



**APLIKASI CITRA DRONE UNTUK KLASIFIKASI TUTUPAN  
LAHAN: STUDI KASUS DI CAGAR ALAM CURAH MANIS  
SEMPOLAN I**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh :

**Yoga Rezqi Saputra  
NIM 141710201080**

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

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala, puji syukur kehadiratNya yang telah memudahkan segala urusan, semoga rahmat dan hidayah selalu mengiringi setiap langkah hamba dan berilah ampunan atas segala dosa hamba;
2. Rosulullah Shallallahu Alaihi Wasallam, yang telah membimbing dan memperjuangkan umat manusia menjadi khalifah di bumi serta menjadi teladan untuk mencapai kebahagiaan di dunia maupun akhirat;
3. Orang tuaku tercinta, Ibunda Sukartini dan Ayahanda Alm. Agus Suprpto, terimakasih telah menjadi Orang Tua yang selalu memberikan motivasi dan mendidik Saya selama ini ;
4. Kakakku Ayu Amelia Agustin yang setia mendukung dan mendoakan, serta seluruh keluarga besar;
5. Kakekku H. Moh. Sirat yang selalu memberi bimbingan petunjuk dan dukungan dalam seluruh elemen kehidupan Saya selama ini;
6. Almamaterku tercinta Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

**MOTTO**

*“Barangsiapa yang menunjuki kepada kebaikan maka dia akan mendapatkan pahala seperti pahala orang yang mengerjakannya”*  
(HR. Muslim no. 1893)

*“Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga.”*  
(HR. Muslim, no. 2699)



\*) Muslim.or.id. 2016. Keutamaan Menunjukkan Kebaikan Kepada Orang Lain.

\*\*) Rumaysoh.com, 2018 Menuntut Ilmu, Jalan Paling Cepat Menuju Surga

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yoga Rezqi Saputra

NIM : 141710201080

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Aplikasi Citra Drone untuk Klasifikasi Tutupan Lahan: Studi Kasus di Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1” adalah benar - benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika disebutkan 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Desember 2018

Yang menyatakan,

Yoga Rezqi Saputra  
NIM 141710201080

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Aplikasi Citra Drone untuk Klasifikasi Tutupan Lahan: Studi Kasus di Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1” karya Yoga Rezqi Saputra telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA.  
NIP 197001011995121001

Askin, S.TP., M.MT  
NIP 197008302000031001

Tim Penguji:

Ketua Penguji

Penguji Anggota

Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 198410082008121002

Ir.Usmadi, MP.  
NIP. 196208081988021001

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.  
NIP. 19680923 199403 1 009

## RINGKASAN

**Aplikasi Citra Drone untuk Klasifikasi Tutupan Lahan: Studi Kasus di Cagar Alam Curah Manis Sempolan I**; Yoga Rezqi Saputra, 141710201080; 2018; 28 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Klasifikasi tumbuhan berfungsi sebagai sarana untuk mengetahui persebaran dan jenis tumbuhan di suatu wilayah, selain itu klasifikasi tumbuhan juga dapat digunakan untuk mengetahui informasi terbaru tentang karakteristik dan luas persebaran vegetasi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengklasifikasikan dan membandingkan luasan tiap segmen, serta membandingkan efektifitas metode terbimbing dan tak terbimbing jika digunakan pada klasifikasi tumbuhan.

Penelitian dilakukan pada wilayah kerja Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra *drone* menggunakan metode tiga dimensi. Hasil tersebut diharapkan bisa dijadikan sebagai dasar penggunaan metode klasifikasi tak terbimbing jika diaplikasikan pada klasifikasi tumbuhan dengan lahan yang lebih luas.

Hasil penelitian dari kedua metode menunjukkan bahwa, terdapat 5 kelas spesies tanaman pada Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1 meliputi semak, pinus, dadap, apak, bendo. Luas lahan dari kedua metode menunjukkan hasil yang tidak berbeda jauh, dimana untuk metode terbimbing menghasilkan luas total 1,633 Ha dan untuk metode tak terbimbing menghasilkan luas total 1,629 Ha. Setelah dilakukan uji interpretasi data, metode *unsupervised* masih belum memenuhi syarat yang ditetapkan oleh USGS yaitu (>85%) dengan nilai *overall accuracy* sebesar 80% dan *kappa accuracy* sebesar 73,58%.

## SUMMARY

**Application of Drone Image Data for Classification of Land Cover: A Case Study in The Cagar Alam Curah Manis Sempolan I;** Yoga Rezqi Saputra, 141710201080; 2018; 28 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

The classification of vegetation serves to know the distribution and types of vegetation in an area. The classification can also be used to find out the latest information about the characteristics and the distribution of vegetation. The purpose of this study is to classify and to compare the extents of each segment, as well as comparing the manual digitalisation and unsupervised classification.

The research is conducted on the Cagar Alam Curah Manis Sempolan-1. A UAV(drone) image is used as the input for the analysis. Two methods of classification are compared. Firstly, manual classification is done to identify specific segment of vegetation. Then, K-means unsupervised algorithm is running to automatically classified the UAV image to construct vegetation segments. Furthermore, the result of classifications are compared. Finally, a confusion matrix is used to evaluate the effectiveness of the two methods.

The result identifies five (5) segment of vegetation i.e. (1) Pine, (2) Erythrina Variegata, (3) Shrub, (4) Musty, (5) Bendo. The total area mapped by manual digitalisation is (1,633 ha) and by classification method is (1,529) Ha. *K-means* cluster analysis done the overall accuracy of 80% and kappa accuracy of 73,58%, this result is below the USGS standard.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aplikasi Citra Drone untuk Klasifikasi Tutupan Lahan: Studi Kasus di Cagar Alam Curah Manis Sempolan I”. 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 ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA., selaku Dosen Pembimbing Utama Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam penyelesaian skripsi ini dengan penuh kesabaran;
2. Askin, S.TP., M.MT selaku Dosen Pembimbing Anggota Skripsi yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam penyelesaian skripsi ini dengan penuh kesabaran;
3. Dr. Dedy Wirawan S., S.TP., M.Si., selaku Komisi Bimbingan yang telah memberikan arahan dan dorongan dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Segenap dosen, teknisi laboratorium, dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember yang telah banyak membantu penyelesaian skripsi ini;
5. Ibunda Sukartini, Ayahanda Alm. Agus Suprpto, Kakakku Ayu Amelia Agustin, dan Kakekku H. Moh. Sirat, serta segenap keluarga besar yang telah memberikan dorongan dan doa serta motivasi demi terselesaikannya skripsi ini;
6. Tim GIS 2014, Idho, Firman, Umam, Riset, Rizal, Nanda dan Enci, yang telah memberi motivasi dan tempat berbagi pikiran tentang skripsi ini;

7. M. Kholilur Rohman, Adelia Nursina, M. Kamil Abdillah, Rizaldi Tri Yulianto, dan Firman Putra yang telah bersedia menjadi tutor dalam mengerjakan data dan naskah skripsi saya;
8. Sahabat-sahabatku TEP-A 2014 yang telah berbagi manis pahit bersama;
9. Teman-teman Mahasiswa FTP angkatan 2014 yang selalu LUAR BIASA;
10. Teman-teman UKM - O SAHARA yang merupakan organisasi pertama yang mengajarkan Saya bersosialisasi di lingkungan kampus;
11. HMJ IMATEKTA yang telah mewadahi Saya untuk berproses dan membentuk karakter menjadi lebih baik;
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan banyak bantuan dan dukungan, terima kasih banyak.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini sangat penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan serta pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 16 Desember 2018

Penulis

DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                     | i       |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....               | ii      |
| <b>HALAMAN MOTTO</b> .....                     | iii     |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....                | iv      |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....                 | v       |
| <b>RINGKASAN/ SUMMARY</b> .....                | vi      |
| <b>PRAKATA</b> .....                           | viii    |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                        | x       |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                      | xii     |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                     | xiii    |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                   | xv      |
| <br>   |         |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....                | 1       |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....                | 1       |
| <b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....               | 2       |
| <b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....             | 2       |
| <b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....            | 2       |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....           | 3       |
| <b>2.1 Definisi Penginderaan Jauh</b> .....    | 3       |
| <b>2.2 Sistem Penginderaan Jauh</b> .....      | 3       |
| <b>2.3 Citra Penginderaan Jauh</b> .....       | 4       |
| 2.3.1 Inventarisasi Data Lapang.....           | 4       |
| 2.3.2 Inventarisasi Data Lapang.....           | 4       |
| 2.3.3 Inventarisasi Data Lapang.....           | 5       |
| <b>2.4 Elemen Interpretasi Citra</b> .....     | 6       |
| <b>2.5 Klasifikasi Citra</b> .....             | 7       |
| <b>2.6 Algoritma <i>Unsupervised</i></b> ..... | 8       |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....          | 11      |
| <b>3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian</b> .....   | 11      |
| <b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....     | 11      |
| <b>3.3 Tahapan Penelitian</b> .....            | 12      |
| 3.3.1 Inventarisasi Data.....                  | 13      |
| 3.3.2 Input Data.....                          | 13      |
| 3.3.3 Pengolahan Data.....                     | 13      |
| 3.3.4 Analisis Dan Kesimpulan.....             | 13      |

|   |    |
|---|----|
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                | 15 |
| <b>4.1 Segmentasi</b> .....                             | 15 |
| <b>4.2 Klasifikasi Spesies Tanaman</b> .....            | 18 |
| 4.2.1 Digitasi Manual .....                             | 18 |
| 4.2.2 Metode <i>Unsupervised</i> .....                  | 20 |
| <b>4.3 Perhitungan Luas Lahan</b> .....                 | 22 |
| 4.3.1 Perhitungan Luas Metode Digitasi Manual.....      | 22 |
| 4.3.2 Perhitungan Luas Metode <i>Unsupervised</i> ..... | 22 |
| <b>4.4 Perbandingan Luas Lahan</b> .....                | 23 |
| <b>4.5 Uji Ketepatan Interpretasi</b> .....             | 24 |
| <b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....                | 26 |
| <b>5.1 Kesimpulan</b> .....                             | 26 |
| <b>5.2 Saran</b> .....                                  | 26 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                             | 27 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                                   | 29 |

**DAFTAR TABEL**

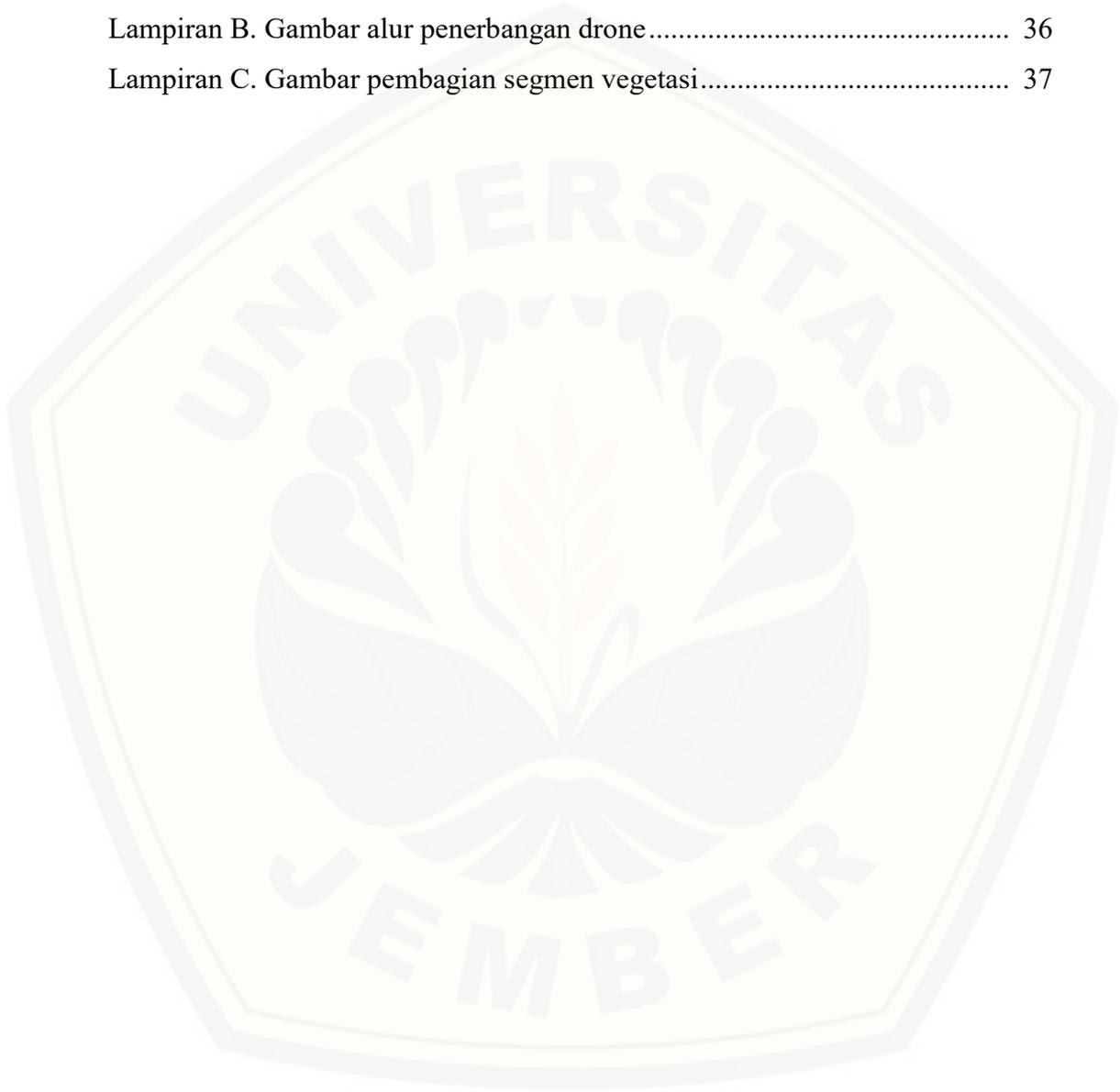
|   | Halaman |
|---|---------|
| 3.1 Alat dan bahan.....   | 11      |
| 3.1 Tabel matriks kesalahan.....  | 14      |
| 4.1 Kenampakan piksel tiap segmentasi .....                                 | 16      |
| 4.2 Klasifikasi vegetasi berdasarkan warna metode digitasi manual.....      | 18      |
| 4.3 Klasifikasi vegetasi berdasarkan warna metode <i>unsupervised</i> ..... | 20      |
| 4.4 Luas lahan digitasi manual.....   | 22      |
| 4.5 Luas lahan metode <i>unsupervised</i> .....                             | 23      |
| 4.6 Hasil <i>confussion matrix</i> metode <i>unsupervised</i> .....         | 24      |

**DAFTAR GAMBAR**

|  | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Sistem penginderaan jauh .....                                   | 4       |
| 2.2 Hierarki EIC .....   | 7       |
| 2.2 Algoritma <i>K-Means Clustering</i> .....                        | 10      |
| 3.1 Peta lokasi penelitian.....                                      | 11      |
| 3.2 Diagram alir penelitian.....                                     | 12      |
| 4.1 Mosaik foto menggunakan aplikasi <i>agisoft</i> .....            | 15      |
| 4.2 Titik kesesuaian klasifikasi berdasarkan kenampakan piksel ..... | 17      |
| 4.3 Peta klasifikasi tumbuhan metode digitasi manual .....           | 19      |
| 4.4 Peta klasifikasi tumbuhan metode <i>unsupervised</i> .....       | 21      |
| 4.5 Diagram perbandingan metode maual dan <i>unsupervised</i> .....  | 23      |

**DAFTAR LAMPIRAN**

|  | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran A. Hasil pengambilan data menggunakan drone. .... | 29      |
| Lampiran B. Gambar alur penerbangan drone .....            | 36      |
| Lampiran C. Gambar pembagian segmen vegetasi.....          | 37      |



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan teknologi yang sangat cepat berkembang. Teknik *remote sensing* sudah lama dan banyak dipakai pada hampir semua bidang kehidupan. Umumnya penerapan *remote sensing* diintegrasikan dengan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode *remote sensing* juga dapat bermanfaat di bidang keteknikan pertanian untuk mendapatkan berbagai macam bentuk informasi, misalnya untuk klasifikasi persebaran tumbuhan di suatu wilayah (Indarto, 2014).

Klasifikasi tumbuhan berfungsi sebagai sarana untuk mengetahui persebaran dan jenis suatu tumbuhan di wilayah tertentu, selain itu klasifikasi tumbuhan juga dapat digunakan untuk mengetahui informasi terbaru tentang karakteristik dan luas persebaran vegetasi. Berdasarkan keterbaruan data, informasi yang diperoleh dari penginderaan jauh juga dinilai lebih baik. Melalui penginderaan jauh, data satelit yang digunakan merupakan data hasil perekaman terbaru (Indarto, 2014).

Saat ini teknik penginderaan jauh menggunakan pesawat tanpa awak (*drone*) dinilai yang paling efektif untuk bidang pemetaan karena memiliki resolusi spasial yang paling tinggi daripada citra satelit pada umumnya. Resolusi spasial *drone* bisa mencapai 3cm/piksel jauh jika dibandingkan dengan resolusi spasial citra satelit yang dipakai pada umumnya seperti landsat 8 yang mencapai 30m/piksel (Kurniawan, 2015).

Terdapat dua macam metode klasifikasi tumbuhan, yaitu klasifikasi metode *supervised* (terbimbing) dan metode *unsupervised* (tak terbimbing), di mana untuk metode *supervised* dilakukan dengan cara membuat *training area* terlebih dahulu, sedangkan pada metode *unsupervised* tidak perlu membuat *training area* karena *cluster* terbentuk secara otomatis sesuai dengan jumlah yang diinginkan (Kurniawan, 2015).

## 1.2 Rumusan Masalah

Seberapa efektif penggunaan metode *unsupervised* jika dibandingkan dengan metode digitasi manual pada klasifikasi tutupan vegetasi di wilayah kerja Balai Konservasi Sumber Daya Alam Wilayah III Jember?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengklasifikasikan tutupan vegetasi yang terdapat pada Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1 menggunakan metode digitasi manual dan metode *unsupervised*.
2. Membandingkan luasan tiap segmen menggunakan metode digitasi manual dan metode *unsupervised*.
3. Membandingkan efektifitas metode *unsupervised* dengan metode digitasi manual klasifikasi tutupan lahan pada wilayah kerja Balai Konservasi Sumber Daya Alam Wilayah III Jember.

## 1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada Balai Konservasi Sumber Daya Alam tentang klasifikasi tutupan lahan pada wilayah Cagar Alam Curah Manis Sempolan I.
2. Sebagai landasan upaya konservasi dan pengelolaan lahan wilayah kerja Cagar Alam Curah Manis Sempolan I.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

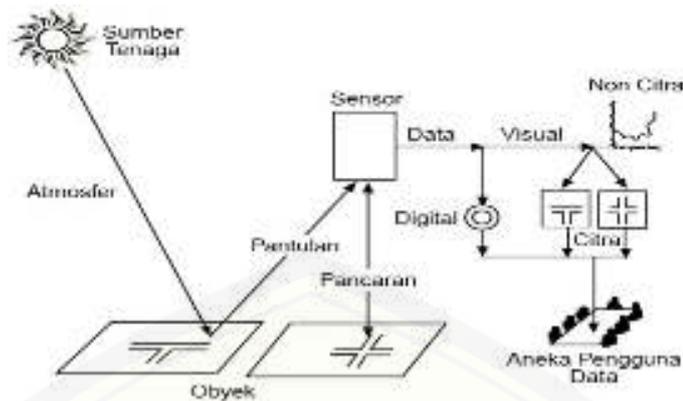
### 2.1 Definisi Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan suatu metode untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, area atau fenomena geografis benda di permukaan bumi tanpa harus kontak langsung dengan objek yang diukur (Indarto, 2016: 11). Menurut Lintz dan Simonett (1976) penginderaan jauh adalah akuisisi data fisik dari sebuah objek tanpa menyentuh atau menyinggungnya. Dengan kata lain, secara umum istilah penginderaan jauh berarti “peninjauan dari jarak jauh”.

### 2.2 Sistem Penginderaan Jauh

Proses yang terjadi pada penginderaan jauh melibatkan interaksi antara radiasi sinar matahari dan objek yang menjadi target di permukaan bumi. Sumber energi matahari dibutuhkan untuk mendapatkan energi elektromagnetik yang dipancarkan pada objek di bumi. Ketika energi terpancar akan terjadi interaksi dengan atmosfer bumi, interaksi ini membutuhkan waktu dalam hitungan detik agar energi sampai ke objek. Sekali energi matahari sampai ke target, energi tersebut akan berinteraksi tergantung pada karakteristik target dan radiasi (Indarto, 2014: 9).

Setelah energi diteruskan dari objek, dibutuhkan suatu sensor (yang tidak berhubungan langsung dengan objek) untuk mengumpulkan dan menyimpan radiasi elektromagnetik. Energi yang diterima oleh sensor kemudian diteruskan, umumnya dalam bentuk elektronik ke stasiun penerima di bumi, di mana data kemudian diolah dan diubah menjadi citra satelit (baik dalam bentuk visual maupun digital (Indarto, 2014: 10). Skema pada Gambar 2.1 mengilustrasikan sistem penginderaan jauh.



Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh  
Sumber: Sutanto (1992)

### 2.3 Citra penginderaan Jauh

Data citra penginderaan jauh merupakan gambaran yang serupa dengan wujud aslinya. Data citra ini dapat digunakan diberbagai macam bidang yang berhubungan dengan kondisi fisik permukaan bumi, salah satunya untuk mengetahui perubahan tata guna lahan. Data citra dapat berupa foto udara, citra satelit, citra radar, data analog dan numerik lainnya (Indarto, 2014).

#### 2.3.1 Platform Permukaan Tanah (*Groundbase Platform*)

Truk dengan sensor yang dapat ditinggikan dapat digunakan untuk percobaan dalam rangka pengembangan sensor baru, investigasi interaksi antara sensor dengan objek, dan pengembangan algoritma. Sistem ini memungkinkan kita untuk menganalisis secara lebih dekat apa sebenarnya yang dilihat oleh sensor. Contoh lain adalah dengan menggunakan model pesawat (*aero modeling*) yang dilengkapi balon, sistem penggerak (motor), sistem kendali (*remotecontrol*), GPS, dan foto digital. Sistem ini dihubungkan dengan computer dan perangkat lunak SIG (misalnya, *ArcView*). Sistem ini mampu menghasilkan foto udara dan pengukuran karakteristik permukaan tanah dengan resolusi yang cukup tinggi (Indarto, 2014).

#### 2.3.2 Citra Satelit

Satelit adalah platform yang ideal untuk penginderaan jauh karena dapat menyediakan informasi permukaan bumi secara global jika jenis orbitnya polar, atau mampu menyediakan informasi secara kontinu jika orbitnya *geostasioner*.

Satelit dengan orbit polar biasanya bekerja pada ketinggian yang relatif rendah dari permukaan bumi (ratusan km) dan menghasilkan resolusi citra yang lebih tinggi (Indarto, 2014: 8).

Satelit *geostasioner* sering dipakai untuk pengamatan meteorologi dan menghasilkan data kontinu, tetapi dengan resolusi spasial yang lebih kasar. Ada juga satelit yang tidak geostasioner atau polar, pada jenis ini jalur orbitnya ditentukan dan dipilih untuk keperluan ilmiah tertentu, misalnya satelit *The Tropical Rainfall Mapping Mission* (TRMM). Satelit tersebut berorbit pada +35 sampai -35 derajat di atas dan di bawah garis khatulistiwa untuk memperbaiki frekuensi penyampelan pengamatan hujan tropis (Schultz, 2001).

Penginderaan jauh menggunakan satelit memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

- a. mencakup wilayah yang luas
- b. frekuensi dan pengulangan yang memadai pada wilayah yang dipotret
- c. analisis dan pengolahan data dapat dilakukan secara semi otomatis
- d. biaya per km<sup>2</sup> luasan yang dipotret lebih murah.

### 2.3.3 Pesawat Udara

Pesawat udara merupakan platform penginderaan jauh yang fleksibel. Pesawat dapat digunakan di mana saja dan kapan saja kita membutuhkannya tanpa harus terhalang oleh cuaca. Pesawat dapat dijalankan sambil menunggu kondisi cuaca baik, sementara satelit yang sudah terprogram pada orbitnya tidak dapat fleksibel seperti pesawat. Pemotretan juga dapat dilakukan dengan beberapa pesawat secara paralel sehingga pemotretan untuk wilayah yang luas dapat dilakukan sekaligus pada waktu yang sama (Indarto, 2014: 5).

Pesawat yang digunakan untuk penginderaan jauh bervariasi, dari pesawat yang kecil hingga yang dapat terbang di atas 10.000 m. Pesawat tanpa awak atau yang lebih dikenal dengan sebutan *drone* menjadi tren dan banyak digunakan pada saat ini. *Drone* adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri, menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya, bisa digunakan kembali dan mampu membawa muatan baik senjata maupun muatan lainnya. Dahulu mungkin

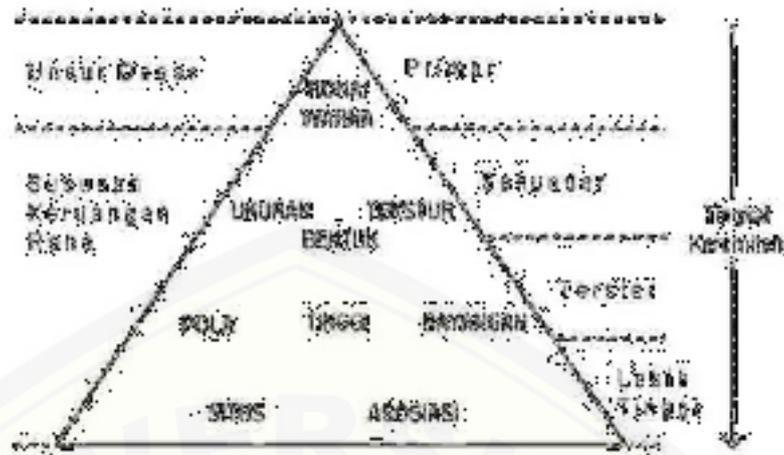
orang mengenal *drone* atau pesawat tanpa awak digunakan oleh militer untuk memata-matai musuh di daerah konflik, namun untuk saat ini *drone* banyak digunakan pada bidang pemetaan (Radiansyah, 2017).

Pada penginderaan jauh menggunakan platform pesawat udara, sensor dipasang pada pesawat dan dapat diset untuk digunakan pada pemotretan vertikal dan pandangan oblik (*oblic view*). Dibandingkan satelit, platform pesawat udara memungkinkan kita untuk melakukan pemotretan dengan ketelitian yang sangat halus (20 cm atau lebih halus lagi). Kelemahan platform pesawat udara adalah biaya per km<sup>2</sup> pemotretan yang relatif lebih mahal. Pesawat udara sering digunakan untuk pemotretan sesaat, sementara satelit memungkinkan kita untuk melakukan pemotretan permukaan bumi secara kontinu sepanjang waktu (Indarto, 2014: 6).

#### 2.4 Elemen Interpretasi Citra

Interpretasi dan analisis citra satelit mencakup identifikasi pengukuran berbagai target di dalam citra untuk mendapatkan informasi yang berguna. Target di dalam citra penginderaan jauh dapat berupa fitur atau objek yang dapat terlihat dan memiliki karakteristik berupa fitur titik, garis, atau poligon. Prinsip-prinsip interpretasi citra digunakan untuk menganalisis suatu wilayah, menampilkan kenampakan suatu permukaan dalam 3 dimensi, menginterpretasikan citra yang diperoleh dari berbagai spektrum elektromagnetik dan mendeteksi perubahan (Indarto, 2014: 181).

Piramida pada Gambar 2.2 merangkum klasifikasi dan hierarki penerapan EIC (Elemen Interpretasi Citra) pada proses interpretasi dan analisis citra. Setiap citra terdiri atas kumpulan kristal halida perak (pada foto udara) atau piksel yang mempunyai warna yang unik atau tona pada lokasi tertentu di dalam citra satelit. Piksel merupakan unit terkecil yang akan membentuk objek-objek lain dalam citra. Oleh karena itu, tona atau warna dan lokasi setiap piksel di dalam citra merupakan elemen interpretasi yang paling pertama perlu kita kenali dan klasifikasikan sebagai orde pertama (*primary order*) (Konecny, 2003).



Gambar 2.2 Hierarki Penerapan Elemen Interpretasi Citra  
Sumber: Jensen (2007)

Orde kedua dan ketiga pada hakikatnya merupakan komposisi spasial dari tona dan warna. Orde tertinggi mencakup situs, situasi dan asosiasi, dan umumnya menggunakan algoritma pencarian yang berbeda, termasuk penggunaan informasi kolateral dan penggunaan multikonsep.

## 2.5 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra bertujuan untuk mengelompokkan atau segmentasi terhadap kenampakan - kenampakan yang homogen dengan menggunakan teknik kuantitatif. Perbedaan tipe kenampakan menunjukkan perbedaan kombinasi dasar nilai digital piksel pada sifat pantulan (reflektansi) dan pancaran (emisi) spektral yang dimiliki (Indarto, 2016). Klasifikasi citra secara digital dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tak terbimbing (*unsupervised classification*). Berikut penjelasan metode klasifikasi terbimbing dan tak terbimbing.

- a. Klasifikasi terbimbing (*supervised classification*), adalah metode klasifikasi yang didahului dengan proses pembuatan contoh (*training area*) pada setiap kategori tutupan lahan berdasarkan hasil survei (*ground cek*) (Campbell, 2008).

b. Klasifikasi tak terbimbing (*unsupervised classification*), adalah metode *clustering* klasifikasi yang dilakukan tanpa adanya *training area* pada setiap kategori tutupan lahan (Campbell, 2008).

Metode klasifikasi terbimbing dan klasifikasi tidak terbimbing sangat dibutuhkan dalam proses klasifikasi. Apabila *training area* tidak tersedia dan tidak memungkinkan untuk melakukan *ground check*, metode klasifikasi tidak terbimbing merupakan pilihan terbaik. Apabila *training area* tersedia dan memungkinkan untuk melakukan *ground check*, penggunaan metode klasifikasi terbimbing akan lebih baik (Lillsand and Kiefer, 2008).

## 2.6 Algoritma *Unsupervised*

Langkah awal metode *unsupervised* adalah menentukan terlebih dahulu jumlah kluster (minimum dan maksimum) yang akan dibentuk oleh algoritma klasifikasi. Hal ini dapat ditentukan dari pengetahuan tentang kondisi lapang yang akan dianalisis di dalam citra berdasarkan kebutuhan. Proses klasifikasi dimulai dengan menyeleksi secara acak beberapa piksel sebagai pusat kluster (*cluster centroid*), pemilihan secara acak dimaksudkan supaya pengaruh pengguna (*human*) diminimalisir dan piksel dipilih secara acak dari semua piksel yang ada di dalam citra. Selanjutnya algoritma klasifikasi akan menentukan jarak antar piksel dan memperkirakan pusat-pusat kluster sesuai dengan kriteria awal yang telah diberikan oleh pengguna. Kelas dapat direpresentasikan sebagai titik tunggal yang disebut sebagai pusat kelas (*cluster centroid*) (Indarto, 2016: 263).

Tahap selanjutnya, algoritma mencari lokasi *centroid* baru untuk tiap kelas, sebagai tambahan dan mengupdate pusat kluster lama. Kemudian klasifikasi dilakukan untuk semua piksel pada *scene* citra satelit dan semua piksel dimasukkan ke salah satu kelas yang terdekat centroidnya. Jika pusat kluster baru berbeda dengan yang lama secara signifikan maka proses akan diulangi lagi secara iteratif sampai ditemukan sedikit pergeseran pada lokasi kluster. Jadi selama proses klasifikasi, hampir tidak ada intervensi dari *user*. *User* hanya menentukan kriteria yang dibutuhkan. Oleh karena itu *unsupervised classification* dapat

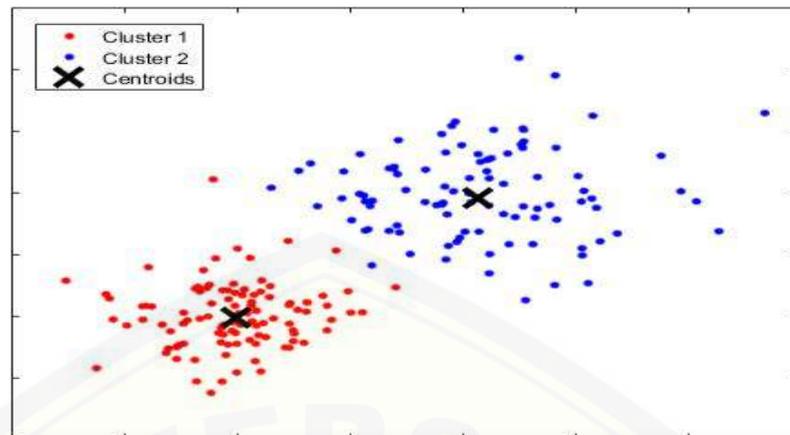
dikatakan sebagai proses klasifikasi yang objektif (natural yang ada dalam citra itu sendiri) (Indarto, 2016: 263).

Banyak sekali algoritma yang digunakan dalam klasifikasi citra. Algoritma yang bisa digunakan untuk menyelesaikan klasifikasi terbimbing antara lain *Parallelepiped*, *Minimum Distance*, *Mahalanobis Distance*, *Maximum Likelihood*, *Naive Bayesian*, *K-Nearest Neighbor*. Algoritma yang bisa digunakan untuk menyelesaikan klasifikasi tak terbimbing antara lain *Isodata*, *K - Means*, *Improved Split and Merge Classification (ISMC)*, dan *Clustering Adaptif (CA)* (Felicia, 2014).

Menurut Ediyanto (2013) algoritma *K-Means* cukup efektif diterapkan dalam proses pengklasifikasian karakteristik objek dan tidak terpengaruh terhadap urutan objek yang digunakan. Menurut Danoesoebroto (2010) karakteristik *K - Means* memiliki proses klasterisasi yang sangat cepat dan sangat sensitif padapembangkitan *centroids* awal secara *random*.

*K-Means* adalah salah satu metode data *clustering* non hirarki yang mempartisi data ke dalam bentuk satu atau lebih *cluster* atau kelompok. Data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan dalam satu *cluster* yang sama dan data yang memiliki karakteristik berbeda dikelompokkan ke dalam kelompok lain. Pada algoritma ini akan ditentukan terlebih dahulu jumlah *cluster* untuk kategori data. Pemilihan *centroid point* tidak harus ditentukan dan dibatasi, hal ini berarti bahwa boleh memilih sembarang objek untuk penentuan titik tengah *cluster* (Felicia, 2014).

Secara umum, *clustering* merupakan proses pengelompokan kumpulan objek ke dalam kelas - kelas atau *cluster* sehingga objek dalam satu *cluster* memiliki kemiripan yang tinggi tetapi tidak mirip terhadap objek dari *cluster* lain (Han dan Kamber, 2006). Ukuran kemiripan dan ketidak miripan dinilai berdasarkan nilai atribut yang mendeskripsikan objek. Algoritma *K-Means Clustering* akan dijelaskan pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.3 Algoritma *K-Means Clustering*  
Sumber: Informatikologi (2018)

Berdasarkan Gambar 2.3 dijelaskan bahwa metode *K-Means Clustering* digunakan dengan cara membagi sejumlah objek ke dalam partisi-partisi berdasarkan kategori yang ada. Dengan melihat titik tengah yang diberikan, pengklusteran dilihat dari jarak objek dengan titik tengah yang paling dekat. Setelah mengetahui titik tengah terdekat, objek tersebut akan diklasifikasikan sebagai anggota dari kategori tersebut (Felicia, 2014).

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Agustus 2018. Penelitian dilakukan pada Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam wilayah III Cagar Alam Curah Manis Sempolan I. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Gambar 3.1 adalah peta lokasi penelitian.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

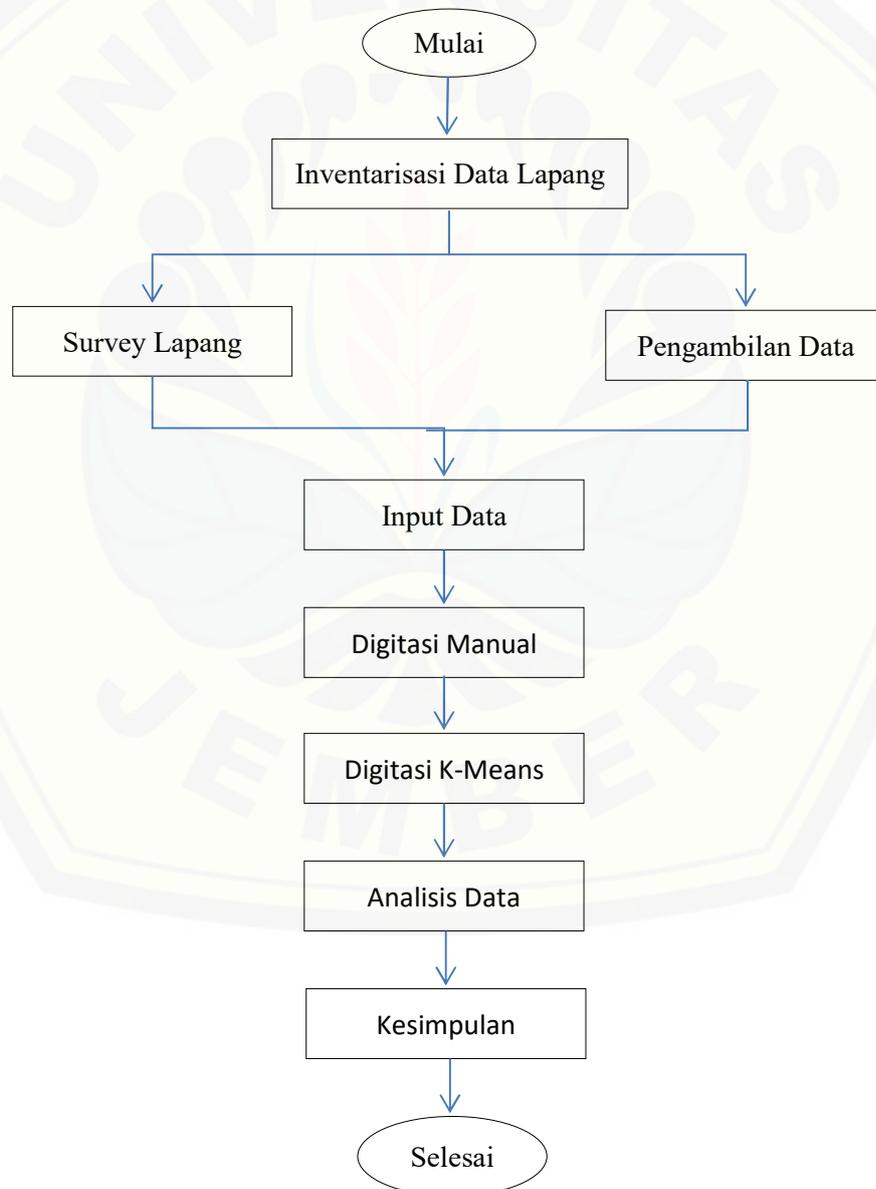
1. *Personal computer* digunakan sebagai media pengolahan data dan pengerjaan skripsi.
2. *Drone dji phantom 3 advanced* digunakan untuk pemotretan.
3. Kamera Sony DSC W830 digunakan untuk mengambil gambar saat pengambilan data lapang.
4. *Software Agisoft* digunakan untuk mosaik atau menggabungkan data *drone*.
5. *Software SNAP* digunakan untuk mengolah data *drone* dengan metode *unsupervised*.

6. *Software QGIS 2.14* untuk membuat *layout* peta dan mengolah data *drone* dengan metode *supervised*.

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra yang diambil di lapang menggunakan *drone*.

### 3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan. Tahapan penelitian ini di tampilkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

### 3.3.1 Inventarisasi Data

Inventarisasi data lapang terdiri dari dua tahapan yaitu survei lapang dan pengambilan data.

### 3.3.2 Survey Lapang

Survey lapang bertujuan untuk menguatkan kebenaran data dan mengetahui luasan wilayah. Kemudian dilakukan pengambilan data dengan *drone* di wilayah kerja BKSDA Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1.

### 3.3.3 Pengambilan Data

Pada pengambilan gambar wilayah studi menggunakan drone dengan metode tiga dimensi, dengan *grid mission* untuk rute pengambilan gambar pada ketinggian 85,8 m, area cakupan 5,19 Ha, lama penerbangan 13 menit 41 detik dan dihasilkan 203 gambar bagian dari daerah keseluruhan.

### 3.3.4 Input Data

*Input* data meliputi pengolahan data citra *drone* pada aplikasi agisoft sehingga menghasilkan peta yang akan diolah pada tahapan selanjutnya.

### 3.3.5 Digitasi Manual

Pengolahan ini dilakukan dengan cara membuat poligon pada tiap kategori tutupan lahan berdasarkan hasil survei (*ground cek*) pada aplikasi *QGIS*. Langkah selanjutnya kemudian menghitung presentase tiap segmen untuk mengetahui luasan tiap segmen dan luas total area.

### 3.3.6 Digitasi Metode *Unsupervised*

Pengolahan dilakukan dengan cara menentukan terlebih dahulu jumlah kluster yang akan dibentuk. Selanjutnya algoritma klasifikasi akan menentukan jarak antar piksel dan memperkirakan pusat-pusat kluster sesuai dengan nilai piksel pada peta. Hasil dari luasan tiap segmen maupun luas total dapat diketahui secara otomatis dengan cara melihat tabel atribut.

### 3.3.7 Analisis dan Kesimpulan

Dari metode digitasi manual dan metode *unsupervised* kemudian dilakukan analisis dengan cara membandingkan luas area dan uji akurasi menggunakan metode kontingensi atau *confussion matrix*, dimana metode digitasi manual yang akan dijadikan sebagai acuan. Dari hasil analisis tersebut nantinya di ambil kesimpulan

apakah metode *unsupervised* cocok untuk klasifikasi tumbuhan pada Cagar Alam Curah Manis Sempolan 1. Cara membuat *confussion matrix* (matriks kontingensi) pada setiap bentuk tutupan lahan dari hasil interpretasi akan dijelaskan seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Contoh tabel matriks kesalahan

| Data Referensi | Diklasifikasi ke kelas |                 |                 |                 |                 |                 |                 | Jumlah          |
|----------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                | 1                      | 2               | 3               | 4               | 5               | 6               | 7               |                 |
| 1              | X <sub>11</sub>        | X <sub>12</sub> | X <sub>13</sub> | X <sub>14</sub> | X <sub>15</sub> | X <sub>16</sub> | X <sub>17</sub> | X <sub>1i</sub> |
| 2              | X <sub>21</sub>        | X <sub>22</sub> | X <sub>23</sub> | X <sub>24</sub> | X <sub>25</sub> | X <sub>26</sub> | X <sub>27</sub> | X <sub>2i</sub> |
| 3              | X <sub>31</sub>        | X <sub>32</sub> | X <sub>33</sub> | X <sub>34</sub> | X <sub>35</sub> | X <sub>36</sub> | X <sub>37</sub> | X <sub>3i</sub> |
| 4              | X <sub>41</sub>        | X <sub>42</sub> | X <sub>43</sub> | X <sub>44</sub> | X <sub>45</sub> | X <sub>46</sub> | X <sub>47</sub> | X <sub>4i</sub> |
| 5              | X <sub>51</sub>        | X <sub>52</sub> | X <sub>53</sub> | X <sub>54</sub> | X <sub>55</sub> | X <sub>56</sub> | X <sub>57</sub> | X <sub>5i</sub> |
| 6              | X <sub>61</sub>        | X <sub>62</sub> | X <sub>63</sub> | X <sub>64</sub> | X <sub>65</sub> | X <sub>66</sub> | X <sub>67</sub> | X <sub>6i</sub> |
| 7              | X <sub>71</sub>        | X <sub>72</sub> | X <sub>73</sub> | X <sub>74</sub> | X <sub>75</sub> | X <sub>76</sub> | X <sub>77</sub> | X <sub>7i</sub> |
| Jumlah         | X <sub>i1</sub>        | X <sub>i2</sub> | X <sub>i3</sub> | X <sub>i4</sub> | X <sub>i5</sub> | X <sub>i6</sub> | X <sub>i7</sub> | N               |

Sumber : (Pertiwi, 2014)

Secara matematis akurasi diatas dapat dinyatakan persamaan 2.1 dan 2.2 sebagai berikut.

$$Overall Accuracy = \frac{\sum_i^n x_{ii}}{N} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

$$User Accuracy = \sum_i^n \left( \frac{x_{in}}{N} \times \frac{x_{ni}}{N} \right) \dots\dots\dots(2.2)$$

Menurut Jaya (2010), saat ini akurasi yang dianjurkan adalah akurasi *kappa*, karena *overral accuracy* secara umum masih *over estimate*. Akurasi *kappa* sering juga disebut dengan indeks *kappa*. Apabila hasil uji akurasi *kappa* diperoleh nilai (<85% ) maka hasil tersebut tidak memenuhi syarat (USGS, 2006).

Akurasi *Kappa* dapat dihitung dengan persamaan 2.3.

$$Kappa Accuracy = (OA - AC) / (1 - AC) \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

N = banyaknya *pixel* dalam contoh

X<sub>ii</sub> = nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan Kolom ke-i

X<sub>in</sub> = jumlah *pixel* dalam kolom ke-i

X<sub>ni</sub> = jumlah *pixel* dalam baris ke-i

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Terdapat 5 segmen pada klasifikasi tiap metode dengan persebaran vegetasi semak, pinus, dadap, apak dan bendo.
2. Dari hasil klasifikasi kedua metode dihasilkan luasan yaitu pada klasifikasi metode digitasi manual dihasilkan luasan semak dengan luas 0,748 Ha, pinus memiliki luas 0,394 Ha, dadap memiliki luas 0,045 Ha, apak memiliki luas 0,224 Ha, bendo memiliki luas 0,222 Ha. Sedangkan pada metode *unsupervised* diperoleh hasil semak dengan luas 0,529 Ha, pinus memiliki luas 0,372 Ha, dadap memiliki luas 0,078 Ha, apak memiliki luas 0,291 Ha, bendo memiliki luas 0,359 Ha.
3. Setelah dilakukan uji interpretasi data untuk metode *unsupervised* masih belum memenuhi syarat yang ditetapkan oleh USGS yaitu (>85%) dengan nilai *overall accuracy* sebesar 80% dan *kappa accuracy* sebesar 73,58%.

### 5.2 Saran

Untuk meminimalisir *blind spot* pada peta, faktor seperti cuaca, ketinggian dan kecepatan drone pada saat pengambilan data di lapang harus benar benar diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap hasil pengolahan baik pada aplikasi *agisoft* maupun SNAP.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Campbell, J.B. 2008. Introduction to Remote Sensing. The Guilford Press, London.
- Danoesoebroto, A. 2010. Klasifikasi Citra/Lahan- Klasifikasi Terbimbing dan Tak Terbimbing. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Ediyanto, D. 2013. Pengklasifikasian Karakteristik dengan Metode K-Means Cluster Analysis. Buletin Ilmiah Mat. Stat. dan Terapannya (Bimaster) vol 02, No.2, hal 133-136.
- Felicia, L. 2014. Penerapan Metode Clustering Dengan K-Means Untuk Memetakan Potensi Tanaman Padi Di Kota Semarang, 1-5.
- Gularso, H., Subianti, S., Dan Sabri. 2013. Tinjauan Pemotretan Udara Format Kecil Menggunakan Pesawat Model Skywalker 1680 (Studi Kasus : Area Sekitar Kampus UNDIP). *Jurnal Geodesi Undip*, 2(2): 85: Fakultas Kehutanan IPB.
- Han J And M Kamber. 2006. Data Mining: Concept And Techniques Edisi Ke 2. San Fransisco: Morgan Kaufmann Publisher.
- Indarto. 2014. *Teori Dan Praktek Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Indarto. 2016. *Penginderaan Jauh Metode Analisis Dan Interpretasi Citra Satelit*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Informatikologi. 2018. *Algoritma K - Means Clustering*. Jakarta : Portal Belajar, Berbagi Ilmu Informatika & Komputer.
- Jaya. 2010. Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam. Bogor (ID): Fakultas Kehutanan IPB.
- Jensen, J.R. 2007. Remote Sensing Of The Environment: An Earth Resource Perspective. Prentice-Hall Series In Geographyc Information System, USA.
- Konecny, G. 2003. Geoinformation: Remote Sensing, Photogrametry And GIS, London; Taylor & Francis, 248 P.
- Kurniawan, A.N.D. Pengertian Penginderaan Jauh Menurut Para Ilmuan. Jakarta: 2015. Semarang: Lapan-Unnes.
- Lillesand And Kiefer. 2008. Remote Sensing And Image Interpretation. New York: John Wiley And Son, Inc.

- Lintz, J. And D, S, Simonett. 1976. Remote Sensing Of Environment. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley. Xix+694 Pp 2200.ISBN 0201042452 694 P. Remote Sensing; Geography.
- Pertiwi, D. A. P. 2014. Identifikasi Pola Hutan Rakyat Dan Penutupan Lahan Lain Menggunakan Citra Landsat 8 Oli (Studi Kasus Di Asosiasi Petani Hutan Rakyat Wonosobo) Dyah Putri Pertiwi.
- Radiansyah,S. 2017. Aplikasi Pesawat Tanpa Awak (Uav)/Drone Untuk Pemantauan SATWA LIAR. *Tesis*.Bogor :Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sampurno, R Dan A, Thoriq.2016. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (Oli) Di Kabupaten Sumedang. Fakultas Teknologi Pertanian UNPAD.
- Schultz, G.A. 2001. Remote Sensing In Hydrology And Water Management. Berlin: Springer Verlag.
- Sutanto. 1992. Penginderaan Jauh Jilid 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- USGS. 2016. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook. Department of the Interior U.S. Geological Survey.

Lampiran A. hasil pengambilan data menggunakan *drone*





DJI\_0033



DJI\_0034



DJI\_0035



DJI\_0036



DJI\_0037



DJI\_0038



DJI\_0039



DJI\_0040



DJI\_0041



DJI\_0042



DJI\_0043



DJI\_0044



DJI\_0045



DJI\_0046



DJI\_0047



DJI\_0048



DJI\_0049



DJI\_0050



DJI\_0051



DJI\_0052



DJI\_0053



DJI\_0054



DJI\_0055



DJI\_0056



DJI\_0057



DJI\_0058



DJI\_0059



DJI\_0060



DJI\_0061



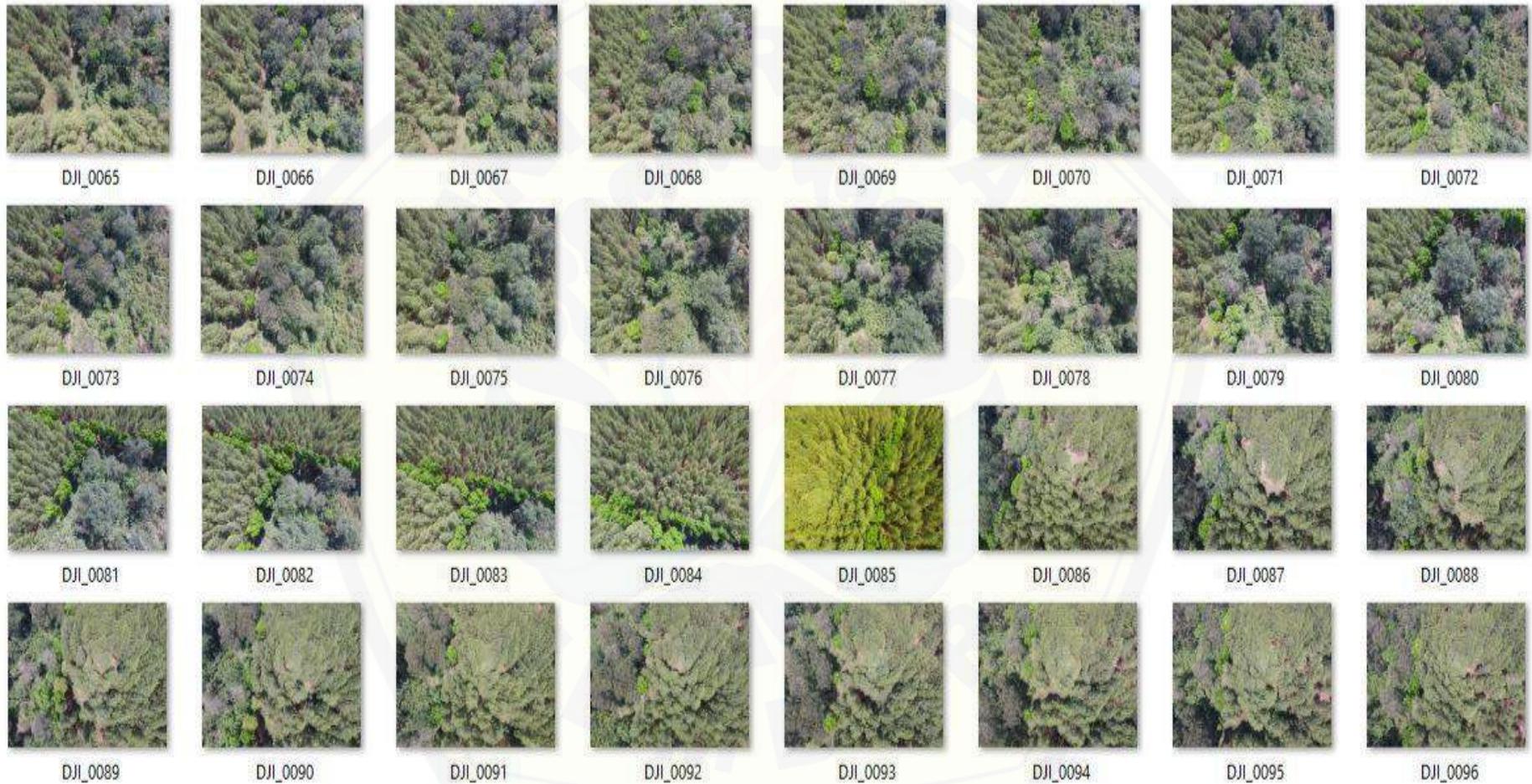
DJI\_0062



DJI\_0063



DJI\_0064





DJI\_0097



DJI\_0098



DJI\_0099



DJI\_0100



DJI\_0101



DJI\_0102



DJI\_0103



DJI\_0104



DJI\_0105



DJI\_0106



DJI\_0107



DJI\_0108



DJI\_0109



DJI\_0110



DJI\_0111



DJI\_0112



DJI\_0113



DJI\_0114



DJI\_0115



DJI\_0116



DJI\_0117



DJI\_0118



DJI\_0119



DJI\_0120



DJI\_0121



DJI\_0122



DJI\_0123



DJI\_0124



DJI\_0125



DJI\_0126



DJI\_0127



DJI\_0128



DJI\_0129



DJI\_0130



DJI\_0131



DJI\_0132



DJI\_0133



DJI\_0134



DJI\_0135



DJI\_0136



DJI\_0137



DJI\_0138



DJI\_0139



DJI\_0140



DJI\_0141



DJI\_0142



DJI\_0143



DJI\_0144



DJI\_0145



DJI\_0146



DJI\_0147



DJI\_0148



DJI\_0149



DJI\_0150



DJI\_0151



DJI\_0152



DJI\_0153



DJI\_0154



DJI\_0155



DJI\_0156



DJI\_0157



DJI\_0158



DJI\_0159



DJI\_0160



DJI\_0161



DJI\_0162



DJI\_0163



DJI\_0164



DJI\_0165



DJI\_0166



DJI\_0167



DJI\_0168



DJI\_0169



DJI\_0170



DJI\_0171



DJI\_0172



DJI\_0173



DJI\_0174



DJI\_0175



DJI\_0176



DJI\_0177



DJI\_0178



DJI\_0179



DJI\_0180



DJI\_0181



DJI\_0182



DJI\_0183



DJI\_0184



DJI\_0185



DJI\_0186



DJI\_0187



DJI\_0188



DJI\_0189



DJI\_0190



DJI\_0191



DJI\_0192



DJI\_0193



DJI\_0194



DJI\_0195



DJI\_0196



DJI\_0197



DJI\_0198



DJI\_0199



DJI\_0200



DJI\_0201



DJI\_0202



DJI\_0203



**Lampiran B. Gambar alur penerbangan *drone***

|                          |               |                           |                         |
|--------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|
| <i>Number of images</i>  | : 203         | <i>Flying altitude</i>    | : 85.8 m                |
| <i>Ground resolution</i> | : 3.24 cm/pix | <i>Coverage area</i>      | : 0.125 km <sup>2</sup> |
| <i>Camera stations</i>   | : 161         | <i>Tie points</i>         | : 19,473                |
| <i>Projections</i>       | : 53,146      | <i>Reprojection error</i> | : 2.98 pix              |

Lampiran C. Gambar pembagian segmen vegetasi



Pinus



Bendo



Apak



Dadap



Semak