

Pemanfaatan Fitur Warna dan Fitur Tekstur untuk Klasifikasi Jenis Penggunaan Lahan pada Citra Drone

Deo Hernando¹, Agus Wahyu Widodo², Candra Dewi³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹deodeo@student.ub.ac.id, ²a_wahyu_w@ub.ac.id, ³dewi_candra@ub.ac.id

Abstrak

Penggunaan lahan adalah cara untuk memanfaatkan lahan dalam melakukan tujuan tertentu. Contoh jenis penggunaan lahan adalah hutan, sawah, perumahan, jalan, dan sungai. Akan tetapi, banyaknya pengalihan fungsi penggunaan lahan, seperti penebangan hutan liar yang lahannya digunakan untuk pembangunan perumahan, perlu adanya perencanaan penggunaan lahan. Dengan adanya isu ini, mendorong penulisan penelitian ini untuk membantu perencanaan penggunaan lahan dengan klasifikasi jenis penggunaan lahan. Penulis menggunakan dua fitur citra yaitu fitur warna (*color moment*) dari 8 ruang warna berbeda (CMYK, HSV, HVC, Lab, RGB, YCbCr, YIQ, dan YUV) dan fitur tekstur dengan metode klasifikasi *Support Vector Machine*. Data yang digunakan adalah 25 data latih dan 200 data uji dimana jumlah data setiap kelas terdistribusi sama. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian fitur warna dengan akurasi tertinggi, pengujian fitur tekstur yang mempengaruhi akurasi, dan kombinasi fitur warna dan tekstur dengan akurasi tertinggi. Hasil pengujian pertama adalah fitur warna pada ruang warna HSV memiliki akurasi tertinggi yaitu 98%. Hasil pengujian kedua adalah akurasi fitur tekstur dipengaruhi oleh ukuran citra, jarak keanggotaan, dan sudut dalam perhitungan GLCM. Ukuran citra 900x900 dengan jarak keanggotaan 1% dan kombinasi fitur 4 sudut (0°, 45°, 90°, 135°) menghasilkan akurasi tertinggi yaitu 96,5%. Hasil pengujian ketiga adalah kombinasi antara fitur warna pada ruang CMYK, HSV, HVC, Lab, YCbCr, YIQ, dan YUV dengan fitur tekstur dari hasil pengujian kedua menghasilkan akurasi tertinggi yaitu 99,5%.

Kata kunci: fitur warna, fitur tekstur, klasifikasi, penggunaan lahan, citra drone

Abstract

Land use is a way to use land in carrying out certain objectives. Examples of land use types are forests, rice fields, housing, roads and rivers. However, the many transfers of land use functions, such as illegal logging of land used for housing development, require the use of land use planning. Given this issue, encouraging the writing of this research to assist land use planning by classification of land use types. The author uses two image features namely color features of 8 different color spaces (CMYK, HSV, HVC, Lab, RGB, YCbCr, YIQ, and YUV) and texture features using the Support Vector Machine classification method. The data used are 25 training data and 200 test data where the amount of data for each class is the same. The tests conducted are testing the color features with the highest accuracy, testing the texture features that affect accuracy, and the combination of color and texture features with the highest accuracy. The first test result is the color feature in the HSV color space has the highest accuracy of 98%. The second test result is the accuracy of texture features affected by image size, membership distance, and angle in the GLCM calculation. The image size of 900x900 with a membership distance of 1% and a combination of 4 corner features (0o, 45o, 90o, 135o) produces the highest accuracy of 96.5%. The third test result is a combination of color features in the CMYK, HSV, HVC, Lab, YCbCr, YIQ, and YUV spaces with the texture features of the second test results yielding the highest accuracy of 99.5%.

Keywords: color features, texture features, classification, land use, drone imagery

1. PENDAHULUAN

Penggunaan lahan adalah cara untuk memanfaatkan lahan dalam melakukan tujuan tertentu. Contoh jenis penggunaan lahan adalah hutan, sawah, perumahan, jalan, dan sungai (Lizhe, et al., 2012). Akan tetapi, banyaknya pengalihan fungsi penggunaan lahan, seperti penebangan hutan liar yang lahannya digunakan untuk pembangunan perumahan, perlu adanya perencanaan penggunaan lahan (Foley, et al., 2005). Perencanaan penggunaan lahan dapat dilakukan menggunakan *drone*. *Drone* diterbangkan untuk mengambil foto lahan dari atas yang digunakan untuk pemetaan lahan (Jewitt, et al., 2018). Dengan adanya isu ini, mendorong penulisan penelitian ini untuk membantu perencanaan penggunaan lahan dengan klasifikasi jenis penggunaan lahan. Klasifikasi memerlukan fitur unik untuk membedakan setiap kelas jenis penggunaan lahan. Fitur yang digunakan adalah fitur warna dan tekstur.

Ada 8 ruang warna berbeda yaitu CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, and Black), HSV (Hue, Saturation, and Value), HVC (Hue, Value, dan Chroma), Lab, RGB (Red, Green, and Blue), YCbCr, YIQ, dan YUV (Agrawal, et al., 2011). Penelitian ini menggunakan 8 ruang warna berbeda untuk klasifikasi citra. *Color moment* terdiri atas tiga yaitu rata-rata (*mean*), deviasi standar, dan derajat ketidaksimetrisan (*skewness*) (Halim, et al., 2013). Dengan menggunakan 3 nilai *color moment* dan 8 ruang warna, penelitian ini mencari ruang warna dengan akurasi tertinggi.

Penelitian ini menggunakan fitur tekstur yaitu *Contrast*, *Correlation*, *Energy*, *Entropy*, dan *Local Homogeneity* (Bekkari, et al., 2012). Dengan menggunakan ukuran citra dan jarak keanggotaan yang berbeda, penelitian ini mencari kombinasi tekstur dengan akurasi terbaik.

Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi SVM. SVM dipilih didasarkan pada metode klasifikasi yang digunakan dalam penelitian lain dalam kajian pustaka.

Penelitian ini mencari kombinasi ruang warna dengan fitur tekstur yang memiliki akurasi terbaik dalam klasifikasi citra jenis

penggunaan lahan dalam citra drone dengan metode klasifikasi SVM.

2. DASAR TEORI

2.1. Citra Drone

Citra *drone* adalah citra yang dipotret oleh *drone* dari ketinggian tertentu. Beberapa karakteristik citra *drone* adalah citra ini beresolusi tinggi, dapat digunakan untuk memetakan lahan, dan area yang dicakup luas. Citra *drone* dapat digunakan untuk memetakan lahan, seperti hutan, sawah, perumahan, jalur lalu lintas, dan perairan (Lizhe, et al., 2012).

2.2. Fitur Warna

Fitur warna adalah fitur penting dalam citra sebab warna dapat dilihat mata manusia (Loesdau, et al., 2014). Fitur warna yang dapat diekstraksi nilainya dari citra yaitu rata-rata (*mean*), deviasi standar, dan derajat ketidaksimetrisan (*skewness*).

2.2.1. Color Moment

Color moment memiliki tiga nilai yang dapat diekstrak yaitu rata-rata (*mean*), deviasi standar, dan derajat ketidaksimetrisan (*skewness*) (Halim, et al., 2013). Rumus untuk menghitung *mean* dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$Mean = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N P_{ij} \quad (1)$$

Rumus untuk menghitung deviasi standar dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$Deviasi Standar = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (P_{ij} - Mean)^2} \quad (2)$$

Rumus untuk menghitung *skewness* dapat dilihat pada Persamaan 3.

$$Skewness = \sqrt[3]{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (P_{ij} - Mean)^3} \quad (3)$$

Keterangan:

P_{ij} = Nilai warna i di piksel j

N = Jumlah piksel citra

2.2.2. Ruang Warna Red, Green, dan Blue (RGB)

Ruang warna RGB terdiri atas *Red*, *Green*, dan *Blue*. Ruang warna RGB memiliki sifat *additive* pada pencahayaan. Nilai pada 3 warna tersebut dinyatakan dalam bilangan bulat 0 sampai dengan 255. Nilai warna RGB diekstraksi secara langsung dari citra digital (Jayashree, 2013).

2.2.3. Ruang Warna Cyan, Magenta, dan Yellow (CMYK)

Ruang warna CMYK terdiri atas *Cyan*, *Magenta*, *Yellow*, dan *Black*. Nilai *Cyan*, *Magenta*, *Yellow* dapat dinyatakan dalam bilangan desimal antara 0 dan 1 dan nilai warna *Black* dapat dinyatakan dalam bilangan antara 0 sampai 255 (Sawicki & Miziolek, 2015). Rumus untuk menghitung warna *Black* dapat dilihat pada Persamaan 4.

$$Black = \min(255 - Red, 255 - Green, 255 - Blue) \quad (4)$$

Rumus untuk menghitung warna *Cyan* dapat dilihat pada Persamaan 5.

$$Cyan = \frac{255 - Red - Black}{255 - Black} \quad (5)$$

Rumus untuk menghitung warna *Magenta* dapat dilihat pada Persamaan 6.

$$Magenta = \frac{255 - Green - Black}{255 - Black} \quad (6)$$

Rumus untuk menghitung warna *Yellow* dapat dilihat pada Persamaan 7.

$$Yellow = \frac{255 - Blue - Black}{255 - Black} \quad (7)$$

2.2.4. Ruang Warna Lab

Ruang warna Lab terdiri atas L^* , a^* , dan b^* . Perlu dilakukan konversi dari ruang warna RGB ke ruang warna XYZ terlebih dahulu sebelum ke Lab (RastegarSani & Modarres, 2019). Rumus konversi RGB ke XYZ dapat dilihat pada Persamaan 8.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.412453 & 0.357580 & 0.180423 \\ 0.212671 & 0.715160 & 0.072169 \\ 0.019334 & 0.119193 & 0.950227 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (8)$$

Setelah dilakukan konversi, nilai ruang warna Lab dapat dihitung. Rumus warna L^* dapat dilihat pada Persamaan 9.

$$L^* = \begin{cases} 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{\frac{1}{3}} - 16 & \text{if } \left(\frac{Y}{Y_n} \right) > 0.008856 \\ 903.3 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{\frac{1}{3}} & \text{if } \left(\frac{Y}{Y_n} \right) \leq 0.008856 \end{cases} \quad (9)$$

Rumus nilai warna a^* dapat dilihat pada Persamaan 10.

$$a^* = 500 \left(f \left(\frac{X}{X_n} \right) - f \left(\frac{Y}{Y_n} \right) \right) \quad (10)$$

Rumus nilai warna b^* dapat dilihat pada Persamaan 11.

$$b^* = 200 \left(f \left(\frac{X}{X_n} \right) - f \left(\frac{Z}{Z_n} \right) \right) \quad (11)$$

Nilai X_n , Y_n , dan Z_n memiliki nilai yang dapat dilihat pada Persamaan 12.

$$\begin{bmatrix} X_n & Y_n & Z_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.950450 & 1.000000 & 1.088754 \end{bmatrix} \quad (12)$$

Rumus fungsi $f(u)$ dapat dilihat pada Persamaan 13.

$$f(u) = \begin{cases} u^{\frac{1}{3}} & \text{if } u > 0.008856 \\ 7.787u + \frac{16}{116} & \text{if } u \leq 0.008856 \end{cases} \quad (13)$$

Keterangan:

R = Nilai warna *red*

G = Nilai warna *green*

B = Nilai warna *blue*

2.2.5. Ruang Warna YUV

Ruang warna YUV terdiri atas Y yang merupakan appresepsi luma dan U dan V yang merupakan appresepsi *chroma*. Ketiga warna YUV bersifat independen satu sama lain (Qu & Wang, 2010). Rumus konversi ruang warna RGB ke YUV dapat dilihat pada Persamaan 14.

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (14)$$

2.2.6. Ruang Warna YCbCr

Ruang warna YCbCr terdiri atas Y yang merupakan luma, Cb yang merupakan *chroma* biru, dan Cr yang merupakan *chroma* merah (Ahirwal, et al., 2007). Rumus nilai Y dapat dilihat pada Persamaan 15.

$$Y = 16 + (0.257 * R + 0.504 * G + 0.09 * B) \quad (15)$$

Rumus nilai Cb dapat dilihat pada Persamaan 16.

$$Cb = 128 + (-0.148 * R - 0.291 * G + 0.439 * B) \quad (16)$$

Rumus nilai Cr dapat dilihat pada Persamaan 17.

$$Cr = 128 + (0.439 * R - 0.368 * G - 0.071 * B) \quad (17)$$

2.2.7. Ruang Warna Hue, Saturation, dan Value (HSV)

Ruang warna HSV terdiri atas *Hue*, *Saturation*, dan *Value*. Nilai *Hue* adalah nilai *pure color* yang dapat dinyatakan dalam bilangan desimal 0 sampai dengan 1, nilai *Saturation* adalah nilai persentase warna abu-abu dalam citra yang dapat dinyatakan dalam bilangan desimal 0 sampai dengan 1, dan nilai *Value* adalah nilai kecerahan citra yang dapat dinyatakan dalam bilangan desimal 0 sampai dengan 1 (Pratiwi, et al., 2013). Rumus *Hue* dapat dilihat pada Persamaan 18.

$$Hue = \begin{cases} 0, & \text{jika } Max = Min \\ \frac{60^\circ * \frac{(G-B)}{(Max-Min)} + 0^\circ}{360}, & \text{jika } Max = R \text{ dan } G \geq B \\ \frac{60^\circ * \frac{(G-B)}{(Max-Min)} + 360^\circ}{360}, & \text{jika } Max = R \text{ dan } G < B \\ \frac{60^\circ * \frac{(B-R)}{(Max-Min)} + 120^\circ}{360}, & \text{jika } Max = G \\ \frac{60^\circ * \frac{(R-G)}{(Max-Min)} + 120^\circ}{360}, & \text{jika } Max = B \end{cases} \quad (18)$$

Rumus nilai *Saturation* dapat dilihat pada Persamaan 19.

$$Saturation = \begin{cases} 0, & \text{jika } Max = 0 \\ 1 - \frac{Min}{Max}, & \text{jika } Max \neq 0 \end{cases} \quad (19)$$

Rumus nilai *Value* dapat dilihat pada Persamaan 20.

$$Value = \frac{Max}{255} \quad (20)$$

Keterangan:

Max = Nilai maksimal dari warna *red*, *green*, dan *blue*

Min = Nilai minimal dari warna *red*, *green*, dan *blue*

2.2.8. Ruang Warna Hue, Value, dan Chroma (HVC)

Ruang warna HVC terdiri atas *Hue*, *Value*, dan *Chroma*. Nilai *Hue* adalah nilai *pure color* yang dapat dinyatakan dalam bilangan desimal 0 sampai dengan 1, nilai *Value* adalah nilai kecerahan citra yang dapat dinyatakan dalam bilangan desimal 0 sampai dengan 1, dan nilai *Chroma* dari perhitungan *a** dan *b** dari ruang warna *Lab* (Delazio, et al., 2017).

Rumus nilai *Chroma* dapat dilihat pada Persamaan 21.

$$Chroma = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (21)$$

2.2.9. Ruang Warna YIQ

Ruang warna YIQ terdiri atas Y yang merupakan *gamma-corrected luminance intensity* dan I dan Q yang merupakan *chroma hue* dan *saturation* (Khekade & Bhoyar, 2015). Rumus konversi ruang warna RGB ke YIQ dapat dilihat pada Persamaan 22.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (22)$$

2.3. Fitur Tekstur

Fitur tekstur merupakan fitur yang berisi pola struktur citra dan hubungan pola struktur citra dengan lingkungan sekitar (Kunaver & Tasic, 2005). Teknik dalam fitur tekstur, seperti *Haralick Features* dan *Local Binary Pattern* (LBP).

2.3.1 Haralick Features

Sebelum menghitung fitur tekstur, citra harus dikonversi dari ruang warna asli citra ke *grayscale* dengan menggunakan rumus pada Persamaan 23.

$$gray = (0,299 * R) + (0,587 * G) + (0,114 * B) \quad (23)$$

Contoh fitur *Haralick* yang dapat digunakan adalah *Contrast*, *Correlation*, *Energy*, *Entropy*, dan *Local Homogeneity* (Bekkari, et al., 2012). Fitur tersebut dapat dihitung dari 4 arah yang berbeda 0°, 45°, 90°, dan 135° dalam pembuatan matriks *co-occurrence*. Rumus nilai kelima fitur *haralick* dapat dilihat pada Persamaan 24, Persamaan 25, Persamaan 26, Persamaan 27, dan Persamaan 28.

$$Contrast = \sum_i \sum_j (i - j)^2 * M(i, j) \quad (24)$$

$$Correlation = \frac{1}{\sigma_i \sigma_j} \sum_i \sum_j (i - \mu_i) * (j - \mu_j) * M(i, j) \quad (25)$$

$$Energy = \sum_i \sum_j (M(i, j))^2 \quad (26)$$

$$Entropy = \sum_i \sum_j M(i, j) * \log(M(i, j)) \quad (27)$$

$$Local Homogeneity = \sum_i \sum_j \frac{M(i, j)}{1 + (i - j)^2} \quad (28)$$

Dalam perhitungan nilai *correlation*, diperlukan nilai rata-rata atau *mean* (μ) dan varian (σ). Rumus kedua nilai tersebut dapat dilihat pada Persamaan 29, Persamaan 30, Persamaan 31, dan Persamaan 32.

$$\mu_i = \sum_i \sum_j i * M(i, j) \quad (29)$$

$$\mu_j = \sum_i \sum_j j * M(i, j) \quad (30)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_i \sum_j (1 - \mu_i)^2 * M(i, j)} \quad (31)$$

$$\sigma_j = \sqrt{\sum_i \sum_j (1 - \mu_j)^2 * M(i, j)} \quad (32)$$

Keterangan:

i = Baris ke-*i*

j = Kolom ke-*j*

σ = Varian

μ = Mean

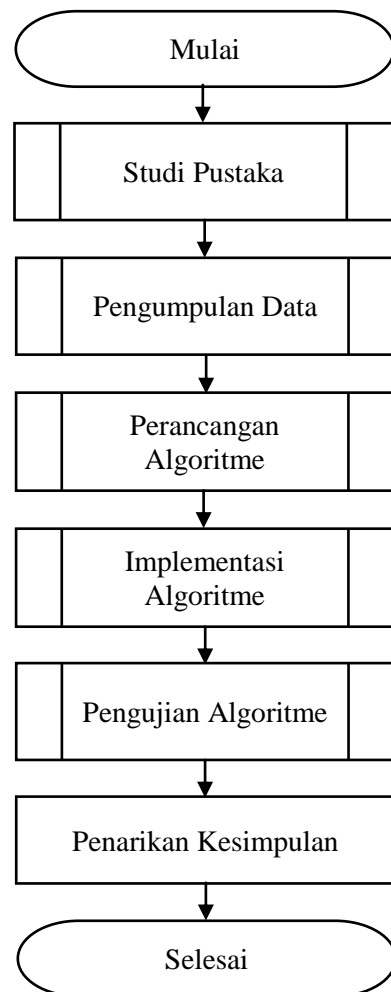
2.4. Metode Klasifikasi SVM

Support Vector Machine adalah salah satu metode klasifikasi untuk klasifikasi citra. Metode SVM dapat berupa *Linear*, *Sigmoid*, *RBF*, dan *Polynomial* (Widiyanto, et al., 2018).

Berdasarkan penelitian dahulu, metode SVM Polinomial memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode SVM lain (*Linear*, *Sigmoid*, dan *RBF*). Pasangan kernel yang optimal pada penelitian ini adalah $C=2^{(-8)}$, $\gamma=2^{(-1)}$, $r=2^2$, dan $d=3$ (Nanda, et al., 2018).

3. METODOLOGI

Flowchart metodologi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, penelitian ini diawali dengan studi pustaka. Setelah dilakukan studi pustaka, akan dilakukan pengumpulan data. Data diambil dengan menggunakan *drone*. Setelah pengambilan data, akan dilakukan perancangan algoritme. Algoritme yang sudah dirancang, akan diimplementasikan dalam bahasa pemrograman *Python*. Setelah implementasi, dapat dilakukan pengujian algoritme. Setelah pengujian dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai hasil akhir dari penelitian ini.

Langkah-langkah dalam algoritme pada penelitian ini dimulai dari *input* citra. Citra yang dimasukkan merupakan citra *drone* dengan warna RGB dan tekstur tertentu. Setelah itu, akan dilakukan perhitungan fitur warna *mean*, deviasi standar, dan *skewness* dari 8 ruang warna yang berbeda. Setelah perhitungan fitur warna, akan dilakukan perhitungan fitur

tekstur. Fitur warna dan fitur tekstur yang diekstraksi akan digunakan untuk pelatihan klasifikasi dengan metode SVM. Metode SVM akan menghasilkan kelas jenis penggunaan lahan.

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 200 citra yang terdiri dari 40 citra uji dari 5 kelas berbeda yaitu hutan, sawah, perumahan, jalan, dan perairan.

4.1. Pengujian Akurasi Ruang Warna

Pengujian akurasi sistem ini dilakukan dengan menggunakan 8 ruang warna berbeda yaitu ruang warna RGB, CMYK, Lab, YUV, YCbCr, HSV, HVC, dan YIQ. Hasil pengujian akurasi sistem dinyatakan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Akurasi Ruang Warna

Ruang Warna	Jumlah Benar	Jumlah Salah	Akurasi
RGB	185	15	92,5%
CMYK	193	7	96,5%
Lab	182	18	91%
YUV	193	7	96,5%
YcbCr	193	7	96,5%
HSV	196	4	98%
HVC	192	8	96%
YIQ	190	10	95%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, ruang warna HSV (*Hue*, *Saturation*, dan *Value*) memiliki akurasi terbaik yaitu 98% dibandingkan dengan 7 ruang warna lainnya. Pengujian pada ruang CMYK mampu mendeteksi kelas citra uji pada 196 citra uji dengan benar.

4.2. Pengujian Akurasi Fitur Tekstur

Pengujian akurasi sistem ini dilakukan dengan menggunakan 3 jarak keanggotaan berbeda yaitu sebesar 1% dari ukuran piksel, 5%, dan 10%. Setiap pengujian dari setiap jarak keanggotaan, akan dilakukan pada 3 ukuran piksel berbeda yaitu ukuran piksel 100x100, 500x500, dan 900x900. Hasil pengujian akurasi sistem dinyatakan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Akurasi Fitur Tekstur

Ukuran Piksel	Distance (%)	Akurasi
100	1	89%
100	5	88,5%
100	10	89%
500	1	93%
500	5	92,5%
500	10	89%
900	1	96,5%
900	5	93%
900	10	93%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 6.2, jarak keanggotaan sebesar 1% dengan ukuran piksel 900x900 memiliki akurasi terbesar yaitu 96,5%.

Berdasarkan pengujian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa jarak keanggotaan dan ukuran piksel pada citra memiliki pengaruh terhadap akurasi sistem.

4.3. Pengujian Akurasi Kombinasi Fitur Warna dan Fitur Tekstur

Pengujian akurasi sistem ini dilakukan dengan menggunakan gabungan fitur warna dan fitur tekstur yang terdiri dari 8 ruang warna berbeda yaitu ruang warna RGB, CMYK, Lab, YUV, YCbCr, HSV, HVC, dan YIQ digabungkan dengan fitur tekstur yang memiliki jarak keanggotaan dan ukuran piksel dengan akurasi terbaik yang diambil dari pengujian kedua yaitu dengan ukuran piksel sebesar 900x900 dengan jarak keanggotaan 1%. Hasil pengujian akurasi sistem dinyatakan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Akurasi Kombinasi Fitur Warna dan Fitur Tekstur

Fitur	Jumlah Benar	Jumlah Salah	Akurasi
RGB			
+ Tekstur	197	3	98,5%
CMYK			
+ Tekstur	199	1	99,5%

Lab			
+ Tekstur	199	1	99,5%
YUV			
+ Tekstur	199	1	99,5%
YcbCr			
+ Tekstur	199	1	99,5%
HSV			
+ Tekstur	199	1	99,5%
HVC			
+ Tekstur	199	1	99,5%
YIQ			
+ Tekstur	199	1	99,5%

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 6.3, gabungan fitur antara beberapa ruang warna (CMYK, Lab, YUV, YCbCr, HSV, HVC, dan YIQ) dengan fitur tekstur memiliki akurasi terbaik yaitu 99,5%.

Dibandingkan dengan akurasi pada Pengujian 1 dan Pengujian 2, gabungan antara fitur warna dan fitur tekstur dapat meningkatkan akurasi sistem. Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa gabungan antara fitur warna dan fitur tekstur dapat meningkatkan akurasi dibandingkan dengan akurasi dengan menggunakan fitur warna atau fitur tekstur saja.

4.4. Analisis Hasil Pengujian Kombinasi Fitur Warna dan Fitur Tekstur

Berdasarkan hasil pengujian fitur tekstur yang telah dilakukan, didapatkan hasil akurasi yang dapat dilihat pada Tabel 3. Perbandingan akurasi antara fitur warna dan fitur tekstur sebelum dikombinasikan dengan yang sesudah dikombinasikan, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Akurasi Pengujian Fitur Warna dan Fitur Tekstur

Ruang Warna	Akurasi Ruang Warna	Akurasi Fitur Tekstur	Akurasi Kombinasi Fitur
----------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------------------

RGB	91%	96,5%	98,5%
CMYK	99%	96,5%	99,5%
Lab	91%	96,5%	99,5%
YUV	96,5%	96,5%	99,5%
YCbCr	96,5%	96,5%	99,5%
HSV	96%	96,5%	99,5%
HVC	98%	96,5%	99,5%
YIQ	95%	96,5%	99,5%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Ruang warna HSV menghasilkan akurasi terbaik dibandingkan dengan 7 ruang warna lainnya (RGB, CMYK, Lab, YUV, YCbCr, HVC, dan YIQ) dalam melakukan klasifikasi pada citra drone dengan akurasi sebesar 98%.
2. Ukuran piksel pada citra mempengaruhi hasil akurasi dalam melakukan klasifikasi pada citra drone. Ukuran piksel 900x900 menghasilkan akurasi terbaik yaitu 96,5% dibandingkan dengan ukuran piksel 100x100 dan 500x500.
3. Jarak keanggotaan dalam perhitungan fitur tekstur mempengaruhi hasil akurasi dalam melakukan klasifikasi pada citra drone. Jarak keanggotaan 1% dari ukuran piksel citra menghasilkan akurasi terbaik yaitu 96,5% dibandingkan dengan jarak keanggotaan 5% dan 10% dari ukuran piksel citra.
4. Kombinasi fitur warna CMYK, Lab, YUV, YCbCr, HSV, HVC, dan YIQ dengan fitur tekstur menghasilkan akurasi terbaik dari penelitian ini yaitu sebesar 99,5%.

Penelitian ini masih jauh dari kata sempurna dan perlu adanya pengembangan. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Perlu adanya seleksi fitur dari fitur yang digunakan untuk mengetahui fitur apa yang memiliki pengaruh yang besar terhadap hasil klasifikasi sehingga dapat meningkatkan akurasi sistem klasifikasi.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk fitur tekstur lain, seperti LBP (Local Binary Pattern) untuk digunakan sebagai fitur pada sistem klasifikasi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, S., Verma, N. K., Tamrakar, P. & Sircar, P., 2011. *Content Based Color Image Classification using SVM*. Las Vegas, Nevada, United States of America, IEEE, pp. 1090-1094.
- Ahirwal, B., Khadtare, M. & Mehta, R., 2007. *FPGA Based System for Color Space Transformation RGB to YIQ and YCbCr*. Kuala Lumpur, Malaysia, IEEE, pp. 1345-1349.
- Bekkari, A., Mammas, D., Idbraim, S. & Elhassouny, A., 2012. *SVM and Haralick Features for Classification of High Resolution Satellite Images from Urban Areas*. Berlin, Heidelberg, Research Gate, pp. 17-26.
- Delazio, A., Israr, A. & Klatzky, R. L., 2017. *Cross-modal Correspondence between Vibrations and Colors*. Munich, Germany, IEEE, pp. 219-224.
- Foley, J. A. et al., 2005. Global Consequences of Land Use. *Science*, 22 July, 309(5734), pp. 570-574.
- Halim, A., Hardy, Dewi, C. & Angkasa, S., 2013. Aplikasi Image Retrieval Menggunakan Kombinasi Metode Color Moment dan Bagor Texture. *Mikroskil*, October, 14(2), pp. 109-117.
- Jayashree, R. A., 2013. *RGB to HSI Color Space Conversion via MACT*. Melmaruvathur, India, IEEE, pp. 561-565.
- Jewitt, D., Wildlife, E. K., Wijnberg, L. & 3DroneMapping, 2018. The Use of Drones in Conservation. *EE*, pp. 20-23.
- Khekade, A. & Bhoyar, K., 2015. *Shadow Detection Based on RGB and YIQ Color Models in Color Aerial Images*. Noida, India, IEEE, pp. 144-147.
- Kunaver, M. & Tasic, J. F., 2005. *Image Feature Extraction - an overview*. Belgrade, Serbia, IEEE, pp. 183-

- 186.
- Lizhe, H., Meichen, F., Dingxuan, Z. & Chengchun, Z., 2012. *The Application of Ant Colony Algorithm*. Beijing, Computational Intelligence and Design (ISCID).
- Loesdau, M., Chabrier, S. & Gabillon, A., 2014. Hue and Saturation in the RGB Color Space. pp. 203-212.
- Nanda, M. A., Seminar, K. B., Nandika, D. & Maddu, A., 2018. A Comparison Study of Kernel Functions in the Support Vector Machine and Its Application for Termite Detection. *Information-an International Interdisciplinary Journal*, 9(1), p. 5.
- Pratiwi, D., Lussiana, E. T. & Madenda, S., 2013. Image Color Extraction of Forest. *SINTA - Science and Technology Index*, pp. 287-407.
- Qu, Z. & Wang, J., 2010. *A Color YUV Image Edge Detection Method Basedon Histogram Equalization Transformation*. Yantai, China , IEEE, p. 3546=3549.
- RastegarSani, M. & Modarres, A. F. A., 2019. *Playfield Extraction in Soccer Video Based on Lab*. Yazd, Iran, IEEE, pp. 1999-2003.
- Sawicki, D. J. & Miziolek, W., 2015. Human Colour Skin Detection in CMYK Colour. *IET Image Process*, 9(9), p. 751–757.
- Taskin, G., Kaya, H. & Bruzzone, L., 2017. Feature Selection Based on High Dimensional Model Representation for Hyperspectral Images. *IEEE*, 24 March, Volume 26, pp. 2918-2928.
- Widiyanto, S. et al., 2018. *Texture Feature Extraction Based On GLCM and DWT for Beef Tenderness Classification*. Palembang, Indonesia, IEEE.