

PEMETAAN LAHAN MENGGUNAKAN SINGULAR VALUE DECOMPOSITION DAN LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS

Hongi Nagaputra¹⁾, Dyah Erny Herwindiati²⁾, Janson Hendryli³⁾

^{1,2,3} Teknik Informatika, FTI, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia

Jl. Letjen S Parman no 1, Jakarta 11440 Indonesia

e-mail: honggi.535200082@stu.untar.ac.id, dyahh@fti.untar.ac.id, jansonh@fti.untar.ac.id

ABSTRAK

Semakin maraknya pembangunan industri di wilayah Tangerang Selatan serta pembangunan sekolah atau bangunan-bangunan sosial lainnya di wilayah Depok menyebabkan perubahan tata guna lahan yang signifikan. Wilayah Tangerang Selatan dan Depok memiliki peran penting sebagai kota penyangga air kota Jakarta. Namun, perubahan tata guna lahan yang terjadi menyebabkan terganggunya pola aliran air, khususnya aliran Sungai Ciliwung yang melewati kedua wilayah tersebut. Terganggunya aliran air di wilayah penyangga air menyebabkan terjadinya banjir di Jakarta karena air tidak dapat meresap di wilayah penyangganya. Oleh karena itu, pentingnya menjaga ketersediaan lahan hijau pada wilayah penyangga air khususnya Tangerang Selatan dan Depok. Skripsi ini akan membahas mengenai aplikasi pemetaan lahan yang mengolah data citra Landsat 8 pada tingkat kecamatan di Tangerang Selatan dan Depok. Aplikasi ini mengolah data citra menggunakan metode *Singular Value Decomposition* untuk mereduksi dimensi data citra serta diklasifikasikan ke dalam kelas seperti lahan hijau, hijau sebagian, dan *impervious* menggunakan metode klasifikasi *Linear Discriminant Analysis*.

Kata Kunci

Citra Landsat 8, Depok, Linear Discriminant Analysis, Singular Value Decomposition, Tangerang Selatan.

1. Pendahuluan

Meningkatnya arus urbanisasi di Jakarta menyebabkan maraknya pembangunan industri, perumahan, dan pemukiman di daerah penyangga Jakarta, seperti Tangerang Selatan dan Depok. Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil (Disdukcapil) mencatat tren jumlah pendatang di DKI Jakarta dari 3 tahun terakhir meningkat sekitar 30% [1]. Banyaknya pemukiman memerlukan bangunan sekolah, universitas, atau bangunan sosial lainnya sehingga dapat menciptakan tekanan besar terhadap

ketersediaan lahan hijau di wilayah Tangerang Selatan dan Depok.

Daerah Tangerang Selatan dan Depok, yang secara geografis berdekatan dengan Jakarta, memainkan peran penting sebagai kota penyangga bagi ibu kota. Sungai Ciliwung, yang berasal dari daerah Bogor mengalir utara hingga ke Laut Jawa, melintasi beberapa wilayah di Tangerang Selatan dan Depok sebelum akhirnya mencapai Jakarta [2]. Kedua wilayah ini menjadi rentan terhadap perubahan pola aliran air yang akan mencapai Jakarta akibat transformasi lahan yang terjadi.

Penelitian terkait pemetaan lahan pernah dilakukan menggunakan metode yang berbeda yang berjudul "Aplikasi Pemingkatan Perubahan Lahan di 8 Wilayah Kota Penyangga Jakarta Dengan Metode Least Absolute Shrinkage and Selection Operator Regression" yang menghasilkan nilai akurasi sebesar 88.16%. Selain itu, penelitian sebelumnya yang berjudul "*Land-Use Change Mapping* Menggunakan Gradient Boosting Regression pada Tingkat Kecamatan di Depok, Tangerang Selatan, dan Bogor" menghasilkan nilai akurasi yang lebih tinggi sebesar 99.33%.

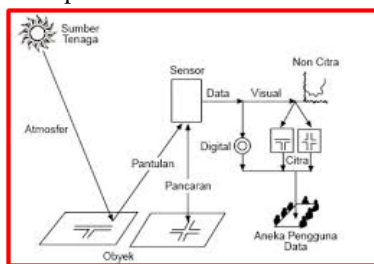
Menghadapi tantangan kompleks terkait perubahan tata guna lahan di Tangerang Selatan dan Depok, perlunya suatu cara untuk memetakan tata guna lahan sebagai salah satu tindakan preventif dan adaptif dalam perencanaan tata ruang, pengelolaan lingkungan, dan mitigasi risiko bencana. Salah satu cara yang tepat dan relevan dalam menghadapi hal tersebut adalah dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh menggunakan metode Singular Value Decomposition dan Linear Discriminant Analysis. Dalam pemanfaatan teknologi penginderaan jauh, dibuat sebuah sistem rancangan pemetaan lahan di kecamatan Tangerang Selatan dan Depok. Sistem rancangan pemetaan lahan ini bertujuan untuk digunakan oleh berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerinitah daerah, organisasi lingkungan, pemilik lahan pertanian dan pertambangan, serta kelompok pemangku kepentingan lainnya.

2. Metode Penelitian

2.1. Remote Sensing

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah seputar remote sensing. Teknologi penginderaan jauh atau *remote sensing* adalah suatu ilmu atau teknologi yang digunakan untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau fenomena di permukaan bumi melalui analisis data yang diperoleh dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik langsung dengan objek yang dikaji [6].

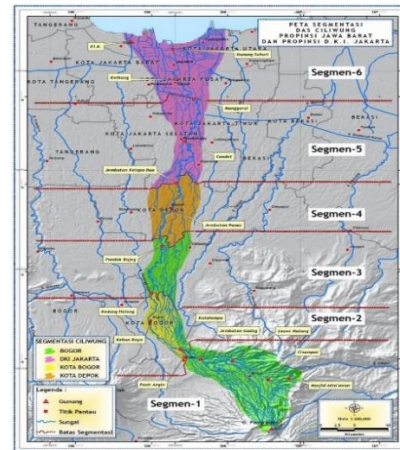
Teknologi remote sensing memanfaatkan data citra satelit sebagai dasar utama untuk memetakan perubahan tata guna lahan di wilayah Tangerang Selatan dan Depok.



Gambar 1 Skema Proses Penginderaan Jauh

2.2. Wilayah Studi Kasus

Wilayah Tangerang Selatan dan Depok adalah studi kasus yang dipilih. Kedua wilayah ini memiliki hubungan yang erat dengan aliran air yang berperan sebagai kota penyangga air Jakarta dan memiliki fungsi penting sebagai Daerah Aliran Sungai (DAS). Beberapa fungsi penting DAS yaitu sebagai daerah tangkapan air yang menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan ke danau, atau laut secara alami, menjaga kualitas air dengan menyaring air hujan, mengurangi erosi tanah, mencegah banjir dan kekeringan, memenuhi kebutuhan air seperti irigasi pertanian, pemenuhan kebutuhan air minum dan kegiatan industri, dan masih banyak lagi [3]. Daerah Aliran Sungai Ciliwung (DAS Ciliwung) adalah salah satu daerah aliran air yang mencakup wilayah Provinsi Jawa Barat (Kabupaten Bogor, Kota Bogor, Kota Depok), Provinsi DKI (Kota Jakarta Selatan, Jakarta Timur, Jakarta Pusat, Jakarta Barat, dan Jakarta Utara), dan Provinsi Banten (Kota Tangerang dan Kabupaten Tangerang) [4]. Berikut adalah segmentasi Daerah Aliran Sungai Ciliwung.



Gambar 2 Segmentasi DAS Ciliwung

2.2.1. Depok

Secara astronomis Kota Depok terletak pada koordinat $6^{\circ} 19'00'' - 6^{\circ} 28'00''$ Lintang Selatan dan $106^{\circ} 43'00'' - 106^{\circ} 55'00''$ Bujur Timur. Batas wilayahnya secara geografis berbatasan langsung dengan Kota Jakarta atau berada dalam lingkungan wilayah Jabotabek [5]. Wilayah Kota Depok terbagi menjadi 11 kecamatan yaitu Sawangan, Bojongsari, Pancoran Mas, Cipayung, Sukmajaya, Cilodong, Cimanggis, Tapos, Beji, Limo, Cinere dengan luas total wilayah mencapai 200.29 km^2 [6].

2.2.2. Tangerang Selatan

Secara astronomis Kota Tangerang Selatan terletak pada koordinat $06^{\circ} 13'30'' - 06^{\circ} 22'00''$ Lintang Selatan dan $106^{\circ} 38' - 106^{\circ} 47'$ Bujur Timur. Menurut Undang-Undang Nomor 51 Tahun 2008, luas wilayah Kota Tangerang Selatan adalah 147.19 km^2 atau 14.719 hektar [6]. Batas wilayah Kota Tangerang Selatan pada sebelah Utara dengan Provinsi DKI Jakarta dan Kota Tangerang; sebelah Timur dengan Provinsi DKI Jakarta dan Kota Depok; sebelah Selatan dengan Kabupaten Bogor dan Kota Depok; dan sebelah Barat dengan Kabupaten Tangerang [7]. Kecamatan kota Tangerang Selatan terbagi menjadi 7 kecamatan yaitu Setu, Serpong, Pamulang, Ciputat, Ciputat Timur, Pondok Aren, dan Serpong Utara dengan luas total wilayah mencapai 147.19 km^2 [8].

2.3. Satelit Landsat 8

Citra Landsat adalah hasil perekaman satelit Landsat (Land Satellite). Landsat merupakan satelit sumberdaya bumi asal Amerika Serikat yang dikelola bersama oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dan *United States Geological Survey* (USGS). Landsat 8 memiliki sensor Onboard Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS). Landsat ini memiliki 11 band, 9 band diantaranya berada di OLI dan 2 band lainnya berada di TIRS. Sebagian band pada Landsat ini memiliki kesamaan dengan citra satelit Landsat 7. Berikut adalah

spesifikasi kanal (band) yang dimiliki oleh Landsat 8 [10] :

Tabel 1 Spesifikasi Kanal Landsat 8

Landsat 8	Band	Panjang Gelombang (mikrometer)	Resolusi (meter)
Operational Land Imager (OLI)	Band 1 – Coastal aerosol	0.43 – 0.45	30
	Band 2 – Blue	0.45 – 0.51	30
	Band 3 – Green	0.53 – 0.59	30
	Band 4 – Red	0.64 – 0.67	30
	Band 5 – Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88	30
	Band 6 – SWIR 1	1.57 – 1.65	30
	Band 7 – SWIR 2	2.11 – 2.29	30
	Band 8 – Panchromatic	0.50 – 0.68	15
	Band 9 – Cirrus	1.36 – 1.38	30
Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Band 10 – Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 – 11.19	100
	Band 11 – Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 – 12.51	100

2.4. Lahan Impervious

Lahan *impervious* adalah area yang telah mengalami substitusi penutup lahan alami seperti tanah, rumput, atau vegetasi dengan material yang tidak dapat menyerap air, seperti beton, aspal, atau bahan bangunan lainnya [11]. Lahan *impervious* juga dikenal sebagai lahan terbangun atau permukaan keras. Lahan *impervious* dapat mempengaruhi siklus hidrologi dan menyebabkan masalah seperti banjir, erosi, dan penurunan kualitas air [12].

2.5. Lahan Pervious

Lahan *pervious* atau biasa disebut lahan hijau adalah area yang masih mempertahankan kemampuan untuk menyerap air ke dalam tanah. Lahan *pervious* terdiri dari tanah, rumput, vegetasi, atau material lain yang dapat memungkinkan air meresap ke dalam tanah dengan baik [13].

2.6. Singular Value Decomposition

Singular Value Decomposition (SVD) adalah teknik matematika untuk mendekomposisi matriks

menjadi tiga matriks yang lebih sederhana, yaitu matriks *singular value*, matriks *left singular vector*, dan matriks *right singular vector* [14]. SVD diperlukan untuk mempermudah pengolahan data dan mengurangi dimensi dataset besar.

Pengurangan dimensi pada dataset dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi model klasifikasi sehingga dapat mempercepat pembangunan model klasifikasi, waktu *scoring*, dan mendapatkan model klasifikasi yang lebih akurat [15]. Nilai *singular value* menyimpan informasi yang sangat penting tentang data, yaitu data yang berkontribusi paling besar terhadap variasi data secara keseluruhan, yang disimpan pada *singular value* yang pertama.

Dalam data *remote sensing*, penggunaan SVD diperlukan karena mampu mengurangi dimensi pada dataset menjadi dimensi yang lebih rendah, tetapi tetap mempertahankan informasi penting [16]. Selain pengurangan dimensi, penggunaan SVD pada data *remote sensing* juga diperlukan untuk melakukan kompresi data. Dengan hanya menyimpan sejumlah komponen utama (*singular value*) tertentu dari SVD, data dapat dikurangi ukurannya tanpa kehilangan informasi yang penting. Kompresi data digunakan untuk menghemat ruang penyimpanan dan mempercepat proses pengiriman data, sehingga sangat berguna dalam pengelolaan data *remote sensing* yang sering memiliki ukuran yang besar.

$$A = U * S * V^T \quad (1)$$

Keterangan:

A = Matriks berukuran m x n yang ingin didekomposisi

U = *Left singular vectors*

Σ = Matriks diagonal atau sigma

V^T = *Right singular vectors*

Dalam proses reduksi dimensi menggunakan SVD, matriks yang diambil sebagai hasil akhir adalah aproksimasi terbaik dari matriks awal. Aproksimasi terbaik dari SVD didapatkan dengan mengalikan kembali matriks hasil dekomposisi sesuai dengan *singular value* yang dihilangkan. Proses ini disebut dengan *low rank approximation* dengan langkah-langkah sebagai berikut [21]:

1. Hitung SVD matriks $A = U\Sigma V^T$, dimana U adalah matriks ortogonal $m \times m$, Σ adalah matriks diagonal $m \times n$ non-negatif dengan entri diagonal diurutkan dari tinggi ke rendah, dan V^T adalah matriks ortogonal $n \times n$.
2. Pertahankan hanya k *singular vector* kanan atas: himpunan V_k^T sama dengan k baris pertama dari V^T (matriks $k \times n$).
3. Pertahankan hanya k *singular vector* kiri atas: atur U_k sama dengan k kolom pertama dari U (matriks $m \times k$).
4. Pertahankan hanya k *singular value* teratas: atur Σ_k sama dengan k baris dan kolom pertama Σ (matriks $k \times k$), sesuai dengan k *singular value* terbesar dari A.

5. Aproksimasi *rank-k* adalah:

$$A_k = U_k * \Sigma_k * V^T_k \quad (2)$$

Untuk memastikan bahwa aproksimasi matriks yang didapatkan merupakan aproksimasi terbaik adalah dengan mengukur kesalahan aproksimasi menggunakan *Frobenius Norm*. Hasil aproksimasi terbaik adalah jarak atau selisih dari nilai *frobenius norm* pada matriks awal dengan nilai *frobenius norm* matriks aproksimasi sekecil mungkin. Berikut adalah persamaannya [21]:

$$\|A\|_F = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |a_{ij}|^2} \quad (3)$$

Keterangan:

m = Jumlah baris dari matriks A

n = Jumlah kolom dari matriks A

a_{ij} = Elemen pada baris ke-*i* dan kolom ke-*j* dari matriks A

Alasan digunakannya aproksimasi matriks terbaik sebagai keluaran dari proses reduksi dimensi pada SVD adalah karena aproksimasi terbaik merupakan bentuk atau representasi terbaik dari matriks awal yang menyimpan paling sedikit kesalahan dan kebisingan pada data. Hal ini terjadi karena aproksimasi terbaik hanya mempertahankan komponen utama yang paling signifikan merepresentasikan data secara menyeluruh. Dengan berfokus pada mempertahankan informasi yang paling signifikan, pendekatan tersebut membantu dalam pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik intrinsik dari data dan juga dapat membantu mengurangi risiko *overfitting* yang mungkin terjadi.

Pada penelitian ini, digunakan aproksimasi matriks terbaik dari SVD sebagai hasil yang digunakan dalam proses klasifikasi menggunakan *Linear Discriminant Analysis*.

2.7. Linear Discriminant Analysis

Linear Discriminant Analysis (LDA) adalah sebuah metode analisis yang digunakan untuk mengklasifikasikan atau membedakan antara kelompok. Pada umumnya, LDA digunakan untuk mengurangi dimensi data dengan memproyeksikan data ke dalam ruang yang lebih rendah berdasarkan kombinasi linear yang paling diskriminatif. Namun, LDA juga dapat digunakan untuk keperluan klasifikasi data *remote sensing* dalam analisis data multivariat, di mana terdapat lebih dari satu kelas [17].

Variabel independen atau sering disebut sebagai variabel bebas adalah variabel yang menyebabkan suatu perubahan terhadap variabel yang lain [18]. Dalam LDA untuk data *remote sensing*, variabel independen adalah variabel yang digunakan untuk membedakan antara kelas-kelas yang berbeda, seperti atribut citra atau fitur-fitur yang menggambarkan karakteristik lahan. LDA bertujuan untuk menemukan kombinasi linear dari model klasifikasi yang paling baik dalam membedakan atau mengklasifikasikan

kelas-kelas yang ada seperti lahan hijau, hijau sebagian, dan *impervious*. LDA mencari garis batas (garis lurus) yang memaksimalkan pemisahan antara kelas-kelas tersebut.

$$y = W^T * x \quad (4)$$

Keterangan:

y = Vektor proyeksi baru dengan dimensi yang lebih rendah

W = Vektor proyeksi yang ditemukan melalui LDA

x = Vektor fitur asli

T = Operasi matriks transpose

2.8. Confusion Matrix

Confusion matrix juga sering disebut *error matrix* adalah metode evaluasi yang memberikan informasi perbandingan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem (model) dengan hasil klasifikasi sebenarnya. *Confusion matrix* berbentuk tabel matriks yang menggambarkan kinerja model klasifikasi pada serangkaian data uji yang nilai sebenarnya diketahui. Berikut adalah tabel *confusion matrix* [19]:

Tabel 2 Confusion Matrix

Confusion Matrix		Prediksi	
		Positif	Negatif
Aktual	Positif	TP	FN
	Negatif	FP	TN

Confusion Matrix digunakan untuk menghitung akurasi model, metrik evaluasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *precision*, *recall*, dan *F1 score*. *Precision* mengukur sejauh mana prediksi TP dibandingkan dengan total prediksi positif (TP dan FP). *Recall* atau sensitivitas mengukur sejauh mana kasus TP dibandingkan dengan total jumlah kasus positif sebenarnya (TP dan FN). *F1 score* adalah rata-rata harmonik dari *precision* dan *recall* yang berguna ketika distribusi kelas tidak seimbang atau kelas positif sangat penting untuk dikenali dengan akurasi yang baik. Berikut adalah persamaannya [20]:

$$precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (5)$$

$$recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (6)$$

$$F1 = 2 \times \frac{precision \times recall}{precision+recall} \quad (7)$$

Keterangan:

Precision = Nilai *precision*

Recall = Nilai *recall*

F1 = Nilai *F1 Score*

TP = True positives

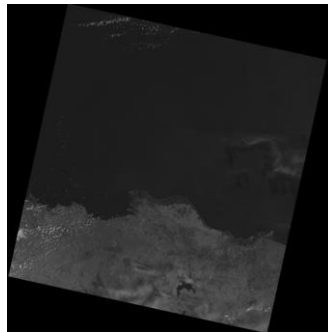
FP = False positives

FN = False negatives

3. Hasil Percobaan

3.1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan merupakan data sekunder yang diambil dari situs <https://earthexplorer.usgs.gov/> milik *United States Geological Survey* (USGS). Data citra yang diambil merupakan citra Landsat 8 band 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 pada wilayah Tangerang Selatan dan Depok di tingkat kecamatan. Contoh data citra yang didapat dari situs tersebut dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 3 Citra Cinere Landsat 8 Band 5

Pada penelitian ini, data latih yang digunakan untuk kelas lahan hijau adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Kelas Data Latih

Data Latih	Jenis Lahan		
	Hijau	Hijau Sebagian	Impervious
Kecamatan	Beji	Serpong Utara	Cinere
	Sawangan	Tapos	Pamulang
	Serpong	Setu	Ciputat
	-	-	Sukmajaya

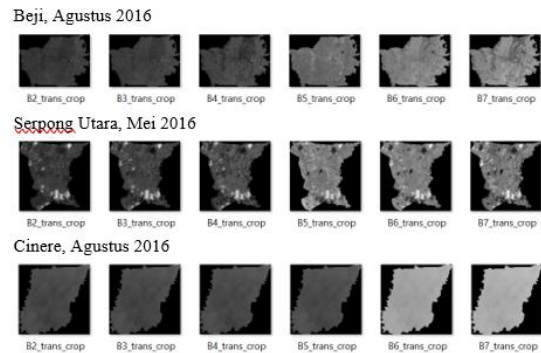
3.1.1. Pra-pemrosesan Data

Pra-pemrosesan data adalah proses awal sebelum dilakukan proses perhitungan. Terdapat dua proses utama yang dilakukan, yaitu transformasi data dan pemotongan data.

Proses transformasi data dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcMap untuk mengubah format data citra dari 16 bit menjadi 8 bit. Langkah ini memiliki signifikansi dalam mempercepat proses model saat tahap pelatihan, karena penggunaan bit yang lebih rendah dapat meningkatkan efisiensi dalam pengolahan data. Setelah data citra ditransformasi, dilakukan proses selanjutnya yaitu pemotongan citra.

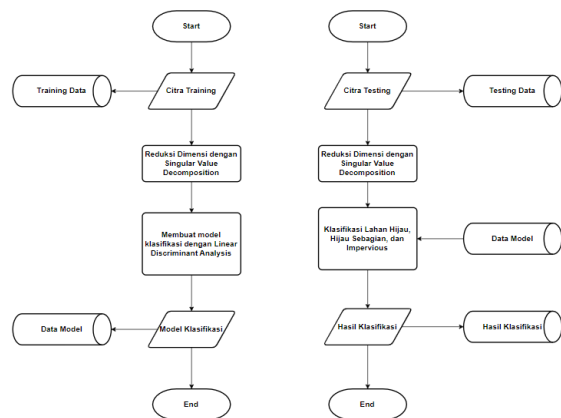
Proses pemotongan citra dilakukan menggunakan perangkat lunak *Environment for Visualizing Images* (ENVI) untuk dapat digunakan pada tahap pelatihan dan tahap pengujian. Proses ini melibatkan data citra yang sudah ditransformasi dan

kerangka batas kecamatan sebagai pemotongnya. Batas kecamatan ini didapat dari bantuan perangkat lunak *Google Earth Pro* dan ArcMap. Berikut gambar hasil akhir data latih setelah dilakukan pra-pemrosesan.



Gambar 4 Dataset Pelatihan

Setelah tahap pra-pemrosesan selesai, data citra dapat diolah untuk membangun model klasifikasi terbaik di tahap pelatihan dan untuk menguji model tersebut di tahap pengujian. Secara garis besar, alur pengujian dan pelatihan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5 Alur Pelatihan Dan Pengujian

3.1.2. Pembacaan Data

Citra Landsat 8 yang telah melalui pra-pemrosesan diolah untuk menjadi data latih dan data uji. Pembacaan data citra menggunakan *library* rasterio menghasilkan kumpulan matriks band 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 berukuran 133 x 135. Berikut contoh matriks hasil pembacaan:

Tabel 4 Matriks Hasil Pembacaan Data

Band	Band	Band	Band	Band	Band
2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
...
62	76	117	144	145	62
65	75	120	137	139	65
56	71	114	134	133	56
50	65	119	137	132	50

48	56	121	117	102	48
56	66	108	109	102	56
57	69	111	124	122	57
55	67	121	129	128	55
53	62	123	125	122	53
50	59	122	124	113	50
60	68	118	129	124	60
64	74	111	132	136	64
67	80	110	147	155	67
...
0	0	0	0	0	0

Matriks hasil pembacaan pada tabel 1 dilakukan penghapusan setiap baris yang semua kolom band-nya adalah 0. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan warna hitam pada citra yang tidak boleh masuk ke dalam proses perhitungan, sehingga menghasilkan sampel matriks untuk digunakan sebagai sampel data latih atau data uji.

3.2. Pelatihan dan Pengujian

Berdasarkan gambar 5, alur pelatihan diawali dengan proses reduksi dimensi pada data yang sudah melalui pra-pemrosesan.

3.2.1. Reduksi Dimensi

Pada penelitian ini, digunakan metode Singular Value Decomposition (SVD) untuk mereduksi dimensi matriks data citra. Proses ini dilakukan dengan menghilangkan komponen nilai eigen pada matriks diagonal hasil dekomposisi menggunakan persamaan 1. Jika matriks dekomposisi dikalikan kembali, hasil akhir reduksi dimensi akan menghasilkan matriks yang nilainya hampir sama persis dengan matriks awal. Proses ini dilakukan pada data latih dan data uji dengan hanya mempertahankan 3 komponen eigen teratas.

3.2.2. Pembuatan Model Klasifikasi

Pada penelitian ini, digunakan metode Linear Discriminant Analysis (LDA) untuk membuat model klasifikasi terbaik. Dalam prosesnya, digunakan fungsi `train_test_split` dari *library* sklearn untuk membagi data latih menjadi data latih sebanyak 80% dan data validasi sebanyak 20% untuk setiap kelas, sehingga menghasilkan 3 buah model klasifikasi untuk kelas hijau, hijau sebagian, dan *impervious*.

Penggunaan fungsi `train_test_split` juga ditambahkan parameter *stratify* untuk memastikan pembagian data antara data latih dan data validasi memiliki proporsi kelas yang seimbang. Hal ini diperlukan karena data citra setiap kelas berasal dari kecamatan yang berbeda sehingga menghasilkan jumlah piksel yang tidak seimbang. Dilakukan percobaan pembuatan model klasifikasi tanpa mengimplementasikan metode SVD sehingga didapat hasil klasifikasi yang berbeda. Berikut adalah perbandingan performa model klasifikasi dengan

menggunakan SVD dan tanpa menggunakan SVD pada klasifikasi menggunakan metode LDA:

Tabel 5 Perbandingan Performa Model

Parameter	Dengan SVD	Tanpa SVD
Akurasi (%)	66.4	62.9
<i>Pervious</i> Precision	0.68	0.60
<i>Pervious</i> Recall	0.71	0.68
<i>Pervious</i> F1-Score	0.69	0.64
Hijau Sebagian Precision	0.75	0.74
Hijau Sebagian Recall	0.72	0.73
Hijau Sebagian F1-Score	0.73	0.74
<i>Impervious</i> Precision	0.58	0.55
<i>Impervious</i> Recall	0.58	0.50
<i>Impervious</i> F1-Score	0.68	0.52
Waktu Eksekusi (detik)	0.67	1.06

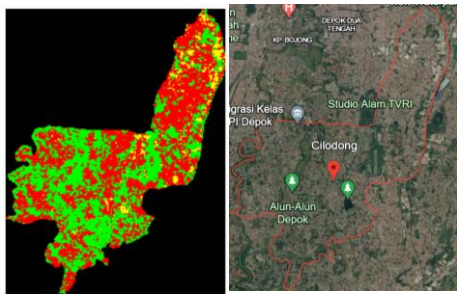
Berdasarkan tabel 5 di atas, dapat dilihat perbandingan pada performa model klasifikasi yang dilakukan reduksi dimensi terlebih dahulu menggunakan SVD dan yang tidak menggunakan SVD. Dengan jumlah 93.381 piksel hijau, 81.270 piksel hijau sebagian, dan 96.769 piksel *impervious* dengan pembagian data latih sebanyak 80% dan data validasi sebanyak 20%. Performa model klasifikasi yang mengimplementasikan metode SVD menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dengan waktu eksekusi yang lebih rendah dari model klasifikasi yang tidak mengimplementasikan metode SVD.

3.2.3. Klasifikasi Data Uji

Model klasifikasi yang sudah dibuat digunakan untuk mengklasifikasikan data uji ke dalam kelas tertentu. Pada penelitian ini, digunakan data uji dari kecamatan Cilodong tahun 2020 yang tidak ada pada data latih. Setelah melalui pra-pemrosesan dan pembacaan data yang sama seperti sebelumnya, dilakukan klasifikasi untuk data kecamatan tersebut.

3.3. Analisa Hasil

Dari 17.272 piksel data uji, diprediksi sebanyak 8.791 piksel *impervious*, 7.650 piksel hijau, dan 831 piksel hijau sebagian. Model klasifikasi mengkategorikan jenis lahan berdasarkan piksel prediksi terbanyak yaitu *impervious* dan sesuai dengan kecamatan citra aslinya yang juga sebagai jenis lahan *impervious*. Perbandingan visual hasil klasifikasi terhadap citra asli dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 6 Perbandingan Hasil Klasifikasi Dengan Citra Asli Kecamatan

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil klasifikasi yang didapat dari rancangan sistem pemetaan lahan menggunakan metode Singular Value Decomposition dan Linear Discriminant Analysis pada wilayah Tangerang Selatan dan Depok di tingkat kecamatan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Implementasi metode SVD dalam proses reduksi dimensi pada data citra Landsat 8 dapat dilakukan dengan baik. Dalam pembuatan model klasifikasi, SVD tidak hanya mempercepat waktu eksekusi tetapi juga meningkatkan akurasi sehingga berpengaruh pada hasil klasifikasi.
2. Implementasi metode LDA dalam pembuatan model klasifikasi dapat dilakukan pada data citra Landsat 8 dengan akurasi terhadap data latih sebesar 66.43% dan nilai *f1 score* untuk label hijau sebesar 0.69 label hijau sebagian sebesar 0.73, dan *impervious* sebesar 0.58.
3. Waktu eksekusi dalam pembuatan model klasifikasi menggunakan SVD dan LDA untuk 217.136 piksel training dan 54.284 piksel validasi adalah 0.66 detik.

Saran yang diperoleh dari penelitian ini dalam menerapkan metode SVD dan LDA pada pengolahan data *remote sensing* adalah bahwa pemilihan banyaknya komponen utama (*singular value*) dalam proses reduksi dimensi menggunakan SVD perlu diperhitungkan atau diuji coba kembali untuk menentukan keefektifan model klasifikasi yang terbentuk.

REFERENSI

[1] "Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin di Kota Depok (Jiwa), 2010-2012," Bps.go.id, 2019. Available: <https://depokkota.bps.go.id/indicator/12/34/4/jumlah-penduduk-menurut-kelompok-umur-dan-jenis-kelamin-di-kota-depok.html>.

[2] T. Nugraha Adikesuma, "PERMASALAHAN PELESTARIAN SUMBER DAYA AIR JAKARTA," *journal_widya*, Mar. 02, 2015. Available: https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrPo_GyjR9I0IMIT7LLQwx.;_ylu=Y29sbwNzZzMEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1696595506/RO=10/RU=https%3a%2f%2fojs.upj.ac.id%2findex.php%2fjournal_widya%2farticle%2f

download%2f13%2f15/RK=2/RS=1ixf8myTJUDjMxDxxGf2Byq8QDs-.

[3] skymapglobal, "Apa itu 'Remote Sensing'?", ayuskymapglobal, 2014. Available: <https://ayuskymapglobal.wordpress.com/2014/03/07/apa-itu-remote-sensing-2/>.

[4] A. Prakoso., "Daerah Aliran Sungai (DAS) - Pengertian, Fungsi & Pengelolaan," *RimbaKita.com - Informasi Kehutanan dan Lingkungan Hidup!*, 2020. Available: <https://rimbakita.com/daerah-aliran-sungai/>.

[5] Dinas Komunikasi dan Informatika, "Portal Resmi Pemerintah Kota Depok," Depok.go.id, 2020. Available: <https://depok.go.id/geografi>.

[6] "Luas Wilayah Kota Depok Menurut Kecamatan, 2018." Available: <https://depokkota.bps.go.id/statictable/2020/02/13/58/luas-wilayah-kota-depok-menurut-kecamatan-tahun-2018.html>.

[7] "Profil Tangerang Selatan, Lokasi Geografis Dan Keunikannya," Available: <https://titikkata.com/profil-tangerang-selatan-lokasi-geografis-dan-keunikannya>.

[8] "Gambaran Umum Kota Tangerang Selatan" Available: <https://chenhawoey.wordpress.com/2012/05/06/gambaran-umum-kota-tangerang-selatan/>.

[9] "Luas Wilayah (km2), 2018-2020" Available: <https://tangselkota.bps.go.id/indicator/153/42/1/luas-wilayah.html>.

[10] "Perkembangan Landsat," Available: <https://pgsp.big.go.id/perkembangan-landsat/>.

[11] "MENGENALI OBYEK RELIGI/BUDAYA/SEJARAH DI KAWASAN KONSERVASI," Available: <https://binerpark.wordpress.com/>.

[12] Reynaldi Ramadhani, "Daerah Aliran Sungai Ciliwung - ENERGI Bogor," ENERGI Bogor, Mar. 06, 2020. Available: <https://www.energibogor.org/daerah-aliran-sungai-ciliwung/>.

[13] "Vegetation-Impervious Surfaces-Soil dan Landscape Fragmentation," Available: <https://binerpark.wordpress.com/2018/09/02/vegetation-impervious-surfaces-soil-dan-landscape-fragmentation/>.

[14] R. Mulyawan, "Singular Value Decomposition Adalah: Definisi, Formula, dan Contohnya!," RifqiMulyawan.com. Available: <https://rifqimulyawan.com/kamus/singular-value-decomposition/>.

[15] M. Hornick., "Using SVD for Dimensionality Reduction," Oracle Machine Learning, Feb. 06, 2016. Available: <https://blogs.oracle.com/machinelearning/post/using-svd-for-dimensionality-reduction>.

[16] N. Alexandris, S. Gupta, and N. Koutsias, "Remote sensing of burned areas via PCA, Part 1; centering, scaling and EVD vs SVD," *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 2017. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/Remote-sensing-of-burned-areas-via-PCA%2C-Part-1%3B-and-Alexandris-Gupta/90e6bfaf598797b0770f68a74294edc96c015ba0>.

[17] KantinIT, "Linear Discriminant Analysis (LDA): Konsep dan Cara Implementasi," *KantinIT*, May 20, 2023. Available: <https://kantinit.com/kecerdasan-buatan/linear-discriminant-analysis-lda-konsep-dan-cara-implementasi/>.

[18] H. Ratna, "Variabel Independen (Bebas): Arti, Ciri Ciri, Contoh," *Wiki Statistika*, Jul. 16, 2023. Available: <https://wikistatistika.com/variabel-independen/>.

- [19] “Confusion Matrix untuk Evaluasi Model pada Supervised Learning,” Available: <https://ksnugroho.medium.com/confusion-matrix-untuk-evaluasi-model-pada-unsupervised-machine-learning-bc4b1ae9ae3f>.
- [20] S. A. Hicks et al., “On evaluation metrics for medical applications of artificial intelligence,” *Scientific Reports*, vol. 12, no. 1, Apr. 2022, Available: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09954-8>.
- [21] T. Roughgarden and G. Valiant, “CS168: The Modern Algorithmic Toolbox Lecture #9: The Singular Value Decomposition (SVD) and Low-Rank Matrix Approximations,” 2021. Available: <https://web.stanford.edu/class/cs168/l/19.pdf>.