

TUGAS AKHIR – RM 184831

EVALUASI HASIL KLASIFIKASI KAWASAN HUTAN DI WILAYAH KPH NGAWI MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8

ARINDA WULAN NINGSIH
NRP 0331154000059

Dosen Pembimbing
Dr.-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc.
Cherie Bhekti Pribadi, S.T, M.T

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR - RM4831

**EVALUASI HASIL KLASIFIKASI KAWASAN
HUTAN DI WILAYAH KPH NGAWI
MENGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8**

Arinda Wulan Ningsih

NRP 0331154000059

Dosen Pembimbing :

Dr.-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc.

Cherie Bhakti Pribadi, S.T, M.T

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

“Halaman Ini sengaja dikosongkan”

FINAL ASSIGMENT - RM4831

**EVALUATION OF FOREST CLASSIFICATION
AREA IN KPH NGAWI REGION USING IMAGE
SATELLITE LANDSAT 8**

Arinda Wulan Ningsih

NRP 03311540000059

Supervisor :

Dr.-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc.

Cherie Bhakti Pribadi, S.T, M.T

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
FACULTY OF CIVIL, PLANNING, AND GEO ENGINEERING
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020

“Halaman Ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI HASIL KLASIFIKASI KAWASAN HUTAN DI WILAYAH KPH NGAWI MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Arinda Wulan Ningsih

0331154000059

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr. -Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.
NIP. 19590819 198502 1 001
2. Cherie Bhkti Pribadi, S.T., M.T.
NIP. 19910111 201504 2 001

()

()



“Halaman Ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir di Teknik Geomatika ITS dengan judul “Evaluasi Hasil Klasifikasi Kawasan Hutan Di Wilayah KPH Ngawi Menggunakan Citra Satelit Landsat 8” ini dengan baik dan lancar.

Selama pelaksanaan tugas akhir, ada banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik secara moral maupun material sehingga tugas akhir ini dapat berjalan dengan baik, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan.
2. Bapak Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Geomatika ITS yang telah memberikan dukungan moral dan semangat selama di Teknik Geomatika.
3. Bapak Dr.-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc dan Ibu Cherie Bhekti Pribadi, S.T, M.T selaku pembimbing tugas akhir di Teknik Geomatika ITS yang selalu memberikan arahan dan motivasi kepada saya agar semangat mengerjakan tugas akhir saya.
4. Pihak Perum Perhutani Devisi Regional Jawa Timur yang telah memberikan izin dan membantu dalam tugas akhir ini
5. Samsuri, Vella, Kamil yang turut membantu saya dalam pengambilan data lapangan di kawasan hutan KPH Ngawi.
6. Safriyanti Rahayu, Isnana Ade Pratiwi yang turut membantu menyelesaikan laporan tugas akhir.
7. Seluruh teman - teman angkatan G17 yang turut memberikan dukungan kepada saya untuk menyelesaikan tugas akhir saya.
8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam pembuatan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca sangat kami harapkan untuk perbaikan laporan ini. Penulis berharap semoga laporan ini bisa bermanfaat, khususnya bagi penulis dan bagi pembaca umumnya.

Surabaya, Januari 2020

Penulis

EVALUASI HASIL KLASIFIKASI KAWASAN HUTAN DI WILAYAH KPH NGAWI MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8

Nama : Arinda Wulan Ningsih
NRP : 0331154000059
Jurusan : Teknik Geomatika FTSLK – ITS
Pembimbing : Dr.-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc.
Cherie Bhekti Pribadi, S.T, M.T

ABSTRAK

Ngawi merupakan wilayah yang terletak di wilayah barat provinsi jawa timur dan berbatasan langsung dengan provinsi jawa tengah. Berdasarkan data yang dirilis oleh BPS tahun 2017 menyatakan bahwa wilayah di Kabupaten Ngawi hampir 50 % (lima puluh persen) wilayahnya adalah daerah kawasan hutan. Berdasarkan data BPS tersebut, maka penelitian ini dilakukan di KPH Ngawi yang terletak pada $7^{\circ} 24' 26'' - 7^{\circ} 31' 0''$ LS dan $110^{\circ} 26' 40'' - 111^{\circ} 40' 0''$ BT. Penginderaan jauh (Inderaja) merupakan suatu pengukuran atau akuisisi data yang tidak secara fisik melakukan kontak dengan objek tersebut atau pengukuran atau akuisisi data oleh sebuah alat dari jarak jauh. Peneliti melakukan analisis hasil klasifikasi terbimbing maximum likelihood pada kawasan hutan di KPH Ngawi dengan menggunakan citra satelit landsat 8. Dari hasil Training Area, teridentifikasi 5 kelas yaitu hutan, pemukiman, badan air, sawah, dan jalan. Berdasarkan uji ketelitian dengan menggunakan metode confusion matrix, didapatkan besarnya hasil ketelitian dengan menggunakan citra satelit landsat 8 tahun 2013 memiliki nilai overall accuracy sebesar 87,5507%, dan untuk citra satelit landsat 8 tahun 2018 memiliki nilai overall accuracy sebesar 88.2062% sehingga nilai tersebut sesuai dengan nilai ketelitian pada metode klasifikasi terbimbing maximum likelihood dimana nilai ketelitian harus >80%. Berdasarkan hasil overlay dapat dilihat bahwa dari tahun 2013 hingga 2018 terjadi penambahan luas hutan sebesar 38,3694%

dengan luas 21.234,8 Ha. Dengan kecamatan yang mengalami penurunan luas wilayah hutan yaitu Kecamatan Widodaren dan Kecamatan Mantingan.

LEMBAR PENGESAHAN
EVALUASI HASIL KLASIFIKASI KAWASAN HUTAN DI
WILAYAH KPH NGAWI MENGGUNAKAN CITRA SATELIT
LANDSAT 8

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan Dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Arinda Wulan Ningsih

0331154000059

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr. -Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc.
NIP. 19590819 198502 1 001
2. Cherie Bhкти Pribadi, S.T., M.T.
NIP. 19910111 201504 2 001

()

()



V

Kata Kunci : *Citra, Satelit, Landsat 8, Ngawi, Klasifikasi*

**EVALUATION OF FOREST CLASSIFICATION AREA IN
KPH NGAWI REGION USING IMAGE SATELLITE
LANDSAT 8**

Name : Arinda Wulan Ningsih

NRP : 03311540000059
Department : Teknik Geomatika FTSLK – ITS
Supervisor : Dr.-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, MSc.
Cherie Bhekti Pribadi, S.T, M.T

ABSTRACT

Ngawi is an area located in the western region of East Java Province and directly adjacent to Central Java Province. Based on data released by BPS in 2017 stated that the area in Ngawi Regency is almost 50% (fifty percent) of its territory is forest area. Based on these BPS data, this research was conducted at KPH Ngawi which is located at 7 ° 24 '26" - 7 ° 31 "0" LS and 110 ° 26 "40" - 111 ° 40 "0" BT. Remote sensing (Inderaja) is a measurement or data acquisition that does not physically make contact with the object or measurement or data acquisition by a device remotely. The researcher analyzed the results of the maximum likelihood guided classification of the forest area in the KPH Ngawi using imagery Satellite Landsat 8. From the results of the Training Area, five classes were identified, namely forests, settlements, water bodies, rice fields, and roads. Based on the accuracy test using the confusion matrix method, the magnitude of accuracy results obtained using Landsat 8 satellite images in 2013 has an overall accuracy value of 87.5507%, and for Landsat 8 satellite imagery in 2018 has an overall accuracy value of 88.2062% so that the value is appropriate with the accuracy value in the maximum likelihood guided classification method where the accuracy value must be > 80%. Based on the overlay results, it can be seen that from 2013 to 2018 there was an increase in forest area of 38.33694% with an area of 21.234.8 Ha. With sub-districts experiencing a decrease in forest area, namely Widodaren and Mantingan Districts.

Keywords: Imagery, Satellite, Landsat 8, Ngawi, Classification

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix

DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Hutan	5
2.2 Penginderaan Jauh	6
2.3 Citra Satelit Landsat 8.....	8
2.4 Koreksi Geometrik.....	13
2.5 Kalibrasi Radiometrik.....	15
2.6 Klasifikasi <i>Maximum likelihood</i>	16
2.7 Confusion Matrix	17
2.8 Penelitian Terdahulu	18
BAB III METODOLOGI	21
3.1 Lokasi Penelitian.....	21
3.2 Data dan Peralatan	21
3.2.1 Data	21
3.2.2 Peralatan.....	22
3.3 Metodologi Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.3 Training Area.....	36
4.4 Klasifikasi Maximum Likelihood	37
4.5 Kawasan Hutan	40
4.6 Overlay	41
4.7 Evaluasi hasil klasifikasi kawasan hutan.....	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	47

LAMPIRAN
BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Penginderaan Jauh.....	8
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Persiapan.....	23

Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan data Untuk Citra Satelit Landsat 8.....	24
Gambar 4.1 Nilai digital number citra satelit landsat 8 tahun 2013.....	27
Gambar 4.2 Nilai digital number citra satelit landsat 8 tahun 2018.....	28
Gambar 4.3 Nilai reflektan citra satelit landsat 8 tahun 2013.	28
Gambar 4.4 Nilai reflektan citra satelit landsat 8 tahun 2018.	29
Gambar 4.5 Persebaran titik GCP pada citra satelit landsat 8 tahun 2013.....	31
Gambar 4.6 Persebaran titik GCP pada citra satelit landsat 8 tahun 2018.....	33
Gambar 4.7 Citra satelit landsat 8 tahun 2013 sebelum subset data.....	34
Gambar 4.8 Citra satelit landsat 8 tahun 2018 sebelum subset data.....	35
Gambar 4.9 Hasil subset data citra satelit landsat 8 tahun 2013.....	36
Gambar 4.10 Hasil subset data citra satelit landsat 8 tahun 2018.....	35
Gambar 4.11 Persebaran sampel training area.....	37
Gambar 4.12 Persebaran <i>Ground truth</i> ROI.....	38
Gambar 4.13 Hasil <i>Class Confusion Matrix</i> Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2013.....	39
Gambar 4.14 Hasil <i>Class Confusion Matrix</i> Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2018.....	40
Gambar 4.15 Hasil Overlay Jalan.....	41
Gambar 4.16 Hasil Overlay Hutan.....	42
Gambar 4.17 Hasil Overlay Sawah.....	42
Gambar 4.18 Hasil Overlay Badan Air.....	43
Gambar 4.19 Hasil Overlay Pemukiman.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Kanal Spektral Sensor Landsat 8.....	10
Tabel 2.2 Karakteristik band Landsat 8.....	12
Tabel 4.1 Perhitungan RMS <i>Error</i> Pada Landsat 8 tahun 2013.....	30
Tabel 4.2 Perhitungan RMS <i>Error</i> Pada Landsat 8 tahun 2018.....	32
Tabel 4.3 Kelas kawasan hutan.....	36
Tabel 4.4 Sampel GT ROI.....	38
Tabel 4.5 Luas Kawasan Hutan pada citra satelit landsat 8 tahun 2013.....	40
Tabel 4.6 Luas Kawasan Hutan pada citra satelit landsat 8 tahun 2018.....	40
Tabel 4.7 Matriks Transisi.....	44

“Halaman Ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Meta Data Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2013
- Lampiran 2. Meta Data Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2018
- Lampiran 3. Titik Ground Truth
- Lampiran 4. Dokumentasi Lapangan

“Halaman Ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya, yang satu dengan yang lainnya tidak dapat dipisahkan. Indonesia merupakan negara dengan kawasan hutan terluas nomor tiga di dunia setelah Brazil dan Republik Demokratik Kongo (*World Resources Institute*). Hal ini menempatkan Indonesia sebagai salah satu penyumbang oksigen (O₂) terbesar di dunia (PP No. 104, 2015).

Luas hutan Indonesia yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik pada 29 Januari 2015 adalah seluas 124.023.000 hektar, sedangkan Kementerian Kehutanan dalam Buku Data dan Informasi Pemanfaatan Hutan menyatakan bahwa luas hutan Indonesia pada tahun 2010 seluas 133.300.543 hektar. Angka ini menunjukkan penurunan luas wilayah hutan di Indonesia selama kurang lebih lima tahun terakhir (BPS, 2017).

Jawa Timur adalah sebuah provinsi di bagian timur Pulau Jawa, Indonesia. Ibu kotanya terletak di Surabaya. Luas wilayahnya 47.922 km², dan jumlah penduduknya 42.030.633 jiwa (sensus 2015). Jawa Timur memiliki wilayah terluas di antara 6 provinsi di Pulau Jawa, dan memiliki jumlah penduduk terbanyak kedua di Indonesia setelah Jawa Barat. Wilayah Jawa Timur juga meliputi Pulau Madura, Pulau Bawean, Pulau Kangean serta sejumlah pulau-pulau kecil di Laut Jawa (Kepulauan Masalembu), dan Samudera Hindia (Pulau Sempu, dan Nusa Barung). Secara administratif, Jawa Timur terdiri atas 29 kabupaten, dan 9 kota, menjadikan Jawa Timur sebagai provinsi yang memiliki jumlah kabupaten/kota terbanyak di Indonesia (BPS, 2015).

Menurut data Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur, luas kawasan hutan Provinsi Jawa Timur tahun 2016 berdasarkan Penunjukan dan Penetapan Kawasan Hutan di Jawa Timur untuk Perum Perhutani seluas 1.132.260,37 ha. Kawasan hutan tersebut terdiri dari hutan produksi seluas 812.328,24 ha dan hutan lindung seluas 319.932,13 ha. Perum Perhutani Divre Jawa Timur mengelola Kawasan Hutan Produksi dan Hutan Lindung seluas 1.132.260,37 Ha atau sebesar 82,86 % (Dinas Perhutanan, 2015).

Secara geografi Kabupaten Ngawi terletak di wilayah barat Provinsi Jawa Timur yang berbatasan langsung dengan Provinsi Jawa Tengah. Luas wilayah Kabupaten Ngawi adalah 1.298,58 km², di mana sekitar 39 persen atau sekitar 504,8 km², berupa lahan sawah. Secara administrasi wilayah ini terbagi ke dalam 19 Kecamatan dan 217 desa, di mana 4 dari 217 desa tersebut adalah kelurahan. Tata guna lahan di Ngawi terdiri atas lahan pertanian penduduk 50,644 ha (35,19%), pekarangan 18,075 ha (12,89%), tegalan 14,744 ha (8,67%), perkebunan 2,632 ha (3,33%), hutan negara 45,428.6 ha (50,63%) dan hutan rakyat 3,712.9 ha (4,47%). Secara umum Ngawi merupakan wilayah yang masuk dataran rendah dan lebih didominasi wilayah agraris (BPS, 2015).

Kondisi wilayah di Kabupaten Ngawi hampir 50 % (lima puluh persen) wilayahnya adalah daerah kawasan hutan yang dikelola oleh 3 Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) dan berbatasan dengan KPH-KPH lain seperti KPH Padangan, KPH Bojonegoro, KPH Purwodadi, dan KPH Randu blatung. Wilayah kerja Perum Perhutani KPH Ngawi seluas 45.909,70 Ha, terdiri dari Hutan Produksi 42.890,30 Ha, Hutan Lindung 19,40 Ha (BPS, 2017).

Satelit LDCM (Landsat-8) adalah misi kerjasama antara NASA dan USGS dengan pembagian tanggung jawab masing-masing. Satelit Landsat 8 memiliki

keunggulan yaitu dapat digunakan untuk mengetahui tingkat kerapatan dan luasan vegetasi (U.S. Geological Survey, 2018).

Klasifikasi terbimbing *maximum likelihood* mengevaluasi secara kuantitatif *variance* dan *co-variance* pola tanggapan spektral kategori ketika mengklasifikasi piksel yang tidak dikenal. Untuk melakukan ini, dibuat asumsi bahwa distribusinya normal. Untuk alasan matematik, suatu distribusi normal multivariate dapat digunakan sebagai fungsi densitas probabilitas (Lillesand dan Kiefer, dkk, 2008).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana mengidentifikasi kelas untuk klasifikasi kawasan hutan di wilayah KPH Ngawi?
- b. Bagaimana cara untuk menentukan evaluasi hasil klasifikasi kawasan hutan di wilayah KPH Ngawi menggunakan citra satelit landsat 8?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Data yang digunakan berupa data citra satelit landsat 8 Kabupaten Ngawi tahun 2013 dan 2018.
- b. Peta kawasan hutan KPH Ngawi skala 1:50.000 untuk acuan penentuan kelas.
- c. Data SHP Batas KPH Ngawi untuk memotong citra satelit landsat 8.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini sebagai berikut:

- a. Dapat mengidentifikasi kelas untuk klasifikasi kawasan

hutan di wilayah KPH Ngawi.

- b. Dapat mengevaluasi hasil klasifikasi kawasan hutan di wilayah KPH Ngawi menggunakan citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2018.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian tugas akhir ini adalah dapat mengolah citra satelit landsat 8 (OLI) dengan benar dan dapat mengetahui evaluasi klasifikasi kawasan hutan di wilayah KPH Ngawi menggunakan citra satelit landsat 8.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Hutan

Undang-Undang Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan mengatakan bahwa hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumberdaya alam hayati yang didominasi jenis pepohonan dalam persekutuan dengan lingkungannya, yang satu dengan yang lain tidak dapat dipisahkan.

Dalam Pasal 1 angka (4 s.d. 11) UU No. 41 Tahun 1999, hutan Perhutani dibagi kedalam delapan jenis, antara lain sebagai berikut:

- a. Hutan negara adalah hutan yang berada pada tanah yang tidak dibebani hak atastanah.
- b. Hutan hak adalah hutan yang berada pada tanah yang dibebani hak atas tanah.
- c. Hutan adat adalah hutan negara yang berada dalam wilayah masyarakat hukum adat.
- d. Hutan produksi adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok memproduksi hasil hutan.
- e. Hutan lindung adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah.
- f. Hutan konservasi adalah kawasan hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya.
- g. Kawasan hutan suaka alam adalah hutan dengan ciri khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya, yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan.
- h. Kawasan hutan pelestarian alam adalah hutan dengan ciri

khas tertentu, yang mempunyai fungsi pokok perlindungan sistem penyangga kehidupan, pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa, serta pemanfaatan secara lestari sumberdaya alam hayati dan ekosistemnya.

2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan pemanfaatan radiasi gelombang elektro magnetik (EM) untuk memperoleh informasi tentang laut, tanah dan atmosfer tanpa melakukan kontak fisik secara langsung dengan objek, permukaan atau fenomena yang sedang diamati. Penginderaan jauh (Inderaja) merupakan suatu pengukuran atau akuisisi data dari sebuah objek atau fenomena oleh sebuah alat yang tidak secara fisik melakukan kontak dengan objek tersebut atau pengukuran atau akuisisi data dari sebuah objek atau fenomena oleh sebuah alat dari jarak jauh, (misalnya dari pesawat, pesawat luar angkasa, satelit, kapal atau alat lain) (Martin, 2004).

Penginderaan Jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kieffer, 1987).

Dalam pengolahannya, penginderaan jauh sangat diperlukan cara-cara yang cepat, tepat untuk mendapatkan data permukaan bumi yang semakin kompleks. Salah satunya adalah mengolah data penginderaan jauh satelit secara digital yang memberikan informasi spasial permukaan bumi yang berkualitas.

2.2.1 Jenis Penginderaan Jauh

Data penginderaan jauh digital (citra digital) direkam dengan menggunakan sensor non-kamera antara lain scanner, radiometer, spectometer. Detektor yang digunakan dalam sensor penginderaan jauh adalah detektor elektronik dengan menggunakan tenaga

elektromagnetik yang luas, yaitu spektrum gelombang tampak, ultra violet, infra merah dekat, infra merah termal, gelombang mikro (Sukojo, 2012).

Dilihat dari alat yang digunakan penginderaan jauh dibedakan menjadi 2 (dua) jenis sensor dan proses perekamannya. Jenis sensor dapat berupa kamera, sensor radiometer atau magnetometer yang dipasang pada wahana pesawat terbang, satelit dan sebagainya (Sukojo, 2012).

Sedangkan sensor berdasarkan atas proses perekamannya dibedakan menjadi 2 (dua) macam yaitu, sensor fotografik dan sensor elektromagnetik. Sensor fotografik adalah sensor berupa kamera yang bekerja pada spektrum tampak mata dan menghasilkan foto atau citra, sedangkan sensor elektromagnetik adalah sensor bertenaga elektrik dalam bentuk sinyal elektrik yang beroperasi pada spektrum yang lebih luas, yaitu dari sinar X sampai gelombang radio dan menghasilkan foto atau citra (Sukojo, 2012).

Menurut Sukojo (2012), dilihat dari sumber energi satelit Penginderaan Jauh dapat dibedakan menjadi 2 (dua) macam yaitu :

1. Satelit Penginderaan Jauh Aktif

Sistem satelit aktif menggunakan sumber energy buatan yaitu dengan menggunakan panjang gelombang elektromagnetik dan sensor yang digunakan adalah berupa kamera sensor elektromagnetik. Contoh satelit yang menggunakan sistem ini adalah Radar (*Radio Detection Ranging*) yaitu Radarsat (*Radar Satellite*), SAR (*Synthetic Aperture Radar*), NOAA-AVHRR, Modis, JER, LANDSAT 8, SRTM, Evisat dan termasuk Sentinel-1.

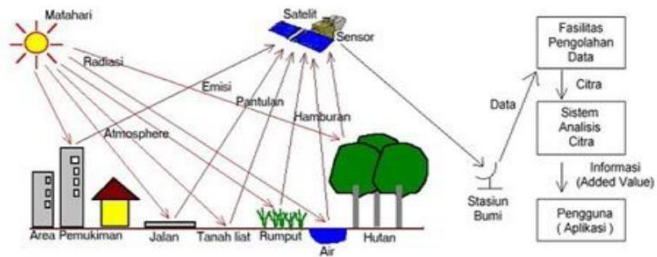
2. Satelit Penginderaan Jauh Pasif

Sistem satelit aktif menggunakan sumber energi

alam (matahari) yaitu dengan menggunakan panjang gelombang elektromagnetik dan sensor yang digunakan adalah sensor fotografik. Contoh satelit yang digunakan sistem ini adalah Landsat (Land Satellite), SPOT, MOS, Ikonos, Quick Bird dan sebagainya.

2.2.2 Komponen Penginderaan Jauh

Sistem dalam penginderaan jauh terdiri dari berbagai komponen yang terintegrasi dalam satu kesatuan. Komponen – komponen tersebut meliputi sumber tenaga, atmosfer, obyek, sensor dengan wahana, pengolahan data, interpretasi atau analisis dan pengguna (Mulyadi, dkk, 2007).



(Sumber: Mulyadi, dkk, 2007)

Gambar 2.1 Komponen Penginderaan Jauh (Mulyadi, dkk, 2007)

2.3 Citra Satelit Landsat 8

Pada bulan April 2008, NASA memilih General Dynamics Advanced Information Systems, Inc. untuk membangun satelit LDCM (Landsat data Continuity Mission). Setelah meluncur di orbitnya, satelit tersebut akan dinamakan sebagai Landsat-8. Satelit LDCM (Landsat-8) adalah misi kerjasama antara NASA dan USGS dengan pembagian tanggung jawab masing-masing. NASA bertanggung jawab akan penyediaan satelit LDCM (Landsat-8),

instrumen-instrumen, pesawat peluncur, dan elemen-elemen operasi misi Sistem Stasiun Bumi. NASA juga akan mengelola fase awal peluncuran sampai dengan kondisi satelit beroperasi di orbitnya pada ruas antariksa (dari peluncuran sampai penerimaan). USGS bertanggung jawab akan penyediaan pusat operasi-operasi misi dan sistem-sistem pengolahan pada Stasiun Bumi (termasuk pengalihan dan jaringan-jaringan data), demikian juga tim operasi-operasi penerbangan.

2.3.1 Parameter Orbit Satelit Landsat 8

Satelit Landsat 8 yang direncanakan mempunyai durasi misi selama 5 – 10 tahun ini, dilengkapi dua sensor yang merupakan hasil pengembangan dari sensor yang terdapat pada satelit-satelit pada program Landsat sebelumnya. Kedua sensor ini adalah Sensor Operational Land Manager (OLI) yang terdiri dari 9 band serta Sensor Thermal Infrared Sensors (TIRS) yang terdiri dari 2 band.

Untuk Sensor OLI yang dibuat oleh Ball Aerospace, terdapat 2 band yang baru terdapat pada satelit Program Landsat yaitu *Deep Blue Coastal/Aerosol Band* (0.433 – 0.453 mikrometer) untuk deteksi wilayah pesisir serta *Shortwave-InfraRed Cirrus Band* (1.360 – 1.390 mikrometer) untuk deteksi awan *cirrus*. Sedangkan sisa 7 band lainnya merupakan band yang sebelumnya juga telah terdapat pada sensor satelit Landsat generasi sebelumnya.

2.3.2 Spesifikasi Kanal-kanal Spektral Sensor Pencitra LDCM (Landsat 8)

(Sumber : U.S. Geological Survey, 2018)
Tabel 2.1 Spesifikasi Kanal Spektral Sensor Landsat 8

Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) Dan Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Band	Panjang Gelombang (mikrometer)	Resolusi (meter)
	Band 1 – Coastal aerosol	0.43 – 0.45	30
	Band 2 – Blue	0.45 – 0.51	30
	Band 3 – Green	0.53 – 0.59	30
	Band 4 – Red	0.64 – 0.67	30
	Band 5 – Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88	30
	Band 6 – SWIR 1	1.57 – 1.65	30
	Band 7 – SWIR 2	2.11 – 2.29	30
	Band 8 – Panchromatic	0.50 – 0.68	15
	Band 9 – Cirrus	1.36 – 1.38	30
	Band 10 – Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 – 11.19	100
	Band 10 – Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 – 12.51	100

Ada beberapa spesifikasi baru yang terpasang pada band landsat ini khususnya pada band 1, 9, 10, dan 11. Band 1 (*ultra blue*) dapat menangkap panjang gelombang elektromagnetik lebih rendah dari pada band yang sama pada landsat 7, sehingga lebih sensitif terhadap perbedaan reflektan air laut atau aerosol. Band ini unggul dalam

membedakan konsentrasi aerosol di atmosfer dan mengidentifikasi karakteristik tampilan air laut pada kedalaman berbeda.

Deteksi terhadap awan cirrus juga lebih baik dengan dipasangnya kanal 9 pada sensor OLI, sedangkan band thermal (kanal 10 dan 11) sangat bermanfaat untuk mendeteksi perbedaan suhu permukaan bumi dengan resolusi spasial 100 m. Pemanfaatan sensor ini dapat membedakan bagian permukaan bumi yang memiliki suhu lebih panas dibandingkan area sekitarnya. Pengujian telah dilakukan untuk melihat tampilan kawah puncak gunung berapi, dimana kawah yang suhunya lebih panas, pada citra landsat 8 terlihat lebih terang dari pada area-area sekitarnya.

Sebelumnya, tingkat keabuan (Digital Number-DN) pada citra landsat berkisar antara 0-256. Dengan hadirnya landsat 8, nilai DN memiliki interval yang lebih panjang, yaitu 0-4096. Kelebihan ini merupakan akibat dari peningkatan sensitifitas landsat dari yang semula tiap piksel memiliki kuantifikasi 8 bit, sekarang telah ditingkatkan menjadi 12 bit. Tentu saja peningkatan ini akan lebih membedakan tampilan obyek-obyek di permukaan bumi sehingga mengurangi terjadinya kesalahan interpretasi. Tampilan citra pun menjadi lebih halus, baik pada band multispektral maupun pankromatik.

(sumber : U.S. Geological Survey, 2019)

Tabel 2.2 Karakteristik band Landsat 8

Band Spektral	Panjang Gelombang (μ)	Resolusi Spasial (meter)	Kegunaan dalam pemetaan
Band 1 – Coastal Aerosol	0,43 – 0,45	30	Penelitian Coastal dan Aerosol
Band 2 – Blue	0,45 – 0,51	30	Bathymetric mapping, distinguishing soil from vegetation and deciduous from coniferous vegetation
Band 3 – Green	0,53 – 0,59	30	Emphasizes peak vegetation, which is useful for assessing plant vigor
Band 4 – Red	0,64 – 0,67	30	Discriminates vegetation slopes
Band 5 – Near InfraRed	0,85 – 0,88	30	Emphasizes biomass content and shorelines
Band 6 – Short Wavelength InfraRed	1,57 – 1,65	30	Discriminates moisture content of soil and vegetation; penetrates thin clouds
Band 7 – Short Wavelength InfraRed	2,11 – 2,29	30	Improved moisture content of soil and vegetation and thin cloud penetration
Band 8 – Panchromatic	0,50 – 0,68	15	15 meter resolution, sharper image definition
Band 9 – Cirrus	1,36 – 1,38	30	Improved detection of cirrus cloud contamination
Band 10 – Long Wavelength InfraRed	10,60 – 11,19	100	100 meter resolution, thermal mapping and estimated soil moisture
Band 11 – Long Wavelength InfraRed	11,50 – 12,51	100	100 meter resolution, Improved thermal mapping and estimated soil moisture

Terkait resolusi spasial, landsat 8 memiliki kanal-kanal dengan resolusi tingkat menengah, setara dengan kanal-kanal pada landsat 5 dan 7. Umumnya

kanal pada OLI memiliki resolusi 30 m, kecuali untuk pankromatik 15 m. Dengan demikian produk-produk citra yang dihasilkan oleh landsat 5 dan 7 pada beberapa dekade masih relevan bagi studi data *time series* terhadap landsat 8.

Kelebihan lainnya tentu saja adalah akses data yang terbuka dan gratis. Meskipun resolusi yang dimiliki tidak setinggi citra berbayar seperti Ikonos, Geo Eye atau Quick Bird, namun resolusi 30 m dan piksel 12 bit akan memberikan begitu banyak informasi berharga bagi para pengguna. Terlebih lagi, produk citra ini bersifat *time series* tanpa *striping* (kelemahan landsat 7 setelah tahun 2003). Dengan memanfaatkan citra-citra keluaran versi sebelumnya, tentunya akan lebih banyak lagi informasi yang dapat tergali (USGS, 2013).

2.4 Koreksi Geometrik

Definisi koreksi geometrik ialah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Selain itu, pengertian koreksi geometrik merupakan proses yang mutlak dilakukan apabila posisi citra akan disesuaikan atau disusun bersamaan dengan peta-peta atau citra lainnya yang mempunyai sistem proyeksi peta. Koreksi geometrik merupakan proses memposisikan citra sehingga cocok dengan koordinat peta yang sesungguhnya. Mather mengelompokkan koreksi geometrik menjadi dua kategori untuk memperbaiki kesalahan geometrik yang terjadi, antara lain: model geometri orbital dan transformasi berdasarkan titik kontrol. Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi pixel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran objek dipermukaan bumi yang terekam sensor. Pengubahan bentuk kerangka liputan dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil transformasi ini. Tahap ini

diterapkan pada citra digital mentah langsung hasil perekaman satelit), dan merupakan koreksi kesalahan geometrik sistematis (Mather, 1987).

Kesalahan geometrik citra berdasarkan sumbernya kesalahan geometrik pada citra penginderaan jauh dapat dikelompokkan menjadi dua tipe kesalahan, yaitu kesalahan internal (*internal distortion*), dan kesalahan eksternal (*external distortion*). Kesalahan geometrik menurut sifatnya dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu kesalahan sistematis dan kesalahan random. Koreksi geometrik dilakukan dan disesuaikan dengan jenis penyebab kesalahannya, yakni kesalahan sistematis ataukah kesalahan random, dengan sifat kesalahan geometrik pada citra. Koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan, yaitu:

1. Melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografis.
2. Meregistrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain yang sudah terkoreksi (*image to image rectification*) atau mentransformasikan system koordinat citra multispectral dan multi temporal.
3. Meregistrasi citra ke peta atau transformasi system koordinat citra ke koordinat peta (*image to map rectification*), sehingga menghasilkan citra dengan system proyeksi tertentu.

Koreksi geometrik citra dapat dilakukan dalam beberapa tahap sebagai berikut ini :

1. Memilih metode yang sesuai dengan karakteristik dari kesalahan geometrik dan tersedianya data referensi. Pemilihan metode tergantung pada jenis data (resolusi spasial), dan jenis kesalahan geometrik (*skew, roll, yaw, pitch*) data.
2. Penentuan parameter yang tidak diketahui didefinisikan dari persamaan matematika antara system koordinat citra dan system koordinat geografis, untuk menentukan menggunakan parameter kalibrasi data atau titik control tanah.

Cek akurasi dengan verifikasi atau validasi sesuai dengan kriteria, metode, dan data citra, maka perlu dicari

solusinya agar diperoleh tingkat ketelitian yang lebih baik. (Mather, 2004)

2.5 Kalibrasi Radiometrik

Koreksi radiometrik merupakan perbaikan akibat cacat atau adanya kesalahan radiometrik akibat gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi pada matahari (Purwadhi, 2001).

$$\rho\lambda' = M\rho Qcal + A\rho \quad \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

$\rho\lambda'$ = TOA reflektansi,

$M\rho$ = Faktor penyesuaian multiplikatif spesifik-band dari metadata (REFLECTANCE_MULT_BAND_x, di mana x adalah nomor band)

$A\rho$ = Faktor penyeleksian aditif spesifik band dari metadata (REFLECTANCE_ADD_BAND_x, di mana x adalah nomor band)

$Qcal$ = Nilai piksel produk standar dan kuantitatif yang dikalibrasi (DN)

Kesalahan atau cacat radiometrik yaitu kesalahan yang berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar (pixel) pada citra agar mendekati harga yang seharusnya. Penyebab kesalahan radiometrik antara lain:

- a. Kesalahan pada sistem optik. Kesalahan ini dapat disebabkan oleh bagian optik pembentuk citra buram dan perubahan kekuatan sinyal.
- b. Kesalahan karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer yang disebabkan oleh pengaruh hamburan dn serapan, tanggapan (response) amplitudo yang tidak linier, dan terjadinya bising (noise) pada waktu transmisi data.

- c. Kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari menyebabkan perubahan pencahayaan pada permukaan bumi karena sifat obyek dan kepekaan obyek menerima tenaga dari luar tidak sama, serta perubahan radiasi dari permukaan obyek kaena perubahan sudut pengamatan sensor.

2.6 Klasifikasi *Maximum likelihood*

Metode ini merupakan metode klasifikasi terbimbing yang paling banyak digunakan untuk data Penginderaan Jauh. Sebelum melakukan klasifikasi, pengguna menentukan training area yang digunakan untuk melihat ciri-ciri statistika masing-masing calon kelas (Richards, 1993). Klasifikasi MLC didasarkan pada perkiraan densitas probabilitas untuk setiap tutupan/penggunaan lahan. Perhitungan probabilitas disini memungkinkan untuk menemukan sebuah piksel dari kelas i pada vektor X yang didefinisikan oleh persamaan :

$$P(i|X) = P(X|i)P(i)/P(X) \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

$P(i|X)$ = Probabilitas bersyarat dari kelas i , dihitung mengingat bahwa vektor X ditetapkan secara apriori (tanpa syarat). Probabilitas ini juga disebut likelihood.

$P(X|i)$ = Probabilitas bersyarat (conditional) dari vektor X , dihitung mengingat bahwa kelas ditetapkan secara apriori

$P(i)$ = Probabilitas kelas i muncul didalam sebuah citra

$P(X)$ = Probabilitas dari vektor X

Klasifikasi MLC mengevaluasi secara kuantitatif variance dan co-variance pola tanggapan spektral kategori ketika mengklasifikasi piksel yang tidak dikenal. Untuk melakukan ini, dibuat asumsi bahwa distribusinya normal.

Untuk alasan matematik, suatu distribusi normal multivariate dapat digunakan sebagai fungsi densitas probabilitas (Lillesand dan Kiefer, dkk, 2008).

2.7 Confusion Matrix

Confusion Matrix (atau matriks kesalahan) biasanya digunakan sebagai metode kuantitatif untuk mengkarakterisasi akurasi klasifikasi gambar. Ini adalah tabel yang menunjukkan korespondensi antara hasil klasifikasi dan gambar referensi. Yaitu, untuk membuat matriks kebingungan, kita membutuhkan data kebenaran dasar, seperti informasi kartografi, hasil digitalisasi gambar, hasil kerja lapangan / survei lapangan yang direkam dengan penerima GPS (Pavel, 2016).

Indikator akurasi lainnya adalah koefisien kappa. Ini adalah ukuran bagaimana hasil klasifikasi dibandingkan dengan nilai yang diberikan secara kebetulan. Ini dapat mengambil nilai dari 0 hingga 1. Jika koefisien kappa sama dengan 0, tidak ada kesepakatan antara gambar yang diklasifikasikan dan gambar referensi. Jika koefisien kappa sama dengan 1, maka gambar rahasia dan citra dasar kebenarannya benar-benar identik. Jadi, semakin tinggi koefisien kappa, semakin akurat klasifikasi tersebut (Pavel, 2016).

Terlepas dari akurasi keseluruhan, keakuratan identifikasi kelas perlu dinilai. Untuk melakukan itu, kita harus melihat sel-sel non-diagonal dalam matriks. Sel-sel ini mengandung kesalahan klasifikasi, yaitu kasus ketika gambar referensi dan gambar rahasia tidak cocok. Ada dua jenis kesalahan: *underestimation (omission errors, omission)* and *overestimation (commission errors, commission)* (Pavel, 2016).

Untuk setiap kelas, kesalahan *commission* terjadi ketika prosedur klasifikasi menetapkan piksel ke kelas tertentu yang sebenarnya bukan miliknya. Jumlah piksel yang keliru diberikan ke kelas ditemukan dalam sel kolom kelas di atas dan

di bawah diagonal utama. Dan jika kita membagi jumlah ini dengan jumlah total piksel kelas, kita akan mendapatkan kesalahan commission (Com):

$$\text{Com} = (\text{bA} + \text{cA}) / \Sigma\text{A} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dengan :

bA + cA : Jumlah piksel yang diidentifikasi dengan benar

ΣA : Jumlah total piksel dalam gambar referensi

Untuk kelas mana pun, kesalahan *omission* terjadi ketika piksel yang sebenarnya milik satu kelas, dimasukkan ke kelas lain. Dalam matriks kebingungan, jumlah piksel yang dihilangkan ditemukan di baris sel ke kiri dan ke kanan dari diagonal utama. Jumlah sel-sel ini adalah nilai absolut dari kelalaian kelas. Dan jika kita membagi jumlah ini dengan jumlah total piksel kelas dalam gambar rahasia, kita akan mendapatkan kesalahan kelalaian relatif (Om) (Pavel, 2016):

$$\text{Om} = (\text{aB} + \text{aC}) / \Sigma\text{a} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Dengan :

aB + aC : jumlah piksel kelas yang diidentifikasi dengan benar

Σa : jumlah total piksel kelas dalam gambar yang diklasifikasikan

2.8 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Mahyuddin dan Alvisyahrin tahun 2013 dengan judul penelitian Analisis Penutupan Lahan Kawasan Hutan Pada Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh Pra Dan Pasca Tsunami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan kawasan hutan pada daerah aliran sungai Krueng Aceh dengan menggunakan SIG dan penginderaan jarak jauh. Metode yang digunakan dalam

klasifikasi data citra adalah klasifikasi terbimbing dengan terlebih dahulu mengetahui kondisi tutupan lahan sebelum diklasifikasi terhadap citra. Hasil klasifikasi citra Landsat 5 pra tsunami (2001) pada kawasan hutan di DAS Krueng Aceh adalah hutan primer 29.375,47 ha (29,50%), hutan sekunder 22.140,01 ha (22,23%), semak belukar 26.618,74 ha (26,73%), tanah terbuka 21.177,60 ha (21,27%), dan badan air 267,83 ha (0,27%), sedangkan hasil klasifikasi citra Landsat 5 pasca tsunami (2009) adalah hutan primer 27.892,37 ha (28,01%), hutan sekunder yaitu 33.537,58 ha (33,68%), semak belukar 16.662,18 ha (16,73%), tanah terbuka 21.275,38 ha (21,37%), dan badan air yaitu 212,14 ha (0,21%). Perubahan lahan yang terjadi periode tahun 2001-2009 pada kawasan hutan di DAS Krueng Aceh yaitu terjadi pengurangan hutan primer sebesar 1.483,10 ha (5,05%) dan semak belukar sebesar 9.956,56 ha (37,40%), sedangkan penambahan tutupan lahan terjadi pada hutan sekunder sebesar 11.397,57 ha (51,48%) dan tanah terbuka sebesar 97,78 ha (0,46%) (Mahyuddin, dkk, 2013).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Suharjo tahun 2013 dengan judul penelitian Evaluasi Tutupan Lahan Dari Citra Resolusi Tinggi Dengan Metode Klasifikasi Digital Berorientasi Objek (Studi Kasus : Kota Banda Aceh, NAD). Dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh berbasis citra satelit maka dapat digunakan untuk pemantauan tutupan lahan, khususnya untuk keberadaan RTH di kawasan perkotaan. Dalam penelitian ini digunakan citra satelit Quickbird yang di klasifikasi secara digital untuk mengidentifikasi tutupan lahan yang dibagi menjadi 8 kelas yaitu bangunan, badan air, jalan, lahan kosong, pantai, hutan, kebun dan sawah. Tahap pengolahan citra pada penelitian ini menggunakan metode berorientasi objek dimana dilakukan proses segmentasi dan merging agar piksel-piksel pada citra menjadi homogen dan satu kesatuan menjadi sebuah objek yang mewakili tiap kelas tutupan lahan. Hasil penelitian ini diperoleh kawasan RTH yang terdiri atas kelas hutan, kebun, dan sawah dengan jumlah persentase

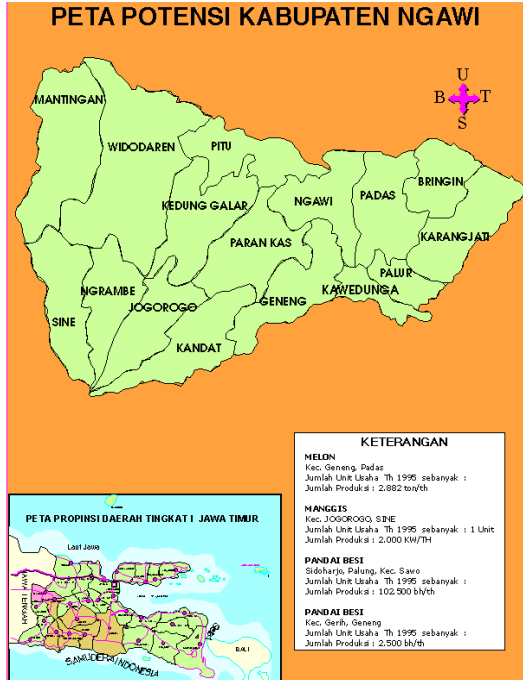
total sebesar 32,86% dari luas wilayah kota, dengan demikian kawasan perkotaan di Kota Banda Aceh dapat dikategorikan sebagai kawasan yang telah memenuhi proporsi RTH sesuai dengan yang ditetapkan dalam Undang-Undang (Bayu, 2013).

Dan perbedaannya dalam penelitian ini ialah bahan yang peneliti gunakan antara lain citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2018 Kabupaten Ngawi, SHP KPH Ngawi, dan peta kawasan hutan KPH Ngawi. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode klasifikasi terbimbing *maximum likelihood* pada citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2018 Kabupaten Ngawi. Pemotongan citra satelit disesuaikan dengan SHP KPH Ngawi evaluasi tahun 2017.

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi yang dijadikan studi kasus pada penelitian ini berada di kawasan hutan KPH Ngawi, secara geografis terletak pada $7^{\circ} 24' 26''$ - $7^{\circ} 31' 0''$ LS dan $110^{\circ} 26' 40''$ - $111^{\circ} 40' 0''$ BT.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

3.2 Data dan Peralatan

Bagian ini menjelaskan mengenai data dan peralatan yang akan digunakan dalam melaksanakan penelitian.

3.2.1 Data

Pada penelitian ini, dibutuhkan beberapa data untuk menunjang pelaksanaan penelitian. Berikut adalah data yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

1. Citra satelit landsat 8 Kabupaten Ngawi tahun 2013 dan 2018.
2. Peta kawasan hutan KPH Ngawi skala 1:50.000.
3. Peta batas KPH Ngawi dalam format “shp”.
4. Data ROI kawasan hutan KPH Ngawi

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa perangkat lunak dan keras:

A. Perangkat Lunak

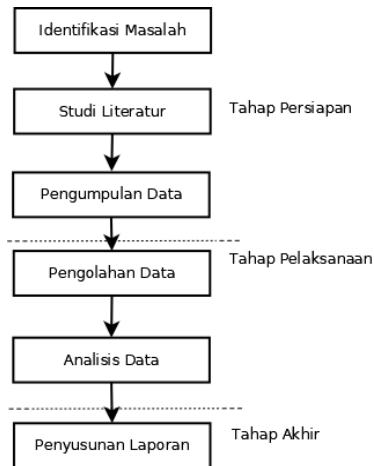
1. Perangkat lunak pengolah data spasial
2. Perangkat lunak pengolah citra
3. Perangkat lunak pengolah kata

B. Perangkat Keras

1. Laptop
2. Mouse

3.3 Metodologi Penelitian

Pada bagian ini akan dibahas mengenai diagram alir metodologi yang akan dilaksanakan pada penelitian ini.



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Persiapan

1. Tahap Persiapan

a. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi awal mengenai kasus yang akan diteliti, baik berupa perumusan masalah, tujuan dan manfaat dari penerapan penelitian rektifikasi.

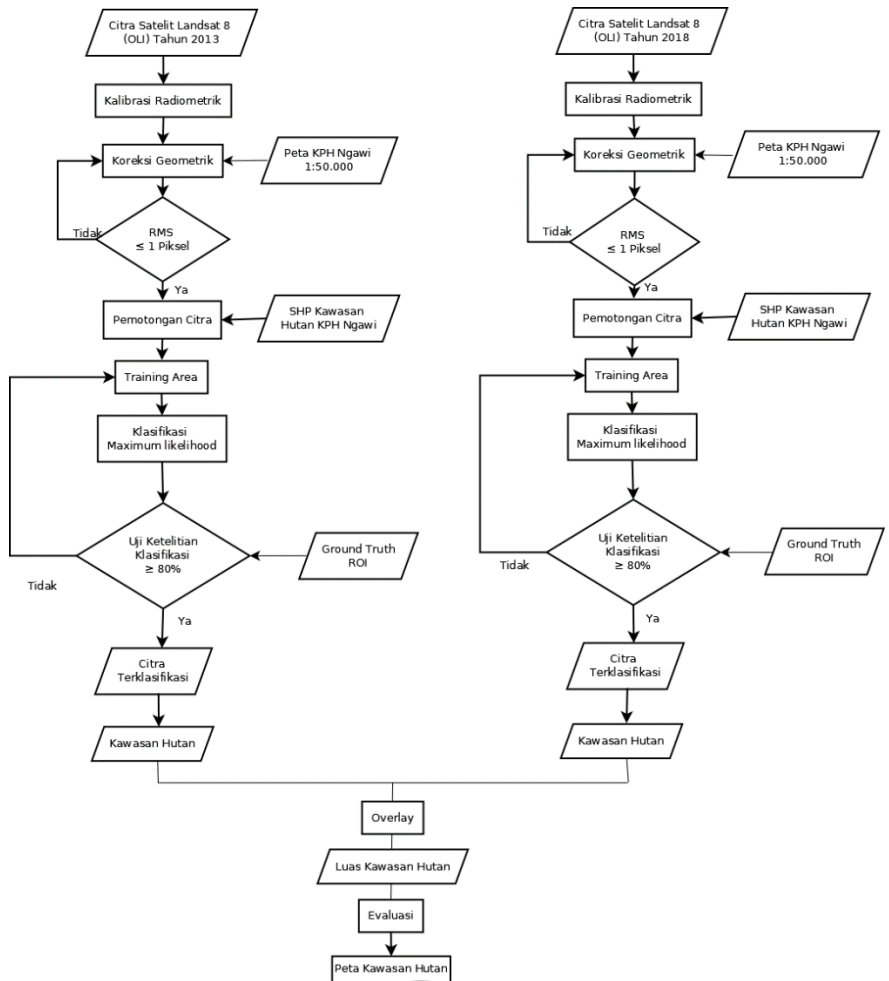
b. Studi Literatur

Studi literatur berupa mengumpulkan referensi yang akan menunjang langkah-langkah pengolahan data sampai pada tahap analisa, dalam proses perbandingan uji ketelitian tersebut.

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan dataset yang diperlukan untuk melakukan penelitian, yaitu data citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan

2018, SHP KPH Ngawi, peta kawasan hutan KPH Ngawi, dan data ROI kawasan hutan KPH Ngawi.



Gambar 3. 3 Diagram Alir Pengolahan data Untuk Citra Satelit Landsat

Berikut ini adalah penjelasan dari tahapan diagram alir penelitian di atas:

2. Tahap Pelaksanaan

a. Kalibrasi Radiometrik pada citra satelit landsat 8

Pada tahap ini akan dilakukan proses Kalibrasi radiometrik melakukan konversi DN (*digital number*) ke reflektan yaitu proses merubah nilai piksel pada citra yang awalnya bernilai DN diubah ke reflektan.

b. Koreksi Geometrik citra satelit landsat 8

Pada tahap ini dilakukan proses memosisikan citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2018 sehingga cocok dengan koordinat peta yang sesungguhnya. Hasil koreksi Geometrik harus menunjukkan angka $RMS \leq 1$ piksel. Apabila hasil $RMS > 1$, maka dilakukan koreksi Geometrik ulang.

c. Pemotongan citra satelit landsat 8

Pada tahap ini dilakukan proses pemotongan citra satelit sesuai dengan SHP kawasan hutan KPH Ngawi.

d. Training area

Pada tahap ini dilakukan identifikasi kelas untuk ROI.

e. Klasifikasi *maximum likelihood*

Pada tahap ini dilakukan klasifikasi terbimbing citra satelit landsat 8 dengan ROI untuk mendapatkan nilai ketelitian $\geq 80\%$ agar hasil citra terklasifikasi. Apabila nilai ketelitian $< 80\%$, maka dilakukan training area ulang.

- f. Overlay
Penggabungan citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2018 untuk mengetahui perbedaan sebaran masing-masing kelas hasil klasifikasi pada citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2018.
 - g. Evaluasi
Pada tahap ini dilakukan analisa spasial pada hasil overlay citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2018.
3. Tahap Akhir
Pada tahap ini dihasilkan citra landsat 8 tahun 2013 dan 2018 terklasifikasi, hasil *confusion matrix using ground truth*.

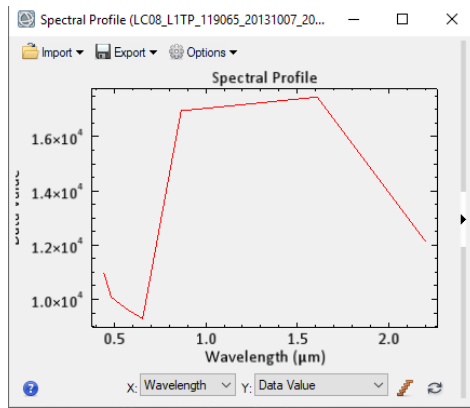
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan proses pengolahan data sesuai dengan metodologi penelitian yang telah dibuat. Hasil dari pengolahan data akan dievaluasi untuk memenuhi tujuan penelitian.

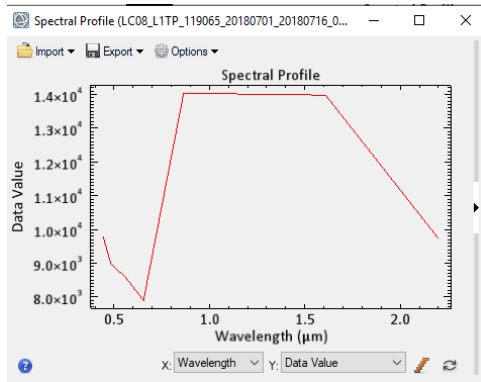
4.1. Kalibrasi Radiometrik

Kalibrasi radiometrik bertujuan mengubah data pada citra dan disimpan dalam bentuk digital number (DN) menjadi reflektan. Berikut hasil kalibrasi radiometrik pada citra satelit landsat 8 :



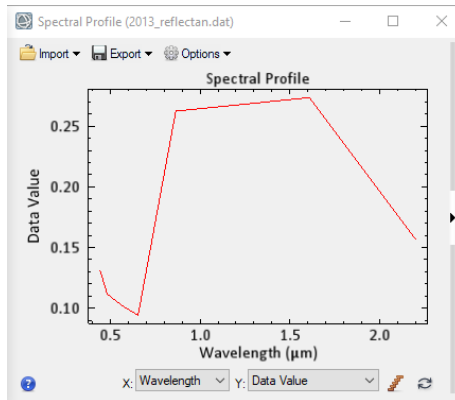
Gambar 4.1 Nilai digital number citra satelit landsat 8 tahun 2013

Pada citra satelit landsat 8 tahun 2013 didapat nilai DN tertinggi yaitu 1.9×10^4 dengan panjang gelombang 1.6 µm. Sedangkan yang terendah yaitu 0.85×10^4 dengan panjang gelombang 0.68 µm.



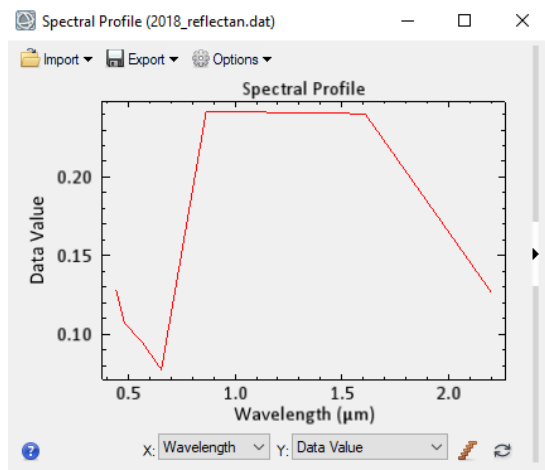
Gambar 4.2 Nilai digital number citra satelit landsat 8 tahun 2018

Pada citra satelit landsat 8 tahun 2018 didapat nilai DN tertinggi yaitu 1.4×10^4 dengan panjang gelombang $0.8 \mu\text{m}$. Sedangkan yang terendah yaitu 0.85×10^4 dengan panjang gelombang $0.68 \mu\text{m}$.



Gambar 4.3 Nilai reflektan citra satelit landsat 8 tahun 2013

Pada citra satelit landsat 8 tahun 2013 didapat nilai reflektan tertinggi yaitu 0.278 dengan panjang gelombang 1.6 μm . Sedangkan yang terendah yaitu 0.095 dengan panjang gelombang 0.68 μm .



Gambar 4.4 Nilai reflektan citra satelit landsat 8 tahun 2018

Pada citra satelit landsat 8 tahun 2018 didapat nilai DN tertinggi yaitu 0.24 dengan panjang gelombang 0.8 μm . Sedangkan yang terendah yaitu 0.075 dengan panjang gelombang 0.68 μm .

4.2. Koreksi Geometrik

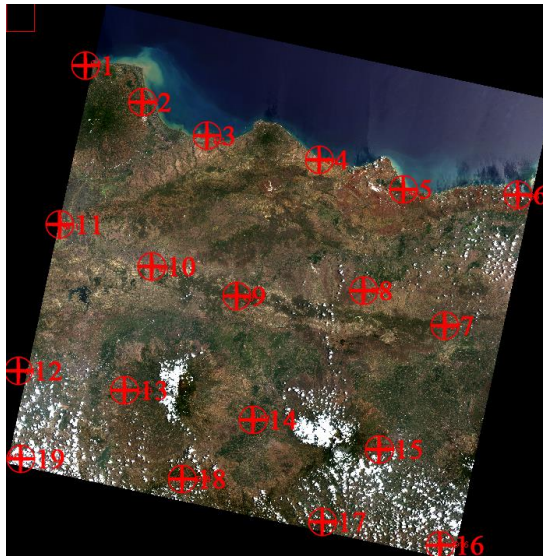
Koreksi geometrik diberikan toleransi nilai $\text{RMSE} \leq 1$ piksel. Berikut tabel hasil perhitungan RMSe GCP dengan proyeksi UTM menggunakan datum WGS 1984 pada zona 49 S:

Tabel 4.1 Perhitungan RMS *Error* Pada Landsat 8 tahun 2013

Titik	Koordinat Peta (°) (<i>Actual</i>)		Koordinat Citra (°) (<i>Predict</i>)		Kesalahan (piksel)		RMS <i>Error</i> (piksel)
	Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	<i>Error</i> X	<i>Error</i> Y	
1	6.414872	110.8569861	6.413425	110.8535	0.2183	0.0014	0.2183
2	6.559442	111.0796083	6.554213	111.15345	0.1809	0.0635	0.1918
3	6.712444	110.2951361	6.722534	110.3546	-0.1080	0.0991	0.1466
4	6.722544	111.607925	6.713353	111.5644	0.0858	-0.1234	0.1503
5	6.843155	112.0086167	6.84562	112.4564	0.0456	0.0991	0.1091
6	6.879386	112.4041667	6.84525	112.4646	-0.0082	0.0980	0.0984
7	6.913825	110.0643333	6.33532	110.0435	0.0289	-0.1473	0.1501
8	7.018344	111.0643333	7.045313	111.4354	0.0594	-0.0336	0.0682
9	7.124286	111.2426833	7.136265	111.3455	0.1089	0.0409	0.1163
10	7.097933	111.5948972	7.051544	111.3646	-0.3534	-0.1577	0.3870
11	7.093755	112.0234361	7.094524	112.0456	-0.3049	-0.1471	0.3385
12	7.128972	110.8569861	7.154225	110.9425	-0.0753	0.2612	0.2718
13	7.018344	110.8112917	7.035343	110.8533	-0.1169	0.1370	0.1801
14	7.191245	111.1345667	7.195332	111.1435	-0.6609	0.2104	0.6936
15	7.394044	111.6302583	7.442422	111.5676	0.2994	-0.5172	0.5976
16	7.018344	110.5338222	7.153234	110.4536	0.5308	0.1874	0.5629
17	7.510633	110.9547333	7.542342	110.4627	-0.4396	-0.0048	0.4396

Titik	Koordinat Peta (°) (Actual)		Koordinat Citra (°) (Predict)		Kesalahan (piksel)		RMS Error (piksel)
	Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	Error X	Error Y	
18	7.45702	111.3715639	6.413425	110.8535	-0.3992	0.3013	0.5002
19	7.55638	111.7479639	6.554213	111.15345	0.9083	-0.3683	0.9801
Total RMS Error							6.2005
Rata-rata RMS Error							0.326

Berdasarkan tabel perhitungan RMS Error pada citra satelit landsat 8 tahun 2013 didapatkan nilai rata-rata RMS Error sebesar 0,326. Berdasarkan nilai tersebut maka nilai RMS Error dapat dikatakan ≤ 1 piksel sehingga sesuai dengan toleransi yang diberikan.



Gambar 4.5 Persebaran Titik GCP Pada Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2013

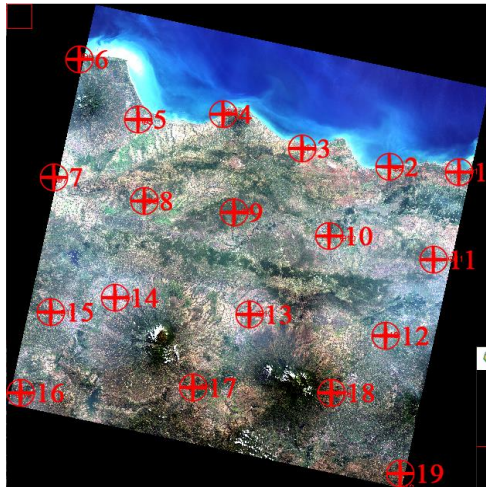
Berdasarkan persebaran titik GCP pada citra satelit landsat 8 tahun 2013 didapat 19 titik.

Tabel 4.2 Perhitungan RMS *Error* Pada Landsat 8 tahun 2018

Titik	Koordinat Peta (°) (<i>Actual</i>)		Koordinat Citra (°) (<i>Predict</i>)		Kesalahan (piksel)		RMS <i>Error</i> (piksel)
	Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	<i>Error</i> X	<i>Error</i> Y	
1	6.94826	110.8561	6.413425	110.8535	0.1002	0.1466	0.1466
2	6.89276	111.0783	6.554213	111.15345	0.0795	0.0614	0.1004
3	7.21244	110.2961	6.722534	110.3546	0.0498	0.0152	0.0520
4	6.73921	111.6025	6.713353	111.5644	0.0289	-0.0339	0.0445
5	6.84315	112.0067	6.84562	112.4564	0.0005	-0.0829	0.0829
6	6.87938	112.4067	6.84525	112.4646	0.0030	-0.1409	0.1409
7	6.91385	110.0633	6.33532	110.0435	-0.0470	0.3872	0.3900
8	7.03501	111.0643	7.045313	111.4354	-0.2684	-0.0612	0.2753
9	7.09094	111.2428	7.136265	111.3455	0.0171	-0.0148	0.0226
10	7.14793	111.5942	7.051544	111.3646	-0.1945	0.0294	0.1968
11	7.06047	112.0234	7.094524	112.0456	-0.1463	-0.1789	0.2311
12	7.04539	110.8561	7.154225	110.9425	-0.1783	0.0360	0.1819
13	7.15178	110.8112	7.035343	110.8533	0.0083	-0.0004	0.0083
14	7.57453	111.1345	7.195332	111.1435	0.9445	-0.0461	0.9457
15	8.27738	111.6302	7.442422	111.5676	-0.3425	-0.0620	0.3480
16	7.21834	110.5338	7.153234	110.4536	-0.1468	-0.0401	0.1522

Titik	Koordinat Peta (°) (Actual)		Koordinat Citra (°) (Predict)		Kesalahan (piksel)		RMS Error (piksel)
	Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	Error X	Error Y	
17	7.72773	110.9547	6.413425	110.8535	-0.0361	-0.0068	0.0367
18	7.89066	111.3715	6.554213	111.15345	0.0426	0.0200	0.0470
19	7.723804	111.7479	6.722534	110.3546	0.0788	0.0186	0.0810
Total RMS Error							3.4839
Rata-rata RMS Error							0.183

Berdasarkan tabel perhitungan RMS Error pada citra satelit landsat 8 tahun 2013 didapatkan nilai rata-rata RMS Error sebesar 0,183. Berdasarkan nilai tersebut maka nilai RMS Error dapat dikatakan ≤ 1 sehingga sesuai dengan toleransi yang diberikan.



Gambar 4.6 Persebaran Titik GCP Pada Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2018

Berdasarkan persebaran titik GCP pada citra satelit landsat 8 tahun 2018 didapat 19 titik.

4.3. Pemotongan Citra Satelit landsat 8

Pemotongan citra dilakukan untuk mendapatkan citra sesuai daerah penelitian sehingga dalam pengolahan data akan lebih cepat dan efektif, karena ukuran file yang diproses menjadi lebih kecil.



Gambar 4.7 Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2013 Sebelum Subset Data



Gambar 4.8 Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2018 Sebelum Subset Data

Didapat satu *scene* citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2018. Dengan hasil visual terbaik pada citra satelit landsat 8 terlihat bahwa sedikit awan berwarna putih dan tampak lebih cerah dibandingkan dengan citra satelit landsat 8 tahun 2013



Gambar 4.9 Hasil Subset Data Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2013



Gambar 4.10 Hasil Subset Data Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2018

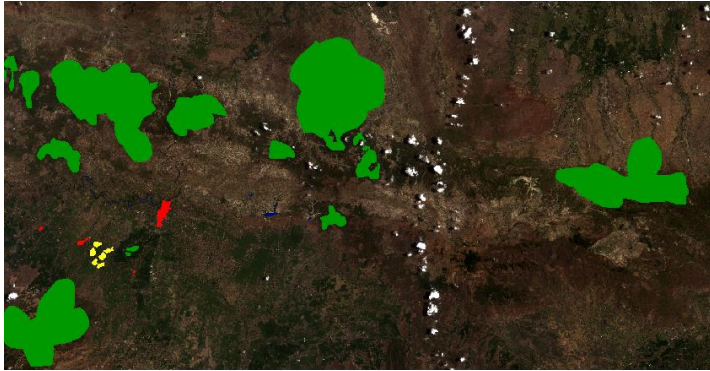
Dari satu *scene* citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2018 dilakukan subset data dengan batas hutan KPH Ngawi dihasilkan citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2018 kawasan hutan.

4.3 Training Area

Setelah dilakukan proses pemotongan citra satelit maka selanjutnya mengambil *sample* atau *training area* untuk kelas yang diklasifikasi. Jumlah kelas yang diklasifikasi adalah 5 kelas tutupan lahan kawasan hutan yaitu seperti pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Kelas Kawasan Hutan

No	Kelas	Warna
1	Hutan	Green
2	Permukiman	Red
3	Badan Air	Blue
4	Jalan	Brown
5	Sawah	Yellow

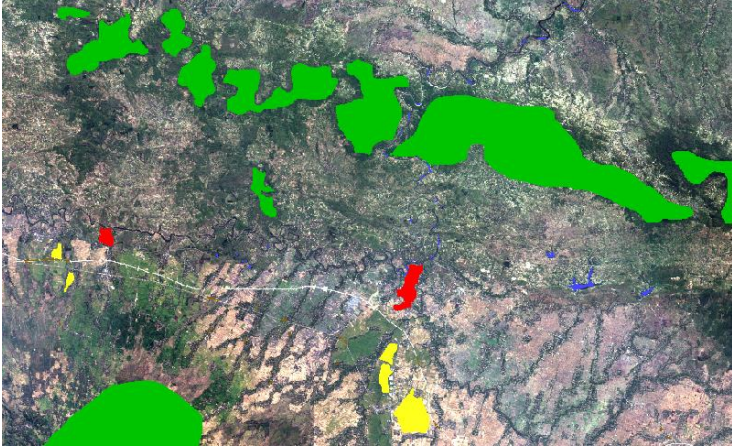


Gambar 4.11 Persebaran Sampel Training Area

Terlihat dari persebaran sampel training area bahwa kelas hutan berwarna hijau yang paling luas dan banyak sampel. Untuk kelas yg sedikit sampelnya yaitu badan air warna biru dan jalan warna coklat. Dengan jumlah titik sampel hutan 20 titik, pemukiman 15 titik, badan air 15 titik, Jalan 10 titik, dan sawah 15 titik.

4.4 Klasifikasi Maximum Likelihood

Klasifikasi Maximum Likelihood didasarkan pada perkiraan densitas probabilitas untuk setiap tutupan/penggunaan lahan. Dan didapatkan hasil metode perhitungan *confusion matrix* dengan menggunakan data *ground truth ROI (region of interest)* pada citra. Data ini diperoleh dengan mengambil *sample* untuk tiap kategori kawasan hutan sama seperti pada proses klasifikasi citra.








Gambar 4.12 Persebaran *Ground truth* ROI

Terlihat dari persebaran sampel *ground truth* bahwa kelas hutan berwarna hijau yang paling luas dan banyak sampel. Untuk kelas yg sedikit sampelnya yaitu badan air warna biru dan jalan warna coklat. Dengan jumlah titik sampel hutan 20 titik, pemukiman 15 titik, badan air 15 titik, Jalan 10 titik, dan sawah 15 titik.

Berikut tabel distribusi titik dari *sample ground truth* ROI.

Tabel 4.4 Sampel GT ROI

Kelas	Sampel GT ROI		
Hutan			
Pemukiman			

Kelas	Sampel GT ROI
Badan Air	
Sawah	
Jalan	

Berdasarkan uji ketelitian dengan menggunakan metode *confusion matrix*, didapatkan ketelitian hasil interpretasi (*overall accuracy*) sebesar 87,5507% dengan nilai kappa 0,3747 untuk citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan hasil interpretasi (*overall accuracy*) sebesar 88,2062% dengan nilai kappa 0,3389 untuk citra satelit landsat 8 tahun 2018, dengan ketelitian untuk masing-masing kelas sebagai berikut:

Class	Commission (Percent)	Omission (Percent)	Commission (Pixels)	Omission (Pixels)
Hutan	0.29	12.41	1263/429283	60646/488666
Badan Air	71.28	7.05	1866/2618	57/809
Sawah	60.17	5.01	15763/26196	550/10983
Pemukiman	65.06	21.32	17141/26348	2495/11702
Jalan	98.90	15.80	27773/28082	58/367

Class	Prod. Acc. (Percent)	User Acc. (Percent)	Prod. Acc. (Pixels)	User Acc. (Pixels)
Hutan	87.59	99.71	428020/488666	428020/429283
Badan Air	92.95	28.72	752/809	752/2618
Sawah	94.99	39.83	10433/10983	10433/26196
Pemukiman	78.68	34.94	9207/11702	9207/26348
Jalan	84.20	1.10	309/367	309/28082

Gambar 4.13 Hasil *Class Confusion Matrix* Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2013

Class	Commission (Percent)	Omission (Percent)	Commission (Pixels)	Omission (Pixels)
Hutan	0.19	11.87	1681/881681	118472/998472
Sawah	67.83	6.26	47441/69939	1503/24001
Badan Air	77.78	9.59	7092/9118	215/2241
Pemukiman	83.32	15.20	41207/49456	1479/9728
Jalan	94.58	28.42	24813/26236	565/1988

Class	Prod. Acc. (Percent)	User Acc. (Percent)	Prod. Acc. (Pixels)	User Acc. (Pixels)
Hutan	88.13	99.81	880000/998472	880000/881681
Sawah	93.74	32.17	22498/24001	22498/69939
Badan Air	90.41	22.22	2026/2241	2026/9118
Pemukiman	84.80	16.68	8249/9728	8249/49456
Jalan	71.58	5.42	1423/1988	1423/26236

Gambar 4.14 Hasil *Class Confusion Matrix* Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2018

Untuk ketelitian pemetaan masing-masing kelas tutupan lahan, kelas badan air, pemukiman, hutan, sawah dan jalan memiliki tingkat kebenaran yang paling tinggi yaitu sebesar 99,81%, sedangkan kelas kebun memiliki tingkat kebenaran yang paling rendah yaitu sebesar 1,10%.

4.5 Kawasan Hutan

Berikut merupakan hasil perhitungan luas tutupan kawasan hutan di wilayah KPH Ngawi berdasarkan hasil klasifikasi citra satelit Landsat 8 tahun 2013 dan 2018 dengan metode berbasis objek dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.5 Luas Kawasan Hutan pada citra satelit landsat 8 tahun 2013

No	Kelas	<i>Luas (Ha)</i>	<i>Luas (%)</i>
1	Hutan	19.267,3	39,2643
2	Pemukiman	21.699	44,2198
3.	Badan Air	470,047	0,9579
4.	Sawah	470,047	0,9579
5.	Jalan	1.509,74	2,89385
Total		43.416,134	88,29375

Tabel 4.6 Luas Kawasan Hutan pada citra satelit landsat 8 tahun 2018

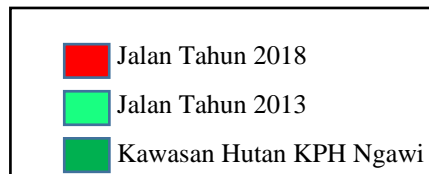
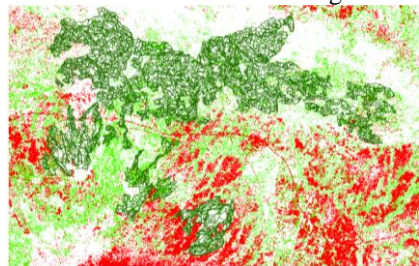
No	Kelas	<i>Luas (Ha)</i>	<i>Luas (%)</i>
1	Hutan	40.502,1	77,6337
2	Pemukiman	4.957,43	9,50231

No	Kelas	Luas (Ha)	Luas (%)
3.	Badan Air	244,099	0,46788
4.	Sawah	4.957,43	9,50231
5.	Jalan	7.164,41	14,6002
Total		57.825,469	111,7064

Dari hasil perhitungan luas kawasan hutan pada citra satelit landsat 8 tahun 2013, luas kawasan hutan adalah 19.267,3 Ha (39,2643%). Sementara hasil perhitungan luas kawasan hutan pada citra satelit landsat 8 tahun 2018 adalah 40.502,1 Ha (77,6337%). Berdasarkan hasil tersebut maka terjadi penambahan luas kawasan hutan sebesar 21.234,8 Ha (38,3694%)

4.6 Overlay

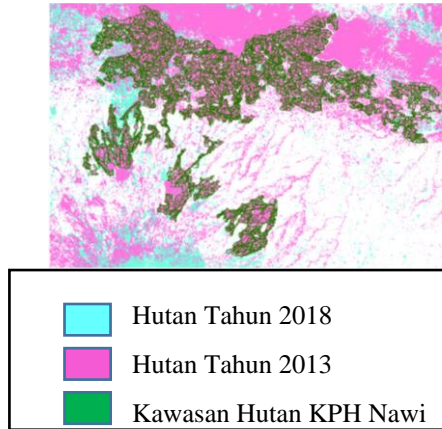
Metode Overlay adalah suatu sistem informasi dalam bentuk grafis yang dibentuk dari penggabungan berbagai peta individu (memiliki informasi/database yang spesifik). Hasil overlay pada citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2018 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.15 Hasil Overlay Jalan

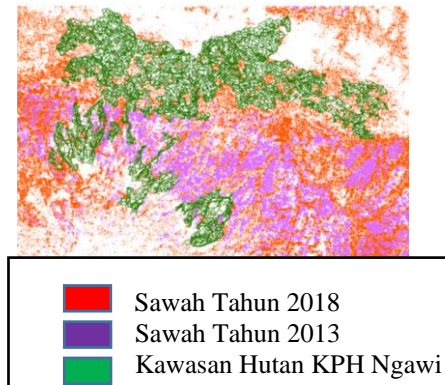
Berdasarkan hasil overlay jalan, penambahan luas jalan dibagian selatan sebesar 11,70635% dengan luas 5.654,67 Ha dikarenakan tuntutan

transportasi dan piksel berwarna putih dianggap jalan pada saat pengklasifikasian.



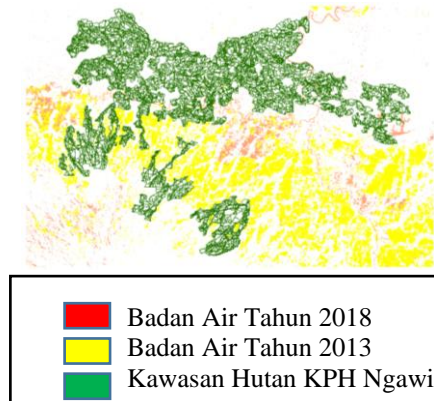
Gambar 4.16 Hasil Overlay Hutan

Berdasarkan hasil overlay hutan, terjadi penambahan luas hutan sebesar 38,3694% dengan luas 21.234,8 Ha terjadi dibagian timur dikarenakan wilayah hutan dibagian utara terganti oleh sawah.



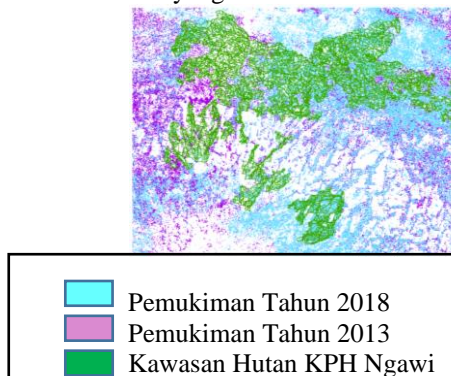
Gambar 4.17 Hasil Overlay Sawah

Berdasarkan hasil overlay sawah, terjadi penambahan luas sebesar 8,54441% dengan luas 4.487,383 Ha sawah dibagian utara dikarenakan hutan yang sudah tidak produktif lagi dimanfaatkan sebagai sawah.



Gambar 4.18 Hasil Overlay Badan Air

Berdasarkan hasil overlay badan air, terjadi penurunan luas badan air dibagian selatan sebesar 0,49002 % dengan luas 225,948 Ha dikarenakan berdasarkan interpretasi langsung dari citra bagian selatan merupakan sawah yang terendam air namun bagian tersebut terklasifikasi sebagai badan air karena citra yang diambil saat musim hujan.



Gambar 4.19 Hasil Overlay Pemukiman

Berdasarkan hasil overlay pemukiman, terjadi penambahan luas pemukiman dibagian utara sebesar 34,71749 % dengan luas 16.741,57 Ha.

Tabel 4.6 Matriks Transisi

Kelas	2013		2018	
	Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)
Hutan	19267.300	39.264	40502.100	77.633
Permukiman	21699.000	44.219	4957.430	9.502
Badan Air	470.047	0.958	244.099	0.468
Sawah	470.047	0.958	4957.430	9.502
Jalan	1509.740	2.894	7164.410	14.602
Total	43416.134	88.293	57825.469	111.707

Dari tabel matriks transisi terlihat bahwa hampir semua luasan dari penggunaan lahan mengalami perubahan luas lahan yang cukup signifikan. Penggunaan lahan hutan pada tahun 2018 mengalami peningkatan jumlah lahan seluas 21.234,80 Ha atau mengalami peningkatan sebanyak 38.3% dari 2013.

4.7 Evaluasi hasil klasifikasi kawasan hutan

Besarnya hasil klasifikasi dengan menggunakan citra satelit landsat 8 tahun 2013 memiliki nilai *overall accuracy* sebesar 87,5507%, dan untuk citra satelit landsat 8 tahun 2018 memiliki nilai *overall accuracy* sebesar 88.2062% sehingga nilai tersebut sesuai dengan nilai ketelitian pada metode klasifikasi terbimbing maximum likelihood dimana nilai ketelitian harus >80%.

Berdasarkan hasil matriks transisi dapat dilihat bahwa dari tahun 2013 hingga 2018 terjadi mengalami perubahan luas lahan yang cukup signifikan. hutan pada tahun 2018 mengalami peningkatan jumlah lahan seluas 21.234,80 Ha atau mengalami peningkatan sebanyak 38.3% dari 2013. Dengan kecamatan yang mengalami penurunan luas wilayah hutan yaitu Kecamatan Widodaren dan Kecamatan Mantingan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Dari hasil *Training Area*, didapatkan 5 kelas yaitu hutan, pemukiman, badan air, sawah, dan jalan.
2. Berdasarkan uji ketelitian dengan menggunakan metode *confusion matrix*, didapatkan ketelitian hasil interpretasi (*overall accuracy*) sebesar 87,5507% pada citra satelit landsat 8 dan dengan menggunakan citra satelit landsat 8 tahun 2018 memiliki nilai *overall accuracy* sebesar 88.2062%, sehingga nilai tersebut sesuai dengan nilai ketelitian pada metode klasifikasi terbimbing *maximum likelihood* dimana nilai ketelitian harus >80%. Berdasarkan hasil *overlay* dapat dilihat bahwa dari tahun 2013 hingga 2018 terjadi penambahan luas hutan sebesar 38,3694% dengan luas 21.234,8 Ha. Dengan kecamatan yang mengalami penurunan luas wilayah hutan yaitu Kecamatan Widodaren dan Kecamatan Mantingan.

5.2 Saran

Saran yang digunakan untuk rekomendasi penelitian selanjutnya adalah :

1. Pembaruan SHP kawasan hutan KPH Ngawi perlu dilakukan agar tingkat ketelitian yang didapat sesuai dengan keadaan lapangan.
2. Pembuatan sampel ROI perlu dilakukan, karena agar dapat membedakan kelas yang terdapat pada kawasan hutan KPH Ngawi.
3. Menggunakan citra satelit resolusi tinggi sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil sama dengan keadaan lapangan.

Halaman Ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Kehutanan. 2015. <http://dishut.jatimprov.go.id/kondisi-hutan.php?id=18>. Diakses pada 30 September 2018.
- Kabupaten Ngawi dalam Angka, Ngawi in figure 2015, Badan Pusat Statistik dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Ngawi.
- Lillesand and Kiefer, 1987, Remote Sensing and Image Interpretation, Second Edition, New York : John Willey and Sons.
- Lillesand, T.M., dkk, 2008, Remote Sensing and Image Interpretation, 6th edition, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Mahyuddin, S. Alvisyahrin, T. 2013. Analisis Penutupan Lahan Kawasan Hutan Pada Daerah Aliran . Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan. Volume 2. Nomor 3. Hal. 296-303.
- Martin, S. 2004. An Introduction to Ocean Remote Sensing. Cambridge University Press.
- Mather. P.M.. 1987. Computer Processing of Remotely-Sensed Images. An Introduction 1st Edition, Wiley. Chichester.
- Mather, P.M., 2004, Computer Processing of Remotely Sensed Data: An Introduction, 3rd edition, Brisbane: John Wiley and Sons.
- Mulyadi. dkk. 2007. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Jakarta: Lapan.
- Pavel. 2016. <http://www.50northspatial.org/classification-accuracy-assessment-confusion-matrix-method/>. Diakses pada tanggal 14 Januari 2020 pukul 14.50 WIB.
- Pemkab Kabupaten Ngawi. <https://ngawikab.go.id/wp-content/uploads/Peta-Ngawi.gif>. Diakses pada tanggal 12 Maret 2019 pukul 13.00 WIB.
- Purwadhi, F. S. H., 2001, Interpretasi Citra Digital, Grasindo Penerbit PT Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Richards, J.A. 1993. Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. Berlin: Sringer-Verlag.
- Sampurno. Rizky, M. Thoriq, A. 2016. Klasifikasi Tutupan Lahan

- Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) Di Kabupaten Sumedang. Jurnal Teknotan Vol. 10 No. 2.
- Suharjo, B.N.P. 2013. Evaluasi Tutupan Lahan Dari Citra Resolusi Tinggi Dengan Metode Klasifikasi Digital Berorientasi Objek (Studi Kasus : Kota Banda Aceh, NAD). Vol. X. No. X.
- Sukojo, B.M. 2012. Penginderaan Jauh (Dasar Teori dan Terapan). ITSPRESS : Surabaya.
- Sitanggang, G. 2010. Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8). Vol 11. No 2.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan.
- USGS. 2013. <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-8/landsat-8-bands/>. Diakses pada tanggal 12 Agustus 2018 pukul 13.00 WIB.
- USGS. 2018. <https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>. Diakses pada tanggal 12 Agustus 2018 pukul 12.00 WIB.
- USGS. 2019. http://landsat.usgs.gov/best_spectral_bands_to_use.php. Diakses pada tanggal 12 Maret 2019 pukul 14.00 WIB.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Meta Data Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2013

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
  ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
  REQUEST_ID = "0501704292133_00001"
  LANDSAT_SCENE_ID = "LC81190652013280LGN01"
  LANDSAT_PRODUCT_ID =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1"
  COLLECTION_NUMBER = 01
  FILE_DATE = 2017-04-29T09:31:39Z
  STATION_ID = "LGN"
  PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_2.7.0"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "L1TP"
  COLLECTION_CATEGORY = "T1"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
  SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
  WRS_PATH = 119
  WRS_ROW = 65
  NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
  TARGET_WRS_PATH = 119
  TARGET_WRS_ROW = 65
  DATE_ACQUIRED = 2013-10-07
  SCENE_CENTER_TIME = "02:43:50.0255930Z"
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -6.18249
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 110.53179
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -6.18031
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 112.59246
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -8.28558
  CORNER_LL_LON_PRODUCT = 110.52961
  CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -8.28265
```

CORNER_LR_LON_PRODUCT = 112.59984
CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 448200.000
CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -683400.000
CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 676200.000
CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -683400.000
CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 448200.000
CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -915900.000
CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 676200.000
CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -915900.000
PANCHROMATIC_LINES = 15501
PANCHROMATIC_SAMPLES = 15201
REFLECTIVE_LINES = 7751
REFLECTIVE_SAMPLES = 7601
THERMAL_LINES = 7751
THERMAL_SAMPLES = 7601
FILE_NAME_BAND_1 =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_B1.TIF"
FILE_NAME_BAND_2 =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_B2.TIF"
FILE_NAME_BAND_3 =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_B3.TIF"
FILE_NAME_BAND_4 =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_B4.TIF"
FILE_NAME_BAND_5 =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_B5.TIF"
FILE_NAME_BAND_6 =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_B6.TIF"
FILE_NAME_BAND_7 =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_B7.TIF"
FILE_NAME_BAND_8 =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_B8.TIF"
FILE_NAME_BAND_9 =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_B9.TIF"
FILE_NAME_BAND_10 =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_B10.TIF"
FILE_NAME_BAND_11 =
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_B11.TIF"

```
FILE_NAME_BAND_QUALITY =  
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_BQA.TIF"  
ANGLE_COEFFICIENT_FILE_NAME =  
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_ANG.txt"  
METADATA_FILE_NAME =  
"LC08_L1TP_119065_20131007_20170429_01_T1_MTL.txt"  
CPF_NAME = "LC08CPF_20131001_20131025_01.01"  
BPF_NAME_OLI =  
"LO8BPF20131007021921_20131007024509.01"  
BPF_NAME_TIRS =  
"LT8BPF20131007021527_20131007024602.01"  
RLUT_FILE_NAME = "LC08RLUT_20130211_20150302_01_11.h5"  
END_GROUP = PRODUCT_METADATA  
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES  
CLOUD_COVER = 4.03  
CLOUD_COVER_LAND = 4.91  
IMAGE_QUALITY_OLI = 9  
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9  
TIRS_SSM_MODEL = "ACTUAL"  
TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "NOMINAL"  
TIRS_STRAY_LIGHT_CORRECTION_SOURCE = "TIRS"  
ROLL_ANGLE = -0.001  
SUN_AZIMUTH = 87.41631143  
SUN_ELEVATION = 65.64700120  
EARTH_SUN_DISTANCE = 0.9994987  
SATURATION_BAND_1 = "Y"  
SATURATION_BAND_2 = "Y"  
SATURATION_BAND_3 = "Y"  
SATURATION_BAND_4 = "Y"  
SATURATION_BAND_5 = "Y"  
SATURATION_BAND_6 = "Y"  
SATURATION_BAND_7 = "Y"  
SATURATION_BAND_8 = "N"  
SATURATION_BAND_9 = "N"  
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 4  
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 253  
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 7.387
```

GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 5.218
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 5.229
GROUND_CONTROL_POINTS_VERIFY = 68
GEOMETRIC_RMSE_VERIFY = 3.686
TRUNCATION_OLI = "UPPER"
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 760.82532
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -62.82920
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 779.09442
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -64.33787
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 717.92883
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -59.28680
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 605.39801
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -49.99397
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 370.47342
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -30.59381
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 92.13337
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.60840
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 31.05388
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.56444
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 685.14398
RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -56.57941
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 144.78941
RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -11.95676
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980

```
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
```

GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2568E-02
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2870E-02
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1860E-02
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 1.0001E-02
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 6.1200E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.5220E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 5.1299E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.1318E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.3918E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04
RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -62.84177
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -64.35074
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -59.29866
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -50.00397
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -30.59993
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.60993
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.56495
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -56.59073
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -11.95915
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000

```
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.100000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.100000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 49
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
END_GROUP = L1_METADATA_FILE
END
```

Lampiran 2. Meta Data Citra Satelit Landsat 8 Tahun 2018

```
GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
  ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
  REQUEST_ID = "0701807162640_00014"
  LANDSAT_SCENE_ID = "LC81190652018182LGN00"
  LANDSAT_PRODUCT_ID =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1"
  COLLECTION_NUMBER = 01
  FILE_DATE = 2018-07-16T21:21:43Z
  STATION_ID = "LGN"
  PROCESSING_SOFTWARE_VERSION = "LPGS_13.1.0"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
  DATA_TYPE = "L1TP"
  COLLECTION_CATEGORY = "T1"
  ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
  OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
  SPACECRAFT_ID = "LANDSAT_8"
  SENSOR_ID = "OLI_TIRS"
  WRS_PATH = 119
  WRS_ROW = 65
  NADIR_OFFNADIR = "NADIR"
  TARGET_WRS_PATH = 119
  TARGET_WRS_ROW = 65
  DATE_ACQUIRED = 2018-07-01
  SCENE_CENTER_TIME = "02:41:00.0865190Z"
  CORNER_UL_LAT_PRODUCT = -6.18249
  CORNER_UL_LON_PRODUCT = 110.53450
  CORNER_UR_LAT_PRODUCT = -6.18029
  CORNER_UR_LON_PRODUCT = 112.59788
  CORNER_LL_LAT_PRODUCT = -8.28558
  CORNER_LL_LON_PRODUCT = 110.53234
  CORNER_LR_LAT_PRODUCT = -8.28263
  CORNER_LR_LON_PRODUCT = 112.60529
  CORNER_UL_PROJECTION_X_PRODUCT = 448500.000
  CORNER_UL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -683400.000
  CORNER_UR_PROJECTION_X_PRODUCT = 676800.000
```


CORNER_UR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -683400.000
CORNER_LL_PROJECTION_X_PRODUCT = 448500.000
CORNER_LL_PROJECTION_Y_PRODUCT = -915900.000
CORNER_LR_PROJECTION_X_PRODUCT = 676800.000
CORNER_LR_PROJECTION_Y_PRODUCT = -915900.000
PANCHROMATIC_LINES = 15501
PANCHROMATIC_SAMPLES = 15221
REFLECTIVE_LINES = 7751
REFLECTIVE_SAMPLES = 7611
THERMAL_LINES = 7751
THERMAL_SAMPLES = 7611
FILE_NAME_BAND_1 =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_B1.TIF"
FILE_NAME_BAND_2 =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_B2.TIF"
FILE_NAME_BAND_3 =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_B3.TIF"
FILE_NAME_BAND_4 =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_B4.TIF"
FILE_NAME_BAND_5 =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_B5.TIF"
FILE_NAME_BAND_6 =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_B6.TIF"
FILE_NAME_BAND_7 =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_B7.TIF"
FILE_NAME_BAND_8 =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_B8.TIF"
FILE_NAME_BAND_9 =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_B9.TIF"
FILE_NAME_BAND_10 =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_B10.TIF"
FILE_NAME_BAND_11 =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_B11.TIF"
FILE_NAME_BAND_QUALITY =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_BQA.TIF"
ANGLE_COEFFICIENT_FILE_NAME =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_ANG.txt"
METADATA_FILE_NAME =
"LC08_L1TP_119065_20180701_20180716_01_T1_MTL.txt"

CPF_NAME = "LC08CPF_20180701_20180930_01.01"
BPF_NAME_OLI =
"LO8BPF20180701021030_20180701034835.01"
BPF_NAME_TIRS =
"LT8BPF20180628211945_20180713101632.01"
RLUT_FILE_NAME =
"LC08RLUT_20150303_20431231_01_12.h5"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
CLOUD_COVER = 0.26
CLOUD_COVER_LAND = 0.33
IMAGE_QUALITY_OLI = 9
IMAGE_QUALITY_TIRS = 9
TIRS_SSM_MODEL = "FINAL"
TIRS_SSM_POSITION_STATUS = "ESTIMATED"
TIRS_STRAY_LIGHT_CORRECTION_SOURCE = "TIRS"
ROLL_ANGLE = -0.001
SUN_AZIMUTH = 42.38233310
SUN_ELEVATION = 48.38341006
EARTH_SUN_DISTANCE = 1.0166273
SATURATION_BAND_1 = "N"
SATURATION_BAND_2 = "N"
SATURATION_BAND_3 = "N"
SATURATION_BAND_4 = "N"
SATURATION_BAND_5 = "N"
SATURATION_BAND_6 = "Y"
SATURATION_BAND_7 = "Y"
SATURATION_BAND_8 = "N"
SATURATION_BAND_9 = "N"
GROUND_CONTROL_POINTS_VERSION = 4
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 332
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 7.322
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 5.040
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 5.312
GROUND_CONTROL_POINTS_VERIFY = 74
GEOMETRIC_RMSE_VERIFY = 5.545
TRUNCATION_OLI = "UPPER"
END_GROUP = IMAGE_ATTRIBUTES
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE





RADIANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 735.40375
RADIANCE_MINIMUM_BAND_1 = -60.72988
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 753.06238
RADIANCE_MINIMUM_BAND_2 = -62.18814
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 693.94055
RADIANCE_MINIMUM_BAND_3 = -57.30584
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 585.16974
RADIANCE_MINIMUM_BAND_4 = -48.32351
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 358.09473
RADIANCE_MINIMUM_BAND_5 = -29.57158
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 89.05490
RADIANCE_MINIMUM_BAND_6 = -7.35418
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 30.01627
RADIANCE_MINIMUM_BAND_7 = -2.47875
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 662.25116
RADIANCE_MINIMUM_BAND_8 = -54.68892
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 139.95154
RADIANCE_MINIMUM_BAND_9 = -11.55724
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_10 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_10 = 0.10033
RADIANCE_MAXIMUM_BAND_11 = 22.00180
RADIANCE_MINIMUM_BAND_11 = 0.10033
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_1 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_1 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_2 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_2 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_3 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_3 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_4 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_4 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_5 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_5 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_6 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_6 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_7 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_7 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_8 = 1.210700




REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_8 = -0.099980
REFLECTANCE_MAXIMUM_BAND_9 = 1.210700
REFLECTANCE_MINIMUM_BAND_9 = -0.099980
END_GROUP = MIN_MAX_REFLECTANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_1 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_1 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_2 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_2 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_3 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_3 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_4 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_4 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_5 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_5 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_6 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_6 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_7 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_7 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_8 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_8 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_9 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_9 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_10 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_10 = 1
QUANTIZE_CAL_MAX_BAND_11 = 65535
QUANTIZE_CAL_MIN_BAND_11 = 1
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
RADIANCE_MULT_BAND_1 = 1.2148E-02
RADIANCE_MULT_BAND_2 = 1.2440E-02
RADIANCE_MULT_BAND_3 = 1.1463E-02
RADIANCE_MULT_BAND_4 = 9.6666E-03
RADIANCE_MULT_BAND_5 = 5.9155E-03
RADIANCE_MULT_BAND_6 = 1.4711E-03
RADIANCE_MULT_BAND_7 = 4.9585E-04
RADIANCE_MULT_BAND_8 = 1.0940E-02
RADIANCE_MULT_BAND_9 = 2.3119E-03
RADIANCE_MULT_BAND_10 = 3.3420E-04

RADIANCE_MULT_BAND_11 = 3.3420E-04
RADIANCE_ADD_BAND_1 = -60.74203
RADIANCE_ADD_BAND_2 = -62.20058
RADIANCE_ADD_BAND_3 = -57.31730
RADIANCE_ADD_BAND_4 = -48.33318
RADIANCE_ADD_BAND_5 = -29.57749
RADIANCE_ADD_BAND_6 = -7.35565
RADIANCE_ADD_BAND_7 = -2.47925
RADIANCE_ADD_BAND_8 = -54.69985
RADIANCE_ADD_BAND_9 = -11.55956
RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.10000
RADIANCE_ADD_BAND_11 = 0.10000
REFLECTANCE_MULT_BAND_1 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_2 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_3 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_6 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_7 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_8 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_MULT_BAND_9 = 2.0000E-05
REFLECTANCE_ADD_BAND_1 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_2 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_3 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_6 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_7 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_8 = -0.10000
REFLECTANCE_ADD_BAND_9 = -0.10000
END_GROUP = RADIOMETRIC_RESCALING
GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
K1_CONSTANT_BAND_10 = 774.8853
K2_CONSTANT_BAND_10 = 1321.0789
K1_CONSTANT_BAND_11 = 480.8883
K2_CONSTANT_BAND_11 = 1201.1442
END_GROUP = TIRS_THERMAL_CONSTANTS
GROUP = PROJECTION_PARAMETERS
MAP_PROJECTION = "UTM"





```
DATUM = "WGS84"  
ELLIPSOID = "WGS84"  
UTM_ZONE = 49  
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00  
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00  
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00  
ORIENTATION = "NORTH_UP"  
RESAMPLING_OPTION = "CUBIC_CONVOLUTION"  
END_GROUP = PROJECTION_PARAMETERS  
END_GROUP = L1_METADATA_FILE  
END
```





Lampiran 3. Titik Ground Truth

Lokasi	Koordinat		Foto
	Lintang (°)	Bujur (°)	
Jl. Nasional 20, Banyu Urip, Kec. Ngawi, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63218, Indonesia	7.37426 6667	111.47 64278	
Jl. Nasional 20, Ngantru, Ngawi, Kec. Ngawi, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63218, Indonesia	7.38903 3333	111.46 41028	
Jl. Ahmad Yani, Bangsal, Widodaren, Gerih, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63271, Indonesia	7.38583 0556	111.34 47722	
Jl. Ahmad Yani, Bangsal, Widodaren, Gerih, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63271, Indonesia	7.36583 8889	111.23 64194	

Lokasi	Koordinat		Foto
	Lintang (°)	Bujur (°)	
Jl. Raya Sonde, Tegalan, Banjarbanggi, Pitu, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63252, Indonesia	7.36591 9444	111.32 83417	
Jembatan Sungai Bengawan Solo Pasar Sonde, Jl. Raya Sonde, Cengklik, Bangunrejo Lor, Pitu, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63252, Indonesia	7.36527 7778	111.32 78389	
Jembatan Sungai Bengawan Solo Pasar Sonde, Jl. Raya Sonde, Cengklik, Bangunrejo Lor, Pitu, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63252, Indonesia	7.36634 7222	111.32 65056	

Lokasi	Koordinat		Foto
	Lintang (°)	Bujur (°)	
Jembatan Sonde, Jl. Raya Sonde, Tegalan, Banjarnagori, Pitu, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63252, Indonesia	7.36621 6667	111.23 54639	
Jembatan Sungai Bengawan Solo Widodaren, Jl. Raya Karanganyar, Widodaren Lor, Widodaren, Kec. Widodaren, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63256, Indonesia	7.37440 5556	111.47 59833	
Jl. Nasional 20, Banyuwangi, Kec. Ngawi, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63218, Indonesia	7.38134 7222	111.47 07944	

Lokasi	Koordinat		Foto
	Lintang (°)	Bujur (°)	
Jl. Nasional 20, Ngantru, Ngawi, Kec. Ngawi, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63218, Indonesia	7.38825 2778	111.46 65111	
Jl. Nasional 20, Ngantru, Ngawi, Kec. Ngawi, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63218, Indonesia	7.41582 7778	111.56 12806	
Jl. Bendung Pondok, Nambung, Waduk Pd., Bringin, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63285, Indonesia	7.41553 0556	111.55 82778	
Jl. Bendung Pondok, Nambung, Waduk Pd., Bringin, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63285, Indonesia	7.41585 2778	111.55 79056	

Lokasi	Koordinat		Foto
	Lintang (°)	Bujur (°)	
Jl. Raya Sonde, Tegalan, Banjarbanggi, Pitu, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63252, Indonesia	7.41533 3333	111.56 05472	
Jl. Raya Sonde, Tegalan, Banjarbanggi, Pitu, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63252, Indonesia	7.53736 3889	111.34 41833	
cengklik 001/002, Cengklik, Bangunrejo Lor, Pitu, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63252, Indonesia	7.37832 2222	111.31 76333	
cengklik 001/002, Cengklik, Bangunrejo Lor, Pitu, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63252, Indonesia	7.37677 2222	111.32 00694	

Lokasi	Koordinat		Foto
	Lintang (°)	Bujur (°)	
Jl. Nasional 20, Ngantru, Ngawi, Kec. Ngawi, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63218, Indonesia	7.38850 5556	111.46 52389	
Waduk Pd., Bringin, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur	7.40991 3889	111.56 3225	
Watugudel, Pitu, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63252	7.36373 6111	111.40 22111	
Hutan, Majasem, Kec. Kendal, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur	7.53663 0556	111.34 50361	
Watugudel, Pitu, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur	7.35905	111.40 02611	

Lampiran 4. Dokumentasi Lapangan



Validasi kawasan hutan bersama KPH Ngawi



Validasi kawasan hutan bersama KPH Ngawi



Validasi kawasan hutan bersama KPH Ngawi



Validasi kawasan hutan bersama KPH Ngawi



Validasi kawasan hutan bersama KPH Ngawi



Validasi kawasan hutan bersama KPH Ngawi

BIODATA PENULIS



Arinda Wulan Ningsih, dilahirkan di Surabaya, 31 Desember 1996, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara dari pasangan Muhaimin dan Sri Wahyuningsih. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Mahbadiul Ulum Surabaya, SDN Keputih 245 Surabaya, SMP Negeri 30 Surabaya, kemudian di SMA Negeri 19 Surabaya. Setelah lulus dari SMA memilih melanjutkan kuliah S-1 dengan mengikuti program SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri) dan diterima di Program Studi Teknik Geomatika-FTSP ITS Surabaya pada tahun 2015. Penulis terdaftar dengan NRP 3515 100 059. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Geomatika pada periode 2017-2018, menjadi bendahara GIS di HIMAGE ITS, Penulis juga aktif di organisasi diluar kampus seperti Karang Taruna Jasmine pada periode 2013-sekarang, pada tahun pertama hingga tahun ketiga menjadi sekretaris Karang Taruna Jasmine, tahun keempat menjadi bendahara Karang Taruna Jasmine dan tahun kelima hingga sekarang sebagai ketua Karang Taruna Jasmine. Selain itu penulis juga aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen mahasiswa seperti LKMM PRA-TD, LKMW TD, PKTI serta aktif dalam kepanitiaan di tingkat jurusan. Untuk menyelesaikan studi Tugas Akhir, penulis memilih bidang keahlian geospasial dengan judul “Evaluasi Hasil Klasifikasi Kawasan Hutan Di Wilayah KPH Ngawi Menggunakan Citra Satelit Landsat 8”.