



**INTERPRETASI CITRA SATELIT LANDSAT 8 UNTUK PEMETAAN
TUTUPAN LAHAN PROVINSI JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh :

Farid Lukman Hakim

NIM 151710201052

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**INTERPRETASI CITRA SATELIT LANDSAT 8 UNTUK PEMETAAN
TUTUPAN LAHAN PROVINSI JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh :

Farid Lukman Hakim

NIM 151710201052

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih saya yang tidak terkira kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ibu Nanik Sumani dan Bapak Sunarto serta kakak saya Dian Aprita Puspitasari untuk segala doa dan dukungannya dalam penyusunan naskah skripsi.
2. Guru-guru yang sudah mendidik saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi.
3. Almamater tercinta Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Jika kau tidak tahan dengan lelahnya belajar walaupun sesaat, kau akan merasakan hinanya kebodohan sepanjang hayat.*)



*) Ya'qub, I. B. 2014. *Untaian Senandung Syair Diwan Imam Syafi'i*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

PERNYATAAN

Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Farid Lukman Hakim

NIM : 151710201052

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Interpretasi Citra Satelit Landsat 8 untuk Pemetaan Tutupan Lahan Provinsi Jawa Timur ” adalah benar-benar hasil sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Mei 2019

Yang menyatakan

Farid Lukman Hakim

NIM 151710201052

SKRIPSI

**INTERPRETASI CITRA SATELIT LANDSAT 8 UNTUK PEMETAAN
TUTUPAN LAHAN PROVINSI JAWA TIMUR**

Oleh

Farid Lukman Hakim

NIM 151710201052

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA.

Dosen Pembimbing Anggota : Bayu Taruna W.P.STP.,M. Eng, Ph. D

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Interpretasi Citra Satelit Landsat 8 untuk Pemetaan Tutupan Lahan Provinsi Jawa Timur” telah diuji dan disahkan pada:

Hari :
Tanggal :
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama, Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA
NIP.19700101995121001

Bayu Taruna W.P. S.TP., M. Eng., Ph. D
NIP.198410082008121002

Ketua, Tim Penguji: Anggota,

Ir. Tasliman, M.Eng.
NIP. 19620805199302 1002

Dian Purbasari, S.Pi., M.Si
NRP. 760016795

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP, M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Interpretasi Citra Satelit Landsat 8 untuk Pemetaan Tutupan Lahan Provinsi Jawa Timur; Farid Lukman Hakim; 151710201052; 2019; 43 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Secara umum, peta penggunaan atau tutupan lahan digunakan untuk menggambarkan kenampakan fisik dari suatu wilayah permukaan bumi. Peta tersebut dapat disusun dari proses interpretasi citra satelit. Ketersediaan citra dengan resolusi menengah (misalnya Landsat, Sentinel, SPOT) dapat menghasilkan peta yang cukup akurat untuk mengklasifikasikan jenis-jenis tutupan lahan yang ada pada suatu wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan peta tutupan lahan berdasarkan interpretasi citra satelit Landsat 8.

Serangkaian citra Landsat 8 OLI/TIRS waktu perekaman September – Oktober 2018 diunduh, diolah dan diinterpretasikan untuk menghasilkan peta tematik tutupan lahan daerah aliran sungai. Wilayah penelitian mencakup Provinsi Jawa Timur. Tahapan pengolahan citra terdiri dari koreksi atmosferik, penajaman, pemilihan komposit, mosaik dan klasifikasi. Dua metode klasifikasi digunakan untuk selanjutnya dibandingkan dalam penelitian ini, yaitu metode klasifikasi terbimbing dan tidak terbimbing. Klasifikasi terbimbing dilakukan menggunakan algoritma Maximum Likelihood pada aplikasi MultiSpec™. Sedangkan klasifikasi tidak terbimbing dilakukan menggunakan algoritma K-means Clustering pada ORFEO Toolbox yang ada di aplikasi Quantum GIS. Uji akurasi dilakukan menggunakan matriks kesalahan (confusion matrix) untuk mencari nilai akurasi Kappa dan overall. Terdapat enam kelas tutupan lahan yang diidentifikasi, yaitu (1) lahan terbangun, (2) sawah (irigasi/non irigasi), (3) ladang/lahan kosong, (4) hutan/kebun, (5) badan air, dan (6) tutupan awan (tidak terklasifikasi). Kedua citra yang telah terklasifikasi kemudian dipotong dengan sampel batas daerah aliran sungai (DAS) dan dibandingkan dengan citra milik Google Earth dan peta tata guna lahan (RBI) keluaran Badan Informasi Geospasial tahun 2008.

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa citra hasil klasifikasi terbimbing dapat merepresentasikan jenis tutupan lahan yang ada di lapangan dengan lebih baik dibanding klasifikasi tidak terbimbing. Berdasarkan hasil matriks kesalahan dari klasifikasi tidak terbimbing, diketahui bahwa terdapat banyak kesalahan pada kelas lahan terbangun dan hutan/kebun. Piksel kelas lahan terbangun banyak yang terklasifikasi ke dalam kelas lahan/ladang kosong, sedangkan piksel kelas hutan/kebun banyak terklasifikasi ke dalam kelas sawah dan sebaliknya. Nilai akurasi Kappa yang dihasilkan dari klasifikasi terbimbing yaitu 90,11%, sedangkan pada klasifikasi tidak terbimbing yaitu 75,89%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa klasifikasi terbimbing dapat memberikan hasil peta yang lebih akurat.

SUMMARY

Interpretation of Landsat 8 Imagery for Land Cover Mapping of East Java;

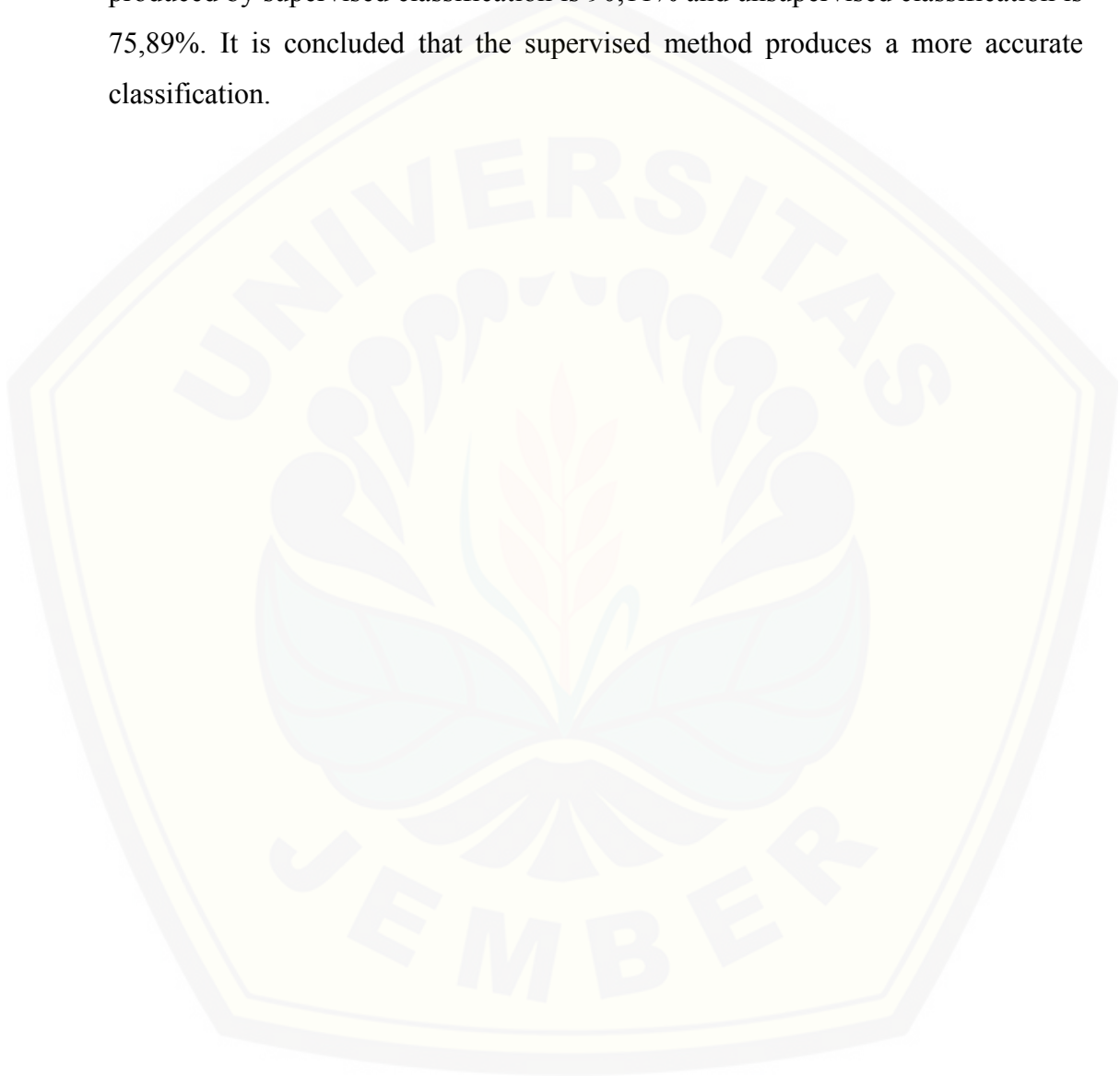
Farid Lukman Hakim; 151710201052; 2019; 43 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Generally, land use or land cover map is used to describe the physical properties of the earth's surface. The maps can be derived from the interpretation of satellite imagery. The availability of medium resolution of satellite imagery (i.e. Landsat, Sentinel, SPOT) can produce the maps sufficiently detail to distinct the primary land cover on the watershed. This study aims to produce a land cover map based on the interpretation of Landsat 8 imagery.

A series of Landsat 8 OLI/TIRS imageries from September - October 2018 were downloaded, processed and interpreted to produce a thematic watershed land cover map. The study area covers all areas of East Java Province. The image treatment procedures consist of atmospheric correction, pan-sharpening, band-composite selection, mosaic, and image-classification. Furthermore, two classification methods (supervised and unsupervised) are used. Supervised classification use on the Maximum Likelihood algorithm and conducted using Multispect™. Unsupervised classification uses the K-means clustering algorithm and calculated using ORFEO Toolbox on top of Quantum GIS. Accuracy assessment of classified pixels is evaluated by the confusion matrix of overall and Kappa accuracy. Six land cover classes were identified, i.e. (1) built-up areas (urban pavement), (2) paddy-field (irrigated and non-irrigated), (3) barren land, (4) forest/plantation, (5) water body, and (6) unclassified (cloud cover). Both classified image is then clipped with a sample of watershed boundary then compared to Google Earth satellite imagery and East Java land-uses map (RBI 2008) from Indonesia Geospatial Agency.

The comparison result shows that the supervised classification method could represent the actual land covers on the ground better than the unsupervised

method. According to the confusion matrix of unsupervised classification results, the 'forest/plantation' and 'built-up area' class had the biggest pixels error. Many 'forest/plantation' pixels are classified on to 'paddy-field' class, while 'built-up area' pixels are lots classified on to 'barren land' class. The Kappa accuracy produced by supervised classification is 90,11% and unsupervised classification is 75,89%. It is concluded that the supervised method produces a more accurate classification.



PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Interpretasi Citra Satelit Landsat 8 untuk Pemetaan Tutupan Lahan Provinsi Jawa Timur”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Indarto, S. TP., DEA. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Bayu Taruna Widjaja.P S.TP., M. Eng., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Ir. Tasliman, M.Eng., selaku ketua penguji sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
4. Dian Purbasari, S.Pi., M.Si., selaku anggota penguji yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
5. Dr. Dedy Wirawan Soedibyoy, S.T.P., M.Si., selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
6. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terimakasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;

8. Keluarga saya, Ibu Nanik Sumani dan Bapak Sunarto serta kakak saya Dian Aprita Puspitasari yang selalu memberikan semangat dan doa setiap waktu;
9. Seluruh teman-teman TEP angkatan 2015 atas semangatnya;
10. Tim GIS 2015 yang telah berbagi pikiran, tenaga dan semangat agar dapat terselesaikannya skripsi ini;
11. Teman-teman Jawa 2D 4 yang telah membantu dalam berbagai hal;
12. Teman-teman HMJ IMATEKTA FTP atas pengalaman dan ilmunya;
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

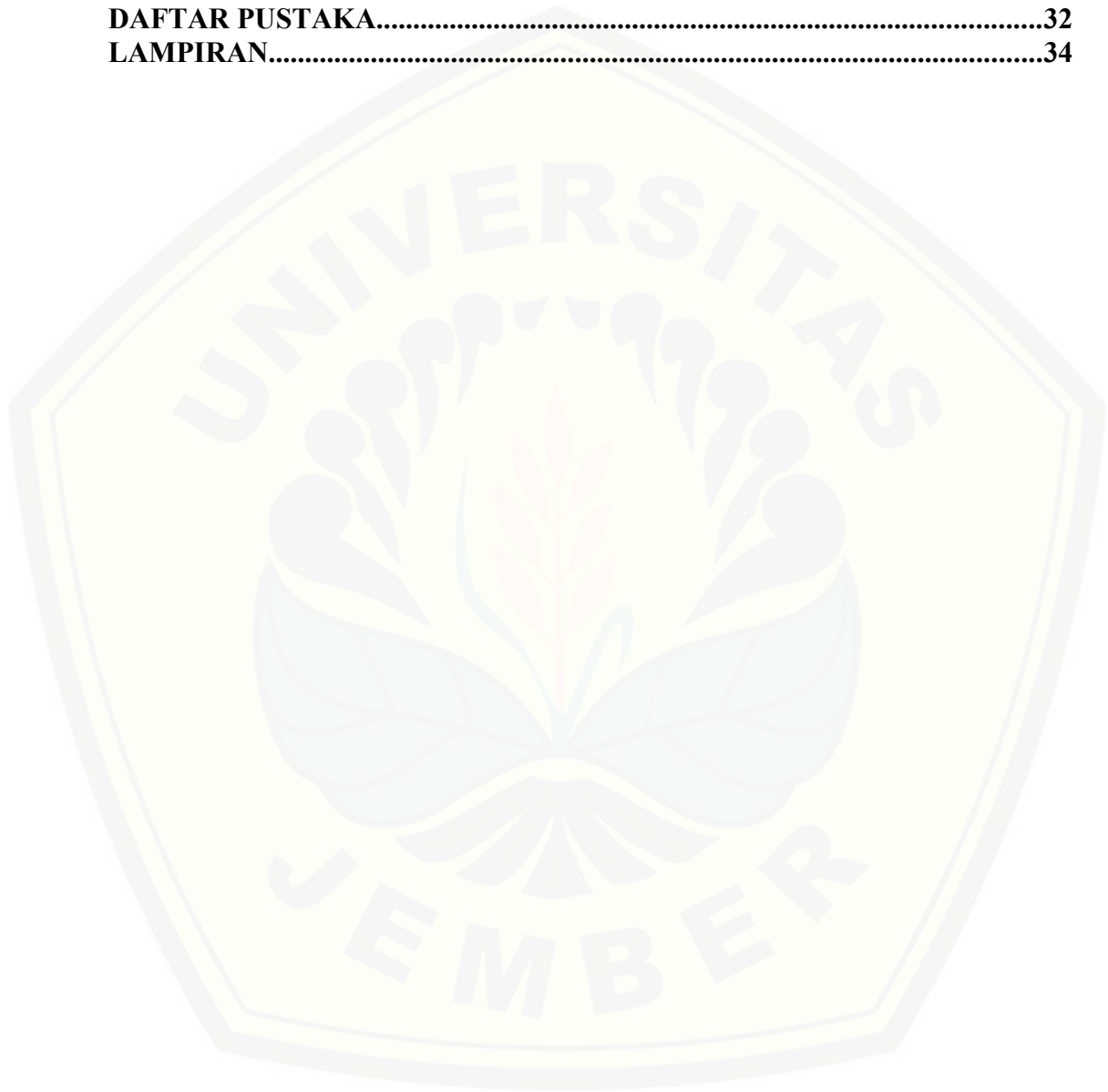
Jember, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan penelitian	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Konsep Dasar Tutupan Lahan	4
2.2 Penginderaan Jauh untuk Tutupan Lahan	5
2.2.1 Penginderaan jauh.....	5
2.2.2 Aplikasi penginderaan jauh untuk tutupan lahan.....	5
2.3 Citra Landsat 8	6
2.4 Klasifikasi Citra	7
2.4.1 Klasifikasi terbimbing (<i>supervised</i>).....	7
2.4.2 Klasifikasi tidak terbimbing (<i>unsupervised</i>).....	8
2.5 Uji Akurasi	10
BAB 3. METODE PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	12
3.3 Tahapan Penelitian	13
3.3.1 Inventarisasi data dan survei lapangan.....	14
3.3.2 Pra-pengolahan data.....	14
3.3.3 Pengolahan data.....	18
3.3.4 Uji akurasi.....	20
3.3.5 Analisis dan perbandingan hasil.....	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil Klasifikasi	22

4.1.1 Klasifikasi terbimbing (<i>Supervised</i>).....	22
4.1.2 Klasifikasi tidak terbimbing (<i>Unsupervised</i>).....	24
4.2 Perbandingan Hasil Klasifikasi.....	27
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN.....	34



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sistem klasifikasi penutupan lahan berbasis penginderaan jauh.....	4
Tabel 2.2 Kanal Landsat 8 OLI/TIRS.....	7
Tabel 2.3 Contoh matriks kesalahan.....	10
Tabel 3.1 Penciri kelas tutupan lahan dan simbologi peta.....	17
Tabel 4.1 Hasil perhitungan luasan tutupan lahan klasifikasi terbimbing.....	23
Tabel 4.2 Matriks kesalahan hasil klasifikasi terbimbing.....	23
Tabel 4.3 Hasil perhitungan luasan tutupan lahan klasifikasi tidak terbimbing.....	25
Tabel 4.4 Matriks kesalahan hasil klasifikasi tidak terbimbing.....	26
Tabel 4.5 Perbandingan hasil pemotongan data.....	28
Tabel 4.6 Perbandingan luasan tutupan lahan.....	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Contoh citra Landsat (US. Geological Survey, 2019).....	6
Gambar 2.2 Konsep algoritma maximum likelihood (Lillesand et al., 2008).....	8
Gambar 2.3 Konsep algoritma K-means (Atmaca, 2017).....	9
Gambar 3.1 Peta wilayah penelitian.....	12
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	13
Gambar 3.3 Tampilan <i>Semi-Automatic Classification Plugin</i> (SCP).....	15
Gambar 3.4 Histogram kanal 1 Landsat 8.....	16
Gambar 3.5 Citra setelah proses <i>mosaic</i> dan <i>clip</i>	17
Gambar 3.6 Contoh <i>training area</i> penelitian.....	19
Gambar 3.7 Lokasi titik kontrol penelitian.....	20
Gambar 4.1 Hasil klasifikasi tutupan lahan metode terbimbing.....	22
Gambar 4.2 Hasil klasifikasi tutupan lahan metode tidak terbimbing.....	25
Gambar 4.3 Peta batas wilayah DAS Lahar-Bacem.....	27
Gambar 4.4 Perbandingan hasil klasifikasi dan citra (hulu).....	29
Gambar 4.5 Perbandingan hasil klasifikasi dan citra (tengah).....	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data titik kontrol penelitian.....	34
Lampiran 2. Dokumentasi pengambilan data lapang.....	43



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tutupan lahan adalah fitur yang tampak pada permukaan bumi misalnya vegetasi, lahan terbangun dan perairan (Campbell, 2008:559). Informasi tutupan lahan dapat diperoleh dengan memanfaatkan data citra satelit yang tersedia, salah satunya adalah citra Landsat 8. Citra Landsat 8 merupakan citra *open-access* milik Badan Survei Geologi Amerika Serikat (*United States Geological Survey*). Ketersediaan informasi terkait tutupan lahan banyak dibutuhkan dalam berbagai kepentingan, di antaranya perencanaan tata ruang wilayah, pengelolaan daerah aliran sungai dan analisis laju erosi.

Jawa Timur memiliki wilayah dengan luas kurang lebih 47.500 km² (Badan Pusat Statistik, 2017). Dengan wilayah yang luas tersebut, diperlukan metode yang paling efisien untuk memetakan tutupan lahannya. Terdapat dua teknik interpretasi citra, yaitu interpretasi manual dan digital. Interpretasi manual dapat memberikan hasil dengan kesesuaian yang lebih baik, tetapi tidak efisien untuk wilayah yang luas karena metode ini mengharuskan pengguna melakukan identifikasi satu per satu terhadap objek yang tergambar pada citra. Interpretasi digital mengidentifikasi objek pada citra dengan bantuan komputer sesuai dengan pengaturan yang disesuaikan oleh pengguna, sehingga lebih efisien dalam memetakan wilayah yang luas.

Dalam interpretasi digital terdapat dua metode klasifikasi citra berbasis piksel yang bisa digunakan, yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised*). Klasifikasi citra merupakan proses pengelompokan piksel ke dalam beberapa kelas (*cluster*). Klasifikasi terbimbing bekerja dengan mengelompokkan piksel citra sesuai karakteristik *training area* (wilayah sampel) yang telah dibuat oleh pengguna dengan menggunakan algoritma tertentu, salah satunya adalah Maximum Likelihood. Klasifikasi tidak terbimbing mengelompokkan piksel citra berdasarkan sifat atau ciri tiap piksel yang saling menyerupai menggunakan algoritma tertentu, salah satunya adalah K-

means Clustering. Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk membandingkan hasil klasifikasi yang diperoleh dari metode klasifikasi terbimbing dengan algoritma Maximum Likelihood dan klasifikasi tidak terbimbing dengan algoritma K-means Clustering dalam memetakan tutupan lahan yang ada di Provinsi Jawa Timur.

Keakuratan peta hasil klasifikasi terhadap kondisi lapangan dari kedua metode dapat diukur dengan nilai akurasi Kappa dan *Overall* yang diperoleh melalui perhitungan matriks kesalahan (*confusion matrix*). Sehingga dari nilai akurasi yang diperoleh, dapat diketahui metode yang dapat memberikan hasil klasifikasi yang terbaik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana hasil peta tutupan lahan provinsi Jawa Timur dengan klasifikasi terbimbing dan tidak terbimbing ?
2. Bagaimana ketelitian hasil klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra Landsat 8 dari kedua metode klasifikasi yang diterapkan ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Data citra yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra satelit Landsat 8 Level-1 Tier 1, dengan level pengolahan L1TP waktu perekaman tahun 2018.
2. Kelas tutupan yang ditentukan yaitu lahan terbangun, sawah, ladang/lahan kosong, hutan/kebun, badan air dan tutupan awan (tidak terklasifikasi).
3. Metode klasifikasi yang dibandingkan dalam penelitian ini yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised*) dengan algoritma Maximum Likelihood pada aplikasi MultiSpec dan tidak terbimbing (*unsupervised*) dengan algoritma K-means Clustering pada aplikasi QGIS.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu:

1. Mengolah data citra Landsat 8 Level 1 menjadi peta tutupan lahan dengan metode klasifikasi terbimbing (*supervised*) dengan algoritma Maximum Likelihood klasifikasi tak terbimbing (*unsupervised*) dengan algoritma K-means Clustering.
2. Membandingkan hasil uji akurasi dari kedua metode klasifikasi sehingga dapat diketahui metode yang terbaik untuk memetakan tutupan lahan untuk wilayah yang luas dengan data Landsat 8.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Manfaat bagi IPTEK adalah dapat berkontribusi dalam dunia riset mengenai penginderaan jauh, khususnya dalam aplikasi citra satelit Landsat 8 untuk pemetaan tutupan lahan dengan klasifikasi berbasis piksel (*supervised* dan *unsupervised*).
2. Manfaat bagi instansi terkait yaitu hasil dari penelitian ini dapat dijadikan salah satu acuan dalam kepentingan pengelolaan, perencanaan tata ruang dan analisis spasial lebih lanjut wilayah terkait.
3. Manfaat bagi masyarakat yaitu peta peruntukan lahan dari hasil penelitian ini dapat menjadi sumber informasi terbaru mengenai jenis tutupan lahan yang ada di Provinsi Jawa Timur.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Tutupan Lahan

Penggunaan lahan mendeskripsikan bagaimana kegunaan dari lahan tersebut bagi manusia. Biasanya, penggunaan lahan didefinisikan dalam konteks sosial-ekonomi, misalnya lahan digunakan untuk lahan perkebunan, pemukiman, komersial dan berbagai fungsi lainnya. Tetapi akan menjadi cukup sulit untuk mengetahui jenis penggunaan lahan tanpa melakukan pemeriksaan sedetail mungkin di lapangan. Sehingga dipertimbangkanlah istilah tutupan lahan. Tutupan lahan merupakan bentuk fisik yang tampak pada permukaan bumi misalnya tutupan vegetasi baik natural (hutan) maupun yang dimodifikasi oleh manusia (pertanian/kebun), lahan terbangun dan perairan (Campbell, 2008:559; Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, 2015a).

Berdasarkan sistem klasifikasi tutupan lahan dan kesetaraan data penginderaan jauh dengan pemetaan, maka tingkat dan jumlah kelas tutupan lahan disesuaikan dengan kemampuan data penginderaan jauh. Penyajian kelas penutup lahan sebaiknya berpedoman pada SNI 7645:2010 Klasifikasi penutup lahan yang disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sistem klasifikasi penutup lahan berbasis penginderaan jauh

Tingkat 1 Resolusi Rendah	Tingkat 2 Resolusi Menengah	Tingkat 3 Resolusi Tinggi
1. Air	1.1. Perairan Laut	1.1.1. Air Laut Dalam
		1.1.2. Air Laut Dangkal
	1.2. Perairan Darat	1.2.1. Danau
		1.2.2. Waduk
		1.2.3. Setu
		1.2.4. Rawa
2. Vegetasi	2.1. Hutan	2.1.1. Hutan Lahan Basah
		2.1.2. Hutan Lahan Kering
		2.1.3. Belukar/Semak
	2.2. Perkebunan	2.2.1. Perkebunan Industri
		2.2.2. Perkebunan Campuran
	2.3. Pertanian	2.3.1. Sawah
2.3.2. Tegalan/Ladang		
3. Tanah	3.1. Lahan Terbangun	3.1.1. Permukiman Kota
		3.1.2. Permukiman Desa
		3.1.3. Fasilitas Umum
	3.2. Lahan Terbuka	3.1.1. Pasir
		3.1.2. Galian Tambang
		3.1.3. Endapan Lahar
		3.1.4. Batuan
		3.1.5. Gosong

2.2 Penginderaan Jauh untuk Tutupan Lahan

2.2.1 Penginderaan jauh

Pengertian mengenai penginderaan jauh (*remote sensing*) banyak dijelaskan oleh para ahli. Kata *remote* memiliki makna “dari jauh”, sedangkan *sensing* memiliki makna “mengukur”. Sehingga *remote sensing* dapat berarti “mengukur dari jauh” atau “mengukur tanpa menyentuh objek yang diukur” (Indarto, 2014). Lillesand dan Kiefer (1990) juga menjelaskan bahwa penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji.

2.2.2 Aplikasi penginderaan jauh untuk tutupan lahan

Penginderaan jauh semakin digunakan di hampir segala bidang. Hal ini disebabkan oleh peningkatan kesadaran masyarakat bahwa data observasi bumi memberikan informasi spasial dan temporal yang penting dan berguna. Data tersebut dapat digunakan untuk membuat keputusan yang lebih baik, merancang kebijakan dan menangani masalah yang berkisar dalam skala dari lokal ke global (Baynard, 2013). Salah satu bentuk pemanfaatannya adalah untuk pemetaan tutupan lahan.

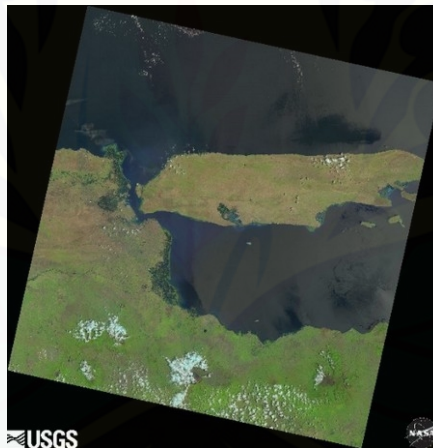
Informasi tutupan lahan dapat diperoleh dengan memanfaatkan berbagai metode klasifikasi citra yang ada pada teknik penginderaan jauh. Teknik ini dapat dikatakan efektif dalam pemetaan karena memiliki kemampuan untuk menyediakan informasi keragaman spasial yang ada di permukaan bumi dengan mudah, cepat dan tepat.

Penelitian terkait juga sudah banyak dilakukan. Wijaya (2015) memanfaatkan citra satelit Landsat multitemporal untuk melakukan deteksi terhadap perubahan penggunaan lahan di wilayah metropolitan Bandung. Sampurno dan Thoriq (2016) mengklasifikasikan tutupan lahan yang ada di Kabupaten Sumedang dengan memanfaatkan citra Landsat 8. Zulkarnain et al.

(2015) dalam penelitiannya juga memanfaatkan citra Landsat 8 untuk menganalisis perubahan tutupan lahan yang ada pada wilayah pertambangan di Kabupaten Konawe Utara.

2.3 Citra Landsat 8

Landsat 8 merupakan satelit generasi ke delapan dari program Landsat dan merupakan jenis satelit yang berfungsi untuk observasi bumi. Landsat 8 atau juga disebut *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) merupakan hasil kerjasama antara *The National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dan *United States Geological Survey* (USGS) yang diluncurkan pada 11 Februari 2013 dan mulai menyediakan produk citra *open-access* pada 30 Mei 2013 (NASA, 2018). Gambar 2.1 merupakan contoh kenampakan citra Landsat 8.



Gambar 2.1 Contoh citra Landsat (US. Geological Survey, 2019)

Program Landsat 8 menyediakan data multispektral beresolusi menengah yang diakuisisi secara repetitif dari permukaan bumi secara global. Data Landsat 8 dapat diunduh secara gratis dari laman <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Satelit Landsat 8 dirancang untuk diorbitkan pada ketinggian 705 km dengan inklinasi 98.2°, waktu liput ulang (resolusi temporal) 16 hari, ukuran *scene* yang dihasilkan 170 × 183 km dengan resolusi spasial 15 – 100 m. Satelit membawa dua buah sensor yaitu *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) (US. Geological Survey, 2019).

Landsat 8 mengukur rentang panjang gelombang yang berbeda-beda di

sepanjang spektrum elektromagnetik, hingga rentang yang tidak dapat dilihat oleh mata manusia. Setiap rentang disebut sebagai kanal (*band*) dan Landsat 8 sendiri memiliki total 11 kanal (US. Geological Survey, 2019). Tabel 2.2 merupakan kanal (*band*) yang disediakan oleh Landsat 8 beserta fungsi-fungsinya.

Tabel 2.2 Kanal Landsat 8 OLI/TIRS

Kanal	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi Spasial (m)	Fungsi
<i>Operational Land Imager (OLI)</i>			
Band 1 - Coastal Aerosol	0.435 – 0.451		Studi terkait daerah pesisir dan aerosol seperti debu dan asap pada atmosfer
Band 2 - Biru	0.452 – 0.512		Pemetaan batimetri dan membedakan antara tanah dan vegetasi
Band 3 - Hijau	0.533 – 0.590		Mempertegas warna vegetasi untuk mengetahui kesehatan tanaman
Band 4 - Merah	0.636 – 0.673	30	Membedakan tingkat kemiringan vegetasi
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.851 – 0.879		Mempertegas kadar biomassa dan garis pantai
Band 6 - Short-wave Infrared (SWIR) 1	1.566 – 1.651		Membedakan kadar lengas antara tanah dan vegetasi ; menembus awan tipis
Band 7 - Short-wave Infrared (SWIR) 2	2.107 – 2.294		Meningkatkan perbedaan kadar lengas tanah dan vegetasi serta penembusan awan tipis
Band 8 - Pankromatik	0.503 – 0.676	15	Mempertajam tampilan citra
Band 9 - Cirrus	1.363 – 1.384	30	Meningkatkan deteksi awan Cirrus
<i>Thermal Infrared Sensor (TIR)</i>			
Band 10 - TIRS 1	10,60 – 11,19		Pemetaan suhu permukaan dan perhitungan kelembaban tanah
Band 11 - TIRS 2	11,50 – 12,51	100	Meningkatkan deteksi suhu permukaan dan kelembaban tanah

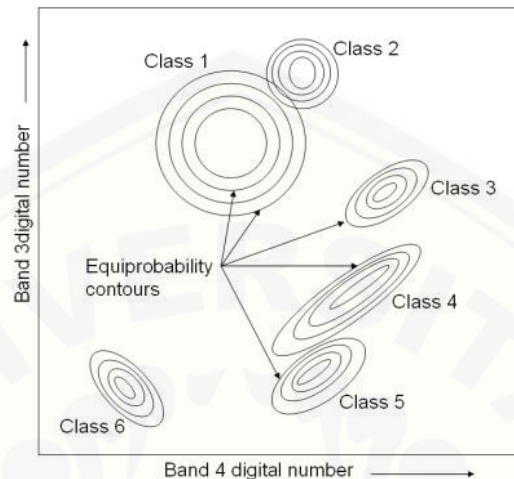
Sumber : (US. Geological Survey, 2019).

2.4 Klasifikasi Citra

2.4.1 Klasifikasi terbimbing (*supervised*)

Metode klasifikasi *supervised* diawali dengan menentukan beberapa sampel dari tiap kelas tutupan lahan (*training area*). Algoritma pada perangkat lunak kemudian menggunakan sampel (*training area*) tersebut untuk mengklasifikasikan seluruh piksel pada citra. Algoritma tersebut menggunakan nilai spektral yang telah ditentukan pada *training area*. Kemudian mencari nilai

spektral yang paling menyerupai pada tiap kelas. Algoritma yang paling umum diterapkan pada klasifikasi *supervised* yaitu Maximum Likelihood (Lillesand et al., 2008). Gambar 2.2 menunjukkan bagaimana algoritma bekerja.



Gambar 2.2 Konsep algoritma maximum likelihood (Lillesand et al., 2008)

Algoritma ini mengasumsikan bahwa statistik dari nilai spektral dari tiap kelas di masing-masing kanal (band) terdistribusi normal dan menghitung probabilitas dari tiap piksel untuk masuk atau terklasifikasi ke kelas tertentu. Setiap piksel data diklasifikasikan ke kelas yang memiliki tingkat kemiripan tertinggi sehingga algoritma ini disebut *maximum likelihood*.

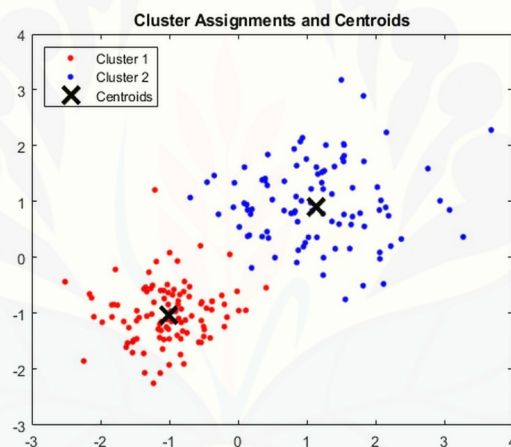
Algoritma ini membutuhkan data sampel training area yang mewakili setiap kelas untuk dapat memperkirakan nilai rerata piksel dari tiap kelas yang ditentukan tersebut. Jika sampel training area terbatas atau tidak representatif, maka hasil klasifikasi yang diperoleh tidak maksimal.

Tingkat ketelitian dari algoritma ini memiliki nilai yang cukup baik. Pada dasarnya perhitungan pada algoritma ini dikenal sangat rumit dan banyak pembagian untuk proses klasifikasinya pada setiap piksel, semakin banyak jumlah kanal (band) yang dapat digunakan pada pembagian kelas dapat memberikan hasil klasifikasi yang lebih baik (Harris, 2016; Lillesand et al., 2008).

2.4.2 Klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised*)

Klasifikasi *unsupervised* dapat diartikan sebagai identifikasi objektif

natural yang ada pada data citra multispektral. Setiap kelas memiliki nilai spektral yang berbeda-beda, metode ini mengidentifikasi, melabeli dan memetakan kelas tersebut (Campbell, 2008:328; Indarto, 2016:263). Metode klasifikasi *unsupervised* bekerja dengan mengelompokkan piksel-piksel ke dalam cluster berdasarkan sifat atau cirinya kemudian dilakukan identifikasi secara manual setiap *cluster* sesuai dengan kelas tutupan lahan. Untuk membuat *cluster* tersebut, digunakan algoritma *clustering*. *Clustering* merupakan proses untuk mencari subkelompok yang homogen sehingga objek dalam kelompok (*cluster*) yang sama akan lebih mirip satu sama lain daripada dengan kelompok lainnya (Khan, 2017). Salah satu algoritma yang paling umum diterapkan adalah K-means. Gambar 2.3 menunjukkan bagaimana algoritma bekerja.



Gambar 2.3 Konsep algoritma K-means (Atmaca, 2017)

Algoritma ini bekerja dengan memecah kumpulan data menjadi kelompok-kelompok data sejumlah-k. Algoritma K-means terdiri dari dua tahap, tahap pertama adalah melakukan perhitungan *k-centroid* atau pusat *cluster* dan tahap kedua adalah mengelompokkan setiap piksel data yang memiliki jarak terdekat terhadap pusat *cluster* pada masing-masing kelompok. Setelah pengelompokan selesai, dilakukan perhitungan ulang *k-centroid* pada masing-masing kelompok data hingga tidak terjadi perpindahan data pada masing-masing *cluster*. *K-centroid* pada tiap *cluster* tersebut adalah satu titik dimana jumlah jarak dari semua piksel data pada *cluster* tersebut diperoleh hasil yang paling sedikit (Dhanachandra et al. 2015)

2.5 Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan untuk memperoleh informasi tingkat ketelitian hasil klasifikasi. Metode yang digunakan adalah menggunakan matriks kesalahan (*confusion matrix*) sehingga diperoleh nilai akurasi *overall* dan Kappa.

Overall accuracy merupakan persentase jumlah piksel yang terklasifikasi secara benar (terdapat di diagonal matriks) dibagi dengan jumlah total piksel. *Kappa accuracy* merupakan ukuran perbedaan antara jumlah piksel yang terklasifikasi dengan benar (diagonal matriks) dengan jumlah piksel yang diharapkan terklasifikasi benar seutuhnya dari hasil pencocokan peta hasil klasifikasi dan peta referensi (Campbell, 2008:405). Perhitungan akurasi yang dianjurkan menurut Jaya (2010) adalah akurasi Kappa, hal ini dikarenakan perhitungan pada akurasi Kappa memperhitungkan hampir semua bagian yang terdapat dalam matriks kesalahan.

Menurut Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (2015(b)) yang menjadi pedoman pengolahan data satelit yaitu tingkat akurasi Kappa harus diatas 75%. Sedangkan menurut US. Geological Survey (2019), syarat dapat diterimanya hasil klasifikasi adalah akurasi Kappa yang lebih dari 85%.

Perhitungan akurasi Kappa dapat dilakukan setelah menyusun matriks kesalahan. Tabel 2.3 merupakan contoh penyusunan matriks tersebut.

Tabel 2.3 Contoh matriks kesalahan

Data Referensi	Data Diklasifikasikan ke Kelas					Total
	1	2	3	4	5	
1	Xii					Xbi
2						
3						
4						
5					Xii	
Total	Xki					N

Sumber: Story dan Congalton (1986)

Perhitungan akurasi *overall* dan Kappa disajikan dalam persamaan 2.1 dan 2.2.

$$\text{Kappa accuracy} = \frac{N \sum_t^n X_{ii} - \sum_t^n X_{bi}X_{ki}}{N^2 - \sum_t^n X_{bi}X_{ki}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\sum_t^n X_{ii}}{N} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

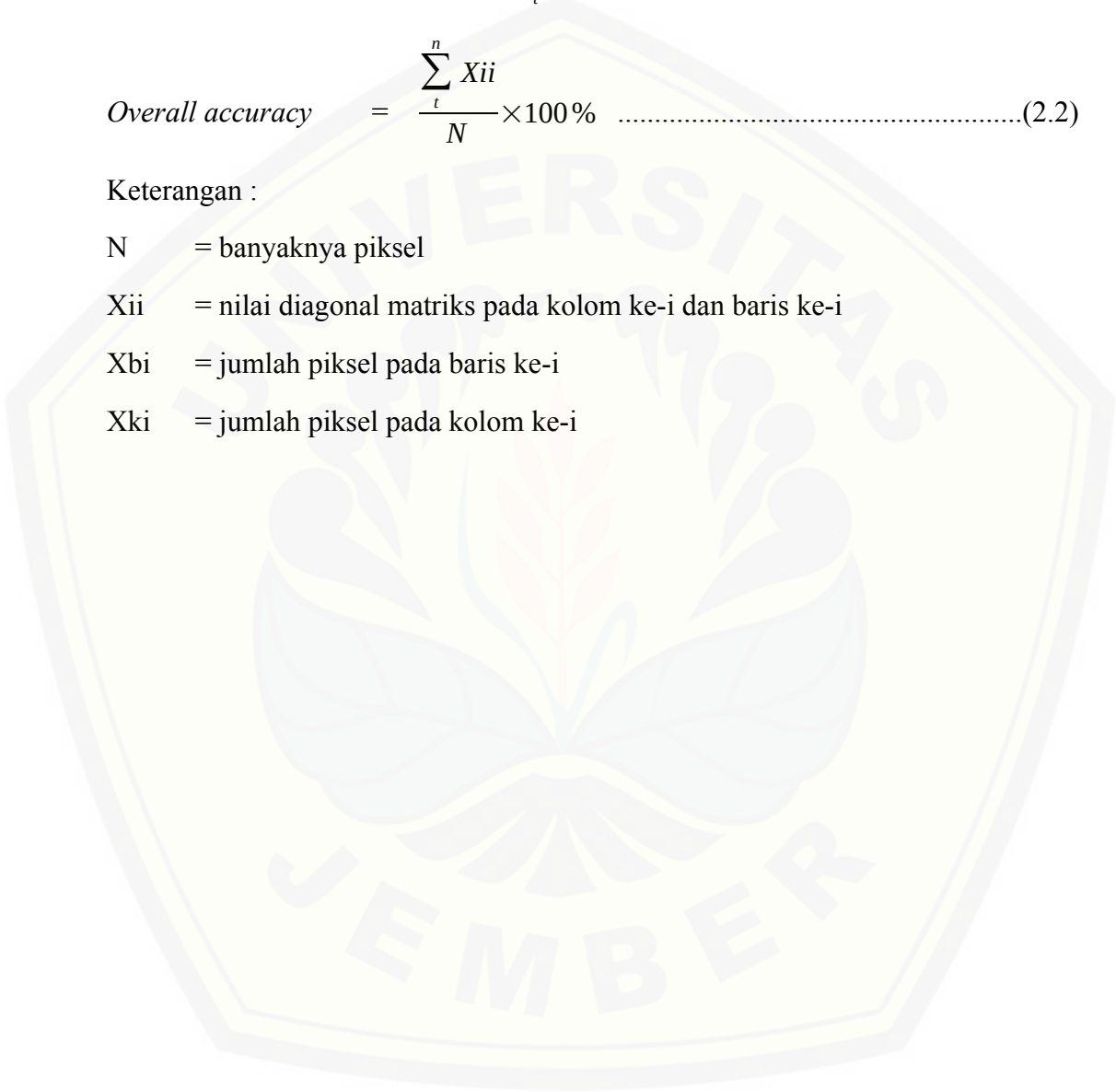
Keterangan :

N = banyaknya piksel

X_{ii} = nilai diagonal matriks pada kolom ke-i dan baris ke-i

X_{bi} = jumlah piksel pada baris ke-i

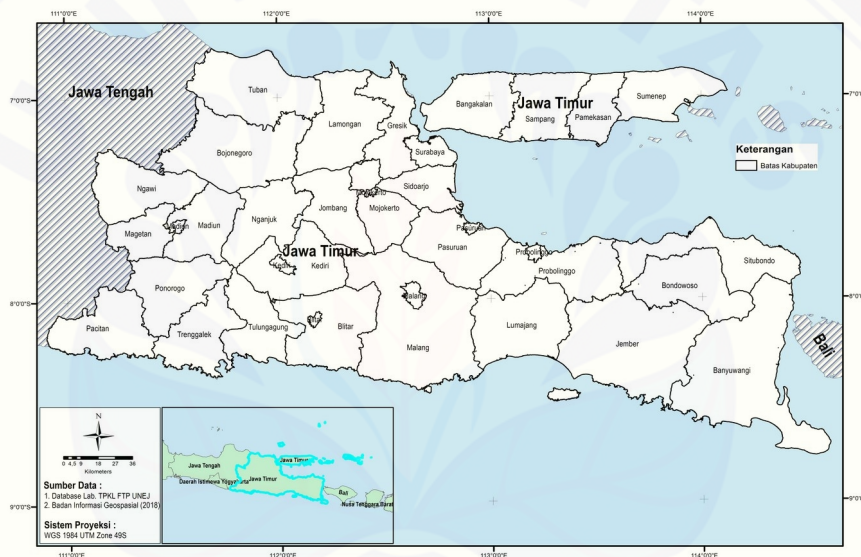
X_{ki} = jumlah piksel pada kolom ke-i



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Juli 2019. Pengambilan data lapangan dilakukan di enam Kabupaten yaitu Banyuwangi, Bondowoso, Jember, Lumajang, Probolinggo dan Situbondo. Pengolahan data dilaksanakan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Gambar 3.1 merupakan peta batas wilayah penelitian ini.



Gambar 3.1 Peta wilayah penelitian

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. *Personal Computer* (PC) yang digunakan untuk mengolah data.
2. Perangkat lunak QGIS 3.8.1, MultiSpec 2018.08.30, ILWIS 3.8.5 dan ArcMap 10.3.
3. *Global Positioning System* (GPS).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

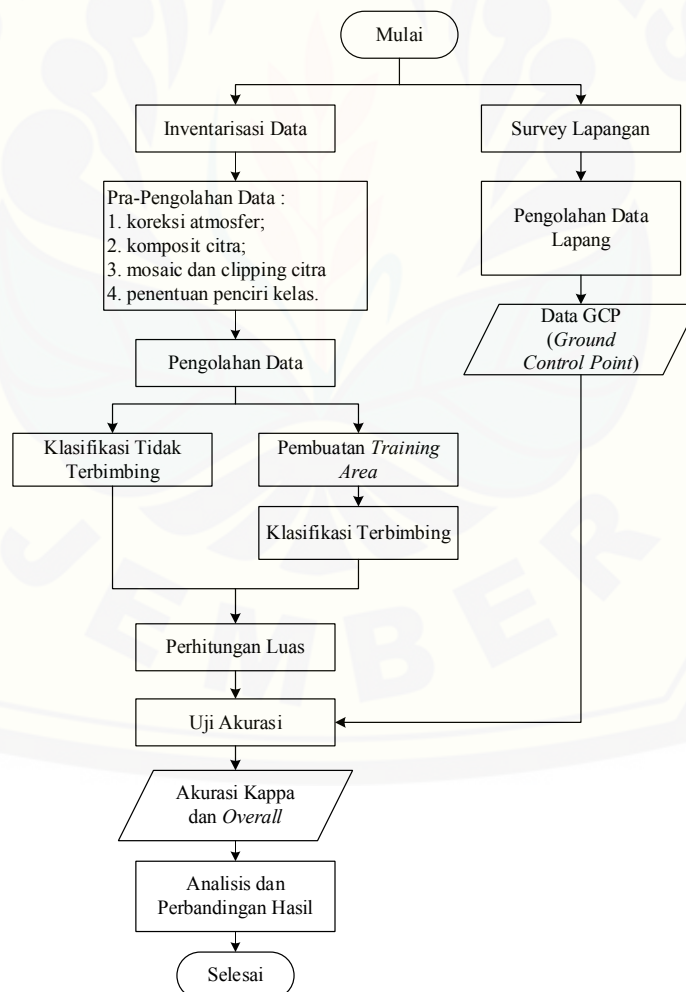
1. Citra Landsat 8 OLI/TIRS level 1 dengan Path 117 – 119 dan Row 65 – 66

waktu perekaman bulan September - Oktober 2018 yang diperoleh dari laman <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

2. Data tata guna lahan (RBI) tahun 2008 Provinsi Jawa Timur.
3. Batas administrasi Provinsi Jawa Timur.
4. Data *Ground Control Point* (titik kontrol lapangan) yang menyebar di Kabupaten Banyuwangi, Jember, Bondowoso, Situbondo, Lumajang dan Probolinggo.

3.3 Tahapan Penelitian

Gambar 3.2 merupakan diagram alir yang menunjukkan tahapan dalam penelitian ini.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.3.1 Inventarisasi data dan survei lapangan

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi citra Landsat 8 OLI/TIRS Level 1 *Path* 117 – 119 dan *Row* 65 – 66 waktu perekaman musim kemarau tahun 2018, batas administrasi Provinsi Jawa Timur. Citra Landsat 8 yang diunduh sebanyak 6 *scene* sesuai *path* dan *row* yang mencakup wilayah dalam penelitian ini.

Kriteria data yang diambil yaitu citra yang termasuk kategori *Tier* 1 dengan level pengolahan L1TP, persentase tutupan awan pada daratan (*land cloud cover*) kurang dari 10 persen dan nilai RMSE geometrik kurang dari 10 meter. Data *Tier* 1 yaitu data citra Level 1 dengan tingkat ketelitian geometrik terbaik, citra yang termasuk ke dalam *Tier* 1 tidak menyimpang lebih dari 12 meter dari titik GCP (*Ground Control Point*) yang ada di lapangan. Level pengolahan L1TP adalah pengolahan yang menghasilkan kualitas terbaik, data citra telah terkoreksi secara radiometrik dan geometrik menggunakan GCP dan data DEM (*Digital Elevation Model*) (US. Geological Survey, 2019).

Data tata guna lahan (RBI) tahun 2008 yang dikeluarkan oleh Badan Informasi Geospasial dan citra resolusi tinggi milik Google Earth Tahun 2019 digunakan sebagai data pembanding dengan hasil dari kedua metode klasifikasi.

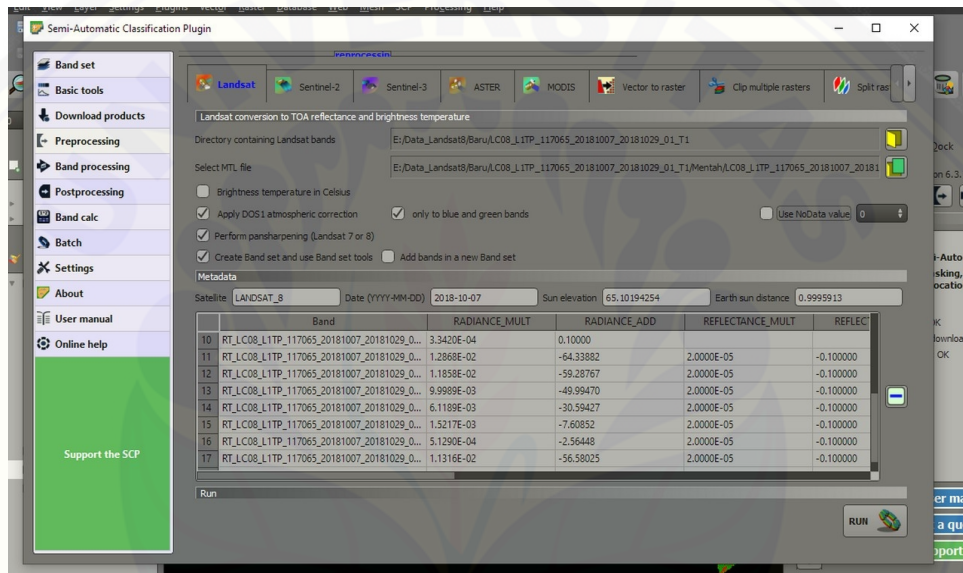
Pengambilan data lapangan dilakukan dengan membuat titik kontrol menggunakan GPS. Titik tersebut memuat informasi jenis tutupan lahan terkini yang ada di lapangan dan digunakan untuk pengujian akurasi peta hasil klasifikasi. Titik yang diperoleh sebanyak 330 dan tersebar di 6 Kabupaten yaitu Banyuwangi, Jember, Lumajang, Bondowoso, Situbondo dan Probolinggo.

3.3.2 Pra-pengolahan data

Data citra Landsat 8 yang diperoleh tidak langsung digunakan tetapi harus melalui berbagai proses yang bertujuan untuk mengkoreksi, meningkatkan kualitas dan memberi batas pada citra dimana proses-proses ini disebut sebagai pra-pengolahan (*pra-processing*) data. Berikut merupakan tahapan yang dilakukan.

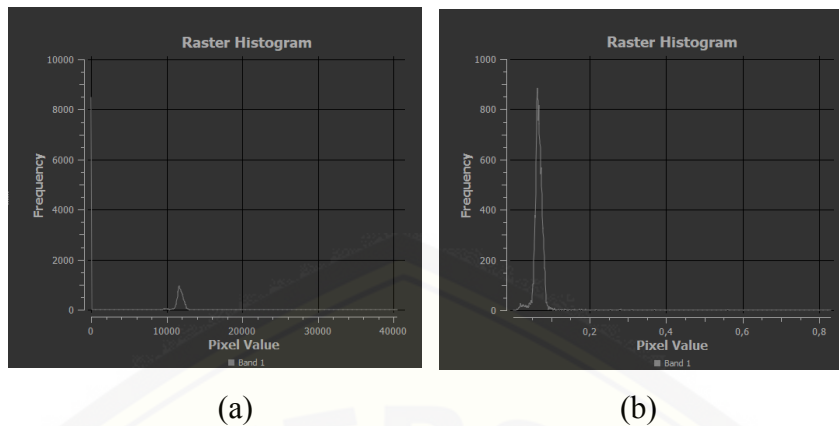
a. Koreksi atmosferik

Koreksi atmosferik diperlukan untuk memperbaiki kesalahan pada data citra satelit yang diakibatkan oleh faktor atmosfer dimana nilai reflektansi pada citra satelit tidak sesuai dengan nilai reflektansi yang sebenarnya dikarenakan pengaruh penyerapan, hamburan, dan pantulan atmosfer. Koreksi dilakukan dengan menggunakan *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) yang ada pada aplikasi QGIS menggunakan algoritma DOS (*Dark Object Substraction*). Gambar 3.3 merupakan tampilan menu SCP.



Gambar 3.3 Tampilan *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP)

DOS merupakan koreksi absolut dimana nilai reflektan pada satelit dikonversikan menjadi nilai reflektan permukaan (*surface reflectance*), dengan asumsi bahwa terdapat objek gelap yang mempunyai nilai pantulan mendekati 0, misalnya air jernih dalam dan hutan lebat. DOS menggunakan pendekatan bahwa nilai reflektan piksel seluruh citra dikurangi oleh nilai reflektan objek tergelap. Disasumsikan bahwa objek tergelap pada citra mempunyai nilai reflektan nol, maka jika ia mempunyai nilai lebih dari itu, maka nilai itulah sebagai nilai pengurangnya (Fibriawati, 2016). Gambar 3.4 merupakan tampilan histogram kanal 1 sebelum dan setelah dilakukan koreksi.



(a) histogram kanal 1 sebelum koreksi; (b) histogram kanal 1 setelah koreksi

Gambar 3.4 Histogram kanal 1 Landsat 8

Pan-sharpening (penajaman) citra juga sekaligus dilakukan melalui plugin, sehingga citra yang sebelumnya memiliki resolusi 30 m dapat diperbesar menjadi 15 m. Penajaman citra ini dilakukan dengan memanfaatkan kanal 8 yang memiliki resolusi spasial 15 m.

b. Komposit citra

Komposit citra merupakan penggabungan dari beberapa kanal (band) untuk membentuk tampilan warna yang diinginkan. Menurut Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (2015(b)), susunan komposit warna dari kanal citra indera minimal terdapat kanal inframerah dekat (NIR) untuk mempertajam penampakan unsur vegetasi. Landsat 8 memiliki kanal NIR terdapat pada kanal 5. Pemilihan kanal untuk proses komposit dilakukan dengan menggunakan metode *Optimum Index Factor* (OIF).

OIF digunakan untuk menentukan kombinasi tiga kanal terbaik untuk menggambarkan informasi tertentu. Semakin besar nilai OIF yang dihasilkan semakin banyak informasi warna yang diperoleh dan sedikit duplikasi informasi pada citra. Aplikasi ILWIS digunakan untuk melakukan perhitungan OIF dengan memasukkan 6 kanal yang sudah terkoreksi yaitu kanal 2, 3, 4, 5, 6 dan 7. Hasil yang diperoleh yaitu kombinasi kanal 256 memiliki nilai OIF tertinggi sehingga kombinasi tersebut dipakai dalam penelitian ini.

c. *Mosaic* dan *clipping* citra

Data citra Landsat 8 yang diperoleh sebelumnya terdiri dari 6 *scene*, sehingga perlu untuk digabungkan menjadi 1 *scene* dan diselaraskan warna antar *scene*-nya. Proses ini disebut sebagai *mosaic* dan *blending* citra. Setelah data digabung kemudian data dipotong sesuai dengan batas wilayah dalam penelitian ini sehingga digunakan data batas Provinsi Jawa Timur untuk memotong citra yang digunakan. Pemotongan citra ini disebut sebagai *clipping*. Proses *mosaic* dan *clipping* citra ini dilakukan menggunakan aplikasi QGIS. Gambar 3.5 menunjukkan kenampakan citra hasil proses *mosaic* dan *clip*.



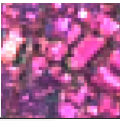



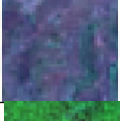

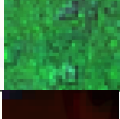




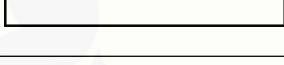
(a) Citra Landsat 8 hasil *mosaic*; (b) Citra Landsat 8 hasil *clip*

Gambar 3.5 Citra setelah proses *mosaic* dan *clip*

d. Penentuan penciri kelas tutupan lahan dan simbologi peta

Penciri kelas ditentukan untuk mempermudah dalam proses klasifikasi citra, baik dalam pembuatan training area untuk klasifikasi terbimbing maupun untuk proses *reclass*. Lahan terbangun tergambarkan dengan warna merah muda keunguan, sawah tergambarkan dengan warna hijau muda, ladang tergambarkan dengan warna keunguan tua, hutan tergambarkan dengan warna hijau lebih tua dan badan air tergambarkan dengan warna hitam kemerahan, awan tergambarkan dengan warna putih. Tabel 3.1 menunjukkan penciri tiap kelas yang dipotong dari citra hasil komposit penelitian ini dan simbologi yang ditentukan untuk peta hasil klasifikasi.

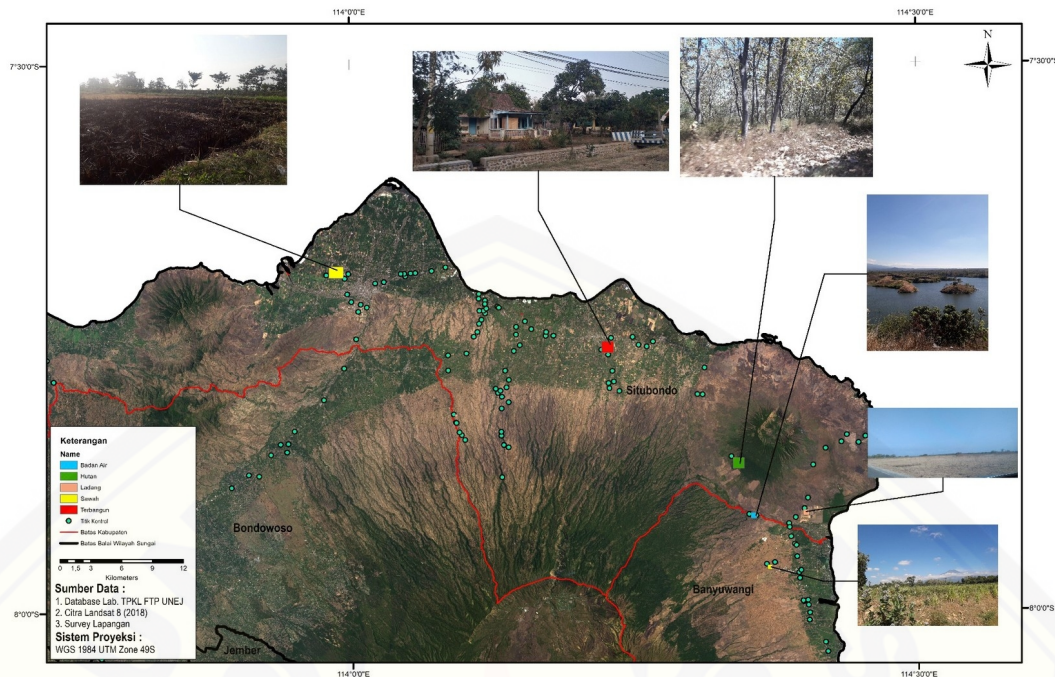
Tabel 3.1 Penciri kelas tutupan lahan dan simbologi peta

No	Kelas Tutupan	Kenampakan pada Citra	Simbologi pada Peta
1	Lahan terbangun		
2	Sawah		
3	Ladang/Lahan kosong		
4	Hutan/Kebun		
5	Badan Air		
6	Tutupan awan		

3.3.3 Pengolahan data

a. Klasifikasi terbimbing (*supervised*)

Pengolahan data pada klasifikasi citra metode terbimbing dilakukan pada aplikasi MultiSpec. Klasifikasi dilakukan dengan algoritma Maximum Likelihood dan digunakan 6 kanal citra yaitu kanal 2,3,4,5,6 dan 7. Citra ditampilkan dalam aplikasi dengan komposit 256 dan *training area* dibuat berdasarkan citra tersebut, data hasil survei dan citra milik Google Earth yang memiliki resolusi yang lebih tinggi. *Training area* tersebut dibuat secara acak sesuai dengan tiap kelas tutupan yaitu lahan terbangun, sawah, ladang/lahan kosong, hutan/kebun, badan air dan tutupan awan. Ilustrasi *training area* yang telah dibuat disajikan dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Contoh *training area* penelitian

Setelah klasifikasi selesai, data tersimpan dalam format .tif. Pengukuran luas tiap kelas selanjutnya dilakukan dengan *tool Zonal Geometry as Table* pada aplikasi QGIS. *Tool* ini membutuhkan 2 data raster dalam prosesnya, yaitu data citra satelit sebelum klasifikasi dan citra terklasifikasi. *Tool* bekerja dengan menumpuk kedua raster tersebut kemudian menggunakan *polygon* dari citra terklasifikasi untuk mengekstrak informasi luasan pada citra satelit. Sehingga akan diperoleh nilai luas wilayah per kelas tutupan lahan dari citra hasil klasifikasi.

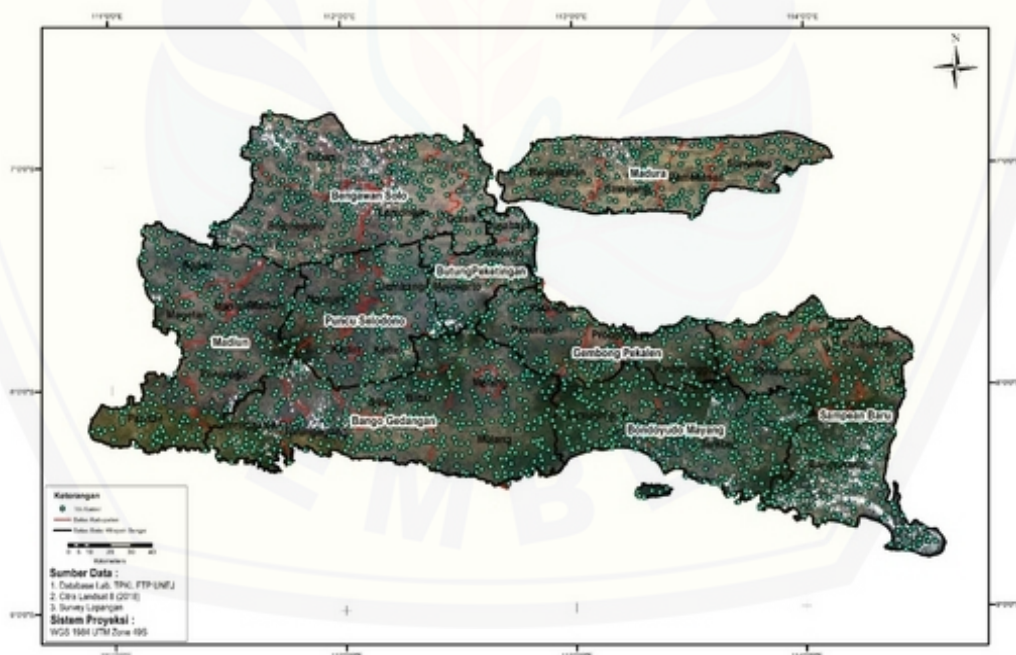
b. Klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised*)

Pengolahan data pada klasifikasi citra metode tidak terbimbing dilakukan pada aplikasi QGIS dengan menggunakan *plugin* Orfeo Toolbox digunakan 6 kanal citra yaitu kanal 2,3,4,5,6 dan 7. Klasifikasi dilakukan dengan algoritma K-means Clustering dengan *cluster* yang ditentukan sebanyak 60. *Cluster* tersebut kemudian dikelaskan (*reclass*) ke dalam 6 jenis tutupan yaitu terbangun, sawah, ladang, hutan dan badan air dan awan yang menutupi permukaan. Setelah klasifikasi selesai, data tersimpan dalam format .tif. Perhitungan luas wilayah dari

tiap kelas tutupan juga dilakukan dengan *tool Zonal Geometry as Table* yang ada pada aplikasi QGIS.

3.3.4 Uji akurasi

Uji akurasi pada klasifikasi terbimbing dilakukan secara otomatis dan hasilnya diperoleh bersamaan dengan selesainya proses klasifikasi pada aplikasi MultiSpec. Hasil yang diperoleh yaitu berupa teks dengan format .txt yang kemudian disusun menjadi tabel matriks kesalahan. Namun, dilakukan uji akurasi ulang secara manual dengan aplikasi ArcMap. Data titik yang telah diperoleh di lapangan digunakan dalam uji ini sejumlah 330 titik dan kemudian ditambahkan dengan 2170 data titik baru yang dibuat secara acak dengan menggunakan citra Landsat 8 dan citra milik Google Earth Tahun 2019 sebagai *basemap*, sehingga diperoleh total 2500 titik. Gambar 3.7 berikut menyajikan lokasi titik kontrol tersebut.



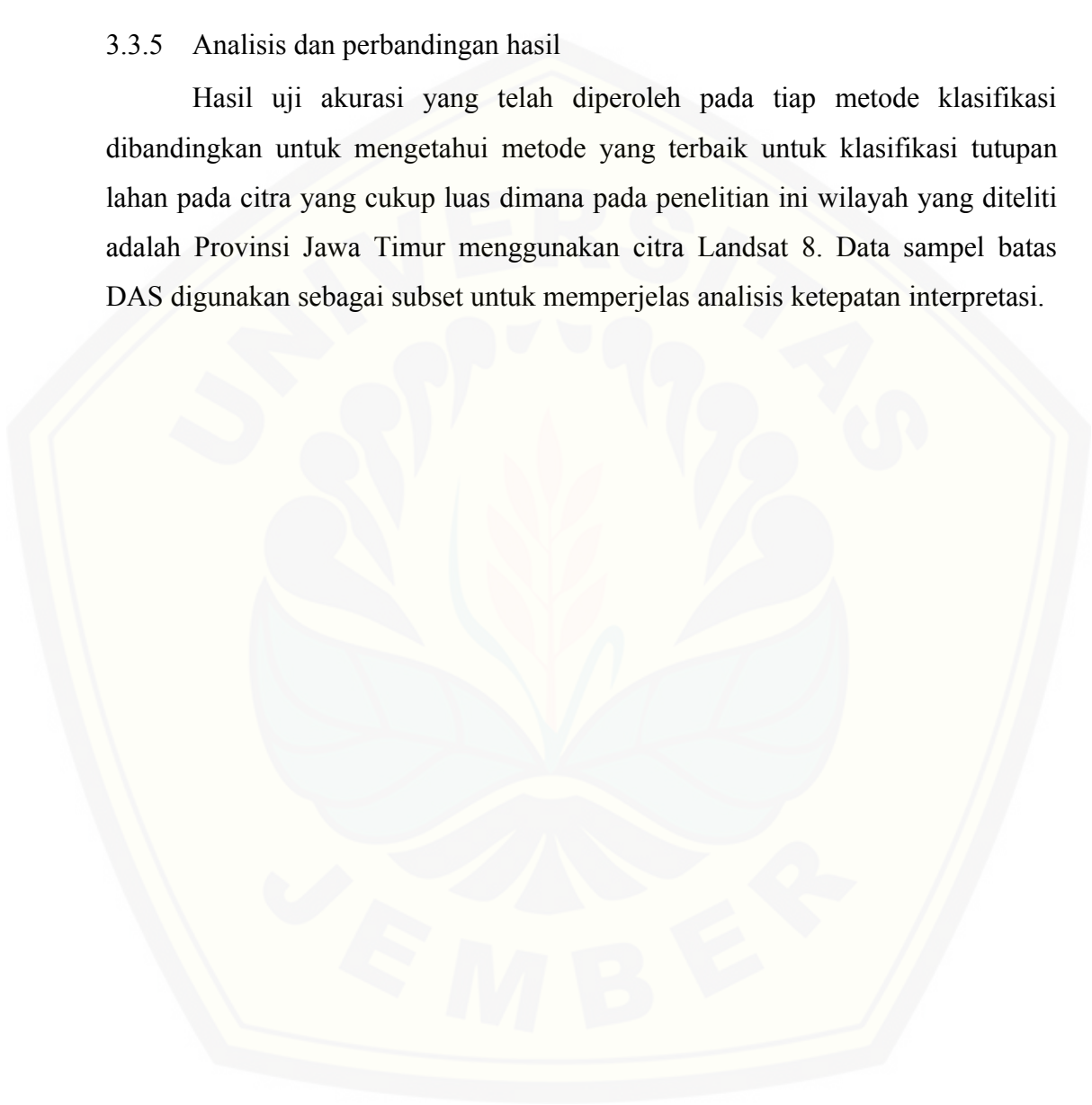
Gambar 3.7 Lokasi titik kontrol penelitian

Titik tersebut memiliki informasi tutupan lahan sehingga digunakan sebagai acuan dalam uji akurasi. Setelah proses selesai, data hasil uji akurasi diekspor ke dalam format .dbf dan disusun ke dalam matriks kesalahan. Uji

akurasi pada klasifikasi tidak terbimbing dilakukan secara manual dengan aplikasi ArcMap. Prosedur yang sama dilakukan untuk mengetahui akurasi peta yang dihasilkan.

3.3.5 Analisis dan perbandingan hasil

Hasil uji akurasi yang telah diperoleh pada tiap metode klasifikasi dibandingkan untuk mengetahui metode yang terbaik untuk klasifikasi tutupan lahan pada citra yang cukup luas dimana pada penelitian ini wilayah yang diteliti adalah Provinsi Jawa Timur menggunakan citra Landsat 8. Data sampel batas DAS digunakan sebagai subset untuk memperjelas analisis ketepatan interpretasi.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang diperoleh dari hasil dan pembahasan pada penelitian ini.

1. Dua metode yang digunakan dalam penelitian ini memberikan hasil enam kelas tutupan yaitu lahan terbangun, sawah, ladang/lahan kosong, hutan/kebun, badan air dan tutupan awan dengan total luas wilayah penelitian 47075,35 km². Klasifikasi terbimbing memberikan hasil yang lebih baik dalam merepresentasikan keadaan lapangan dengan kesalahan klasifikasi yang lebih sedikit. Kesalahan pada klasifikasi tidak terbimbing banyak terdapat pada kelas lahan terbangun dan hutan. Piksel lahan terbangun banyak yang terklasifikasi ke dalam kelas ladang/lahan kosong, sedangkan piksel hutan banyak terklasifikasi ke dalam kelas sawah dan sebaliknya.
2. Klasifikasi metode terbimbing (*supervised*) dengan algoritma Maximum Likelihood menghasilkan nilai akurasi sebesar 90,11%, sedangkan pada klasifikasi metode tidak terbimbing (*unsupervised*) dengan algoritma K-means menghasilkan nilai akurasi sebesar 75,89%. Mengacu pada syarat yang ditetapkan oleh USGS (>85%), hasil klasifikasi terbimbing dapat diterima sedangkan hasil klasifikasi tidak terbimbing tidak memenuhi syarat. Sedangkan jika mengacu pada syarat yang ditetapkan oleh LAPAN (>75%), hasil klasifikasi dari kedua metode dapat diterima.

5.2 Saran

Perlu dilakukan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised*) menggunakan algoritma lainnya karena hasil akurasi yang diperoleh menggunakan K-means masih belum baik. Klasifikasi dengan metode OBIA (*Object-Based Image Analysis*) juga perlu dikaji lebih lanjut karena pendekatannya yang juga berbasis obyek memungkinkan akurasi klasifikasi dapat lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmaca, K. 2017. K-Means Algoritmasi. <https://kenanatmaca.com/k-means-algoritmasi/>. [Diakses pada 20 Mei 2019].
- Baynard, C. W. 2013. Remote Sensing Applications: Beyond Land-Use And Land-Cover Change. *Advances in Remote Sensing*. 02(03):228–241.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Jawa Timur dalam Angka*. Surabaya : Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Campbell, J. B. 2008. *Introduction to Remote Sensing Fourth Edition*. New York: The Guilford Press.
- Dhanachandra, N., K. Manglem, dan Y. J. Chanu. 2015. Image Segmentation using K-means Clustering Algorithm and Subtractive Clustering Algorithm. *Procedia Computer Science* 54 (2015) : 764-771.
- Fibriawati, L. 2016. Koreksi Atmosfer Citra SPOT-6 Menggunakan Metode MODTRAN4. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh-2016* : 98-104.
- Harris. 2016. Maximum Likelihood <https://www.harrisgeospatial.com/docs/MaximumLikelihood.html>. [Diakses pada 20 Mei 2019].
- Indarto. 2014. *Teori dan Praktek Penginderaan Jauh*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Indarto. 2016. *Penginderaan Jauh Metode Analisis dan Interpretasi Citra Satelit*. Yogyakarta: Andi.
- Jaya, I. N. S. 2010. *Analisis Citra Digital: Perspektif Pengindraan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Khan, M. 2017. K-means Clustering for Classification. <https://towardsdatascience.com/K-means-clustering-for-classification-74b992405d0a>. [Diakses pada 20 Februari 2019].
- Lembaga Penerbangan dan Antarika Nasional. 2015(a). *Pedoman Pengolahan Data Satelit Multispektral Secara Digital Supervised Untuk Klasifikasi*. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh. Jakarta: Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.

- Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. 2015(b). *Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh Landsat 8 untuk MPT*. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh. Jakarta: Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
- Lillesand, T. M. dan R. W. Kiefer. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Lillesand, T. M., R. W. Kiefer dan J. W. Chipman. 2008. *Remote Sensing and Image Interpretation Sixth Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [NASA] National Aeronautics and Space Administration. 2018. Landsat 8. <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/>. [Diakses pada 20 Mei 2019].
- Sampurno, R. M. dan A. Thoriq. 2016. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) Di Kabupaten Sumedang (In Bahasa). *Jurnal Teknotan*. 10(2):61–70.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 7645:2010. *Klasifikasi Penutup Lahan*. Jakarta : Badan Stadarisasi Nasional.
- Story, M. dan R. G. Congalton. 1986. Remote Sensing Brief Accuracy Assessment: A User's Perspective. *Photogrammetric Engineering And Remote Sensing*. 52(3):397-399.
- US. Geological Survey. 2019. *Landsat 8 (L8) Data Users Handbook*. Sioux Falls: Department of the Interior U.S. Geological Survey.
- Wijaya, N. 2015. Deteksi Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Citra Landsat dan Sistem Informasi Geografis: Studi Kasus di Wilayah Metropolitan Bandung, Indonesia. *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning*. 2(2):82–92.
- Zulkarnain, Halili, dan L. Diara. 2015. Analisis Spasial Perubahan Tutupan Lahan Pada Wilayah Pertambangan Studi Kasus di Areal Bekas Tambang PT. Bumi Konawe Abadi Kecamatan Motui Kabupaten Konawe Utara. *Ecogreen*. 1(2):11–24.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data titik kontrol penelitian

ID	Peruntukan	Sub-Kelas	Lokasi	Kabupaten	X	Y	Waktu
1	Terbangun	Pemukiman	Lampu merah wirolegi	Jember	113.744	-8.18617	20190709
2	Terbangun	Pemukiman	Pakusari Jbr	Jember	113.784	-8.17333	20190709
3	Terbangun	Pemukiman	Mayang Jbr	Jember	113.823	-8.17755	20190709
4	Terbangun	Pemukiman	Silo Sempolan	Jember	113.871	-8.18414	20190709
5	Hutan		Jl. garahan silo	Jember	113.91	-8.23216	20190709
6	Hutan		Hutan Gumitir	Banyuwangi	113.923	-8.25214	20190709
7	Terbangun	Pemukiman	Kalibaru	Banyuwangi	113.996	-8.29909	20190709
8	Hutan		Kebun Tebu Tegalharjo, glenmore	Banyuwangi	114.021	-8.30315	20190709
9	Sawah	Perkebunan	Kalikempit, Glenmore	Banyuwangi	114.066	-8.31725	20190709
10	Terbangun	Pemukiman	Wadungdolah Kaligondo	Banyuwangi	114.119	-8.3415	20190709
11	Terbangun	Pemukiman	Maron Genteng	Banyuwangi	114.147	-8.34758	20190709
12	Terbangun	Pemukiman	Kantor camat Sempu	Banyuwangi	114.159	-8.31837	20190709
13	Terbangun	Pemukiman	Karangsari BWI	Banyuwangi	114.193	-8.32149	20190709
14	Terbangun	Pemukiman	Pasar Gendoh Sempu	Banyuwangi	114.204	-8.30725	20190709
15	Terbangun	Pemukiman	Kantor Kec. Singojuruh	Banyuwangi	114.238	-8.31058	20190709
16	Terbangun	Pemukiman	Singojuruh/alasmalang BWI	Banyuwangi	114.244	-8.31692	20190709
17	Sawah	Sawah	Lemahbang BWI	Banyuwangi	114.254	-8.31762	20190709
18	Sawah	Kebun Kelapa	Jalan bangsring	Banyuwangi	114.419	-8.05612	20190709
19	Terbangun	Pemukiman	daerah bengkak	Banyuwangi	114.42	-8.03861	20190709
20	Sawah		sawah tadah	Banyuwangi	114.418	-8.03012	20190709
21	Sawah		sawah tadah hujan	Banyuwangi	114.404	-8.00983	20190709
22	Terbangun	Pemukiman	pemukiman wongsorejo	Banyuwangi	114.404	-8.00311	20190709
23	Terbangun	Pemukiman	wongsorejo	Banyuwangi	114.403	-7.99608	20190709
24	Sawah	Sawah	jagung bwi	Banyuwangi	114.395	-7.97163	20190709
25	Sawah	Sawah	kacang bwi	Banyuwangi	114.395	-7.96637	20190709
26	Terbangun	Pemukiman	pemukiman bwi	Banyuwangi	114.391	-7.94017	20190709
27	Terbangun	Pemukiman	banyuwangi	Banyuwangi	114.388	-7.93349	20190709
28	Ladang		pohon jati baluran lebat	Situbondo	114.31	-7.8034	20190709
29	Ladang		pohon jati baluran	Situbondo	114.306	-7.803	20190709
30	Sawah		vegetasi lebat asembagu	Situbondo	114.267	-7.75478	20190709
31	Sawah		vegetasi jati asembagus	Situbondo	114.254	-7.75771	20190709
32	Sawah		vegetasi mangga asembagus	Situbondo	114.249	-7.75051	20190709
33	Hutan		tebu arjasa	Situbondo	114.179	-7.74898	20190709
34	Ladang		ladang kosong arjasa	Situbondo	114.172	-7.74901	20190709
35	Sawah		tembakau arjasa	Situbondo	114.159	-7.74287	20190709

ID	Peruntukan	Sub-Kelas	Lokasi	Kabupaten	X	Y	Waktu
36	Hutan	Kebun	Arjasa Sibon Lebat	Situbondo	114.13	-7.72202	20190709
37	Sawah		vegetasi jarang kapongan	Situbondo	114.084	-7.68602	20190709
38	Sawah		sawah kapongan	Situbondo	114.072	-7.68919	20190709
39	Sawah		vegetasi sawah kec panji	Situbondo	114.057	-7.69096	20190709
40	Sawah		sawah kec panji	Situbondo	114.053	-7.69118	20190709
41	Sawah		vegetasi jarang panji	Situbondo	114.048	-7.69395	20190709
43	Sawah		vegetasi jarang , panji	Situbondo	114.047	-7.6916	20190709
44	Sawah		vegetasi ladang kosong kecamatan panji	Situbondo	114.044	-7.69172	20190709
45	Terbangun	Pemukiman	Gumuk Kec. Situbondo, Situbondo	Situbondo	114.005	-7.75108	20190709
46	Terbangun	Pemukiman	Klabang Bws	Bondowoso	113.95	-7.83505	20190709
47	Sawah		Sawah Tenggarang	Bondowoso	113.859	-7.90661	20190709
48	Terbangun	Pemukiman	Tenggarang Bws	Bondowoso	113.85	-7.91054	20190709
49	Terbangun	Pemukiman	Bws Kota Nangkaan	Bondowoso	113.82	-7.9302	20190709
50	Terbangun	Pemukiman	jember bws	Bondowoso	113.782	-8.04781	20190709
51	Terbangun	Pemukiman	Jelbuk	Jember	113.767	-8.06766	20190709
52	Terbangun	Pemukiman	Arjasa	Jember	113.758	-8.08736	20190709
53	Terbangun	Pemukiman	UPT PSDA Bondowoso	Bondowoso	113.816	-7.92169	20190709
54	Badan Air		waduk bajulmati	Situbondo	114.354	-7.91459	20190618
56	Sawah		SawahSibon	Situbondo	114.139	-7.78905	20190618
57	Terbangun	Pemukiman	PerumahanPanti	Jember	113.593	-8.17008	20190714
58	Hutan		KebunPanti	Jember	113.597	-8.17087	20190714
59	Terbangun	Pemukiman	lemabang	Banyuwangi	114.262	-8.31312	20190709
60	Sawah		Sawah Labanasem	Banyuwangi	114.3	-8.28984	20190709
61	Sawah		Sawah Kabat	Banyuwangi	114.317	-8.28534	20190709
62	Terbangun	Pemukiman	Kantor Kecamatan Kabat	Banyuwangi	114.317	-8.2777	20190709
63	Terbangun	Pemukiman	Taman Kabat	Banyuwangi	114.331	-8.26317	20190709
64	Terbangun	Pemukiman	Stadion Diponegoro	Banyuwangi	114.366	-8.21523	20190709
65	Terbangun	Pemukiman	Taman Sri Tanjung	Banyuwangi	114.375	-8.21043	20190709
66	Terbangun	Pemukiman	Jalan Basuki Rahmat BWI	Banyuwangi	114.377	-8.20716	20190709
67	Terbangun	Pemukiman	pemukiman	Bondowoso	113.723	-8.16553	20190701
68	Sawah		Sawah	Bondowoso	113.778	-8.04177	20190709
69	Terbangun	Pemukiman	Tamansari BWS	Bondowoso	113.825	-7.92862	20190709
70	Terbangun	Pemukiman	BWS kota	Bondowoso	113.838	-7.91421	20190618
71	Terbangun	Pemukiman	BWS Kota Tenggrang	Bondowoso	113.846	-7.91261	20190618
72	Terbangun	Pemukiman	Wonosari BWS	Bondowoso	113.894	-7.88639	20190618
73	Sawah	Sawah	Tapen	Bondowoso	113.909	-7.8747	20190618
74	Sawah	Sawah	sawah BWS	Bondowoso	113.943	-7.85414	20190618
75	Hutan		Alas jati BWS	Bondowoso	113.944	-7.84642	20190618
76	Terbangun	Pemukiman	Prajeakan	Bondowoso	113.976	-7.80659	20190618
77	Sawah	Sawah	Batas Situbondo BWS	Bondowoso	113.994	-7.77782	20190618

ID	Peruntukan	Sub-Kelas	Lokasi	Kabupaten	X	Y	Waktu
78	Terbangun	Pemukiman	Sampean Lama	Situbondo	114.014	-7.72222	20190618
79	Terbangun	Pemukiman	Kota	Situbondo	114.022	-7.70022	20190618
80	Terbangun	Pemukiman	Panji	Situbondo	114.03	-7.69911	20190618
81	Badan Air	Empang	tambak	Situbondo	114.113	-7.71056	20190618
82	Sawah		sawah	Situbondo	114.119	-7.7164	20190618
83	Sawah		sawahdanjati	Situbondo	114.131	-7.72311	20190618
84	Sawah		sawahtadahhujan	Situbondo	114.154	-7.73563	20190618
85	Hutan		ladangtebudanmangga	Situbondo	114.173	-7.74557	20190618
86	Terbangun	Pemukiman	kotaassembagoes	Situbondo	114.23	-7.75132	20190618
87	Ladang		ladangsukorejo	Situbondo	114.261	-7.75923	20190618
88	Hutan		batasakhirbaluran	Situbondo	114.312	-7.77886	20190618
89	Hutan		hutanbaluran	Situbondo	114.336	-7.86001	20190618
90	Badan Air	Waduk	wadukbadanair	Situbondo	114.357	-7.91405	20190618
91	Badan Air	Waduk	wadukbajulmati1	Situbondo	114.351	-7.91299	20190618
92	Hutan		baluran	Situbondo	114.386	-7.9215	20190618
93	Terbangun	Pemukiman	perbatasan stbd-bwi	Situbondo	114.387	-7.92494	20190618
94	Terbangun	Pemukiman	pasar bajulmati	Banyuwangi	114.393	-7.9415	20190618
95	Terbangun	Pemukiman	sumber anyar1	Banyuwangi	114.397	-7.96428	20190618
96	Sawah	Sawah	spass wongsorejo	Banyuwangi	114.399	-7.99283	20190618
97	Sawah	Sawah	wongsorejo8	Banyuwangi	114.398	-7.99209	20190618
98	Terbangun	Pemukiman	wongsorejo7	Banyuwangi	114.403	-7.99151	20190618
99	Terbangun	Pemukiman	wongsorejo6	Banyuwangi	114.393	-7.95176	20190618
100	Terbangun	Pemukiman	wongsorejo5	Banyuwangi	114.373	-7.95695	20190618
101	Sawah	Sawah	wongsorejo4	Banyuwangi	114.366	-7.95858	20190618
104	Sawah	Sawah	Leyengan Situbondo	Situbondo	113.998	-7.69152	20190716
105	Sawah	Sawah	Wringin Timur, Wringinanom	Situbondo	113.979	-7.69259	20190716
106	Terbangun	Pemukiman	RSUD Situbondo	Situbondo	113.995	-7.69572	20190716
107	Terbangun		Ketowan Situbondo	Situbondo	114.136	-7.7807	20190716
108	Terbangun		Sopet Situbondo	Situbondo	114.128	-7.79699	20190716
109	Hutan		Sopet Situbondo	Situbondo	114.137	-7.79592	20190716
110	Ladang	Gemuk	Sopet Situbondo	Situbondo	114.13	-7.80093	20190716
111	Sawah	Mangga	Sopet Situbondo	Situbondo	114.132	-7.79893	20190716
112	Sawah	Tembakau	Sopet Situbondo	Situbondo	114.144	-7.76282	20190716
113	Sawah	Jati	Sopet Situbondo	Situbondo	114.149	-7.75745	20190716
114	Sawah	Sengon	Sopet Situbondo	Situbondo	114.146	-7.74784	20190716
115	Terbangun	Pemukiman	Sopet Situbondo	Situbondo	114.146	-7.74069	20190716
116	Terbangun	Kota	RS Elizabet	Situbondo	113.997	-7.71005	20190716
117	Terbangun	Kota	Situbondo Barat	Situbondo	114.001	-7.71704	20190716
118	Ladang	Gemuk	Situbondo Utara	Situbondo	114.009	-7.71953	20190716
119	Ladang	Gemuk	Arah Situbondo Barat Kota	Situbondo	114.007	-7.72608	20190716
120	Hutan	Mangrove	Baluran	Situbondo	114.459	-7.8459	20190722

ID	Peruntukan	Sub-Kelas	Lokasi	Kabupaten	X	Y	Waktu
121	Ladang	Vege Rapat	Baluran	Situbondo	114.454	-7.84198	20190722
122	Ladang	Vege Tipis	Baluran	Situbondo	114.448	-7.84769	20190722
123	Ladang	Savana	Baluran	Situbondo	114.438	-7.84056	20190722
124	Ladang	Vege Sedang	Baluran	Situbondo	114.433	-7.84704	20190722
125	Hutan	Vege Rapat	Baluran	Situbondo	114.419	-7.85285	20190722
126	Ladang	Vege Rapat	Baluran	Situbondo	114.408	-7.86806	20190722
127	Ladang	Vege Rapat	Baluran	Situbondo	114.403	-7.89824	20190722
128	Ladang	Vege Sedang	Baluran	Situbondo	114.4	-7.90784	20190722
129	Ladang	Vege Rapat	Baluran	Situbondo	114.392	-7.916	20190722
130	Terbangun	Pemukiman	Tapen	Bondowoso	113.929	-7.85649	20190722
131	Sawah		Tapen	Bondowoso	113.937	-7.84697	20190722
132	Sawah		Cindogo	Bondowoso	113.918	-7.87599	20190722
133	Terbangun	Pemukiman	Kabat	Banyuwangi	114.328	-8.26497	20190725
134	Terbangun	Pemukiman	Gitik Rogojampi	Banyuwangi	114.293	-8.30912	20190725
135	Terbangun	Pemukiman	Rogojampi	Banyuwangi	114.248	-8.32284	20190725
136	Sawah	Sawah	Rogojampi	Banyuwangi	114.242	-8.34364	20190725
137	Terbangun	Pemukiman	Genteng	Banyuwangi	114.146	-8.36425	20190725
138	Sawah	Perkebunan	PTPN 12	Banyuwangi	114.101	-8.38971	20190725
139	Terbangun	Pemukiman	Tamansari	Banyuwangi	114.113	-8.37148	20190725
140	Sawah	Sawah	Gambiran	Banyuwangi	114.134	-8.37237	20190725
141	Terbangun	Pemukiman	Gambiran	Banyuwangi	114.14	-8.3724	20190725
142	Sawah	Sawah	sawah kaligondo glenmore	Banyuwangi	114.107	-8.32903	20190725
143	Sawah	Kebun	Kebun tolongrejo	Banyuwangi	114.089	-8.32857	20190725
144	Sawah	Kebun	Kebun PTPN Kali kempit Glenmore	Banyuwangi	114.053	-8.32716	20190725
145	Ladang		lahan kosong bwi	Banyuwangi	114.021	-8.30179	20190725
146	Terbangun		Kec kalibaru	Banyuwangi	113.99	-8.29901	20190725
147	Sawah		kalibaru	Banyuwangi	113.964	-8.27751	20190725
148	Sawah	Sawah	Leces Vege	Probolinggo	113.249	-7.90176	20190724
149	Sawah	Sawah	Banjarsawah Proboli	Probolinggo	113.244	-7.86588	20190724
150	Terbangun	Pemukiman	Leces	Probolinggo	113.228	-7.83742	20190724
151	Terbangun	Pemukiman	wonoasih	Probolinggo	113.224	-7.81068	20190724
152	Terbangun	Pemukiman	Pasangan Probolinggo	Probolinggo	113.185	-7.78528	20190724
153	Terbangun		Cangkringmalang Pasuruan	Pasuruan	112.753	-7.59023	20190724
154	Terbangun		Bangil	Pasuruan	112.816	-7.6056	20190724
155	Sawah	Sawah	Raci Pasuruan	Pasuruan	112.851	-7.6167	20190724
156	Terbangun	Pemukiman	pemukiman pasuruan	Pasuruan	112.913	-7.63549	20190724
157	Sawah	Sawah	pasuruan	Pasuruan	112.936	-7.6633	20190724
158	Sawah	Sawah	sawah dekat grati	Pasuruan	112.981	-7.7017	20190724
159	Badan Air	Waduk	waduk griti	Pasuruan	113.01	-7.7246	20190724
160	Terbangun	Pemukiman	Sedarum pasuruan	Pasuruan	113.056	-7.71632	20190724
161	Terbangun	Pemukiman	tongas	Pasuruan	113.087	-7.7206	20190724

ID	Peruntukan	Sub-Kelas	Lokasi	Kabupaten	X	Y	Waktu
162	Terbangun	Kota	probolinggo kota 2	Probolinggo	113.195	-7.75426	20190724
163	Terbangun	Kota	kota probolinggo	Probolinggo	113.226	-7.7589	20190724
164	Sawah	Mangrove	bentar	Probolinggo	113.279	-7.78614	20190724
165	Terbangun	Pemukiman	Kec. Gending	Probolinggo	113.31	-7.79259	20190724
166	Terbangun	Pemukiman	Kec. Pajajaran	Probolinggo	113.379	-7.76697	20190724
167	Terbangun	Kantor Kota	Kntr Kecamatan Kejaksanaan	Probolinggo	113.417	-7.76068	20190724
168	Terbangun	Kantor Kota	Kec.Paiton	Probolinggo	113.469	-7.73247	20190724
169	Terbangun	Pemukiman	Desa Paiton	Probolinggo	113.518	-7.72034	20190724
170	Terbangun	PLTU	PLTU Paiton	Probolinggo	113.584	-7.71836	20190724
171	Hutan	Rapat	Paiton Vege	Probolinggo	113.598	-7.71867	20190724
172	Terbangun		Masuk Paiton	Probolinggo	113.65	-7.73061	20190724
173	Terbangun	Pemukiman	Kec. Besuki Mukim	Situbondo	113.694	-7.73297	20190724
174	Sawah	Tembakau	Tembakau Ketah	Situbondo	113.704	-7.73292	20190724
175	Sawah	Sawah	Sawah Suboh	Situbondo	113.72	-7.73339	20190724
176	Sawah	Sawah	sawah sibon	Situbondo	113.731	-7.76906	20190724
177	Sawah	Kebun Jati	jati2 an sibon	Situbondo	113.737	-7.78893	20190724
178	Sawah	Hutan	arak2 bws	Bondowoso	113.774	-7.85466	20190724
179	Terbangun	Kampus	universitas bws	Bondowoso	113.804	-7.90407	20190724
180	Terbangun		kelurahan badehan	Bondowoso	113.816	-7.91327	20190724
181	Terbangun		kota bws	Bondowoso	113.816	-7.91718	20190724
182	Ladang	0	lahan kering 3	Situbondo	114.228	-7.79716	20190807
183	Sawah	0	sawah tadah hujan asembagus	Situbondo	114.227	-7.79244	20190807
184	Ladang	0	lahan kering asembagus	Situbondo	114.237	-7.79972	20190807
185	Terbangun	0	pemukiman batal asembagus	Situbondo	114.232	-7.79119	20190807
186	Ladang	0	tegalan asembagus	Situbondo	114.231	-7.78139	20190807
187	Sawah	0	Sawah Irigasi Awar Awar	Situbondo	114.227	-7.76648	20190807
188	Terbangun	0	Pemukiman Awar awar	Situbondo	114.221	-7.76201	20190807
189	Hutan	0	Kahumas Arjasa Vege	Situbondo	114.133	-7.87791	20190807
190	Terbangun	0	Perumahan kayumas	Situbondo	114.139	-7.85066	20190807
191	Sawah	0	Sawah Tadah Kayumas	Situbondo	114.135	-7.84855	20190807
192	Hutan	0	Bete Hijau Sopet	Situbondo	114.132	-7.84006	20190807
193	Hutan	0	hutan 3	Situbondo	114.132	-7.83643	20190807
194	Hutan	0	hutan 1 sopet	Situbondo	114.133	-7.81521	20190807
195	Hutan	0	hutan	Situbondo	114.139	-7.80944	20190807
196	Ladang	0	lahan kering sopet	Situbondo	114.133	-7.80449	20190807
197	Sawah	0	sawah tadah hujan	Situbondo	114.092	-7.82774	20190807
198	Ladang	0	tegalan	Situbondo	114.1	-7.84371	20190807
199	Ladang	0	tegalan arjasa	Situbondo	114.097	-7.83925	20190807
200	Terbangun	0	pemukiman arjasa	Situbondo	114.095	-7.83676	20190807
201	Ladang	0	lahan kering 8	Situbondo	114.093	-7.82816	20190807

ID	Peruntukan	Sub-Kelas	Lokasi	Kabupaten	X	Y	Waktu
202	Ladang	0	lahan kering arjasa 6	Situbondo	114.09	-7.82039	20190807
203	Sawah	0	sawah irigasi	Situbondo	114.086	-7.78014	20190807
204	Sawah	0	sawah tadah hujan	Situbondo	114.086	-7.76634	20190807
205	Terbangun	0	pemukiman arjasa	Situbondo	114.102	-7.76476	20190807
206	Ladang	0	lahan kering arjasa 5	Situbondo	114.109	-7.74942	20190807
207	Ladang	0	lahan kering arjasa 4	Situbondo	114.112	-7.74519	20190807
208	Sawah	0	mangga arjasa	Situbondo	114.113	-7.73761	20190807
209	Ladang	0	lahan kering arjasa 3	Situbondo	114.115	-7.73397	20190807
210	Sawah	0	lahan kering arjasa	Situbondo	114.119	-7.72816	20190807
211	Ladang	0	lahan kering arjasa	Situbondo	114.117	-7.72576	20190807
212	Sawah	0	sawah tadah hujan arjasa	Situbondo	114.12	-7.72384	20190807
213	Ladang	0	lahan kering arjasa	Situbondo	114.114	-7.72583	20190807
214	Terbangun	0	pemukiman arjasa 2	Situbondo	114.119	-7.71995	20190807
215	Terbangun	0	pemukiman arjasa	Situbondo	114.119	-7.7196	20190807
216	Sawah	0	sawah arjasa	Situbondo	114.113	-7.7148	20190807
217	Sawah	0	ladang tebu desa pakusari	Jember	113.781	-8.17564	20190725
218	Terbangun	0	pemukiman desa pakusari	Jember	113.794	-8.17497	20190725
219	Sawah	lahan tembakau dan jagung	desa mayang	Jember	113.8	-8.14879	20190725
220	Terbangun	0	pemukiman kalisat	Jember	113.813	-8.12946	20190725
221	Terbangun	0	pemukiman ajung, kalisat	Jember	113.821	-8.13305	20190725
222	Sawah	cabe, tembakau dan sawah	desa sebanen	Jember	113.82	-8.10173	20190725
223	Sawah	ladang jagung	sukorejo	Jember	113.822	-8.08711	20190725
224	Hutan	0	hutan pinus sukowono	Jember	113.833	-8.07084	20190725
225	Terbangun	0	pemukiman sukowono	Jember	113.835	-8.05794	20190725
226	Sawah	0	sawah dan lahan tembakau	Jember	113.822	-8.05626	20190725
227	Sawah	0	ladang tembakau sumber wringin	Jember	113.809	-8.05696	20190725
228	Sawah	0	ladang tebu sumber wringin	Jember	113.799	-8.06293	20190725
229	Sawah	0	ladang tembakau sukowono	Jember	113.795	-8.07704	20190725
230	Sawah	lahan tembakau dan sawah	desa jelbuk	Jember	113.776	-8.08568	20190725
231	Sawah	lahan jagung dan sawah	desa jelbuk	Jember	113.773	-8.08183	20190725
232	Hutan	hutan pinus	perbatasan jember-bws desa jelbuk	Jember	113.766	-8.06423	20190725
233	Sawah	0	lahan tebu desa jelbuk	Jember	113.757	-8.08506	20190725
234	Terbangun	0	pemukiman arjasa	Jember	113.747	-8.12149	20190725
235	Terbangun	0	pemukiman desa arjasa	Jember	113.738	-8.11882	20190725
236	Sawah	sawah, jagung dan cabai	desa darsono	Jember	113.728	-8.12146	20190725
237	Sawah	0	ladang kopi kakao,	Jember	113.731	-8.13183	20190725

ID	Peruntukan	Sub-Kelas	Lokasi	Kabupaten	X	Y	Waktu
238	Terbangun	0	darsono pemukiman bintoro	Jember	113.718	-8.13554	20190725
239	Sawah	0	lahan tebu bintoro	Jember	113.711	-8.13782	20190725
240	Sawah	Sawah	sawah bintoro	Jember	113.714	-8.13383	20190725
241	Terbangun	0	alun alun(pemukiman jember)	Jember	113.702	-8.16712	20190724
242	Hutan	perkebunan karet	tempurejo	Jember	113.699	-8.31811	20190724
243	Hutan	0	perkebunan karet, glantangan	Jember	113.696	-8.30441	20190724
244	Hutan	perkebunan karet	kawangrejo, mumbulsari	Jember	113.694	-8.28372	20190724
245	Sawah	sawah,ladang jagung	desa gayasan	Jember	113.708	-8.25334	20190724
246	Sawah	ladang tebu	desa wirowongso, kec. Ajung	Jember	113.699	-8.24403	20190724
247	Sawah	0	ladang tebu bandara I	Jember	113.702	-8.23775	20190724
248	Sawah	lahan jagung	desa wirowongso, ajung	Jember	113.7	-8.21627	20190724
249	Sawah	0	desa keramat, kec. sumpalsari	Jember	113.715	-8.19125	20190724
250	Sawah	tembakau dan lahan cabe	desa keramat, kec. Sumpalsari	Jember	113.719	-8.19452	20190724
251	Sawah	0	sawah dan tembakau sempolan	Jember	113.863	-8.17746	20190724
252	Sawah	0	sawah sumberjati, silo	Jember	113.863	-8.18903	20190724
253	Terbangun	0	pemukiman desa sidomulyo	Jember	113.918	-8.23316	20190724
254	Sawah	0	sawah desa sidomulyo	Jember	113.916	-8.23431	20190724
255	Hutan	0	batas kab. banyuwangi dan jember	Jember	113.925	-8.24832	20190724
256	Hutan	0	hutan dan ladang kopi gumitir	Jember	113.924	-8.24956	20190724
257	Terbangun	0	pemukiman gumitir	Jember	113.923	-8.24952	20190724
258	Sawah	0	ladang tebu garahan	Jember	113.895	-8.22216	20190724
259	Terbangun	0	pemukiman garahan	Jember	113.892	-8.21118	20190724
260	Hutan	0	ladang pohon sengon silo1	Jember	113.888	-8.20289	20190724
261	Sawah	0	ladang kopi silo2	Jember	113.894	-8.19637	20190724
262	Sawah	0	sawah silo1	Jember	113.88	-8.19124	20190724
263	Sawah	0	jagung dan sawah sempolan2	Jember	113.849	-8.18122	20190724
264	Sawah	0	tembakau dan sawah sempolan1	Jember	113.845	-8.1808	20190724
265	Sawah	0	tembakau dan sawah mayang 1	Jember	113.823	-8.1746	20190724
266	Sawah	0	Sawah Rambipuji	Jember	113.587	-8.22484	20190725
267	Sawah	0	Sawah Balung	Jember	113.558	-8.24966	20190725
268	Terbangun	0	Pemukiman Balung	Jember	113.539	-8.27168	20190725
269	Sawah	0	Sawah Balung	Jember	113.524	-8.28612	20190725
270	Sawah	0	Kebun Tebu	Jember	113.513	-8.2936	20190725
271	Terbangun	0	Pemukiman Gumukmas	Jember	113.416	-8.31579	20190725
272	Sawah	0	Sawah Kencong	Jember	113.407	-8.31296	20190725

ID	Peruntukan	Sub-Kelas	Lokasi	Kabupaten	X	Y	Waktu
273	Terbangun	0	Pemukiman Kencong	Jember	113.384	-8.28651	20190725
274	Terbangun	0	Pemukiman Jombang	Jember	113.341	-8.2577	20190725
275	Sawah	0	Sawah Jombang	Jember	113.328	-8.24571	20190725
276	Terbangun	0	Pemukiman Sumbersuko	Jember	113.2	-8.15129	20190724
277	Terbangun	0	Pemukiman Sukodono	Jember	113.219	-8.10713	20190724
278	Badan Air	0	Ranu Pakis	Lumajang	113.269	-7.99766	20190724
279	Badan Air	0	Ranu Klakah	Lumajang	113.271	-7.98568	20190724
280	Terbangun	0	Pemukiman Klakah	Lumajang	113.249	-7.99161	20190724
281	Sawah	0	Sawah Randuagung	Lumajang	113.33	-8.08062	20190724
282	Terbangun	0	Pemukiman Jatiroto	Lumajang	113.363	-8.12183	20190718
283	Terbangun	0	Pemukiman Jatiroto	Lumajang	113.364	-8.12618	20190718
284	Hutan	0	Perkebunan Tebu	Lumajang	113.348	-8.14173	20190718
285	Hutan	0	Perkebunan Tebu	Lumajang	113.345	-8.14949	20190718
286	Terbangun	0	Pemukiman Jatiroto	Lumajang	113.33	-8.15797	20190718
287	Hutan	0	Perkebunan Tebu	Lumajang	113.33	-8.17069	20190718
288	Hutan	0	Perkebunan Tebu	Lumajang	113.322	-8.16894	20190718
289	Hutan	0	Perkebunan Tebu	Lumajang	113.319	-8.1743	20190718
290	Hutan	0	Perkebunan Rowokangkung	Lumajang	113.31	-8.17784	20190718
291	Sawah	Sawah	Sawah Rowokangkung	Lumajang	113.307	-8.18959	20190718
292	Terbangun	0	Pemukiman Yosowilangun	Lumajang	113.309	-8.20617	20190718
293	Terbangun	0	Pemukiman Yosowilangun	Lumajang	113.311	-8.23297	20190718
294	Terbangun	0	Pemukiman Senduro	Lumajang	113.083	-8.08043	20190717
295	Hutan	0	Hutan Semeru	Lumajang	113.03	-8.04715	20190717
296	Hutan	0	Hutan Burno	Lumajang	113.046	-8.06434	20190717
297	Sawah	0	Perkebunan Pisang Burno	Lumajang	113.054	-8.07435	20190717
298	Terbangun	0	Pemukiman Burno	Lumajang	113.069	-8.08363	20190717
299	Terbangun	0	Pemukiman Senduro	Lumajang	113.074	-8.08672	20190717
300	Terbangun	0	Pemukiman Senduro	Lumajang	113.091	-8.09845	20190717
301	Terbangun	0	Pemukiman Senduro	Lumajang	113.093	-8.09989	20190717
302	Hutan	0	Perkebunan Senduro	Lumajang	113.116	-8.1098	20190717
303	Sawah	0	Sawah Senduro	Lumajang	113.124	-8.11464	20190717
304	Terbangun	0	Pemukiman Senduro	Lumajang	113.141	-8.13099	20190717
305	Sawah	0	Sawah Lumajang	Lumajang	113.191	-8.13625	20190717
306	Terbangun	0	Pemukiman Lumajang	Lumajang	113.206	-8.13039	20190717
307	Terbangun	0	Pemukiman Lumajang	Lumajang	113.217	-8.13198	20190717
308	Terbangun	0	Pemukiman Lumajang	Lumajang	113.222	-8.13313	20190717
309	Terbangun	0	Alun-Alun Lumajang	Lumajang	113.223	-8.13579	20190717
310	Terbangun	0	Pemukiman Lumajang	Lumajang	113.225	-8.13804	20190717
311	Terbangun	0	Pemukiman Lumajang	Lumajang	113.232	-8.13961	20190717
312	Terbangun	0	Pemukiman Tukum	Lumajang	113.239	-8.14704	20190717

ID	Peruntukan	Sub-Kelas	Lokasi	Kabupaten	X	Y	Waktu
313	Terbangun	0	Pemukiman Tukum	Lumajang	113.245	-8.15104	20190717
314	Terbangun	0	Sawah Tekung	Lumajang	113.273	-8.16941	20190717
315	Terbangun	0	Sawah Nogosari	Lumajang	113.286	-8.1786	20190717
316	Terbangun	0	Sawah Nogosari	Lumajang	113.294	-8.19477	20190717
317	Sawah	0	Sawah Kalipepe	Lumajang	113.304	-8.20719	20190717
318	Terbangun	0	Pemukiman Pasirian	Lumajang	113.115	-8.20697	20190705
319	Hutan	0	Hutan Candipuro	Lumajang	113.053	-8.16985	20190705
320	Sawah	0	Sawah Candipuro	Lumajang	113.027	-8.13868	20190705
321	Sawah	0	Sawah Candipuro	Lumajang	113.019	-8.1402	20190705
322	Hutan	0	Hutan Candipuro	Lumajang	113.019	-8.18159	20190705
323	Terbangun	0	Pemukiman Candipuro	Lumajang	113.072	-8.18583	20190705
324	Sawah	0	Sawah Pasirian	Lumajang	113.114	-8.24977	20190705
325	Sawah	0	Sawah Pasirian	Lumajang	113.17	-8.26535	20190705
326	Hutan	0	Perkebunan Sengon Pasirian	Lumajang	113.152	-8.27573	20190705
327	Hutan	0	Perkebunan Sengon Pasirian	Lumajang	113.145	-8.26399	20190705
328	Sawah	0	Sawah Pasirian	Lumajang	113.145	-8.22053	20190705
329	Terbangun	0	Pemukiman Tempeh	Lumajang	113.176	-8.20719	20190705
330	Terbangun	0	Pemukiman Tempeh	Lumajang	113.176	-8.19976	20190705
331	Sawah	0	Sawah Kunir	Lumajang	113.19	-8.19169	20190705
332	Terbangun	0	Pemukiman Kunir	Lumajang	113.219	-8.22596	20190705
333	Terbangun	0	Pemukiman Kunir	Lumajang	113.255	-8.22821	20190705

Lampiran 2. Dokumentasi pengambilan data lapang

