (35 \times 32) + (35 \times 36) + (35 \times 36) + (35 \times 36)$$

$$= 4900$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(132 \times 140) - 4900]}{[(140^2) - 4900]} \times 100\% = 92,38\%$$



29. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-29(35sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	34	0	0	0	34
2	1	33	0	0	34
3	0	1	35	1	37
4	0	1	0	34	35
Total	35	35	35	35	140

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{34}{34} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{33}{34} \times 100\% = 97,06\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{25}{27} \times 100\% = 94,59\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{34}{35} \times 100\% = 97,14\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{34}{35} \times 100\% = 97,14\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{33}{35} \times 100\% = 94,29\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{35}{35} \times 100\% = 100\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{34}{35} \times 100\% = 97,14\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{33+34+34+35}{140} \right) \times 100\% = 97,14\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (35 \times 34) + (35 \times 34) + (35 \times 37) + (35 \times 35)$$

$$= 4900$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(136 \times 140) - 4900]}{[(140^2) - 4900]} \times 100\% = 96,19\%$$

30. Akurasi Klasifikasi Percobaan ke-30(35sample)

Kelas	1	2	3	4	Total
1	32	1	0	1	34
2	1	28	1	3	33
3	0	1	33	5	39
4	2	5	1	26	34
<b>Total</b>	35	35	35	35	140

- Perhitungan Akurasi Pengguna (*user accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{32}{34} \times 100\% = 94,12\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{28}{33} \times 100\% = 84,85\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{33}{39} \times 100\% = 84,62\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{26}{34} \times 100\% = 76,47\%$$

- Perhitungan Akurasi Pembuat (*producer accuracy*)

$$\text{Water Body} = \frac{32}{35} \times 100\% = 91,43\%$$

$$\text{Pemukiman} = \frac{28}{35} \times 100\% = 80\%$$

$$\text{Vegetasi Alami} = \frac{33}{35} \times 100\% = 94,29\%$$

$$\text{Vegetasi Sekunder} = \frac{26}{35} \times 100\% = 74,29\%$$

- Perhitungan Akurasi Keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{OA} = \left( \frac{32+28+33+26}{140} \right) \times 100\% = 85\%$$

- Perhitungan Kappa Accuracy

Perkalian silang sampel

$$= (35 \times 34) + (35 \times 33) + (35 \times 39) + (35 \times 34)$$

$$= 4900$$

- KA (*Kappa Accuracy*)

$$= \frac{[(119 \times 140) - 4900]}{[(140^2) - 4900]} \times 100\% = 80\%$$