

IDENTIFIKASI DAN KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN MELALUI PENGOLAHAN CITRA GOOGLE EARTH DENGAN METODE SINGULAR VALUE DECOMPOSITION DAN KLASIFIKASI K-NEAREST NEIGHBOR

IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF LAND COVER THROUGH GOOGLE EARTH IMAGE PROCESSING WITH A SINGULAR VALUE DECOMPOSITION METHOD AND K-NEAREST NEIGHBOR CLASSIFICATION

Kintan Veriana¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA.², Sofia Sa'idah, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹kintanveriana95@gmail.com, ²bhidayat@telkomuniversity.ac.id, ³sofiasaidahsfi@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Tutupan lahan adalah kondisi kenampakan biofisik permukaan bumi yang dapat diamati. Tutupan lahan dapat menggambarkan keterkaitan antara proses alami dan proses sosial. Suatu hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada penutup lahan tersebut. Penutup lahan dibagi menjadi dua kategori, yaitu daerah bervegetasi dan daerah tidak bervegetasi. Tugas akhir ini melakukan pendeteksi dan pengklasifikasian tutupan lahan pada daerah Pantai di Pelabuhan Ratu, Kota Sukabumi, Jawa Barat dengan menggunakan metode *Singular Value Decomposition* (SVD) dengan klasifikasi *K-Nearest Network* (K-NN) dengan mendeteksi suatu tutupan lahan termasuk kategori daerah bervegetasi atau daerah tidak bervegetasi melalui pengolahan citra *Google Earth* menggunakan aplikasi Matlab. Dalam tugas akhir ini dilakukan beberapa tahap, yaitu akuisi citra, *pre-processing*, ekstraksi ciri dan klasifikasi. Dari hasil yang didapatkan tingkat akurasi yang paling baik dalam mendeteksi sistem dengan menggunakan citra ketika *parameter layer S*, *K-Nearest Neighbor* jenis *Correlation* dengan nilai $k=1$ saat ukuran piksel 256×256 yaitu 87.14%.

Kata Kunci : Tutupan Lahan, *Google Earth*, *Singular Value Decomposition*, *K-Nearest Neighbor*

ABSTRACT

Land cover is an observable condition of the Earth's observed biophysical appearance. Land cover can illustrate the link between natural processes and social processes. An outcome of the regulation, activity, and human treatment carried out on certain types of land cover to undertake the production, change, or maintenance of the cover. Land cover is divided into two categories, ie vegetated and non-vegetated areas. This final project performs detection and classification of land cover on the beach area in Pelabuhan Ratu, Sukabumi City, West Java by using Singular Value Decomposition (SVD) with K-Nearest Network (K-NN) classification by detecting a land cover belonging to the vegetated area or areas not vegetated through Google Earth imagery processing using Matlab applications. In this final project, there are several steps, namely image acquisition, pre-processing, feature extraction and classification. From the results obtained the best level of accuracy in detecting the system by using the image when the layer parameter S, K-Nearest Neighbor Correlation type with a value of $k = 1$ when the pixel size is 256×256 which is 87.14%.

Keyword: *Land Cover, Google Earth, Singular Value Decomposition, K-Nearest Neighbor*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lahan merupakan material dasar dari suatu lingkungan (situs) yang diartikan berkaitan dengan sejumlah karakteristik alami yaitu iklim, geologi, tanah, topografi, hidrografi, hidrologi, dan biologi. Penggunaan lahan telah

dikaji dari berbagai sudut pandang yang berbeda sehingga tidak adanya satu definisi yang tepat, misalnya melihat penggunaan lahan dari sudut pandang kemampuan lahan dengan mengevaluasi lahan dalam berbagai macam hubungan karakteristik alaminya. Penggunaan lahan merupakan pemanfaatan lahan dan lingkungan alam guna memenuhi kebutuhan hidup manusia. Dengan menggunakan pengolahan citra digital berdasarkan citra yang diperoleh dari *Google Earth* untuk mendeteksi dan mengklasifikasi daerah tutupan lahan sehingga dapat membantu serta memudahkan dalam mengidentifikasi penggunaan lahan di suatu wilayah.

Pendeteksian tutupan lahan tersebut digunakan metode *Singular Value Decomposition* (SVD) untuk mendapatkan suatu ciri khas dari citra yang digunakan. *Singular Value Decomposition* (SVD) merupakan suatu teknik dalam aljabar linear yang memiliki banyak fungsi dalam pengolahan citra digital, watermarking, dan bidang pemrosesan sinyal. SVD dikenal sebagai teknik yang sangat kuat, berkenaan dengan penyelesaian masalah persamaan atau matriks, baik singular maupun secara numerik mendekati singular. Tahapan klasifikasi telah digunakan metode klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (K-NN). Klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (K-NN) adalah algoritma supervised learning dimana hasil dari instance yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori klasifikasi tetangga terdekat yang bertujuan untuk mengklasifikasikan obyek baru berdasarkan atribut dan sampel dari data training. Data yang digunakan sebagai sampel yang akan dideteksi adalah gambar berformat JPEG yang diunduh dari aplikasi *Google Earth*.

1.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah mendeteksi tutupan lahan melalui pengolahan citra *Google Earth* dengan menerapkan algoritma pemrograman menggunakan metode *Singular Value Decomposition* (SVD) dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor*.

1.2. Identifikasi Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah melakukan pendeteksian tutupan lahan melalui pengolahan citra *Google Earth* dengan penerapan algoritma pemrograman menggunakan metode *Singular Value Decomposition* (SVD) dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor* serta pengukuran parameter yang digunakan dalam pengambilan data.

1.3. Metoda Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

a. Studi Literatur

Proses pembelajaran teori-teori yang digunakan dan pengumpulan literature berupa buku referensi, jurnal, dan artikel untuk mendukung penelitian mengenai tutupan lahan serta metode *Singular Value Decomposition* (SVD) dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor*.

b. Pengumpulan Data

Data yang didapat dari gambar 2D berformat JPEG yang diunduh melalui aplikasi *Google Earth* sehingga didapatkan citra data.

c. Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan untuk pendeteksian tutupan lahan melalui pengolahan citra *Google Earth* dengan penerapan algoritma pemrograman menggunakan metode *Singular Value Decomposition* (SVD) dan klasifikasi *K-Nearest Neighbor*.

d. Perancangan Simulasi dan Sistem

Perancangan pada sistem dan simulasi untuk identifikasi dan klasifikasi tutupan lahan ini menggunakan *software* Matlab.

c. Analisis dan Hasil Pengujian

Menganalisis serta mengimplementasikan performansi pada hasil yang didapatkan dari penilaian terhadap citra.

d. Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan didapatkan setelah dilakukannya simulasi, pengujian dan analisis terhadap sistem identifikasi dan klasifikasi tutupan lahan yang kemudian menjadi jawaban dari pertanyaan serta permasalahan penelitian.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Tutupan Lahan

Tutupan lahan adalah kenampakan material fisik permukaan bumi. Tutupan lahan dapat menyediakan informasi yang sangat penting untuk keperluan pemodelan serta untuk memahami fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi. Tutupan lahan merupakan informasi dasar dalam kajian *Geoscience* dan perubahan global. Kelas penutup lahan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu daerah bervegetasi dan daerah tak bervegetasi. Kategori daerah bervegetasi diturunkan dari pendekatan konsep struktur fisiognomi yang konsisten dari bentuk tumbuhan, bentuk tutupan, tinggi tumbuhan, dan distribusi spasialnya. Sedangkan kategori daerah tidak bervegetasi mengacu pada aspek permukaan tutupan, distribusi atau kepadatan, dan ketinggian atau kedalaman objek [1].

2.2 Google Earth

Google Earth merupakan sebuah program *globe virtual* yang sebenarnya disebut *Earth Viewer* dan dibuat oleh Keyhole, Inc. [2]. Program ini memetakan bumi dari superimposisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan *globe GIS 3D*.

2.3 Citra Digital

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan [7]. Citra digital dinyatakan dengan matriks berukuran $N \times M$ (baris/tinggi = N , kolom/lebar = M), dimana [8] :

$$\begin{aligned} N &= \text{jumlah baris} & 0 \leq y \leq N-1 \\ M &= \text{jumlah kolom} & 0 \leq x \leq M-1 \\ L &= \text{intensitas warna maksimal} & 0 \leq f(x,y) \leq L-1 \\ & \text{(derajat keabuan/gray level)} \end{aligned}$$

Beberapa jenis citra digital yang sering digunakan adalah:

a. Citra Warna (*true color*)

Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar yaitu RGB (*Red Green Blue*). Setiap warna dasar menggunakan penyimpanan 8 bit = 1 byte, yang berarti setiap warna mempunyai gradasi sebanyak 255 warna. Berarti setiap *piksel* mempunyai kombinasi warna sebanyak $2^{24} = 16$ juta warna lebih. Warna dasar RGB adalah merah, hijau, dan biru [7].

b. Citra Biner (*monochrome*)

Citra biner atau disebut juga citra monokrom merupakan citra digital yang hanya mempunyai dua kemungkinan warna pada setiap pikselnya, yaitu hitam dan putih [7].

c. Citra Keabuan (*grayscale*)

Citra *grayscale* adalah citra yang hanya memiliki satu lapisan warna dengan tingkatan hitam, keabuan, dan putih [7].

2.4 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan Citra Digital bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau computer [9]. Teknik pengolahan citra dengan mentransformasikan citra menjadi citra lain yang lebih memudahkan dalam komputansi. Pengolahan citra merupakan proses awal (*pre-processing*) dari *computer vision*. Pengolahan citra digital adalah salah satu bentuk pemrosesan informasi dengan inputan berupa citra (*image*) dan keluaran yang juga berupa citra atau dapat juga bagian dari citra tersebut. Operasi-operasi pada pengolahan citra digital secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Perbaikan kualitas citra, contohnya penajaman, perbaikan kontras terang/gelap.
2. Restorasi citra, contohnya penghilangan kesamaran.
3. Pemampatan citra.
4. Segmentasi citra.
5. Pengorakan citra, contohnya pendeteksian tepi dan ekstraksi batas.
6. Rekonstruksi citra.

2.5 Singular Value Decomposition

Singular Value Decomposition (SVD) merupakan suatu teknik dalam aljabar linear yang memiliki banyak fungsi dalam pengolahan citra digital, watermarking, dan bidang pemrosesan sinyal [4] [11]. Keunggulan pada SVD adalah kemampuan untuk digunakan pada semua matriks real berukuran (m,n). Matriks A dengan baris m dan kolom n, dengan peringkat r dan $r \leq n \leq m$. Maka A dapat dikelompokkan menjadi tiga matriks:

$$A = USV^T \tag{2.1}$$

Dimana,

A adalah matriks gambar

U adalah matriks $m \times m$

S adalah matriks $m \times n$

V adalah matriks $n \times n$

2.6. K-Nearest Neighbor (K-NN)

K-Nearest Neighbor (K-NN) adalah algoritma supervised learning dimana hasil dari instance yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori klasifikasi tetangga terdekat. *K-Nearest Neighbor* adalah salah satu dari algoritma *Case-Based Learning* dimana metode lain untuk, antara lain, mengidentifikasi kelompok dari kejadian serupa di database besar. *K-Nearest Neighbor* digunakan dalam banyak aplikasi *Data Mining*, *Statistical Pattern Recognition*, *Image Processing* dan sebagainya. Beberapa aplikasinya meliputi pengenalan tulisan tangan, *Satellite Image* dan *ECG Pattern* [5].

Pada *K-Nearest Neighbor* terdapat beberapa aturan jarak yang dapat digunakan, yaitu [6]:

1. *Euclidean Distance*

Digunakan untuk menghitung jarak antara dua titik X_s dan X_t dengan metode *Euclidean*, menggunakan rumus **2.5.1**.

$$d_{st} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (X_{sj} - Y_{tj})^2} \tag{2.5.1}$$

2. *City Block*

Digunakan untuk menghitung jarak antara dua titik X_s dan X_t dengan metode *City Block*, menggunakan rumus **2.5.2**.

$$d_{st} = \sum_{i=1}^n |X_{sj} - Y_{tj}| \tag{2.5.2}$$

3. *Cosine Distance*

Pada *Cosine*, titik titik dianggap sebagai vektor, kemudian dilakukan pengukuran terhadap sudut antara dua vektor. Untuk memperoleh jarak dua vektor X_s dan X_t , menggunakan rumus **2.5.3** dengan **2.5.4**.

$$d_{st} = 1 - \cos\theta \tag{2.5.3}$$

dengan

$$\cos\theta = \frac{x_s \cdot x_t}{|x_s| |x_t|} \tag{2.5.4}$$

4. *Correlation Distance*

Pada *Correlation*, titik titik dianggap sebagai barisan nilai, antar jarak nilai X_s dan X_t , menggunakan rumus **2.5.5** dengan nilai \bar{x}_s dan \bar{x}_t yang didapat menggunakan rumus **2.5.6**.

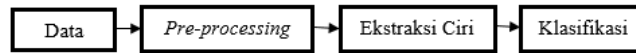
$$d_{st} = 1 - \frac{(x_s - \bar{x}_s)(x_t - \bar{x}_t)}{\sqrt{(x_s - \bar{x}_s)(x_s - \bar{x}_s)} \sqrt{(x_t - \bar{x}_t)(x_t - \bar{x}_t)}} \tag{2.5.5}$$

Dimana

$$\bar{x}_s = \frac{1}{n} + \sum_j x_{sj} \text{ dan } \bar{x}_t = \frac{1}{n} + \sum_j x_{tj} \tag{2.5.6}$$

3. PERANCANGAN MODEL DAN SISTEM

Gambaran umum perancangan sistem :

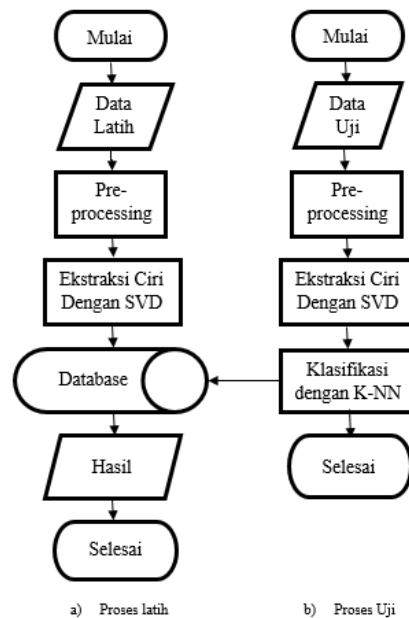


Gambar 3.1 Diagram blok gambaran umum sistem

Identifikasi dan klasifikasi pada tutupan lahan dilakukan pada gambar 2D dari wilayah atau daerah yang didapatkan dari *Google Earth* dimana gambar tersebut diproses seperti pada gambar 3.1. Tahap pertama adalah proses *Pre-processing* kemudian proses identifikasi dan klasifikasi tutupan lahan tersebut digunakan metode *Singular Value Decomposition* dan Klasifikasi *K-Nearest Neighbor* yang mendeteksi tekstur dan warna dari citra yang di dapatkan dari hasil *Pre-processing* tersebut.

3.1 Perancangan Sistem

Dalam tugas akhir ini dirancang suatu sistem yang dapat mendeteksi tutupan lahan yang datanya didapat dari *Google Earth*. Dalam perancangan perangkat lunak pada tugas akhir ini menggunakan software *MATLAB* dan pada gambar 3.2 dijelaskan alur perancangan sistem dalam proses identifikasi dan klasifikasi.



Gambar 3.2 Gambaran proses latih dan proses uji

3.2 Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan dengan dua skenario yaitu :

1. Skenario 1 pengujian sistem terhadap pengaruh ukuran citra terhadap akurasi
2. Skenario 2 pengujian sistem terhadap *layer parameter* yang digunakan sebagai nilai input pada ekstraksi ciri.
3. Skenario 3 pengujian sistem terhadap setiap jenis *K-Nearest Neighbor*
4. Skenario 4 pengujian sistem dengan melihat pengaruh nilai *k* pada setiap jenis *distance*

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Tahap Pengujian Sistem

Citra masukan yang berupa citra tutupan lahan yang sudah diakuisi mempunyai ukuran yang sama. Berikut tahap pengujian sistem :

1. Tahap Pertama

Citra yang digunakan sebanyak 140 buah citra, terdiri dari 70 buah citra latih dan 70 buah citra uji. Tahap pertama yaitu melakukan *cropping* pada citra lahan yang akan dideteksi. Setelah itu, citra di transformasi

RGB to grayscale untuk mereduksi noise. Kemudian dilakukan filter warna agar perbedaan setiap pixelnya semakin jelas dan selanjutnya citra tersebut di resize.

2. Tahap Kedua

Pada tahap ini dilakukan proses ekstraksi ciri dengan menggunakan metode *Singular Value Decomposition* untuk menentukan ciri khas dari masing-masing citra yang digunakan.

3. Tahap Ketiga

Setelah melakukan ekstraksi ciri, pada tahap ini memproses pengklasifikasian citra, yaitu bervegetasi dan tidak bervegetasi. Terdapat 7 jenis kelas, yaitu sawah, perkebunan, hutan serta padang rumput, permukiman, pelabuhan dan sungai. Pengelompokkan menggunakan *K-Nearest Neighbor* didasarkan dari data statistik yang diperoleh dari citra.

4. Tahap Keempat

Tahap terakhir melakukan pengujian pada sistem untuk mendapatkan tingkat akurasi dan waktu komputasi yang paling baik dari metode *Singular Value Decomposition* dan *K-Nearest Neighbor*.

4.2 Hasil Analisis Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan berdasarkan beberapa parameter selama proses pemrograman sistem berlangsung. Setiap pengujian memperoleh hasil yang akan dikaji dalam bentuk tabel. Berikut adalah scenario pengujian sistem:

Skenario 1 pengujian sistem terhadap pengaruh ukuran citra terhadap akurasi

Skenario 2 pengujian sistem terhadap *layer parameter* yang digunakan sebagai nilai input pada ekstraksi ciri.

Skenario 3 pengujian sistem terhadap setiap jenis *K-Nearest Neighbor*

Skenario 4 pengujian sistem dengan melihat pengaruh nilai *k* pada setiap jenis *K-Nearest Neighbor*

4.2.1 Pengujian sistem terhadap pengaruh ukuran citra

Berikut adalah hasil dari pengujian terhadap pengaruh ukuran citra terhadap akurasi. Dimana ukuran citra yang digunakan pada pengujian ini adalah 256x256 piksel dan 512x512 piksel dimana *K-Nearest Neighbor* yang digunakan jenis *Euclidean* serta nilai *k=1*.

Tabel 4.1 Hasil pengujian pengaruh ukuran citra

Size Citra	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
256x256	23.06%	41.76986
512x512	22.04%	130.3761

Berdasarkan Tabel 4.1 akurasi yang paling baik didapatkan saat ukuran citra 256x256 piksel dengan akurasi sebesar 64.14% dan waktu komputasi sebesar 39.48721 s, untuk ukuran citra 512x512 piksel didapatkan 61.42% dan waktu komputasi sebesar 129.1247 s. Ukuran citra 512x512 piksel mengalami penurunan akurasi dikarenakan ukuran citra terlalu besar sehingga pembandingan pada ciri terlalu banyak untuk mengidentifikasi suatu citra dengan citra yang lain. Sedangkan ukuran citra 256x256 piksel memiliki akurasi yang lebih tinggi karena ukuran citra yang sesuai dan dapat mengidentifikasi suatu ciri pada suatu citra dan citra lainnya dengan baik.

4.2.2 Pengujian sistem terhadap pengaruh layer parameter

Berikut adalah hasil *layer parameter*, dimana *layer* yang digunakan pada pengujian adalah *layer U, S, V, UxV, UxS, VxS, serta UxSxV*.

Tabel 4.2 Hasil pengujian pengaruh layer parameter

Layer	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
<i>U</i>	24.28%	42.00127

<i>S</i>	64.14%	39.48721
<i>V</i>	15.71%	38.93959
<i>US</i>	14.28%	45.28429
<i>UV</i>	10%	43.97227
<i>SV</i>	14.28%	43.3181
<i>USV</i>	15.71%	39.38629

Berdasarkan Tabel 4.2, *layer S* memiliki hasil akurasi yang paling tinggi yaitu 64.14% dengan waktu komputasi 39.48721 s. *Layer S* memiliki matriks diagonal dan menyimpan *singular value* sehingga *layer S* paling banyak menyimpan ekstraksi ciri yang membuat hasil akurasinya semakin baik di banding *layer* yang lain.

4.2.3 Pengujian sistem terhadap pengaruh jenis *K-Nearest Neighbor*

Berikut adalah hasil dari pengujian menggunakan *K-Nearest Neighbor* dengan *K-Nearest Neighbor* jenis *Euclidean*, *cityblock*, *cosine* serta *correlation* dengan menggunakan *layer parameter S* dan nilai $k=1$.

Tabel 4.3 Hasil pengujian pengaruh jenis *K-Nearest Neighbor*

<i>K-Nearest Neighbor</i>	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
<i>Euclidean</i>	67.14%	39.48721
<i>Citybock</i>	62.85%	33.24218
<i>Cosine</i>	82.85%	40.46137
<i>Correlation</i>	87.14%	42.28059

Pada tabel 4.3 didapatkan hasil *Correlation distance* yang memiliki hasil akurasi yang paling tinggi, yaitu 87.14% serta memiliki waktu komputasi 42.28059 s. *Correlation distance* mencari nilai korelasi antara dua matriks acak yang kembali berpusat pada *Euclidean distance* sehingga akurasi *Correlation distance* memiliki hasil yang paling tinggi dari jenis *K-Nearest Neighbor* lainnya.

4.2.4 Pengaruh nilai *k* terhadap *K-Nearest Neighbor*

Berikut adalah hasil pengujian menggunakan *K-Nearest Neighbor* jenis *Euclidean*, *cityblock*, *cosine* dan *correlation* dengan nilai $k=1$, $k=3$, dan $k=5$.

Tabel 4.4 Hasil pengujian pengaruh nilai *k* terhadap *K-Nearest Neighbor*

<i>K-Nearest Neighbor</i>	Nilai <i>k</i>	Akurasi (%)	Waktu Komputasi (s)
<i>Correlation</i>	1	87.14%	42.28059
	3	68.57%	42.11486857
	5	65.71%	42.25776

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat nilai $k=1$ yang paling tinggi nilai akurasinya yaitu sebanyak 87.14% dengan waktu komputasi sebesar 42.28059 s. Hasil dari $k=1$ memiliki akurasi yang besar karena memiliki pembandingan yang sangat sedikit sehingga memiliki keputusan yang mutlak. Semakin banyak ciri yang ada, nilai k yang dipilih semakin rendah karena penentuan nilai k dipertimbangkan berdasarkan banyaknya ciri yang ada.

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Sistem yang dikemas dengan metode *Singular Value Decomposition* dan klasifikasi *K-Nearest Neighbors* mampu mendeteksi kelas kelas yang ada pada tutupan lahan..
2. Untuk tingkat akurasi yang paling baik dalam mendeteksi system adalah dengan menggunakan citra ukuran 256x256 piksel ketika *parameter layer S*, *K-Nearest Neighbor* jenis *Correlation* dengan nilai $k=1$ dengan nilai akurasi yaitu sebesar 87.14%.

5.2 Saran

1. Membutuhkan waktu yang lebih lama dalam mengumpulkan data yang lebih banyak.
2. Metode *Singular Value Decomposition* dan klasifikasi *K-Nearest Neighbors* disarankan dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi lahan lainnya.
3. Agar tingkat akurasi yang diperoleh lebih besar, direkomendasikan melalui tahap *pre-processing* dengan menggunakan algoritma yang lebih baik.

4.2 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Klasifikasi Penutup Lahan – Bagian 1: Skala Kecil dan Menengah, Standar Nasional Indonesia SNI 7645:2010. [Online]. Available: http://sisni.bsn.go.id/index.php/sni_main/sni/detail_sni/11116 [Accessed 16 September 2017].
- [2] Google Earth [Online]. Available: <https://www.google.com/earth/> [Accessed 25 September 2017].
- [3] Munir, Renaldi. 2004. Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik, Bandung: Penerbit Informatika.
- [4] K. Mounika, D. Sri Navya Lakshmi, K. Aleyka. 2015. *SVD Based Image Compression*. International Jurnal of Engineering Research and General Science. Volume 3. Issue 2. ISSN : 2091-2730.
- [5] Ray, Prabhudutta. 2015. *Sattelite Image Processing Using KNN Rules*. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. Volume 5. Issue 9. ISSN : 2250-2459, ISO 9001:2008.
- [6] Ankara. 2008. *Non Bayesian Classifier, K-Nearest Neighbor Classifier and Distance Functions*. USA: Bilkent University.
- [7] E. S. Mulyanto, M. Kom dan S. T. Sutoyo. 2009. Teori Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta.
- [8] Solomon, Chris. 2011. *Fundamentals of Digital Image Processing-A Practical Approach with Examples in Matlab*. USA: A John Wiley & Sons, INC.
- [9] Amutiara. Pengantar Pengolahan Citra. [Online]. Available: http://amutiara.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/39981/Bab_1Pengantar+Pengolahan+Citra.pdf. [Accessed 26 September 2017].
- [10] Frandi, dkk. 2015. Kajian Metode Segmentasi Untuk Identifikasi Tutupan Lahan Dan Luas Bidang Tanah Menggunakan Citra Pada Google Earth. Jurnal Geodesi Undip.
- [11] Cao, Lijie. *Singular Value Decomposition Applied To Digital Image Processing*. USA. [Online]. Available : <https://www.math.cuhk.edu.hk/~lmlui/CaoSVDintro.pdf> [Accessed 26 September 2017]
- [12] Rizky, dkk. 2016. Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) di Kabupaten Sumedang. Jurnal Teknotan. Volume 10. Nomor 2. P-ISSN : 1978-1067; E-ISSN : 2528-6285.