



Identifikasi Citra Mengandung Api Menggunakan Algoritma Random forest dengan Segmentasi Warna dan GLCM

Al ibhaam¹, Danang Haedar Guswanrinandi², Soffiana Agustin³
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
¹alibhaam330@gmail.com, ²haedardanang@gmail.com * ³soffiana@umg.ac.id *

Abstract

Fire is a disaster that can cause significant losses if not detected early. This study aims to develop a fire detection application based on digital image processing using a combination of color segmentation, texture feature extraction, and machine learning classification in MATLAB. Images in JPG and PNG format are processed by converting the RGB color space to HSV, followed by masking the fire-colored regions for segmentation. The segmented areas are then processed for texture feature extraction using the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) method, focusing on four main parameters: contrast, correlation, energy, and homogeneity. The extracted features are used as input for classification using the Random Forest algorithm with 100 decision trees. The system output is in the form of labeled images indicating either "FIRE DETECTED" or "NO FIRE." The results show that the combination of HSV color segmentation, GLCM texture features, and Random Forest classification has strong potential as an effective approach for fire detection based on digital image.

Keywords: Fire Detection, Digital Image, Image Segmentation, Random Forest, GLCM

Abstrak

Kebakaran merupakan bencana yang dapat menimbulkan kerugian besar jika tidak dideteksi sejak dini. Penelitian ini bertujuan untuk membangun aplikasi deteksi kebakaran berbasis citra digital menggunakan pendekatan segmentasi warna, ekstraksi fitur tekstur, dan klasifikasi mesin pembelajaran di MATLAB. Citra berformat JPG dan PNG diproses melalui konversi ruang warna RGB ke HSV, ekstraksi fitur teksturnya menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), dengan empat parameter utama : *contrast, correlation, energy, dan homogeneity*. Hasil ekstraksi fitur tersebut digunakan sebagai *input* untuk klasifikasi menggunakan algoritma *Random Forest* dengan 100 pohon keputusan. dengan hasil keluaran berupa penandaan citra sebagai "KEBAKARAN TERDETEKSI" atau "BUKAN KEBAKARAN". Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi segmentasi warna HSV, fitur GLCM, dan *Random Forest* memiliki potensi sebagai pendekatan efektif untuk deteksi kebakaran berbasis citra digital.

Kata kunci: Deteksi Kebakaran, Citra Digital, Segmentasi citra, Random Forest, GLCM

1. Pendahuluan

Kebakaran merupakan bencana yang disebabkan oleh banyak faktor dan dapat menimbulkan korban jiwa maupun kerugian materi yang sangat besar jika tidak dilakukan penanganan dini. Bencana kebakaran hutan dan lahan atau dapat disingkat terjadi setiap tahun di Indonesia, hal ini dilatarbelakangi adanya kebutuhan penggunaan lahan masyarakat yang terus bertambah untuk pertanian maupun permukiman [1].

berbagai metode seperti smoke detector . Smoke detector merupakan sebuah perangkat yang dapat mendeteksi adanya asap di lingkungan sekitar sebagai faktor pemicu kebakaran. Namun, smoke detector tidak dapat mengetahui sumber titik api penyebab kebakaran dan hanya dapat bekerja dengan jangkauan yang terbatas. Jika api yang timbul berada cukup jauh atau diluar jangkauan dari perangkat, maka deteksi dan respon dari perangkat akan terhambat bahkan tidak dapat mendeteksi [2].

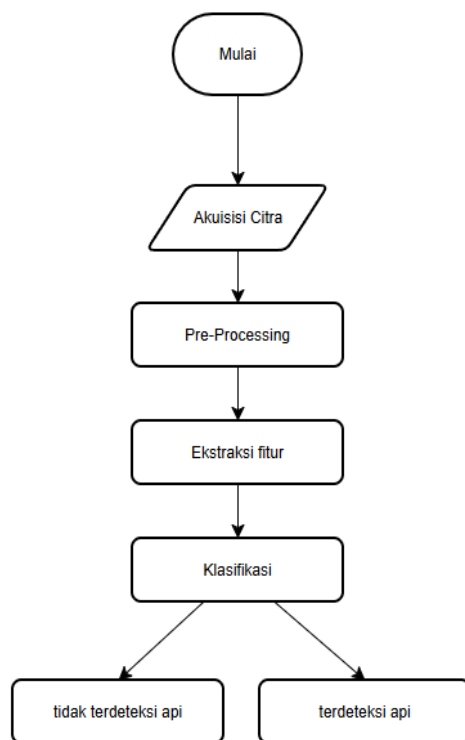
Ruang Warna HSV digunakan dalam penelitian ini karena keunggulannya memisahkan komponen warna dan Kecerahan, Sehingga sangat sesuai untuk identifikasi yang membutuhkan analisis warna secara mendalam [15]

Identifikasi kebakaran pada citra digital telah umum dilakukan. Penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa dengan menggunakan ekstraksi fitur pada Ruang warna HSV diperoleh parameter untuk mendeteksi adanya api dengan parameter tertentu yang dapat disesuaikan dengan kondisi dataset citra [3]. Pada penelitian ini akan menggunakan parameter dengan rentan nilai *HUE* 0 hingga $\leq 0,14$ *Saturation* $\geq 0,45$ hingga $\leq 0,85$ dan *Value* $\geq 0,4$ hingga $\leq 0,9$

Penelitian ini bertujuan untuk membangun aplikasi identifikasi kebakaran pada citra digital menggunakan ekstraksi fitur segmentasi warna dan GLCM yang digabungkan ke dalam algoritma klasifikasi random forest yang mampu mendeteksi api.

1. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan serangkaian tahapan yang tersusun secara sistematis dan terstruktur. Berikut ini merupakan penjelasan dari metode penelitian dan penerapan algoritma pada aplikasi. Metode penelitian yang digunakan berdasarkan tahapan pengolahan citra digital. Rangkaian tahapan tersebut divisualisasikan dalam bentuk flowchart yang ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap melalui beberapa langkah utama sebagai berikut:

1. Akuisisi citra. dataset citra diambil dari berbagai sumber terbuka di internet
2. Pre-Processing tahapan proses pengolahan citra digital sebelum citra ekstraksi ciri fitur
3. Ekstraksi fitur menggunakan Segmentasi HSV dan GLCM
4. Melakukan klasifikasi menggunakan algoritma Random Forest.
5. Menampilkan Hasil dari klasifikasi dan pre-processing.

2.2 Segmentasi HSV

Segmentasi Pada citra adalah cara untuk memisahkan elemen - elemen citra menjadi beberapa bagian berdasarkan perbedaan pada tiap piksel. Segmentasi fungsi untuk mengekstrak informasi dari suatu citra untuk memudahkan proses analisis. [4]. Dalam penelitian ini proses Segmentasi citra akan mengambil nilai rata-rata dari setiap elemen HSV yaitu *HUE*, *Saturation* dan *Value* serta nilai masking api. [12]

Dalam teknik segmentasi pada citra, Tahap awal yang penting adalah menentukan nilai piksel yang dijadikan sebagai acuan representasi objek yang akan dikenali. nilai.tersebut akan menjadi dasar dalam proses pembuatan segmentasi. Umum Nya citra digital disimpan dalam format RGB. Namun ruang warna RGB kurang efektif untuk segmentasi berbasis warna, diperlukan konversi ke ruang warna HSV. karena dapat memisahkan informasi warna (hue), intensitas (value), dan kejenuhan warna (saturation), sehingga memudahkan dalam proses pemisahan objek berdasarkan warna [5].

Pada penelitian yang dilakukan oleh A.F. Hastawan et.al yang berjudul “Perbaikan Hasil Segmentasi HSV Pada Citra DiGital Menggunakan Metode Segmentasi RGB Grayscale” Segmentasi warna tidak selalu menghasilkan hasil yang optimal. Hal ini disebabkan oleh karakteristik objek dalam citra yang sering kali memiliki kombinasi lebih dari satu warna, sehingga menyulitkan proses segmentasi tunggal berbasis warna. Oleh karena itu, untuk meningkatkan akurasi dalam proses identifikasi objek, diperlukan penambahan variabel lain yang dapat digunakan sebagai fitur pendukung dalam sistem klasifikasi berbasis machine learning. [6]

2.3 GrayLevel Co-occurrence Matrix (GLCM)

Ekstraksi dilakukan pada citra yang telah dikonversi ke dalam citra Grayscale. Pembuatan matrik kookurensi dapat dilakukan dengan beberapa variasi yang terbagi menjadi 4 sudut derajat yaitu: 0° , 45° ,

90°, dan 135°. Di Dalam GLCM terdapat beberapa fitur tekstur yang dapat digunakan untuk data klasifikasi *Random Forest*. Berikut adalah fitur yang akan dianalisis dalam penelitian ini [7].

1. *Contras*

Elemen kontras digunakan untuk mengukur intensitas nilai tingkat keabuan di sekitar area citra. Citra dengan nilai Contrast tinggi cenderung memiliki permukaan tekstur yang kasar dan variasi intensitas besar, sedangkan citra dengan nilai Contrast rendah memperlihatkan permukaan tekstur yang halus dan variasi intensitas kecil [11].

$$Contrast = \sum_{i,j} (i - j)^2 P(i, j) \quad (1)$$

2. *Correlation*

Elemen correlation menunjukkan korelasi dan keterkaitan antar piksel dalam skala tingkat keabuan pada citra yaitu 0 yang merepresentasikan gelap hingga 255 yang merepresentasikan terang atau putih [7].

$$\sum_{i,j} \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j) p(i, j)}{\sigma_i \sigma_j} \quad (2)$$

3. *Energy*

Energy digunakan untuk mengukur keseragaman dan fitur Energy akan menunjukkan nilai tinggi ketika pola pixel yang teratur dan konsisten. Sedangkan, jika nilai Energy rendah maka memiliki pola pixel yang acak dan tidak teratur [8].

$$Energy = \sum_{i,j} P_{i,j}^2 \quad (3)$$

4. *Homogeneity*

Gambar dengan nilai Homogeneity tinggi cenderung menunjukkan distribusi intensitas yang seragam, sedangkan gambar dengan nilai Homogeneity rendah cenderung menunjukkan distribusi intensitas yang bervariasi atau kasar [14].

$$Homogeneity = \sum_{i,j} \frac{P_{i,j}}{1 + |i - j|} \quad (4)$$

2.4 Random forest

Metode Random Forest adalah salah satu metode yang populer dalam metode klasifikasi citra. Metode ini menggunakan kombinasi dari beberapa pohon keputusan untuk mengklasifikasikan data. Berdasarkan hasil terbanyak (Voting) dari setiap pohon keputusan yang di gunakan. Kelebihan dari metode Random Forest adalah kemampuannya dalam mengatasi overfitting dan mampu menghasilkan prediksi yang akurat. [9].

Random forest memiliki proses seleksi fitur dimana mampu mengambil fitur-fitur terbaik sehingga dapat

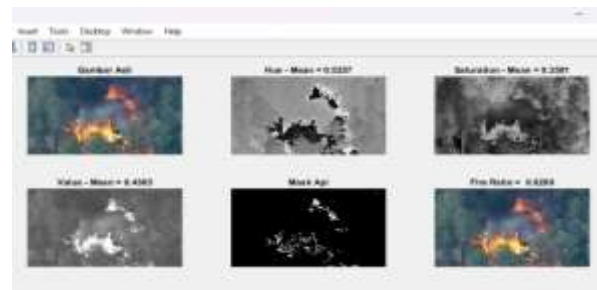
meningkatkan performa terhadap model klasifikasi. hal ini dapat terjadi karena menggunakan hasil keputusan dari mayoritas pohon keputusan untuk klasifikasi akhir. ini akan mempengaruhi hasil klasifikasi berdasarkan banyaknya pohon keputusan [10].

Klasifikasi dilakukan menggunakan algoritma *Random Forest* dengan 100 pohon dengan fungsi *treeBagger* untuk pelatihan model dan menyimpan hasil pelatihan dalam format file *.mat*. Model tersebut kemudian akan digunakan untuk mengklasifikasikan citra masukan baru berdasarkan fitur GLCM dan Segmentasi dari ekstraksi fitur sebelumnya.

2. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Segmentasi

Segmentasi dilakukan untuk mengambil fitur citra yang memiliki karakteristik warna api. Hasil segmentasi berupa area yang berpotensi sebagai api. dengan mengambil rata rata pada setiap elemen pada ruang warna HSV yaitu HUE, Saturation, Value.



Gambar 2. Hasil Segmentasi

Pada Gambar 2. Menunjukkan bahwa proses Segmentasi mampu menghasilkan data rata-rata untuk setiap elemen HSV. data tersebut akan digabungkan berupa dataset hasil Ekstraksi fitur dalam satu file *.mat* untuk digunakan pada pelatihan model Random forest.

3.2 Hasil GLCM

Citra masukan akan dikonversi dari citra RGB ke dalam citra Grayscale. dengan tujuan untuk mengekstrak fitur-fitur yang dibutuhkan seperti Contrast, Correlation, energy, homogeneity. Fitur-fitur tersebut mampu merepresentasikan tekstur dan pola pada citra yang kemudian akan digunakan pada model mesin pembelajaran Random Forest.

```
>> Hasil_glcm
GLCM Contrast      : 0.0968
GLCM Correlation   : 0.9526
GLCM Energy        : 0.3013
GLCM Homogeneity   : 0.9552
```

Gambar 3. Data yang diperoleh GLCM Untuk Citra pada Gambar 2

Sama seperti proses pada Segmentasi. Data yang diperoleh akan digabungkan untuk pelatihan Model *Random forest*.











3.3 Hasil GLCM

Dalam penelitian ini aplikasi mampu menampilkan citra masukan dan label hasil klasifikasi disertai nilai yang di dapat dari hasil ekstraksi fitur pada setiap elemen :

1. KEBAKARAN TERDETEKSI” untuk citra masukan yang mengandung api.
2. “BUKAN KEBAKARAN” untuk citra masukan yang tidak mengandung api.

Pengujian dalam penelitian ini menggunakan 110 dataset untuk masing masing kelas dengan total 220 dataset citra yang akan di gunakan pada pelatihan model.

Tabel 1. Hasil deteksi aplikasi pada sampel acak

Citra	Ekstraksi Fitur								Hasil Klasifikasi
	H	S	V	Fire ratio	Contrast	correlation	Energy	Homogeneity	
	0,2802	0,3673	0,3579	0,2291	0,0994	0,9847	0,2091	0,8604	KEBAKARAN TERDETEKSI
	0,3662	0,4377	0,5116	0,4175	0,3041	0,9712	0,1718	0,9511	KEBAKARAN TERDETEKSI
	0,3551	0,4127	0,4403	0,2869	0,4825	0,9103	0,0943	0,8216	KEBAKARAN TERDETEKSI
	0,0721	0,5792	0,5001	0,6843	0,2526	0,8786	0,2629	0,9101	KEBAKARAN TERDETEKSI
	0,0596	0,6080	0,1119	0,0478	0,1504	0,8613	0,7049	0,9616	KEBAKARAN TERDETEKSI
	0,0876	0,5586	0,4620	0,3073	0,7056	0,8931	0,076	0,7900	KEBAKARAN TERDETEKSI
	0,2902	0,2390	0,3464	0,0124	0,3073	0,9310	0,1750	0,8904	BUKAN KEBAKARAN
	0,3648	0,6165	0,5929	0,1150	0,3513	0,9499	0,0824	0,8683	BUKAN KEBAKARAN
	0,0955	0,7537	0,3175	0,2907	0,1037	0,9645	0,2039	0,9497	KEBAKARAN TERDETEKSI
	0,2563	0,6975	0,4287	0,0010	1,3615	0,8409	0,0644	0,7197	BUKAN KEBAKARAN

Berdasarkan hasil Percobaan pada citra acak 2 dari 10 percobaan gagal mengidentifikasi citra dengan kebakaran. Hal tersebut dapat terjadi karena citra memiliki objek dengan warna mirip api. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun Segmentasi mampu mendeteksi objek api dengan cukup efektif. parameter yang digunakan masih terlalu sensitif untuk mendeteksi objek yang dianggap sebagai api. Dalam penelitian ini masih perlu untuk memperkuat aspek analisa bentuk dan penyesuaian parameter yang digunakan dalam Proses Segmentasi

3. Kesimpulan

Pada penelitian ini berhasil Membangun aplikasi untuk identifikasi citra yang mengandung api dengan menggabungkan segmentasi warna HSV dengan ekstraksi fitur GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix). untuk digunakan pada algoritma klasifikasi *Random Forest*

Daftar Rujukan

- [1] T. F. Dicelebica, A. A. Akbar, dan D. R. Jati, “Identifikasi dan Pencegahan Daerah Rawan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut Di Kalimantan Barat,” *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 20, no. 1, hal. 115–126, 2022, doi: 10.14710/jil.20.1.115-126.
- [2] R. Amelia, “Sistem Deteksi Api Berbasis CCTV menggunakan Metode Segmentasi Citra,” vol. 2, no. 1, hal. 16–21, 2023.
- [3] D. Hardiyanto dan D. A. Sartika, “EKSTRAKSI FITUR CITRA API BERBASIS EKSTRAKSI WARNA PADA RUANG WARNA HSV dan RGB,” *J. Inform. Komputer, Bisnis dan Manaj.*, vol. 16, no. 3, hal. 1–12, 2023, doi: 10.61805/fahma.v16i3.85.
- [4] A. W. Setiawan *et al.*, “Deteksi Malaria Berbasis Segmentasi Warna Citra Dan Pembelajaran Mesin Malaria Detection Using Color Image Segmentation and Machine Learning,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 4, hal. 769–776, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184377.
- [5] H. marfalino Sofika Enggari, Agung ramadhanu, “PENINGKATAN DIGITAL IMAGE PROCESSING DALAM MENDESKRIPSIKAN TUMBUHAN JAMUR DENGAN SEGMENTASI WARNA, DETEKSI TEPI DAN KONTUR,” vol. 4, no. 1, hal. 70–75, 2022.
- [6] Y. E. W. Ahmad Fashiha Hastawan, Risma Septiana, “Perbaikan Hasil Segmentasi HSV Pada Citra Digital Menggunakan Metode Segmentasi RGB Grayscale,” *Edu Komputika J.*, vol. 5, no. 1, hal. 33–43, 2018.
- [7] S. F. Nazila, Y. Arman, D. Wahyuni, N. Nurhasanah, dan Y. S. Putra, “Deteksi Dini Serangan Hama Penyakit pada Cabai Rawit Menggunakan Metode Image Recognition,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, hal. 232–241, 2023, doi: 10.28932/jutisi.v9i2.6342.

- [8] E. K. A. Wicaksana dan T. Al-mudzakir, "Pengujian Model Klasifikasi Kesegaran Daging Sapi berbasis GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix) dan Algoritma Machine Learning," vol. 10, no. 1, hal. 73–88, 2025.
- [9] M. Zahara *et al.*, "Klasifikasi Kualitas Varietas Benih Jagung Bima 20 Menggunakan Metode Random Forest," vol. 10, no. 2, hal. 367–385, 2024.
- [10] R. Muhammad, E. Hermawan, dan S. A. Hudjimartu, "IDENTIFIKASI KESEHATAN DAUN MANGROVE MENGGUNAKAN METODE RANDOM FOREST CLASSIFICATION," vol. 8, no. 5, hal. 10660–10666, 2024.
- [11] M. I. Ramdani, H. H Handayani, Y. E. Wicaksana. T. Al-Mudzakir "Pengujian Model Klasifikasi Kesegaran Daging Sapi Berbasis GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix) dan Algoritma Machine Learning" vol. 10, no. 1, Hal 73-88 juni, 2025
- [12] A. P. B. Salsabila, R. D. Yunita, C. Rozikin, "Identifikasi Citra Jenis Bunga menggunakan Warna HSV dan Textur GLCM" *Technomedia Journal*, 6(1 Agustus) Vol. 6 No. 1 Agustus 2021.
- [13] A. F. Hastawan, R. Septiana, Y. E. Windarto, "Perbaikan Hasil Segmentasi HSV Pada Citra Digital Menggunakan Metode Segmentasi RGB Grayscale" *Edu Komputika Jurnal*, 6 (1) 2019
- [14] M. I. Mustofa, M. T. Furqon, D. E. Ratnawati "Penggunaan Metode Ekstraksi Fitur Tekstur Gray Level Co-occurrence Matrix dan K-Nearest Neighbor untuk Identifikasi Jenis Penyakit Tanaman Apel", *urnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* Vol. 6, No. 9, September 2022, hlm. 4451-4458
- [15] M. A. Amrozi, D. Figo SW, R. Wahyusari "Perbandingan segmentasi ruang warna HSV dan YCbCr untuk deteksi objek. *Infomatek*" , Volume 26 Nomor 2, Desember 2024