

# IDENTIFIKASI TANAMAN ATSIRI MENGGUNAKAN METODE *IMPROVED K-MEANS* BERBASIS CITRA SATELIT

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh :  
Muhammad Syaifuddin Zuhri  
NIM : 115060800111040



PROGRAM STUDI INFORMATIKA / ILMU KOMPUTER  
PROGRAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2015

## PENGESAHAN

IDENTIFIKASI TANAMAN ATSIRI MENGGUNAKAN METODE *IMPROVED K-MEANS*  
BERBASIS CITRA SATELIT

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Muhammad Syaifuddin Zuhri

NIM: 115060800111040

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
31 Desember 2015

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Candra Dewi, S.Kom, M.Sc.

NIP: 19771114 200312 2 001

Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs.

NIP: 19841015 201404 1 002

Mengetahui

Ketua Program Studi Informatika / Ilmu Komputer

Drs. Marji, M.T.

NIP: 19670801 199203 1 001

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 5 Desember 2015



Muhammad Syaifuddin Zuhri

NIM: 115060800111040



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah mencurahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa shalawat dan salam kepada junjungan besar nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat. Judul Skripsi ini adalah **“Identifikasi Tanaman Atsiri Menggunakan Metode *Improved K-Means* Berbasis Citra Satelit”**.

Skripsi ini merupakan bagian dari tugas akhir penulis selama mengikuti perkuliahan dan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer di Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. Melalui kesempatan ini, Penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pengerjaan skripsi, diantaranya:

1. Candra Dewi, S.Kom, M.Sc. Selaku dosen pembimbing pertama yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan membimbing penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.
2. Budi Darma Setiawan, S.Kom, M.Cs. Selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan membimbing penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. Ir. Sutrisno, MT. Selaku Ketua Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya
4. Drs. Marji, MT Selaku Ketua Program Studi Informatika/Illmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.
5. Seluruh dosen Informatika/Illmu Komputer Universitas Brawijaya atas kesediaan membagi ilmunya kepada penulis.
6. Seluruh civitas akademika informatika/ilmu komputer Universitas Brawijaya yang telah banyak membantu dan memberi dukungan selama penulisan skripsi ini.
7. Kedua orang tua Mochammad Choldun dan Boinah Al Hartinah, beserta keluarga yang selalu memberikan doa dan dorongan semangat hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Keluarga besar SCANF dan seluruh sahabat Informatika 2011. Terima kasih atas bantuanya selama menempuh studi.
9. Keluarga besar LSO RAION COMMUNITY Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya. Terima kasih atas bantuanya selama menempuh studi.
10. Sahabat dari Universitas Brawijaya angkatan 2011. Terima kasih atas dukungan dan bantuan selama menempuh studi.
11. Sahabat dari SMA Negeri 1 Pacitan 2008. Terima kasih atas dukungan, bantuan, serta hiburan selama menempuh studi.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam pengerjaan skripsi yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan dan kesalahan. Penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak demi penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pembaca terutama mahasiswa FILKOM Universitas Brawijaya. Terima kasih.

Malang, Desember 2015

Penulis



## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara agraris dengan luas perkebunan 21.615.806 Hektar. Salah satu tanaman perkebunan yang memiliki potensi besar yaitu tanaman serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan nilam (*Pogostemon cablin*). Kedua tanaman ini merupakan penghasil minyak atsiri yang merupakan bahan baku industri kosmetik, obat, dan pestisida. Saat ini Indonesia merupakan pemasok 90% kebutuhan minyak atsiri dunia. Untuk menjaga ketersediaan tanaman atsiri di Indonesia, diperlukan monitoring sebaran lahan tanaman atsiri. Monitoring ini dapat dilakukan menggunakan teknik *remote sensing*. Teknik *remote sensing* memungkinkan monitoring tanaman atsiri tanpa mendatangi langsung lokasinya. Teknik ini menggunakan citra hasil penginderaan dari jarak jauh, dapat berupa citra dari penginderaan sensor satelit, pesawat, dan pesawat tanpa awak. Pada penelitian ini digunakan metode *improved K-Means* untuk mengidentifikasi tanaman atsiri berbasis citra satelit. Pertama, citra satelit melalui *pre-processing* menggunakan *histogram equalization*, kedua inisialisasi jumlah *cluster* menggunakan jumlah puncak histogram citra lalu inisialisasi *cluster* awal *improved K-Means* menggunakan *Euclidean distance* antar *pixel*, serta ketiga merupakan proses *clustering* menggunakan *K-Means*. Pengujian *internal criteria* metode *improved K-Means* dengan perhitungan *silhouette coefficient* menunjukkan bahwa jumlah *cluster* optimal yaitu 2 *cluster* dan jumlah *cluster* berdasarkan jumlah puncak histogram citra masih kurang optimal. Pada pengujian *external criteria* menggunakan perhitungan nilai *purity* menunjukkan bahwa tidak ada *cluster* yang didominasi oleh tanaman atsiri. Hasil ini disebabkan jumlah *pixel* tanaman atsiri jauh lebih sedikit dibanding jumlah *pixel* tanaman padi dan bangunan sehingga tanaman atsiri dikenali sebagai tanaman padi.

Kata kunci: Identifikasi, *Remote Sensing*, *Clustering*, *Improved K-Means*



## ABSTRACT

Indonesia is an agricultural country with plantation 21.615.806 Ha. Two of plantation crops that have great potential are lemongrass (*Cymbopogon nardus*) and patchouli (*Pogostemon cablin*). They produce essential oil for cosmetics, medicine, and pesticide industry. Now, Indonesia supplying 90% global essential oil needs. It need to monitoring distribution of essential plantation to maintain the availability. Essential plantation monitoring can be done with remote sensing technique. Remote sensing technique can do essential plantation monitoring without go to the location. This technique use image that produced from satellite, plane, or drone sensor as data. In this research, improved K-Means method used to identify essential plantation based on satellite imagery. First, satellite imagery passed image pre-processing with histogram equalization, second this method use amount of histogram's peak for determine clusters number and does cluster initialization by calculating Euclidean distance on each pixels, third clustering process by K-Means clustering. Internal criteria testing by calculating silhouette coefficient index showed that optimum clusters number is 2. It means that clusters number that determined by amount of histogram's peak does not optimum. External criteria testing on this method by calculating purity value showed that none of clusters with essential plantation domination. Test result did caused by essential plantations pixel quantity much less than buildings and rice plantations pixel quantity.

**Keywords :** Identification, Remote Sensing, Clustering, Improved K-Means



## DAFTAR ISI

|                                                  |      |
|--------------------------------------------------|------|
| PENGESAHAN .....                                 | ii   |
| PERNYATAAN ORISINALITAS .....                    | iii  |
| KATA PENGANTAR.....                              | iv   |
| ABSTRAK.....                                     | iv   |
| ABSTRACT .....                                   | vii  |
| DAFTAR ISI .....                                 | viii |
| DAFTAR TABEL.....                                | xi   |
| DAFTAR GAMBAR.....                               | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                            | xv   |
| BAB 1 .....                                      | 1    |
| 1.1 Latar belakang .....                         | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                        | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                      | 2    |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                      | 3    |
| 1.5 Batasan Masalah .....                        | 3    |
| 1.6 Sistematika Penulisan .....                  | 3    |
| BAB 2 .....                                      | 5    |
| 2.1 Kajian Pustaka .....                         | 5    |
| 2.2 Citra Satelit.....                           | 9    |
| 2.2.1 Citra Satelit Multispektral .....          | 9    |
| 2.2.2 Pemilihan BAND .....                       | 11   |
| 2.3 <i>Pre-Processing</i> Citra .....            | 11   |
| 2.3.1 <i>Histogram Equalization</i> .....        | 11   |
| 2.4 <i>K-Means Clustering</i> .....              | 12   |
| 2.4.1 Algoritma <i>K-Means</i> .....             | 12   |
| 2.4.2 Inisialisasi <i>Improved K-Means</i> ..... | 14   |
| 2.5 Pengujian Hasil <i>Clustering</i> .....      | 14   |
| 2.5.1 <i>Silhouette Coefficient</i> .....        | 14   |
| 2.5.2 Metode <i>Purity</i> .....                 | 15   |
| 2.6 Tanaman Atsiri .....                         | 16   |
| BAB 3 .....                                      | 18   |
| 3.1 Studi Literatur .....                        | 18   |



|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 3.2 Analisis Kebutuhan.....                         | 19 |
| 3.3 Pengumpulan Data.....                           | 19 |
| 3.4 Analisis dan Perancangan.....                   | 20 |
| 3.5 Implementasi Sistem.....                        | 21 |
| 3.6 Pengujian Sistem dan Analisis Hasil .....       | 22 |
| 3.6.1 Pengujian <i>Silhouette Coefficient</i> ..... | 22 |
| 3.6.2 Pengujian Metode <i>Purity</i> .....          | 23 |
| 3.7 Pengambilan Kesimpulan.....                     | 23 |
| BAB 4 .....                                         | 24 |
| 4.1 Analisis Kebutuhan.....                         | 24 |
| 4.1.1 Deskripsi Umum .....                          | 24 |
| 4.1.2 Analisis Kebutuhan Fungsional .....           | 24 |
| 4.1.3 Analisis Kebutuhan Non-Fungsional .....       | 24 |
| 4.2 Pengumpulan Data.....                           | 25 |
| 4.2.1 Data Citra Satelit .....                      | 25 |
| 4.2.2 Data <i>Groundtruth</i> .....                 | 25 |
| 4.3 Perancangan Sistem Identifikasi .....           | 28 |
| 4.3.1 Flowchart Sistem.....                         | 28 |
| 4.3.2 Perhitungan Manualisasi.....                  | 40 |
| 4.3.3 Antarmuka.....                                | 53 |
| 4.3.4 Perancangan Pengujian dan Analisis.....       | 57 |
| BAB 5 .....                                         | 58 |
| 5.1 Spesifikasi Lingkungan Pengembangan .....       | 58 |
| 5.1.1 Spesifikasi Sistem .....                      | 58 |
| 5.1.2 Spesifikasi Perangkat Keras.....              | 58 |
| 5.1.3 Spesifikasi Perangkat Lunak .....             | 58 |
| 5.2 Batasan Implementasi.....                       | 59 |
| 5.3 Implementasi Algoritma.....                     | 59 |
| 5.3.1 <i>Pre-Processing</i> Citra .....             | 59 |
| 5.3.2 Inisialisasi <i>Improved K-Means</i> .....    | 60 |
| 5.3.3 <i>K-Means Clustering</i> .....               | 64 |
| 5.4 Implementasi Antarmuka .....                    | 66 |
| 5.4.1 Antarmuka <i>Home</i> .....                   | 66 |
| 5.4.2 Antarmuka Input Citra .....                   | 67 |

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 5.4.3 Antarmuka Inisialisasi .....                    | 68 |
| 5.4.4 Antarmuka <i>K-Means Clustering</i> .....       | 69 |
| BAB 6 .....                                           | 70 |
| 6.1 Pengujian <i>Internal Criteria</i> .....          | 70 |
| 6.2 Analisis Pengujian <i>Internal Criteria</i> ..... | 73 |
| 6.3 Pengujian <i>External Criteria</i> .....          | 75 |
| 6.4 Analisis Pengujian <i>External Criteria</i> ..... | 78 |
| BAB 7 .....                                           | 80 |
| 7.1 Kesimpulan .....                                  | 80 |
| 7.2 Saran .....                                       | 80 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                  | 81 |
| LAMPIRAN A HASIL PERHITUNGAN MANUALISASI .....        | 83 |
| LAMPIRAN B HASIL PENGUJIAN .....                      | 93 |

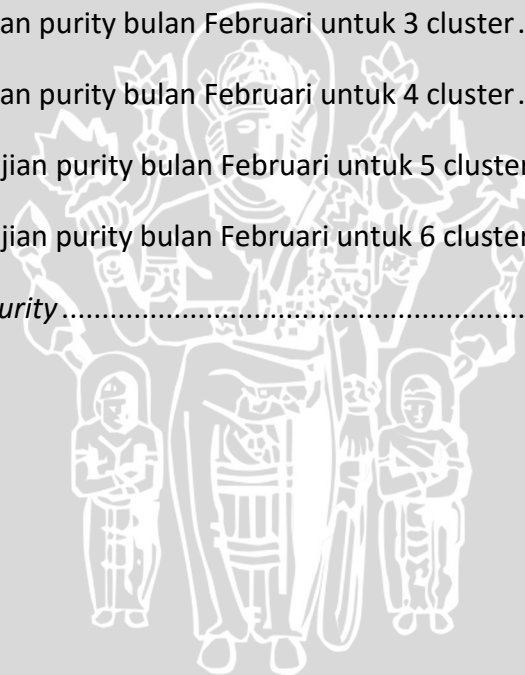


## DAFTAR TABEL

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Tabel Perbandingan Objek dan Metode .....                                         | 7  |
| Tabel 2.2 Spesifikasi BAND Landsat 8 .....                                                  | 10 |
| Tabel 3.1 Tabel Pengambilan Data.....                                                       | 20 |
| Tabel 3.2 Tabel Pengujian Metode <i>Silhouette Coefficient</i> .....                        | 23 |
| Tabel 4.1 Tabel Data Citra Satelit Landsat 8 .....                                          | 25 |
| Tabel 4.2 Pelabelan kelas pada data <i>groundtruth</i> .....                                | 26 |
| Tabel 4.3 Data citra BAND 3 .....                                                           | 41 |
| Tabel 4.4 Data citra BAND 4 .....                                                           | 41 |
| Tabel 4.5 Data citra BAND 5 .....                                                           | 41 |
| Tabel 4.6 Gray level baru BAND 3 .....                                                      | 42 |
| Tabel 4.7 Gray level baru BAND 4 .....                                                      | 44 |
| Tabel 4.8 Gray level baru BAND 5 .....                                                      | 46 |
| Tabel 4.9 Nilai <i>pixel</i> baru setelah <i>histogram equalization</i> .....               | 48 |
| Tabel 4.10 Hasil perhitungan <i>Euclidean distance</i> untuk <i>pixel</i> ke-1.....         | 50 |
| Tabel 4.11 Hasil perhitungan jumlah <i>Euclidean distance pixel</i> ke-1 sampai 5 .....     | 50 |
| Tabel 4.12 Hasil perhitungan nilai <i>v</i> pada <i>pixel</i> ke-1.....                     | 51 |
| Tabel 4.13 Jumlah nilai <i>v</i> untuk <i>pixel</i> 1 sampai 5 .....                        | 51 |
| Tabel 4.14 Hasil <i>sorting ascending</i> terhadap jumlah nilai <i>v</i> .....              | 51 |
| Tabel 4.15 <i>Centroid</i> awal.....                                                        | 51 |
| Tabel 4.16 Inisialisasi <i>cluster</i> awal .....                                           | 52 |
| Tabel 4.17 Jumlah anggota dan jumlah nilai <i>pixel</i> anggota setiap <i>cluster</i> ..... | 52 |
| Tabel 4.18 <i>Centroid</i> baru yang dihasilkan .....                                       | 52 |
| Tabel 4.19 <i>Cluster</i> baru .....                                                        | 53 |
| Tabel 4.20 Hasil <i>K-Means clustering</i> untuk <i>pixel</i> 1 sampai 5 .....              | 53 |



|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 5.1 Spesifikasi perangkat keras .....                                      | 58 |
| Tabel 5.2 Spesifikasi perangkat lunak .....                                      | 59 |
| Tabel 6.1 Tabel Nilai <i>Silhouette Coefficient</i> Dataset Bulan Februari ..... | 70 |
| Tabel 6.2 Tabel Nilai <i>Silhouette Coefficient</i> Dataset Bulan Maret .....    | 71 |
| Tabel 6.3 Tabel Nilai <i>Silhouette Coefficient</i> Dataset Bulan April .....    | 71 |
| Tabel 6.4 Tabel Nilai <i>Silhouette Coefficient</i> Dataset Bulan Mei .....      | 72 |
| Tabel 6.5 Tabel Nilai <i>Silhouette Coefficient</i> Dataset Bulan Juni .....     | 72 |
| Tabel 6.6 Tabel Nilai <i>Silhouette Coefficient</i> Dataset Bulan Juli .....     | 72 |
| Tabel 6.7 Hasil pengujian purity bulan Februari untuk 2 cluster .....            | 75 |
| Tabel 6.8 Hasil pengujian purity bulan Februari untuk 3 cluster .....            | 76 |
| Tabel 6.9 Hasil pengujian purity bulan Februari untuk 4 cluster .....            | 76 |
| Tabel 6.10 Hasil pengujian purity bulan Februari untuk 5 cluster .....           | 77 |
| Tabel 6.11 Hasil pengujian purity bulan Februari untuk 6 cluster .....           | 77 |
| Tabel 6.12 Hasil nilai <i>purity</i> .....                                       | 78 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Citra Satelit Landsat 8 BAND 5 .....                                                | 9  |
| Gambar 2.2 Perhitungan PMF.....                                                                | 11 |
| Gambar 2.3 Perhitungan CDF.....                                                                | 12 |
| Gambar 2.4 Tanaman Nilam .....                                                                 | 16 |
| Gambar 3.1 Blok Diagram Tahapan Penelitian .....                                               | 18 |
| Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem .....                                                           | 20 |
| Gambar 3.3 Diagram Alir Berjalannya Sistem.....                                                | 21 |
| Gambar 3.4 Blok Diagram Pengujian Sistem.....                                                  | 22 |
| Gambar 4.1 Data <i>groundtruth</i> .....                                                       | 27 |
| Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> sistem identifikasi tanaman atsiri .....                           | 28 |
| Gambar 4.3 <i>Flowchart pre-processing citra histogram equalization</i> .....                  | 30 |
| Gambar 4.4 <i>Flowchart</i> ekstraksi histogram citra.....                                     | 31 |
| Gambar 4.5 <i>Flowchart</i> menghitung <i>Cumulative Distribution Function</i> (CDF) .....     | 32 |
| Gambar 4.6 <i>Flowchart</i> membuat histogram baru .....                                       | 33 |
| Gambar 4.7 <i>Flowchart</i> proses inisialisasi <i>K-Means</i> .....                           | 34 |
| Gambar 4.8 <i>Flowchart</i> proses menghitung jumlah jarak setiap <i>pixel</i> .....           | 35 |
| Gambar 4.9 <i>Flowchart</i> proses menghitung nilai <i>v</i> antar <i>pixel</i> .....          | 36 |
| Gambar 4.10 <i>Flowchart</i> proses menghitung jumlah nilai <i>v</i> setiap <i>pixel</i> ..... | 37 |
| Gambar 4.11 <i>Flowchart</i> proses <i>K-Means Clustering</i> .....                            | 38 |
| Gambar 4.12 <i>Flowchart</i> menghitung nilai <i>centroid</i> .....                            | 39 |
| Gambar 4.13 <i>Flowchart</i> menghitung <i>Euclidean distance</i> .....                        | 40 |
| Gambar 4.14 Histogram nilai <i>pixel</i> rata-rata.....                                        | 50 |
| Gambar 4.15 <i>Sitemap</i> antarmuka sistem .....                                              | 54 |
| Gambar 4.16 Antarmuka <i>Home</i> .....                                                        | 54 |

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.17 Antarmuka <i>Form</i> Input Citra .....                                                 | 55 |
| Gambar 4.18 Antarmuka Inisialisasi <i>K-Means</i> .....                                             | 56 |
| Gambar 4.19 Antarmuka proses <i>K-Means</i> .....                                                   | 56 |
| Gambar 5.1 Antarmuka <i>home</i> ( <i>default</i> ) .....                                           | 67 |
| Gambar 5.2 Antarmuka <i>home</i> setelah <i>clustering</i> .....                                    | 67 |
| Gambar 5.3 Antarmuka input citra ( <i>default</i> ) .....                                           | 68 |
| Gambar 5.4 Antarmuka input citra setelah proses input citra dan <i>histogram equalization</i> ..... | 68 |
| Gambar 5.5 Antarmuka inisialisasi .....                                                             | 69 |
| Gambar 5.6 Antarmuka <i>K-Means clustering</i> .....                                                | 69 |
| Gambar 6.1 Grafik jumlah iterasi pada setiap jumlah <i>cluster</i> .....                            | 74 |
| Gambar 6.2 Grafik nilai <i>silhouette coefficient</i> pada setiap jumlah <i>cluster</i> .....       | 74 |
| Gambar 6.3 Grafik nilai <i>purity</i> dan jumlah <i>cluster</i> .....                               | 78 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| LAMPIRAN A HASIL PERHITUNGAN MANUALISASI.....                                          | 83  |
| A.1 Tabel Hasil Perhitungan Jumlah <i>Euclidean Distance</i> setiap <i>Pixel</i> ..... | 83  |
| A.2 Tabel Hasil Perhitungan Jumlah Nilai <i>v</i> setiap <i>Pixel</i> .....            | 84  |
| A.3 Table Sorting Jumlah Nilai <i>v</i> .....                                          | 86  |
| A.4 Tabel Inisialisasi Cluster Awal .....                                              | 87  |
| A.5 Tabel Cluster Baru Hasil Iterasi Pertama .....                                     | 89  |
| A.6 Tabel Cluster Baru Hasil Iterasi ke-4 .....                                        | 91  |
| LAMPIRAN B HASIL PENGUJIAN .....                                                       | 93  |
| B.1 Citra Hasil <i>Clustering</i> .....                                                | 93  |
| B.1.1 Dataset Bulan Februari .....                                                     | 93  |
| B.1.2 Dataset Bulan Maret .....                                                        | 94  |
| B.1.3 Dataset Bulan April .....                                                        | 95  |
| B.1.4 Dataset Bulan Mei .....                                                          | 96  |
| B.1.5 Dataset Bulan Juni.....                                                          | 97  |
| B.2 Hasil Pengujian <i>Purity</i> .....                                                | 98  |
| B.2.1 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Maret 2 <i>Cluster</i> .....           | 98  |
| B.2.2 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Maret 3 <i>Cluster</i> .....           | 98  |
| B.2.3 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Maret 4 <i>Cluster</i> .....           | 98  |
| B.2.4 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Maret 5 <i>Cluster</i> .....           | 99  |
| B.2.5 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Maret 6 <i>Cluster</i> .....           | 99  |
| B.2.6 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan April 2 <i>Cluster</i> .....           | 99  |
| B.2.7 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan April 3 <i>Cluster</i> .....           | 100 |
| B.2.8 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan April 4 <i>Cluster</i> .....           | 100 |
| B.2.9 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan April 5 <i>Cluster</i> .....           | 100 |
| B.2.10 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan April 6 <i>Cluster</i> .....          | 101 |
| B.2.11 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Mei 2 <i>Cluster</i> .....            | 101 |
| B.2.12 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Mei 3 <i>Cluster</i> .....            | 101 |
| B.2.13 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Mei 4 <i>Cluster</i> .....            | 102 |
| B.2.14 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Mei 5 <i>Cluster</i> .....            | 102 |
| B.2.15 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Mei 6 <i>Cluster</i> .....            | 102 |
| B.2.16 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Juni 2 <i>Cluster</i> .....           | 103 |

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| B.2.17 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Juni 3 <i>Cluster</i> ..... | 103 |
| B.2.18 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Juni 4 <i>Cluster</i> ..... | 103 |
| B.2.19 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Juni 5 <i>Cluster</i> ..... | 104 |
| B.2.20 Tabel Hasil Pengujian <i>Purity</i> Bulan Juni 6 <i>Cluster</i> ..... | 104 |



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang menurut Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenbun) Kementerian Pertanian pada tahun 2013 mempunyai luas perkebunan 21.615.806 Hektar [KPE-15]. Salah satu tanaman perkebunan di Indonesia yang mempunyai potensi sangat besar yaitu tanaman serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan nilam (*Pogostemon cablin*). Kedua tanaman tersebut merupakan tanaman yang menghasilkan minyak atsiri untuk bahan baku industri parfum, insektisida, dan medis. Pertumbuhan tanaman atsiri dipengaruhi oleh banyak hal yaitu, intensitas cahaya matahari, ketinggian lahan dari permukaan laut, serta iklim [KAA-05]. Di Indonesia, tanaman atsiri sudah banyak dibudidayakan secara komersial. Menurut laporan Ditjenbun Kementerian Pertanian luas lahan perkebunan tanaman atsiri khususnya nilam mencapai 29.783 Hektar [KPE-15]. Dengan lahan seluas ini, Indonesia mampu memasok 90% kebutuhan atsiri dunia atau 1600 ton per tahun [KIN-15]. Pemerintah harus tetap mendorong produksi minyak atsiri tetap stabil bahkan meningkat, agar posisi Indonesia pada pasar minyak atsiri dunia bisa bertahan. Untuk menjaga ketersediaan tanaman atsiri, diperlukan monitoring sebaran lahan perkebunan tanaman atsiri.

Monitoring sebaran lahan perkebunan tanaman atsiri ini bisa dilakukan menggunakan teknik *remote sensing*. Remote sensing merupakan teknik yang memungkinkan untuk melihat keadaan suatu objek, daerah, atau fenomena tertentu tanpa mengunjungi daerah tersebut secara langsung [LIL-79]. Teknik ini bisa menggunakan berbagai macam cara, namun dalam hal ini penulis menekankan pada pemanfaatan citra satelit. Beberapa satelit menghasilkan citra hasil perekaman berbagai sensor yang ada di satelit tersebut yang disebut citra satelit *multispectral*. Citra satelit ini bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, salah satunya yaitu untuk monitoring lahan pertanian. Sebaran lahan pertanian diidentifikasi melalui citra satelit *multispectral* yang biasa disebut dengan penginderaan jauh. Keuntungan dari penginderaan jauh yaitu citra yang dihasilkan menggambarkan obyek, daerah, dan gejala di permukaan bumi dengan wujud dan letak obyek yang sesuai dengan wujud dan letak di permukaan bumi, relatif lengkap, meliputi daerah yang luas, serta bersifat permanen. Citra dapat dibuat atau diperbarui dengan waktu yang relatif cepat meskipun lokasi berada di daerah yang sulit dijangkau [SUT-86]. Dengan mengamati daerah yang sangat luas beserta keadaan lahan yang mencakup topografi/relief, pertumbuhan tanaman / vegetasi, dan fenomena alam pada citra, memungkinkan untuk mengamati dan mempelajari pengaruh iklim, vegetasi, litologi, dan topografi terhadap penyebaran sumberdaya lahan pertanian.



Pada penelitian sebelumnya dengan judul “*Tempora-Spatial-Probabilistic Model Based For Mapping Paddy Rice Using Multi-Temporal Landsat Images*”, citra satelit *multispectral* digunakan untuk memetakan penggunaan lahan pertanian tanaman padi di China. *Monitoring* tanaman padi ini memanfaatkan citra dari satelit Landsat 8 OLI. Penelitian ini menggunakan metode *Tempora-Spatial-Probabilistic Model* (TSPM) untuk membedakan citra lahan pertanian padi dengan citra yang lain. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan luasan pertanian padi di China [PES-14]. Pada penelitian pengolahan citra digital yang lain dengan judul “*An improved K-Means clustering algorithm for fish image segmentation*”, diperkenalkan metode *improved K-Means* untuk segmentasi citra ikan. Penggunaan metode ini menghasilkan ekstraksi citra ikan yang lebih akurat dan stabil dibandingkan dengan metode segmentasi yang lain [HOY-12].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tersebut, maka penulis mengusulkan penelitian dengan judul “Identifikasi Tanaman Atsiri Menggunakan Metode *Improved K-Means* Berbasis Citra Satelit”. Area yang dianalisis yaitu kebun atsiri di wilayah Kecamatan Kesamben, Kabupaten Blitar. Kebun atsiri pada wilayah ini berupa beberapa petak dengan ukuran setiap petak  $\pm 30 \times 80$  meter. Penelitian ini menggunakan citra satelit Landsat 8 OLI karena citra hasil pengindraannya memiliki resolusi spasial menengah yaitu  $30 \times 30$  meter untuk setiap *pixel*. Penggunaan citra satelit Landsat 8 OLI diharapkan mampu mendeteksi tanaman atsiri karena luas setiap petak kebun atsiri mencapai 2 *pixel* atau lebih. Citra satelit landsat 8 OLI pada area penelitian dianalisis menggunakan metode *improved K-Means*. Improvisasi yang dimaksud yaitu inisialisasi jumlah *cluster* berdasarkan jumlah puncak histogram dan inisialisasi *centroid* awal menggunakan perhitungan *Euclidean distance* antar *pixel*. Hasil dari metode *improved K-Means* ini diharapkan dapat mendeteksi sebaran tanaman atsiri dengan akurat sesuai dengan data lokasi yang didapat dari lapangan secara langsung.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *improved K-Means* untuk klasterisasi berbasis citra satelit agar bisa mengidentifikasi tanaman atsiri?
2. Bagaimana tingkat akurasi metode *improved K-Means* untuk mendeteksi tanaman atsiri?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah mengimplementasikan metode *improved K-Means* untuk mendeteksi tanaman atsiri berdasarkan citra satelit. Dari tujuan umum tersebut dapat dikhususkan menjadi beberapa poin tujuan, yaitu :

1. Merancang dan mengimplementasikan metode *improved K-Means* untuk clusterisasi berbasis citra satelit agar bisa mengidentifikasi tanaman atsiri.
2. Menguji akurasi metode *improved K-Means* untuk melakukan clusterisasi dan mendeteksi tanaman atsiri dengan membandingkan hasil dari sistem dengan data groundtruth di lapangan.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dihasilkan dari penelitian ini yaitu :

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk monitoring lahan perkebunan tanaman atsiri.
2. Memberikan hasil analisis performansi dari algoritma *improved K-Means* pada clusterisasi citra satelit.
3. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pembandingan untuk penelitian selanjutnya.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Menggunakan citra satelit landsat 8 mencakup wilayah Kesamben dan Bantaran, Kabupaten Blitar yang diperoleh dari earthexplorer USGS.
2. Citra yang digunakan yaitu citra yang diambil pada bulan Februari 2015 sampai Juli 2015 dengan setiap bulan diambil satu citra.
3. Identifikasi tanaman atsiri menggunakan metode *improved K-Means*. Improvisasi yang dimaksud adalah inisialisasi *cluster* awal berdasarkan *Euclidean distance* dan nilai  $v$  antar *pixel*.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mencapai tujuan yang diharapkan, maka sistematika penulisan yang disusun dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

#### BAB I Pendahuluan

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

#### BAB II Dasar Teori

Membahas teori-teori yang mendukung dalam mengidentifikasi tanaman atsiri menggunakan metode *improved K-Means* berbasis citra satelit.



### BAB III Metodologi

Membahas tentang metodologi yang digunakan dalam penulisan yang terdiri dari studi literatur, perancangan, implementasi, dan pengujian hasil penelitian.

### BAB IV Perancangan

Membahas tentang perancangan untuk mengidentifikasi tanaman atsiri menggunakan metode improved K-Means berbasis citra satelit.

### BAB V Implementasi dan Pembahasan

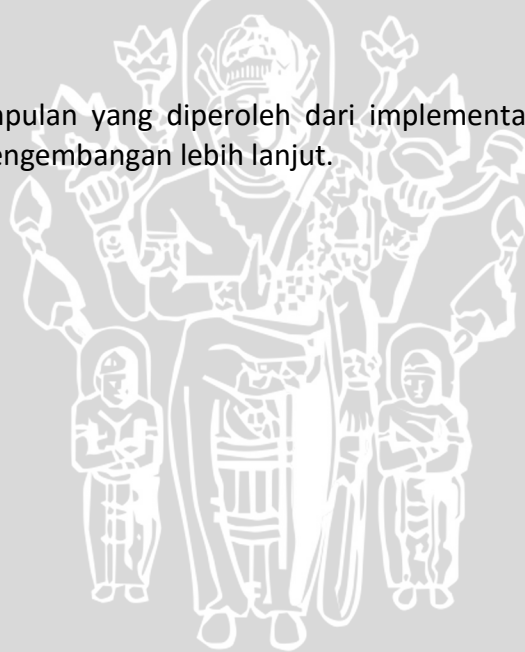
Membahas tentang hasil penelitian.

### BAB VI Pengujian dan Analisis

Memuat tentang hasil pengujian dan analisis terhadap hasil implementasi.

### Bab VII Penutup

Memuat kesimpulan yang diperoleh dari implementasi skripsi ini serta saran – saran untuk pengembangan lebih lanjut.





## BAB 2

### DASAR TEORI

Pada bab dua berisi tentang dasar-dasar teori yang mendukung penelitian ini. Dasar teori berisi tentang kajian pustaka yang berisi paper-paper yang dijadikan sebagai referensi, citra satelit multispektral, *pre-processing* pengolahan citra, *K-Means clustering*, pengujian hasil *clustering*, serta tanaman atsiri.

#### 2.1 Kajian Pustaka

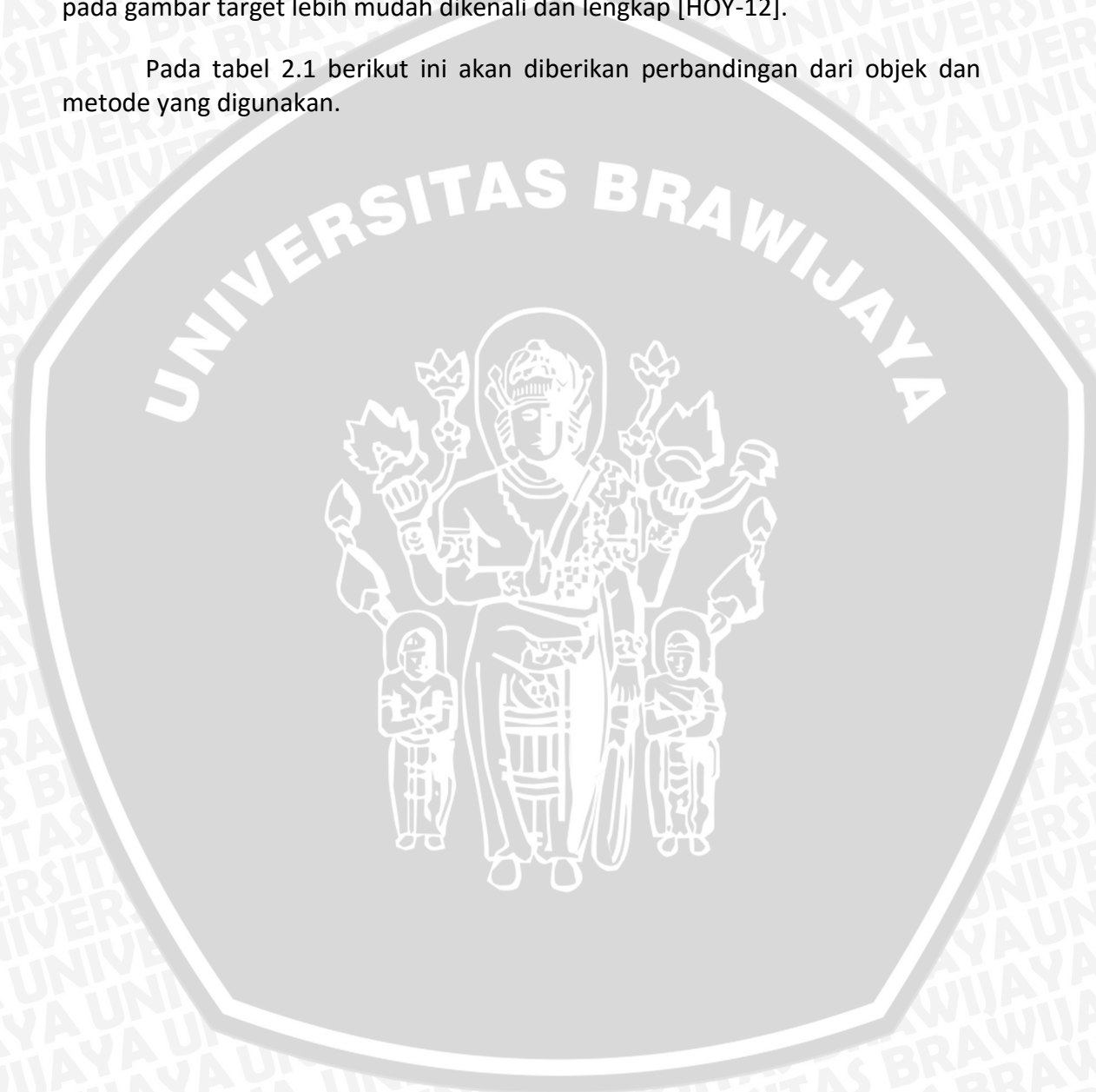
Pada kajian pustaka membahas tentang penelitian sebelumnya tentang segmentasi citra satelit dan pengolahan citra digital. Pada penelitian sebelumnya teknologi ini digunakan untuk mapping lahan pertanian padi di Provinsi Liaoning, China. Pada penelitian ini digunakan metode *Tempora-Spatial-Probabilistic Model* (TSPM). Pada penelitian ini digunakan citra dari satelit Landsat 8 OLI. Pada pengujian hasil penelitian ini digunakan citra yang diambil dari *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau yang disebut *drone*. Data citra yang digunakan pada penelitian ini yaitu 6 citra yang diambil pada tahap pembibitan, pertumbuhan, dan masa siap panen. Data citra terlebih dahulu diklasifikasi menggunakan metode *support vector machine* (SVM) kemudian dihitung probabilitas *pixel* merupakan tanaman padi, lalu dihitung probabilitas *pixel* merupakan air. Citra hasil metode ini dibandingkan dengan citra yang diambil pada 23 Mei dan 12 September, citra ini diproses menggunakan metode *Post-Classification Comparison* (PCC). Hasil perbandingan ini, peta tematik yang dihasilkan menggunakan metode TSPM mencapai akurasi 92,42%, sedangkan pada PCC hanya menghasilkan akurasi 91,44% [PES-14].

Selain itu, telah diterapkan pula dengan metode Temporal Profile Analysis untuk tujuan penelitian yang sama pada penelitian lainnya. Pada penelitian ini digunakan citra MODIS dari satelit EOS Terra. Citra yang digunakan yaitu citra composite yang diambil pada masa pembibitan, masa tanam, dan citra setelah panen. Penghitungan probabilitas dilakukan pada setiap region dengan menghitung *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Enhanced Vegetation Index* (EVI), dan *Land Surface Water Index* (LSWI). Pada penelitian ini digunakan dataset NLCD2000 untuk mengevaluasi hasil dari MODIS. Hasil pengenalan yang dilakukan menggunakan algoritma yang sama pada dua dataset menunjukkan pada NLCD2000 menghasilkan 560.257 km<sup>2</sup> sawah padi, sedangkan pada MODIS menghasilkan 420.572 km<sup>2</sup> sawah padi [XXT-04].

Pada penelitian pemrosesan citra digital yang lain terdapat penelitian segmentasi citra untuk memisahkan citra ikan dari background. Pada penelitian segmentasi citra ikan ini, digunakan metode improved K-Means. Improvisasi yang dimaksudkan pada penelitian ini yaitu improvisasi pada tahap *pre-processing* citra. Pada tahap pertama ekstraksi histogram dilakukan pada citra *gray-level* untuk

kemudian dihitung jumlah puncaknya yang digunakan untuk menentukan jumlah *cluster*. Tahap kedua yaitu menentukan inisialisasi pusat *cluster* menggunakan metode Otsu untuk menentukan nilai threshold pusat *cluster*. Algoritma K-Means diimplementasikan pada citra *gray-level*. Hasil dari proses yang telah dilakukan masih menghasilkan banyak *noise* sehingga dilakukan operasi morfologi *opening* dan *closing*. Hasil segmentasi menggunakan metode yang diajukan pada penelitian ini memiliki banyak tepi pada bagian background, sehingga objek utama pada gambar target lebih mudah dikenali dan lengkap [HOY-12].

Pada tabel 2.1 berikut ini akan diberikan perbandingan dari objek dan metode yang digunakan.



**Tabel 2.1 Tabel Perbandingan Objek dan Metode**

| No | Judul                                                                                                | Objek                                                                                               | Metode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Output                                                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                      | Input & Parameter                                                                                   | Proses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Hasil penelitian                                                                                                         |
| 1  | Tempora-Spatial-Probabilistic Model Based For Mapping Paddy Rice Using Multi-Temporal Landsat Images | 6 spektral Landsat 8 OLI imagery                                                                    | Tempora-Spatial-Probabilistic Model                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Mapping lahan pertanian padi                                                                                             |
|    |                                                                                                      | Citra tanggal :<br>05/23/2013<br>06/08/2013<br>07/26/2013<br>08/11/2013<br>09/12/2013<br>09/28/2013 | 1) Melakukan klasifikasi menggunakan SVM dan menghitung probabilitas sebuah <i>pixel</i> merupakan tanaman padi.<br>2) Menghitung <i>temporal-spatial probability</i> sebuah <i>pixel</i> merupakan tanaman padi.<br>3) Menentukan <i>threshold</i> untuk mengklasifikasi sebuah <i>pixel</i> sebagai tanaman padi menggunakan metode <i>double-windows flexible pace searching</i> .<br>4) Menghitung probabilitas sebuah <i>pixel</i> merupakan air. | Citra lahan pertanian padi ditandai <i>pixel</i> warna hijau sedangkan non-padi ditandai dengan <i>pixel</i> warna biru. |
| 2  | An improved K-Means clustering algorithm for fish image segmentation                                 | Citra ikan tampak sampling                                                                          | <i>Improved K-Means</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ekstraksi citra ikan dari citra background                                                                               |
|    |                                                                                                      | Citra gray level<br>Jumlah puncak histogram citra.<br>Jumlah <i>cluster</i>                         | 1) Menentukan jumlah <i>cluster</i> dari jumlah puncak histogram citra.<br>2) Menentukan inisialisasi <i>cluster</i> menggunakan metode pencarian nilai <i>threshold</i> Otsu.                                                                                                                                                                                                                                                                         | Citra ikan ditandai dengan <i>pixel</i> warna putih sedangkan background ditandai dengan <i>pixel</i> warna hitam.       |

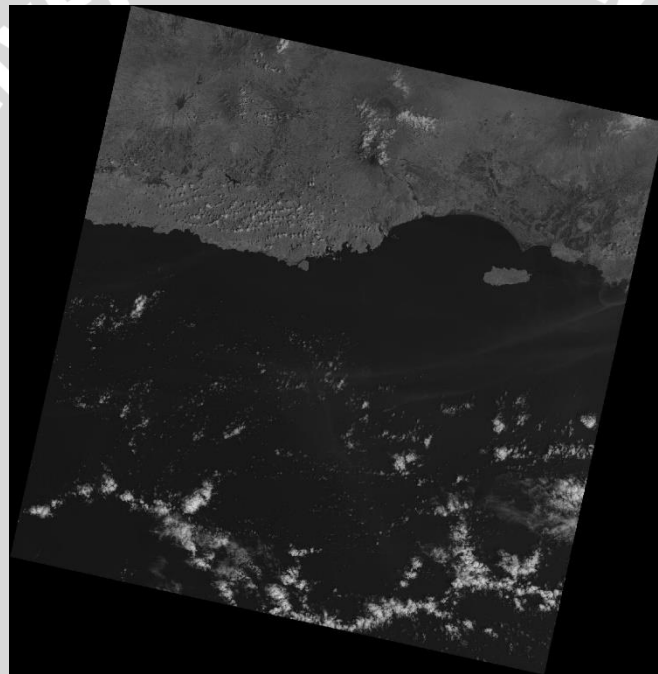


| No | Judul                                                                                | Objek                                                  | Metode                                                                                                                                                                                                                                                                           | Output                                                                                                                             |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                      | Input & Parameter                                      | Proses                                                                                                                                                                                                                                                                           | Hasil penelitian                                                                                                                   |
| 2  | An improved K-Means clustering algorithm for fish image segmentation                 |                                                        | 3) Menggunakan metode k-means untuk mendapatkan segmentasi citra.<br>4) Melakukan operasi morfologi citra berupa erosi, dilasi, opening, dan closing.                                                                                                                            |                                                                                                                                    |
| 3  | Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images   | Citra satelit MODIS EOS Terra, BAND vis red, NIR, SWIR | Temporal profile analysis                                                                                                                                                                                                                                                        | Mapping lahan pertanian padi                                                                                                       |
|    |                                                                                      | NDVI<br>EVI<br>LSWI                                    | 1) Memisahkan awan<br>2) Menghitung NDSI untuk memisahkan dari tutupan salju<br>3) Menghitung NDVI dan LSWI untuk mendeteksi genangan<br>4) Diketahui sawah padi dari perhitungan NDVI, LSWI, dan EVI                                                                            | Citra lahan pertanian padi ditandai <i>pixel</i> warna hijau sedangkan non-padi ditandai dengan <i>pixel</i> warna putih.          |
| 4  | Identifikasi Tanaman Atsiri Menggunakan Metode <i>Improved K-Means</i> Citra Satelit | Citra satelit Landsat 8 OLI pada BAND 3, 4, dan 5      | <i>Improved K-Means</i>                                                                                                                                                                                                                                                          | Mapping lahan perkebunan tanaman atsiri                                                                                            |
|    |                                                                                      | Citra Bulan<br>Februari – Juli 2015                    | 1) melakukan proses <i>pre-processing</i> citra menggunakan <i>histogram equalization</i><br>2) Menentukan inisialisasi <i>cluster</i> menggunakan <i>improved K-Means</i><br>3) Menggunakan metode <i>K-Means</i> untuk mendapatkan segmentasi citra.<br>4) Melakukan pengujian | Citra lahan tanaman atsiri ditandai <i>pixel</i> warna hijau sedangkan non-tanaman atsiri ditandai dengan <i>pixel</i> warna biru. |

## 2.2 Citra Satelit

### 2.2.1 Citra Satelit Multispektral

Citra Satelit merupakan citra digital yang diperoleh dari perekaman sensor yang ada pada satelit. Citra digital sendiri adalah citra dua dimensi yang disimpan dalam format digital berupa  $f(x,y)$  yang mana pada titik  $f$  yang disebut sebagai *pixel* berisi nilai kecerahan citra pada titik tersebut. Nilai kecerahan yang ada pada citra menyatakan tingkat kecerahan pada sebuah *pixel* [GOW-08]. Nilai kecerahan setiap *pixel* ini memiliki beberapa format. Format ini merupakan jumlah bit yang digunakan untuk menyimpan nilai kecerahan *pixel*. Pada citra RGB bisa digunakan format 24 bit, pada citra CMYK digunakan format 32 bit, pada citra biner digunakan format 1 bit karena hanya menyimpan nilai 0 atau 1, selain format yang telah disebutkan masih ada beberapa format lainnya [DAP-12].



**Gambar 2.1 Citra Satelit Landsat 8 BAND 5**

Sumber : earthexplorer.usgs.gov (2015)

Citra satelit merupakan citra yang memiliki banyak saluran. Setiap satu saluran ini mewakili satu sensor yang digunakan untuk menangkap pantulan dan pancaran spektral pada panjang gelombang tertentu. Pada penelitian ini digunakan hasil perekaman satelit Landsat 8 yang memiliki 11 saluran yang disebut BAND. Setiap BAND merupakan citra *grayscale* yang harus dikombinasikan dengan BAND yang lain agar menjadi citra berwarna. Citra ini disebut juga citra multispektral. Citra *grayscale* pada sebuah BAND citra Landsat 8 berbeda dengan citra *grayscale* pada umumnya yang memiliki format 8 bit, karena citra *grayscale* pada citra satelit ini menggunakan format 16 bit [DAP-12]. Citra digital hasil

penginderaan satelit ini memiliki ekstensi file GeoTIFF. Citra satelit Landsat 8 pada BAND 5 dapat dilihat pada gambar 2.1. Penjelasan spesifikasi setiap BAND pada citra satelit Landsat 8 dapat dilihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Spesifikasi BAND Landsat 8**

| BAND | Panjang Gelombang (nm) | Nama BAND                               | Resolusi (m) | Kegunaan Dalam Pemetaan                                                |
|------|------------------------|-----------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1    | 0,34-0,45              | <i>Coastal Aerosol</i>                  | 30           | Studi pesisir dan aerosol                                              |
| 2    | 0,45-0,51              | <i>Visible Blue</i>                     | 30           | Pemetaan batimetri, membedakan tanah                                   |
| 3    | 0,53-0,59              | <i>Visible Green</i>                    | 30           | Menekankan vegetasi puncak yang berguna untuk menilai kekuatan tanaman |
| 4    | 0,64-0,67              | <i>Visible Red</i>                      | 30           | Mendiskriminasikan lereng vegetasi                                     |
| 5    | 0,85-0,88              | <i>Near Infrared (NIR)</i>              | 30           | Menekankan konten biomassa dan garis pantai                            |
| 6    | 1,57-1,65              | <i>Short-wave Infrared (SWIR) 1</i>     | 30           | Mendiskriminasikan kadar air tanah dan vegetasi, menembus awan tipis   |
| 7    | 2,11-2,29              | <i>Short-wave Infrared (SWIR) 2</i>     | 30           | Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi, penetrasi awan tipis         |
| 8    | 0,50-0,68              | <i>Panchromatic</i>                     | 15           | Untuk definisi gambar lebih tajam                                      |
| 9    | 1,36-1,38              | <i>Cirrus</i>                           | 30           | Peningkatan deteksi kontaminasi awan cirrus                            |
| 10   | 10,60-11,19            | <i>Thermal Infrared Sensor (TIRS) 1</i> | 100          | Pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah                         |
| 11   | 11,5-12,51             | <i>Thermal Infrared Sensor (TIRS) 2</i> | 100          | Peningkatan pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah             |

Sumber : <http://terra-image.com/band-landsat/> (2015)

Citra *multispectral* ini tidak hanya memiliki informasi nilai *pixel*. Terdapat informasi koordinat citra. Koordinat yang tersimpan dalam file citra ini hanya koordinat pada 4 sudut citra dan titik pusat citra. Informasi koordinat yang ada selanjutnya bisa dibaca oleh *software* pengolah citra satelit untuk mengetahui koordinat setiap *pixel*. Sistem koordinat yang digunakan pada satelit Landsat 8



yaitu *World Geodetic System (WGS) 84 datum*. Sistem proyeksi yang digunakan yaitu *Universal Transverse Mercator (UTM)*. Kedua sistem di atas digunakan untuk menentukan posisi koordinat dari citra secara presisi.

### 2.2.2 Pemilihan BAND

Perbedaan komposisi BAND yang digunakan mempengaruhi warna dari citra yang dihasilkan. Berdasarkan spesifikasi dan kegunaan sensor yang pada satelit Landsat 8 OLI, pada penelitian ini digunakan BAND *visible green* (3), BAND *visible red* (4), dan BAND *Near Infrared* (5). BAND tersebut digunakan karena kemampuannya dalam mendeteksi vegetasi dan membedakan jenis tanaman yang ada. Pada komposisi BAND 3,4,5 warna yang semakin merah menandakan semakin tingginya tingkat vegetasi pada area tersebut. Untuk menghitung index vegetasi melalui citra satelit juga digunakan BAND *visible red* dan NIR, salah satu index vegetasi yang banyak digunakan yaitu *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* [DAP-12].

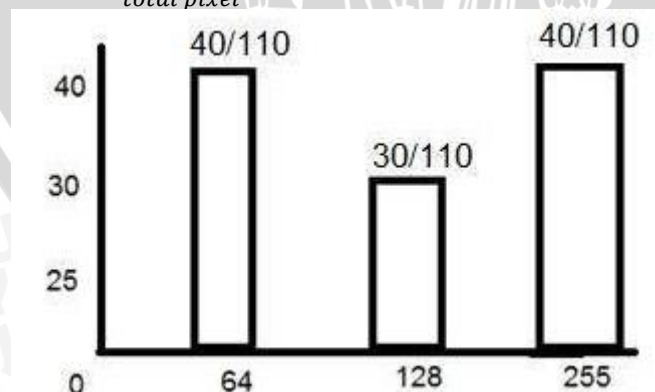
## 2.3 Pre-Processing Citra

### 2.3.1 Histogram Equalization

Teknik penajaman kontras yang memperbaiki tingkat kecerahan citra. Penajaman kontras menggunakan *histogram equalization* ini menghasilkan kontras citra yang optimal. Hasil yang terbentuk tidak terlepas dari bentuk histogram citra asli. *Histogram equalization* memberikan ketajaman yang lebih pada kenampakan antar blok objek [DAP-12]. Teknik ini memiliki tiga tahap perhitungan, yaitu :

1. Menghitung *Probability Mass Function (PMF)* dari histogram yang terbentuk pada citra. Formula untuk menghitung PMF setiap level histogram, yaitu :

$$PMF = \frac{\text{frequency}}{\text{total pixel}} \dots\dots\dots (2.1)$$

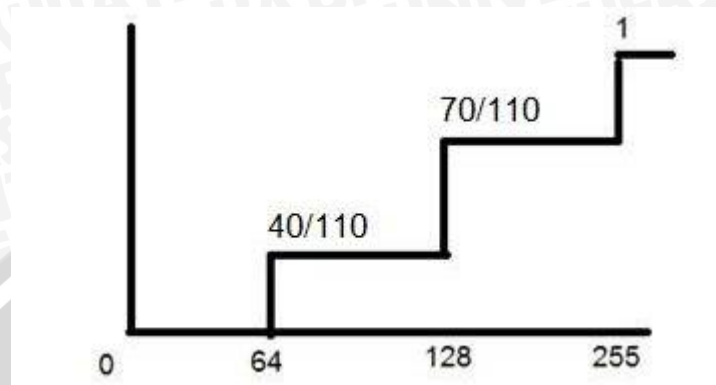


Gambar 2.2 Perhitungan PMF

Sumber : <http://www.tutorialspoint.com/dip/Introduction to Probability.htm>  
(2015)

2. Menghitung *Cumulative Distribution Function* (CDF) dari perhitungan PMF tanpa melakukan *sorting* pada frekuensi histogram. Formula untuk menghitung CDF setiap level histogram, yaitu :

$$CDF(n) = \frac{\text{level frequency} + \sum_{i=0}^n \text{frequency}(i)}{\text{total pixel}} \dots\dots\dots (2.2)$$



**Gambar 2.3 Perhitungan CDF**

sumber : <http://www.tutorialspoint.com/dip/Introduction to Probability.htm>  
(2015)

3. Mengalikan CDF dengan nilai *pixel* maksimal – 1, kemudian dihasilkan histogram yang baru sehingga dapat diterapkan pada citra.

PMF yaitu perhitungan probabilitas frekuensi tiap nilai *pixel* terhadap keseluruhan jumlah *pixel*. CDF merupakan PMF yang pada nilai *pixel* kedua dan seterusnya merupakan hasil jumlah dari nilai *pixel* yang telah dihitung sebelumnya. Nilai CDF pada nilai *pixel* pertama merupakan frekuensi nilai *pixel* dibagi total *pixel* yang ada dan pada nilai *pixel* yang terbesar yaitu 1. Pada hasil histogram yang baru terdapat nilai *pixel* yang hilang sehingga nilai *pixel* yang hilang dan digantikan dengan nilai *pixel* yang baru, sehingga ada nilai *pixel* yang frekuensinya bertambah.

Data yang digunakan pada penelitian ini memiliki kualitas yang berbeda-beda. Terdapat beberapa data dengan perbedaan nilai *pixel* tidak signifikan, sehingga diperlukan perentangan kontras menggunakan teknik ini agar perbedaan nilai *pixel* lebih mudah dikenali.

## 2.4 K-Means Clustering

### 2.4.1 Algoritma K-Means

Algoritma yang diperkenalkan oleh J.B. Mac Queen pada tahun 1967, merupakan salah satu algoritma *clustering* umum yang mengelompokkan data sesuai dengan karakteristik fitur yang serupa. Algoritma ini termasuk dalam *unsupervised learning*, karena bisa mengelompokkan sendiri data yang menjadi masukan tanpa mengetahui target kelasnya. Masukan yang dibutuhkan yaitu data dan jumlah kelompok atau *cluster* yang ingin dihasilkan. Algoritma ini akan



mengelompokkan data ke dalam *cluster* sesuai dengan kemiripan karakteristik fitur dengan sendirinya. Karakteristik setiap *cluster* ditentukan titik pusat *cluster* yang disebut *centroid* [MAQ-67].

Langkah-langkah algoritma *K-Means* :

1. Algoritma menentukan jumlah *cluster* (*K*) yang ditentukan sebelumnya dan *dataset* yang akan dikelompokkan kedalam *cluster*.
2. Dibentuk *centroid* awal sejumlah yang telah ditentukan. *Centroid* awal ini diambil I dari *dataset* secara acak.
3. Menghitung rata-rata aritmatika dari setiap *cluster* yang dibentuk dalam *dataset*. Rata-rata dari suatu *cluster* adalah rata-rata dari semua *record* yang terdapat di dalam *cluster* tersebut dan disebut *centroid*. Karena di dalam semua *cluster* pertama hanya ada satu *record* maka rata-ratanya adalah nilai *record* tersebut.
4. Masukkan tiap datum ke dalam *cluster* yang memiliki jarak dengan *centroid*-nya paling dekat.
5. Ubah *centroid* masing-masing *cluster* dengan menghitung lagi rata-rata dari suatu *cluster*.
6. *K-Means* memasukkan lagi satuan data kedalam *cluster* seperti langkah 4. Langkah 5 dan 6 diulang secara terus menerus hingga menghasilkan *centroid* yang stabil.

Nilai *centroid* diperoleh dari rata-rata nilai data yang merupakan anggota dari sebuah *cluster*. Nilai *centroid* dihitung untuk setiap fitur yang digunakan untuk perhitungan *K-Means clustering*, sehingga untuk setiap fitur pada setiap *cluster* memiliki nilai *centroid* masing-masing. Nilai *centroid* dapat dihitung dengan :

$$\mu_k = \frac{1}{N_k} \sum_{q=1}^{N_k} x_k \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

- $\mu_k$  = titik *centroid* dari *cluster* ke-*k*  
 $N_k$  = banyaknya data pada *cluster* ke-*k*  
 $x_q$  = data ke-*q* pada *cluster* ke-*k*

Penentuan *cluster* yang dianggap stabil dapat dilakukan menggunakan banyak cara, diantaranya yaitu sampai *centroid* yang baru sama dengan *centroid* yang terbentuk pada iterasi *n-1* dan bisa dengan membandingkan selisih *centroid* yang baru dan *centroid* yang terbentuk pada iterasi *n-1* dengan nilai *threshold* yang ditentukan sebelumnya. Untuk menentukan jarak antara data dengan *centroid* digunakan *Euclidean Distance Space*. Cara menghitung *Euclidean distance* yaitu :

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p \{x_{ik} - x_{jk}\} \dots\dots\dots (2.4)}$$



Dimana :

$d_{ij}$  = Jarak objek antara objek  $i$  dan  $j$

$P$  = Dimensi data

$X_{ik}$  = Koordinat dari obyek  $i$  pada dimensi  $k$

$X_{jk}$  = Koordinat dari obyek  $j$  pada dimensi  $k$

## 2.4.2 Inisialisasi *Improved K-Means*

Pada penelitian ini, yang dimaksud dengan *improved K-Means* yaitu modifikasi penentuan jumlah *cluster* dan *centroid* awal. Untuk menentukan jumlah *cluster* yang digunakan, metode ini menghitung puncak histogram rata-rata citra. jumlah puncak histogram merupakan jumlah *cluster* untuk *K-Means clustering* [HOY-12].

Inisialisasi *centroid* awal yang digunakan yaitu dengan menghitung jarak setiap *pixel* terhadap setiap *pixel* yang lain. Kemudian digunakan perhitungan *improved K-Means* untuk menentukan titik yang digunakan sebagai *centroid*. Algoritma *improved K-Means* ini digunakan untuk meminimalkan pengambilan keputusan secara *random*, sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih akurat. Langkah untuk melakukan inisialisasi *centroid* awal adalah sebagai berikut [MSN-05] :

1. Menghitung jarak setiap *pixel* dengan setiap *pixel* lain menggunakan *Euclidean distance* seperti dijelaskan pada formula 2.4.
2. Menghitung jarak  $v_j$  untuk objek  $j$ , menggunakan perhitungan :

$$V_j = \sum_{i=1}^n \frac{d_{ij}}{\sum_{l=1}^n d_{il}} \dots \dots \dots (2.5)$$

Pada formula di atas,  $d_{ij}$  adalah jarak *pixel*  $i$  terhadap *pixel*  $j$ . Jarak ini dibagi dengan  $\sum_{l=1}^n d_{il}$  yang merupakan total jarak *pixel*  $i$  dengan semua *pixel* lain ( $l$ ).

3. Melakukan *sorting* nilai  $v_j$  dari nilai yang terkecil sampai besar.
4. Mengambil  $n$  titik dari nilai  $v_j$  teratas untuk digunakan sebagai titik *centroid* awal.
5. Menentukan *cluster* setiap *pixel* dengan membandingkan setiap *pixel* dengan titik *centroid* awal sehingga diperoleh *cluster* setiap *pixel*.

## 2.5 Pengujian Hasil *Clustering*

### 2.5.1 *Silhouette Coefficient*

Merupakan salah satu metode yang digunakan untuk penilaian kualitas dari hasil *clustering* oleh algoritma *clustering*. Metode pengujian ini dikenalkan oleh Peter J. Rousseeuw pada tahun 1986. *Silhouette coefficient* menilai kualitas *cluster* berdasarkan *internal criteria*, yaitu menilai hasil *clustering* menggunakan informasi yang disajikan oleh algoritma seperti jarak *cluster*. Pengujian *internal criteria* bisa membantu optimasi algoritma. Pada *silhouette coefficient* ini, evaluasi

digunakan untuk menghitung seberapa besar kesamaan setiap anggota *cluster* pada *cluster* tersebut [KOG-07]. Metode *silhouette coefficient* pada penelitian ini digunakan untuk menguji hasil algoritma *improved K-Means* secara *internal criteria*. Langkah-langkah untuk menghitung *silhouette coefficient* :

1. Menghitung nilai  $a$  yang merupakan rata-rata dari *Euclidean distance* nilai datum  $i$  dengan nilai data lain yang ada pada satu *cluster*.
2. Menghitung rata-rata dari *Euclidean Distance* nilai datum  $i$  dengan nilai data yang ada pada *cluster* lain. Dari semua jarak rata-rata yang diperoleh, diambil nilai terkecil  $b$  yang menyatakan *cluster* tetangga.
3. *Silhouette coefficient* dihitung menggunakan formula :

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

$s(i)$  : *silhouette coefficient* dari datum  $i$

$a(i)$  : rata-rata jarak datum  $i$  dengan data lain pada *cluster* yang sama

$b(i)$  : nilai minimum rata-rata jarak datum  $i$  dengan data lain pada *cluster* yang lain

Nilai *silhouette coefficient* yang dihasilkan  $-1 \leq s(i) \leq 1$ . Semakin besar nilai *silhouette coefficient* maka semakin bagus *clustering* yang dilakukan. Rata-rata dari nilai keseluruhan  $s(i)$  pada sebuah *cluster* merupakan ukuran seberapa rapat data dikelompokkan dalam satu *cluster*. Demikian rata-rata dari nilai keseluruhan  $s(i)$  pada sebuah dataset merupakan ukuran seberapa tepat data dikelompokkan dalam *cluster*. Pengujian ini bisa digunakan untuk menentukan jumlah *cluster* alami dari dataset, karena jika jumlah *cluster* terlalu banyak atau terlalu sedikit maka beberapa *cluster* menghasilkan nilai *silhouette* yang sempit daripada yang lain.

## 2.5.2 Metode Purity

Salah satu metode untuk mengevaluasi *clustering* berdasarkan *external criteria*. Untuk menghitung nilai *purity* diperlukan data kelas yang sebenarnya pada setiap datum. Data hasil clustering dibandingkan dengan data kelas sebenarnya kemudian setiap *cluster* dimasukkan ke dalam kelas yang mempunyai frekuensi paling banyak dalam *cluster*. Akurasi diperoleh dari menghitung jumlah *pixel* kelas yang mendominasi pada *cluster* dibagi jumlah keseluruhan *pixel* [DEM-12]. Perhitungan menggunakan formula :

$$purity(\Omega, \mathbb{C}) = \frac{1}{N} \sum_k \max_j |\omega_k \cap c_j| \dots \dots \dots (2.7)$$

Dimana :

$\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_k\}$  : merupakan set *cluster*

$\mathbb{C} = \{c_1, c_2, \dots, c_j\}$  : merupakan set kelas

$N$  : merupakan jumlah data



Nilai *purity* berkisar antara 0 sampai 1. Sebuah *clustering* dikatakan buruk jika angka *purity* mendekati 0, sedangkan sebuah *clustering* yang baik mempunyai angka *purity* 1 [DEM-12].

## 2.6 Tanaman Atsiri

Tanaman atsiri merupakan tanaman perkebunan yang menghasilkan minyak atsiri atau *essential oil*. Minyak atsiri dapat dihasilkan dari berbagai bagian tanaman, seperti akar, batang, daun, bunga, dan ranting. Tanaman atsiri memiliki 150-200 spesies. Di Indonesia terdapat kurang lebih 40 spesies tanaman atsiri. Tanaman atsiri yang banyak dikembangkan di Indonesia yaitu serai wangi (*Cymbopogon nardus*) dan nilam (*Pogostemon cablin*) [KAA-05].

Terdapat beberapa jenis spesies tanaman nilam di Indonesia yaitu *Pogostemon cablin Benth* (Nilam Aceh), *Pogostemon heyneatus Benth* (Nilam Jawa), dan *Pogostemon hortensis Backer* (Nilam Sabun). Tanaman nilam merupakan tanaman yang memiliki akar serabut. Struktur batang tanaman nilam yaitu batang berkayu dengan diameter 10-20 mm dengan jumlah cabang 3-5 cabang per tingkat. Umur tanaman nilam bisa mencapai 3 tahun dengan masa panen pertama bisa dilakukan pada bulan ke 6-7 dan panen berikutnya bisa dilakukan 2-3 bulan tergantung pada pola tanam [GUE-52].



Gambar 2.4 Tanaman Nilam

Tanaman nilam ini bisa tumbuh pada ketinggian 0-1.500 mdpl. Tanaman ini bisa tumbuh dengan baik di tanah yang gembur dan banyak mengandung humus. Tanah seperti ini bisa ditemui pada tanah bekas perkebunan kopi atau tanaman tahunan lainnya. Lingkungan yang dikehendaki adalah lingkungan dengan iklim sedang dengan curah hujan rata-rata 3.000 mm/tahun dengan penyebaran merata sepanjang tahun. Suhu optimal yang dibutuhkan yaitu 24-28° C dengan kelembaban relatif lebih dari 75%. Penyinaran matahari secara langsung juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman [HIM-98]. Pada tanaman nilam dengan penyinaran matahari langsung, daun tanaman nilam lebih tebal dengan warna kuning kemerahan dan ukuran lebih sempit, sedangkan daun tanaman



nilam yang tumbuh di bawah naungan memiliki daun lebih tipis dengan warna hijau dan ukuran yang lebih lebar.

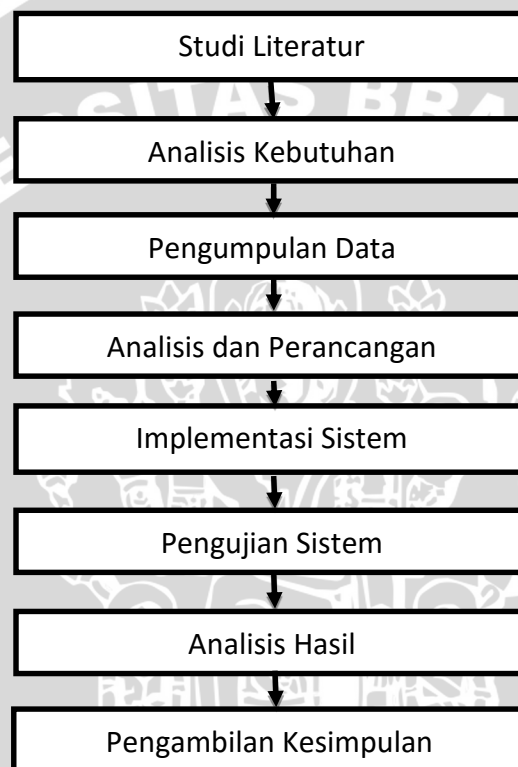
Namun pada kenyataan di lapangan, tanaman nilam yang dibudidayakan untuk menghasilkan minyak atsiri yaitu tanaman nilam Aceh. Tanaman nilam ini merupakan salah satu penghasil minyak atsiri utama di Indonesia. Minyak atsiri diperoleh dari hasil penyulingan daun dan tangkai tanaman nilam. Minyak atsiri yang dihasilkan dari tanaman nilam disebut minyak nilam (*patchouli oil*). Minyak nilam memiliki aroma yang kaya dan tahan lama. Minyak nilam banyak digunakan karena dapat dicampur dengan minyak atsiri lainnya. Minyak atsiri ini antara lain digunakan sebagai zat pengikat (fiksatif) dalam industri parfum, sabun, dan tonik rambut [KAA-05].



## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tahapan yang akan dilakukan dalam pembuatan sistem. Tahapan tersebut berisi studi literatur, pengumpulan data, analisa dan perancangan, implementasi sistem, pengujian sistem, dan kesimpulan. Berikut ini diberikan gambaran diagram blok dari tahapan yang akan dilakukan dalam metode penelitian.



Gambar 3.1 Blok Diagram Tahapan Penelitian

#### 3.1 Studi Literatur

Metode ini digunakan untuk mendapatkan dasar teori sebagai sumber acuan untuk penulisan skripsi dan pengembangan aplikasi. Kajian pustaka yang berkaitan dengan tugas akhir ini meliputi jurnal dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Studi literatur menjelaskan dasar teori yang digunakan sebagai penunjang dan pendukung penulisan skripsi. Teori penunjang dan pendukung skripsi ini meliputi :

1. Citra satelit
2. *Pre-processing* citra digital
3. *K-Means clustering*

4. Pengujian hasil *clustering*
5. Tanaman atsiri

Sumber atau referensi yang digunakan antara lain buku, jurnal, laporan penelitian, dan bantuan mesin pencari (*search engine*) internet.

### 3.2 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan proses untuk mengetahui kebutuhan apa saja dari sistem yang akan dibangun. Kebutuhan dibagi menjadi 2 yaitu kebutuhan fungsional dan non-fungsional. Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan sistem dalam hal yang bisa dilakukan oleh sistem. Sedangkan kebutuhan non-fungsional merupakan kebutuhan sistem dalam hal pendukung, *platform* berjalannya sistem, dan spesifikasi *software hardware* yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem.

Kebutuhan fungsional sistem ini yaitu dapat melakukan proses perhitungan dengan menggunakan metode *improved K-Means*. Sistem juga harus dapat menghasilkan pengenalan tanaman atsiri berdasarkan perhitungan metode yang sudah dilakukan. *User* dapat menggunakan sistem ini secara terbuka tanpa harus *login* terlebih dahulu. *User* hanya perlu menginputkan citra satelit *multispectral* ke dalam sistem. Hasil yang keluar dari sistem berupa citra yang menggambarkan sebaran tanaman atsiri dari citra masukan yang dianalisa.

Kebutuhan non-fungsional yang dibutuhkan untuk mengembangkan sistem yaitu dengan menggunakan bahasa pemrograman C#. Sistem dibangun dengan *User Interface* yang mudah diakses dan dipelajari. Sistem membutuhkan performa kecepatan pemrosesan serta memory yang tinggi karena banyak proses yang dilakukan oleh algoritma dari metode *improved K-Means*.

### 3.3 Pengumpulan Data

Metodologi ini digunakan untuk mendapatkan data sebagai acuan untuk pengembangan sistem. Terdapat dua jenis data yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu data citra satelit *multispectral* dan data *groundtruth*. Citra satelit yang digunakan yaitu citra dari satelit landsat 8 OLI/TIRS. Dari keseluruhan 12 spektral yang ada, hanya digunakan 3 BAND 3 *visible green*, BAND 4 *visible red*, dan BAND 5 *Near Infrared*. Data yang diperoleh selanjutnya akan diolah menjadi data yang bisa digunakan untuk parameter *K-Means*. Data yang diperlukan yaitu data *time series* yang diambil oleh satelit pada setiap bulan mulai dari Februari – Juli 2015. Data yang diambil hanya data di wilayah Kesamben, Kabupaten Blitar.

Data *groundtruth* yaitu data kelas sebenarnya yang digunakan untuk pengujian sistem. Data ini diperoleh dengan observasi lapang di kebun atsiri Kecamatan Kesamben, Kabupaten Blitar dan sekitarnya. Hasil yang diperoleh dari sistem akan dicocokkan koordinat wilayah yang ditandai sebagai tanaman atsiri



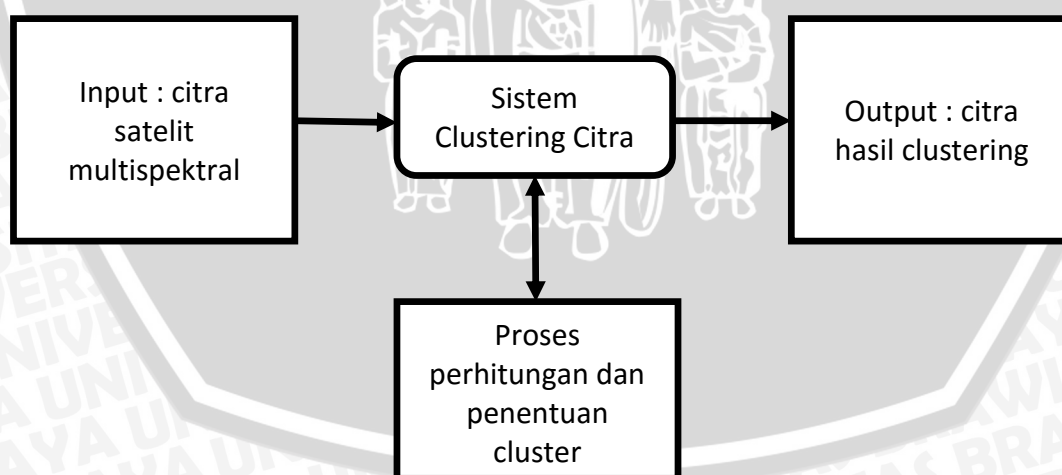
dengan mendatangi langsung tempat dengan koordinat yang dimaksud. Secara lebih lengkap dijelaskan pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Tabel Pengambilan Data**

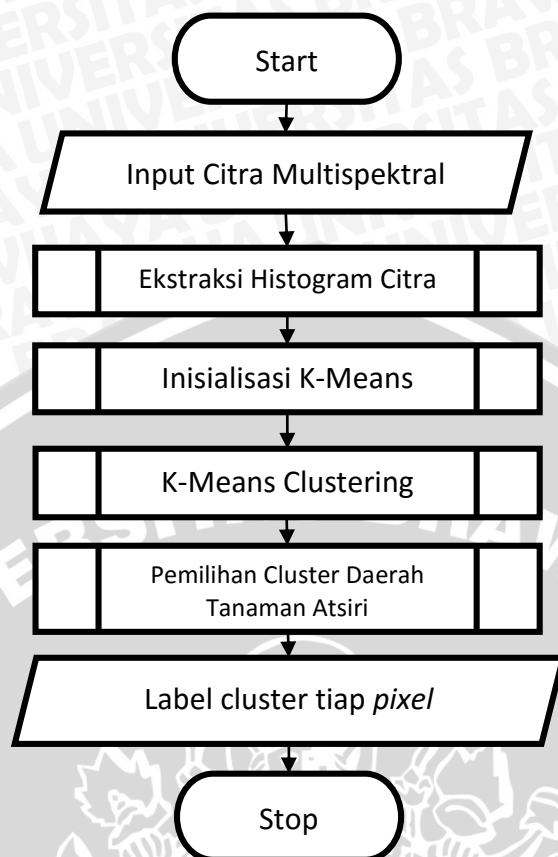
| No. | Kebutuhan Data                                 | Sumber Data                                       | Metode                  | Kegunaan Data               |
|-----|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1.  | Data Citra Landsat 8 OLI/TIRS Wilayah Kesamben | www.earthexplorer.usgs.gov.us                     | Mengunduh data yang ada | Sebagai data <i>testing</i> |
| 2.  | Data <i>groundtruth</i>                        | Kebun atsiri Kecamatan Kesamben, Kabupaten Blitar | Observasi               | Sebagai data untuk validasi |

### 3.4 Analisis dan Perancangan

Perancangan arsitektur sistem adalah tahap dimana penulis mulai merancang suatu sistem yang mampu memenuhi semua kebutuhan fungsional dan non-fungsional aplikasi dalam tugas akhir ini. Teori-teori dari pustaka dan data digabungkan dengan ilmu yang didapat dianalisis untuk merancang serta mengembangkan sistem untuk mengidentifikasi tanaman atsiri menggunakan metode *improved K-Means* berbasis citra satelit. Perancangan sistem meliputi diagram alir, perancangan antarmuka, serta perhitungan manual metode. Rancangan arsitektur sistem secara digambarkan pada blok diagram pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem**



**Gambar 3.3 Diagram Alir Berjalannya Sistem**

Pada gambar 3.3 dijelaskan tentang diagram alir jalannya sistem *clustering* citra secara umum. Setelah sistem dimulai, maka *user* bisa menginputkan citra satelit BAND yang dibutuhkan. Kemudian sistem akan melakukan ekstraksi histogram citra masing-masing BAND, sehingga diperoleh puncak histogram citra sebagai inisialisasi *cluster* untuk melakukan *K-Means Clustering*. Inisialisasi ini mencakup inisialisasi *cluster* awal. Kemudian dilakukan proses *K-Means clustering* sehingga diperoleh citra yang menggambarkan berbagai banyak *cluster*. Setelah itu ditentukan *cluster* yang merupakan tanaman atsiri yang kemudian *output* dari sistem ini adalah citra yang menggambarkan sebaran tanaman atsiri pada daerah yang telah dianalisis.

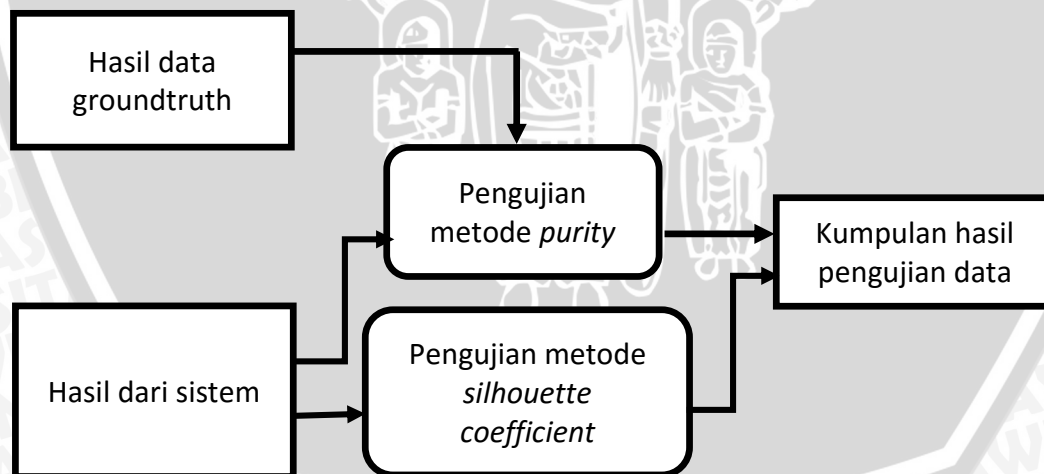
### 3.5 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan mengacu kepada perancangan sistem. Implementasi perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman C# yang di-*compile* menggunakan IDE Microsoft Visual Studio 2013. Implementasi sistem ini menggunakan *library* GDAL yang khusus dirancang untuk menangani pengolahan citra *spectral* dengan format GeoTIFF. Fitur utama dari sistem ini adalah bisa mengidentifikasi sebaran tanaman atsiri melalui analisis citra *multispectral*.

Ketika dijalankan sistem akan menampilkan *interface* untuk *user* memasukkan masukan berupa citra *multispectral*. Setelah itu sistem akan mengolah masukan dengan melakukan ekstraksi histogram untuk menghitung puncak histogram citra. Nilai yang diperoleh digunakan untuk menentukan jumlah *cluster* dalam perhitungan metode *K-Means*. Setelah itu nilai awal *cluster* setiap *pixel* diinisialisasi. Perhitungan menggunakan metode *K-Means* ini digunakan untuk menentukan *cluster* dari setiap *pixel* yang ada pada citra. Setelah anggota *cluster* ditentukan menggunakan *K-Means* maka *cluster* yang merupakan tanaman atsiri ditentukan dengan mencocokkan nilai yang ada pada *cluster* dengan sifat tanaman atsiri. Output dari sistem berupa citra klasterisasi area penelitian yang dengan label pada masing-masing *cluster*.

### 3.6 Pengujian Sistem dan Analisis Hasil

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian keberhasilan dan akurasi sistem *clustering* yang telah dibuat pada tahap implementasi. Pengujian dilakukan dengan 2 kriteria, yaitu *internal criteria* dan *external criteria*. *Internal criteria* merupakan pengujian hasil *clustering* menggunakan data dari algoritma *clustering* itu sendiri. *External criteria* merupakan pengujian hasil *clustering* yang menggunakan data dari luar algoritma *clustering*, pengujian ini dilakukan untuk memeriksa kebenaran label *cluster* yang dihasilkan algoritma *improved K-Means* dengan data *groundtruth*. Pengujian *internal criteria* pada penelitian ini menggunakan metode *silhouette coefficient*, sedangkan untuk *external criteria* menggunakan metode *purity*. Blok diagram pengujian sistem ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Blok Diagram Pengujian Sistem

#### 3.6.1 Pengujian *Silhouette Coefficient*

Pengujian yang dilakukan dengan metode *silhouette coefficient* dilakukan dengan untuk semua *pixel* citra satelit hasil algoritma *clustering*. Hasil perhitungan ini dimasukkan ke dalam tabel 3.2. Masing-masing nilai *silhouette*



*coefficient* yang dihasilkan diproses lebih lanjut untuk mengetahui rata-rata nilai *silhouette coefficient* masing-masing *cluster*. Nilai rata-rata *silhouette coefficient* semua *pixel* juga dihitung untuk mengetahui nilai *silhouette coefficient* algoritma *improved K-Means* secara keseluruhan.

**Tabel 3.2 Tabel Pengujian Metode *Silhouette Coefficient***

| <i>Pixel No.</i> | <i>Cluster</i> | <i>a(i)</i> | <i>b(i)</i> | <i>s(i)</i> |
|------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
|                  |                |             |             |             |
|                  |                |             |             |             |

### 3.6.2 Pengujian Metode *Purity*

Pengujian menggunakan metode *purity* dilakukan terhadap data uji tertentu. Data yang digunakan yaitu *pixel* yang sudah diketahui kelasnya melalui observasi data *groundtruth*. Kelas yang digunakan yaitu beberapa kelas yang ada di sekitar wilayah penelitian seperti, tanah terbangun, sawah padi, dan kebun atsiri. Setiap *cluster* yang digunakan dihitung nilai *purity* sehingga diketahui akurasi dari metode *improved K-Means*.

### 3.7 Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah semua tahapan perancangan, implementasi dan pengujian sistem aplikasi telah selesai dilakukan dan didasarkan pada kesesuaian antara teori dan praktik. Kesimpulan diambil untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahap terakhir dari penulisan adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang terjadi dan menyempurnakan penulisan serta untuk memberikan pertimbangan atas pengembangan aplikasi selanjutnya.

## BAB 4

### PERANCANGAN

Bab ini membahas perancangan yang meliputi analisis kebutuhan sistem, pengumpulan data, dan perancangan sistem clustering citra. Analisis kebutuhan meliputi kebutuhan fungsional dan nonfungsional. Pengumpulan data meliputi data citra satelit Landsat 8 OLI dan data *groundtruth*. Perancangan sistem *clustering* meliputi desain sistem *clustering* citra menggunakan metode *improved K-Means*.

#### 4.1 Analisis Kebutuhan

##### 4.1.1 Deskripsi Umum

Secara umum sistem yang dibuat dalam penelitian ini adalah sistem yang dapat melakukan identifikasi tanaman atsiri dari citra satelit Landsat 8. Sistem ini menggunakan metode *improved K-Means* untuk melakukan identifikasi berdasarkan nilai *spectral* yang dihasilkan oleh satelit Landsat 8. Sistem menggunakan nilai *spectral* dari BAND 3, BAND 4, dan BAND 5 untuk melakukan *clustering* kemudian mengenali *cluster* yang merupakan tanaman atsiri.

##### 4.1.2 Analisis Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional adalah kebutuhan utama yang harus dimiliki agar sistem identifikasi dapat bekerja sesuai dengan tujuannya, yaitu :

1. Sistem harus menyediakan *form* untuk melakukan *input* data citra satelit untuk membentuk *dataset* nilai *pixel* citra.
2. Sistem harus mampu membaca format citra geotiff serta mengolah data citra lebih lanjut menggunakan metode *improved K-Means*.
3. Sistem harus mampu menghasilkan *cluster* dan *label cluster* agar lokasi tanaman atsiri dapat dibaca oleh user.

##### 4.1.3 Analisis Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional adalah kebutuhan sistem agar sistem dapat digunakan dengan baik dan lancar, yaitu :

1. *Compatibility* : sistem harus dapat dijalankan di PC dengan sistem operasi Windows.
2. *Availability* : sistem harus mampu digunakan dalam jangka waktu 24 jam sehari, 7 hari seminggu.
3. *Usability* : sistem harus memiliki *user interface* yang mudah dan nyaman digunakan oleh *user*, serta sesuai dengan tujuan dari pembuatan sistem.



4. *Performance* : sistem harus dapat digunakan dengan kecepatan proses yang maksimal.

## 4.2 Pengumpulan Data

### 4.2.1 Data Citra Satelit

Data citra satelit pada penelitian ini menggunakan citra satelit Landsat8 OLI yang diperoleh dengan mengunduh di earthexplorer USGS. Citra yang digunakan telah melalui proses cropping pada daerah sekitar perkebunan tanaman atsiri di Kecamatan Kesamben, Kabupaten Blitar. Citra ini memiliki ukuran 41x42 *pixel*. Pada penelitian ini digunakan 6 citra yang merepresentasikan 6 bulan periode tanam tanaman atsiri. Citra yang digunakan diambil dari bulan Februari 2015 sampai Juli 2015. Detail spesifikasi citra yang digunakan dijelaskan pada tabel 4.1. Detail yang ditampilkan meliputi nomor identitas citra, tanggal perekaman, waktu perekaman, dan cloud coverage. *Cloud coverage* yaitu seberapa persen luas awan yang menutupi permukaan bumi saat citra direkam.

**Tabel 4.1 Tabel Data Citra Satelit Landsat 8**

| Landsat Scene ID      | Tanggal Perekaman | Waktu Perekaman   | Cloud Coverage (%) |
|-----------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| LC81180662015055LGN00 | 2015-02-24        | 02:35:58.0503736Z | 27.03              |
| LC81180662015087LGN00 | 2015-03-28        | 02:35:38.8368115Z | 9.62               |
| LC81180662015119LGN00 | 2015-04-29        | 02:35:25.7222365Z | 34.00              |
| LC81180662015135LGN00 | 2015-05-15        | 02:35:10.0371358Z | 16.75              |
| LC81180662015167LGN00 | 2015-06-16        | 02:35:27.3889844Z | 9.08               |
| LC81180662015199LGN00 | 2015-07-18        | 02:35:43.8314918Z | 8.83               |

Data citra yang digunakan memiliki koordinat lokasi yang sama, yaitu :

*Upper Left* : 112°21'45.26" E, 8°8'36.28"S

*Lower Left* : 112°21'45.39" E, 8°9'16.32"S

*Upper Right* : 112°22'26.42" E, 8°8'36.14"S

*Lower Right* : 112°22'26.56" E, 8°9'16.18"S

*Center* : 112°22'5.91" E, 8°8'56.23"S

*Datum* : WGS\_1984

*Projection* : UTM

*WRS Path* : 118

*WRS Row* : 66

### 4.2.2 Data Groundtruth

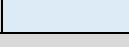
Data *groundtruth* merupakan data lokasi perkebunan atsiri serta lingkungan sekitar. Data ini diperoleh dengan melakukan observasi lokasi secara

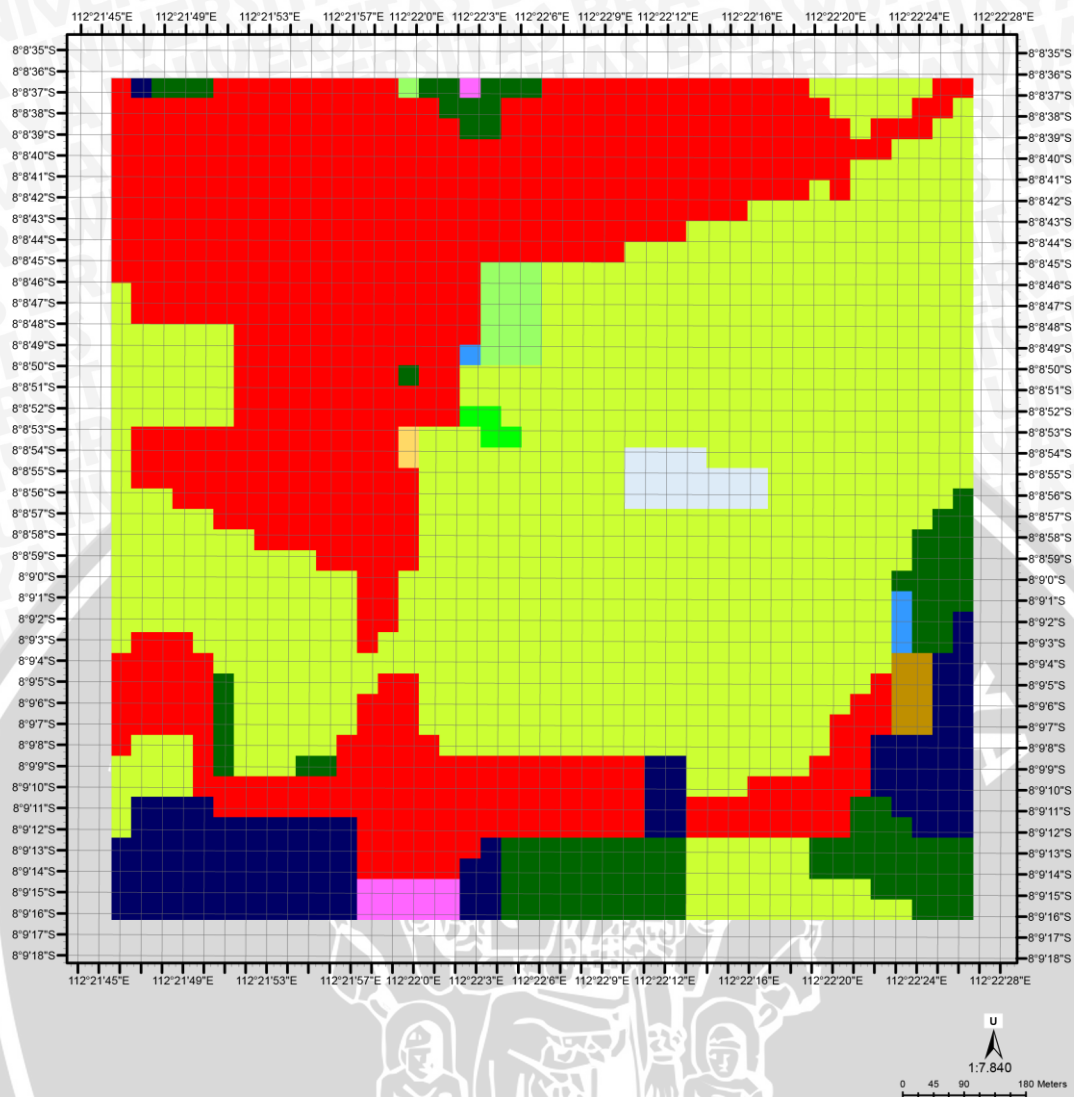


langsung menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS). GPS yang digunakan pada observasi lokasi yaitu Garmin Etrex 20 dengan akurasi penentuan lokasi mencapai 3-7 meter. Data lokasi berupa kumpulan koordinat geografis. Observasi dilakukan di perkebunan atsiri percontohan milik Universitas Brawijaya di Kecamatan Kesamben, Kabupaten Blitar serta daerah sekitar yang berada pada area citra satelit yang digunakan pada penelitian ini.

Data yang diperoleh dari pengambilan posisi menggunakan GPS direpresentasikan pada peta dengan resolusi spectral 30 x 30 meter. Resolusi ini digunakan karena citra satelit yang digunakan pada penelitian ini juga memiliki resolusi 30 x 30 meter. Penggunaan lahan di sekitar kebun atsiri dibagi menjadi 11 kelas. Untuk menentukan kelas pada sebuah *pixel* dilihat dari kelas yang mendominasi pada daerah dengan area 30 x 30 meter. Data kelas sebenarnya untuk setiap *pixel* serta koordinat *pixel* dapat dilihat pada gambar 4.1 serta keterangan warna dan label kelas dapat dilihat pada tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Pelabelan kelas pada data *groundtruth***

| No | Warna                                                                               | Kelas         |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 0  |   | Bangunan      |
| 1  |  | Pohon besar   |
| 2  |  | Tanah terbuka |
| 3  |  | Rerumputan    |
| 4  |  | Pemakaman     |
| 5  |  | Sawah padi    |
| 6  |  | Sawah jagung  |
| 7  |  | Kebun bambu   |
| 8  |  | Kebun tebu    |
| 9  |  | Serai wangi   |
| 10 |  | Nilam         |



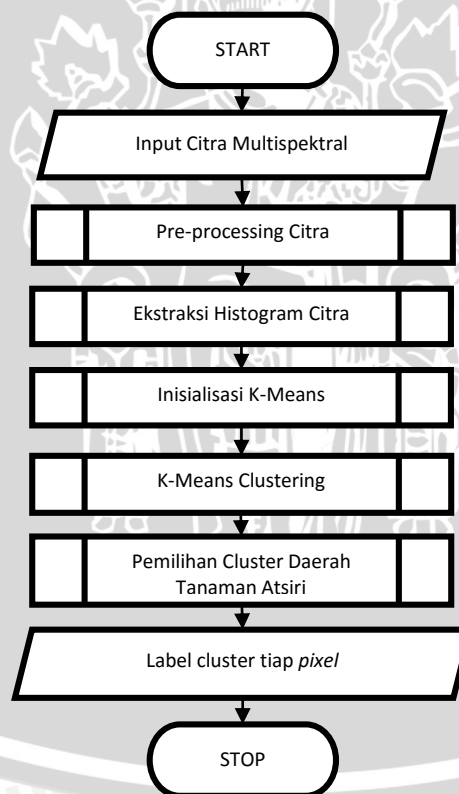
Gambar 4.1 Data *groundtruth*

## 4.3 Perancangan Sistem Identifikasi

### 4.3.1 Flowchart Sistem

Perancangan *flowchart* sistem identifikasi tanaman atsiri menggunakan metode *Improved K-Means* berdasarkan citra satelit pada penelitian ini terdiri dari *flowchart* sistem secara keseluruhan serta *flowchart* penjelasan terhadap *pre-defined process* yang terdapat pada *flowchart* sistem secara keseluruhan.

*Flowchart* pada gambar 4.1 menjelaskan alur jalannya sistem identifikasi tanaman atsiri secara umum. Langkah-langkah yang dilakukan oleh sistem yaitu pertama menerima masukan citra *multispectral* dari *user*. Pada langkah selanjutnya sistem melakukan *pre-processing* citra masukan. *Pre-processing* citra ini menggunakan metode *histogram equalization*. Tahap berikutnya sistem melakukan ekstraksi histogram untuk digunakan pada proses inisialisasi *K-Means*. Setelah proses inisialisasi selesai, sistem melakukan *K-Means clustering*. Langkah selanjutnya yaitu memilih *cluster* yang merupakan tanaman atsiri dan output yang ditampilkan oleh sistem yaitu label *cluster* pada setiap *pixel*.

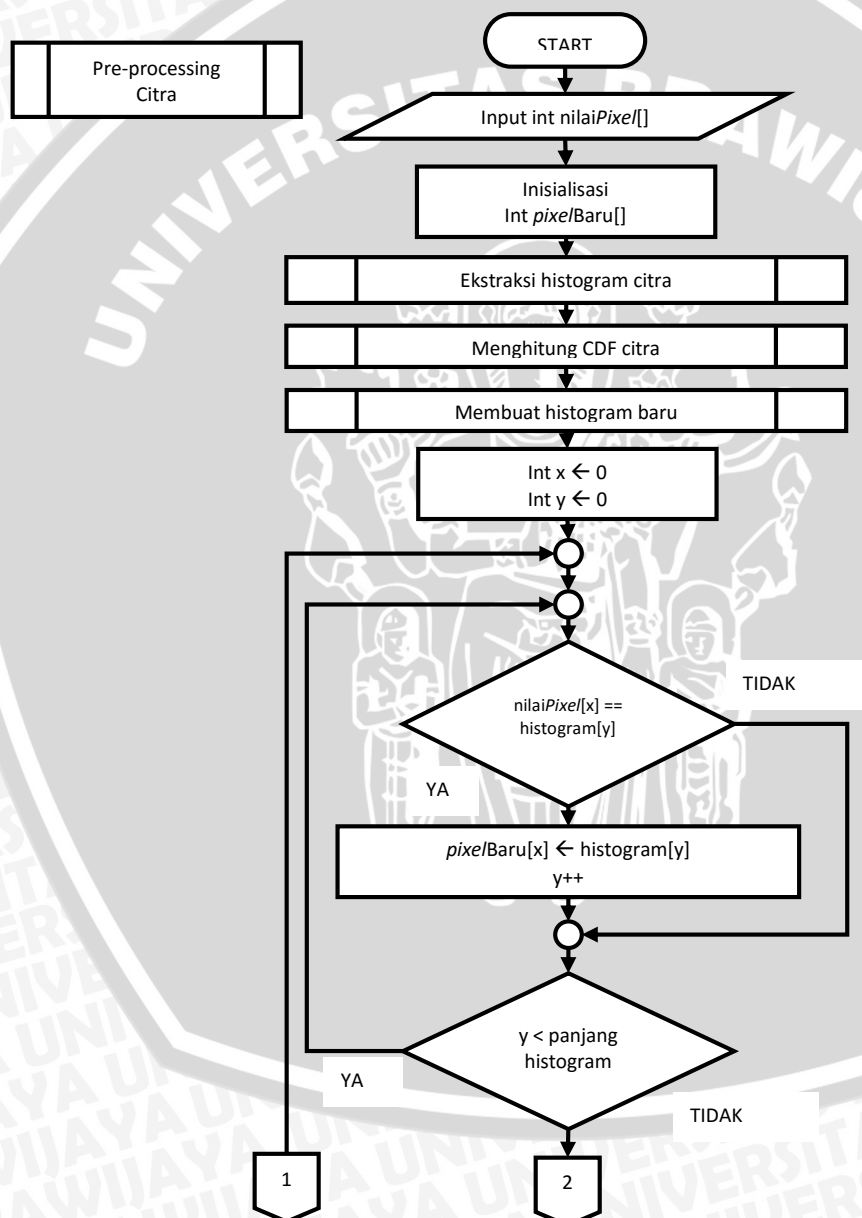


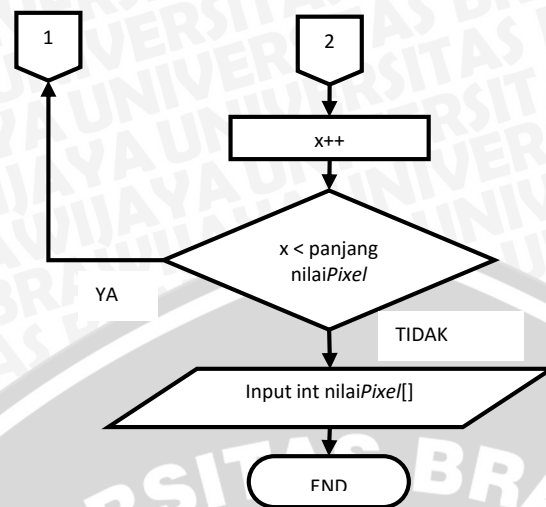
Gambar 4.2 *Flowchart* sistem identifikasi tanaman atsiri



# 1. Flowchart Pre-Processing Citra Metode Histogram Equalization

Gambar 4.2 menjelaskan alur sistem dalam melakukan *pre-processing* citra menggunakan metode *histogram equalization*. *Input* yang dibutuhkan fungsi ini yaitu *array* nilai *pixel* citra. Sistem melakukan inisialisasi *array* yang digunakan untuk menyimpan nilai *pixel* citra yang baru. Sistem melakukan proses untuk melakukan ekstraksi histogram kemudian melakukan proses menghitung *Cumulative Distribution Function* (CDF). Sistem selanjutnya melakukan perulangan untuk memasukkan nilai *pixel* yang baru ke dalam *array* berdasarkan histogram yang baru.

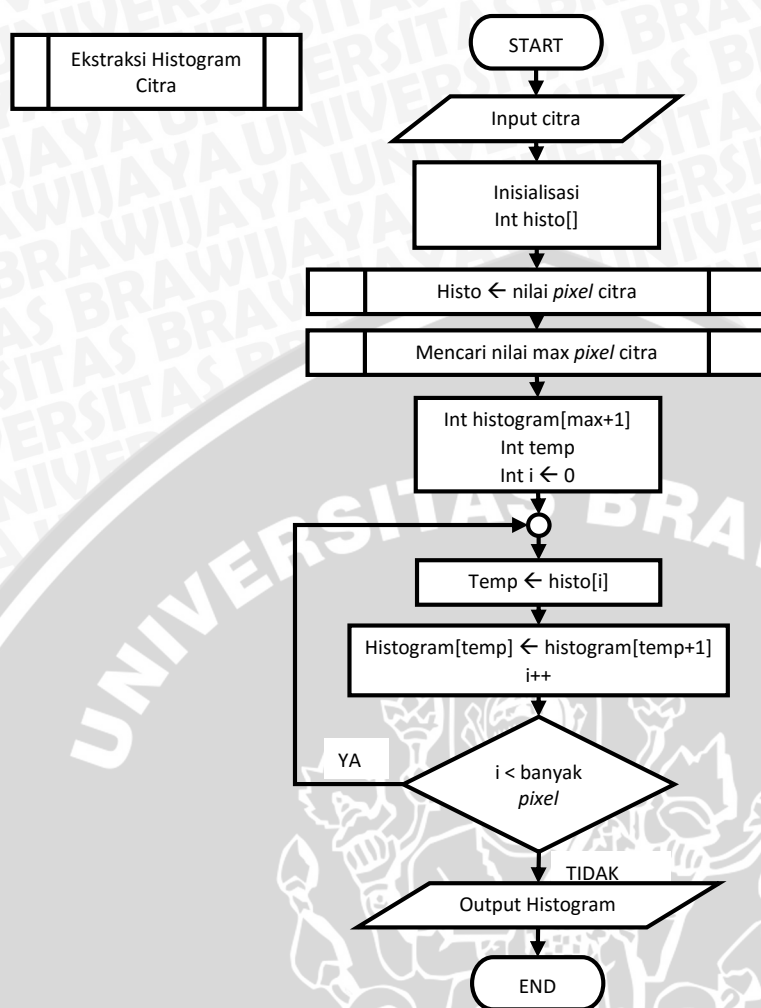




**Gambar 4.3 Flowchart pre-processing citra histogram equalization**

## 2. Flowchart Ekstraksi Histogram Citra

Gambar 4.3 menjelaskan alur sistem dalam melakukan ekstraksi histogram citra. *Input* yang dibutuhkan pada proses ini yaitu citra yang akan digunakan sebagai *dataset*. Sistem melakukan inisialisasi *variable array* yang digunakan untuk menyimpan nilai *pixel* secara *temporary*. Nilai *pixel* citra dimasukkan ke array *temporary* lalu dicari nilai maksimum dari array tersebut. Nilai maksimum ini digunakan untuk melakukan inisialisasi array yang digunakan untuk menyimpan histogram karena array histogram ini memiliki panjang sesuai dengan nilai maksimum *pixel* ditambah 1. Perulangan digunakan untuk memasukkan nilai histogram ke dalam array dengan menambahkan nilai 1 pada setiap indeks array histogram yang sesuai dengan nilai *pixel* pada array histo.

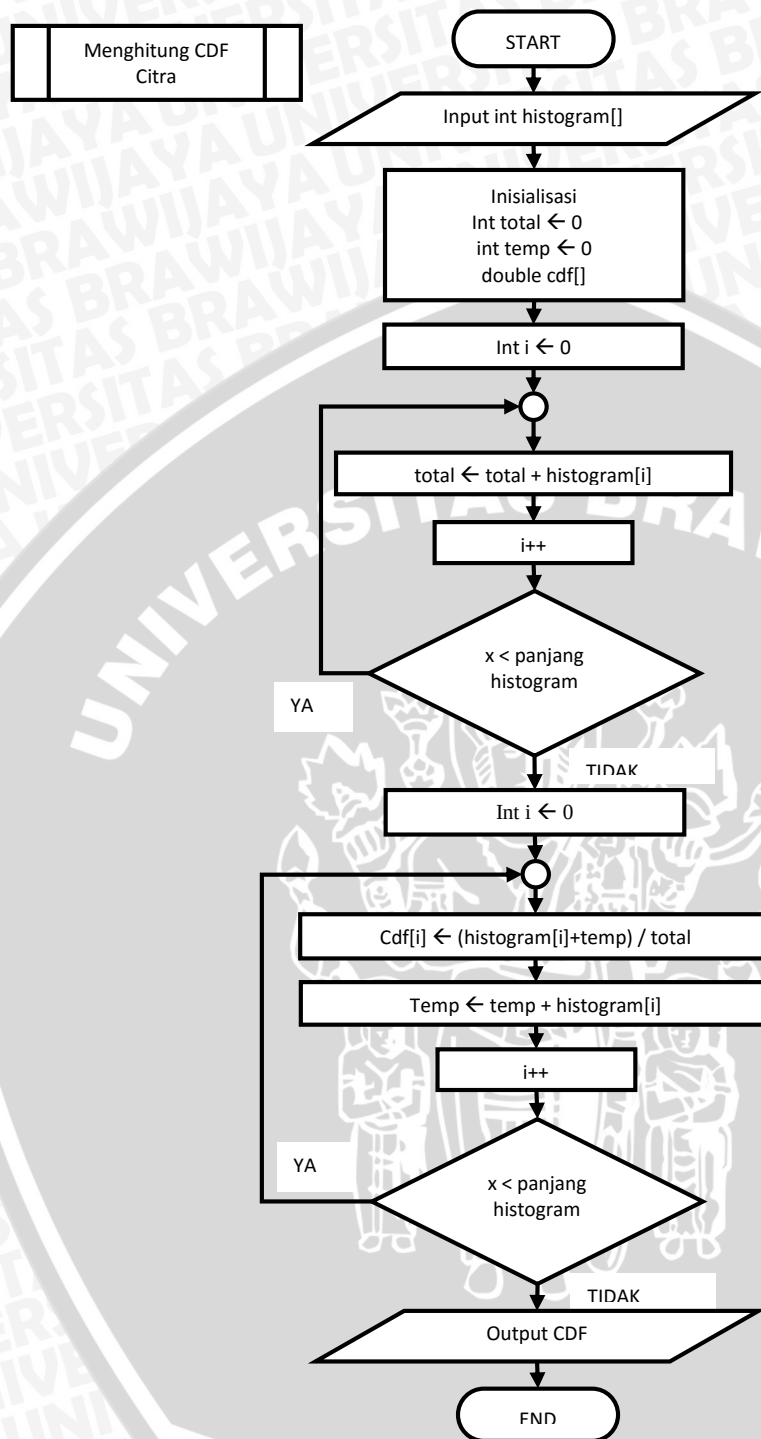


**Gambar 4.4 Flowchart ekstraksi histogram citra**

### 3. Flowchart Menghitung Cumulative Distribution Function (CDF)

Gambar 4.4 menjelaskan alur sistem dalam menghitung CDF. Proses ini membutuhkan *input* histogram citra. Sistem melakukan inisialisasi *variable* total, *temporary*, dan *array* yang digunakan untuk menyimpan nilai cdf. Sistem menghitung total nilai yang ada pada *array* histogram menggunakan perulangan. Nilai total histogram digunakan untuk menghitung cdf dengan formula yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Proses menghitung cdf menggunakan perulangan sebanyak panjang *array* histogram.



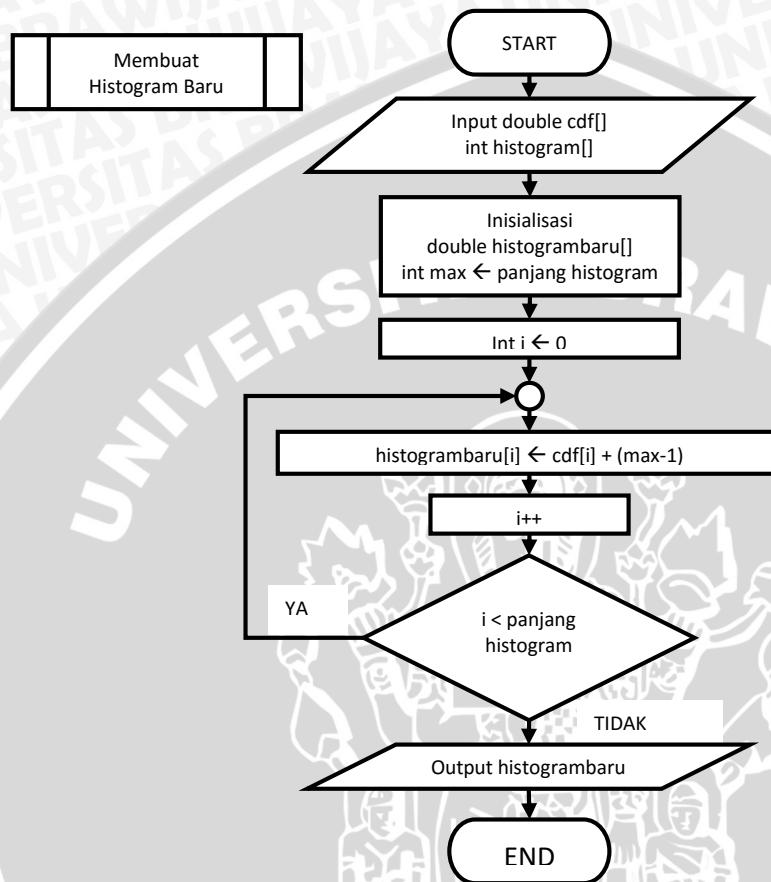


Gambar 4.5 Flowchart menghitung Cumulative Distribution Function (CDF)

#### 4. Flowchart Membuat Histogram Baru

Gambar 4.5 menjelaskan alur sistem dalam membuat histogram baru dari nilai cdf yang telah dihitung sebelumnya. *Input* yang diperlukan untuk melakukan

proses ini yaitu nilai cdf dan histogram citra. Sistem melakukan inisialisasi *variable array* yang digunakan untuk menyimpan histogram yang baru dan *variable max* yang nilainya merupakan panjang dari *array* histogram. Histogram baru diperoleh dengan mengalikan nilai cdf tiap level histogram dan nilai max yang dikurangi 1. Proses ini dilakukan sebanyak panjang *array* histogram.



**Gambar 4.6 Flowchart membuat histogram baru**

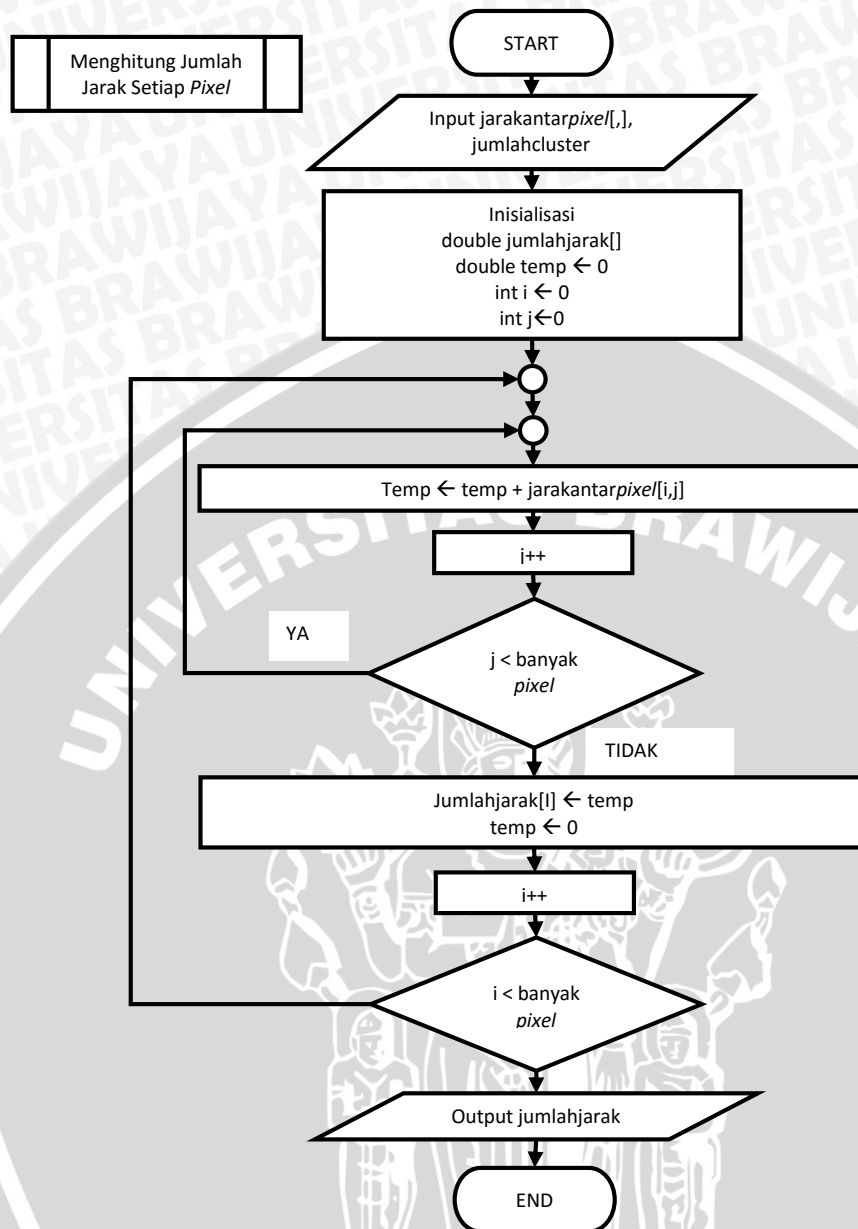
##### 5. Flowchart Inisialisasi K-Means

Gambar 4.6 menjelaskan alur kerja sistem dalam melakukan proses inisialisasi *K-Means*. Masukan yang dibutuhkan pada proses ini yaitu *dataset* citra dan jumlah *cluster*. Proses pertama yang dilakukan yaitu inisialisasi *variable array* yang digunakan untuk menyimpan *centroid* awal yang dihasilkan. Proses selanjutnya yaitu menghitung *Euclidean Distance* antar *pixel*, kemudian menghitung jumlah jarak setiap *pixel*. Jumlah ini digunakan untuk menghitung nilai *v* pada proses berikutnya, kemudian sistem menghitung jumlah nilai *v* setiap *pixel*. Proses selanjutnya yaitu melakukan *sorting ascending* pada jumlah nilai *v*, selanjutnya nilai *pixel* titik yang digunakan untuk *centroid* awal diambil dari *n*-titik yang memiliki jumlah nilai *v* terkecil menggunakan perulangan.



Gambar 4.7 menjelaskan alur kerja sistem dalam melakukan proses menghitung jumlah jarak setiap *pixel* terhadap *pixel* lain. *Input* yang dibutuhkan pada proses ini yaitu jarak antar *pixel*. Langkah yang dilakukan yaitu inisialisasi *variable array* yang digunakan untuk menyimpan jumlah jarak setiap *pixel* dan *variable temporary*. Langkah utama dari proses ini yaitu menghitung total *Euclidean Distance* sebuah *pixel* terhadap *pixel* lain. Langkah ini dilakukan sebanyak jumlah *pixel* menggunakan perulangan.

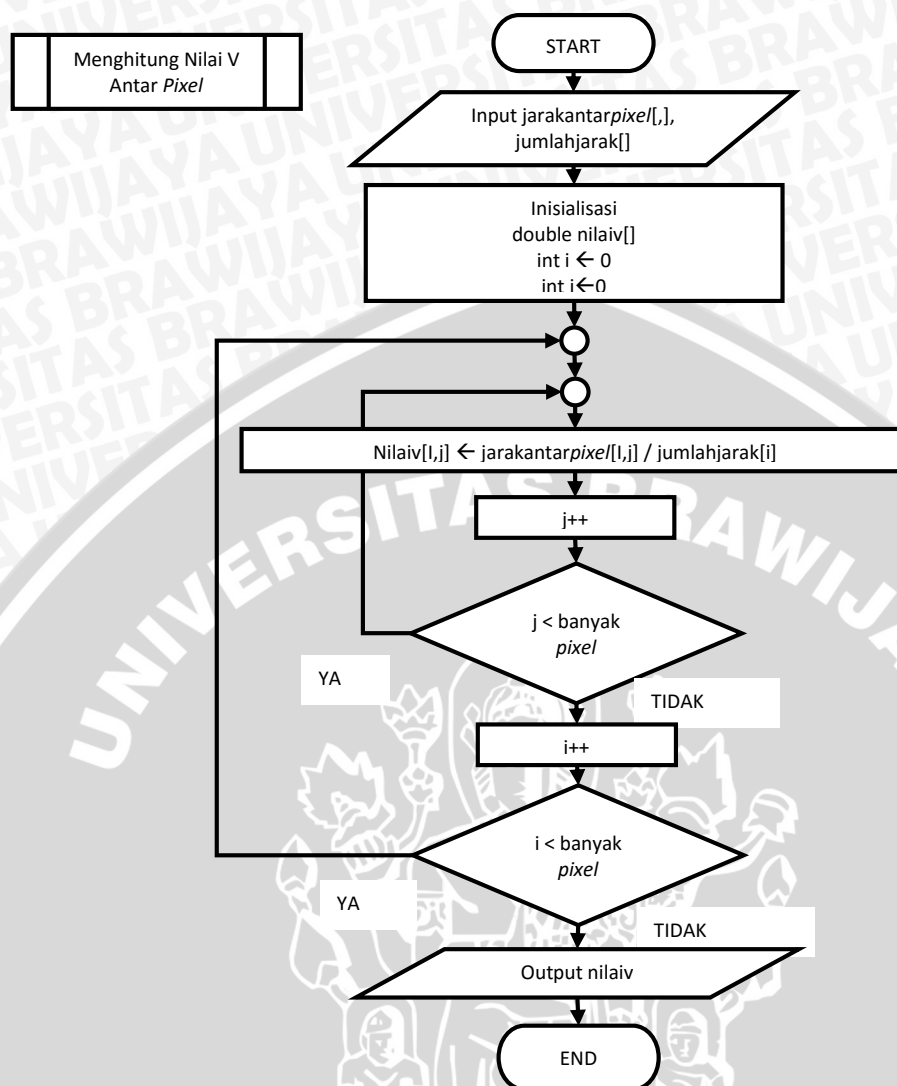




**Gambar 4.8 Flowchart proses menghitung jumlah jarak setiap pixel**

#### 7. Flowchart Menghitung Nilai $v$ antar Pixel

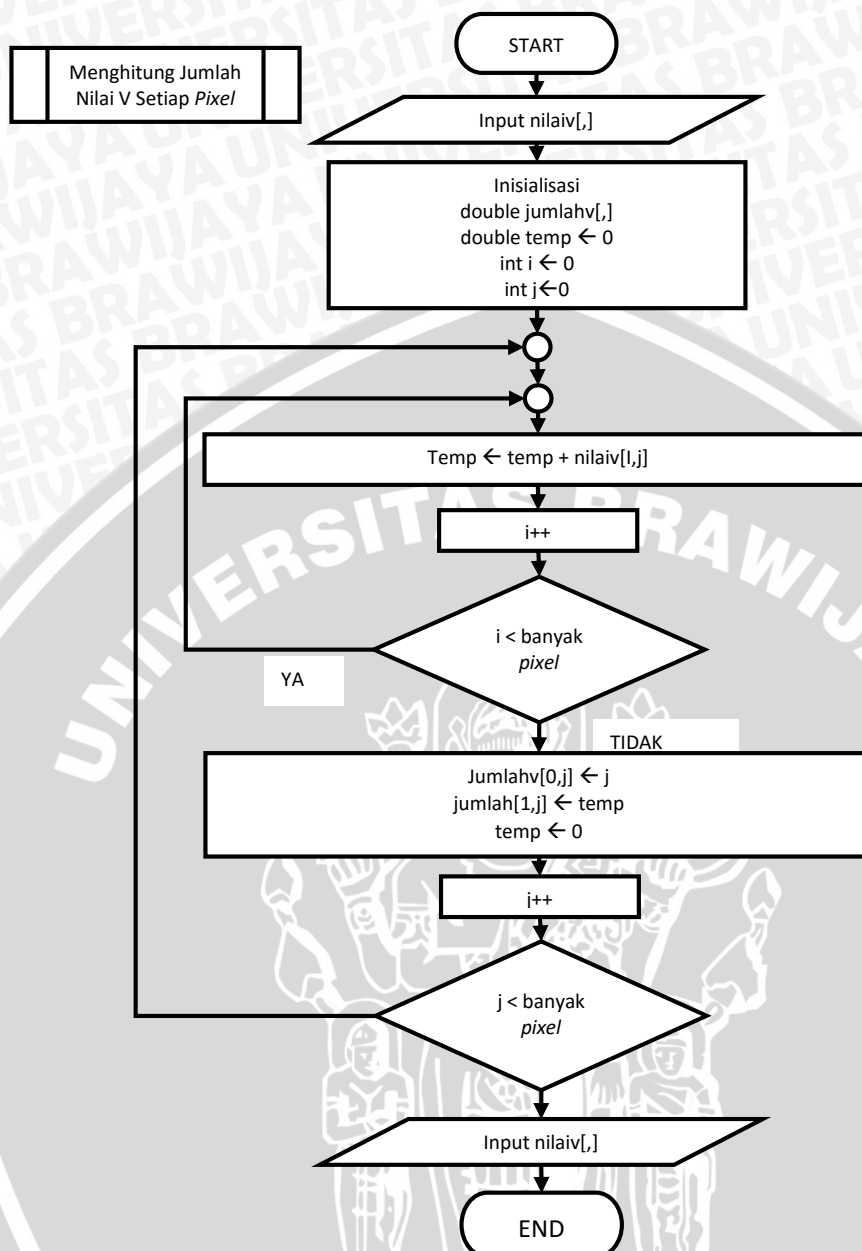
Gambar 4.8 menjelaskan alur kerja sistem dalam melakukan proses menghitung nilai  $v$  setiap *pixel* terhadap *pixel* lain. Input yang dibutuhkan dalam proses ini yaitu jarak antar *pixel* terhadap *pixel* lain dan jumlah jarak untuk setiap *pixel*. Inisialisasi dilakukan terhadap *variable array* untuk menyimpan nilai  $v$  antar *pixel*. Proses dilakukan dengan membagi jarak antar *pixel* dengan jumlah jarak pada *pixel*. Perhitungan tersebut dilakukan untuk semua jarak antar *pixel* menggunakan perulangan.



**Gambar 4.9 Flowchart proses menghitung nilai v antar pixel**

8. *Flowchart Menghitung Jumlah Nilai v setiap Pixel*

Gambar 4.9 menjelaskan alur kerja sistem dalam melakukan proses menghitung jumlah nilai v setiap *pixel*. Input yang dibutuhkan untuk proses ini yaitu nilai v antar *pixel*. Langkah yang dilakukan yaitu inisialisasi *variable array* yang digunakan untuk menyimpan jumlah nilai v untuk setiap *pixel* dan *variable temporary*. Nilai jumlah dihitung menggunakan perulangan dengan bantuan *variable temporary*.



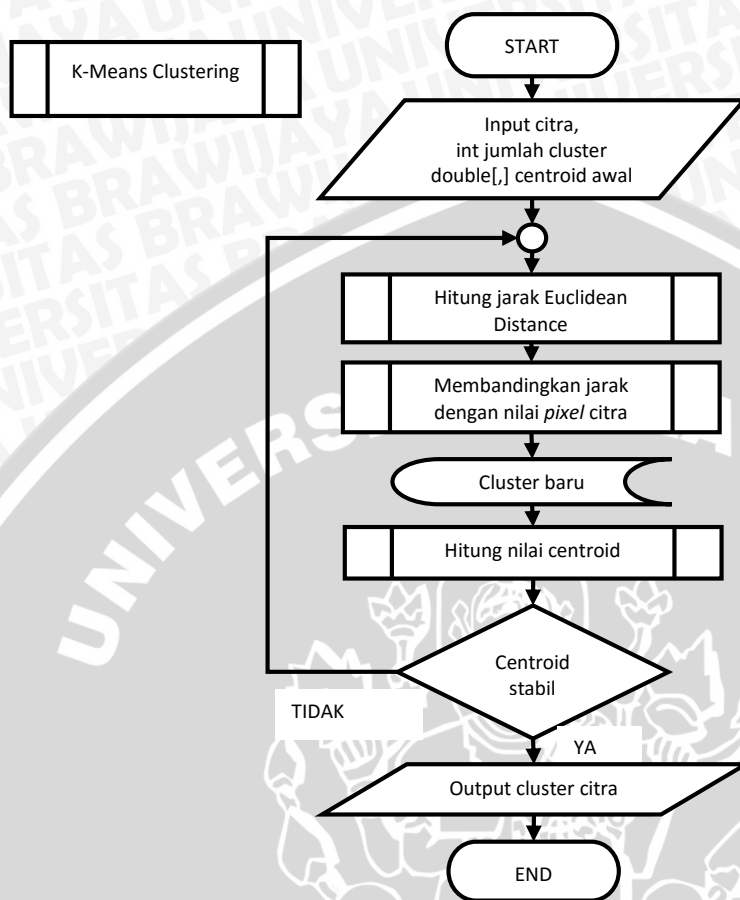
Gambar 4.10 Flowchart proses menghitung jumlah nilai  $v$  setiap  $pixel$

#### 9. Flowchart K-Means Clustering

Gambar 4.10 menjelaskan alur kerja sistem dalam melakukan proses *K-Means clustering*. *Input* yang dibutuhkan pada proses ini yaitu *dataset* citra yang digunakan dan jumlah *cluster* yang dibentuk. Proses pertama yang dilakukan yaitu inisialisasi *cluster* awal pada *dataset*. Alur pada proses ini serupa dengan langkah-langkah *K-Means clustering* yang dijelaskan pada bab sebelumnya. Langkah menghitung nilai *centroid*, kemudian jarak *Euclidean*, kemudian membandingkan



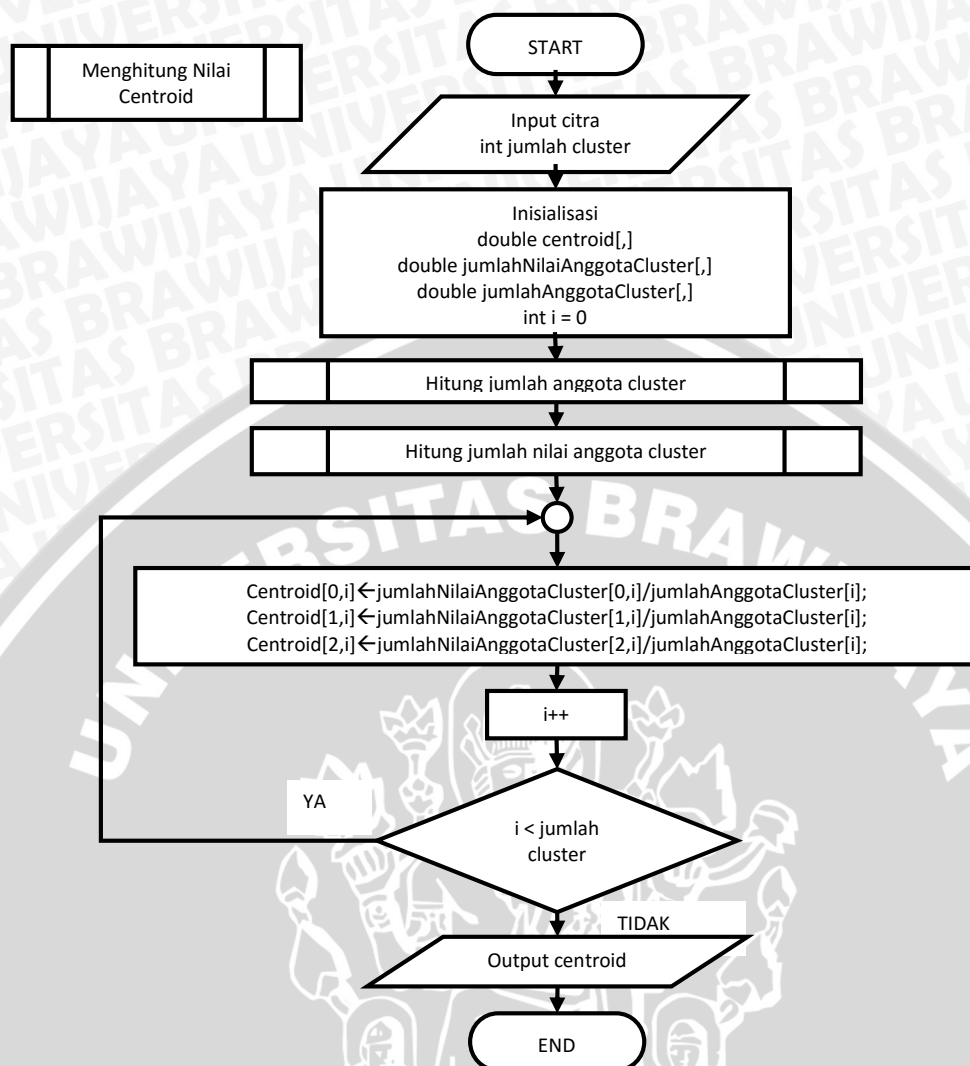
jarak *Euclidean* untuk mendapatkan *cluster* baru menggunakan perulangan hingga nilai *centroid* stabil.



**Gambar 4.11 Flowchart proses K-Means Clustering**

#### 10. Flowchart Menghitung Nilai Centroid

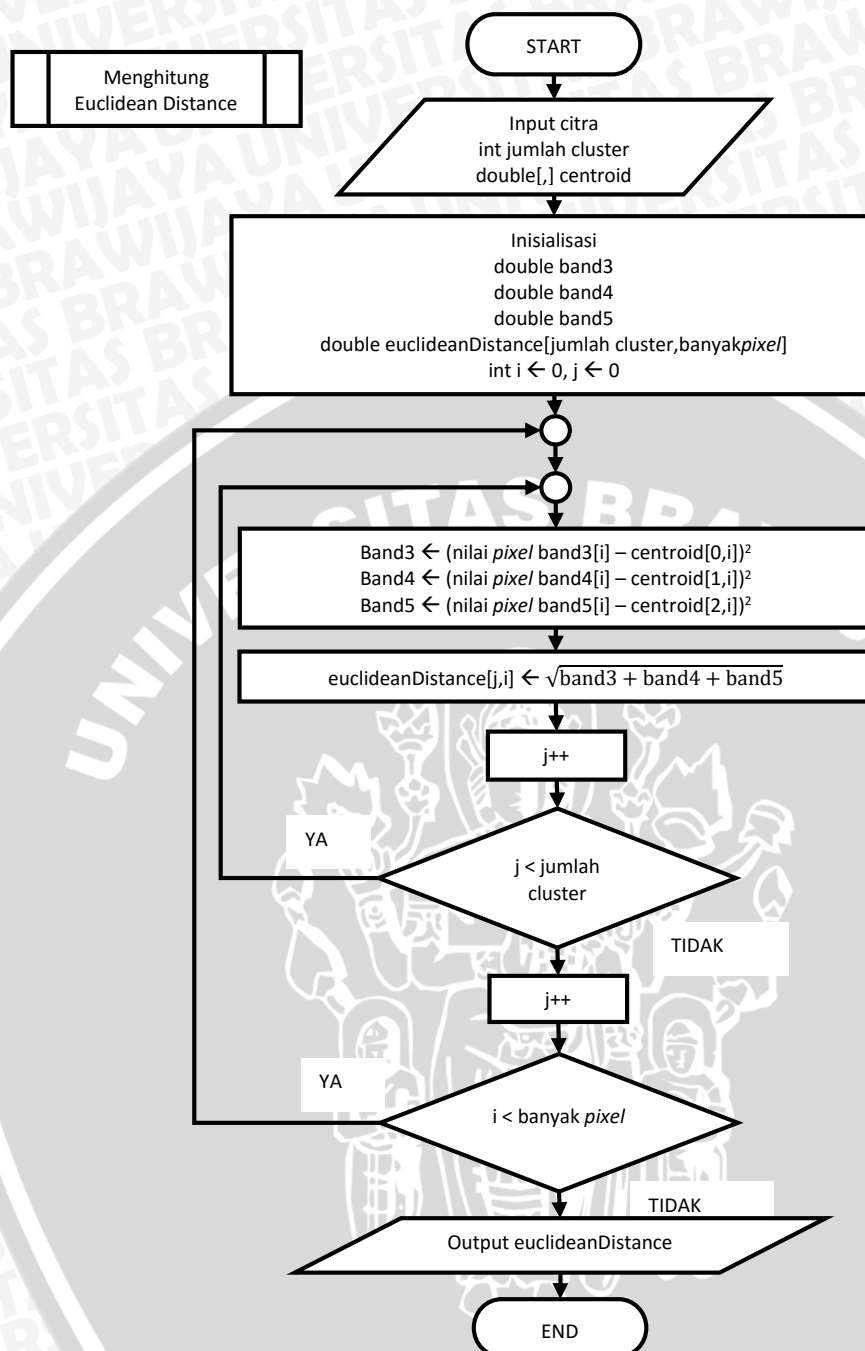
Gambar 4.11 menjelaskan alur sistem dalam proses menghitung nilai *centroid*. Input yang dibutuhkan yaitu dataset citra dan jumlah *cluster* yang akan dibuat. Proses selanjutnya sistem melakukan inisialisasi *variable array* untuk menyimpan *centroid*, *array* untuk jumlah nilai anggota untuk setiap *cluster*, dan jumlah anggota masing-masing *cluster*. Proses selanjutnya yaitu menghitung jumlah anggota *cluster* dan jumlah nilai anggota masing-masing *cluster*. Kemudian menghitung nilai *centroid* dari masing-masing *BAND* untuk masing-masing *cluster* menggunakan iterasi.



**Gambar 4.12 Flowchart menghitung nilai centroid**

#### 11. Flowchart Menghitung Euclidean Distance

Gambar 4.12 menjelaskan alur sistem dalam menghitung *euclidean distance*. Proses ini membutuhkan *input dataset* citra, jumlah *cluster*, dan *centroid*. Selanjutnya sistem melakukan proses untuk inisialisasi *variable* yang dibutuhkan, yaitu *variable* untuk menyimpan selisih nilai *pixel* dengan nilai *centroid* pada setiap BAND dengan nama band3 sampai band4, dan *variable* untuk menyimpan *variable* untuk menyimpan seluruh *euclidean distance* untuk setiap *pixel*. Proses perhitungan dilakukan sesuai dengan formula *euclidean distance* yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya menggunakan perulangan untuk setiap *pixel dataset*.



Gambar 4.13 Flowchart menghitung Euclidean distance

### 4.3.2 Perhitungan Manualisasi

Perhitungan manualisasi memberikan contoh perhitungan metode *improved K-Means* secara berurutan. Perhitungan ini meliputi ekstraksi histogram, inisialisasi *centroid* awal, dan perhitungan *K-Means* sendiri. Data yang digunakan pada perhitungan manualisasi ini merupakan data image multispectral dengan ukuran  $8 \times 8 \text{ pixel}$ . Data ditunjukkan pada tabel 4.3 untuk BAND 3, tabel 4.4 untuk BAND 4, dan 4.5 untuk BAND 5.



**Tabel 4.3 Data citra BAND 3**

|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 11001 | 11206 | 11067 | 10915 | 10833 | 10677 | 10732 | 10488 |
| 10953 | 11136 | 11212 | 10960 | 10923 | 10791 | 10709 | 10511 |
| 10795 | 11036 | 10723 | 10166 | 10240 | 9951  | 10033 | 10581 |
| 10436 | 10142 | 10213 | 10328 | 10269 | 10466 | 10765 | 10894 |
| 10195 | 10155 | 10601 | 10926 | 10952 | 10865 | 10856 | 10978 |
| 9678  | 10520 | 10953 | 11015 | 10841 | 10690 | 10739 | 10852 |
| 10322 | 11012 | 11056 | 11056 | 11127 | 10933 | 10731 | 10881 |
| 11008 | 11291 | 11175 | 11170 | 11221 | 11138 | 11138 | 10748 |

**Tabel 4.4 Data citra BAND 4**

|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 11824 | 12078 | 11903 | 11696 | 11567 | 11292 | 11378 | 10679 |
| 11725 | 11960 | 12119 | 11781 | 11749 | 11482 | 11269 | 10703 |
| 11406 | 11735 | 11254 | 10150 | 10174 | 9740  | 9818  | 10824 |
| 10721 | 10013 | 10195 | 10433 | 10296 | 10732 | 11230 | 11471 |
| 10148 | 10083 | 10875 | 11585 | 11648 | 11597 | 11436 | 11653 |
| 9076  | 10788 | 11703 | 11829 | 11460 | 11120 | 11162 | 11408 |
| 10196 | 11658 | 11917 | 11929 | 11970 | 11532 | 11211 | 11429 |
| 11617 | 12174 | 12099 | 11986 | 12000 | 12036 | 11816 | 11145 |

**Tabel 4.5 Data citra BAND 5**

|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 17277 | 17793 | 18233 | 17979 | 17402 | 16790 | 16835 | 17829 |
| 17027 | 17325 | 18324 | 18117 | 17820 | 17125 | 17226 | 17630 |
| 17188 | 17421 | 18153 | 17700 | 17731 | 17311 | 17520 | 17098 |
| 16769 | 17563 | 18358 | 17725 | 17423 | 17337 | 16888 | 16932 |
| 17005 | 17556 | 17801 | 17709 | 17446 | 16879 | 16796 | 17188 |
| 17865 | 17425 | 17062 | 17198 | 16914 | 16592 | 16701 | 16816 |
| 18374 | 17185 | 17306 | 17390 | 17186 | 16546 | 16513 | 16172 |
| 16977 | 17545 | 17800 | 17759 | 17968 | 17521 | 17286 | 16864 |

Sistem melakukan proses *pre-processing* citra menggunakan metode *histogram equalization* dengan formula yang telah dijelaskan pada bab

sebelumnya. Hasil perhitungan merupakan *gray level* baru untuk setiap BAND, dapat dilihat pada tabel 4.6 untuk BAND 3, tabel 4.7 untuk BAND 4, dan 4.8 untuk BAND 5.

**Tabel 4.6 Gray level baru BAND 3**

| Level | PMF      | CDF      | Gray Level Baru |
|-------|----------|----------|-----------------|
| 9678  | 0,015625 | 0,015625 | 512             |
| 9951  | 0,015625 | 0,03125  | 1024            |
| 10033 | 0,015625 | 0,046875 | 1536            |
| 10142 | 0,015625 | 0,0625   | 2048            |
| 10155 | 0,015625 | 0,078125 | 2560            |
| 10166 | 0,015625 | 0,09375  | 3072            |
| 10195 | 0,015625 | 0,109375 | 3584            |
| 10213 | 0,015625 | 0,125    | 4096            |
| 10240 | 0,015625 | 0,140625 | 4608            |
| 10269 | 0,015625 | 0,15625  | 5120            |
| 10322 | 0,015625 | 0,171875 | 5632            |
| 10328 | 0,015625 | 0,1875   | 6144            |
| 10436 | 0,015625 | 0,203125 | 6656            |
| 10466 | 0,015625 | 0,21875  | 7168            |
| 10488 | 0,015625 | 0,234375 | 7680            |
| 10511 | 0,015625 | 0,25     | 8192            |
| 10520 | 0,015625 | 0,265625 | 8703            |
| 10581 | 0,015625 | 0,28125  | 9215            |
| 10601 | 0,015625 | 0,296875 | 9727            |
| 10677 | 0,015625 | 0,3125   | 10239           |
| 10690 | 0,015625 | 0,328125 | 10751           |
| 10709 | 0,015625 | 0,34375  | 11263           |
| 10723 | 0,015625 | 0,359375 | 11775           |
| 10731 | 0,015625 | 0,375    | 12287           |
| 10732 | 0,015625 | 0,390625 | 12799           |
| 10739 | 0,015625 | 0,40625  | 13311           |
| 10748 | 0,015625 | 0,421875 | 13823           |
| 10765 | 0,015625 | 0,4375   | 14335           |
| 10791 | 0,015625 | 0,453125 | 14847           |
| 10795 | 0,015625 | 0,46875  | 15359           |

| Level | PMF      | CDF      | Gray Level Baru |
|-------|----------|----------|-----------------|
| 10833 | 0,015625 | 0,484375 | 15871           |
| 10841 | 0,015625 | 0,5      | 16383           |
| 10852 | 0,015625 | 0,515625 | 16895           |
| 10856 | 0,015625 | 0,53125  | 17407           |
| 10865 | 0,015625 | 0,546875 | 17919           |
| 10881 | 0,015625 | 0,5625   | 18431           |
| 10894 | 0,015625 | 0,578125 | 18943           |
| 10915 | 0,015625 | 0,59375  | 19455           |
| 10923 | 0,015625 | 0,609375 | 19967           |
| 10926 | 0,015625 | 0,625    | 20479           |
| 10933 | 0,015625 | 0,640625 | 20991           |
| 10952 | 0,015625 | 0,65625  | 21503           |
| 10953 | 0,03125  | 0,6875   | 22527           |
| 10960 | 0,015625 | 0,703125 | 23039           |
| 10978 | 0,015625 | 0,71875  | 23551           |
| 11001 | 0,015625 | 0,734375 | 24063           |
| 11008 | 0,015625 | 0,75     | 24575           |
| 11012 | 0,015625 | 0,765625 | 25086           |
| 11015 | 0,015625 | 0,78125  | 25598           |
| 11036 | 0,015625 | 0,796875 | 26110           |
| 11056 | 0,03125  | 0,828125 | 27134           |
| 11067 | 0,015625 | 0,84375  | 27646           |
| 11127 | 0,015625 | 0,859375 | 28158           |
| 11136 | 0,015625 | 0,875    | 28670           |
| 11138 | 0,03125  | 0,90625  | 29694           |
| 11170 | 0,015625 | 0,921875 | 30206           |
| 11175 | 0,015625 | 0,9375   | 30718           |
| 11206 | 0,015625 | 0,953125 | 31230           |
| 11212 | 0,015625 | 0,96875  | 31742           |
| 11221 | 0,015625 | 0,984375 | 32254           |
| 11291 | 0,015625 | 1        | 32766           |



Tabel 4.7 Gray level baru BAND 4

| Level | PMF      | CDF      | Gray Level Baru |
|-------|----------|----------|-----------------|
| 9076  | 0,015625 | 0,015625 | 512             |
| 9740  | 0,015625 | 0,03125  | 1024            |
| 9818  | 0,015625 | 0,046875 | 1536            |
| 10013 | 0,015625 | 0,0625   | 2048            |
| 10083 | 0,015625 | 0,078125 | 2560            |
| 10148 | 0,015625 | 0,09375  | 3072            |
| 10150 | 0,015625 | 0,109375 | 3584            |
| 10174 | 0,015625 | 0,125    | 4096            |
| 10195 | 0,015625 | 0,140625 | 4608            |
| 10196 | 0,015625 | 0,15625  | 5120            |
| 10296 | 0,015625 | 0,171875 | 5632            |
| 10433 | 0,015625 | 0,1875   | 6144            |
| 10679 | 0,015625 | 0,203125 | 6656            |
| 10703 | 0,015625 | 0,21875  | 7168            |
| 10721 | 0,015625 | 0,234375 | 7680            |
| 10732 | 0,015625 | 0,25     | 8192            |
| 10788 | 0,015625 | 0,265625 | 8703            |
| 10824 | 0,015625 | 0,28125  | 9215            |
| 10875 | 0,015625 | 0,296875 | 9727            |
| 11120 | 0,015625 | 0,3125   | 10239           |
| 11145 | 0,015625 | 0,328125 | 10751           |
| 11162 | 0,015625 | 0,34375  | 11263           |
| 11211 | 0,015625 | 0,359375 | 11775           |
| 11230 | 0,015625 | 0,375    | 12287           |
| 11254 | 0,015625 | 0,390625 | 12799           |
| 11269 | 0,015625 | 0,40625  | 13311           |
| 11292 | 0,015625 | 0,421875 | 13823           |
| 11378 | 0,015625 | 0,4375   | 14335           |
| 11406 | 0,015625 | 0,453125 | 14847           |
| 11408 | 0,015625 | 0,46875  | 15359           |
| 11429 | 0,015625 | 0,484375 | 15871           |
| 11436 | 0,015625 | 0,5      | 16383           |
| 11460 | 0,015625 | 0,515625 | 16895           |

| Level | PMF      | CDF      | Gray Level Baru |
|-------|----------|----------|-----------------|
| 11471 | 0,015625 | 0,53125  | 17407           |
| 11482 | 0,015625 | 0,546875 | 17919           |
| 11532 | 0,015625 | 0,5625   | 18431           |
| 11567 | 0,015625 | 0,578125 | 18943           |
| 11585 | 0,015625 | 0,59375  | 19455           |
| 11597 | 0,015625 | 0,609375 | 19967           |
| 11617 | 0,015625 | 0,625    | 20479           |
| 11648 | 0,015625 | 0,640625 | 20991           |
| 11653 | 0,015625 | 0,65625  | 21503           |
| 11658 | 0,015625 | 0,671875 | 22015           |
| 11696 | 0,015625 | 0,6875   | 22527           |
| 11703 | 0,015625 | 0,703125 | 23039           |
| 11725 | 0,015625 | 0,71875  | 23551           |
| 11735 | 0,015625 | 0,734375 | 24063           |
| 11749 | 0,015625 | 0,75     | 24575           |
| 11781 | 0,015625 | 0,765625 | 25086           |
| 11816 | 0,015625 | 0,78125  | 25598           |
| 11824 | 0,015625 | 0,796875 | 26110           |
| 11829 | 0,015625 | 0,8125   | 26622           |
| 11903 | 0,015625 | 0,828125 | 27134           |
| 11917 | 0,015625 | 0,84375  | 27646           |
| 11929 | 0,015625 | 0,859375 | 28158           |
| 11960 | 0,015625 | 0,875    | 28670           |
| 11970 | 0,015625 | 0,890625 | 29182           |
| 11986 | 0,015625 | 0,90625  | 29694           |
| 12000 | 0,015625 | 0,921875 | 30206           |
| 12036 | 0,015625 | 0,9375   | 30718           |
| 12078 | 0,015625 | 0,953125 | 31230           |
| 12099 | 0,015625 | 0,96875  | 31742           |
| 12119 | 0,015625 | 0,984375 | 32254           |
| 12174 | 0,015625 | 1        | 32766           |

Tabel 4.8 Gray level baru BAND 5

| Level | PMF      | CDF      | Gray Level Baru |
|-------|----------|----------|-----------------|
| 16172 | 0,015625 | 0,015625 | 512             |
| 16513 | 0,015625 | 0,03125  | 1024            |
| 16546 | 0,015625 | 0,046875 | 1536            |
| 16592 | 0,015625 | 0,0625   | 2048            |
| 16701 | 0,015625 | 0,078125 | 2560            |
| 16769 | 0,015625 | 0,09375  | 3072            |
| 16790 | 0,015625 | 0,109375 | 3584            |
| 16796 | 0,015625 | 0,125    | 4096            |
| 16816 | 0,015625 | 0,140625 | 4608            |
| 16835 | 0,015625 | 0,15625  | 5120            |
| 16864 | 0,015625 | 0,171875 | 5632            |
| 16879 | 0,015625 | 0,1875   | 6144            |
| 16888 | 0,015625 | 0,203125 | 6656            |
| 16914 | 0,015625 | 0,21875  | 7168            |
| 16932 | 0,015625 | 0,234375 | 7680            |
| 16977 | 0,015625 | 0,25     | 8192            |
| 17005 | 0,015625 | 0,265625 | 8703            |
| 17027 | 0,015625 | 0,28125  | 9215            |
| 17062 | 0,015625 | 0,296875 | 9727            |
| 17098 | 0,015625 | 0,3125   | 10239           |
| 17125 | 0,015625 | 0,328125 | 10751           |
| 17185 | 0,015625 | 0,34375  | 11263           |
| 17186 | 0,015625 | 0,359375 | 11775           |
| 17188 | 0,03125  | 0,390625 | 12799           |
| 17198 | 0,015625 | 0,40625  | 13311           |
| 17226 | 0,015625 | 0,421875 | 13823           |
| 17277 | 0,015625 | 0,4375   | 14335           |
| 17286 | 0,015625 | 0,453125 | 14847           |
| 17306 | 0,015625 | 0,46875  | 15359           |
| 17311 | 0,015625 | 0,484375 | 15871           |
| 17325 | 0,015625 | 0,5      | 16383           |
| 17337 | 0,015625 | 0,515625 | 16895           |
| 17390 | 0,015625 | 0,53125  | 17407           |



| Level | PMF      | CDF      | Gray Level Baru |
|-------|----------|----------|-----------------|
| 17402 | 0,015625 | 0,546875 | 17919           |
| 17421 | 0,015625 | 0,5625   | 18431           |
| 17423 | 0,015625 | 0,578125 | 18943           |
| 17425 | 0,015625 | 0,59375  | 19455           |
| 17446 | 0,015625 | 0,609375 | 19967           |
| 17520 | 0,015625 | 0,625    | 20479           |
| 17521 | 0,015625 | 0,640625 | 20991           |
| 17545 | 0,015625 | 0,65625  | 21503           |
| 17556 | 0,015625 | 0,671875 | 22015           |
| 17563 | 0,015625 | 0,6875   | 22527           |
| 17630 | 0,015625 | 0,703125 | 23039           |
| 17700 | 0,015625 | 0,71875  | 23551           |
| 17709 | 0,015625 | 0,734375 | 24063           |
| 17725 | 0,015625 | 0,75     | 24575           |
| 17731 | 0,015625 | 0,765625 | 25086           |
| 17759 | 0,015625 | 0,78125  | 25598           |
| 17793 | 0,015625 | 0,796875 | 26110           |
| 17800 | 0,015625 | 0,8125   | 26622           |
| 17801 | 0,015625 | 0,828125 | 27134           |
| 17820 | 0,015625 | 0,84375  | 27646           |
| 17829 | 0,015625 | 0,859375 | 28158           |
| 17865 | 0,015625 | 0,875    | 28670           |
| 17968 | 0,015625 | 0,890625 | 29182           |
| 17979 | 0,015625 | 0,90625  | 29694           |
| 18117 | 0,015625 | 0,921875 | 30206           |
| 18153 | 0,015625 | 0,9375   | 30718           |
| 18233 | 0,015625 | 0,953125 | 31230           |
| 18324 | 0,015625 | 0,96875  | 31742           |
| 18358 | 0,015625 | 0,984375 | 32254           |
| 18374 | 0,015625 | 1        | 32766           |

Berdasarkan *gray level* baru yang dihasilkan, maka nilai *pixel* citra yang baru dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Nilai *pixel* baru setelah *histogram equalization*

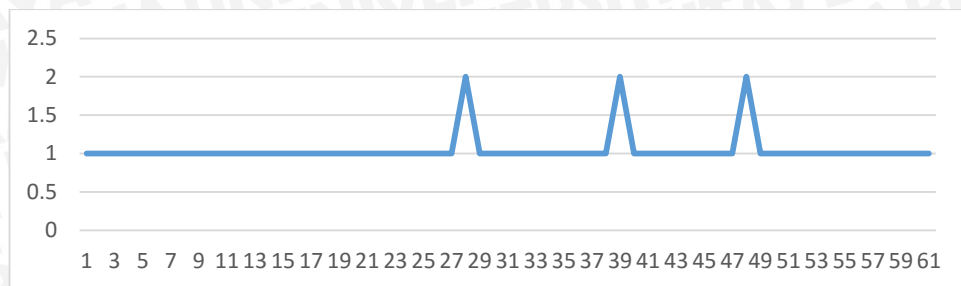
| <i>Pixel</i> ke- | BAND3 | BAND4 | BAND5 |
|------------------|-------|-------|-------|
| 1                | 11001 | 11824 | 17277 |
| 2                | 10953 | 11725 | 17027 |
| 3                | 10795 | 11406 | 17188 |
| 4                | 10436 | 10721 | 16769 |
| 5                | 10195 | 10148 | 17005 |
| 6                | 9678  | 9076  | 17865 |
| 7                | 10322 | 10196 | 18374 |
| 8                | 11008 | 11617 | 16977 |
| 9                | 11206 | 12078 | 17793 |
| 10               | 11136 | 11960 | 17325 |
| 11               | 11036 | 11735 | 17421 |
| 12               | 10142 | 10013 | 17563 |
| 13               | 10155 | 10083 | 17556 |
| 14               | 10520 | 10788 | 17425 |
| 15               | 11012 | 11658 | 17185 |
| 16               | 11291 | 12174 | 17545 |
| 17               | 11067 | 11903 | 18233 |
| 18               | 11212 | 12119 | 18324 |
| 19               | 10723 | 11254 | 18153 |
| 20               | 10213 | 10195 | 18358 |
| 21               | 10601 | 10875 | 17801 |
| 22               | 10953 | 11703 | 17062 |
| 23               | 11056 | 11917 | 17306 |
| 24               | 11175 | 12099 | 17800 |
| 25               | 10915 | 11696 | 17979 |
| 26               | 10960 | 11781 | 18117 |
| 27               | 10166 | 10150 | 17700 |
| 28               | 10328 | 10433 | 17725 |
| 29               | 10926 | 11585 | 17709 |
| 30               | 11015 | 11829 | 17198 |
| 31               | 11056 | 11929 | 17390 |
| 32               | 11170 | 11986 | 17759 |
| 33               | 10833 | 11567 | 17402 |

| <i>Pixel ke-</i> | <b>BAND3</b> | <b>BAND4</b> | <b>BAND5</b> |
|------------------|--------------|--------------|--------------|
| 34               | 10923        | 11749        | 17820        |
| 35               | 10240        | 10174        | 17731        |
| 36               | 10269        | 10296        | 17423        |
| 37               | 10952        | 11648        | 17446        |
| 38               | 10841        | 11460        | 16914        |
| 39               | 11127        | 11970        | 17186        |
| 40               | 11221        | 12000        | 17968        |
| 41               | 10677        | 11292        | 16790        |
| 42               | 10791        | 11482        | 17125        |
| 43               | 9951         | 9740         | 17311        |
| 44               | 10466        | 10732        | 17337        |
| 45               | 10865        | 11597        | 16879        |
| 46               | 10690        | 11120        | 16592        |
| 47               | 10933        | 11532        | 16546        |
| 48               | 11138        | 12036        | 17521        |
| 49               | 10732        | 11378        | 16835        |
| 50               | 10709        | 11269        | 17226        |
| 51               | 10033        | 9818         | 17520        |
| 52               | 10765        | 11230        | 16888        |
| 53               | 10856        | 11436        | 16796        |
| 54               | 10739        | 11162        | 16701        |
| 55               | 10731        | 11211        | 16513        |
| 56               | 11138        | 11816        | 17286        |
| 57               | 10488        | 10679        | 17829        |
| 58               | 10511        | 10703        | 17630        |
| 59               | 10581        | 10824        | 17098        |
| 60               | 10894        | 11471        | 16932        |
| 61               | 10978        | 11653        | 17188        |
| 62               | 10852        | 11408        | 16816        |
| 63               | 10881        | 11429        | 16172        |
| 64               | 10748        | 11145        | 16864        |

Proses inialisasi *K-Means* dimulai dengan menghitung puncak histogram dari nilai *pixel* rata-rata BAND3, BAND 4, dan BAND 5. Jumlah puncak histogram ini selanjutnya digunakan sebagai jumlah *cluster* pada perhitungan *K-Means*



*clustering*. Berikut histogram dari nilai *pixel* rata-rata digambarkan dalam bentuk grafik pada gambar 4.13, dari grafik histogram rata-rata diketahui terdapat 3 puncak histogram sehingga pada *K-Means clustering* nanti digunakan 3 cluster.



**Gambar 4.14 Histogram nilai *pixel* rata-rata**

Langkah selanjutnya yaitu menghitung *Euclidean Distance* setiap *pixel* terhadap *pixel* lain. Berikut contoh hasil perhitungan pada *pixel* ke-1 dapat dilihat pada tabel 4.10.

**Tabel 4.10 Hasil perhitungan *Euclidean distance* untuk *pixel* ke-1**

|   | 1 | 2   | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 64  |
|---|---|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| 1 | 0 | 273 | 474 | 1339 | 1880 | 3106 | 2077 | 834 |

Langkah selanjutnya menghitung jumlah *Euclidean distance* yang telah dihitung sebelumnya untuk setiap *pixel*. Berikut tabel 4.11 contoh hasil jumlah *Euclidean distance* pada *pixel* ke-1 sampai 5 dan untuk hasil selengkapnya terlampir.

**Tabel 4.11 Hasil perhitungan jumlah *Euclidean distance pixel* ke-1 sampai 5**

| <i>Pixel</i> ke- | Total jarak |
|------------------|-------------|
| 1                | 57832       |
| 2                | 57789       |
| 3                | 52015       |
| 4                | 75002       |
| 5                | 94465       |

Langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai *v* untuk setiap *pixel* terhadap setiap *pixel* yang lain. Perhitungan ini menggunakan formula yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Hasil perhitungan untuk *pixel* ke-1 dijelaskan pada tabel 4.12.

**Tabel 4.12 Hasil perhitungan nilai  $v$  pada *pixel* ke-1**

|   | 1 | 2       | 3       | 4       | 5      | 6       | 7       | 64     |
|---|---|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|
| 1 | 0 | 0,00473 | 0,00912 | 0,01786 | 0,0199 | 0,01926 | 0,01925 | 0,0141 |

Langkah selanjutnya menghitung jumlah nilai  $v$  setiap *pixel*. Hasil perhitungan untuk *pixel* 1 sampai 5 dapat dilihat pada tabel 4.13 dan untuk hasil selengkapnya terlampir.

**Tabel 4.13 Jumlah nilai  $v$  untuk *pixel* 1 sampai 5**

| <i>Pixel</i> ke | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Total $v$       | 0,73675 | 0,73099 | 0,66594 | 1,06673 | 1,41343 |

Langkah selanjutnya yaitu melakukan *sorting* terhadap jumlah nilai  $v$  secara *ascending*. Kemudian diambil 3 *pixel* teratas untuk kemudian dijadikan sebagai *centroid* awal. 3 *pixel* diambil karena *cluster* yang digunakan yaitu 3. Hasil *sorting ascending* jumlah nilai  $v$  untuk urutan 3 teratas ditampilkan pada tabel 4.14 dan untuk hasil selengkapnya terlampir.

**Tabel 4.14 Hasil *sorting ascending* terhadap jumlah nilai  $v$**

| <i>Pixel</i> ke | 3       | 42      | 61      |
|-----------------|---------|---------|---------|
| Total $v$       | 0,73675 | 0,73099 | 0,66594 |

Hasil *sorting* menunjukkan bahwa *pixel* ke-3, 42, dan 61 sebagai 3 *cluster* teratas. Sehingga *centroid* awal yang digunakan yaitu nilai *pixel* dari 3 *pixel* tersebut. *Centroid* awal yang dihasilkan ditampilkan pada tabel 4.15.

**Tabel 4.15 *Centroid* awal**

| <i>Pixel</i> ke | 3     | 42    | 61    |
|-----------------|-------|-------|-------|
| BAND3           | 10795 | 10791 | 10978 |
| BAND4           | 11406 | 11482 | 11653 |
| BAND5           | 17188 | 17125 | 17188 |

Langkah selanjutnya merupakan inisialisasi *cluster* pada dataset. Inisialisasi *cluster* ini dihitung menggunakan jarak *Euclidean distance* yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Berikut hasil perhitungan inisialisasi *cluster* pada *pixel* ke 1

sampai 5 terhadap *centroid* awal pada tabel 4.16 dan untuk hasil selengkapnya terlampir.

**Tabel 4.16 Inisialisasi *cluster* awal**

| <i>Pixel</i> ke- | BAND3 | BAND4 | BAND5 | Jarak C1 | Jarak C2 | Jarak C3 | Cluster |
|------------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|---------|
| 1                | 11001 | 11824 | 17277 | 474,427  | 429,148  | 194,142  | 3       |
| 2                | 10953 | 11725 | 17027 | 390,699  | 308,054  | 178,129  | 3       |
| 3                | 10795 | 11406 | 17188 | 0        | 98,7978  | 307,405  | 1       |
| 4                | 10436 | 10721 | 16769 | 879,583  | 912,076  | 1156,7   | 1       |
| 5                | 10195 | 10148 | 17005 | 1405,72  | 1466,01  | 1706,34  | 1       |

Pada tahap *K-Means clustering*, langkah yang pertama dilakukan yaitu menghitung jumlah anggota serta jumlah nilai *pixel* dari setiap *cluster* yang dibentuk pada dataset. Berikut hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.17

**Tabel 4.17 Jumlah anggota dan jumlah nilai *pixel* anggota setiap *cluster***

| Cluster        | 1      | 2      | 3      |
|----------------|--------|--------|--------|
| Jumlah anggota | 24     | 14     | 26     |
| Jumlah BAND 3  | 249103 | 151247 | 287625 |
| Jumlah BAND 4  | 252285 | 159208 | 308190 |
| Jumlah BAND 5  | 420853 | 234499 | 455842 |

Langkah selanjutnya yaitu menghitung rata-rata dari nilai *pixel* anggota setiap *cluster*. Hasil perhitungan ini yang kemudian digunakan sebagai *cluster* baru. Berikut *cluster* baru yang dihasilkan pada iterasi pertama ditampilkan pada tabel 4.18.

**Tabel 4.18 *Centroid* baru yang dihasilkan**

| Cluster | 1        | 2        | 3        |
|---------|----------|----------|----------|
| BAND3   | 10379,29 | 10803,36 | 11062,5  |
| BAND4   | 10511,88 | 11372    | 11853,46 |
| BAND5   | 17535,54 | 16749,93 | 17532,38 |

Langkah selanjutnya menghitung jarak *Euclidean distance* setiap *pixel* dengan *centroid* baru. Perhitungan ini menghasilkan perubahan keanggotaan *cluster*. Hasil perhitungan ini pada *pixel* 1 sampai 5 ditampilkan pada tabel 4.19 dan hasil selengkapnya terlampir.



Tabel 4.19 *Cluster* baru

| <i>Pixel</i> ke- | BAND3 | BAND4 | BAND5 | Jarak C1 | Jarak C2 | Jarak C3 | Cluster |
|------------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|---------|
| 1                | 11001 | 11824 | 17277 | 1475     | 722      | 264      | 3       |
| 2                | 10953 | 11725 | 17027 | 1435     | 473      | 533      | 2       |
| 3                | 10795 | 11406 | 17188 | 1045     | 439      | 625      | 2       |
| 4                | 10436 | 10721 | 16769 | 797      | 748      | 1503     | 2       |
| 5                | 10195 | 10148 | 17005 | 669      | 1390     | 1985     | 1       |

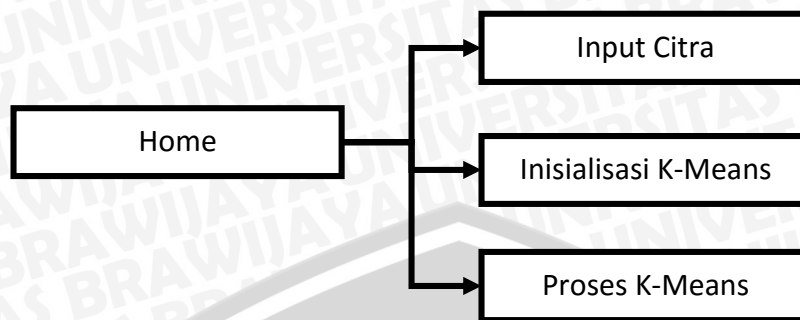
Langkah *K-Means* mulai dari perhitungan jumlah anggota hingga memperoleh keanggotaan *cluster* baru merupakan satu iterasi. Iterasi dilanjutkan hingga memperoleh *centroid* yang tidak berubah lagi nilainya. Pada perhitungan manualisasi ini didapatkan *centroid* tidak berubah nilainya pada iterasi ke-5 sehingga iterasi berhenti pada iterasi ke-4. Nilai keanggotaan *cluster* yang digunakan merupakan nilai yang dihasilkan pada iterasi ke-4. Hasil *K-Means clustering* pada *pixel* ke-1 sampai 5 ditampilkan pada tabel 4.20 dan untuk hasil selengkapnya terlampir.

Tabel 4.20 Hasil *K-Means clustering* untuk *pixel* 1 sampai 5

| <i>Pixel</i> ke- | BAND3 | BAND4 | BAND5 | Jarak C1 | Jarak C2 | Jarak C3 | Cluster |
|------------------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|---------|
| 1                | 11001 | 11824 | 17277 | 1791,852 | 673,5959 | 340,2055 | 3       |
| 2                | 10953 | 11725 | 17027 | 1757,702 | 447,7007 | 605,0891 | 2       |
| 3                | 10795 | 11406 | 17188 | 1367,941 | 342,7998 | 658,315  | 2       |
| 4                | 10436 | 10721 | 16769 | 1025,254 | 724,2452 | 1529,605 | 2       |
| 5                | 10195 | 10148 | 17005 | 660,1192 | 1347,767 | 1990,077 | 1       |

### 4.3.3 Antarmuka

Perancangan antarmuka pada sistem identifikasi tanaman atsiri menggunakan metode *Improved K-Means* berdasarkan citra satelit pada penelitian ini terdiri dari tampilan home, form input data, tampilan proses inisialisasi *K-Means*, dan tampilan proses *K-Means*. Hubungan antar tampilan dijelaskan pada *sitemap* antarmuka pada gambar 4.14.



**Gambar 4.15 Sitemap** antarmuka sistem

1. Tampilan *home*

Gambar 4.15 merupakan tampilan antarmuka *home* dari sistem yang akan dibuat. *Home* merupakan tampilan awal sistem ketika dijalankan. Pada tampilan ini terdapat tombol yang digunakan untuk menuju ke antarmuka input citra, inisialisasi, *K-Means*, dan tombol untuk menyimpan citra hasil identifikasi. Pada antarmuka ini ditampilkan citra hasil identifikasi serta keterangan dari label *cluster*.

| Home                                                                                           | Input Citra | Inisialisasi | K-Means |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|---------|--|
| <div>Save</div> <div> <div>Image Output</div> <div>Keterangan warna label cluster</div> </div> |             |              |         |  |

**Gambar 4.16 Antarmuka** *Home*

2. Antarmuka *Form* Input Citra

Antarmuka ini digunakan untuk memasukkan data citra satelit ke dalam sistem. Terdapat tombol *open* yang membuka *file dialog box* untuk memilih citra yang dimasukkan sesuai dengan BAND. Pada sebelah kanan antarmuka ditampilkan citra yang dimasukkan dalam bentuk citra komposit dari citra *multispectral*. Di bawah tombol *open* terdapat tombol *histogram equalization*

yang digunakan untuk melakukan *pre-processing* citra menggunakan metode *histogram equalization*. Berikut adalah gambar 4.16 antarmuka form *input* citra.

| Home                                                                                                                                                                                                              | Input Citra | Inisialisasi | K-Means                           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-----------------------------------|--|
| Input citra satelit sesuai BAND<br><div> <div>Band 3</div> <div>Band 4</div> <div>Band 5</div> </div> <div> <div>Open</div> <div>Open</div> <div>Open</div> </div> <div> <div>Histogram equalization</div> </div> |             |              | Tampilan Komposit<br><div>1</div> |  |

**Gambar 4.17 Antarmuka *Form* Input Citra**

### 3. Antarmuka proses inisialisasi *K-Means*

Antarmuka ini digunakan untuk melakukan proses dan melihat hasil inisialisasi *cluster* awal *K-Means*. Hasil dari proses perhitungan pucak histogram, penentuan *centroid* awal, dan penentuan *cluster* awal ditampilkan pada antarmuka ini. Berikut gambar 4.17 yang merupakan tampilan antarmuka proses inisialisasi *K-Means*. Terdapat tombol proses dan *form* jumlah *cluster*, tombol proses digunakan untuk melakukan proses inisialisasi sesuai dengan jumlah *cluster* yang ditentukan. *Form* jumlah *cluster* dapat tidak diisi jika ingin menggunakan inisialisasi berdasarkan jumlah puncak histogram citra.



|                                             |             |                                                                                                                                                            |         |  |
|---------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--|
| Home                                        | Input Citra | Inisialisasi                                                                                                                                               | K-Means |  |
| <div>Jumlah cluster</div> <div>Proses</div> |             | <div>Histogram rata-rata</div> <div>Jumlah puncak histogram merupakan jumlah cluster</div> <div>Centroid awal</div> <div>Dataset dengan cluster awal</div> |         |  |

**Gambar 4.18 Antarmuka Inisialisasi *K-Means***

4. Tampilan proses *K-Means*

Antarmuka ini digunakan untuk melakukan proses dan melihat hasil *clustering K-Means*. Hasil dari proses perhitungan *centroid*, dan penentuan *cluster* pada setiap iterasi ditampilkan pada antarmuka ini. Berikut gambar 4.18 yang merupakan tampilan antarmuka proses *K-Means*.

|                   |             |                                                                               |         |  |
|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------|--|
| Home              | Input Citra | Inisialisasi                                                                  | K-Means |  |
| <div>Proses</div> |             | <div>Iterasi ke-n</div> <div>Centroid terakhir</div> <div>Hasil cluster</div> |         |  |

**Gambar 4.19 Antarmuka proses *K-Means***

#### 4.3.4 Perancangan Pengujian dan Analisis

Pengujian dan analisis yang dilakukan pada penelitian ini dimaksudkan untuk memenuhi tujuan penelitian sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Pada tahap ini dijelaskan langkah yang dilakukan untuk melakukan pengujian dan analisis terhadap metode *improved K-Means*. Pengujian dilakukan dengan 2 kriteria, yaitu *internal criteria* dan *external criteria* untuk mengetahui kualitas *cluster* yang telah dibentuk.

Pengujian *internal criteria* dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kesamaan sifat anggota dalam sebuah *cluster* dan kualitas *clustering* secara keseluruhan. Pengujian *internal criteria* ini menggunakan perhitungan *silhouette coefficient* seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Analisis yang akan dilakukan yaitu pengujian nilai kualitas *clustering* dengan membandingkan penggunaan jumlah *k cluster* dengan inisialisasi *improved K-Means* dan penggunaan jumlah *k cluster* manual yaitu 2 sampai *k-1*. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah *k cluster* dari metode *improved K-Means* merupakan *k cluster* terbaik.

Tahapan pengujian iterasi yang akan dilakukan yaitu :

1. Inisialisasi *K-Means* menggunakan metode *improved K-Means*.
2. Input data citra *multispectral*.
3. Menentukan jumlah cluster untuk pengujian sebagaimana dijelaskan di atas.
4. Analisis hasil *clustering* menggunakan perhitungan *silhouette coefficient*.

Pengujian *external criteria* dimaksudkan untuk mengetahui tingkat akurasi pelabelan *cluster* terhadap *class* yang sebenarnya. Pengujian ini dilakukan dengan perhitungan *purity* sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Analisis yang akan dilakukan yaitu dengan memeriksa kesamaan label *cluster pixel* dengan label *class* sebenarnya. Dataset yang digunakan pada pengujian ini yaitu dataset yang memiliki nilai *silhouette coefficient* positif dengan jumlah *cluster* 2-6. Label *class* ini diperoleh dengan melakukan observasi di lapangan yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya.

Tahapan pengujian *external criteria* yang akan dilakukan :

1. Melakukan *clustering* terhadap dataset yang digunakan.
2. Menentukan label *cluster* dengan menyesuaikan sifat-sifat anggota *cluster* dengan *class* sebenarnya.
3. Pengujian *cluster* setiap *pixel* dengan *class* sebenarnya menggunakan perhitungan *purity*.

## BAB 5 IMPLEMENTASI

Bab ini membahas implementasi metode *improved K-Means* dalam identifikasi tanaman atsiri berbasis citra satelit. Implementasi metode ke dalam sistem disesuaikan dengan perancangan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Pembahasan pada bab ini meliputi spesifikasi, algoritma, dan *interface*.

### 5.1 Spesifikasi Lingkungan Pengembangan

#### 5.1.1 Spesifikasi Sistem

Implementasi perangkat lunak yang dikembangkan mengacu pada analisis kebutuhan dan perancangan yang telah dijelaskan pada Bab 4. Implementasi dari spesifikasi dijelaskan pada bagian spesifikasi perangkat keras dan spesifikasi perangkat lunak. Spesifikasi yang dijelaskan merupakan spesifikasi yang digunakan pada pengembangan perangkat lunak.

#### 5.1.2 Spesifikasi Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk pengembangan perangkat lunak ini menggunakan spesifikasi yang dijelaskan pada tabel 5.1. Spesifikasi perangkat keras ini digunakan untuk mendukung performa perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan.

**Tabel 5.1 Spesifikasi perangkat keras**

| Jenis Perangkat Keras | Spesifikasi         |
|-----------------------|---------------------|
| Prosesor              | Intel Core i5 3210M |
| Memori (RAM)          | 8 GB                |
| Harddisk              | 500GB               |
| Monitor               | 14"                 |

#### 5.1.3 Spesifikasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan untuk implementasi metode *improved K-Means* pada identifikasi tanaman atsiri berdasar citra satelit dijelaskan pada tabel 5.2.



Tabel 5.2 Spesifikasi perangkat lunak

| Jenis Perangkat Lunak | Spesifikasi          |
|-----------------------|----------------------|
| Sistem Operasi        | Windows 10 Pro x64   |
| Tools Pemrograman     | Visual Studio 2013   |
| Bahasa Pemrograman    | C#                   |
| Library               | GDAL                 |
| Tools Dokumentasi     | Microsoft Word 2013  |
| Tools Pengujian       | Microsoft Excel 2013 |

## 5.2 Batasan Implementasi

Batasan implementasi pada identifikasi tanaman atsiri menggunakan metode *improved K-Means* berbasis citra satelit yaitu :

1. Identifikasi tanaman atsiri menggunakan metode *improved K-Means* berbasis citra satelit dibangun dalam ruang lingkup berbasis aplikasi desktop menggunakan bahasa pemrograman C# dengan framework GDAL C#.
2. Metode yang digunakan yaitu metode *improved K-Means* dengan improvisasi inisialisasi *centroid* awal berdasarkan *Euclidean distance* antar *pixel* dan nilai  $v$ .
3. Data yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 OLI yang diperoleh dari <http://earthexplorer.usgs.gov>. Citra tersebut melalui *pre-processing* citra yaitu *cropping* pada daerah Kecamatan Kesamben, Kabupaten Blitar. Citra memiliki ukuran 41x42 *pixel*.
4. Citra yang digunakan yaitu citra yang direkam oleh satelit pada bulan Februari sampai Juli 2015, karena penanaman tanaman atsiri di kebun kesamben pada bulan Januari 2015.
5. Keluaran dari sistem ini berupa label *cluster* untuk setiap *pixel* dalam bentuk tabel data dan visualisasi.

## 5.3 Implementasi Algoritma

Implementasi yang dibahas merupakan implementasi algoritma menggunakan bahasa pemrograman C#. Bahasa pemrograman ini digunakan untuk memproses perhitungan dan antarmuka perangkat lunak yang dikembangkan berdasarkan perancangan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

### 5.3.1 Pre-Processing Citra

Tahapan pertama yang dilakukan oleh sistem yaitu melakukan *pre-processing* citra. Tahapan ini dilakukan menggunakan metode *histogram*

*equalization* yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Implementasi langkah ini dimasukkan ke dalam sebuah fungsi untuk menghasilkan histogram baru yang disimpan pada sebuah *array*. Berikut *source code* untuk menghasilkan histogram baru pada *source code* 5.1.

```

1 public int[] newHisto(double[] buatcdf, int[] histogram)
2 {
3     int[] newHistogram = new int[histogram.Length];
4     int max = histogram.Length;
5     double temp;
6
7     for (int i = 0; i < histogram.Length; i++)
8     {
9         temp = buatcdf[i] * ((double)max - 1);
10        newHistogram[i] = Convert.ToInt16(temp);
11    }
12    return newHistogram;
13 }
```

**Source code 5.1 Menghasilkan histogram baru**

Penjelasan *source code*:

- Baris 1 menerima input berupa nilai CDF yang telah dihitung sebelumnya dan histogram citra.
- Baris 3-5 melakukan inisialisasi variabel yang digunakan dalam perhitungan.
- Baris 7-11 melakukan perulangan untuk menghitung nilai level histogram baru pada setiap level histogram yang lama.

### 5.3.2 Inisialisasi *Improved K-Means*

Pada tahap inisialisasi *improved K-Means*, langkah yang dilakukan yaitu ekstraksi histogram rata-rata citra. Langkah ini digunakan untuk menghitung jumlah puncak histogram rata-rata citra untuk menentukan jumlah cluster. Berikut *source code* langkah ini pada *source code* 5.2.

```

1 public int[] histogramAveGenerate(List<Datapixel> axl)
2 {
3
4     int[] histo = new int[axl.Count];
5     for (int i = 0; i < axl.Count; i++)
6     {
7         histo[i] = (axl[i].getBand3() + axl[i].getBand4() + axl[i].getBand5()) / 3;
8     }
9     int max = 0;
10    for (int i = 0; i < axl.Count; i++)
```

```

11      {
12          if (histo[i] > max)
13              max = histo[i];
14      }
15      maxhistogram = 0;
16      max = max + 1;
17      int[] histogram = new int[max];
18      int temp;
19      for (int i = 0; i < max; i++)
20      {
21          histogram[i] = 0;
22      }
23      for (int i = 0; i < axl.Count; i++)
24      {
25          temp = histo[i];
26          histogram[temp] = histogram[temp] + 1;
27          if (maxhistogram < histogram[temp])
28              maxhistogram = histogram[temp];
29      }
30      return histogram;
31  }

```

**Source code 5.2 Ekstraksi histogram rata-rata citra**

Penjelasan *source code* :

- Baris 1 menerima input berupa *list* dataset.
- Baris 5-8 melakukan perulangan untuk mendapatkan nilai *pixel* rata-rata citra.
- Baris 10-15 melakukan perulangan untuk mendapatkan nilai *pixel* terbesar.
- Baris 23-29 melakukan perulangan untuk membuat histogram dari nilai *pixel* rata-rata citra.

Langkah selanjutnya yaitu menghitung *Euclidean distance* antar *pixel* dan jumlah *Euclidean distance* pada setiap *pixel*. *Source code* 5.3 menampilkan *source code* untuk menghitung *Euclidean distance* antar *pixel* dan *source code* 5.4 menampilkan *source code* untuk menghitung jumlah nilai *Euclidean distance* setiap *pixel*.

```

1  public double[,] pixelDist(List<Datapixel> pxl)
2  {
3      double band3;
4      double band4;
5      double band5;
6      double[,] _pixelDist = new double[pxl.Count, pxl.Count];
7  }

```



```

8      for (int i = 0; i < pxl.Count; i++)
9      {
10         for (int j = 0; j < pxl.Count; j++)
11         {
12             band3 = Math.Pow((pxl[i].getBand3() - pxl[j].getBand3()), 2);
13             band4 = Math.Pow((pxl[i].getBand4() - pxl[j].getBand4()), 2);
14             band5 = Math.Pow((pxl[i].getBand5() - pxl[j].getBand5()), 2);
15             _pixeldist[i, j] = Math.Sqrt(band3 + band4 + band5);
16         }
17     }
18     return _pixeldist;
19 }

```

**Source code 5.3 Menghitung Euclidean distance antar pixel**

Penjelasan source code :

- Baris 1 menerima input berupa list dataset.
- Baris 3-6 melakukan inisialisasi variabel yang dibutuhkan dalam perhitungan.
- Baris 8-17 melakukan perulangan untuk menghitung *Euclidean distance* antar *pixel*.

```

1  public double[] jumlahDistance(double[,] _pixeldist)
2  {
3      double[] _jmlldist = new double[_pixeldist.GetLength(0)];
4      double temp = 0;
5
6      for (int i = 0; i < _pixeldist.GetLength(0); i++)
7      {
8          for (int j = 0; j < _pixeldist.GetLength(1); j++)
9          {
10             temp = temp + _pixeldist[i, j];
11         }
12         _jmlldist[i] = temp;
13         temp = 0;
14     }
15     return _jmlldist;
16 }

```

**Source code 5.4 Menghitung jumlah Euclidean distance setiap pixel**

Penjelasan source code :

- Baris 1 menerima input berupa *array Euclidean distance* antar *pixel*.
- Baris 3-4 melakukan inisialisasi variabel yang dibutuhkan.

- Baris 6-14 melakukan perulangan untuk menghitung dan memasukkan jumlah *Euclidean distance* pada *pixel* ke-*i* ke dalam array *\_jmlldist*.

Langkah berikutnya pada tahap inisialisasi yaitu menghitung nilai *v* berdasarkan *Euclidean distance* antar *pixel* dan jumlah *Euclidean distance*. Perhitungan untuk langkah ini telah dijelaskan pada bab sebelumnya. *Source code* pada langkah ini ditampilkan pada *source code* 5.5. Nilai *v* antar *pixel* kemudian dimasukkan ke dalam fungsi yang menghitung jumlah nilai *v* untuk setiap *pixel*. Pada langkah selanjutnya dilakukan *sorting* terhadap jumlah nilai *v*, diambil nilai yang terkecil sebanyak jumlah *cluster*. *Source code* langkah ini ditampilkan pada *source code* 5.6.

```

1 public double[,] pixelv(double[,] _pixeldist, double[] _jmlldist)
2 {
3     double[,] _pixelv = new double[_pixeldist.GetLength(0),
4     _pixeldist.GetLength(1)];
5     for (int i = 0; i < _pixeldist.GetLength(0); i++)
6     {
7         for (int j = 0; j < _pixeldist.GetLength(1); j++)
8         {
9             _pixelv[i, j] = _pixeldist[i, j] / _jmlldist[i];
10        }
11    }
12    return _pixelv;

```

**Source code 5.5 Menghitung nilai *v***

Penjelasan *source code* :

- Baris 1 menerima input berupa array *Euclidean distance* antar *pixel* dan jumlah *Euclidean distance* setiap *pixel*.
- Baris 4-10 melakukan perulangan untuk menghitung dan memasukkan nilai *v* ke dalam array.

```

1 public double[,] jumlahv(double[,] _pixelv)
2 {
3     double[,] _jmlv = new double[2, _pixelv.GetLength(1)];
4     double temp = 0;
5     for (int j = 0; j < _pixelv.GetLength(0); j++)
6     {
7         for (int i = 0; i < _pixelv.GetLength(1); i++)
8         {
9             temp = temp + _pixelv[i, j];
10        }
11        _jmlv[1, j] = temp;
12        _jmlv[0, j] = j;

```

|    |               |
|----|---------------|
| 13 | temp = 0;     |
| 14 | }             |
| 15 | return _jmlv; |
| 16 | }             |

**Source code 5.6** Menghitung jumlah nilai *v* setiap *pixel*

Penjelasan *source code* :

- Baris 1 menerima input berupa *array* nilai *v*.
- Baris 3-4 melakukan inisialisasi variabel yang akan digunakan dalam perhitungan.
- Baris 5-14 melakukan perulangan untuk menghitung dan memasukkan jumlah nilai *v* ke dalam variabel yang telah dibuat.

### 5.3.3 K-Means Clustering

Pada tahap *K-Means clustering*, perangkat lunak menghitung nilai *centroid* untuk setiap *cluster*, menghitung *Euclidean distance* antara nilai *pixel* dengan *centroid*, dan menentukan *cluster* berdasarkan *Euclidean distance*. Berikut *source code* untuk memperoleh nilai *centroid* pada *source code* 5.7.

|    |                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------|
| 1  | public double[,] getCentroid(List<DataPixel> pxl, int jmlcluster) |
| 2  | {                                                                 |
| 3  | double[] _clustcount = new double[jmlcluster];                    |
| 4  | double[,] centroid = new double[3, jmlcluster];                   |
| 5  | double[,] _jmlband = new double[3, jmlcluster];                   |
| 6  |                                                                   |
| 7  | _clustcount = clustcount(pxl, jmlcluster);                        |
| 8  | _jmlband = jmlband(pxl, jmlcluster);                              |
| 9  |                                                                   |
| 10 | for (int i = 0; i < jmlcluster; i++)                              |
| 11 | {                                                                 |
| 12 | centroid[0, i] = _jmlband[0, i] / _clustcount[i];                 |
| 13 | centroid[1, i] = _jmlband[1, i] / _clustcount[i];                 |
| 14 | centroid[2, i] = _jmlband[2, i] / _clustcount[i];                 |
| 15 | }                                                                 |
| 16 | return centroid;                                                  |
| 17 | }                                                                 |

**Source code 5.7** Menghitung *centroid*

Penjelasan *source code* :

- Baris 1 menerima input berupa list dataset dan jumlah cluster.
- Baris 3-5 melakukan inisialisasi variabel yang akan digunakan dalam perhitungan.



- Baris 7 memanggil fungsi untuk menghitung jumlah data pada setiap *cluster*.
- Baris 8 memanggil fungsi untuk menghitung jumlah nilai *pixel* pada setiap *cluster*.
- Baris 10-15 melakukan perulangan untuk menghitung *centroid* pada setiap *cluster*.

Berikut *source code* 5.8 yang merupakan *source code* menghitung *Euclidean distance*.

```

1 public double[,] euclidean(List<Datapixel> pxl, int jmlcluster, double[,] centroid)
2 {
3     double band3;
4     double band4;
5     double band5;
6     double[] distanceBand = new double[jmlcluster];
7     eucliDist = new double[jmlcluster, pxl.Count];
8     //perulangan menghitung distance
9     for (int i = 0; i < pxl.Count; i++)
10    {
11        for (int j = 0; j < jmlcluster; j++)
12        {
13            band3 = Math.Pow((pxl[i].getBand3() - centroid[0, j]), 2);
14            band4 = Math.Pow((pxl[i].getBand4() - centroid[1, j]), 2);
15            band5 = Math.Pow((pxl[i].getBand5() - centroid[2, j]), 2);
16            eucliDist[j, i] = Math.Sqrt(band3 + band4 + band5);
17        }
18    }
19    return eucliDist;
20 }
```

**Source code 5.8 Menghitung Euclidean distance**

Penjelasan *source code* :

- Baris 1 menerima input berupa list dataset, jumlah *cluster* dan *centroid*.
- Baris 3-7 melakukan inisialisasi variabel yang akan digunakan dalam perhitungan.
- Baris 9-18 melakukan perulangan untuk menghitung *Euclidean distance* antara nilai *pixel* dengan *centroid* setiap *cluster*.

Langkah selanjutnya yaitu menentukan *cluster* untuk setiap *pixel* berdasarkan *Euclidean distance*. Berikut *source code* langkah ini pada *source code* 5.9.

```

1 public void compareDistance(double[,] dis, List<Datapixel> pxl)
2 {
```

```

3      double min = Int16.MaxValue;
4      for (int i = 0; i < dis.GetLength(1); i++)
5      {
6          for (int j = 0; j < dis.GetLength(0); j++)
7          {
8              if (min > dis[j, i])
9              {
10                 min = dis[j, i];
11                 pxl[i].setCluster(j);
12             }
13         }
14         min = Int16.MaxValue;
15     }
16 }

```

**Source code 5.9 Menentukan *cluster* baru**

Penjelasan *source code* :

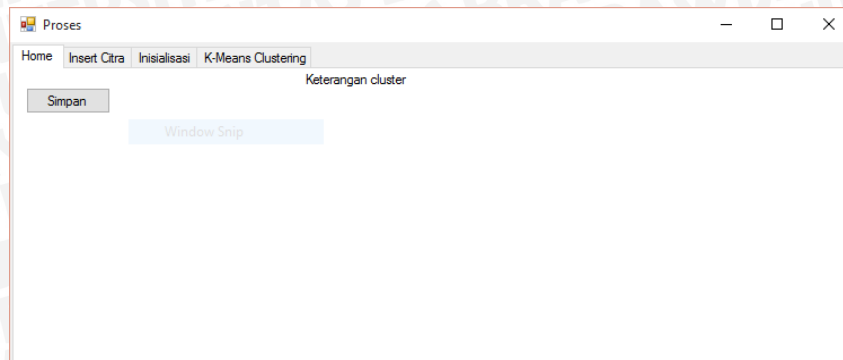
- Baris 1 menerima input berupa *Euclidean distance* dan list dataset.
- Baris 3 melakukan inisialisasi *variable* berisi nilai maksimum tipe data integer.
- Baris 6-12 melakukan perulangan untuk mencari nilai minimum pada *Euclidean distance* untuk *pixel* ke-*i*, index dari *array* ini yang dijadikan sebagai *cluster*.

## 5.4 Implementasi Antarmuka

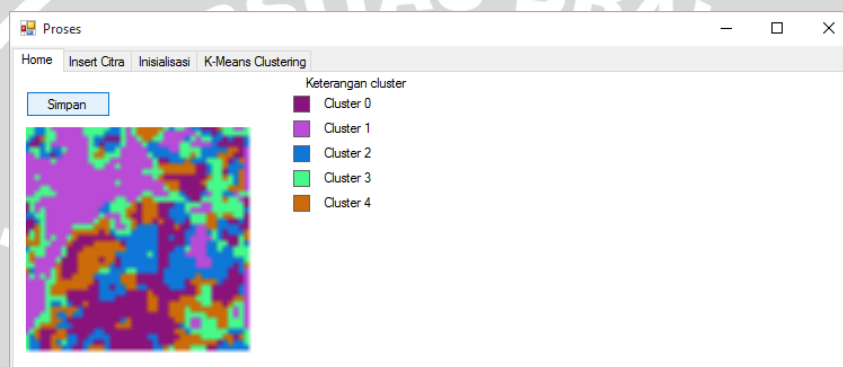
Implementasi antarmuka mengacu pada perancangan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Antarmuka dibangun dalam sebuah *form* sederhana agar mudah dipahami dan digunakan oleh *user*. Kontrol yang dapat dilakukan oleh *user* untuk melakukan proses identifikasi terbagi dalam 4 *tab* antarmuka. Berikut antarmuka sistem pada setiap *tab*.

### 5.4.1 Antarmuka *Home*

Antarmuka *home* merupakan antarmuka yang muncul pertama ketika perangkat lunak dijalankan. Pada *tab home* secara *default* hanya terdapat tampilan tombol save yang diperlihatkan pada gambar 5.1. Tampilan antarmuka pada *tab home* berubah ketika proses *clustering* telah selesai. Perubahan yang terjadi yaitu ditampilkan visualisasi hasil *clustering* serta label *cluster*. Label *cluster* direpresentasikan dengan warna yang ditampilkan. Keterangan label *cluster* ditampilkan di samping citra hasil *clustering*. Antarmuka ini diperlihatkan pada gambar 5.2.



Gambar 5.1 Antarmuka *home* (default)

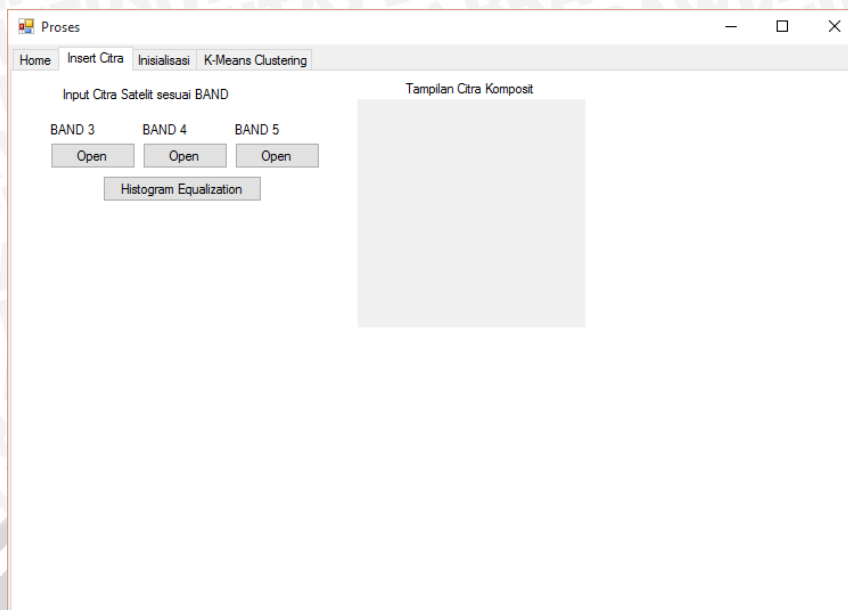


Gambar 5.2 Antarmuka *home* setelah *clustering*

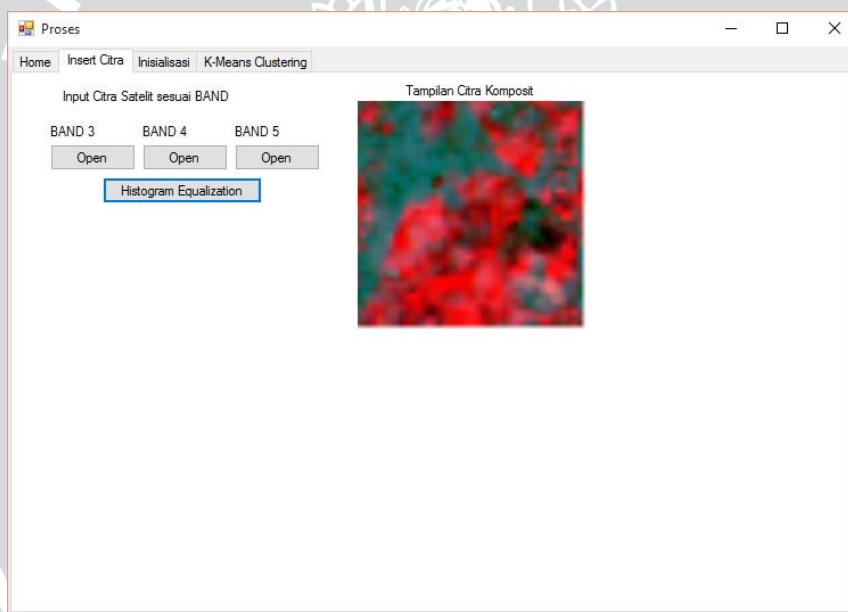
#### 5.4.2 Antarmuka Input Citra

Antarmuka input citra secara *default* menampilkan tombol-tombol untuk mengambil file citra yang akan diproses sesuai dengan BAND yang digunakan, dan tombol untuk proses *histogram equalization*. Antarmuka *default* pada tab input citra ditampilkan pada gambar 5.3. Antarmuka menampilkan citra composit dari citra yang telah dipilih setelah semua BAND citra diinputkan. Tombol untuk membuka file citra BAND berubah menjadi *disabled* setiap user telah melakukan input citra BAND. Antarmuka setelah user melakukan input citra untuk semua BAND ditampilkan pada gambar 5.4.





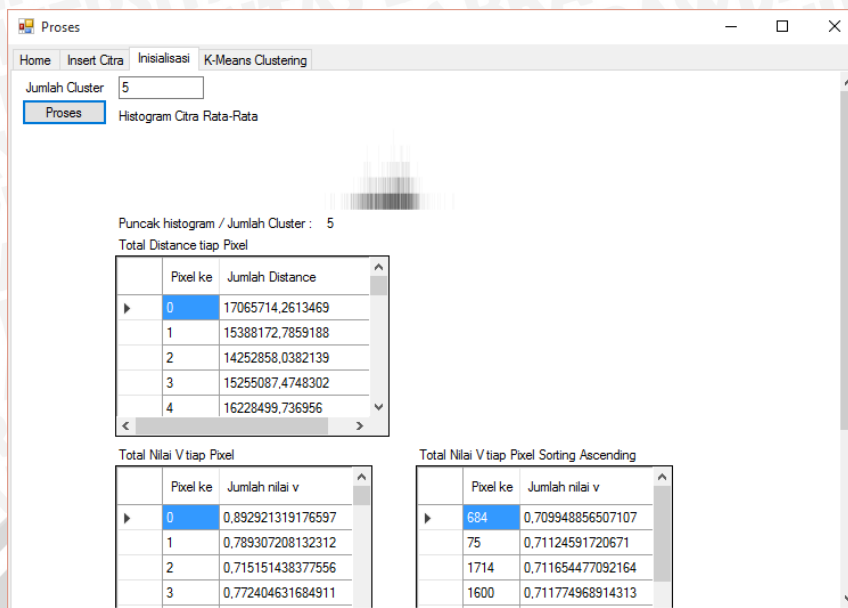
Gambar 5.3 Antarmuka input citra (default)



Gambar 5.4 Antarmuka input citra setelah proses input citra dan *histogram equalization*

### 5.4.3 Antarmuka Inisialisasi

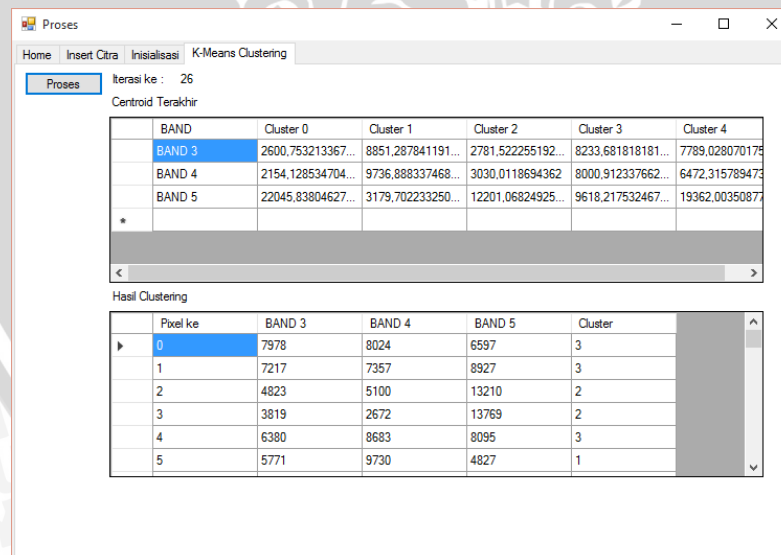
Antarmuka inisialisasi digunakan untuk menampilkan histogram rata-rata citra, hasil perhitungan inisialisasi *improved K-Means*, dan *cluster* awal untuk setiap *pixel*. Pada *tab* inisialisasi terdapat *form* jumlah *cluster* untuk melakukan inisialisasi menggunakan jumlah *cluster* yang ditentukan oleh *user* serta tombol proses untuk melakukan proses inisialisasi. Antarmuka pada *tab* inisialisasi ditampilkan pada gambar 5.5.



Gambar 5.5 Antarmuka inisialisasi

#### 5.4.4 Antarmuka K-Means Clustering

Antarmuka *K-Means clustering* menampilkan tombol proses yang digunakan untuk melakukan proses *clustering*. Antarmuka ini menampilkan jumlah iterasi yang telah dilakukan, *centroid* terakhir, dan hasil *clustering* setelah proses *clustering* selesai. Tampilan ketika proses *clustering* selesai ditampilkan pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Antarmuka K-Means clustering

## BAB 6

### PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas pengujian terhadap implementasi metode *improved K-Means* pada identifikasi tanaman atsiri berbasis citra satelit. Proses pengujian dilakukan menggunakan 2 skenario seperti yang telah dijelaskan pada perancangan pengujian pada bab sebelumnya. Pengujian dilakukan terhadap 6 dataset citra yang mewakili data setiap bulan selama 6 bulan. Hasil pengujian yang disajikan pada bab ini yaitu hasil pengujian dalam bentuk perhitungan nilai *pixel*, sedangkan hasil dalam bentuk visual terlampir.

#### 6.1 Pengujian *Internal Criteria*

Pengujian *internal criteria* ini dimaksudkan untuk mengetahui jumlah *cluster* terbaik menggunakan *silhouette coefficient*. Jumlah *cluster* yang memiliki nilai *silhouette coefficient* terbesar merupakan jumlah *cluster* yang paling optimal. Nilai *silhouette coefficient* memiliki rentang nilai dari -1 sampai 1 dan dalam persentase memiliki rentang 0 – 100%.

Pengujian jumlah *cluster* menggunakan 6 dataset citra dengan jumlah *cluster* yang ditentukan oleh jumlah histogram citra (*k*) dan jumlah *cluster* yang ditentukan oleh input *user*. Jumlah *cluster* input *user* yang digunakan pada pengujian ini yaitu mulai dari 2 sampai (*k*-1). Hasil pengujian ditunjukkan oleh tabel 6.1 sampai 6.6. Pada tabel di bawah, nilai *silhouette coefficient* yaitu pada kolom dengan label “S” dan nilai dalam persentase pada kolom dengan label “S (%)”, sedangkan yang ada pada baris paling atas dari tabel merupakan hasil dari jumlah *cluster* yang ditentukan oleh jumlah puncak histogram.

**Tabel 6.1 Tabel Nilai *Silhouette Coefficient* Dataset Bulan Februari**

| Bulan    | Cluster | Iterasi | S        | S (%)    |
|----------|---------|---------|----------|----------|
| Februari | 11      | 17      | 0,151487 | 57,57434 |
|          | 2       | 7       | 0,501783 | 75,08913 |
|          | 3       | 22      | 0,409176 | 70,4588  |
|          | 4       | 29      | 0,276072 | 63,8036  |
|          | 5       | 24      | 0,331857 | 66,59285 |
|          | 6       | 28      | 0,238806 | 61,94028 |
|          | 7       | 36      | 0,271834 | 63,59168 |
|          | 8       | 51      | 0,238811 | 61,94055 |
|          | 9       | 25      | 0,19031  | 59,51552 |
|          | 10      | 30      | 0,089815 | 54,49074 |



**Tabel 6.2 Tabel Nilai *Silhouette Coefficient* Dataset Bulan Maret**

| Bulan | Cluster | Iterasi | S        | S (%)    |
|-------|---------|---------|----------|----------|
| Maret | 9       | 52      | 0,304909 | 65,24547 |
|       | 2       | 5       | 0,490425 | 74,52125 |
|       | 3       | 14      | 0,435199 | 71,75995 |
|       | 4       | 13      | 0,225673 | 61,28364 |
|       | 5       | 29      | 0,23039  | 61,51949 |
|       | 6       | 19      | 0,27985  | 63,99252 |
|       | 7       | 25      | 0,279438 | 63,97191 |
|       | 8       | 32      | 0,276578 | 63,82888 |

**Tabel 6.3 Tabel Nilai *Silhouette Coefficient* Dataset Bulan April**

| Bulan | Cluster | Iterasi | S        | S (%)    |
|-------|---------|---------|----------|----------|
| April | 18      | 37      | 0,247563 | 62,37815 |
|       | 2       | 11      | 0,454482 | 72,72412 |
|       | 3       | 8       | 0,294645 | 64,73225 |
|       | 4       | 22      | 0,311183 | 65,55915 |
|       | 5       | 13      | 0,359866 | 67,99331 |
|       | 6       | 26      | 0,354707 | 67,73537 |
|       | 7       | 34      | 0,217087 | 60,85434 |
|       | 8       | 35      | 0,308593 | 65,42963 |
|       | 9       | 51      | 0,277278 | 63,86388 |
|       | 10      | 25      | 0,3274   | 66,37002 |
|       | 11      | 53      | 0,335654 | 66,78269 |
|       | 12      | 36      | 0,310632 | 65,53158 |
|       | 13      | 59      | 0,339507 | 66,97536 |
|       | 14      | 64      | 0,330133 | 66,50667 |
|       | 15      | 31      | 0,285197 | 64,25984 |
|       | 16      | 45      | 0,285747 | 64,28737 |
|       | 17      | 36      | 0,269733 | 63,48663 |

**Tabel 6.4 Tabel Nilai *Silhouette Coefficient* Dataset Bulan Mei**

| Bulan | Cluster | Iterasi | S        | S (%)    |
|-------|---------|---------|----------|----------|
| Mei   | 11      | 29      | 0,275796 | 63,78978 |
|       | 2       | 17      | 0,180354 | 59,01772 |
|       | 3       | 12      | 0,444787 | 72,23937 |
|       | 4       | 23      | 0,147451 | 57,37256 |
|       | 5       | 56      | 0,310375 | 65,51877 |
|       | 6       | 20      | 0,310662 | 65,5331  |
|       | 7       | 20      | 0,210869 | 60,54345 |
|       | 8       | 22      | 0,286683 | 64,33416 |
|       | 9       | 36      | 0,274681 | 63,73407 |
|       | 10      | 22      | 0,297544 | 64,87719 |

**Tabel 6.5 Tabel Nilai *Silhouette Coefficient* Dataset Bulan Juni**

| Bulan | Cluster | Iterasi | S        | S (%)    |
|-------|---------|---------|----------|----------|
| Juni  | 30      | 37      | -0,1662  | 41,69012 |
|       | 2       | 6       | 0,430012 | 71,50058 |
|       | 3       | 14      | 0,356946 | 67,84729 |
|       | 4       | 20      | 0,342249 | 67,11243 |
|       | 5       | 34      | 0,383888 | 69,19441 |
|       | 6       | 22      | 0,249778 | 62,48888 |
|       | 7       | 29      | 0,32482  | 66,24098 |
|       | 8       | 7       | 0,294928 | 64,74638 |
|       | 9       | 36      | 0,284115 | 64,20574 |
|       | 10      | 49      | 0,249691 | 62,48455 |
|       | 11      | 31      | 0,263357 | 63,16787 |
|       | 12      | 46      | 0,26297  | 63,1485  |
|       | 13      | 30      | 0,260568 | 63,02841 |

**Tabel 6.6 Tabel Nilai *Silhouette Coefficient* Dataset Bulan Juli**

| Bulan | Cluster | Iterasi | S        | S (%)    |
|-------|---------|---------|----------|----------|
| Juli  | 5       | 16      | -0,60609 | 19,6955  |
|       | 2       | 9       | 0,073238 | 53,66189 |

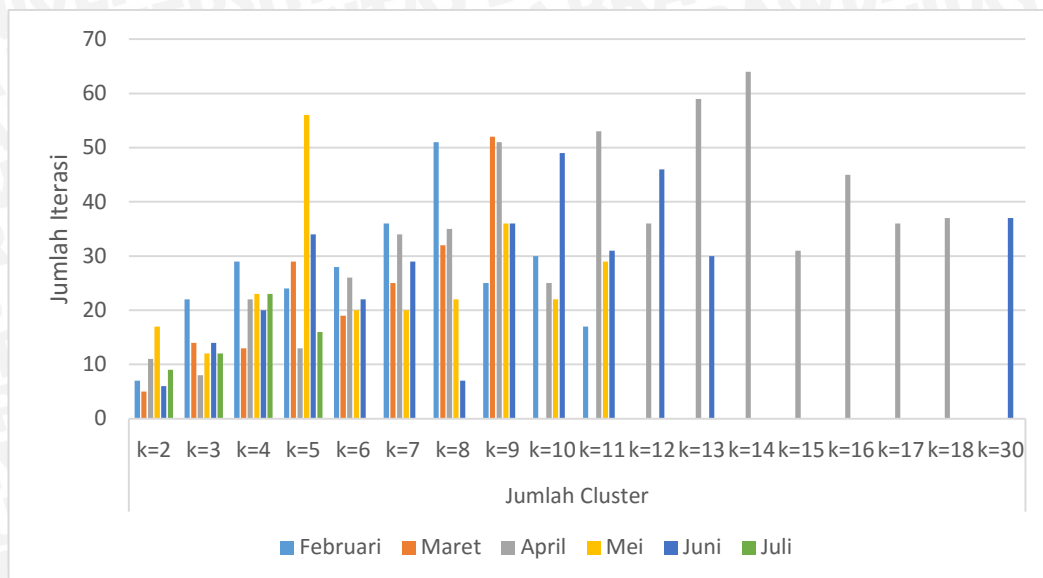
| Bulan | Cluster | Iterasi | S        | S (%)    |
|-------|---------|---------|----------|----------|
| Juli  | 3       | 12      | 0,05185  | 52,59248 |
|       | 4       | 23      | -0,66492 | 16,75379 |

Dari tabel 6.1 sampai 6.6 diketahui bahwa hasil nilai *silhouette coefficient* pada setiap dataset bervariasi meskipun pada jumlah *cluster* yang sama. Pada dataset bulan Juli diketahui nilai *silhouette coefficient* sangat jauh di bawah dataset yang lain, bahkan saat menggunakan inisialisasi jumlah histogram hanya menghasilkan 19,6955%. Nilai *silhouette coefficient* tertinggi diperoleh saat pengujian dataset bulan Februari dengan jumlah *cluster* = 2 yaitu 75,08913%. Pada pengujian inisialisasi jumlah *cluster* menggunakan jumlah puncak histogram citra, nilai *silhouette coefficient* terbaik hanya mencapai 65,24547% pada dataset Bulan Maret dengan jumlah *cluster* yaitu 9. Pengujian pada dataset lain menghasilkan nilai yang lebih rendah dengan jumlah *cluster* lebih banyak. Kondisi ini disebabkan oleh jumlah *cluster* yang dihasilkan dari inisialisasi berdasarkan jumlah puncak histogram terlalu banyak. Jumlah *cluster* yang terlalu banyak mengakibatkan pengelompokan menjadi semakin sulit karena sifat setiap *cluster* hampir sama.

## 6.2 Analisis Pengujian *Internal Criteria*

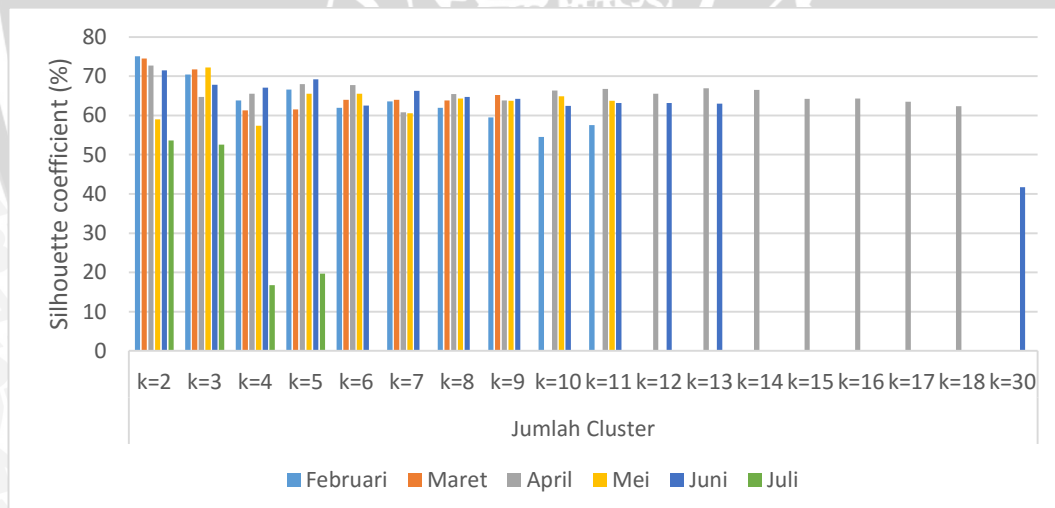
Analisis pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui penyebab dari nilai *silhouette coefficient* yang dihasilkan. Pada pengujian *internal criteria* ini terdapat 2 nilai yang berubah bergantung pada dataset dan jumlah *cluster* yang diuji. Kedua nilai tersebut adalah banyaknya iterasi dan nilai *silhouette coefficient*. Perubahan iterasi diakibatkan dari perbedaan *centroid* awal dan perubahan nilai *centroid* yang terjadi pada proses *K-Means clustering*. Setiap dataset memiliki nilai *pixel* yang berbeda sehingga pada inisialisasi *centroid* awal memiliki nilai yang berbeda. Perbedaan nilai ini menyebabkan perbedaan iterasi yang dibutuhkan untuk mencapai *centroid* yang konvergen. *Centroid* yang konvergen pada penelitian ini yaitu *centroid* yang nilainya sudah tidak berubah lagi. Pada pengujian ini diketahui bahwa tidak ditemui hasil *centroid* yang tidak bisa konvergen melebihi 64 iterasi. Perubahan banyak iterasi untuk setiap dataset dan jumlah *cluster* yang diuji diperlihatkan dalam bentuk grafik pada gambar 6.1.





**Gambar 6.1 Grafik jumlah iterasi pada setiap jumlah *cluster***

Perubahan nilai *silhouette coefficient* diakibatkan perbedaan keanggotaan *cluster* yang dihasilkan oleh proses *K-Means clustering*. Perbedaan keanggotaan ini menyebabkan perbedaan rata-rata jarak tiap *pixel* terhadap *pixel* lain pada *cluster* yang sama maupun berbeda. Berikut nilai *silhouette coefficient* yang dihasilkan pada pengujian direpresentasikan dalam bentuk grafik pada gambar 6.2.



**Gambar 6.2 Grafik nilai *silhouette coefficient* pada setiap jumlah *cluster***

Berdasarkan grafik pada gambar 6.2 diketahui pergerakan nilai *silhouette coefficient* fluktuatif. Pada dataset Februari, semakin banyak jumlah *cluster* maka nilai *silhouette coefficient* semakin rendah. Pada dataset bulan Mei, nilai *silhouette coefficient* tertinggi diperoleh pada pengujian dengan 3 jumlah *cluster*. Pada dataset lain juga terjadi hal yang sama meski pada beberapa jumlah *cluster* tidak terjadi. Berdasarkan nilai *silhouette coefficient* yang dihasilkan pada keseluruhan

dataset, maka jumlah *cluster* optimal yaitu 2. Perubahan nilai *pixel* setiap bulan tidak sedikit, hal ini disebabkan kondisi cuaca, pencahayaan matahari, usia tanam atsiri, usia tanam padi, usia tanam pada kebun lain, dan pembangunan.

### 6.3 Pengujian *External Criteria*

Pengujian *external criteria* menggunakan metode *purity* dimaksudkan untuk menguji kemurnian *cluster* terhadap *class* sebenarnya. Data *class* sebenarnya yang digunakan pada pengujian ini diperoleh dari observasi lapang dan telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Hasil pengujian ini berupa nilai *purity* dengan *range* nilai 0–1. Hasil *clustering* yang baik memiliki nilai *purity* mendekati 1.

Pengujian *external criteria* ini menggunakan 5 dataset citra yaitu dari Februari hingga Juni. Dataset bulan Juli tidak digunakan karena menghasilkan nilai *silhouette coefficient* sangat rendah dengan terdapat nilai di bawah 0, sehingga dapat diketahui bahwa hasil *clustering* pada dataset bulan Juli tidak bagus. Pada setiap dataset diuji menggunakan jumlah *cluster* 2-6. Hasil pengujian *purity* pada dataset bulan Februari dapat dilihat pada tabel 6.7 untuk jumlah *cluster* 2 sampai tabel 6.11 untuk jumlah *cluster* 6. Untuk hasil pengujian *purity* pada dataset lain terlampir. Angka yang ditampilkan pada hasil pengujian *purity* ini merupakan jumlah anggota kelas yang masuk pada sebuah *cluster*. Kolom yang berwarna kuning merupakan kelas yang memiliki frekuensi tertinggi pada sebuah *cluster*.

**Tabel 6.7 Hasil pengujian *purity* bulan Februari untuk 2 cluster**

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 |
| Bangunan      | 406                            | 227       |
| Sawah Padi    | 326                            | 483       |
| Kebun Bambu   | 36                             | 75        |
| Pohon Besar   | 28                             | 78        |
| Pemukaman     | 0                              | 11        |
| Rerumputan    | 16                             | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 2         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 3         |
| Serai Wangi   | 4                              | 0         |
| Nilam         | 2                              | 16        |
| Kebun tebu    | 0                              | 8         |

**Tabel 6.8 Hasil pengujian purity bulan Februari untuk 3 cluster**

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 |
| Bangunan      | 346                            | 134       | 153       |
| Sawah Padi    | 194                            | 312       | 303       |
| Kebun Bambu   | 24                             | 41        | 46        |
| Pohon Besar   | 11                             | 50        | 45        |
| Pemakaman     | 0                              | 5         | 6         |
| Rerumputan    | 15                             | 1         | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 1         | 1         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 1         | 2         |
| Serai Wangi   | 2                              | 2         | 0         |
| Nilam         | 1                              | 3         | 14        |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 8         |

**Tabel 6.9 Hasil pengujian purity bulan Februari untuk 4 cluster**

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 |
| Bangunan      | 332                            | 91        | 75        | 135       |
| Sawah Padi    | 173                            | 166       | 206       | 264       |
| Kebun Bambu   | 23                             | 30        | 16        | 42        |
| Pohon Besar   | 6                              | 29        | 29        | 42        |
| Pemakaman     | 0                              | 1         | 4         | 6         |
| Rerumputan    | 14                             | 2         | 0         | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 1         | 0         | 1         |
| Sawah Jagung  | 0                              | 1         | 1         | 2         |
| Serai Wangi   | 2                              | 2         | 0         | 0         |
| Nilam         | 1                              | 0         | 4         | 13        |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 0         | 8         |



**Tabel 6.10 Hasil pengujian purity bulan Februari untuk 5 cluster**

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 |
| Bangunan      | 110                            | 69        | 280       | 105       | 69        |
| Sawah Padi    | 147                            | 204       | 108       | 178       | 172       |
| Kebun Bambu   | 21                             | 19        | 16        | 36        | 19        |
| Pohon Besar   | 27                             | 27        | 2         | 35        | 15        |
| Pemakaman     | 0                              | 4         | 0         | 4         | 3         |
| Rerumputan    | 2                              | 0         | 14        | 0         | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 0         | 0         | 0         | 2         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 1         | 0         | 2         | 0         |
| Serai Wangi   | 3                              | 0         | 1         | 0         | 0         |
| Nilam         | 0                              | 4         | 1         | 12        | 1         |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 0         | 7         | 1         |

**Tabel 6.11 Hasil pengujian purity bulan Februari untuk 6 cluster**

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 | Cluster 5 |
| Bangunan      | 93                             | 41        | 280       | 63        | 96        | 60        |
| Sawah Padi    | 138                            | 108       | 96        | 164       | 144       | 159       |
| Kebun Bambu   | 19                             | 2         | 17        | 32        | 26        | 15        |
| Pohon Besar   | 22                             | 6         | 1         | 36        | 30        | 11        |
| Pemakaman     | 0                              | 0         | 0         | 7         | 2         | 2         |
| Rerumputan    | 2                              | 0         | 14        | 0         | 0         | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 0         | 0         | 0         | 0         | 2         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 0         | 0         | 1         | 2         | 0         |
| Serai Wangi   | 3                              | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         |
| Nilam         | 0                              | 2         | 0         | 7         | 8         | 1         |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 0         | 0         | 7         | 1         |

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dijelaskan pada tabel 6.7 sampai 6.11, maka nilai maksimum digunakan untuk perhitungan nilai *purity*. Perhitungan nilai *purity* menggunakan formula 2.7 yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Hasil nilai *purity* untuk semua dataset ditampilkan pada tabel 6.12.

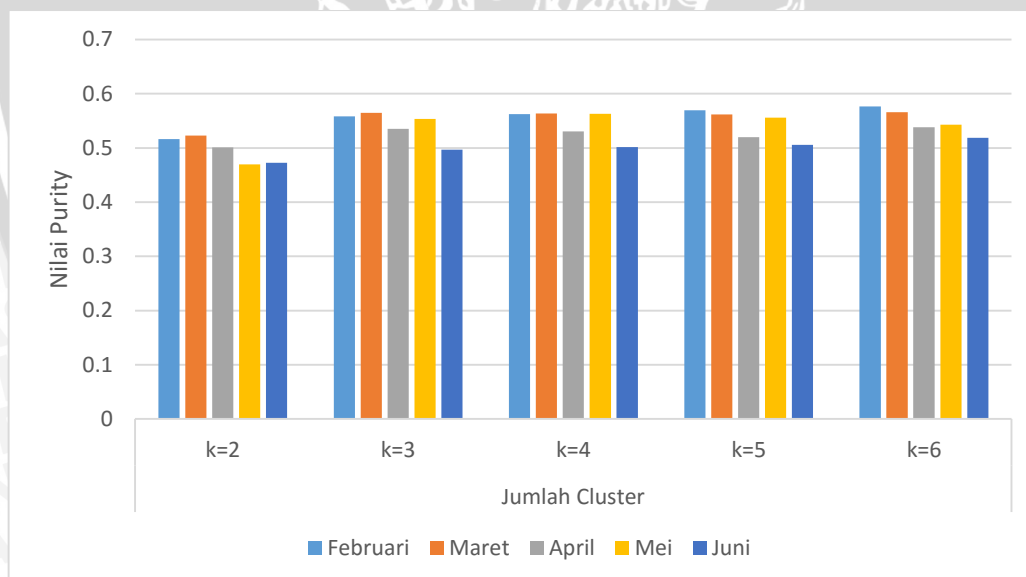
**Tabel 6.12 Hasil nilai *purity***

| Bulan    | Jumlah Cluster |         |          |          |          |
|----------|----------------|---------|----------|----------|----------|
|          | k=2            | k=3     | k=4      | k=5      | k=6      |
| Februari | 0.51626        | 0.55807 | 0.56214  | 0.56969  | 0.57666  |
| Maret    | 0.52265        | 0.56446 | 0.56329  | 0.56156  | 0.565622 |
| April    | 0.501161       | 0.53542 | 0.530197 | 0.51974  | 0.53833  |
| Mei      | 0.469803       | 0.55343 | 0.56272  | 0.55575  | 0.54297  |
| Juni     | 0.472706       | 0.49652 | 0.50174  | 0.505807 | 0.51858  |

Berdasarkan tabel 6.12 diketahui bahwa nilai *purity* tertinggi terjadi ketika *clustering* pada dataset bulan Februari dengan jumlah *cluster* 6 yang menghasilkan nilai *purity* 0,57666. Nilai *purity* terendah terjadi saat *clustering* pada dataset bulan Mei dengan jumlah *cluster* 2 yang menghasilkan nilai *purity* 0,469803.

#### 6.4 Analisis Pengujian *External Criteria*

Analisis pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui penyebab dari nilai *purity* yang dihasilkan. Nilai *purity* dihasilkan dari komparasi frekuensi keanggotaan kelas sebenarnya pada *cluster* akhir. Perubahan nilai *purity* untuk setiap dataset pengujian dan jumlah *cluster* direpresentasikan ke dalam sebuah grafik pada gambar 6.5.



**Gambar 6.3 Grafik nilai *purity* dan jumlah *cluster***

Pada bulan Februari dan Maret nilai *purity* berada di atas 0,5. Nilai yang dihasilkan pada dataset ini hanya berasal dari *cluster* yang didominasi oleh kelas bangunan dan sawah padi. Hal ini dapat dilihat pada tabel 6.7 sampai 6.11. Tanaman padi merupakan tanaman yang mendominasi pada area penelitian.

Dominasi *pixel* tanaman padi menyebabkan kelas tanaman padi mendominasi di hampir semua *cluster* sehingga pada pengujian *purity* ini tidak didapati *cluster* yang didominasi oleh kelas tanaman atsiri. Kondisi ini disebabkan nilai *pixel* tanaman padi jauh lebih banyak daripada tanaman atsiri sehingga sistem mengenali tanaman atsiri dan tanaman padi sebagai satu *cluster* yang sama.

Pada bulan April hingga juni terdapat nilai *purity* yang berada di bawah 0,5. Pada bulan tersebut usia atsiri dan usia tanam padi semakin tua. Pada usia tua warna visual tanaman atsiri semakin merah dan warna visual tanaman padi semakin menguning. Perubahan yang terjadi secara visual ini ternyata tidak mampu ditangkap oleh sensor satelit pada komposit BAND *visible green*, BAND *visible red*, dan BAND *near infrared* dengan nilai *pixel* yang jauh berbeda. Perbedaan nilai *pixel* antar tanaman masih tipis sehingga pengenalan oleh metode *improved K-Means* masih buruk bahkan nilai *purity* semakin rendah. Berdasarkan analisis hasil pengujian *external criteria* yang telah dibahas, hasil *clustering* menggunakan metode *improved K-Means* masih belum dapat mengelompokkan tanaman dengan jenis yang berbeda dengan baik.





## BAB 7 PENUTUP

### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Implementasi metode *improved K-Means* untuk identifikasi tanaman atsiri berbasis citra satelit dapat dilakukan. Sistem ini dapat menerima input berupa citra satelit *multispectral* yang kemudian diproses dengan *pre-processing* citra menggunakan metode *histogram equalization*. Proses yang terjadi dalam sistem berupa inisialisasi *cluster* awal menggunakan nilai  $v$  kemudian sistem melakukan proses *K-Means clustering*. Output yang dihasilkan oleh sistem ini berupa keanggotaan *cluster* terbaru yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan visual.
2. Identifikasi tanaman atsiri menggunakan metode *improved K-Means* berbasis citra satelit ini telah diuji menggunakan 2 kriteria yaitu *internal* dan *external criteria*. Hasil pengujian *internal* menggunakan *silhouette coefficient* menunjukkan bahwa inisialisasi jumlah *cluster* menggunakan jumlah puncak histogram tidak menghasilkan kualitas *clustering* yang optimal. *Clustering* menggunakan metode *K-Means* sendiri hanya menghasilkan *silhouette coefficient* paling besar 75,08913% ketika pengujian menggunakan dataset bulan Februari dan jumlah *cluster* 2. Pada pengujian *external criteria* menggunakan metode *purity*, nilai *purity* untuk jumlah *cluster* yang berbeda bergerak fluktuatif. Hasil pada pengujian *purity*, tidak ada *cluster* yang didominasi oleh *pixel* tanaman atsiri. Kondisi ini diketahui disebabkan oleh jumlah *pixel* tanaman atsiri yang terlalu sedikit dibandingkan dengan *pixel* tanaman di sekitarnya.

### 7.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta kesimpulan yang telah dicapai, maka penulis menyarankan :

1. Perlu melakukan penelitian tentang identifikasi tanaman atsiri berbasis citra satelit menggunakan metode *improved K-Means* dengan dataset lain yang memiliki *pixel* tanaman atsiri dan *pixel* kelas lain yang seimbang.
2. Pada inisialisasi *improved K-Means* menggunakan jumlah puncak histogram sebagai jumlah *cluster*, perlu dilakukan penelitian menggunakan histogram yang dinormalisasi atau diproses terlebih dahulu untuk menekan jumlah puncak histogram.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat digunakan nilai *vegetation index* atau kombinasi BAND lain sebagai parameter untuk identifikasi tanaman atsiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- [KPE-15] Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian, *Luas Areal Perkebunan Angka Estimasi Tahun 2013*, <http://ditjenbun.pertanian.go.id/statis-35-luasareal.html>, diakses pada 24 Maret 2015.
- [SUT-86] Sutanto, *Pengetahuan Dasar Interpretasi Citra*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1986.
- [KIN-15] Kementerian Perindustrian, *Pemasok 90% Bahan Baku Dunia, Tapi RI Masih Impor Parfum*, <http://www.kemenperin.go.id/artikel/1921/Pemasok-90-Bahan-Baku-Dunia,-Tapi-RI-Masih-Impor-Parfum>, diakses pada 24 Maret 2015.
- [LIL-79] Lillesand, M. Thomas, Kiefer, Ralph, *Remote Sensing and Image Interpretation*, Wiley, University of California, 1979.
- [KAA-05] Kardinan, Agus, *Tanaman Penghasil Minyak Atsiri Komoditas Wangi Penuh Potensi*, AgroMedia Pustaka, Depok, 2005.
- [PES-14] Peijun Sun, Dengfeng Xie, Jinshui Zhang, Xiufang Zhu, Fenghua Wei, Zhoumiqi Yuan, *Tempora-Spatial-Probabilistic Model Based For Mapping Paddy Rice Using Multi-Temporal Landsat Images*, State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology/College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing, China, 2014.
- [HOY-12] Hong Yao, Qingling Duan, Daoliang Li, Jianping Wang, *An improved K-Means clustering algorithm for fish image segmentation*, College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing, China, 2012.
- [DAP-12] Danoedoro, Projo, *Pengantar Peninderaan Jauh Digital*, Andi, Yogyakarta, 2012.
- [XXT-04] Xiangming Xiaoa, T, Stephen Bolesa, Jiyuan Liub, Dafang Zhuangb, Steve Frolkinga, Changsheng Lia, William Salasc, Berrien Moore IIIa, *Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images*, Institute for the Study of Earth, Oceans and Space, University of New Hampshire, Durham, NH 03824, USA, 2004.
- [GOW-08] Gonzalez, C, Rafael., and Woods, E, Richard., *Digital Image Processing 3rd Edition*, Pearson Prentice Hall, New Jersey, USA, 2008.
- [GUE-52] Guenther, *The Essensial Oils*, D. Van Norstrad Co.Inc. 2nd ed. Vol. III, New York, 1952
- [HIM-98] Hidayat, Moko, dkk, *Budidaya*, Monograf V, Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor, 1998



- [MAQ-67] J. B. MacQueen, *Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations*, Proceedings of 5-th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Berkeley, University of California Press, 1967
- [KOG-07] Kogan, Jacob, *Introduction to Clustering Large and High-Dimensional Data*, Cambridge University Press, New York, USA, 2007.
- [DEM-12] Deepa, M., Revathy, P., *Validation of Document Clustering based on Purity and Entropy Measures*, International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 1, Issue 3, Rajalakshmi Engineering College, Thandalam, India, 2012.
- [MSN-05] Murti, Darlis H., Suciati, Nanik., & Nanjaya, Daru., *Clustering Data Non-Numerik Dengan Pendekatan Algoritma K-Means Dan Hamming Distance Studi Kasus Biro Jodoh*, JUTI Vol .4 No.1, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2005.





## LAMPIRAN A HASIL PERHITUNGAN MANUALISASI

### A.1 Tabel Hasil Perhitungan Jumlah *Euclidean Distance* setiap *Pixel*

| <i>Pixel ke-</i> | Total jarak |
|------------------|-------------|
| 1                | 57832       |
| 2                | 57789       |
| 3                | 52015       |
| 4                | 75002       |
| 5                | 94465       |
| 6                | 161238      |
| 7                | 107910      |
| 8                | 57491       |
| 9                | 76356       |
| 10               | 64361       |
| 11               | 56791       |
| 12               | 98048       |
| 13               | 94594       |
| 14               | 63574       |
| 15               | 54811       |
| 16               | 78115       |
| 17               | 84738       |
| 18               | 97006       |
| 19               | 74237       |
| 20               | 109005      |
| 21               | 67049       |
| 22               | 56571       |
| 23               | 61375       |
| 24               | 76720       |
| 25               | 69044       |
| 26               | 76166       |
| 27               | 93146       |
| 28               | 80201       |
| 29               | 59216       |
| 30               | 58605       |
| 31               | 62001       |
| 32               | 71628       |
| 33               | 53279       |
| 34               | 64559       |
| 35               | 91186       |
| 36               | 83219       |
| 37               | 54827       |
| 38               | 55843       |

| <i>Pixel ke-</i> | Total jarak |
|------------------|-------------|
| 39               | 65496       |
| 40               | 79364       |
| 41               | 60248       |
| 42               | 52605       |
| 43               | 115768      |
| 44               | 65522       |
| 45               | 58493       |
| 46               | 69173       |
| 47               | 71157       |
| 48               | 68489       |
| 49               | 58162       |
| 50               | 53120       |
| 51               | 109736      |
| 52               | 57308       |
| 53               | 59283       |
| 54               | 64020       |
| 55               | 71512       |
| 56               | 59991       |
| 57               | 73091       |
| 58               | 68032       |
| 59               | 63150       |
| 60               | 55698       |
| 61               | 54279       |
| 62               | 58493       |
| 63               | 89218       |
| 64               | 59135       |

## A.2 Tabel Hasil Perhitungan Jumlah Nilai $v$ setiap *Pixel*

| <i>Pixel ke</i> | Jumlah $v$ |
|-----------------|------------|
| 1               | 0.736748   |
| 2               | 0.730985   |
| 3               | 0.665944   |
| 4               | 1.066734   |
| 5               | 1.413429   |
| 6               | 2.459301   |
| 7               | 1.640195   |
| 8               | 0.728513   |
| 9               | 1.03877    |
| 10              | 0.835466   |
| 11              | 0.73009    |
| 12              | 1.499048   |
| 13              | 1.443987   |

| Pixel ke | Jumlah v |
|----------|----------|
| 14       | 0.910455 |
| 15       | 0.69122  |
| 16       | 1.050539 |
| 17       | 1.190133 |
| 18       | 1.368105 |
| 19       | 1.061572 |
| 20       | 1.658944 |
| 21       | 0.968178 |
| 22       | 0.713699 |
| 23       | 0.790059 |
| 24       | 1.044369 |
| 25       | 0.951712 |
| 26       | 1.062027 |
| 27       | 1.422038 |
| 28       | 1.206024 |
| 29       | 0.791735 |
| 30       | 0.745159 |
| 31       | 0.803506 |
| 32       | 0.96807  |
| 33       | 0.685792 |
| 34       | 0.873306 |
| 35       | 1.390081 |
| 36       | 1.253063 |
| 37       | 0.705658 |
| 38       | 0.712166 |
| 39       | 0.847279 |
| 40       | 1.093833 |
| 41       | 0.793556 |
| 42       | 0.668193 |
| 43       | 1.765379 |
| 44       | 0.942866 |
| 45       | 0.74568  |
| 46       | 0.938517 |
| 47       | 0.940523 |
| 48       | 0.906926 |
| 49       | 0.754793 |
| 50       | 0.697146 |
| 51       | 1.679821 |
| 52       | 0.751316 |
| 53       | 0.764693 |
| 54       | 0.856886 |
| 55       | 0.966749 |





| Pixel ke | Jumlah v |
|----------|----------|
| 56       | 0.769616 |
| 57       | 1.078467 |
| 58       | 0.993057 |
| 59       | 0.885517 |
| 60       | 0.708477 |
| 61       | 0.683749 |
| 62       | 0.754328 |
| 63       | 1.220181 |
| 64       | 0.785633 |

### A.3 Table Sorting Jumlah Nilai v

| Pixel ke | Jumlah v |
|----------|----------|
| 3        | 0.665944 |
| 42       | 0.668193 |
| 61       | 0.683749 |
| 33       | 0.685792 |
| 15       | 0.69122  |
| 50       | 0.697146 |
| 37       | 0.705658 |
| 60       | 0.708477 |
| 38       | 0.712166 |
| 22       | 0.713699 |
| 8        | 0.728513 |
| 11       | 0.73009  |
| 2        | 0.730985 |
| 1        | 0.736748 |
| 30       | 0.745159 |
| 45       | 0.74568  |
| 52       | 0.751316 |
| 62       | 0.754328 |
| 49       | 0.754793 |
| 53       | 0.764693 |
| 56       | 0.769616 |
| 64       | 0.785633 |
| 23       | 0.790059 |
| 29       | 0.791735 |
| 41       | 0.793556 |
| 31       | 0.803506 |
| 10       | 0.835466 |
| 39       | 0.847279 |
| 54       | 0.856886 |
| 34       | 0.873306 |

| Pixel ke | Jumlah v |
|----------|----------|
| 59       | 0.885517 |
| 48       | 0.906926 |
| 14       | 0.910455 |
| 46       | 0.938517 |
| 47       | 0.940523 |
| 44       | 0.942866 |
| 25       | 0.951712 |
| 55       | 0.966749 |
| 32       | 0.96807  |
| 21       | 0.968178 |
| 58       | 0.993057 |
| 9        | 1.03877  |
| 24       | 1.044369 |
| 16       | 1.050539 |
| 19       | 1.061572 |
| 26       | 1.062027 |
| 4        | 1.066734 |
| 57       | 1.078467 |
| 40       | 1.093833 |
| 17       | 1.190133 |
| 28       | 1.206024 |
| 63       | 1.220181 |
| 36       | 1.253063 |
| 18       | 1.368105 |
| 35       | 1.390081 |
| 5        | 1.413429 |
| 27       | 1.422038 |
| 13       | 1.443987 |
| 12       | 1.499048 |
| 7        | 1.640195 |
| 20       | 1.658944 |
| 51       | 1.679821 |
| 43       | 1.765379 |
| 6        | 2.459301 |

#### A.4 Tabel Inisialisasi Cluster Awal

| Pixel ke- | BAND3 | BAND4 | BAND5 | Jarak C1 | Jarak C2 | Jarak C3 | Cluster |
|-----------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|---------|
| 1         | 11001 | 11824 | 17277 | 474.427  | 429.148  | 194.142  | 3       |
| 2         | 10953 | 11725 | 17027 | 390.699  | 308.054  | 178.129  | 3       |
| 3         | 10795 | 11406 | 17188 | 0        | 98.7978  | 307.405  | 1       |
| 4         | 10436 | 10721 | 16769 | 879.583  | 912.076  | 1156.7   | 1       |
| 5         | 10195 | 10148 | 17005 | 1405.72  | 1466.01  | 1706.34  | 1       |

| <i>Pixel ke-</i> | <b>BAND3</b> | <b>BAND4</b> | <b>BAND5</b> | <b>Jarak C1</b> | <b>Jarak C2</b> | <b>Jarak C3</b> | <b>Cluster</b> |
|------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 6                | 9678         | 9076         | 17865        | 2671.13         | 2752.31         | 2964.67         | 1              |
| 7                | 10322        | 10196        | 18374        | 1759.1          | 1853.04         | 1989.92         | 1              |
| 8                | 11008        | 11617        | 16977        | 366.621         | 295.327         | 216.141         | 3              |
| 9                | 11206        | 12078        | 17793        | 993.242         | 986.745         | 773.714         | 3              |
| 10               | 11136        | 11960        | 17325        | 664.805         | 622.502         | 371.459         | 3              |
| 11               | 11036        | 11735        | 17421        | 469.692         | 460.054         | 253.726         | 3              |
| 12               | 10142        | 10013        | 17563        | 1583.5          | 1664.63         | 1878.6          | 1              |
| 13               | 10155        | 10083        | 17556        | 1515.04         | 1596.08         | 1810.43         | 1              |
| 14               | 10520        | 10788        | 17425        | 716.741         | 803.167         | 1007.05         | 1              |
| 15               | 11012        | 11658        | 17185        | 332.569         | 288.82          | 34.4964         | 3              |
| 16               | 11291        | 12174        | 17545        | 981.473         | 951.454         | 704.882         | 3              |
| 17               | 11067        | 11903        | 18233        | 1188.7          | 1217            | 1078.17         | 3              |
| 18               | 11212        | 12119        | 18324        | 1404.55         | 1421.48         | 1249.96         | 3              |
| 19               | 10723        | 11254        | 18153        | 979.547         | 1055.17         | 1074.92         | 1              |
| 20               | 10213        | 10195        | 18358        | 1781.61         | 1873.7          | 2019.87         | 1              |
| 21               | 10601        | 10875        | 17801        | 833.886         | 928.184         | 1059.8          | 1              |
| 22               | 10953        | 11703        | 17062        | 359.234         | 281.165         | 137.844         | 3              |
| 23               | 11056        | 11917        | 17306        | 585.804         | 540.565         | 299.506         | 3              |
| 24               | 11175        | 12099        | 17800        | 999.596         | 991.852         | 782.476         | 3              |
| 25               | 10915        | 11696        | 17979        | 850.988         | 889.094         | 794.669         | 3              |
| 26               | 10960        | 11781        | 18117        | 1015.33         | 1049.77         | 937.949         | 3              |
| 27               | 10166        | 10150        | 17700        | 1495.1          | 1579.71         | 1783.39         | 1              |
| 28               | 10328        | 10433        | 17725        | 1205.48         | 1294.13         | 1482.99         | 1              |
| 29               | 10926        | 11585        | 17709        | 566.253         | 608.186         | 527.986         | 3              |
| 30               | 11015        | 11829        | 17198        | 476.895         | 419.421         | 180.125         | 3              |
| 31               | 11056        | 11929        | 17390        | 618.429         | 583.317         | 350.805         | 3              |
| 32               | 11170        | 11986        | 17759        | 896.139         | 894.211         | 688.327         | 3              |
| 33               | 10833        | 11567        | 17402        | 270.483         | 292.776         | 272.428         | 1              |
| 34               | 10923        | 11749        | 17820        | 730.381         | 756.134         | 641.611         | 3              |
| 35               | 10240        | 10174        | 17731        | 1456.26         | 1543.28         | 1739.81         | 1              |
| 36               | 10269        | 10296        | 17423        | 1250.6          | 1329.62         | 1548.99         | 1              |
| 37               | 10952        | 11648        | 17446        | 387.01          | 395.624         | 259.355         | 3              |
| 38               | 10841        | 11460        | 16914        | 283.034         | 217.956         | 362.069         | 2              |
| 39               | 11127        | 11970        | 17186        | 654.465         | 595.618         | 350.277         | 3              |
| 40               | 11221        | 12000        | 17968        | 1068.98         | 1078.83         | 887.614         | 3              |
| 41               | 10677        | 11292        | 16790        | 430.493         | 401.648         | 615.894         | 2              |
| 42               | 10791        | 11482        | 17125        | 98.7978         | 0               | 261.111         | 2              |
| 43               | 9951         | 9740         | 17311        | 1871.64         | 1942.87         | 2174.72         | 1              |
| 44               | 10466        | 10732        | 17337        | 764.669         | 844.434         | 1064.23         | 1              |
| 45               | 10865        | 11597        | 16879        | 369.949         | 281.455         | 333.745         | 2              |
| 46               | 10690        | 11120        | 16592        | 669.356         | 652.176         | 849.852         | 2              |
| 47               | 10933        | 11532        | 16546        | 668.643         | 598.252         | 654.851         | 2              |



| <i>Pixel ke-</i> | <b>BAND3</b> | <b>BAND4</b> | <b>BAND5</b> | <b>Jarak C1</b> | <b>Jarak C2</b> | <b>Jarak C3</b> | <b>Cluster</b> |
|------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 48               | 11138        | 12036        | 17521        | 790.846         | 764.291         | 532.145         | 3              |
| 49               | 10732        | 11378        | 16835        | 359.669         | 313.683         | 510.637         | 2              |
| 50               | 10709        | 11269        | 17226        | 166.16          | 249.588         | 470.384         | 1              |
| 51               | 10033        | 9818         | 17520        | 1792.38         | 1870.69         | 2090.57         | 1              |
| 52               | 10765        | 11230        | 16888        | 349.107         | 346.914         | 560.623         | 2              |
| 53               | 10856        | 11436        | 16796        | 397.85          | 338.5           | 464.367         | 2              |
| 54               | 10739        | 11162        | 16701        | 547.577         | 533.742         | 731.691         | 2              |
| 55               | 10731        | 11211        | 16513        | 705.511         | 672.001         | 843.8           | 2              |
| 56               | 11138        | 11816        | 17286        | 543.464         | 507.825         | 248.542         | 3              |
| 57               | 10488        | 10679        | 17829        | 1016.69         | 1110.06         | 1264.78         | 1              |
| 58               | 10511        | 10703        | 17630        | 877.627         | 969.673         | 1147.15         | 1              |
| 59               | 10581        | 10824        | 17098        | 626.594         | 691.226         | 923.553         | 1              |
| 60               | 10894        | 11471        | 16932        | 282.067         | 219.041         | 325.14          | 2              |
| 61               | 10978        | 11653        | 17188        | 307.405         | 261.111         | 0               | 3              |
| 62               | 10852        | 11408        | 16816        | 376.347         | 323.54          | 462.909         | 2              |
| 63               | 10881        | 11429        | 16172        | 1019.89         | 958.706         | 1044.91         | 2              |
| 64               | 10748        | 11145        | 16864        | 418.696         | 428.415         | 644.934         | 1              |

#### A.5 Tabel Cluster Baru Hasil Iterasi Pertama

| <i>Pixel ke-</i> | <b>BAND3</b> | <b>BAND4</b> | <b>BAND5</b> | <b>Jarak C1</b> | <b>Jarak C2</b> | <b>Jarak C3</b> | <b>Cluster</b> |
|------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 1                | 11001        | 11824        | 17277        | 1475            | 722             | 264             | 3              |
| 2                | 10953        | 11725        | 17027        | 1435            | 473             | 533             | 2              |
| 3                | 10795        | 11406        | 17188        | 1045            | 439             | 625             | 2              |
| 4                | 10436        | 10721        | 16769        | 797             | 748             | 1503            | 2              |
| 5                | 10195        | 10148        | 17005        | 669             | 1390            | 1985            | 1              |
| 6                | 9678         | 9076         | 17865        | 1632            | 2790            | 3121            | 1              |
| 7                | 10322        | 10196        | 18374        | 898             | 2062            | 2001            | 1              |
| 8                | 11008        | 11617        | 16977        | 1389            | 392             | 606             | 2              |
| 9                | 11206        | 12078        | 17793        | 1790            | 1322            | 373             | 3              |
| 10               | 11136        | 11960        | 17325        | 1647            | 887             | 244             | 3              |
| 11               | 11036        | 11735        | 17421        | 1393            | 798             | 165             | 3              |
| 12               | 10142        | 10013        | 17563        | 553             | 1716            | 2058            | 1              |
| 13               | 10155        | 10083        | 17556        | 484             | 1653            | 1990            | 1              |
| 14               | 10520        | 10788        | 17425        | 329             | 937             | 1200            | 1              |
| 15               | 11012        | 11658        | 17185        | 1355            | 561             | 402             | 3              |
| 16               | 11291        | 12174        | 17545        | 1896            | 1230            | 394             | 3              |
| 17               | 11067        | 11903        | 18233        | 1701            | 1597            | 702             | 3              |
| 18               | 11212        | 12119        | 18324        | 1974            | 1790            | 848             | 3              |
| 19               | 10723        | 11254        | 18153        | 1025            | 1410            | 927             | 3              |
| 20               | 10213        | 10195        | 18358        | 897             | 2078            | 2038            | 1              |
| 21               | 10601        | 10875        | 17801        | 501             | 1180            | 1115            | 1              |

| <i>Pixel ke-</i> | <b>BAND3</b> | <b>BAND4</b> | <b>BAND5</b> | <b>Jarak C1</b> | <b>Jarak C2</b> | <b>Jarak C3</b> | <b>Cluster</b> |
|------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 22               | 10953        | 11703        | 17062        | 1404            | 479             | 506             | 2              |
| 23               | 11056        | 11917        | 17306        | 1576            | 819             | 235             | 3              |
| 24               | 11175        | 12099        | 17800        | 1795            | 1330            | 380             | 3              |
| 25               | 10915        | 11696        | 17979        | 1373            | 1276            | 496             | 3              |
| 26               | 10960        | 11781        | 18117        | 1512            | 1436            | 598             | 3              |
| 27               | 10166        | 10150        | 17700        | 451             | 1674            | 1932            | 1              |
| 28               | 10328        | 10433        | 17725        | 212             | 1435            | 1611            | 1              |
| 29               | 10926        | 11585        | 17709        | 1217            | 990             | 349             | 3              |
| 30               | 11015        | 11829        | 17198        | 1501            | 674             | 339             | 3              |
| 31               | 11056        | 11929        | 17390        | 1577            | 885             | 161             | 3              |
| 32               | 11170        | 11986        | 17759        | 1688            | 1237            | 284             | 3              |
| 33               | 10833        | 11567        | 17402        | 1156            | 681             | 390             | 3              |
| 34               | 10923        | 11749        | 17820        | 1381            | 1141            | 336             | 3              |
| 35               | 10240        | 10174        | 17731        | 414             | 1648            | 1881            | 1              |
| 36               | 10269        | 10296        | 17423        | 267             | 1377            | 1751            | 1              |
| 37               | 10952        | 11648        | 17446        | 1275            | 763             | 249             | 3              |
| 38               | 10841        | 11460        | 16914        | 1224            | 190             | 766             | 2              |
| 39               | 11127        | 11970        | 17186        | 1676            | 808             | 371             | 3              |
| 40               | 11221        | 12000        | 17968        | 1764            | 1433            | 486             | 3              |
| 41               | 10677        | 11292        | 16790        | 1119            | 155             | 1007            | 2              |
| 42               | 10791        | 11482        | 17125        | 1131            | 391             | 615             | 2              |
| 43               | 9951         | 9740         | 17311        | 911             | 1925            | 2398            | 1              |
| 44               | 10466        | 10732        | 17337        | 309             | 932             | 1285            | 1              |
| 45               | 10865        | 11597        | 16879        | 1358            | 267             | 729             | 2              |
| 46               | 10690        | 11120        | 16592        | 1165            | 318             | 1249            | 2              |
| 47               | 10933        | 11532        | 16546        | 1525            | 290             | 1045            | 2              |
| 48               | 11138        | 12036        | 17521        | 1703            | 1071            | 198             | 3              |
| 49               | 10732        | 11378        | 16835        | 1168            | 111             | 906             | 2              |
| 50               | 10709        | 11269        | 17226        | 882             | 496             | 749             | 2              |
| 51               | 10033        | 9818         | 17520        | 776             | 1898            | 2281            | 1              |
| 52               | 10765        | 11230        | 16888        | 1041            | 202             | 945             | 2              |
| 53               | 10856        | 11436        | 16796        | 1276            | 95              | 871             | 2              |
| 54               | 10739        | 11162        | 16701        | 1117            | 225             | 1129            | 2              |
| 55               | 10731        | 11211        | 16513        | 1288            | 295             | 1250            | 2              |
| 56               | 11138        | 11816        | 17286        | 1529            | 772             | 260             | 3              |
| 57               | 10488        | 10679        | 17829        | 355             | 1321            | 1341            | 1              |
| 58               | 10511        | 10703        | 17630        | 251             | 1143            | 1280            | 1              |
| 59               | 10581        | 10824        | 17098        | 574             | 686             | 1217            | 1              |
| 60               | 10894        | 11471        | 16932        | 1245            | 226             | 732             | 2              |
| 61               | 10978        | 11653        | 17188        | 1335            | 549             | 407             | 3              |
| 62               | 10852        | 11408        | 16816        | 1243            | 90              | 869             | 2              |
| 63               | 10881        | 11429        | 16172        | 1718            | 586             | 1437            | 2              |



| Pixel ke- | BAND3 | BAND4 | BAND5 | Jarak C1 | Jarak C2 | Jarak C3 | Cluster |
|-----------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|---------|
| 64        | 10748 | 11145 | 16864 | 994      | 260      | 1024     | 2       |

#### A.6 Tabel Cluster Baru Hasil Iterasi ke-4

| Pixel ke- | BAND3 | BAND4 | BAND5 | Jarak C1 | Jarak C2 | Jarak C3 | Cluster |
|-----------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|---------|
| 1         | 11001 | 11824 | 17277 | 1791.852 | 673.5959 | 340.2055 | 3       |
| 2         | 10953 | 11725 | 17027 | 1757.702 | 447.7007 | 605.0891 | 2       |
| 3         | 10795 | 11406 | 17188 | 1367.941 | 342.7998 | 658.315  | 2       |
| 4         | 10436 | 10721 | 16769 | 1025.254 | 724.2452 | 1529.605 | 2       |
| 5         | 10195 | 10148 | 17005 | 660.1192 | 1347.767 | 1990.077 | 1       |
| 6         | 9678  | 9076  | 17865 | 1315.381 | 2724.893 | 3095.127 | 1       |
| 7         | 10322 | 10196 | 18374 | 722.7895 | 1966.081 | 1951.409 | 1       |
| 8         | 11008 | 11617 | 16977 | 1710.626 | 368.5719 | 675.0905 | 2       |
| 9         | 11206 | 12078 | 17793 | 2074.531 | 1262.928 | 337.2405 | 3       |
| 10        | 11136 | 11960 | 17325 | 1961.182 | 848.5299 | 324.176  | 3       |
| 11        | 11036 | 11735 | 17421 | 1703.569 | 732.1434 | 218.8903 | 3       |
| 12        | 10142 | 10013 | 17563 | 269.6666 | 1645.658 | 2039.898 | 1       |
| 13        | 10155 | 10083 | 17556 | 210.603  | 1581.066 | 1971.748 | 1       |
| 14        | 10520 | 10788 | 17425 | 651.5227 | 846.1107 | 1192.015 | 1       |
| 15        | 11012 | 11658 | 17185 | 1675.586 | 507.321  | 466.3866 | 3       |
| 16        | 11291 | 12174 | 17545 | 2197.413 | 1190.065 | 418.1827 | 3       |
| 17        | 11067 | 11903 | 18233 | 1938.947 | 1515.537 | 623.3065 | 3       |
| 18        | 11212 | 12119 | 18324 | 2212.434 | 1715.988 | 780.9005 | 3       |
| 19        | 10723 | 11254 | 18153 | 1222.724 | 1307.646 | 860.5341 | 3       |
| 20        | 10213 | 10195 | 18358 | 704.5153 | 1983.35  | 1989.454 | 1       |
| 21        | 10601 | 10875 | 17801 | 738.1479 | 1078.063 | 1079.846 | 1       |
| 22        | 10953 | 11703 | 17062 | 1726.818 | 444.7911 | 576.0253 | 2       |
| 23        | 11056 | 11917 | 17306 | 1891.588 | 776.4041 | 317.1199 | 3       |
| 24        | 11175 | 12099 | 17800 | 2079.67  | 1270.714 | 343.6889 | 3       |
| 25        | 10915 | 11696 | 17979 | 1631.26  | 1187.849 | 415.3741 | 3       |
| 26        | 10960 | 11781 | 18117 | 1756.55  | 1349.54  | 515.0916 | 3       |
| 27        | 10166 | 10150 | 17700 | 132.5469 | 1595.31  | 1908.322 | 1       |
| 28        | 10328 | 10433 | 17725 | 217.7188 | 1347.014 | 1584.481 | 1       |
| 29        | 10926 | 11585 | 17709 | 1504.518 | 901.096  | 298.4097 | 3       |
| 30        | 11015 | 11829 | 17198 | 1820.411 | 635.1542 | 416.8816 | 3       |
| 31        | 11056 | 11929 | 17390 | 1888.576 | 836.7989 | 240.8928 | 3       |
| 32        | 11170 | 11986 | 17759 | 1974.483 | 1173.62  | 239.1615 | 3       |
| 33        | 10833 | 11567 | 17402 | 1469.858 | 595.4676 | 407.1796 | 3       |
| 34        | 10923 | 11749 | 17820 | 1658.705 | 1057.968 | 259.012  | 3       |
| 35        | 10240 | 10174 | 17731 | 101.2749 | 1566.713 | 1855.289 | 1       |
| 36        | 10269 | 10296 | 17423 | 240.0617 | 1305.64  | 1739.814 | 1       |
| 37        | 10952 | 11648 | 17446 | 1585.54  | 686.4594 | 272.1223 | 3       |
| 38        | 10841 | 11460 | 16914 | 1543.911 | 139.0908 | 822.3567 | 2       |

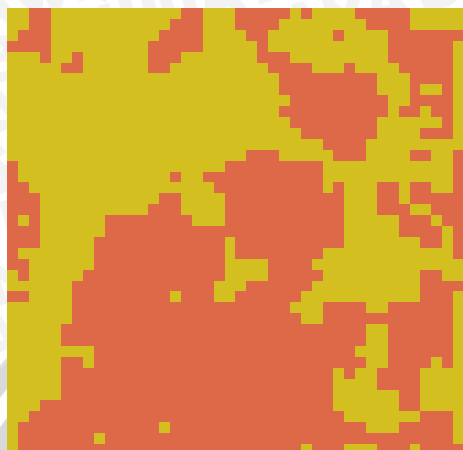


| <i>Pixel ke-</i> | <b>BAND3</b> | <b>BAND4</b> | <b>BAND5</b> | <b>Jarak C1</b> | <b>Jarak C2</b> | <b>Jarak C3</b> | <b>Cluster</b> |
|------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 39               | 11127        | 11970        | 17186        | 1994.049        | 783.3702        | 453.447         | 3              |
| 40               | 11221        | 12000        | 17968        | 2032.393        | 1363.845        | 425.3241        | 3              |
| 41               | 10677        | 11292        | 16790        | 1426.652        | 141.0251        | 1056.492        | 2              |
| 42               | 10791        | 11482        | 17125        | 1453.518        | 306.2658        | 658.0305        | 2              |
| 43               | 9951         | 9740         | 17311        | 678.6554        | 1870.816        | 2388.501        | 1              |
| 44               | 10466        | 10732        | 17337        | 623.4671        | 848.8294        | 1281.722        | 1              |
| 45               | 10865        | 11597        | 16879        | 1678.821        | 262.6181        | 794.9688        | 2              |
| 46               | 10690        | 11120        | 16592        | 1448.036        | 358.4101        | 1299.794        | 2              |
| 47               | 10933        | 11532        | 16546        | 1833.807        | 383.3945        | 1116.637        | 2              |
| 48               | 11138        | 12036        | 17521        | 2006.356        | 1022.195        | 234.6997        | 3              |
| 49               | 10732        | 11378        | 16835        | 1482.356        | 69.84457        | 958.8554        | 2              |
| 50               | 10709        | 11269        | 17226        | 1204.435        | 392.3516        | 768.8887        | 2              |
| 51               | 10033        | 9818         | 17520        | 495.3252        | 1833.14         | 2264.366        | 1              |
| 52               | 10765        | 11230        | 16888        | 1353.268        | 125.1911        | 988.9534        | 2              |
| 53               | 10856        | 11436        | 16796        | 1591.442        | 122.7903        | 931.6118        | 2              |
| 54               | 10739        | 11162        | 16701        | 1413.391        | 243.1688        | 1177.781        | 2              |
| 55               | 10731        | 11211        | 16513        | 1573.86         | 368.685         | 1306.39         | 2              |
| 56               | 11138        | 11816        | 17286        | 1844.673        | 727.9223        | 339.4457        | 3              |
| 57               | 10488        | 10679        | 17829        | 526.7944        | 1222.86         | 1306.876        | 1              |
| 58               | 10511        | 10703        | 17630        | 530.3568        | 1049.097        | 1257.463        | 1              |
| 59               | 10581        | 10824        | 17098        | 871.5818        | 615.3728        | 1231.083        | 2              |
| 60               | 10894        | 11471        | 16932        | 1565.084        | 180.43          | 789.8074        | 2              |
| 61               | 10978        | 11653        | 17188        | 1655.319        | 492.4563        | 469.6527        | 3              |
| 62               | 10852        | 11408        | 16816        | 1558.12         | 92.54577        | 927.6401        | 2              |
| 63               | 10881        | 11429        | 16172        | 2002.394        | 689.2147        | 1507.902        | 2              |
| 64               | 10748        | 11145        | 16864        | 1300.279        | 206.5291        | 1064.947        | 2              |

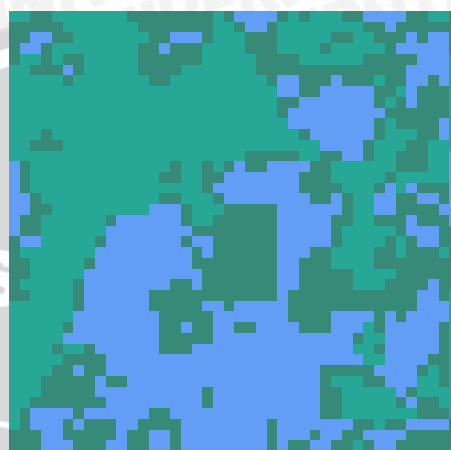
## LAMPIRAN B HASIL PENGUJIAN

### B.1 Citra Hasil *Clustering*

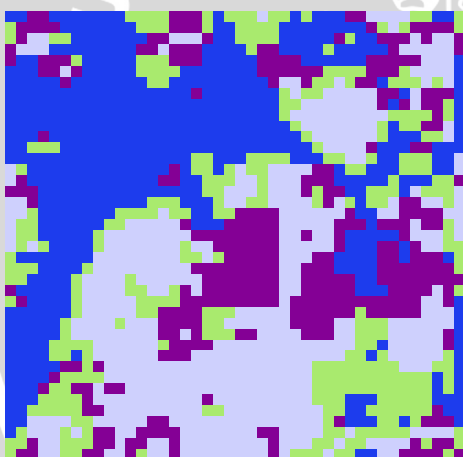
#### B.1.1 Dataset Bulan Februari



Jumlah Cluster 2



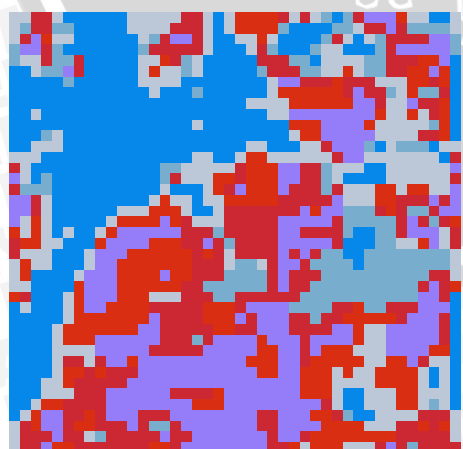
Jumlah Cluster 3



Jumlah Cluster 4

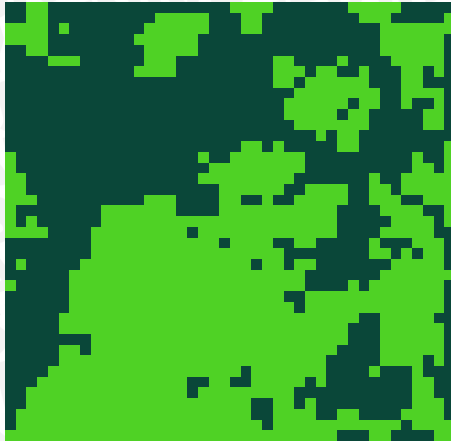


Jumlah Cluster 5

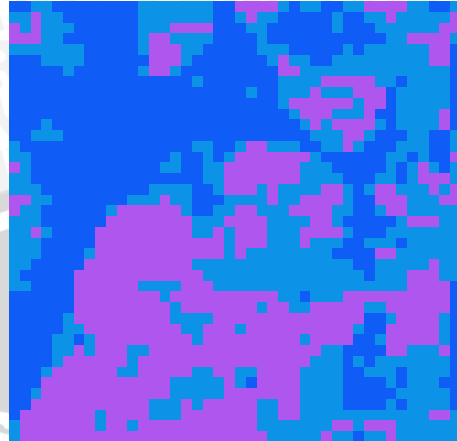


Jumlah Cluster 6

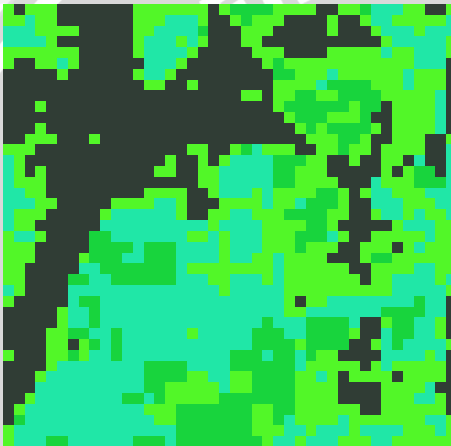
### B.1.2 Dataset Bulan Maret



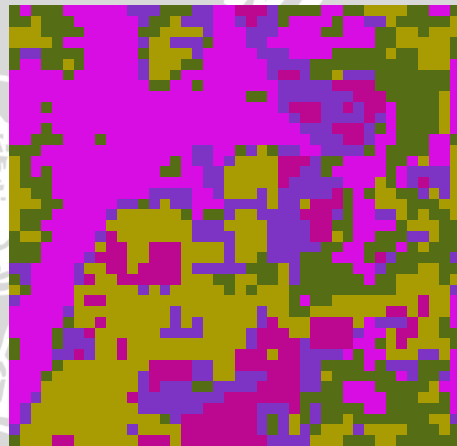
Jumlah Cluster 2



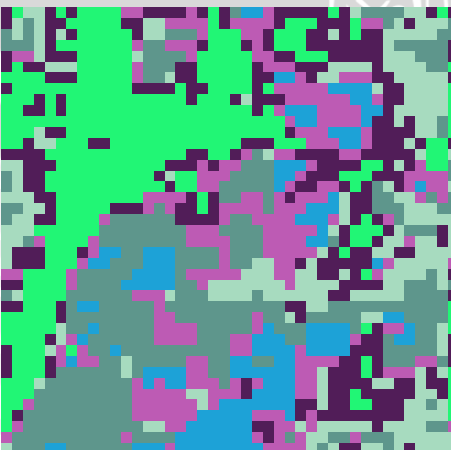
Jumlah Cluster 3



Jumlah Cluster 4



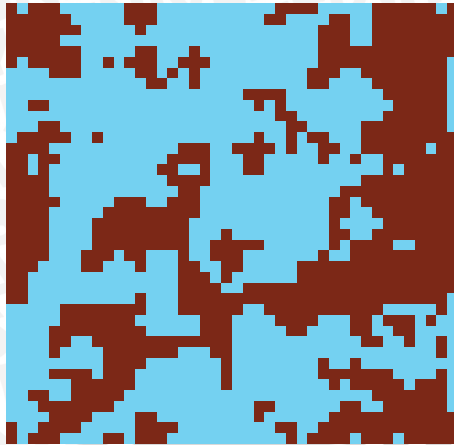
Jumlah Cluster 5



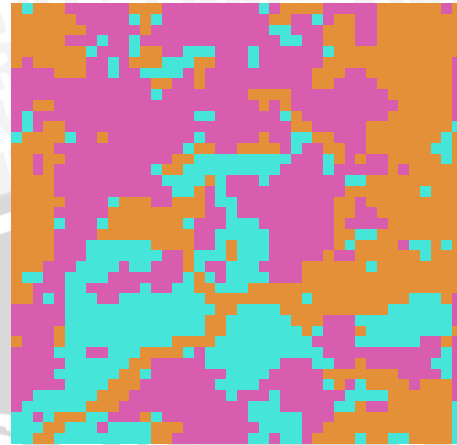
Jumlah Cluster 6



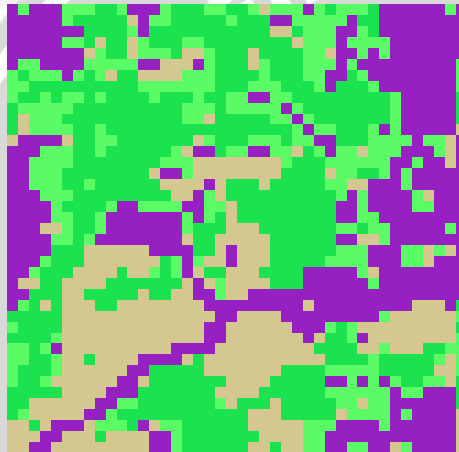
### B.1.3 Dataset Bulan April



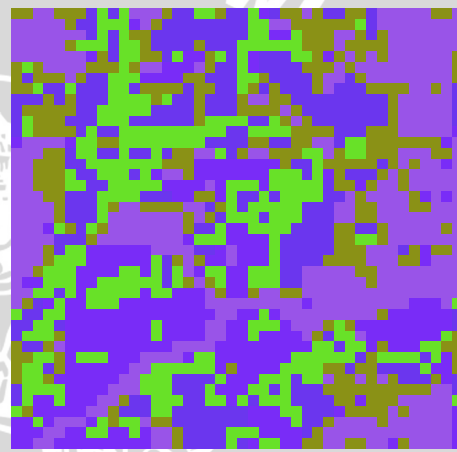
Jumlah Cluster 2



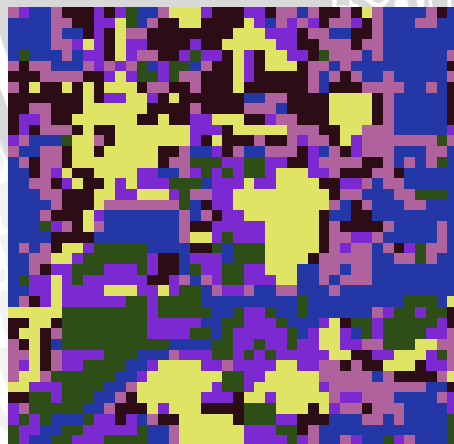
Jumlah Cluster 3



Jumlah Cluster 4

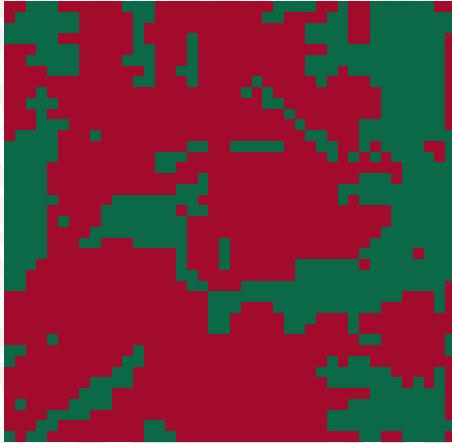


Jumlah Cluster 5

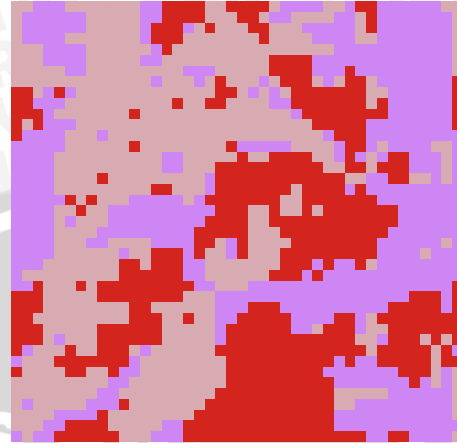


Jumlah Cluster 6

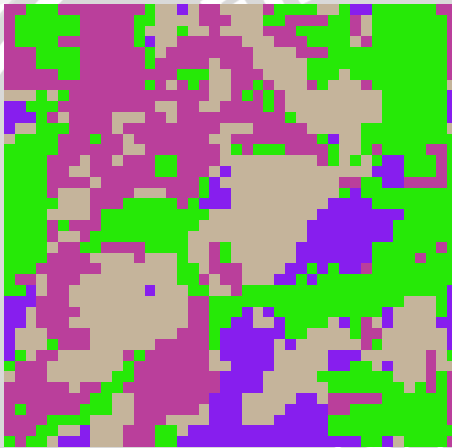
#### B.1.4 Dataset Bulan Mei



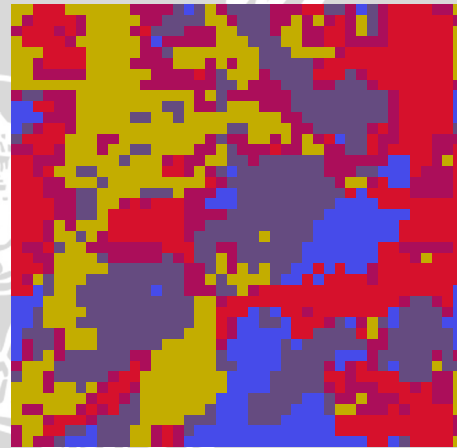
Jumlah Cluster 2



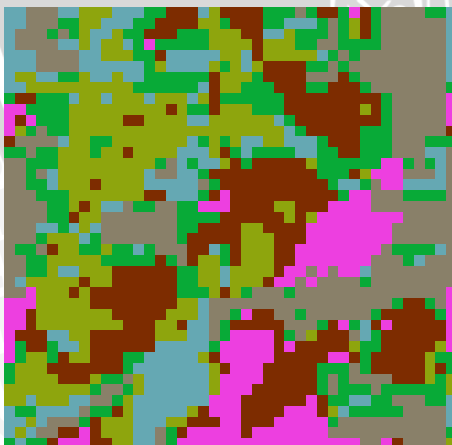
Jumlah Cluster 3



Jumlah Cluster 4

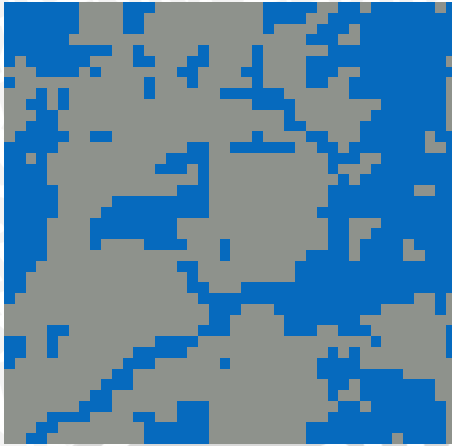


Jumlah Cluster 5

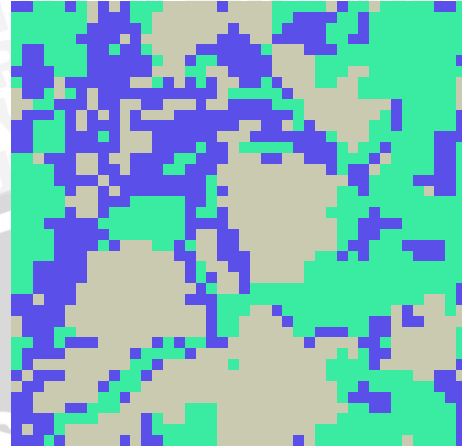


Jumlah Cluster 6

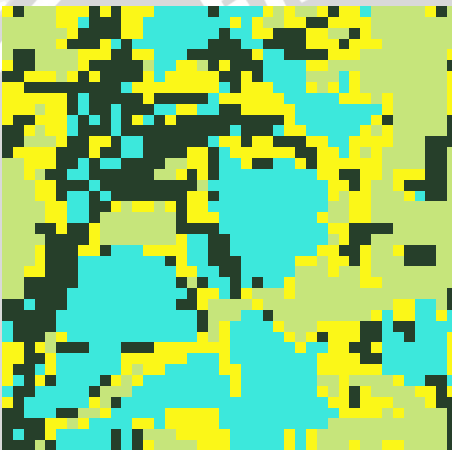
### B.1.5 Dataset Bulan Juni



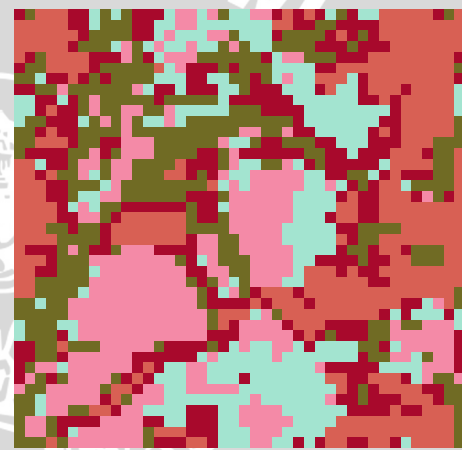
Jumlah Cluster 2



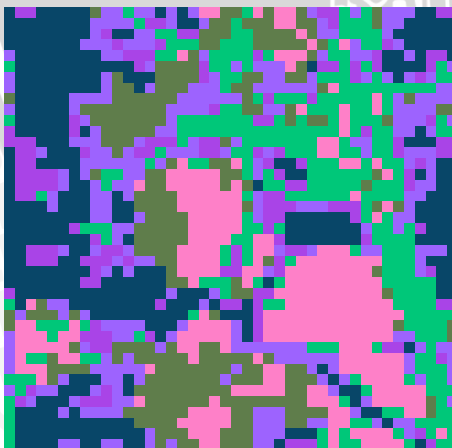
Jumlah Cluster 3



Jumlah Cluster 4



Jumlah Cluster 5



Jumlah Cluster 6



## B.2 Hasil Pengujian *Purity*

### B.2.1 Tabel Hasil Pengujian *Purity* Bulan Maret 2 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 |
| Bangunan      | 419                            | 214       |
| Sawah Padi    | 328                            | 481       |
| Kebun Bambu   | 27                             | 84        |
| Pohon Besar   | 34                             | 72        |
| Pemukaman     | 1                              | 10        |
| Rerumputan    | 16                             | 0         |
| Tanah Terbuka | 1                              | 1         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 3         |
| Serai Wangi   | 3                              | 1         |
| Nilam         | 4                              | 14        |
| Kebun tebu    | 0                              | 8         |

### B.2.2 Tabel Hasil Pengujian *Purity* Bulan Maret 3 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 |
| Bangunan      | 342                            | 151       | 140       |
| Sawah Padi    | 179                            | 325       | 305       |
| Kebun Bambu   | 19                             | 27        | 65        |
| Pohon Besar   | 8                              | 64        | 34        |
| Pemukaman     | 0                              | 1         | 10        |
| Rerumputan    | 14                             | 2         | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 1         | 1         |
| Sawah Jagung  | 0                              | 1         | 3         |
| Serai Wangi   | 2                              | 2         | 0         |
| Nilam         | 1                              | 9         | 8         |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 8         |

### B.2.3 Tabel Hasil Pengujian *Purity* Bulan Maret 4 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 |
| Bangunan      | 149                            | 107       | 317       | 60        |
| Sawah Padi    | 279                            | 265       | 156       | 109       |
| Kebun Bambu   | 22                             | 58        | 16        | 15        |
| Pohon Besar   | 58                             | 23        | 4         | 21        |
| Pemukaman     | 1                              | 5         | 0         | 5         |
| Rerumputan    | 2                              | 0         | 14        | 0         |
| Tanah Terbuka | 1                              | 1         | 0         | 0         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 2         | 0         | 1         |
| Serai Wangi   | 2                              | 0         | 2         | 0         |
| Nilam         | 9                              | 1         | 1         | 7         |
| Kebun tebu    | 0                              | 7         | 0         | 1         |

#### B.2.4 Tabel Hasil Pengujian *Purity* Bulan Maret 5 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 |
| Bangunan      | 103                            | 96        | 307       | 79        | 48        |
| Sawah Padi    | 183                            | 247       | 149       | 149       | 81        |
| Kebun Bambu   | 13                             | 55        | 15        | 14        | 14        |
| Pohon Besar   | 43                             | 18        | 5         | 22        | 18        |
| Pemakaman     | 0                              | 5         | 0         | 1         | 5         |
| Rerumputan    | 1                              | 0         | 14        | 1         | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 1         | 0         | 1         | 0         |
| Sawah Jagung  | 0                              | 2         | 0         | 1         | 1         |
| Serai Wangi   | 0                              | 0         | 2         | 2         | 0         |
| Nilam         | 3                              | 1         | 0         | 8         | 6         |
| Kebun tebu    | 0                              | 7         | 0         | 0         | 1         |

#### B.2.5 Tabel Hasil Pengujian *Purity* Bulan Maret 6 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 | Cluster 5 |
| Bangunan      | 125                            | 82        | 257       | 54        | 75        | 40        |
| Sawah Padi    | 147                            | 206       | 92        | 143       | 148       | 73        |
| Kebun Bambu   | 11                             | 54        | 13        | 10        | 10        | 13        |
| Pohon Besar   | 18                             | 14        | 3         | 33        | 20        | 18        |
| Pemakaman     | 0                              | 4         | 0         | 0         | 2         | 5         |
| Rerumputan    | 2                              | 0         | 14        | 0         | 0         | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 1         | 0         | 0         | 1         | 0         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 3         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Serai Wangi   | 1                              | 0         | 2         | 0         | 1         | 0         |
| Nilam         | 1                              | 0         | 0         | 2         | 10        | 5         |
| Kebun tebu    | 0                              | 8         | 0         | 0         | 0         | 0         |

#### B.2.6 Tabel Hasil Pengujian *Purity* Bulan April 2 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 |
| Bangunan      | 211                            | 422       |
| Sawah Padi    | 441                            | 368       |
| Kebun Bambu   | 39                             | 72        |
| Pohon Besar   | 60                             | 46        |
| Pemakaman     | 7                              | 4         |
| Rerumputan    | 1                              | 15        |
| Tanah Terbuka | 0                              | 2         |
| Sawah Jagung  | 4                              | 0         |
| Serai Wangi   | 2                              | 2         |
| Nilam         | 3                              | 15        |
| Kebun tebu    | 1                              | 7         |

### B.2.7 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan April 3 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 |
| Bangunan      | 166                            | 361       | 106       |
| Sawah Padi    | 347                            | 248       | 214       |
| Kebun Bambu   | 21                             | 46        | 44        |
| Pohon Besar   | 44                             | 33        | 29        |
| Pemukaman     | 5                              | 4         | 2         |
| Rerumputan    | 1                              | 14        | 1         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 2         | 0         |
| Sawah Jagung  | 3                              | 0         | 1         |
| Serai Wangi   | 1                              | 1         | 2         |
| Nilam         | 3                              | 15        | 0         |
| Kebun tebu    | 0                              | 2         | 6         |

### B.2.8 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan April 4 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 |
| Bangunan      | 120                            | 160       | 262       | 91        |
| Sawah Padi    | 292                            | 136       | 182       | 199       |
| Kebun Bambu   | 17                             | 17        | 36        | 41        |
| Pohon Besar   | 40                             | 12        | 25        | 29        |
| Pemukaman     | 4                              | 2         | 3         | 2         |
| Rerumputan    | 1                              | 5         | 9         | 1         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 1         | 1         | 0         |
| Sawah Jagung  | 3                              | 0         | 0         | 1         |
| Serai Wangi   | 1                              | 1         | 0         | 2         |
| Nilam         | 2                              | 2         | 14        | 0         |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 2         | 6         |

### B.2.9 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan April 5 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 |
| Bangunan      | 134                            | 112       | 159       | 71        | 157       |
| Sawah Padi    | 143                            | 270       | 104       | 166       | 126       |
| Kebun Bambu   | 12                             | 16        | 23        | 37        | 23        |
| Pohon Besar   | 11                             | 39        | 20        | 26        | 10        |
| Pemukaman     | 2                              | 4         | 2         | 2         | 1         |
| Rerumputan    | 1                              | 1         | 8         | 0         | 6         |
| Tanah Terbuka | 1                              | 0         | 1         | 0         | 0         |
| Sawah Jagung  | 0                              | 3         | 0         | 1         | 0         |
| Serai Wangi   | 1                              | 1         | 0         | 2         | 0         |
| Nilam         | 2                              | 2         | 9         | 0         | 5         |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 0         | 6         | 2         |



### B.2.10 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan April 6 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 | Cluster 5 |
| Bangunan      | 104                            | 91        | 152       | 89        | 148       | 49        |
| Sawah Padi    | 142                            | 235       | 88        | 138       | 94        | 112       |
| Kebun Bambu   | 11                             | 15        | 13        | 29        | 19        | 24        |
| Pohon Besar   | 12                             | 35        | 12        | 14        | 15        | 18        |
| Pemakaman     | 2                              | 4         | 0         | 0         | 3         | 2         |
| Rerumputan    | 1                              | 1         | 7         | 4         | 3         | 0         |
| Tanah Terbuka | 1                              | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         |
| Sawah Jagung  | 0                              | 3         | 0         | 0         | 0         | 1         |
| Serai Wangi   | 1                              | 1         | 0         | 1         | 0         | 1         |
| Nilam         | 1                              | 2         | 3         | 0         | 12        | 0         |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 0         | 2         | 2         | 4         |

### B.2.11 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan Mei 2 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 |
| Bangunan      | 457                            | 176       |
| Sawah Padi    | 467                            | 342       |
| Kebun Bambu   | 86                             | 25        |
| Pohon Besar   | 58                             | 48        |
| Pemakaman     | 6                              | 5         |
| Rerumputan    | 15                             | 1         |
| Tanah Terbuka | 1                              | 1         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 3         |
| Serai Wangi   | 2                              | 2         |
| Nilam         | 18                             | 0         |
| Kebun tebu    | 8                              | 0         |

### B.2.12 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan Mei 3 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 |
| Bangunan      | 349                            | 123       | 161       |
| Sawah Padi    | 205                            | 284       | 320       |
| Kebun Bambu   | 45                             | 44        | 22        |
| Pohon Besar   | 11                             | 48        | 47        |
| Pemakaman     | 3                              | 3         | 5         |
| Rerumputan    | 12                             | 4         | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 1         | 1         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 1         | 2         |
| Serai Wangi   | 1                              | 1         | 2         |
| Nilam         | 5                              | 13        | 0         |
| Kebun tebu    | 1                              | 7         | 0         |

### B.2.13 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan Mei 4 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 |
| Bangunan      | 295                            | 146       | 34        | 158       |
| Sawah Padi    | 135                            | 254       | 107       | 313       |
| Kebun Bambu   | 35                             | 38        | 16        | 22        |
| Pohon Besar   | 10                             | 19        | 30        | 47        |
| Pemakaman     | 4                              | 2         | 1         | 4         |
| Rerumputan    | 9                              | 7         | 0         | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 1         | 0         | 1         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 1         | 0         | 2         |
| Serai Wangi   | 1                              | 0         | 1         | 2         |
| Nilam         | 0                              | 11        | 7         | 0         |
| Kebun tebu    | 0                              | 8         | 0         | 0         |

### B.2.14 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan Mei 5 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 |
| Bangunan      | 242                            | 140       | 33        | 118       | 100       |
| Sawah Padi    | 100                            | 134       | 103       | 236       | 236       |
| Kebun Bambu   | 26                             | 22        | 16        | 37        | 10        |
| Pohon Besar   | 7                              | 12        | 30        | 15        | 42        |
| Pemakaman     | 2                              | 4         | 1         | 2         | 2         |
| Rerumputan    | 7                              | 5         | 0         | 4         | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 0         | 0         | 1         | 1         |
| Sawah Jagung  | 0                              | 1         | 0         | 1         | 2         |
| Serai Wangi   | 1                              | 1         | 1         | 0         | 1         |
| Nilam         | 0                              | 0         | 7         | 11        | 0         |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 0         | 8         | 0         |

### B.2.15 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan Mei 6 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 | Cluster 5 |
| Bangunan      | 124                            | 129       | 28        | 96        | 85        | 171       |
| Sawah Padi    | 59                             | 127       | 95        | 196       | 220       | 112       |
| Kebun Bambu   | 16                             | 19        | 14        | 28        | 8         | 26        |
| Pohon Besar   | 6                              | 11        | 27        | 18        | 40        | 4         |
| Pemakaman     | 4                              | 2         | 1         | 2         | 2         | 0         |
| Rerumputan    | 2                              | 4         | 0         | 2         | 0         | 8         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 0         | 0         | 1         | 1         | 0         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 0         | 0         | 1         | 2         | 0         |
| Serai Wangi   | 1                              | 1         | 0         | 1         | 1         | 0         |
| Nilam         | 0                              | 0         | 7         | 7         | 0         | 4         |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 0         | 8         | 0         | 0         |

### B.2.16 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan Juni 2 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 |
| Bangunan      | 224                            | 409       |
| Sawah Padi    | 405                            | 404       |
| Kebun Bambu   | 29                             | 82        |
| Pohon Besar   | 48                             | 58        |
| Pemukaman     | 8                              | 3         |
| Rerumputan    | 1                              | 15        |
| Tanah Terbuka | 1                              | 1         |
| Sawah Jagung  | 3                              | 1         |
| Serai Wangi   | 2                              | 2         |
| Nilam         | 5                              | 13        |
| Kebun tebu    | 0                              | 8         |

### B.2.17 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan Juni 3 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 |
| Bangunan      | 231                            | 191       | 211       |
| Sawah Padi    | 185                            | 347       | 277       |
| Kebun Bambu   | 31                             | 24        | 56        |
| Pohon Besar   | 11                             | 45        | 50        |
| Pemukaman     | 3                              | 7         | 1         |
| Rerumputan    | 10                             | 0         | 6         |
| Tanah Terbuka | 1                              | 1         | 0         |
| Sawah Jagung  | 0                              | 3         | 1         |
| Serai Wangi   | 2                              | 2         | 0         |
| Nilam         | 0                              | 5         | 13        |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 8         |

### B.2.18 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan Juni 4 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 |
| Bangunan      | 168                            | 105       | 189       | 171       |
| Sawah Padi    | 178                            | 251       | 134       | 246       |
| Kebun Bambu   | 21                             | 6         | 29        | 55        |
| Pohon Besar   | 11                             | 43        | 9         | 43        |
| Pemukaman     | 2                              | 6         | 2         | 1         |
| Rerumputan    | 2                              | 0         | 9         | 5         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 1         | 1         | 0         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 2         | 0         | 1         |
| Serai Wangi   | 1                              | 1         | 2         | 0         |
| Nilam         | 3                              | 2         | 0         | 13        |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 0         | 8         |



### B.2.19 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan Juni 5 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 |
| Bangunan      | 140                            | 96        | 174       | 126       | 97        |
| Sawah Padi    | 164                            | 236       | 127       | 111       | 171       |
| Kebun Bambu   | 21                             | 5         | 26        | 16        | 43        |
| Pohon Besar   | 4                              | 42        | 9         | 27        | 24        |
| Pemakaman     | 4                              | 4         | 2         | 1         | 0         |
| Rerumputan    | 1                              | 0         | 9         | 4         | 2         |
| Tanah Terbuka | 1                              | 0         | 1         | 0         | 0         |
| Sawah Jagung  | 1                              | 2         | 0         | 1         | 0         |
| Serai Wangi   | 1                              | 1         | 2         | 0         | 0         |
| Nilam         | 3                              | 2         | 0         | 11        | 2         |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 0         | 2         | 6         |

### B.2.20 Tabel Hasil Pengujian Purity Bulan Juni 6 Cluster

| Kelas         | Frekuensi kelas setiap cluster |           |           |           |           |           |
|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|               | Cluster 0                      | Cluster 1 | Cluster 2 | Cluster 3 | Cluster 4 | Cluster 5 |
| Bangunan      | 51                             | 96        | 135       | 166       | 109       | 76        |
| Sawah Padi    | 93                             | 236       | 135       | 90        | 101       | 154       |
| Kebun Bambu   | 6                              | 5         | 21        | 31        | 15        | 33        |
| Pohon Besar   | 4                              | 41        | 6         | 5         | 27        | 23        |
| Pemakaman     | 3                              | 4         | 1         | 2         | 1         | 0         |
| Rerumputan    | 2                              | 0         | 1         | 10        | 3         | 0         |
| Tanah Terbuka | 0                              | 0         | 1         | 1         | 0         | 0         |
| Sawah Jagung  | 0                              | 2         | 1         | 0         | 1         | 0         |
| Serai Wangi   | 0                              | 1         | 1         | 2         | 0         | 0         |
| Nilam         | 0                              | 2         | 3         | 0         | 12        | 1         |
| Kebun tebu    | 0                              | 0         | 0         | 1         | 2         | 5         |