

**KAJIAN PERUBAHAN LAHAN TERBANGUN
MENGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH
(Studi Kasus : Kec. Kemiling, Kota Bandar Lampung)**

(Tugas Akhir)

Oleh

**SALSABILA DWI SAPUTRI
2005061022**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**KAJIAN PERUBAHAN LAHAN TERBANGUN
MENGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH
(Studi Kasus : Kec. Kemiling, Kota Bandar Lampung)**

Oleh

SALSABILA DWI SAPUTRI

Tugas Akhir

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
AHLI MADYA TEKNIK**

Pada

**Program Studi Teknik Survey dan Pemetaan
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

KAJIAN PERUBAHAN LAHAN TERBANGUN MENGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH

Oleh

SALSABILA DWI SAPUTRI

Kebutuhan manusia terhadap lahan perkotaan semakin meningkat dari tahun ke tahun sehingga menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan perkotaan. Kecamatan Kemiling merupakan kecamatan dengan penduduk terbanyak di Kota Bandar Lampung, dimana banyak kegiatan perekonomian terjadi di Kecamatan Kemiling. Dampak dari kegiatan ini akan meningkatkan jumlah penduduk dan menarik lapangan kerja ke kawasan Kemiling sehingga berdampak pada peningkatan lahan penggunaan lahan.

Kajian perubahan lahan terbangun ini mengambil sampel pada tahun 2016 dan 2023. Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui pola perubahan lahan terbangun Kecamatan Kemiling tahun 2016 dan 2023 dan menganalisis luasan perubahan lahan terbangun Kecamatan Kemiling tahun 2016 dan 2023. Pada Tugas Akhir ini citra yang digunakan adalah citra satelit landsat 8 dan menggunakan metode *Maximum Likelihood Classifier* (MLC) untuk mendeteksi lahan terbangun di Kecamatan Kemiling.

Hasil kajian lahan terbangun ini menunjukkan bahwa pada tahun 2016 luas lahan terbangun nya adalah 45,15% dari luas wilayah dan pada tahun 2023 meningkat menjadi 57,51% dari luas wilayah Kecamatan Kemiling. Pola perubahan lahan terbangun dari tahun 2016 ke tahun 2023 cenderung naik secara signifikan ditandai dengan peningkatan lahan terbangun di kelurahan Beringin Raya, Pinang Jaya, Kemiling Permai, dan Kedaung yang meningkat sebesar 20% dalam rentang waktu 7 tahun terakhir.

Kata Kunci : Lahan Terbangun, *Maximum Likelihood Classifier* (MLC), citra satelit landsat 8.

ABSTRACT

STUDY OF LAND CHANGE BUILT USING REMOTE SENSING TECHNOLOGY

By

SALSABILA DWISAPUTRI

Human needs for urban land are increasing from year to year, causing changes in urban land use. Kemiling District is the most populous sub-district in Bandar Lampung City, where many economic activities occur in Kemiling District. The impact of this activity will increase the population and attract jobs to the Kemiling area so that it has an impact on increasing land use. This built-up land change study took samples in 2016 and 2023. The purpose of this Final Project is to determine the pattern of changes in the built land of Kemiling District in 2016 and 2023 and analyze the extent of changes in the built land of Kemiling District in 2016 and 2023. In this Final Project, the image used is landsat 8 satellite imagery and uses the Maximum Likelihood Classifier (MLC) method to detect built-up land in Kemiling District. The results of this built-up land study show that in 2016 the built-up land area is 45.15% of the area and in 2023 it will increase to 57.51% of the area of Kemiling District. The pattern of land change from 2016 to 2023 tends to increase significantly, marked by an increase in built-up land in Beringin Raya, Pinang Jaya, Kemiling Permai, and Kedaung villages which increased by 20% in the last 7 years.

Keywords: Built-up Land, Maximum Likelihood Classifier (MLC), landsat satellite imagery 8.

LEMBAR PENGESAHAN

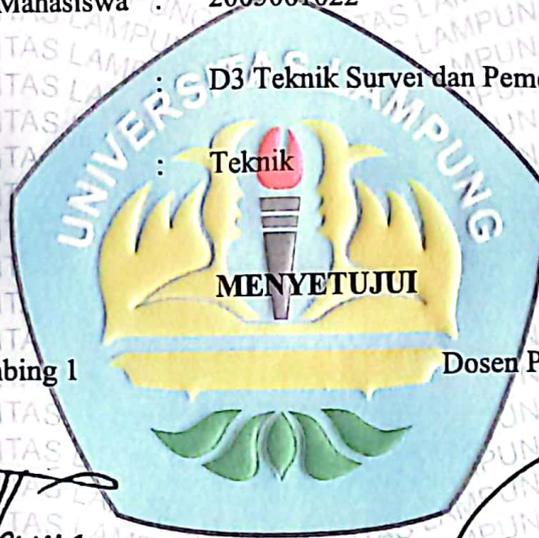
Judul Tugas Akhir : **KAJIAN PERUBAHAN LAHAN TERBANGUN
MENGUNAKAN TEKNOLOGI PENGINDERAAN
JAUH.**

Nama Mahasiswa : **Salsabila Dwi Saputri**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2005061022**

Program Studi : **D3 Teknik Survei dan Pemetaan**

Fakultas : **Teknik**



Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP 196410121992031002

Rahma Anisa, S.T., M.Eng.
NIP 199307162020122032

MENGETAHUI

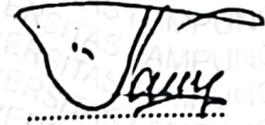
Ketua Program Studi
Teknik Geodesi Dan Geomatika

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP 196410121992031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.



Sekretaris : Rahma Anisa, S.T., M.Eng.



Anggota : Erlan Sumanjaya, S.Si., M.Sc.



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



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

Tanggal Lulus Ujian Komprehensif : 27 Mei 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Penulis adalah **SALSABILA DWI SAPUTRI** dengan NPM 2005061022 dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam Tugas Akhir ini adalah hasil karya penulis berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah penulis dapatkan. Tugas Akhir ini berisi materi yang dibuat sendiri dengan hasil yang merujuk pada beberapa sumber seperti buku, jurnal dan lain lain yang telah dipublikasi sebelumnya dengan kata lain bukan hasil plagiat hasil karya orang lain.

Demikian pernyataan ini penulis buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam keterpaksaan, dan dapat dipertanggung jawabkan apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam Tugas Akhir ini, maka penulis siap mempertanggung jawabkannya.

Bandar Lampung, 15 Mei 2024

Yang membuat



Salsabila Dwi Saputri
2005061022

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung pada tanggal 12 Januari 2002. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Musayudin dan Ibu Eryana Murni.

Pendidikan penulis diawali bersekolah di Taman Kanak-Kanak Sandhy Putra Telkom pada tahun 2007 - 2008, Sekolah Dasar Negeri 1 Rawa Laut pada tahun 2008 - 2014, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Bandar Lampung pada tahun 2014 - 2017, Sekolah Menengah Atas Negeri 7 Bandar Lampung pada tahun 2017 - 2020. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Teknik Survei dan Pemetaan, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada tahun 2020.

Selama menjadi mahasiswa di jurusan Teknik Survei dan Pemetaan, penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa dan menjadi Bendahara Umum 1 Teknik Geodesi (HIMAGES) FT Unila pada tahun 2021-2022. Pada tahun 2023 penulis melakukan Kerja Praktik (KP) di CV. Trimitra Jaya Konsultan pada pekerjaan pengukuran irigasi di Tulang Bawang. Setelah menjalani KP, penulis melakukan penelitian sebagai Tugas Akhir dengan judul **“Kajian Perubahan Lahan Terbangun Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh”**

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(Q.S Al-Insyirah: 6)

“Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah sekian banyak kesabaran, yang akan membuatmu terpana hingga akan lupa betapa pedihnya rasa sakit”
(Ali bin Abi Thalib)

“Hadapi walau takut dan yakinla ini hanya perkara waktu”
(Salsabila Dwi Saputri)

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang

Persembahan kecil ini ku persembahkan untuk Allah Tuhan ku Yang Maha Esa

*Untuk diriku dan orang tua ku yang selalu mencintaiku dan tidak berhenti
mendoakan langkah keberhasilan dunia juga akhirat ku*

Dan semua orang yang telah menyayangi dan berjalan bersama ku.

SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul “Kajian Perubahan Lahan Terbangun Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh” dapat terselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir bagi mahasiswa Program Studi D3 Teknik Survei dan Pemetaan Universitas Lampung.

Dalam proses penulisan sampai dengan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapat dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung dan selaku Dosen Pembimbing 1.
3. Ibu Rahma Anisa, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing 2.
4. Bapak Erlan Sumanjaya, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Penguji.
5. Orang tua dan Adik saya yang selalu mendoakan agar kegiatan perkuliahan saya dilancarkan oleh Allah SWT serta memberikan dukungan moril dan juga dukungan materil.
6. Akmal Muzamil yang telah membantu, memberi semangat, saran, nasihat, dan motivasi kepada saya.
7. Bang Hayan yang telah membantu, memberi semangat, saran, dan waktu kepada saya.
8. Anak anak princess yang telah memberi dukungan, semangat, kebahagiaan, dan nasihat kepada saya.

9. Teman teman Angkatan 20 yang telah mendukung serta memberi semangat, saran, dan motivasi kepada saya.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sehingga laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan lebih lanjut. Demikian Tugas Akhir ini disusun sebaik-baiknya agar dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, 21 Mei 2024

Salsabila Dwi Saputri

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penggunaan Lahan	5
2.2. Lahan Terbangun.....	5
2.3. Pengindaran Jauh.....	6
2.4. Citra Satelit.....	8
2.5. Analisis Data Pengindaran Jauh	10
2.5.1. Koreksi Radiometrik.....	11
2.5.2. Koreksi Geometrik.....	12
2.5.3. Klasifikasi Citra	13
2.6. Klasifikasi Terbimbing (<i>supervised classification</i>)	14
2.6.1. <i>Maximum Likelihood Clasifier</i> (MLC).....	15
2.7. Uji Akurasi	16
III. PELAKSANAAN TUGAS AKHIR	18
3.1. Lokasi Tugas Akhir	18
3.2. Diagram Alir.....	19
3.3. Alat dan Bahan	20
3.3.1. Alat.....	20
3.3.2. Bahan	20
3.4. Tahapan Pelaksanaan	20
3.4.1. Studi Literatur	20
3.4.2. Pengumpulan Data.....	21
3.4.3. Koreksi Radiometrik.....	21
3.4.2. <i>Croping</i> Citra	22
3.4.3. <i>Maximum Likelihood Classifier</i>	23
3.4.4. <i>Sampling</i>	24
3.4.5. Proses Validasi Lapangan.....	28
3.4.6. Uji Akurasi.....	30

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Hasil.....	34
4.1.1. Kelurahan Kedaung	35
4.1.2. Kelurahan Sumber Agung	36
4.1.3. Kelurahan Beringin Jaya.....	37
4.1.4. Kelurahan Beringin Raya.....	38
4.1.5. Kelurahan Sumberejo	39
4.1.6. Kelurahan Sumberejo Sejahtera.....	40
4.1.7. Kelurahan Pinang Jaya.....	41
4.1.8. Kelurahan Kemiling Raya	42
4.1.9. Kelurahan Kemiling Permai	43
4.2. Pembahasan	44
V. KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1. Kesimpulan.....	50
5.2. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Band Citra Landsat 7.....	9
2. Band Citra Landsat 8.....	10
3. Matriks Kesalahan (Confusion Matrix)	17
4. <i>Confusion Matrix</i> Tahun 2016	30
5. <i>Confusion Matrix</i> Tahun 2023	30
6. Daftar Lahan Terbangun Kecamatan Kemiling	44
7. Daftar Lahan Terbangun Kelurahan.....	45
8. Tabel Validasi Lapangan Tahun 2016	46
9. Tabel Validasi Lapangan Tahun 2023	47
10. Hasil Uji Akurasi Tahun 2016	48
11. Hasil Uji Akurasi Tahun 2023	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sistem Kerja Remote Sensing	7
2. Lokasi Tugas Akhir	18
3. Diagram alir tugas akhir	19
4. Proses Koreksi Radiometrik	22
5. Proses <i>Cropping</i> Citra	23
6. Proses Penentuan Kelas	23
7. Proses Pembuatan <i>Training Data</i>	24
8. Proses Penyimpanan	24
9. Proses <i>Clipping</i>	25
10. Proses <i>Reclassify</i>	25
11. Proses <i>Raster To</i> Poligon	25
12. Tampilan Luasan	26
13. Proses Penentuan Titik <i>Sampling</i>	26
14. Mengeluarkan Nilai Pada Titik <i>Sampling</i>	27
15. <i>Field</i> Yang Telah Ditambahkan	27
16. Tampilan <i>Calculate Geometri</i>	27
16. Tampilan <i>Calculate Geometri</i>	27
17. Tampilan Koordinat	27
18. Koodinat Dari Titik <i>Sampling</i>	28
19. Proses Pengubahan Format Titik Koordinat Menjadi KML	29
20. Tampilan Titik <i>Sampling</i> Pada Aplikasi <i>Google Earth</i>	29
21. Salah Satu Contoh Titik Dilapangan	29
22. Peta Lahan Terbangun Kecamatan Kemiling 2016	34
23. Peta Lahan Terbangun Kecamatan Kemiling 2023	34
24. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Kedaung Tahun 2016	35
25. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Kedaung Tahun 2023	35

26. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Sumber Agung Tahun 2016	30
27. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Sumber Agung Tahun 2023	36
28. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Beringin Jaya Tahun 2016.....	37
29. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Beringin Jaya Tahun 2023.....	37
30. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Beringin Raya Tahun 2016	38
31. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Beringin Raya Tahun 2023	38
32. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Sumberejo Tahun 2016	39
33. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Sumberejo Tahun 2023	39
34. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Sumberejo Sejahtera Tahun 2016	40
35. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Sumberejo Sejahtera Tahun 2023	40
36. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Pinang Jaya Tahun 2016	41
37. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Pinang Jaya Tahun 2023	41
38. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Kemiling Raya Tahun 2016	42
39. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Kemiling Raya Tahun 2023	42
40. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Kemiling Permai Tahun 2016	43
41. Peta Lahan Terbangun Kelurahan Kemiling Permai Tahun 2023	43
42. Persentase Lahan Terbangun Kecamatan Kemiling	44
43. Grafik Persentase Lahan Terbangun Kelurahan di Kecamatan Kemiling Tahun 2016 Dan 2023	45

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Provinsi Lampung merupakan salah satu provinsi yang ada di bagian selatan Pulau Sumatera. Provinsi Lampung telah menjadi pintu masuk ke Pulau Sumatera melalui jalur laut. Berdasarkan hasil sensus penduduk yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik pada tahun 2022, jumlah penduduk di Provinsi Lampung sebanyak 9.176.546 jiwa (Badan Pusat Statistik Provinsi Lampung, 2022). Komposisi penduduk di Provinsi Lampung cenderung heterogen baik pada suku, ras, maupun agama. Dengan jumlah penduduk yang besar, hal tersebut akan mendorong kebutuhan lahan penduduk di suatu wilayah. Kebutuhan lahan penduduk tersebut nantinya dimanfaatkan sebagai lahan permukiman. Hal ini akan mengakibatkan adanya perubahan tutupan lahan.

Perubahan penggunaan lahan perkotaan dapat dilihat berdasarkan perubahan fisik perkotaan. Salah satu isu utama dalam pemetaan perkotaan adalah menganalisis perubahan penggunaan lahan dari non-pemukiman menjadi pemukiman (As-syakur dkk, 2012). Perubahan ini ditandai dengan bertambahnya lahan terbangun, antara lain kawasan pemukiman, industri, fasilitas umum, dan lain-lain. Perubahan tutupan/penggunaan lahan digambarkan sebagai segala bentuk intervensi manusia terhadap lahan untuk memenuhi kebutuhan hidup material dan spiritual (Arsyad, 2010).

Pertumbuhan penduduk menyebabkan peningkatan luas lahan terbangun dan berkurangnya ruang terbuka hijau sehingga dapat mengubah fungsi lahan. Perubahan lahan yang beralih fungsi menjadi lahan pemukiman apabila pembangunan dilakukan secara tidak teratur akan berdampak terhadap tatanan lingkungan hidup berupa penurunan kualitas lingkungan hidup, degradasi/kehancuran lingkungan hidup, berkurangnya sumber daya alam,

perubahan penggunaan lahan, dan lain-lain. Penggunaan lahan yang melebihi kapasitas lahan dapat menyebabkan degradasi lahan, dan apabila keadaan ini terus berlanjut maka dapat mengakibatkan terjadinya lahan terancam. Perubahan penggunaan lahan yang tidak teratur dapat berdampak pada penurunan produktivitas hayati dan keanekaragaman hayati ekosistem. Berdasarkan hal tersebut, pemantauan perubahan lahan terbangun perlu dilakukan untuk melacak perkembangan lahan terbangun.

Kebutuhan manusia terhadap lahan perkotaan semakin meningkat dari tahun ke tahun sehingga menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan perkotaan. Fenomena perubahan lahan perkotaan telah banyak diteliti oleh banyak peneliti, dan salah satu cara untuk mengamati fenomena tersebut adalah dengan menggunakan penginderaan jauh (Fardani, 2020). Salah satu wilayah yang ada di Provinsi Lampung adalah Kota Bandar Lampung.

Kota Bandar Lampung yang merupakan ibukota dari Provinsi Lampung menjadi salah satu kota yang cukup sibuk di Indonesia. Berbagai aspek dan bidang kehidupan manusia terjadi di Kota Bandar Lampung. Selain menjadi ibukota provinsi, Kota Bandar Lampung menjadi wilayah perkotaan dengan berbagai pusat kegiatan manusia seperti perekonomian, perdagangan, permukiman, pendidikan, dan lain sebagainya. Hal ini memungkinkan terdapat berbagai perubahan yang terjadi di dalamnya, termasuk perubahan lahan terbangun pada Tugas Akhir ini yang berlokasi pada salah satu kecamatan yang ada di Kota Bandar Lampung yaitu Kecamatan Kemiling.

Kecamatan Kemiling berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2022 memiliki jumlah penduduk 90.907 jiwa. Aktivitas dan tempat tinggal di Kecamatan Kemiling semakin meningkat. Masalah ini menyebabkan meluasnya atau menjamurnya pengembangan lahan pemukiman. Populasi Kecamatan Kemiling semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini menyebabkan aktivitas dan bertempat tinggal semakin bertambah, namun lahan semakin terbatas. Karena terbatasnya lahan yang tersedia, lahan pemukiman berkerumun di berbagai arah (Kosanke, 2019).

Kecamatan Kemiling merupakan kecamatan dengan penduduk terbanyak di Kota Bandar Lampung, dimana banyak kegiatan perekonomian terjadi di Kecamatan Kemiling. Dampak dari kegiatan ini akan meningkatkan jumlah penduduk dan menarik lapangan kerja ke kawasan Kemiling sehingga berdampak pada peningkatan lahan penggunaan lahan. Akibat penambahan penduduk, pola perkembangan tutupan lahan yang tercipta dikhawatirkan menjadi tidak teratur dan menimbulkan ketidaknyamanan bagi warga di kawasan tersebut. Tugas Akhir ini mengambil 2 sampel yang berbeda yaitu tahun 2016 dan 2023. Maka dari itu akan dilakukan penelitian menggunakan citra satelit landsat untuk mengetahui perubahan lahan terbangun di Kecamatan Kemiling menggunakan metode *Maximum Likelihood Classifier* (MLC).

1.2. Tujuan

Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pola perubahan lahan terbangun Kecamatan Kemiling tahun 2016 dan 2023.
2. Menganalisis luasan perubahan lahan terbangun Kecamatan Kemiling tahun 2016 dan 2023.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian Tugas Akhir ini di lakukan pada Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung.
2. Data yang digunakan merupakan data Citra Landsat pada tahun 2016 dan 2023 serta batas administrasi Kecamatan Kemiling.
3. Pengolahan data ini menggunakan metode *Maximum Likelihood Classifier* (MLC).

4. Tugas Akhir ini hanya berfokus pada analisis luasan dan arah perubahan lahan terbangun Kecamatan Kemiling.
5. Tugas Akhir ini divalidasi dengan citra google earth dan survei lapangan untuk tahun 2023.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan (*land use*) merupakan wujud fisik objek-objek yang menutupi lahan dan berhubungan dengan aktivitas manusia di lahan (Lillesand dkk., 2004). Benda-benda yang ada di permukaan bumi mempunyai pola penggunaan lahan yang sesuai dengan aktivitas manusia yang mengelola lahan tersebut. Penggunaan lahan sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang memanfaatkan lahan, sehingga pertumbuhan manusia dapat menyebabkan aktivitas penggunaan lahan semakin banyak. Manusia memanfaatkan tanah sesuai dengan kebutuhannya, seperti untuk pertanian, pemukiman, perdagangan jasa, perkantoran, pabrik, dan lain-lain.

2.2. Lahan Terbangun

Lahan terbangun (*built up area*) merupakan lahan yang sudah mengalami proses pembangunan atau perkerasan yang terjadi di atas lahan tersebut. Ada juga yang menyebut lahan terbangun sebagai lingkungan terbangun. Bartuska dan G. Young (1994) menjelaskan definisi lingkungan terbangun (*built environment*) sebagai segala sesuatu yang dibuat, disusun dan dipelihara oleh manusia untuk memenuhi keperluan manusia untuk menengahi lingkungan secara keseluruhan dengan hasil yang mempengaruhi konteks lingkungan. Lingkungan terbangun tersebut meliputi bangunan, jalan, fasilitas umum dan sarana lainnya. Untuk mendapatkan data foto terbaik diperlukan metode penelitian yang efisien dan efektif. Untuk melakukan penelitian ini diperlukan metode pengindraan jauh (Bashit dkk., 2019).

2.3. Pengindaran Jauh

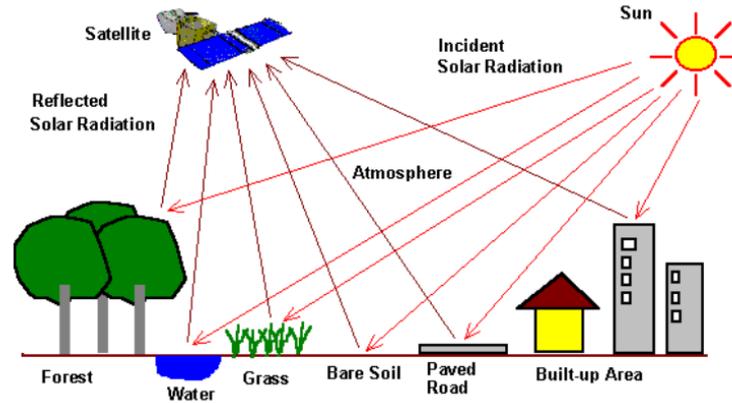
Penginderaan jauh merupakan teknologi yang mengumpulkan informasi mengenai suatu objek dan sekitarnya dari jarak jauh tanpa adanya kontak fisik. Teknologi ini biasanya menghasilkan gambar dalam berbagai format, yang kemudian diproses dan diinterpretasikan untuk menghasilkan data yang berguna untuk aplikasi di bidang seperti pertanian, arkeologi, kehutanan, geografi, geologi, dan perencanaan. Tujuan utama penginderaan jauh adalah untuk mengumpulkan data tentang sumber daya alam dan lingkungan hidup (Lo, 1995).

Penginderaan jauh juga diartikan sebagai ilmu pengetahuan dan teknologi yang memperoleh informasi tentang suatu objek, area, atau fenomena yang diteliti melalui analisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa bersentuhan langsung dengan objek, area, atau fenomena yang diteliti. Informasi tersebut diperoleh karena setiap benda mempunyai sifat memantulkan, menyerap, mentransmisikan, atau memancarkan energi elektromagnetik yang masuk, dan sensor dapat mentransfer energi pantulan atau radiasi yang diterima tersebut ke objek atau area yang diminati, atau mengidentifikasinya digunakan sebagai fitur fenomena.

Menurut Wicaksono (2006), penginderaan jauh merupakan suatu teknologi, cara, atau metode yang efektif untuk memantau sumber daya alam yang mempunyai beberapa keunggulan seperti:

1. Dapat menghasilkan data sinoptik (mencakup area yang luas hampir secara bersamaan) dalam dua dimensi pada resolusi tinggi dan menghasilkan data deret waktu (*time series data*) pada frekuensi rendah.
2. Memiliki kemampuan mendeteksi dan memberikan informasi tentang lapisan terpenting yaitu lapisan permukaan.
3. Objek dapat diamati menggunakan sensor yang bersifat multispektral seperti sinar tampak (*visible*), inframerah (*infrared*), dan gelombang (*microwave*). Hal ini memungkinkan untuk mengimplementasikan

berbagai model matematik dengan melakukan analisis multispektral untuk memperoleh informasi yang lebih akurat.



Gambar 1. Sistem Kerja Remote Sensing

Sumber: *CRISP, Optical Remote Sensing*,

Secara umum, sistem penginderaan jauh yang menggunakan energi elektromagnetik yang berasal dari sumber daya alam yang dibagi menjadi dua proses utama seperti pengumpulan data dan analisis data. Elemen proses pengumpulan data meliputi sumber energi, transfer energi melalui atmosfer, interaksi antara energi dan fitur permukaan, sensor pesawat/satelit, dan hasil pembentukan data dalam bentuk gambar dan/atau numerik. Dengan kata lain, sensor digunakan untuk merekam berbagai perubahan radiasi dan pantulan energi elektromagnetik oleh fitur-fitur di permukaan bumi. Selain itu, proses analisis data meliputi pengujian data menggunakan alat interpretasi dan observasi untuk menganalisis data gambar dan/atau pengujian data menggunakan komputer untuk menganalisis data numerik. Jika tersedia, data referensi (peta tanah, statistik tanaman, atau data uji lapangan) tentang sumber daya alam yang diteliti digunakan untuk mendukung analisis data. Informasi ini biasanya disajikan dalam bentuk peta, tabel, diskusi tertulis dan laporan, dan pada akhirnya ditujukan bagi pengguna yang akan menggunakan informasi tersebut dalam proses pengambilan keputusan.

2.4. Citra Satelit

Data penginderaan jauh yang direkam dengan menggunakan kendaraan satelit sering disebut dengan citra satelit. Citra satelit dapat merekam objek di permukaan bumi dari luar angkasa dengan berbagai resolusi. Istilah resolusi citra dapat diartikan sebagai kemampuan suatu citra dalam merepresentasikan informasi mengenai objek/fenomena yang ada di permukaan bumi. Menurut Jensen (2000), ada empat jenis resolusi citra penginderaan jauh:

1. Resolusi spasial dapat diartikan sebagai satuan terkecil yang dapat terekam oleh suatu sensor. Dalam citra penginderaan jauh digital, resolusi spasial berkaitan dengan ukuran piksel (*pixel size*).
2. Resolusi spektral adalah dimensi spektrum atau gelombang elektromagnetik yang digunakan. Resolusi spektral ini biasanya tercermin dalam jumlah saluran dan jangkauan elektromagnetik yang digunakan dalam citra penginderaan jauh.
3. Resolusi temporal adalah selang waktu yang diperlukan suatu sensor penginderaan jauh untuk merekam lokasi yang sama di permukaan bumi.
4. Resolusi radiometrik adalah kemampuan suatu gambar untuk merepresentasikan objek pada suatu permukaan dengan tingkat kecerahan yang berbeda-beda.

Landsat sendiri merupakan nama satelit Amerika yang diluncurkan pertama kali pada tahun 1972 dengan nama Landsat-1 dan mengusung sensor MSS (*multispectral scanner*). Generasi berikutnya adalah Landsat-2 dan 3, masing-masing diluncurkan pada tahun 1975 dan 1978. Resolusi spasial dari Landsat-1 hingga Landsat-3 adalah 80 meter. Pada tahun 1984, Landsat-4 diluncurkan dengan penambahan sensor TM (*Thematic Mapper*), sehingga meningkatkan resolusi spasial hingga 30 meter. Landsat-5 yang mirip dengan Landsat-4 juga diluncurkan pada tahun 1984 dan masih beroperasi meskipun telah mencapai akhir masa pakainya. Landsat-6 diluncurkan pada tahun 1993 namun gagal, dan Landsat-7 diluncurkan pada tahun 1999 dengan sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) dengan resolusi spasial 30 meter dan saluran

pankromatik dengan resolusi spasial 30 meter. Itu telah dirilis. 15 meter. Satelit Landsat yang beroperasi hingga saat ini adalah Landsat 8, Landsat-7, dan Landsat-5 (Landsat 7 Handbook, NASA).

Sejak 31 Mei 2003, sistem sensor Landsat 7 ETM+ mengalami kerusakan dan banyak hasil scan yang hilang. Tim gabungan dari NASA dan USGS sedang berupaya memecahkan masalah ini, namun hasil yang sering kali menghalangi pengamatan visual masih terjadi. Dalam konteks ini, satelit terbaru Landsat, Landsat 8, diluncurkan pada 11 Februari 2013. Satelit ini mulai menyediakan produk citra akses terbuka pada tanggal 30 Mei 2013, menandai perkembangan baru dalam dunia luar angkasa. NASA kemudian menyerahkan satelit LDCM kepada USGS sebagai pengguna data mulai 30 Mei. Satelit Landsat 8 hanya membutuhkan waktu 99 menit untuk mengorbit Bumi dan mencakup wilayah yang sama setiap 16 hari. Resolusi temporal Landsat 8 tetap sama dengan versi Landsat sebelumnya (Landsat.usgs.gov 2013).

Dalam hal resolusi spasial, Landsat 8 memiliki saluran resolusi menengah yang sebanding dengan saluran Landsat 5 dan 7. Secara umum saluran OLI memiliki resolusi 30 m (tidak termasuk pankromatik 15 m). Oleh karena itu, produk gambar yang dihasilkan oleh Landsat 5 dan 7 selama beberapa dekade masih relevan dengan kajian data time series Landsat 8 (USGS 2013).

Tabel 1. Band Citra Landsat 7

<i>Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)</i>	Landsat 7	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1 - Blue	0.45-0.52	30
	Band 2 - Green	0.52-0.60	30
	Band 3 - Red	0.63-0.69	30
	Band 4 - Near Infrared (NIR)	0.77-0.90	30
	Band 5 - SWIR 1	1.55-1.75	30
	Band 6 - TIR	10.40-12.50	60 * (30)
	Band 7 - Mid-IR	2.09-2.35	30
	Band 8 - Panchromatic	.52-.90	15

Sumber : Landsat.usgs.gov, 2013

Tabel 2. Band Citra Landsat 8

<i>Landsat 8 Operational Land Image (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)</i>	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1 - Coastal aerosol	0.43-0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45-0.51	30
	Band 3 - Green	0.53-0.59	30
	Band 4 - Red	0.64-0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85-0.88	30
	Band 6 - SWIR 1	1.57-1.65	30
	Band 7 - SWIR 2	2.11-2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50-0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36-1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60-11.19	100 * (30)
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50-12.51	100 * (30)

Sumber : Landsat.usgs.gov, 2013

2.5. Analisis Data Pengindaran Jauh

Dengan pesatnya perkembangan teknologi komputer saat ini, banyak perusahaan yang melakukan perampingan (beralih dari komputer *mainframe* ke komputer mini, dan dari komputer mini ke laptop), maka akses berbagai kelompok praktisi dan akademisi ke otomatisasi pengolahan citra digital pun semakin besar.

Menurut Lillesand dan Kiefer (1990), pemrosesan data Landsat digital oleh komputer memungkinkan penggunaan data gambar yang terbaik dalam berbagai aplikasi. Analisis data Landsat dapat dikategorikan menjadi preprocessing citra satelit digital, klasifikasi citra, dan evaluasi hasil klasifikasi. Pemrosesan awal citra digital mencakup proses pemulihan citra (*image restoration*) yang mencakup koreksi berbagai distorsi radiometrik dan geometrik yang melekat pada citra asli dan penajaman citra (*image*

enhancement) untuk peningkatan kontras visual yang sesuai untuk pekerjaan interpretasi dan analisis selanjutnya.

2.5.1. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik diperlukan karena dua alasan. Salah satunya adalah meningkatkan kualitas visual gambar, sekaligus memperbaiki nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai reflektansi atau emisivitas spektral objek sebenarnya. Koreksi radiometrik pada gambar dilakukan untuk meningkatkan kualitas visual gambar berupa pengisian garis-garis kosong. Suatu baris atau bagian dari suatu baris yang nilainya tidak konsisten sebaiknya diperbaiki dengan mengambil nilai piksel satu garis di atas dan di bawahnya dan dirata-ratakan (Guindon, 1984 dalam Danoedoro, 2012).

Kesalahan radiometrik karena pengaruh atmosfer disebabkan oleh proses hamburan (*atmospheric scattering*) dan penyerapan atmosfer (*atmospheric absorption*) oleh uap air dan gas di atmosfer bumi. Atmosfer bumi dapat menimbulkan kesalahan yang mengurangi kemampuan analitis untuk mengekstraksi informasi dari permukaan yang direkam oleh sensor penginderaan jauh. Pada data MSS (*multispectral scanner*), hamburan band 4 (*green*) empat kali lebih besar dibandingkan dengan band 6 (*infrared*). Penyerapan (*absorption*) oleh uap air dan gas lainnya mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap radiasi pada panjang gelombang lebih panjang dari 0,8 m (MSS band 7). Efek hamburan pada citra menyebabkan meningkatkan kecerahan (*brightness*), sedangkan penyerapan oleh atmosfer menurunkan kecerahan.

Koreksi radiometrik efek atmosfer dapat dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan. Hal ini didasarkan pada fakta bahwa data yang direkam menggunakan band *Visible* (0,4 μm hingga 0,7 μm) sangat rentan terhadap *scattering*, sedangkan panjang gelombang pada band *infrared* lebih panjang dari 0,7 μm hampir tidak ada efek

scattering. Dua teknik koreksi radiometrik adalah penyesuaian histogram (*histogram adjustment*) dan koreksi regresi (Jaya, 2002).

2.5.2. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik bertujuan memperkecil posisi benda yang terekam pada citra akibat distorsi geometrik (perspektif). Penyebab distorsi geometrik meliputi terjadinya efek medan, efek gravitasi bumi yang menyebabkan perubahan kecepatan, ketidakstabilan ketinggian satelit dan ketinggian platform (Jaya, 2002).

Koreksi geometri pada citra digital berbeda dengan koreksi geometri pada foto udara. Koreksi foto udara mengubah posisi horizontal foto sepanjang sumbu berbeda untuk mendapatkan proyeksi ortogonal optik. Peningkatan citra digital melibatkan reposisi (relokasi) semua piksel dalam suatu gambar untuk membentuk konfigurasi piksel baru yang secara mental dikenali sebagai sebuah citra.

GCP adalah lokasi di permukaan bumi yang dapat diidentifikasi pada gambar maupun peta (Jensen, 2005). Prosedur yang digunakan untuk koreksi geometri biasanya mengklasifikasikan distorsi menjadi dua kelompok: distorsi yang dianggap sistematis atau dapat dicapai dan mencakup distorsi yang sebelumnya dianggap bersifat acak atau tidak dapat diprediksi.

Ada tiga metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah perpindahan geometri yaitu metode tetangga terdekat (*Nearest Neighbour*) yang menggunakan nilai piksel terdekat untuk menentukan nilai piksel keluaran (*output pixel value*). Keuntungan metode ini adalah mudah dalam perhitungan dan menghindari perubahan nilai piksel. Teknik pengambilan sampel ulang yang lebih kompleks memperkirakan nilai gambar yang akan digeser dengan mengevaluasi beberapa piksel di sekitarnya. Teknik pengambilan sampel ulang bilinear (*bilinear interpolation*) mempertimbangkan empat nilai piksel digital terdekat dengan menggunakan perkiraan

rata-rata tertimbang. Proses ini mengubah nilai digital dan menyebabkan masalah saat menggunakan analisis pengenalan pola spektral pada data gambar. Metode *Cubic Convolution*. Dalam pendekatan ini, nilai piksel yang digeser ditentukan dengan mengevaluasi 16 piksel tetangga di sekitar setiap piksel keluaran.

Tujuan dari akurasi geometrik adalah untuk mengetahui ketelitian geometrik citra landsat. Tingkat ketelitian citra dapat dilihat dari besarnya nilai akurasi horizontal. Kesalahan geometrik yang diperbolehkan adalah kurang dari 1 piksel atau 30 m pada citra landsat 8.

$$\begin{aligned} \text{RMSEr} & : 6,376 \\ \text{CE90} & : 1,5175 \times \text{RMSEr} \\ \text{Akurasi Horizontal} & : 1,5175 \times 6,376 \\ & = 9,675 \text{ m} \end{aligned}$$

RMSEr merupakan kuadrat selisih antara koordinat citra *Quicbird* dengan koordinat citra landsat 8. Sesuai dengan Peraturan Kepala (PerKa) BIG No. 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.

2.5.3. Klasifikasi Citra

Proses klasifikasi multispektral berbantuan komputer dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan tingkat otomatisasi: klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tak terbimbing (*unsupervised classification*). Pendekatan pertama dikenal sebagai klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*), atau dalam terminologi statistik sebagai analisis cluster, yang secara alami mengkategorikan piksel ke dalam kelas-kelas. Klasifikasi tidak terbimbing menggunakan algoritma yang memeriksa sejumlah besar piksel yang tidak diketahui dan membaginya ke dalam kelas-kelas berdasarkan nilai gambar yang ada. Asumsi dasarnya adalah nilai

suatu kelas tertentu harus berdekatan satu sama lain dalam ruang pengukuran, sedangkan data kelas yang berbeda berada di luar ruang pengukuran agar dapat dipisahkan dengan baik. Kelas yang dihasilkan dari klasifikasi tidak terbimbing adalah kelas spektral.

Pendekatan kedua dilakukan dengan menentukan beberapa wilayah sampel (*training site*) yang mewakili kelas tutupan lahan yang ada, dan seluruh piksel diklasifikasikan berdasarkan statistik wilayah sampel tersebut. Pendekatan ini dikenal sebagai klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Klasifikasi terbimbing memiliki tiga tahap: tahap pembentukan kelas sampel (*training site*), tahap klasifikasi, dan tahap keluaran (*output*). Prinsip kerjanya adalah membandingkan setiap piksel yang tidak diketahui dengan pola spektral contoh kelas yang dibuat pada fase pelatihan.

Kebenaran (akurasi) metode klasifikasi terawasi bergantung pada beberapa faktor, antara lain:

1. Mewakili seluruh fitur alam dari setiap tutupan lahan pada gambar melalui area sampel yang dapat diandalkan.
2. Tingkat pemisahan kelas tutupan lahan ditentukan secara spektral berdasarkan metode klasifikasi yang digunakan.

2.6. Klasifikasi Terbimbing (*supervised classification*)

Metode *supervised* adalah metode klasifikasi yang menggunakan sampling area. Dalam proses klasifikasi *supervised* analis melakukan dialog mendalam. Analis memandu proses dengan mengidentifikasi objek pada gambar (*training area*) (Danoedoro, 1996). Dalam metode ini, wilayah pelatihan pada gambar ditentukan terlebih dahulu sebagai kelas tertentu. Penentuan ini didasarkan pada pengetahuan analis terhadap luas perubahan luas daratan. Nilai piksel ini digunakan oleh komputer untuk mengenali piksel lainnya. Ada tiga algoritma yang umum digunakan untuk klasifikasi *supervised* ini adalah *minimum distance*, *maximum likelihood*, dan *parallelepiped*. Dalam

Tugas Akhir ini, penulis menggunakan algoritma *maximum likelihood* dalam proses klasifikasi terbimbing.

2.6.1. *Maximum Likelihood Classifier (MLC)*

Metode *Maximum Likelihood Classification* adalah klasifikasi berdasarkan nilai piksel yang diklasifikasikan ke dalam objek atau nilai piksel yang dibuat pada sampel pelatihan untuk setiap objek perubahan lahan. Pemilihan sampel pelatihan yang buruk dapat menyebabkan klasifikasi menjadi kurang optimal dan akurasi berkurang. Oleh karena itu, diperlukan analisis statistik atau pengujian akurasi dan pelatihan sampel. Metode ini merupakan salah satu metode klasifikasi terbimbingnya.

Klasifikasi *Maximum Likelihood Classification* secara kuantitatif menghasilkan varians dan kovarians pola respons spektral ketika mengklasifikasikan piksel yang tidak diketahui. Kita harus berasumsi bahwa distribusinya normal.

Metode klasifikasi berbasis piksel yang paling ampuh adalah metode klasifikasi *maximum likelihood*. Metode klasifikasi ini didasarkan pada rata-rata statistik, varians, dan kovarians. Metode klasifikasi *maximum likelihood* memiliki keuntungan dari sudut pandang teori, tetapi perlu diperhatikan beberapa hal yaitu :

1. Data lapangan yang cukup untuk digunakan sebagai sampel untuk dapat mengestimasi nilai rata-rata dan *variance-covariance matrix population*.
2. *Matrix invers* dari *variance-covariance* menjadi tidak stabil dalam kasus ini dimana adanya hubungan yang tinggi antara dua band atau data lapangan sangat homogen. Dalam kasus tersebut, jumlah band harus dikurangi dengan menggunakan *principal component analysis*.
3. Ketika distribusi populasi sampel tidak normal maka klasifikasi *maximum likelihood* tidak dapat diterapkan.

2.7. Uji Akurasi

Jika tingkat keakuratannya tidak dihitung maka proses klasifikasi tidak sempurna. Tingkat akurasi penginderaan jauh merupakan ukuran tingkat kepercayaan antara titik acuan dan klasifikasi. Dalam studi klasifikasi, *producer accuracy* dan *user accuracy* biasa digunakan untuk memeriksa keakuratan hasil klasifikasi yang diperoleh. *Procedur accuracy* menunjukkan kemungkinan bahwa lahan di lapangan diklasifikasikan dengan benar dalam citra. Sedangkan *user accuracy*, di sisi lain menunjukkan kemungkinan bahwa klasifikasi gambar akan diklasifikasikan dengan benar dalam domain tersebut.

Producer accuracy dan *user accuracy* dapat memiliki nilai berbeda untuk kategori klasifikasi berbeda. Untuk memeriksa keakuratan klasifikasi, biasanya digunakan *overall accuracy*. Untuk menghitung *overall accuracy*, kita perlu menjumlahkan nilai matriks *confusion matrix* dan membaginya dengan jumlah titik sampel yang diambil.

Dalam pengujian akurasi dikenal pula dengan istilah *the kappa index of agreement* (KIA). Nilai Kappa merupakan ukuran kebenaran antar kelas yang direpresentasikan dalam sebuah citra. Kappa menampilkan nilai kesesuaian hasil klasifikasi dalam sebuah gambar yang sesuai dengan keadaan sebenarnya di situs. Semakin besar nilai kappa maka semakin akurat klasifikasinya. Sebaliknya, semakin kecil nilai kappa maka semakin kecil kemungkinan hasil klasifikasi dapat digunakan.

Perhitungan Akurasi Keseluruhan diperoleh dengan membandingkan sampel yang dihitung tanpa error dengan jumlah sampel total. Rumus untuk menentukan uji akurasi adalah:

Tabel 3. Matriks Kesalahan (Confusion Matrix)

		Data Referensi				Total	<i>Producer</i>	<i>User</i>
		A	B	C	D		<i>Accuracy</i>	<i>Accuracy</i>
Data Klasifikasi	A	X_{ii}				X_{i+}	X_{ii}/X_{i+}	X_{ii}/X_{i+}
	B							
	C							
	D				X_{ii}			
	Total	X_{i+}						

Secara sistematis akurasi diatas dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{User's Accuracy : } \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \times 100\%$$

$$\text{Producer's Accuracy : } \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \times 100\%$$

$$\text{Overall Accuracy : } \frac{\sum_i^r X_{ii}}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

X_{ii} : nilai diagonal matriks kontigensi baris ke-i dan kolom ke-i

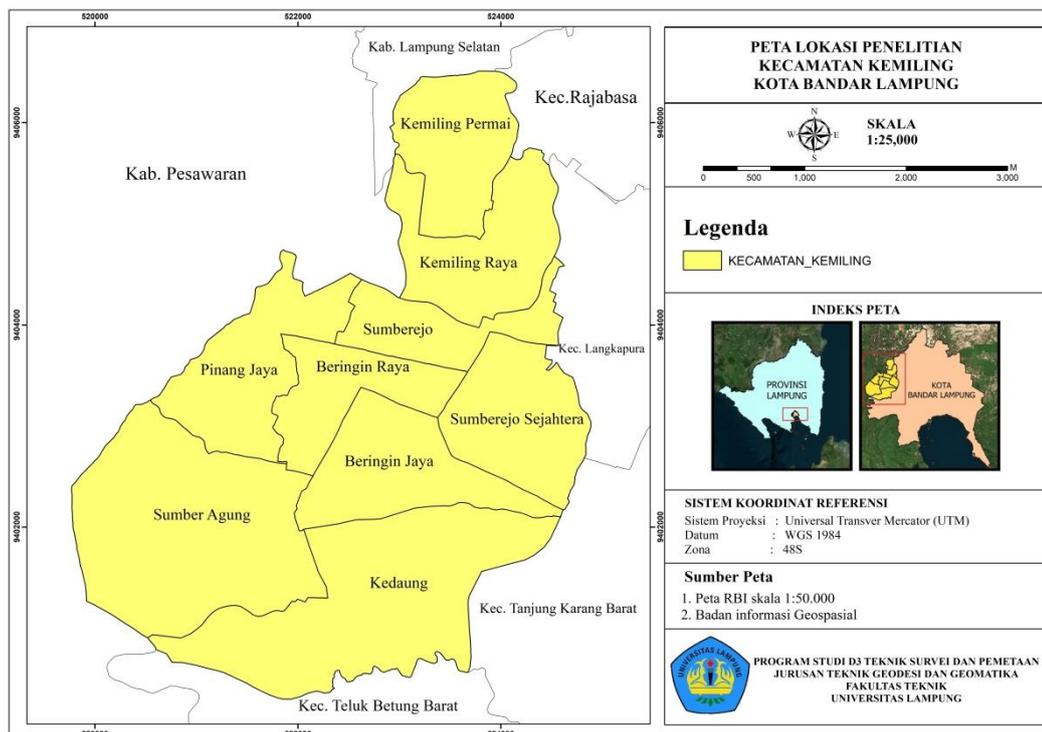
X_{i+} : jumlah piksel dalam baris ke-i

X_{+i} : jumlah piksel dalam kolom ke-i

III. PELAKSANAAN TUGAS AKHIR

3.1. Lokasi Tugas Akhir

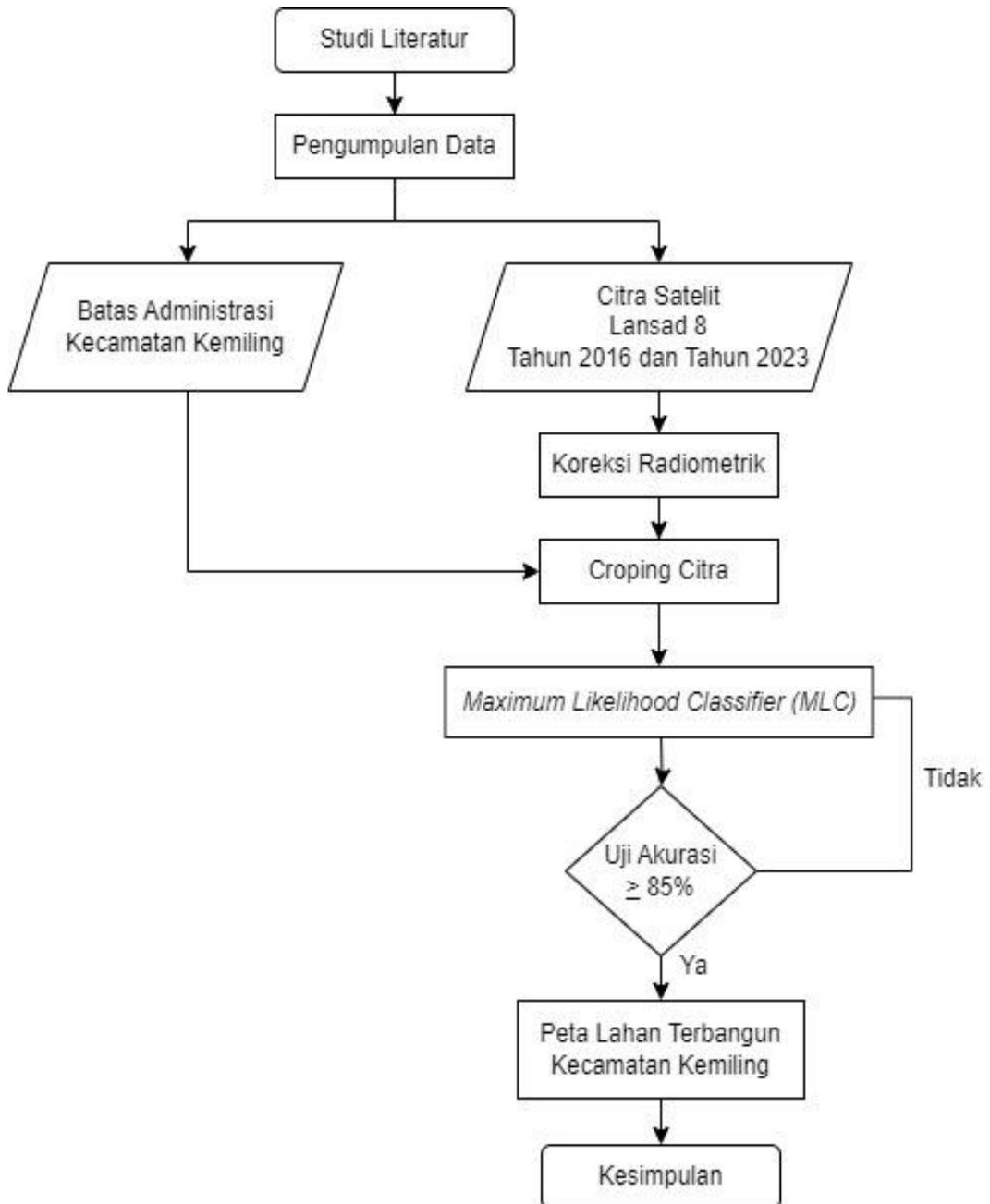
Tugas Akhir ini dilakukan di Kecamatan Kemiling, Kota Bandar Lampung yang secara administrasi terdiri dari 9 kelurahan serta merupakan kecamatan dengan penduduk terbanyak di Kota Bandar Lampung dengan jumlah penduduk 84.911 ribu jiwa serta kepadatan penduduk 4,05 jiwa/km. Kecamatan Kemiling memiliki luas wilayah yaitu 21,33 ha, (BPS, 2023). Lokasi Tugas Akhir dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2. Lokasi Tugas Akhir

3.2. Diagram Alir

Berikut ini adalah diagram alir dari tahapan Tugas Akhir yang dilakukan :



Gambar 3. Diagram Alir Tugas Akhir

3.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah :

3.3.1. Alat

Alat yang digunakan pada Tugas Akhir ini yaitu :

3.3.1.1. Perangkat Keras

Laptop Lenovo Ideapad 1 (AMD Ryzen 3 7320U, RAM 8GB, OS Windows 10).

3.3.1.2. Perangkat Lunak

1. ENVI 5.3 yang digunakan untuk pengolahan citra.
2. QGIS 3.32.3 yang digunakan untuk pembuatan *Layout* peta.
3. Microsoft Office 2010 yang digunakan untuk pembuatan laporan.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada Tugas Akhir ini yaitu :

3.2.2.1. Data Primer

Citra landsat 8 tahun 2016 (Tanggal Pengambilan 23 Juli) dan 2023 (Tanggal Pengambilan 23 Oktober) Kecamatan Kemiling. (Sumber USGS)

3.2.2.2. Data Sekunder

Peta RBI Kota Bandar Lampung dengan skala 1:50.000 (Sumber: BIG).

3.4. Tahapan Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan Tugas Akhir ini sebagai berikut :

3.4.1. Studi Literatur

Pada tahapan ini, penulis mulai mengidentifikasi masalah dan merumuskan masalah yang ada sehingga dapat terlaksana penelitian. Selanjutnya penulis membaca dan memahami berbagai informasi serta literatur terkait dengan penelitian ini. Literatur yang diperoleh berasal dari jurnal penelitian, buku, serta artikel ilmiah yang

memiliki penelitian sejenis dan relevan. Pencarian data dilakukan sebelum pengolahan dilakukan pada tahapan selanjutnya.

3.4.2. Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data, penelitian ini menggunakan data spasial dan data non-spasial yang terkait dengan perubahan Lahan Terbangun. Data spasial meliputi citra landsat 8 untuk tahun 2016 dan Tahun 2023 Kecamatan Kemiling. Selain itu dibutuhkan data non-spasial berupa peta administrasi dan data pendukung untuk pengecekan kondisi lapangan serta data-data penting dalam penelitian ini.

3.4.3. Koreksi Radiometrik

Data citra satelit belum bisa langsung diolah karena mengandung *noise* yang ditimbulkan oleh sistem, salah satu *noise* dapat ditimbulkan karena perbedaan posisi matahari pada saat data diakuisi, Untuk menghilangkan *noise* tersebut dapat digunakan koreksi radiometric.

Data Landsat-8 dikoreksi radiometrik menggunakan koreksi ToA yang meliputi ToA Reflektansi dan koreksi matahari. Koreksi ToA Reflektansi dilakukan dengan menkonversi nilai DN ke nilai reflektansi. Berdasarkan (USGS, 2014). Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\rho\lambda' = Mp * Qcal + Ap \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

$\rho\lambda'$ = TOA reflektansi, tanpa koreksi untuk sudut matahari.

Mp = *Reflectance_Mult_Band_x*, di mana x adalah nomor Band

Ap = *Reflectance_Add_Band_x*, di mana x adalah nomor Band

$Qcal$ = Nilai *Digital Number* (DN)

Selanjutnya citra dikoreksi sudut matahari untuk menghilangkan perbedaan nilai DN yang diakibatkan oleh posisi matahari. Posisi matahari terhadap bumi berubah bergantung pada waktu perekaman dan lokasi obyek yang direkam. Persamaan untuk koreksi dengan sudut matahari yaitu:

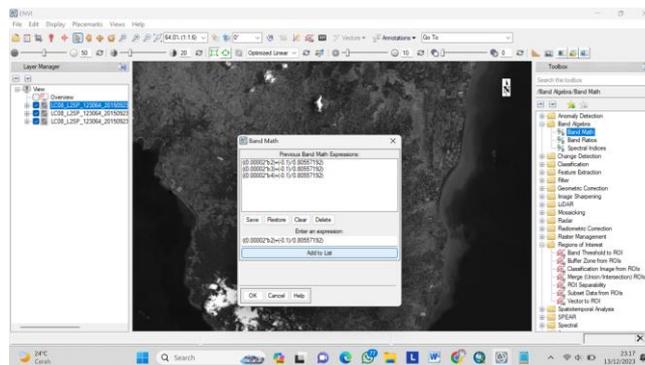
$$p\lambda = \frac{p\lambda'}{\cos(\theta SZ)} = \frac{p\lambda'}{\sin(\theta SE)} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

$\rho\lambda$ = ToA reflektansi

θSE = *Sun Elevation*

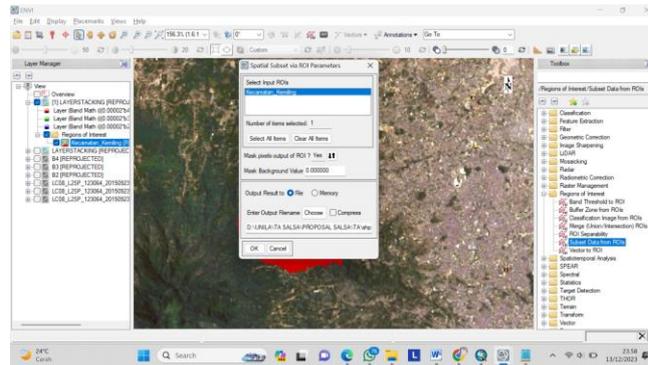
θSZ = sudut zenith matahari, $\theta SZ = 90^\circ - \theta SE$



Gambar 4. Proses Koreksi Radiometrik

3.4.2. Cropping Citra

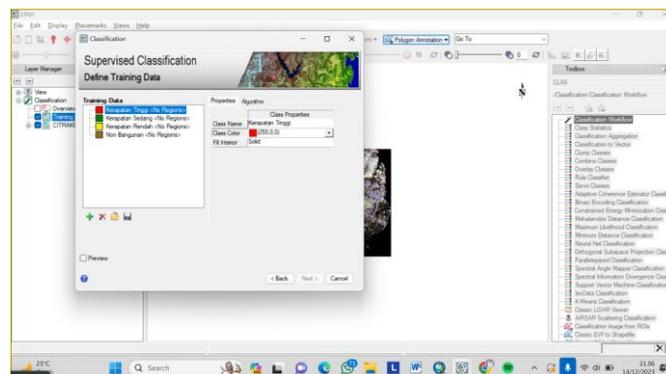
Setelah dilakukan koreksi radiometrik tahap selanjutnya adalah *cropping* citra, tahap ini perlu dilakukan untuk memotong citra sesuai dengan batas kecamatan yang diinginkan yaitu Kecamatan Kemiling. Pada tahap ini hasil koreksi radiometrik → dipotong sesuai dengan batas adminstrasi → subset data from ROI's → ok untuk mendapatkan citra landsat yang telah terpotong dengan batas Kecamatan Kemiling.



Gambar 5. Proses *Cropping* Citra

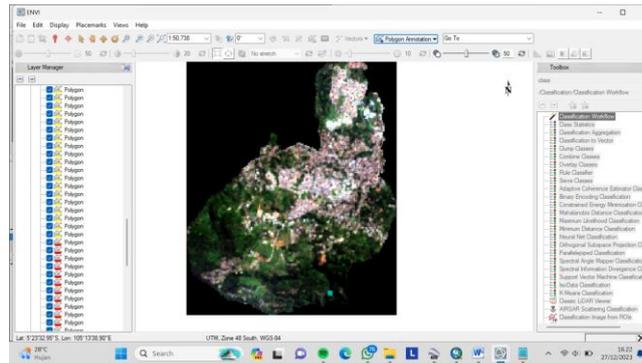
3.4.3. *Maximum Likelihood Classifier*

Setelah citra dipotong kemudian barulah citra dapat diproses menggunakan metode *Maximum Likelihood Classifier* (MLC). Proses *Maximum Likelihood Classifier* (MLC) ini akan menghasilkan 2 kelas yaitu Lahan Terbangun dan Tak Terbangun.



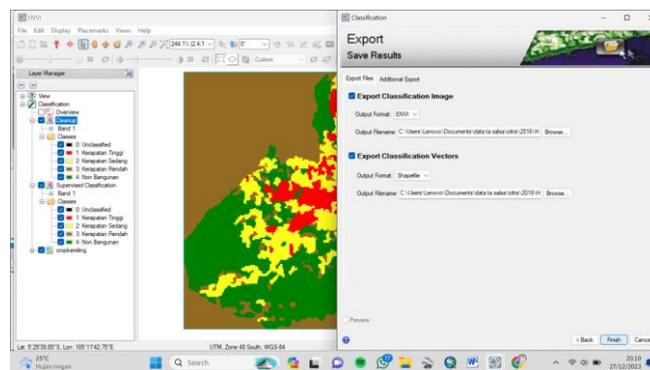
Gambar 6. Proses Penentuan Kelas

Untuk mendapatkan kelas kelas yang diinginkan tadi kita perlu membuat training data terlebih dahulu. *Training* data diambil pada citra yang telah ter *cropping* pada Kecamatan Kemiling dan *training* data tersebar diseluruh Kecamatan Kemiling guna mendapatkan hasil yang diinginkan.



Gambar 7. Proses Pembuatan *Training Data*

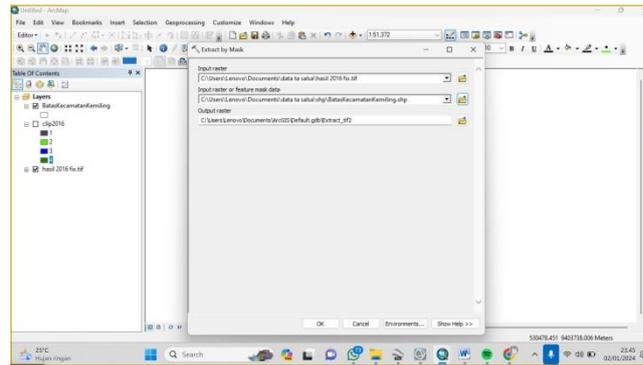
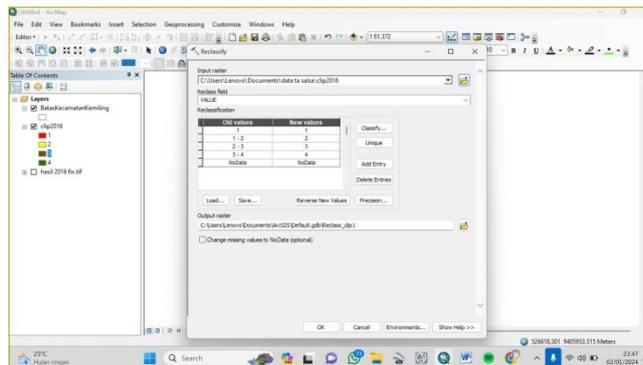
Setelah data telah tersebar barulah kita bisa mendapatkan hasil dari metode *Maximum Likelihood Classifier (MLC)* yang nantinya akan kita gunakan untuk pengambilan sampel dilapangan.



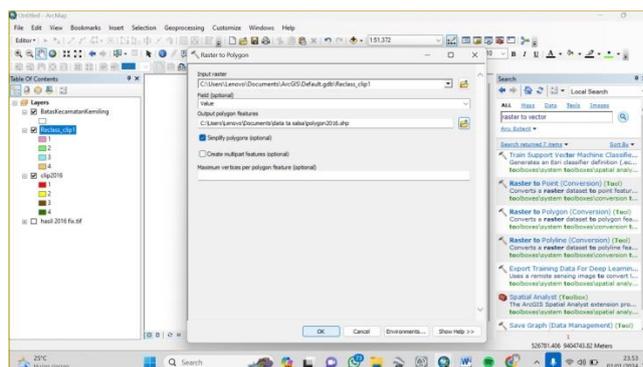
Gambar 8. Proses Penyimpanan

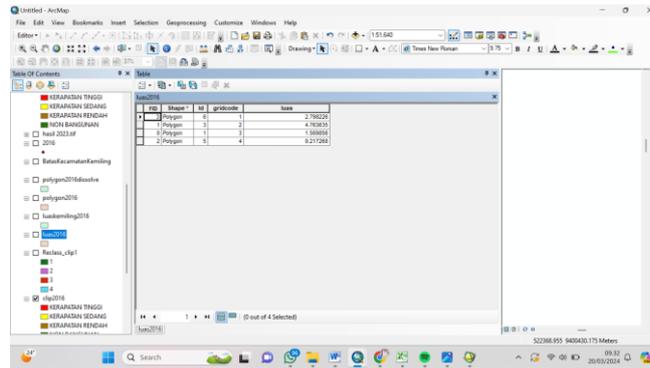
3.4.4. *Sampling*

Setelah mendapatkan hasil dari *Maximum Likelihood Classifier (MLC)* proses selanjutnya adalah pengambilan titik sampling pada lapangan untuk menentukan titik sampling tersebut untuk itu kita perlu membuka aplikasi Arcgis dan membuka hasil hasil dari MLC yang telah dilakukan terlebih dahulu. Selanjutnya pilih *Extract By Mask* lalu kita lanjutkan ke *Reclassify* agar data data tersebut dapat dikelaskan berdasarkan nilai pixel yang sesuai dengan kelas yang diinginkan, yaitu (1) Lahan Terbangun dan (2) Tak Terbangun.

Gambar 9. Proses *Clipping*Gambar 10. Proses *Reclassify*

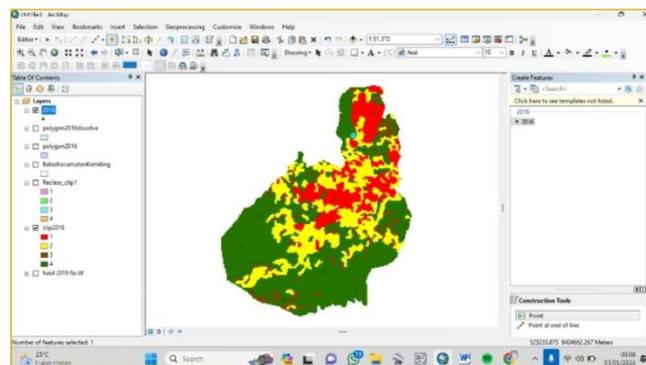
Selanjutnya data raster kita jadikan poligon untuk mengetahui luasan masing masing kelas.

Gambar 11. Proses *Raster To Poligon*

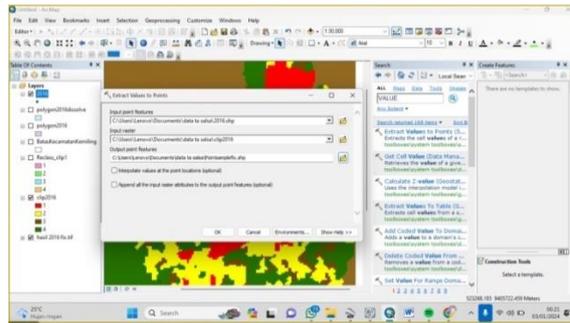


Gambar 12. Tampilan Luasan

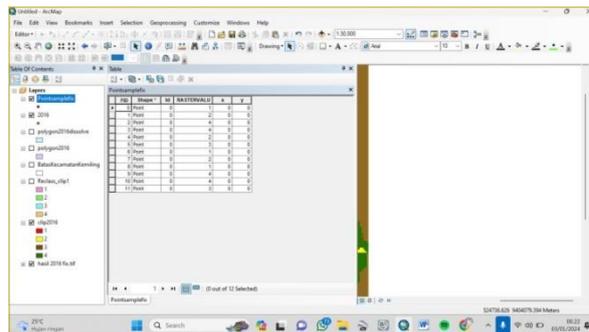
Selanjutnya barulah kita bisa meletakkan beberapa titik titik sampling untuk nantinya titik tersebut akan kita survei apakah sesuai dengan apa yang sudah kita kerjakan sebelumnya.

Gambar 13. Proses Penentuan Titik *Sampling*

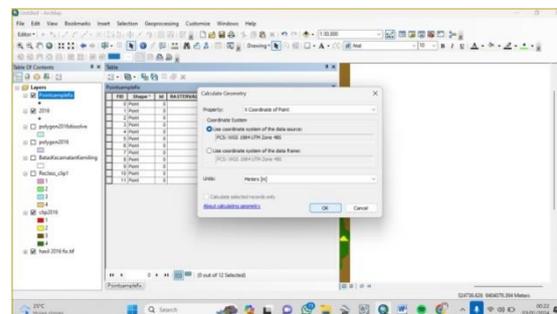
Selanjutnya setelah titik titik tersebut dibuat lalu kita buka koordinatnya untuk nanti kita masukan kedalam *Google Earth*. Selanjutnya kita dapat menambahkan *field* baru untuk kolom x dan y untuk mengetahui nilai koordinatnya kita perlu membuka tampilan *Calculate Geometry* terlebih dahulu, setelah itu barulah kita mendapatkan nilai koordinatnya.



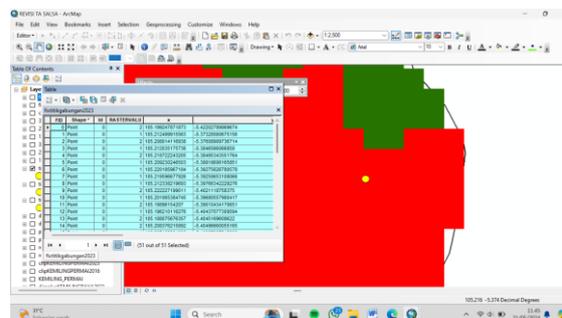
Gambar 14. Mengeluarkan Nilai Pada Titik *Sampling*



Gambar 15. *Field* Yang Telah Ditambahkan



Gambar 16. Tampilan *Calculate Geometri*



Gambar 17. Tampilan Koordinat

ID	Shape	X	Y	xd	yd	B
1	Point	813995.881180	848404.8118	100.714622	-8.370466	1023881.881180
2	Point	822094.814236	8402498.22136	100.188999	-8.458111	1023845.824236
3	Point	821778.866236	841118.53623	100.187861	-8.481848	1023778.866236
4	Point	824308.848118	840330.8111	100.218427	-8.388227	1023596.848118
5	Point	811128.848888	840388.8118	100.191864	-8.381128	1023688.848888
6	Point	824041.877881	840550.8778	100.217027	-8.378381	1023664.877881
7	Point	813962.812221	840550.8122	100.174861	-8.379781	1023662.812221
8	Point	823968.222114	840438.8221	100.213444	-8.381128	1023646.222114
9	Point	813982.811221	840374.8112	100.206277	-8.381128	1023642.811221
10	Point	821411.818244	840228.8182	100.182277	-8.488228	1023411.818244
11	Point	813982.811221	840188.8112	100.206277	-8.413811	1023384.811221
12	Point	823978.222114	840281.8221	100.214811	-8.488228	1023378.222114

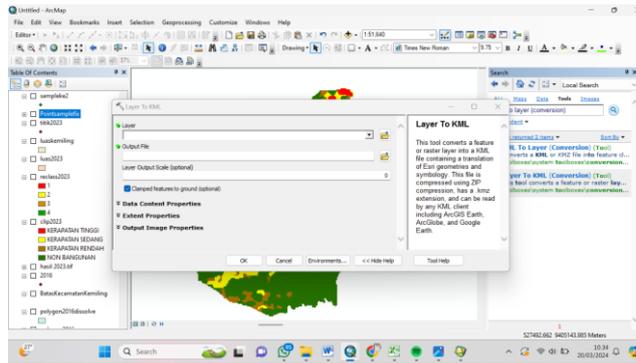
Gambar 18. Koodinat Dari Titik *Sampling*

3.4.5. Proses Validasi Lapangan

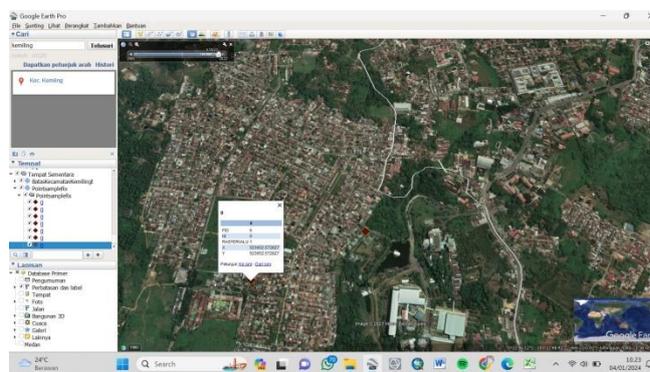
Pada tugas ahir ini diambil sampel sebanyak 36 sampel secara acak di Kecamatan Kemiling. Hasil data survei lapangan bertujuan untuk validasi lapangan dilakukan dalam Tugas Akhir ini. Hal ini bertujuan agar adanya kesesuaian keadaan tutupan lahan pada citra yang digunakan dengan keadaan sebenarnya. Pada proses validasi lapangan dilakukan pengelompokan sampel pada excel dengan memasukan data x dan y.

Setelah memasukan data excel koordinat pada hasil klasifikasi maka titik koordinat yang telah dilakukan akan tampil pada hasil klasifikasi hal ini bertujuan untuk mengecek data hasil klasifikasi sesuai atau tidak sesuai pada titik yang ada dilapangan tersebut.

Titik titik yang ada pada titik sampling yang telah dikerjakan tadi kita jadikan format KML agar dapat kita mengetahui keadaan dilapangannya secara langsung. Untuk tahun 2016 kita tidak dapat memvalidasinya secara langsung seperti yang kita lakukan pada validasi tahun 2023 melainkan kita menggunakan sofewafe Google Earth untuk melakukan validasi tahun 2016.



Gambar 19. Proses Pengubahan Format Titik Koordinat Menjadi KML



Gambar 20. Tampilan Titik Sampling Pada Aplikasi *Google Earth*



Gambar 21. Salah Satu Contoh Titik Dilapangan

3.4.6. Uji Akurasi

Tahapan uji akurasi klasifikasi dilakukan dengan metode uji akurasi menggunakan metode koefisien Kappa. Nilai koefisien Kappa mempunyai rentang 0 hingga 1, dalam proses pemetaan klasifikasi / penutupan lahan nilai akurasi yang dapat diterima yaitu 85% atau 0,85 (Anderson, 1976). Koefisien Kappa didasarkan atas konsistensi penilaian dengan mempertimbangkan semua aspek yaitu akurasi pembuat (*producer's accuracy / omission error*) dan akurasi pengguna (*user's accuracy / commission error*) yang diperoleh dari matrik kesalahan atau *confusion matrix*.

Tabel 4. *Confusion Matrix* Tahun 2016 (Sumber: Anderson, 1976)

		Data Lapangan		Total
		(Pengguna)		
		Lahan Terbangun	Tidak Terbangun	
Data		19	3	22
Klasifikasi (Pembuat)	Non Terbangun	2	26	28
	Total	21	29	50

Tabel 5. *Confusion Matrix* Tahun 2023 (Sumber: Anderson, 1976)

		Data Lapangan		Total
		(Pengguna)		
		Lahan Terbangun	Tidak Terbangun	
Data	Lahan Terbangun	23	4	27
Klasifikasi (Pembuat)	Non Terbangun	2	21	23
	Total	25	25	50

Melalui matrix kesalahan pada tabel diatas *User's Accuracy*, *Producer's Accuracy*, *Overall Accuracy*, *Omission Error*, *Comission Error* dan *Kappa Accuracy* dapat diperoleh secara matematis dengan cara berikut.

a. Perhitungan Akurasi Pengguna (*User's Accuracy*) sebagai berikut:

1. Tahun 2016

$$\text{Lahan Terbangun} = \frac{19}{22} \times 100\% = 86,363\%$$

$$\text{Non Terbangun} = \frac{26}{28} \times 100\% = 92,856\%$$

2. Tahun 2023

$$\text{Lahan Terbangun} = \frac{23}{27} \times 100\% = 85,185\%$$

$$\text{Non Terbangun} = \frac{21}{23} \times 100\% = 91,304\%$$

b. Perhitungan Akurasi Pembuat (*Producer's Accuracy*) sebagai berikut:

1. Tahun 2016

$$\text{Lahan Terbangun} = \frac{19}{21} \times 100\% = 90,476\%$$

$$\text{Non Terbangun} = \frac{26}{29} \times 100\% = 89,655\%$$

2. Tahun 2023

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

$$\text{Non Terbangun} = \frac{21}{25} \times 100\% = 84\%$$

c. Perhitungan akurasi keseluruhan (*Overall Accuracy*) didapat dari perbandingan sampel yang terhitung tanpa error dengan keseluruhan total sampel. Perhitungan secara matematis sebagai berikut:

1. Tahun 2016

$$\text{Overall Accuracy} = \left(\frac{19+26}{50} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{45}{50} \right) \times 100\% = 90\%$$

$$\text{Overall Error} = 100\% - 90\% = 10\%$$

2. Tahun 2023

$$\begin{aligned} \text{Overall Accuracy} &= \left(\frac{23+21}{50} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{43}{50} \right) \times 100\% = 88\% \end{aligned}$$

$$\text{Overall Error} = 100\% - 88\% = 12\%$$

d. Data yang tertinggal (*omitted*) pada proses klasifikasi (*Omission Error*) dapat dilakukan perhiungan sebagai berikut :

1. Tahun 2016

$$\text{Lahan Terbangun} = \frac{2}{21} \times 100\% = 9,523\%$$

$$\text{Non Terbangun} = \frac{3}{29} \times 100\% = 10,344\%$$

2. Tahun 2023

$$\text{Lahan Terbangun} = \frac{2}{25} \times 100\% = 8\%$$

$$\text{Non Terbangun} = \frac{4}{25} \times 100\% = 16\%$$

e. Persentase yang hilang dari suatu kelas setelah dibandingkan (*committed*) dengan data referensi (*Comission Error*) dapat dilakukan perhiungan sebagai berikut :

1. Tahun 2016

$$\text{Lahan Terbangun} = \frac{3}{22} \times 100\% = 13,636\%$$

$$\text{Non Terbangun} = \frac{2}{28} \times 100\% = 7,142\%$$

2. Tahun 2023

$$\text{Lahan Terbangun} = \frac{4}{27} \times 100\% = 14,814\%$$

$$\text{Non Terbangun} = \frac{2}{23} \times 100\% = 8,695\%$$

f. Perhitungan *Kappa Accuracy* sebagai berikut :

- Rumus

$$KA = \frac{N \sum_{i=1}^n m_{i,i} - \sum_{i=1}^n (G_i C_i)}{N^2 - \sum_{i=1}^n (G_i C_i)}$$

1. Tahun 2016

$$- N = 50$$

$$\begin{aligned} - \sum_{i=1}^n m_{i,i} &= (19+26) \\ &= 45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \sum_{i=1}^n (G_i C_i) &= (21 \times 22) + (29 \times 28) \\
 &= 462 + 812 \\
 &= 1274
 \end{aligned}$$

$$KA = \frac{50(45) - 1274}{45^2 - 1274} = 0,796$$

2. Tahun 2023

$$- N = 50$$

$$\begin{aligned}
 - \sum_{i=1}^n m_{i,i} &= (19 + 26) \\
 &= 44
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \sum_{i=1}^n (G_i C_i) &= (25 \times 27) + (25 \times 23) \\
 &= 675 + 575 \\
 &= 1250
 \end{aligned}$$

$$KA = \frac{50(44) - 1250}{44^2 - 1250} = 0,76$$

Hasil dari matriks konfusi yang diperoleh menghasilkan parameter yang memiliki nilai >85%, yang berarti nilai hasil uji akurasi yang didapatkan sudah memenuhi tingkat ketelitian minimum klasifikasi citra, sehingga dapat dilanjutkan ke langkah selanjutnya. Nilai koefisien kappa dari setiap parameter memiliki nilai >0.5, yang artinya nilai dari akurasi total memiliki pendekatan dengan nilai akurasi yang diharapkan. Rentang nilai koefisien kappa yaitu dari 0.1 sampai dengan 1, dimana nilai yang semakin mendekati 1 artinya kelas hasil klasifikasi dengan kelas test data semakin identik atau semakin akurat klasifikasinya (Kushardono, 2017).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian Tugas Akhir yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditentukan bahwa pola perubahan lahan terbangun dari tahun 2016 ke tahun 2023 cenderung signifikan dengan adanya peningkatan lahan terbangun di kelurahan Beringin Raya, Pinang Jaya, Kemiling Permai, dan Kedaung. Hal ini selaras dengan meningkatnya lahan terbangun yang meningkat pada kelurahan tersebut hingga 20% dalam rentang waktu 7 tahun. Hal ini juga disebabkan karena pada kelurahan tersebut banyak yang merupakan pusat perekonomian Kecamatan Kemiling.
2. Hasil klasifikasi lahan terbangun menggunakan metode *Maximum Likelihood Classifier* (MLC) mengalami perubahan yaitu kenaikan dari tahun 2016 ke tahun 2023. Pada tahun 2016, luas lahan terbangun sebesar 8,28 km² atau 45,15% dari luas wilayah Kecamatan Kemiling, dan pada tahun 2023 luas lahan terbangun bertambah menjadi 10,55 km² atau 57,51% dari luas Kecamatan Kemiling. Secara persentase, luas lahan terbangun mengalami peningkatan sebesar 12,36% dari tahun 2016 ke tahun 2023.

5.2. Saran

Ada pan saran pada tugas akhir ini adalah:

1. Tingginya alih fungsi lahan di Kecamatan Kemiling memerlukan adanya pengaturan dan pengawasan oleh pemerintah terkait di lingkungan permukiman bagi para warganya.

2. Meningkatkan kesadaran masyarakat akan lingkungan melalui gerakan-gerakan yang mampu mengajak masyarakat untuk dapat peduli terhadap lingkungan, dengan mengajak melakukan penghijauan di sekitar tempat tinggalnya.
3. Perlu adanya kajian kembali dengan beberapa metode tutupan lainnya sehingga dapat dijadikan perbandingan dari Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. R. 1976. *USGS Land Use And Land Cover Classification System. A Land Use And Land Cover Classification For Use With Remote Sensor Data*. U.S. Geological Survey Professional Paper 964, Government Printing Office, Washington, U.S.
- Anisa, R., & Suyadi, S. 2023. *A STUDY OF THE DENSITY OF BUILT-UP LAND BASED ON AERIAL PHOTOGRAPHS IN PASARAN ISLAND, BANDAR LAMPUNG*. *Jurnal Geoelebes*, 7(1), 53-63.
- Anderson, J. H., E., Roach J.T., & R. Wittmer,. 1976. *A Land Use And Land Cover Classification System For Use With Remote Sensor Data*. *Geological Survey Professional Paper 964*. Washington : United States Government Printing Office.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Edisi ke-2. Bogor: IPB Press.
- As-syakur, A. R., Adnyana, I. W., ArhanaI, W., & NuarsaI. 2012. *Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) for Mapping Built-Up and Bare Land in an Urban Area*. *Remote Sensing*, 4, 2957-2970.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2014. *Tabel Dinamis Subjek Kependudukan 2023*. Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bandar Lampung.
- Danoedoro,. 1996. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada.
- Danoedoro, P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Darmawan, M. G., & Fardani, I. 2022. *“Prediksi Deforestasi Hutan Menggunakan Metode Cellular Automata di Kabupaten Bogor,”* Bandung Conf. Ser. Urban Reg. Plan., vol. 2, no. 1, pp. 61–70, doi: 10.29313/bcsurp.v2i1.1764.

- Fardani, I. 2020. "Landuse change prediction model based on Cellular Automata (CA) method in Bandung City," J. Phys. Conf. Ser., vol. 1469, no. 1, doi: 10.1088/1742- 6596/1469/1/012030.
- Geospasial, B. I. 2014. *Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Badan Informasi Geospasial. Bogor.
- Hanif, Muhammad. 2015. *Bahan Pelatihan Penginderaan Jauh Tingkat Lanjut*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Jaya, I. N. S. 2002. *Penginderaan Jauh Satelit Kehutanan. Laboratorium Inventarisasi Hutan*. Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Jensen, J. R. 2005. *Remote sensing of the environment: an earth resources perspective*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, U.S.
- Kushardono, D. 2017. *Klasifikasi Digital pada Penginderaan Jauh*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Kosanke, R. M. 2019. No Title No Title No Title.
- Lillesand T. M., Kiefer, R.W., dan Chipman, J.W. 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Manhattan: John Wiley and Sons.
- Lillesand, T. M. dan Kiefer, R. W. 2000. *Remote Sensing and Image Interpretation*, ed 4th , Wiley & Sons, New York.
- Lillesand, T.M. dan Kiefer, R. W.. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley and Sons. New York.
- Lo, C. P. 1995. 'Penginderaan Jauh Terapan. Penerjemah: Bambang Purowaseso. Pendamping: Sutanto'. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Sugandhi, N., Supriatna, S., Kusratmoko, E., & Rakuasa, H. 2022. *Prediksi Perubahan Tutupan Lahan di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon Menggunakan Celular Automata-Markov Chain*. JPG (Jurnal Pendidikan Geografi), 9(2), 104-118.

Sugiarto, B. O. N. I. E., & KEBUMIAN, L. D. (2018). *Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Akibat Dampak Pembangunan Jembatan Suramadu di Kabupaten Bangkalan*. Dalam Jurnal Teknik Geomatika Fakultas Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Wicaksono, M. D. A. (2006). *Deteksi Perubahan Penutupan Lahan Hutan Mangrove Menggunakan Data Landsat di Delta Sungai Mahakam, Kalimantan Timur*, Skripsi, Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

LAMPIRAN