

SKRIPSI

SEGMENTASI CITRA SATELIT GOOGLE PADA WILAYAH KELURAHAN UNTUK PEMETAAN PEMANFAATAN LAHAN



Premananda Setyo

NPM: 6181901063

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
2023

UNDERGRADUATE THESIS

**GOOGLE SATELLITE IMAGE SEGMENTATION IN URBAN
VILLAGE FOR LAND USE MAPPING**



Premananda Setyo

NPM: 6181901063

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

SEGMENTASI CITRA SATELIT GOOGLE PADA WILAYAH KELURAHAN UNTUK PEMETAAN PEMANFAATAN LAHAN

Premananda Setyo

NPM: 6181901063

Bandung, 28 Juni 2023

Menyetujui,

Pembimbing

Digitally signed
by Veronica Sri
Moertini

Dr. Veronica Sri Moertini

Ketua Tim Penguji

Digitally signed
by Elisati Hulu

Elisati Hulu, M.T.

Anggota Tim Penguji

Digitally signed
by Gede Karya

Gede Karya, M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Digitally signed
by Mariskha Tri
Adithia

Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng

PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

SEGMENTASI CITRA SATELIT GOOGLE PADA WILAYAH KELURAHAN UNTUK PEMETAAN PEMANFAATAN LAHAN

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,
Tanggal 28 Juni 2023



Premananda Setyo
NPM: 6181901063

ABSTRAK

Tingginya tingkat pertumbuhan penduduk dan adanya arus urbanisasi penduduk ke daerah perkotaan, menyebabkan adanya alih fungsi lahan menjadi lahan-lahan yang lebih produktif guna mencukupi kebutuhan ekonomi dan tempat tinggal manusia. Namun, seringkali alih fungsi lahan di perkotaan dilakukan tanpa memperhatikan RTRW yang telah ditetapkan oleh pemerintah daerah. Seperti pada penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian ini melanjutkan untuk melakukan analisis pemanfaatan lahan pada wilayah kelurahan-kelurahan di beberapa kota dan kabupaten di Indonesia. Penelitian ini dilakukan guna mengetahui komposisi-komposisi dan memetakan pemanfaatan lahan yang dominan di suatu wilayah kelurahan.

Pada skripsi ini, dilakukan analisis pemanfaatan lahan dan perhitungan luas dari setiap kelas pemanfaatan lahan di wilayah kelurahan dengan menggunakan pendekatan segmentasi berbasis *grid*. Adapun dalam penelitian ini, digunakan fitur warna dominan dan tekstur untuk melakukan analisis pemanfaatan lahan di wilayah-wilayah kelurahan yang telah diunduh data citranya dari API *Google Maps*. Selanjutnya, pada setiap data *grid* citra kelurahan, dilakukan *clustering* dengan menggunakan algoritma *K-Means* untuk mendapatkan warna dominan dari pemanfaatan lahan. Fitur tekstur juga ditambahkan untuk meningkatkan kualitas model klasifikasi untuk analisis pemanfaatan lahan. Fitur tekstur pada *grid* data citra kelurahan diperoleh dengan melakukan transformasi *Discrete Wavelet Transform 2D* (DWT 2D) pada data citra. Namun, dikarenakan hasil transformasi DWT 2D merupakan data citra, dilakukan penyederhaan fitur untuk mempercepat komputasi dan meningkatkan akurasi model klasifikasi, di mana dilakukan perhitungan GLCM terhadap data *grid* citra hasil transformasi DWT 2D untuk memperoleh fitur tekstur.

Selanjutnya, setelah dilakukan proses *feature engineering* dengan mengubah data citra ke dalam bentuk warna dominan dan fitur tekstur, dilakukan analisis pemanfaatan lahan dengan menggunakan model klasifikasi *Random Forest*. Model *ensemble* dipilih dikarenakan tidak mudah terpengaruh terhadap data-data *outlier*. Pada penelitian ini, digunakan 2 buah model klasifikasi *Random Forest* untuk menganalisis wilayah kelurahan di kabupaten dan perkotaan. Untuk model analisis pemanfaatan lahan di wilayah kabupaten, diperoleh akurasi model sebesar 86%. Sementara, untuk model analisis pemanfaatan lahan di wilayah perkotaan, diperoleh akurasi sebesar 81%. Pada penelitian ini juga dibangun perangkat lunak berbasis web untuk menampilkan hasil analisis perhitungan luas pemanfaatan lahan berdasarkan kelas-kelas segmentasi pemanfaatan lahan di level abstraksi tertentu.

Kata-kata kunci: Segmentasi Citra, *Grid*, Tipe Pemanfaatan Lahan, Citra Satelit, *Clustering*, *K-Means*, Klasifikasi, *Random Forest*, Warna Dominan, Tekstur, *Discrete Wavelet Transform 2D*, *Grey Level Co-Occurrence Matrix*

ABSTRACT

The high population growth rate and the influx of population migration to urban areas have resulted in the conversion of land for more productive purposes to meet economic and human residential needs. However, land conversion in urban areas often occurs without considering the Regional Spatial Planning (RTRW) established by local governments. Building upon previous studies, this research continues to analyze land utilization in neighborhood areas in several cities and regencies in Indonesia. The purpose of this study is to determine the compositions and map the dominant land utilization in a neighborhood area.

In this undergraduate thesis, an analysis of land utilization and the calculation of the area for each land utilization class in neighborhood areas are conducted using a grid-based segmentation approach. In this research, dominant color and texture features are utilized to analyze land utilization in the downloaded image data of neighborhood areas from the Google Maps API. Subsequently, clustering is performed on each neighborhood's image grid data using the K-Means algorithm to obtain the dominant colors representing land utilization. Texture features are also added to enhance the classification model's quality for land utilization analysis. Texture features on the neighborhood image grid data are obtained by applying the 2D Discrete Wavelet Transform (DWT 2D) to the image data. However, since the output of the DWT 2D is image data, feature simplification is carried out to expedite computation and improve the classification model's accuracy, wherein the Grey Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) is computed for the grid image data resulting from the 2D Discrete Wavelet Transform to obtain texture features.

Furthermore, after the feature engineering process of transforming the image data into dominant colors and texture features, land utilization analysis is conducted using a Random Forest classification model. The ensemble model is chosen because it is less susceptible to the influence of outlier data. In this study, two Random Forest classification models are employed to analyze neighborhood areas in regencies and urban areas. The land utilization analysis model in the regency area achieves a model accuracy of 86%, while the land utilization analysis model in the urban area achieves an accuracy of 81%. Additionally, a web-based software is developed in this research to display the results of land utilization area calculations based on land utilization segmentation classes at a specific abstraction level.

Keywords: Image Segmentation, Grid, Land Cover Type, Satellite Imagery, Clustering, K-Means, Random Forest, Dominant Color, Texture, Discrete Wavelet Transform 2D, Grey Level Co-Occurrence Matrix

*Dipersembahkan untuk kedua orang tua, dosen-dosen, kemajuan
ilmu pengetahuan, dan seluruh pihak yang mendukung...*

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan di Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi dan Sains (FTIS), Universitas Katolik Parahyangan. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya ada hambatan dan rintangan yang dilalui. Oleh karena itu, Penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas dukungan dan bantuan telah diberikan oleh berbagai pihak, sebagai berikut:

1. Orang tua Penulis, yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan pada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
2. Ibu Dr. Veronica Sri Moertini selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, waktu, pengalaman, bimbingan, dan kesabaran dalam memberikan arahan untuk menyelesaikan skripsi ini;
3. Teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Sebagai penutup, Penulis berterima kasih juga kepada pembaca dokumen skripsi ini. Penulis berharap bahwa penelitian yang dilakukan dapat berkontribusi terhadap pengetahuan para pembaca, kemajuan ilmu pengetahuan, dan dapat menjadi referensi yang baik untuk penelitian-penelitian serupa di masa depan. Tidak lupa Penulis juga memohon maaf jika terdapat kesalahan dalam penulisan, sistematika, atau metode pada skripsi ini. Penulis sangat terbuka untuk menerima masukan dan saran dari pembaca terhadap penelitian ini.

Bandung, Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR KODE PROGRAM	xxix
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Metodologi	5
1.6 Sistematika Pembahasan	5
2 LANDASAN TEORI	7
2.1 Klasifikasi Tipe Pemanfaatan Lahan	7
2.2 <i>Image Processing</i> [1]	8
2.3 Citra Satelit	10
2.4 Model Warna [2, 3]	14
2.4.1 Model Warna RGB (<i>Red, Green, Blue</i>)	15
2.4.2 Model Warna HSV (<i>Hue, Saturation, Value</i>)	16
2.5 <i>Big Data</i>	17
2.6 Hadoop [4]	18
2.6.1 Spark [5]	19
2.7 Algoritma Klasifikasi dan <i>Clustering</i> Untuk Segmentasi	22
2.7.1 Klasifikasi	22
2.7.2 <i>Clustering</i> [6]	28
2.8 Tekstur	30
2.8.1 <i>Discrete Wavelet Transform 2D (DWT 2D)</i> [3]	30
2.8.2 GLCM (<i>Grey Level Co-ocurence Matrix</i>)[3]	34
2.9 Visualisasi Data	36
2.9.1 Tabel[7]	37
2.9.2 <i>Horizontal Bar Chart</i> [7]	37
2.9.3 <i>Dasymetric Map</i> [8]	38
2.10 <i>Data Warehouse</i> [6]	39
3 EKSPLORASI DATA, TEKNOLOGI, DAN PEMODELAN TAHAP AWAL	41
3.1 Eksplorasi Data	41
3.2 Pembuatan Program Untuk <i>Labeling</i> Tipe Pemanfaatan Lahan Pada Data Citra	52

3.3	Pembuatan Data <i>Train</i> Untuk Pemodelan Tahap Awal	54
3.4	Pemodelan Tahap Awal Untuk Segmentasi Tipe Pemanfaatan Lahan Berdasarkan Citra Satelit	56
3.5	Revisi Program <i>Labeling Image</i> Untuk Pembuatan Data <i>Train</i> Model Klasifikasi Untuk Analisis Pemanfaatan Lahan	60
3.5.1	Fitur Perangkat Lunak	60
3.5.2	Diagram <i>Use Case</i> Perangkat Lunak <i>Labeling Image</i>	60
3.5.3	Implementasi Antarmuka Program <i>Labeling Image</i> Setelah Dilakukan Revisi	64
3.5.4	Hasil Pengolahan Fitur Perangkat Lunak <i>Labeling Image</i>	65
3.6	Eksplorasi Teknologi <i>Big Data</i> Dengan Menggunakan <i>Spark</i> Untuk Klasifikasi	79
4	PENGUMPULAN DATA CITRA SATELIT, PENYIAPAN DATA, DAN EVALUASI PE-	
	MODELAN	87
4.1	Pengumpulan Data Citra Satelit	87
4.1.1	Mengunduh Data Koordinat Batas Kelurahan[9]	88
4.1.2	Menentukan Koordinat Ujung Dari Batas Wilayah Kelurahan[10]	90
4.1.3	Mengkonversi Koordinat Ujung-ujung <i>Tile</i> Menjadi Koordinat <i>Tile</i> [10]	91
4.1.4	Penyesuaian Koordinat <i>Latitude</i> dan <i>Longitude</i> Untuk Pengunduhan Ujung Data Citra Satelit Berdasarkan <i>Tile</i> [10]	92
4.1.5	Mengkonversi Koordinat <i>Latitude</i> dan <i>Longitude</i> ke Koordinat <i>Pixel</i>	93
4.1.6	Pemotongan Data Citra Satelit Sesuai Batasan Kelurahan[10]	94
4.1.7	Pemotongan Data Citra Satelit Ke Dalam <i>Tile</i>	96
4.1.8	Pembuatan Metadata Tiap <i>Tile</i> Citra Satelit Kelurahan[10]	97
4.1.9	Permasalahan Dalam Proses Pengumpulan Data	99
4.2	Penyiapan Data	100
4.2.1	Membaca Data <i>Tile</i> Citra Berukuran 256x256 <i>Pixel</i>	100
4.2.2	Melakukan Pemotongan Data <i>Tile</i> Citra Kelurahan Ke Dalam <i>Grid</i>	101
4.2.3	Melakukan Konversi Data Warna Gambar Ke Dalam Bentuk HSV dan RGB	105
4.2.4	Melakukan <i>Clustering K-Means</i> Untuk Mendapatkan Warna Dominan dan Persentasenya	106
4.2.5	Pembuatan Fitur Tekstur Dengan <i>Discrete Wavelet Transform 2D</i>	115
4.2.6	Pembuatan Fitur Tekstur Statistik dengan GLCM (<i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i>)	118
4.2.7	Permasalahan Dalam Proses Penyiapan Data	120
4.2.8	Daftar Kelurahan yang Berhasil Dilakukan <i>Pre-Processing</i>	121
4.3	Penyiapan Data <i>Train</i> Untuk Model Klasifikasi Untuk Analisis Tipe Pemanfaatan Lahan	127
4.4	Analisis dan Evaluasi Penggunaan Model Klasifikasi Untuk Analisis Tipe Pemanfaatan Lahan	131
4.4.1	Membaca <i>Dataset Training</i> Untuk Proses <i>Train</i> Model	132
4.4.2	Melakukan <i>Tuning Hyperparameter</i> dan Evaluasi Performansi Model Klasifikasi <i>Random Forest</i>	133
4.4.3	Analisis dan Evaluasi Pemanfaatan Model Klasifikasi Untuk Analisis Pemanfaatan Lahan Di Wilayah Kelurahan Tahap Pertama	144
4.4.4	Analisis dan Evaluasi Pemanfaatan Model Klasifikasi Untuk Analisis Pemanfaatan Lahan Di Wilayah Kelurahan Setelah Dilakukan <i>Undersampling</i>	148
4.5	Evaluasi Perhitungan Luas Pemanfaatan Lahan Dari Hasil Segmentasi Citra Kelurahan	155
5	PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK, <i>Data Warehouse</i>, DAN IMPLEMENTASINYA	157
5.1	Fitur Perangkat Lunak	157
5.2	Diagram <i>Use Case</i>	159

5.3	Perancangan Antarmuka	161
5.3.1	Halaman <i>General Monitoring</i>	161
5.3.2	Halaman <i>Detail Monitoring</i>	163
5.4	Perancangan Skema <i>Data Warehouse</i>	164
5.5	Perhitungan Luas Pemanfaatan Lahan Berdasarkan Hasil Analisis Pemanfaatan Lahan	165
5.6	Implementasi Halaman Antarmuka	166
5.6.1	Halaman <i>General Monitoring</i>	166
5.6.2	Halaman <i>Detail Monitoring</i>	167
6	KESIMPULAN DAN SARAN	169
6.1	Kesimpulan	169
6.2	Saran	171
	DAFTAR REFERENSI	173
	A KODE PROGRAM	175
	B HASIL EKSPERIMEN	219

DAFTAR GAMBAR

1.1	Perbedaan hijau pada sawah dengan RTH yang berbeda	2
1.2	Segmentasi tutupan lahan menggunakan citra satelit	2
2.1	Metode segmentasi dengan <i>thresholding</i>	9
2.2	Metode segmentasi dengan <i>clustering</i>	10
2.3	Sistem koordinat <i>latitude</i> dan <i>longitude</i>	11
2.4	Proyeksi Mercator	11
2.5	Koordinat x dan y pada proyeksi peta <i>Google Maps</i>	12
2.6	Sistem pengalamatan <i>tile</i> pada peta <i>Google Maps</i>	14
2.7	Perbesaran <i>tile</i> pada peta <i>Google Maps</i>	14
2.8	Model warna RGB	15
2.9	Model warna HSV	16
2.10	Karakteristik <i>big data</i>	17
2.11	Arsitektur Hadoop	18
2.12	Model pemrograman <i>MapReduce</i>	19
2.13	Komponen dan API pada Spark	19
2.14	Arsitektur Spark	20
2.15	<i>Narrow Transformation</i> dan <i>Wide Transformation</i>	21
2.16	Ilustrasi model <i>decision tree</i>	23
2.17	Ilustrasi model <i>random forest</i>	26
2.18	<i>Confusion matrix</i>	27
2.19	Ilustrasi model <i>K-Means</i>	29
2.20	Citra asli <i>tile</i> Kelurahan Ancol nomor 22	31
2.21	Contoh hasil transformasi DWT 2D	31
2.22	Ilustrasi data citra asli I sebelum dilakukan DWT 2D	32
2.23	Ilustrasi data citra asli I setelah dilakukan <i>scaling</i> secara horizontal	32
2.24	Ilustrasi data citra asli I setelah dilakukan <i>Wavelet Transform</i> secara horizontal	33
2.25	Ilustrasi penggabungan data citra hasil <i>Scaling</i> dan <i>Wavelet Transform</i> secara horizontal	33
2.26	Ilustrasi proses vertikal <i>Scaling</i>	33
2.27	Ilustrasi proses vertikal <i>Wavelet Transform</i>	33
2.28	Hasil akhir citra setelah melewati proses transformasi <i>Discrete Wavelet Transform 2D</i>	33
2.29	Sudut pengerjaan GLCM dengan <i>distance 1</i>	34
2.30	Contoh komputasi GLCM	34
2.31	Contoh tabel yang baik	37
2.32	Arah manusia membaca membentuk pola huruf z	37
2.33	Contoh <i>horizontal bar chart</i>	38
2.34	Contoh <i>dasymetric map</i>	38
2.35	Ilustrasi <i>star schema</i> pada <i>data warehouse</i> penelitian ini	40
3.1	Proses penyatuan <i>tile</i> citra kelurahan menjadi citra kelurahan utuh	42
3.2	Hasil citra kelurahan setelah disatukan	43
3.3	Cacat akibat data <i>corrupt</i> pada Kelurahan Alasmalang	44

3.4	Jumlah baris data yang tidak lengkap karena <i>Corrupt</i>	44
3.5	<i>Noise</i> warna pada data citra satelit kelurahan yang telah dikumpulkan di <i>cluster</i> HDFS	45
3.6	Citra satelit dengan perbesaran yang terlalu kecil untuk wilayah padat penduduk	46
3.7	Banyaknya bangunan dengan warna dominan serupa namun berbeda tipe pemanfaatan lahan	47
3.8	Perbedaan warna dominan dari lahan pertanian	48
3.9	Perbedaan warna dominan atap dari bangunan non-industri	49
3.10	Perbedaan warna dominan atap dari bangunan industri	50
3.11	Perbedaan warna dominan dari air tambak	50
3.12	Perbedaan warna dominan dari wilayah perairan	51
3.13	Perbedaan warna jalan dari tipe pemanfaatan lahan transportasi	51
3.14	Tampilan UI program untuk <i>labeling</i>	53
3.15	Contoh dataset <i>feature engineering</i> dengan model warna RGB hasil <i>labeling</i>	54
3.16	Contoh dataset <i>feature engineering</i> dengan model warna HSV hasil <i>labeling</i>	54
3.19	Diagram <i>use case Labeling Image</i>	61
3.20	Antarmuka program <i>Labeling Image</i> setelah revisi	65
4.1	Alur pengunduhan data	88
4.2	Data batas wilayah kelurahan dalam format JSON	90
4.3	Titik Merah Merupakan Ilustrasi Koordinat Ujung <i>Tile</i>	91
4.4	Ilustrasi menentukan penyesuaian ujung-ujung koordinat kelurahan yang diunduh <i>tile</i>	92
4.5	Ilustrasi penyesuaian lebar dan tinggi gambar sesuai dengan koordinat <i>pixel</i>	94
4.6	Ilustrasi <i>masking</i> berdasarkan kontur	95
4.7	Gambar hasil akhir proses pemotongan berdasarkan batas kelurahan	95
4.8	Ilustrasi pemotongan citra kelurahan utuh menjadi <i>tile</i> citra kelurahan	96
4.9	Hierarki penyimpanan data <i>tile</i> citra kelurahan	97
4.10	Alur penyiapan data	100
4.11	Ilustrasi pembacaan data <i>tile</i> Citra kelurahan menggunakan Opencv	101
4.12	Pemotongan data <i>tile</i> citra ke dalam <i>grid</i> 4x4 <i>pixel</i>	101
4.13	Pemotongan data <i>tile</i> citra kelurahan kabupaten ke dalam <i>grid</i> 8x8 <i>pixel</i>	102
4.14	Pemotongan data <i>tile</i> citra kelurahan perkotaan ke dalam <i>grid</i> 4x4 <i>pixel</i>	103
4.15	Pemotongan data <i>tile</i> citra kelurahan perkotaan ke dalam <i>grid</i> 8x8 <i>pixel</i>	103
4.16	Pemotongan data <i>tile</i> citra kelurahan perkotaan ke dalam <i>grid</i> 16x16 <i>pixel</i>	104
4.17	Ilustrasi <i>clustering</i> dalam <i>grid</i>	106
4.18	Ilustrasi <i>centroid</i> (+) pada <i>K-Means</i> tertarik ke warna pemanfaatan lahan pertanian (hijau muda) pada saat mendeteksi perumahan (jingga)	107
4.19	Hasil Metode <i>elbow</i> dari beberapa <i>grid</i> citra kelurahan di wilayah kabupaten	108
4.20	Hasil metode <i>elbow</i> dari beberapa <i>grid</i> citra kelurahan di wilayah kabupaten (2)	109
4.21	Hasil metode <i>elbow</i> dari beberapa <i>grid</i> citra kelurahan di wilayah perkotaan	111
4.22	Hasil metode <i>elbow</i> dari beberapa <i>grid</i> citra kelurahan di wilayah perkotaan (2)	112
4.23	Ilustrasi perbedaan warna tipe pemanfaatan lahan RTH dan pertanian	115
4.24	Citra asli <i>tile</i> Kelurahan Ancol nomor 22	116
4.25	Contoh hasil transformasi DWT 2D	117
4.26	Sudut pengerjaan GLCM dengan <i>distance</i> 1	119
4.27	<i>Flowchart</i> tahapan penyiapan data <i>train</i> untuk model analisis tipe pemanfaatan lahan di wilayah kelurahan	128
4.28	<i>Flowchart</i> tahapan analisis dan evaluasi model klasifikasi untuk analisis pemanfaatan lahan	132
4.29	Ilustrasi kesalahan hasil segmentasi berdasarkan tipe pemanfaatan lahan di wilayah kabupaten	145

4.30	Ilustrasi citra kelurahan hasil segmentasi berdasarkan tipe pemanfaatan lahan di wilayah kabupaten	146
4.31	Ilustrasi citra kelurahan hasil segmentasi berdasarkan tipe pemanfaatan lahan di wilayah perkotaan	147
4.32	Ilustrasi kesalahan hasil segmentasi berdasarkan tipe pemanfaatan lahan di wilayah perkotaan	148
4.33	Ilustrasi perbandingan hasil segmentasi sebelum dan setelah dilakukan <i>undersampling</i> untuk model kabupaten	150
4.34	Ilustrasi perbandingan hasil segmentasi sebelum dan setelah dilakukan <i>undersampling</i> untuk model kabupaten (2)	151
4.35	Ilustrasi perbandingan hasil segmentasi sebelum dan setelah dilakukan <i>undersampling</i> untuk model perkotaan	153
4.36	Ilustrasi perbandingan hasil segmentasi sebelum dan setelah dilakukan <i>undersampling</i> untuk model perkotaan (2)	154
5.1	Diagram <i>use case</i> LCMS	159
5.2	<i>Mockup</i> antarmuka halaman <i>General Monitoring</i>	161
5.3	<i>Mockup</i> antarmuka halaman <i>General Monitoring</i> setelah menentukan tingkat agregat analisis pemanfaatan lahan dan mencari nama wilayah yang ingin dianalisis tipe pemanfaatan lahannya	162
5.4	<i>Mockup</i> antarmuka halaman <i>Detail Monitoring</i> setelah melakukan pencarian wilayah kelurahan yang ingin dilihat analisis pemanfaatan lahannya	163
5.5	ERD <i>data warehouse</i> dengan <i>fact table</i> dataSegmentasi	164
5.6	ERD <i>data warehouse</i> dengan <i>fact table</i> dataCitra	165
5.7	Antarmuka halaman <i>General Monitoring</i> sebelum melakukan pencarian wilayah yang ingin dilihat analisis pemanfaatannya	166
5.8	Antarmuka halaman <i>General Monitoring</i> setelah melakukan pencarian wilayah yang ingin dilihat analisis pemanfaatannya	166
5.9	Antarmuka halaman <i>General Monitoring</i> setelah melakukan pencarian wilayah yang ingin dilihat analisis pemanfaatannya (2)	167
5.10	Antarmuka halaman <i>Detail Monitoring</i> sebelum melakukan pencarian wilayah yang ingin dilihat analisis pemanfaatannya	167
5.11	Antarmuka halaman <i>Detail Monitoring</i> setelah melakukan pencarian wilayah yang ingin dilihat analisis pemanfaatannya	168
5.12	Antarmuka halaman <i>Detail Monitoring</i> setelah melakukan pencarian wilayah yang ingin dilihat analisis pemanfaatannya (2)	168
B.1	Ilustrasi perbandingan citra Kelurahan Kalihurip sebelum dan setelah disegmentasi	219
B.2	Ilustrasi perbandingan citra Kelurahan Jatimekar sebelum dan setelah disegmentasi	220
B.3	Ilustrasi perbandingan citra Kelurahan Cemarajaya sebelum dan setelah disegmentasi	220
B.4	Ilustrasi perbandingan citra Kelurahan Balongsari sebelum dan setelah disegmentasi	221
B.5	Ilustrasi perbandingan citra Kelurahan Bantarjaya sebelum dan setelah disegmentasi	221
B.6	Ilustrasi perbandingan citra Kelurahan Ancol sebelum dan setelah disegmentasi . .	222
B.7	Ilustrasi perbandingan citra Kelurahan Babakan Ciamis sebelum dan setelah disegmentasi	223
B.8	Ilustrasi perbandingan citra Kelurahan Husein Sastranegara sebelum dan setelah disegmentasi	223
B.9	Ilustrasi perbandingan citra Kelurahan Arjuna sebelum dan setelah disegmentasi .	224
B.10	Ilustrasi perbandingan citra Kelurahan Cimenerang sebelum dan setelah disegmentasi	224
B.11	Ilustrasi perbandingan citra Kelurahan Babakan Penghulu sebelum dan setelah disegmentasi	225

DAFTAR TABEL

2.1	Keterangan Notasi Akurasi, Presisi, Recall, dan F1-Score	28
2.2	Keterangan Notasi DWT 2D	32
2.3	Keterangan Notasi GLCM	36
2.4	Perbedaan Database Transaksional Dengan Data Warehouse	39
3.1	Deskripsi Dataset	41
3.2	Deskripsi Kelas Segmentasi Untuk Klasifikasi	48
3.3	Deskripsi Atribut Hasil Transformasi Data RGB Dengan Program	53
3.4	Deskripsi Atribut Hasil Transformasi Data HSV Dengan Program	54
3.5	Jumlah <i>Record</i> Pada <i>File</i> TotalHSV.csv dan TotalRGB.csv Untuk Setiap Kelas Hasil <i>Labeling</i>	55
3.6	Metriks Evaluasi Klasifikasi <i>Random Forest</i> Dengan Fitur RGB	57
3.7	<i>Confusion Matrix</i> Model Klasifikasi <i>Random Forest</i> Dengan Fitur RGB	58
3.8	Metriks Evaluasi Klasifikasi <i>Random Forest</i> Dengan Fitur HSV	59
3.9	<i>Confusion Matrix</i> Model Klasifikasi <i>Random Forest</i> Dengan Fitur HSV	60
3.17	Deskripsi Atribut Hasil Transformasi Data RGB Dengan Program <i>Labeling Image</i>	65
3.18	Deskripsi Atribut Hasil Transformasi Data HSV Dengan Program <i>Labeling Image</i>	72
3.19	Jumlah Data <i>Train</i> Untuk Model Analisis Pemanfaatan Lahan Kelurahan di Wilayah Kabupaten	82
3.20	Hasil Pengukuran Metrik Klasifikasi <i>Random Forest</i> Dengan <i>Tuning Hyperparameter</i> numTree 100 Sampai 1200 Dengan maxDepth 4 di Pyspark	83
3.21	Hasil Pengukuran Metrik Klasifikasi <i>Random Forest</i> Dengan <i>Tuning Hyperparameter</i> maxDepth 5 Sampai 30 Dengan numTrees 600 di Pyspark	83
3.22	Hasil Pengukuran Metrik Klasifikasi <i>Random Forest</i> Dengan <i>Tuning Hyperparameter Impurity</i> Dengan numTrees 600 dan maxDepth 25 di Pyspark	83
3.23	Jumlah Data <i>Train</i> Untuk Model Analisis Pemanfaatan Lahan Kelurahan di Wilayah Perkotaan	84
3.24	Hasil Pengukuran Metrik Klasifikasi <i>Random Forest</i> Dengan <i>Tuning Hyperparameter</i> numTree 100 Sampai 1200 Dengan maxDepth 4 di Pyspark	84
3.25	Hasil Pengukuran Metrik Klasifikasi <i>Random Forest</i> Dengan <i>Tuning Hyperparameter</i> maxDepth 5 Sampai 30 Dengan numTrees 800 di Pyspark	85
3.26	Hasil Pengukuran Metrik Klasifikasi <i>Random Forest</i> Dengan <i>Tuning Parameter Impurity</i> Dengan numTrees 800 dan maxDepth 25 di Pyspark	85
4.1	Parameter Pengunduhan Data KelDesa_10K di REST API Badan Geospatial Indonesia	89
4.2	Informasi Metadata dari Data KelDesa_10K	89
4.3	Parameter yang Digunakan Untuk Konversi Koordinat <i>Latitude</i> dan <i>Longitude</i> Dari Ujung Kelurahan ke Bentuk Koordinat <i>Tile</i>	91
4.4	Parameter yang Digunakan Untuk Penyesuaian Koordinat <i>Latitude</i> dan <i>Longitude</i> Dari Ujung Kelurahan Agar Sesuai Dengan ukuran <i>Tile</i>	93
4.5	Parameter yang Digunakan Untuk Konversi Koordinat <i>Latitude</i> dan <i>Longitude</i> Menjadi Koordinat <i>Pixel</i>	93

4.6	Informasi Atribut Kolom Metadata	97
4.7	Daftar Kelurahan yang Mengalami Kegagalan Dalam Pengunduhan	99
4.8	Parameter Fungsi Buat <i>Tile</i>	105
4.9	Hasil Nilai <i>Elbow K</i> Berdasarkan Percobaan <i>Grid</i> Data Citra Kelurahan Kabupaten	109
4.10	Hasil Nilai <i>Elbow K</i> Berdasarkan Percobaan <i>Grid</i> Data Citra Data Citra Kelurahan Perkotaan	112
4.11	Parameter Fungsi <i>Clustering</i> 3 Warna Dominan Dari Data <i>Grid</i> Citra Kelurahan	113
4.12	Parameter Fungsi <i>getDWT2D</i> Untuk Ekstraksi Fitur Tekstur Dari Data <i>Grid</i> Citra Kelurahan	118
4.13	Parameter Fungsi Untuk Mendapatkan Fitur GLCM Dari Data <i>Grid</i> Citra Kelurahan	120
4.14	Daftar Kota/Kabupaten yang Datanya Disiapkan Untuk Dianalisis Pemanfaatan Lahannya	121
4.15	Daftar Kelurahan di Kabupaten Bandung Barat yang Datanya Telah Berhasil Disiapkan Pada Tahapan Penyiapan Data	121
4.16	Daftar Kelurahan di Kabupaten Bekasi yang Datanya Telah Berhasil Disiapkan Pada Tahapan Penyiapan Data	123
4.17	Daftar Kelurahan di Kabupaten Cianjur yang Datanya Telah Berhasil Disiapkan Pada Tahapan Penyiapan Data	123
4.18	Daftar Kelurahan di Kabupaten Karawang yang Datanya Telah Berhasil Disiapkan Pada Tahapan Penyiapan Data	124
4.19	Daftar Kelurahan di Kabupaten Purwakarta yang Datanya Telah Berhasil Disiapkan Pada Tahapan Penyiapan Data	125
4.20	Daftar Kelurahan di Kota Bandung yang Datanya Telah Berhasil Disiapkan Pada Tahapan Penyiapan Data	126
4.21	Daftar Kelurahan di Kota Depok yang Datanya Telah Berhasil Disiapkan Pada Tahapan Penyiapan Data	127
4.22	Daftar Kelurahan di Kota Banjar yang Datanya Telah Berhasil Disiapkan Pada Tahapan Penyiapan Data	127
4.23	Detail Data <i>Tile</i> Citra Kelurahan yang Digunakan Untuk <i>Dataset Train</i> Model Klasifikasi Kabupaten	128
4.24	Jumlah <i>Dataset Train</i> Untuk Model Analisis Pemanfaatan Lahan Kelurahan di Wilayah Kabupaten	129
4.25	Detail Data <i>Tile</i> Citra Kelurahan yang Digunakan Untuk <i>Dataset Train</i> Model Klasifikasi Perkotaan	130
4.26	Jumlah <i>Record Data Train</i> Untuk Model Analisis Pemanfaatan Lahan Kelurahan di Wilayah Perkotaan	131
4.27	Detail Nama <i>File Dataset Training</i> Model Klasifikasi	133
4.28	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter n_estimator</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kabupaten Dengan Model Warna HSV	134
4.29	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter max_depth</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kabupaten Dengan Model Warna HSV	135
4.30	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter criterion</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kabupaten Dengan Model Warna HSV	135
4.31	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter min_samples_leaf</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kabupaten Dengan Model Warna HSV	135
4.32	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter min_samples_leaf</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Train Set</i> Data Kabupaten Dengan Model Warna HSV	136
4.33	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter n_estimators</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kabupaten Dengan Model Warna RGB	136
4.34	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter max_depth</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kabupaten Dengan Model Warna RGB	137

4.35	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter criterion</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kabupaten Dengan Model Warna RGB	137
4.36	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter min_samples_leaf</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kabupaten Dengan Model Warna RGB	138
4.37	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter min_samples_leaf</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Train Set</i> Data Kabupaten Dengan Model Warna RGB	138
4.38	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter n_estimators</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kota Dengan Model Warna HSV	138
4.39	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter max_depth</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kota Dengan Model Warna HSV	139
4.40	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter criterion</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kota Dengan Model Warna HSV	140
4.41	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter min_samples_leaf</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kota Dengan Model Warna HSV	140
4.42	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter min_samples_leaf</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Train Set</i> Data Kota Dengan Model Warna HSV	140
4.43	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter n_estimators</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kota Dengan Model Warna RGB	141
4.44	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter max_depth</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kota Dengan Model Warna RGB	141
4.45	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter criterion</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kota Dengan Model Warna RGB	142
4.46	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter min_samples_leaf</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Test Set</i> Data Kota Dengan Model Warna RGB	142
4.47	Hasil Evaluasi <i>Tuning Hyperparameter min_samples_leaf</i> Pada Model <i>Random Forest</i> Untuk Prediksi <i>Train Set</i> Data Kota Dengan Model Warna RGB	143
4.48	<i>Confusion Matrix Test Set</i> Dari Model <i>Random Forest</i> Kabupaten Dengan Model Warna HSV	143
4.49	<i>Confusion Matrix</i> Terhadap <i>Test Set</i> Model <i>Random Forest</i> Perkotaan Dengan Model Warna HSV	144
4.50	Jumlah <i>Record Dataset Training</i> Kabupaten Setelah Di <i>Undersampling</i>	149
4.51	Hasil Evaluasi Model <i>Random Forest</i> Untuk Analisis Pemanfaatan Lahan Dari Kelurahan Di Wilayah Kabupaten Setelah Dilakukan <i>Undersampling</i>	149
4.52	<i>Confusion Matrix</i> Terhadap <i>Test Set</i> Dari Model Klasifikasi <i>Random Forest</i> Untuk Analisis Pemanfaatan Lahan Kelurahan Di Kabupaten Setelah Dilakukan <i>Undersampling</i>	149
4.53	Jumlah <i>Record Dataset Training</i> Perkotaan Setelah Di <i>Undersampling</i>	152
4.54	Hasil Evaluasi Model <i>Random Forest</i> Untuk Analisis Pemanfaatan Lahan Dari Kelurahan Di Wilayah Perkotaan Setelah Dilakukan <i>Undersampling</i>	152
4.55	<i>Confusion Matrix</i> Terhadap <i>Test Set</i> Dari Model Klasifikasi <i>Random Forest</i> Untuk Analisis Pemanfaatan Lahan Kelurahan Di Perkotaan Setelah Dilakukan <i>Undersampling</i>	152
4.56	Evaluasi Perhitungan Luas Hasil Segmentasi Dengan Luas Aktual	155
5.1	Tabel Pembagian Fitur Berdasarkan Halaman	157

DAFTAR KODE PROGRAM

3.1	Kode untuk mengunduh citra satelit dari HDFS	41
3.2	Kode untuk menyatukan <i>tile-tile</i> citra kelurahan	42
3.3	Kode untuk melakukan <i>tuning hyperparameter</i> pada <i>random forest</i> Pyspark	79
4.1	Kode untuk memotong data <i>tile</i> citra kelurahan menjadi <i>grid</i>	105
4.2	Kode untuk konversi warna BGR ke RGB dan HSV	105
4.3	Kode untuk mencari 3 warna dominan beserta persentasenya berdasarkan data <i>grid</i> citra kelurahan	114
4.4	Kode untuk transformasi <i>grid</i> citra kelurahan menggunakan DWT2D	118
4.5	Kode untuk mendapatkan fitur-fitur hasil GLCM berdasarkan <i>grid</i> citra hasil DWT2D	120
4.6	Kode untuk membaca data <i>train</i>	133
5.1	Kode untuk menghitung luas pemanfaatan lahan di wilayah kelurahan berdasarkan tipe pemanfaatan lahannya	165
A.1	UnduhJSON.py	175
A.2	UnduhCitra.py	176
A.3	buatMetaData.py	181
A.4	LabelingImg.py	184
A.5	makeSegmentationData.py	193
A.6	makeAnalisisData.py	197
A.7	bikinHasilSegmentasi.py	200
A.8	DBInsert.py	202
A.9	tuningRF.py	205
A.10	modelDM.py	210
A.11	modelGM.py	210
A.12	ViewDM.py	210
A.13	ViewGM.py	211
A.14	ViewDM.html	213
A.15	ViewGM.html	215

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tingginya tingkat pertumbuhan penduduk dan urbanisasi penduduk ke daerah perkotaan telah menyebabkan banyaknya alih fungsi lahan di kota-kota besar di Indonesia. Alih fungsi lahan di kota-kota besar kebanyakan dilakukan untuk mencukupi kebutuhan tempat tinggal masyarakat di perkotaan. Namun, terkadang alih fungsi lahan untuk area perumahan di perkotaan tidak sesuai dengan rencana tata ruang dan wilayah (RTRW) yang telah ditetapkan oleh pemerintah daerah. Oleh karena itu, alih fungsi lahan dapat menimbulkan permasalahan tersendiri bagi masyarakat perkotaan khususnya menimbulkan dampak bagi lingkungan dan kehidupan masyarakat sekitar. Alih fungsi lahan tanpa memperhatikan rencana tata ruang dan wilayah (RTRW) yang berlaku dapat mempengaruhi tingkat ketahanan pangan suatu daerah dan dapat menimbulkan bencana ekologis di lingkungan sekitar. Namun, di sisi lain alih fungsi lahan yang bersesuaian dengan peningkatan pembangunan infrastruktur daerah dan sesuai dengan peruntukkan topografi lahannya, dapat membawa manfaat di mana dapat meningkatkan pendapatan dan standar hidup masyarakat, meningkatkan perekonomian daerah, serta dapat menekan tingkat pengangguran di suatu daerah.

Menurut Rizqi Wardiana Sari dan Eppy Yuliani dalam artikelnya yang berjudul "Identifikasi Dampak Alih Fungsi Lahan Pertanian ke Non Pertanian Untuk Perumahan"[11], terdapat beberapa faktor yang menyebabkan alih fungsi lahan, diantaranya adalah peningkatan jumlah penduduk yang tidak berbanding lurus dengan kebutuhan lahan untuk aktivitas masyarakat (untuk perdagangan, industri, dan untuk pembangunan fasilitas umum pendukung lainnya), adanya kenaikan nilai tanah seiring dengan berkembangnya infrastruktur pendukung ke daerah tersebut, rendahnya pendapatan di sektor pertanian yang mendorong masyarakat untuk memilih meninggalkan lahan pertanian dan melakukan alih fungsi lahan untuk kegiatan usaha lainnya, adanya degradasi lingkungan (musim tidak menentu sehingga menyebabkan lahan pertanian kering) dan infrastruktur pertanian (irigasi) yang tidak mendukung sehingga menyebabkan kegiatan pertanian semakin tidak menguntungkan. Selain itu, dikarenakan lemahnya pengawasan pemerintah daerah terhadap pemanfaatan ruang sehingga menyebabkan adanya penyalahgunaan lahan yang tidak merujuk pada rencana tata ruang dan wilayah (RTRW) yang telah ditetapkan pemerintah daerah setempat juga menyebabkan alih fungsi lahan di area perkotaan semakin banyak dilakukan dan menjadi tidak terkendali. Dikarenakan banyaknya alih fungsi lahan tanpa merujuk pada rencana tata ruang dan wilayah (RTRW), melalui penelitian ini diharapkan dapat menghadirkan sebuah solusi yang dapat mempermudah pengawasan pemanfaatan lahan bagi pemerintah.



Gambar 1.1: Perbedaan hijau pada sawah dengan RTH yang berbeda

Salah satu cara untuk mempermudah pemantauan penggunaan lahan untuk membatasi alih fungsi lahan agar tetap sesuai dengan ketentuan rencana tata ruang dan wilayah (RTRW) yang berlaku adalah dengan memanfaatkan data citra satelit. Citra satelit merupakan hasil tangkapan mengenai kondisi permukaan bumi melalui penginderaan jarak jauh[12]. Citra satelit diperoleh dari pantulan gelombang elektromagnetik yang berasal dari cahaya matahari dan kemudian dipantulkan oleh permukaan bumi yang kemudian ditangkap oleh sensor elektro-optikal pada satelit[12]. Penggunaan sensor elektro-optikal pada satelit berfungsi untuk menangkap gelombang yang dipantulkan dari sinar matahari ketika mengenai permukaan bumi[12]. Seperti pada Gambar 1.1, setiap permukaan bumi dengan tutupan lahan tertentu akan memiliki panjang gelombang unik. Panjang gelombang yang unik berarti bahwa setiap tipe tutupan lahan tertentu akan memantulkan panjang gelombang yang berbeda dengan tipe tutupan lahan lainnya. Panjang gelombang elektromagnetik inilah yang kemudian diterjemahkan menjadi “warna” pada data citra satelit yang kemudian dapat digunakan untuk menganalisis jenis tutupan pada lahan tersebut.



Gambar 1.2: Segmentasi tutupan lahan menggunakan citra satelit¹

Berdasarkan data citra satelit yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan analisis tipe pemanfaatan lahannya dengan menggunakan teknik segmentasi. Segmentasi merupakan sebuah teknik untuk mengelompokkan daerah-daerah pada gambar yang memiliki karakteristik tertentu ke dalam satu kelompok atau kelas tertentu seperti pada Gambar 1.2. Setiap kelompok atau daerah pada gambar dapat merepresentasikan kelas tertentu seperti bangunan, jalan, RTH, lahan pertanian, dan kelas lainnya. Kelas-kelas ini dapat dibedakan berdasarkan warna dan tekstur dominan dari tutupan lahannya. Segmentasi dilakukan untuk mengubah representasi gambar ke dalam bentuk yang lebih sederhana agar dapat dianalisis. Adapun hasil dari proses segmentasi pada data citra satelit akan berupa beberapa set segmen dari seluruh gambar yang akan berkaitan dengan kelas

¹Roger Fong, *Power Line Corridor Detection (a YOLO Application)*, 2018, diakses pada tanggal 9 Desember 2022, <https://medium.com/picterra/power-line-corridor-detection-a-yolo-application-f43331c8b5e7>

tertentu.

Pada penelitian ini, digunakan segmentasi berbasis *grid* di mana setiap data citra kelurahan yang ingin dianalisis pemanfaatannya dibagi ke dalam *grid-grid* berukuran kecil untuk mendapatkan representasi warna dominan dan tekstur dari pemanfaatan lahan dalam *grid*. *Grid* sendiri merupakan sebuah struktur yang berbentuk kotak yang digunakan untuk membagi citra menjadi bagian-bagian berupa sel. Ide dasar dalam penelitian ini adalah dengan memodelkan beberapa warna dominan yang representatif beserta persentasenya, dapat digunakan untuk mewakili tipe pemanfaatan lahan tertentu dalam *grid*. Sedangkan fitur tekstur ditambahkan agar model analisis pemanfaatan lahan dapat lebih mudah dalam mengenali pola-pola dominan apa saja yang terdapat pada tipe pemanfaatan lahan tertentu. Warna dominan pada pemanfaatan lahan diperoleh dengan menggunakan teknik *clustering* berbasis *centroid* di mana beberapa *centroid*, beserta dengan persentase jumlah anggota setiap *cluster*, akan digunakan sebagai warna dominan representatif dari *grid* tersebut. Kemudian, setelah fitur-fitur warna dominan dan tekstur telah berhasil disiapkan, fitur-fitur ini akan diumpungkan ke algoritma klasifikasi untuk selanjutnya dapat dilakukan analisis tipe pemanfaatan lahannya secara otomatis. Setelah dilakukan analisis terhadap tipe pemanfaatan lahan dengan menggunakan model klasifikasi, dilakukan juga perhitungan luas area pemanfaatan lahan berdasarkan tipe pemanfaatan lahan pada masing-masing kelurahan. Kemudian, hasil analisis akan ditampilkan dalam bentuk visualisasi pada perangkat lunak. Adapun tujuan dari pembuatan perangkat lunak adalah agar dapat memberikan informasi mengenai komposisi pemanfaatan lahan di setiap kelurahan beserta luas areanya, serta diharapkan dapat membantu pemerintah dalam mengawasi pemanfaatan lahan dan memperketat perizinan alih fungsi lahan agar tetap sesuai dengan rencana tata ruang dan wilayah (RTRW) yang berlaku.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah yang muncul berdasarkan deskripsi permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menyiapkan dan memproses data citra satelit dari setiap kelurahan di kota/kabupaten agar dapat dianalisis tipe pemanfaatannya di setiap area tertentu?
2. Bagaimana cara mendeteksi tipe pemanfaatan lahan di setiap area tertentu secara otomatis berdasarkan data citra yang telah disiapkan?
3. Bagaimana cara menghitung luas area tertentu berdasarkan pemanfaatannya apabila sudah dikenali tipe pemanfaatannya?
4. Bagaimana cara menampilkan hasil analisis tipe pemanfaatan lahan, beserta luasnya baik di tingkat kelurahan, kecamatan, kota/kabupaten, atau provinsi di dalam perangkat lunak?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penyiapan data dengan menggunakan *clustering* untuk mendapatkan warna dominan dan menggunakan *Discrete Wavelet Transform 2D* (DWT 2D) beserta *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) untuk memperoleh tekstur dari data citra satelit kelurahan yang ingin dianalisis tipe pemanfaatan lahan secara otomatis. DWT 2D digunakan untuk ekstraksi fitur tekstur, sementara GLCM digunakan untuk menyederhanakan fitur tekstur agar dapat lebih mudah dianalisis oleh model analisis pemanfaatan lahan.
2. Melakukan segmentasi data citra satelit dengan menggunakan algoritma klasifikasi untuk memetakan tipe pemanfaatan lahan secara otomatis, baik di tingkat kelurahan, kecamatan, kota/kabupaten di provinsi tertentu di Indonesia.
3. Menghitung luas area dari setiap tipe pemanfaatan lahan baik di tingkat kelurahan, kecamatan, kota/kabupaten di provinsi tertentu di Indonesia.
4. Membangun perangkat lunak yang dapat menampilkan hasil analisis tipe pemanfaatan lahan, beserta luasnya ke dalam perangkat lunak.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus untuk menganalisis pemanfaatan lahan hanya berdasarkan fitur warna dominan dan tekstur.
2. Penelitian ini tidak berfokus untuk mencoba algoritma model klasifikasi terbaik yang dapat melakukan segmentasi pemanfaatan lahan mengingat adanya keterbatasan waktu penelitian dan lamanya proses penyiapan data.
3. Pada penelitian ini, hanya digunakan algoritma klasifikasi *machine learning* untuk proses segmentasi pemanfaatan lahan berdasarkan citra kelurahan yang ada.
4. Pada penelitian ini, proses segmentasi pemanfaatan lahan dan model analisisnya belum dapat diterapkan di lingkungan HDFS dan Spark mengingat bahwa ada keterbatasan proses instalasi *library*.
5. Pada penelitian ini juga akan dilakukan perhitungan luas tutupan wilayah berdasarkan jenis tipe pemanfaatannya dan perhitungan dilakukan dengan teknik *grid based*.
6. Pada penelitian ini, deteksi pemanfaatan lahan dan perhitungan luas hanya dilakukan di tingkat kelurahan, kecamatan, kota/kabupaten, dan provinsi.
7. Pada penelitian ini, tidak berfokus kepada arsitektur pembangunan, *framework*, dan *library* perangkat lunak untuk UI.

1.5 Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan studi kasus yang ingin diselesaikan;
2. Melakukan eksplorasi dan studi literatur terkait dengan *library* untuk pengolahan data citra dengan bahasa pemrograman Python;
3. Melakukan eksplorasi dan studi literatur terkait segmentasi citra;
4. Melakukan studi literatur terkait dengan peraturan zonasi wilayah yang telah ditetapkan oleh pemerintah untuk menentukan tipe pemanfaatan lahan;
5. Melakukan eksplorasi data dan penyiapan data;
6. Menentukan tipe pemanfaatan lahan berdasarkan kelas-kelas pemanfaatan lahan yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri PUPR dan berdasarkan hasil eksplorasi data;
7. Melakukan transformasi data;
8. Melakukan proses segmentasi pemanfaatan lahan berdasarkan citra kelurahan berbasis *grid*;
9. Melakukan analisis tipe pemanfaatan lahan dengan menggunakan fitur warna dominan dan tekstur;
10. Melakukan *clustering* dengan *K-Means* untuk memperoleh fitur warna dominan;
11. Melakukan *Discrete Wavelet Transform 2D* dan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* untuk memperoleh fitur tekstur;
12. Melakukan *tuning hyperparameter* model klasifikasi untuk analisis pemanfaatan lahan di wilayah kelurahan;
13. Melakukan evaluasi terhadap model segmentasi untuk mendeteksi tipe pemanfaatan lahan;
14. Melakukan analisis untuk menghitung luas pemanfaatan lahan berdasarkan tipe pemanfaatan lahannya;
15. Membangun rancangan perangkat lunak yang dapat memvisualisasikan hasil analisis tipe pemanfaatan lahan dan perhitungan luasnya berdasarkan data citra satelit di tingkat kelurahan, kecamatan, kota/kabupaten, dan provinsi;
16. Membuat perangkat lunak yang dapat memvisualisasikan hasil analisis tipe pemanfaatan lahan dan perhitungan luasnya berdasarkan data citra satelit di tingkat kelurahan, kecamatan, kota/kabupaten, dan provinsi;
17. Menulis dokumen skripsi.

1.6 Sistematika Pembahasan

Adapun laporan penelitian ini tersusun secara sistematis ke dalam enam bab antara lain adalah sebagai berikut:

1. Bab 1: Pendahuluan

Pada Bab Pendahuluan membahas tentang gambaran umum permasalahan yang ingin diselesaikan pada penelitian, rumusan masalah yang ingin diselesaikan, tujuan dilakukannya penelitian ini, mendefinisikan ruang lingkup batasan ruang lingkup dari penelitian, serta tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini.

2. Bab 2: Landasan Teori

Pada Bab Landasan Teori membahas mengenai hasil studi literatur yang dilakukan sebagai dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini. Pada bab ini, dibahas mengenai klasifikasi tipe pemanfaatan lahan menurut Permen PUPR Nomor 20 Tahun 2011, teori mengenai *image processing*, citra satelit, model warna yang akan dipakai di penelitian ini, teori *big data*, Hadoop, Spark, algoritma klasifikasi dan algoritma *clustering* untuk analisis pemanfaatan lahan dan penyiapan data. Pada bab ini, juga dibahas mengenai fitur tekstur yang digunakan pada penelitian ini, teknik visualisasi data yang paling cocok untuk digunakan untuk pembangunan UI pada penelitian ini.

3. Bab 3: Eksplorasi Data, Teknologi, dan Pemodelan Tahap Awal

Pada Bab Eksplorasi Data, Teknologi, dan Pemodelan Tahap Awal membahas mengenai keterbatasan yang ada pada data yang sudah dikumpulkan di penelitian sebelumnya, eksplorasi teknologi, pembuatan program *Labeling Image* untuk pembuatan dataset *training* untuk model klasifikasi, dan pemodelan permasalahan pada tahap awal dengan menggunakan dataset kecil.

4. Bab 4: Pengumpulan, Penyiapan Data, dan Evaluasi Pemodelan

Pada Bab Pengumpulan, Penyiapan Data, dan Evaluasi Pemodelan membahas mengenai pengumpulan data yang dilakukan sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan yang ada pada data di penelitian sebelumnya, tahapan penyiapan data yang perlu dilakukan sebelum melakukan analisis pemanfaatan lahan dengan menggunakan model klasifikasi, dan membahas mengenai hasil evaluasi model klasifikasi untuk analisis pemanfaatan lahan secara otomatis.

5. Bab 5: Perancangan Perangkat Lunak, Data Warehouse, dan Implementasinya

Pada Bab Perancangan Perangkat Lunak, Data Warehouse, dan Implementasinya membahas mengenai perancangan perangkat lunak untuk menampilkan visualisasi hasil analisis tipe pemanfaatan lahan beserta perhitungan luasnya, jenis visualisasi yang tepat, kebutuhan *input* untuk *user interface* pengguna, beserta perancangan *data warehouse* untuk kebutuhan visualisasi hasil analisis pemanfaatan lahan ke dalam perangkat lunak.

6. Bab 6: Kesimpulan dan Saran

Pada Bab Kesimpulan dan Saran membahas mengenai kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan penelitian, serta saran untuk penelitian serupa selanjutnya.