

## Perancangan Sistem Deteksi Asap dan Api Menggunakan Pemrosesan Citra

**Nofrilia Jenike Dangga<sup>\*1</sup>, AR. Himamunanto<sup>2</sup>, GC. Setyawan<sup>3</sup>**

Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Komputer

Universitas Kristen Immanuel, Yogyakarta

Email: <sup>\*1</sup>[nofrilia.j19@student.ukrimuniversity.ac.id](mailto:nofrilia.j19@student.ukrimuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[rudatyo@ukrim.ac.id](mailto:rudatyo@ukrim.ac.id),

<sup>3</sup>[masgogor@ukrimuniversity.ac.id](mailto:masgogor@ukrimuniversity.ac.id)

(Naskah masuk: 31 Mei 2024, diterima untuk diterbitkan: 19 September 2024)

**Abstrak:** Perkembangan teknologi yang semakin maju mendorong untuk pembuatan perangkat teknologi pendeteksian obyek asap dan api dalam pengamatan kebakaran hutan. Penelitian ini dengan pendekatan komputasi pengolahan citra menggunakan metode transformasi warna YCrCb untuk menemukan wilayah obyek api dan asap dengan input visual citra kebakaran hutan. Tujuan penelitian ini merupakan langkah awal sistem deteksi kebakaran hutan dengan menganalisa obyek asap dan api berdasarkan kesesuaian warna obyek yang terdapat dalam input visual dengan kenyataannya. Hasil penelitian adalah metode transformasi warna YCrCb dapat mendeteksi obyek api dan asap dengan menemukan wilayah obyek pada input citra sesuai dengan kategori kelas terdapat asap, terdapat api, terdapat asap-api, dan tidak terdapat asap-api. Kegagalan pendeteksian masih berdasarkan warna sehingga potensi obyek dengan warna yang memiliki kesamaan warna obyek api dan asap masih indentifikasi sebagai wilayah obyek asap dan api. Akurasi pendeteksian obyek asap yang tepat sesuai wilayah dengan presentase 90% dan obyek api dengan akurasi 96,67 % pada jumlah sampel pengujian 30 input citra ragam dengan potensi kondisi kebakaran hutan yang nyata. Diharapkan hasil penelitian ini akan berkembang dalam mengembangkan metode pendeteksian obyek asap dan api menggunakan pengukuran yang lebih lengkap sehingga lebih memahami pendeteksian kebakaran hutan dengan potensi kondisi yang mungkin terjadi secara nyata.

**Kata Kunci** – Pengolahan citra digital; model YcrCb; deteksi asap; deteksi api

## Design of Smoke and Fire Detection System Using Image Processing

**Abstract:** Increasingly advanced technological developments have encouraged the creation of technological devices for detecting smoke and fire objects in observing forest fires. This research uses a computational approach to image processing using the YCrCb color transformation method to find areas of fire and smoke objects with visual input of forest fire images. The aim of this research is the first step in a forest fire detection system by analyzing smoke and fire objects based on the suitability of the color of the object in the visual input to the reality. The results of the research are that the YCrCb color transformation method can detect fire and smoke objects by finding the object area in the input image according to the class categories of smoke, fire, fire-smoke, and fire-smoke. Detection failure is still based on color so that potential objects with colors that have the same color as fire and smoke objects are still identified as smoke and fire object areas. Accuracy in detecting smoke objects correctly according to the area with a percentage of 90% and fire objects with an accuracy of 96.67% on a test sample of 30 various input images with the potential for real forest fire conditions. It is hoped that the results of this research will develop in developing methods for detecting smoke and fire objects using more complete measurements so as to better understand the detection of forest fires with potential conditions that may actually occur.

**Keywords** – Digital image processing; model YcrCb; smoke detection; fire detection

### 1. PENDAHULUAN

Hutan merupakan ekosistem daratan paling dominan yang tersebar di seluruh dunia dengan banyak manfaat. Manusia memiliki hubungan yang saling mempengaruhi dengan hutan dalam menyuplai oksigen yang bersih untuk dibutuhkan oleh kesehatan. Aktivitas manusia dalam

penggunaan sumber daya hutan secara berlebihan dapat menyebabkan kebakaran hutan baik yang disengaja atau tidak, sehingga dapat mengurangi jasa ekosistem yang diberikan kepada kesehatan manusia[1]. Oleh karena itu, dalam upaya menjaga ekosistem hutan memerlukan pengawasan untuk mencegah kebakaran hutan. Upaya tersebut dapat diimplementasikan pada sistem mengidentifikasi asap dan api sebagai bentuk kebakaran hutan. Pendekatan dalam mewujudkan upaya tersebut dapat dilakukan dengan penelitian yang bereksperimen untuk mengidentifikasi kebakaran hutan melalui komputasi pendeteksian obyek asap dan api menggunakan input visual.

Perkembangan teknologi yang berbasis pemrosesan input visual citra telah digunakan dalam implementasinya untuk membantu kinerja manusia lebih mudah. Disiplin ilmu pengolahan citra digital mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan citra, melakukan pemilihan citra ciri (*features images*) yang optimal untuk tujuan analisis, maupun penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek yang terkandung pada citra[2]. Keperluan untuk penarikan informasi pada citra digital dengan metode pengolahan citra dapat digunakan baik perhitungan matematis secara piksel ataupun geometris dalam memisahkan obyek[3]. Masing-masing objek citra memiliki nilai perbedaan yang dapat menunjukkan karakteristik objek yang membedakan antara obyek satu dengan yang lain yang dapat ditentukan dari warna, tekstur, ataupun bentuk[4]. Karakteristik obyek yang digambarkan dengan fitur objek berdasarkan bentuk merupakan identifikasi objek dari hasil proses transformasi citra serta area kontur citra[5].

Metode transformasi sistem ruang warna seringkali digunakan dalam pengolahan citra untuk pendeteksian kelompok warna tertentu. Metode ini mentransformasikan suatu ruang warna suatu citra dalam suatu ruang untuk memperoleh model warna baru dalam menonjolkan karakteristik warna tertentu[6]. Ragam warna yang terdapat pada model RGB dapat ditransformasikan menjadi model YCrCb untuk mempresentasikan luminance dan chrominance, dimana luminance yang merupakan pencahayaan dapat diperoleh dari grayscale, sedangkan chrominance merupakan indikasi warna biru dan merah adalah saturasi[7]. Pemisahan bagian atau segmen tertentu pada input visual citra dapat dilakukan pada kelompok warna tertentu yang diperlukan akurasi dalam pendeteksian obyek [8]. Sebuah citra yang telah dibagi menjadi segmen-segmen tersebut menjadi lebih sederhana untuk analisis yang lebih lanjut[9]. Dengan demikian, penelitian untuk pendeteksian obyek dapat memanfaatkan kelompok warna tertentu yang telah ditonjolkan sebagai acuan[10]. Warna obyek asap dan api memiliki karakter warna yang tergantung pada saturasi dan warna pencahayaan, sehingga warna pada obyek asap dan api dapat dikelompokkan dalam batasan tertentu.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan diantaranya adalah berkaitan dengan metode pendeteksian asap dan api telah mendahului yang bertujuan untuk akurasi menemukan obyek. Penelitian dengan menggunakan Metode *Simple Linear Iterative Clustering* dengan membandingkan warna area disekitarnya untuk membedakan antara area api dan non-api pada video yang direkam melalui kamera. Metode yang digunakan dalam penelitian ini hanya mendeteksi obyek api dengan input video uji menggunakan sampel kebakaran pada suatu ruang. Kesalahan pendeteksian dengan gangguan pada input uji yang disebabkan oleh pantulan cahaya kebakaran pada permukaan obyek lain yang mengkilap[12]. Penelitian serupa dengan input real time menggunakan perangkat *webcam* untuk mendeteksi asap dan api. Proses kalibrasi dan threshold RGB mampu memisahkan antara api dan asap dengan background[13]. Penelitian berikutnya dengan mendeteksi api dan asap menggunakan metode *watershed transform* yang dioptimalkan dengan metode *threshold*, *HSV*, *grayscale* dan *morphology* untuk memperoleh kualitas input citra digital. Penelitian ini dengan hasil masih terdapat area yang bukan merupakan sebaran api masih ikut terdeteksi sebagai sebaran api yang disebabkan segmentasi *watershed* belum maksimal. Sehingga, memberikan peluang pada penelitian selanjutnya untuk dapat memisahkan objek selain api yang memiliki warna yang mirip dengan citra api sebagai pertimbangan untuk mengurangi kemungkinan deteksi salah atau tidak terdeteksi[14]. Metode lainnya pada penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan pendeteksian asap dan api dengan menggunakan segmentasi warna dengan Metode *K-Means Clustering* untuk memperoleh wilayah asap dan api. Pemrosesan pada perangkat lunak dalam tahapan yang meliputi proses input citra, citra asli dikonversi ke biner, segmentasi konversi

threshold, proses segmentasi citra[15]. Metode berikutnya pada penelitian yang telah dilakukan dengan pengolahan citra yang menggunakan konsep deep learning untuk pengenalan dan klasifikasi citra yaitu *Convolutional Neural Network (CNN)*. Klasifikasi citra kebakaran dan non kebakaran pada penelitian ini belum bersifat *real time*[16]. Berdasarkan kebutuhan untuk pengembangan sistem pendeteksian kebakaran dalam menjaga ekosistem hutan, maka penelitian yang telah dilakukan tersebut mendorong untuk melakukan pendekatan metode komputasi dalam pengolahan citra dengan mentransformasikan model RGB menjadi model YCrCb dengan tujuan untuk memperoleh kelompok warna obyek asap dan api dalam menganalisa akurasi sistem deteksi kebakaran hutan.

Berdasarkan uraian yang melatarbelakangi penelitian ini, maka pendekatan penelitian ini dengan pengolahan citra dengan menggunakan metode transformasi ruang warna untuk pendeteksian asap dan api. Metode transformasi ruang warna akan diimplementasikan pada perangkat lunak untuk pendeteksian asap dan api pada input citra kebakaran hutan untuk memperoleh informasi asap dan api. Pendeteksian dengan menemukan wilayah obyek asap dan api dalam ruang warna YCrCb yang merupakan hasil transformasi dari ruang warna model RGB. Hal ini didasari dengan warna asap dan api dalam kondisi nyata memiliki karakter warna tertentu untuk mudah dikenali langsung berdasarkan sifat warna obyek. Pendeteksian dengan prinsip kerja menemukan piksel dalam kelas warna tertentu untuk ditandai sebagai wilayah obyek yang memiliki warna obyek asap dan api pada input citra kebakaran hutan. Fokus penelitian ditujukan pada pengukuran akurasi metode pendeteksian obyek asap dan api dalam transformasi warna YCrCb dalam keberhasilan dan kelemahan dalam memperoleh output. Diharapkan penelitian bermanfaat untuk menopang sistem yang dapat memantau ruangan secara terus menerus untuk menghindari kebakaran yang secara akurat dalam mendeteksi obyek asap dan api pada input visual yang dapat memerintahkan perangkat keras untuk melakukan pencegahan.

### 1.1. Citra Digital

Citra digital adalah representasi dua dimensi yang dapat dilihat pada perangkat output seperti layar monitor sebagai kumpulan piksel (elemen gambar). Dari sudut pandang matematika, gambar adalah fungsi dari intensitas cahaya dalam dua dimensi. Citra digital adalah gambar dengan fungsi  $f(x,y)$  di mana koordinat spasial atau sampel dan tingkat kuantisasinya, dalam hal ini kecerahan atau tingkat keabuan gambar, didiskritisasi. Citra digital disebut fungsi intensitas cahaya  $f(x,y)$ , di mana  $x$  dan  $y$  adalah koordinat spasial titik tersebut. Tingkat iluminasi citra diwakili oleh nilai fungsi pada masing-masing tempat dengan posisi yang dapat diwakili oleh fungsi  $f(x,y)$ , dan intensitas yang dipantulkan oleh objek berdampak pada intensitas. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi  $f(x,y)$  sebanding dengan energi yang disuplai oleh sumber cahaya, sehingga intensitas  $f(x,y)$  dapat direpresentasikan sebagai berikut [7] :

$$0 < f(x,y) < \infty \quad (1)$$

Berdasarkan Persamaan di atas, fungsi  $f(x,y)$  dapat dipisah menjadi 2 bagian yang terdiri dari berikut:

- a.  $i(x,y)$  yang merupakan total cahaya berdasarkan sumbernya (*illumination*).
- b.  $r(x,y)$  yang merupakan tingkat kemampuan objek dalam memantulkan cahaya (*reflection*).

### 1.2. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra merupakan suatu metode atau teknik memanipulasi suatu citra digital untuk memperoleh suatu output citra baru dengan tujuan tertentu[6]. Metode pengolahan citra dapat diimplementasikan pada perangkat lunak yang memproses suatu input citra digital untuk mendapatkan informasi tertentu yang terdapat pada citra tersebut sebagai output[10]. Aplikasi dalam pengolahan citra memberikan kemudahan untuk memproses suatu citra untuk menghasilkan kualitas menjadi lebih baik dalam meningkatkan informasi yang terdapat di dalamnya[11].

### 1.3. Konversi RGB Ke YCrCb

Metode transformasi sistem ruang warna merupakan salah satu metode dari pengolahan citra yang dilakukan guna memperoleh ruang warna yang beragam dari suatu citra dalam sistem koordinat warna tertentu. Model warna RGB telah dikembangkan menjadi model warna metode YCbCr yang lebih sederhana dan lebih efisien untuk lebih menonjolkan karakteristik warna tertentu[9]. Y merupakan komponen luminance, Cb dan Cr adalah komponen chrominance. Chrominance merepresentasikan corak warna dan saturasi (*saturation*). Nilai komponen ini juga mengindikasikan banyaknya komponen warna biru dan merah pada warna. Model warna YCbCr memisahkan nilai RGB menjadi informasi luminance dan chrominance yang berguna untuk aplikais kompresi. Transformasi RGB ke YCbCr dilakukan dengan formulasi operasi matriks pada persamaan berikut[6].

$$\begin{aligned}Ydash &= 0 + (0.299 * rchannel) + (0.587 * rchannel) + (0.114 * bchannel) \\Cb &= 128 + (-0.168736 * rchannel) - (0.331264 * gchannel) + (0.5 * bchannel); \\Cr &= 128 + (0.5 * rchannel) - (0.418688 * gchannel) - (0.081312 * bchannel);\end{aligned}$$

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Tahapan Penelitian

#### 2.1.1. Studi Pustaka

Tahap studi literature dengan memahami permasalahan input visual citra kebakaran hutan dengan mencari sumber pustaka yang dengan pendekatan ilmu komputer melalui yaitu jurnal, artikel, dan dokumen yang terkait sebagai bahan referensi untuk melakukan penelitian.

#### 2.1.2. Implementasi Metode

Penelitian dengan menarik informasi yang terdapat pada input citra dengan mengimplementasikan metode pengolahan citra dengan tranformasi warna RGB menjadi model warna YCrCb untuk klasifikasi warna asap dan api. Rules yang digunakan dalam pemrosesan untuk menelusuri wilayah piksel dengan derajat keabuan yang sesuai dengan warna asap dan api dalam model warna YCrCb. Hasil pemrosesan pada program aplikasi dengan output teks yang menghasilkan informasi deteksi asap dan api.

#### 2.1.3. Pengumpulan Data

Pengujian sistem pada program aplikasi dalam penelitian ini menggunakan citra uji yang dianggap mewakili ragam visual kondisi kebakaran hutan. Hasil pengujian sistem dengan mengumpulkan citra output pemrosesan dan data informasi kualitas pendeteksian asap dan api untuk keperluan analisa dalam pembahasan penelitian.

### 2.2. Alat dan Bahan

Perangkat keras yang digunakan dalam pembuatan sistem untuk penelitian ini memiliki spesifikasi:

1. OS Windows 10 Pro 64 Bit
2. Processor Intel (R) Core (TM) i5-4310U
3. ROM 500GB
4. RAM 4GB
5. System Type 64-bit

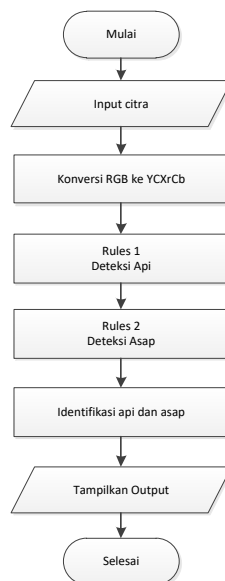
Perangkat lunak yang digunakan yaitu aplikasi Matlab R2020a dan *Microsoft Picture Manager* untuk merubah size dan tipe citra.

### 2.3. Metode pengukuran

Metode yang digunakan untuk menarik kesimpulan dengan menguji metode pendeteksian asap dan api hasil eksperimen dengan input citra kebakaran hutan dengan beberapa kondisi. Selanjutnya, mengumpulkan mendiskripsikan fakta yang ada untuk memberikan potensi keberhasilan dan kegagalan menggunakan metode tranformasi warna dalam komputasi pendeteksian asap dan api pada input citra kebakaran hutan.

### 2.4. Tahapan Pemrosesan

Tahapan pemrosesan pada program aplikasi yang mengimplementasikan metode yang digunakan dalam penelitian untuk mendeteksi api dan asap pada input citra kebakaran hutan. Tahap pertama kali yang dikerjakan pada program aplikasi adalah mengkonversikan format citra berwarna 24 bit pada input citra menjadi model YCrCb. Selanjutnya pendeteksian dengan menggunakan dua rules untuk menentukan input citra terdapat api dan asap. Rules yang pertama untuk mendeteksi api dengan tracking obyek untuk menemukan wilayah dengan warna seperti api. Rules yang digunakan untuk pengelompokan warna api adalah  $(Y_{dash} > Cb)$  &  $(Y_{dash} > Y_{mean})$  &  $(Cr > Cr_{mean})$ . Berikutnya rules yang kedua dengan mendeteksi asap dengan tracking untuk menemukan wilayah dengan warna seperti asap. Sedangkan rules yang digunakan untuk untuk menemukan wilayah asap adalah  $(Y_{dash} > Cr)$  &  $(Cb > Cr)$ . Hasil pendeteksian dengan menarik informasi berupa presentase wilayah api dan asap pada input citra. Berikut flowchart yang menjelaskan tahapan pemrosesan dalah berikut.

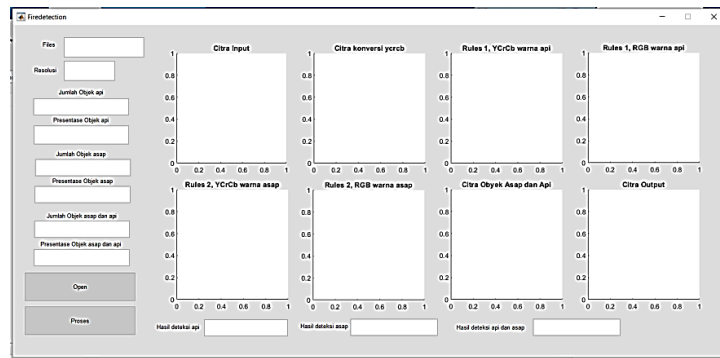


Gambar 1. Flowchart pemrosesan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

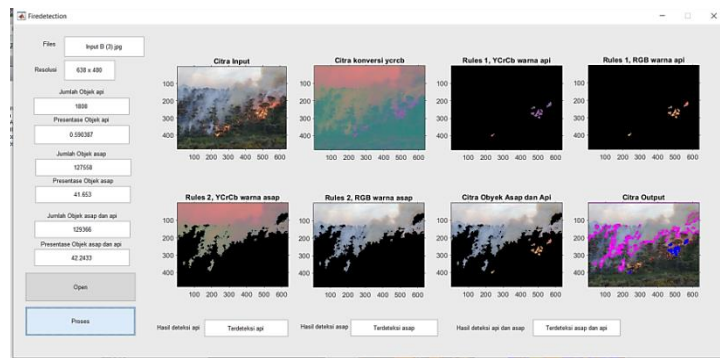
### 3.1. Hasil

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian mengimplementasikan metode pengolahan citra untuk dalam tranformasi warna RGB ke YCrCb menghasilkan tampilan awal berikut.



Gambar 2. Tampilan program aplikasi

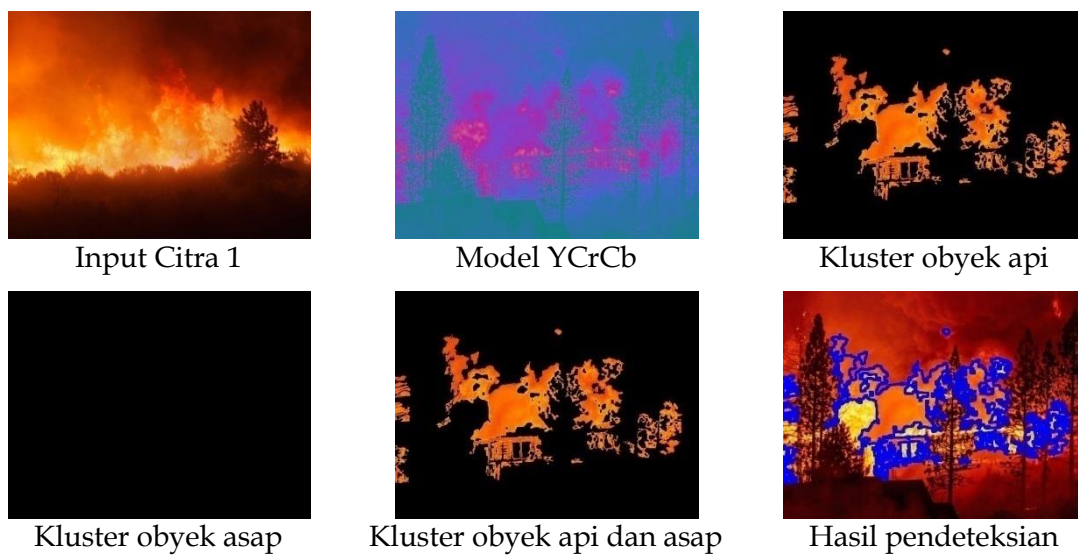
Perangkat lunak dengan input citra dalam pemrosesannya menghasilkan output citra dalam pendeteksian asap dan api dalam citra kebakaran hutan dengan tampilan program aplikasi berikut.



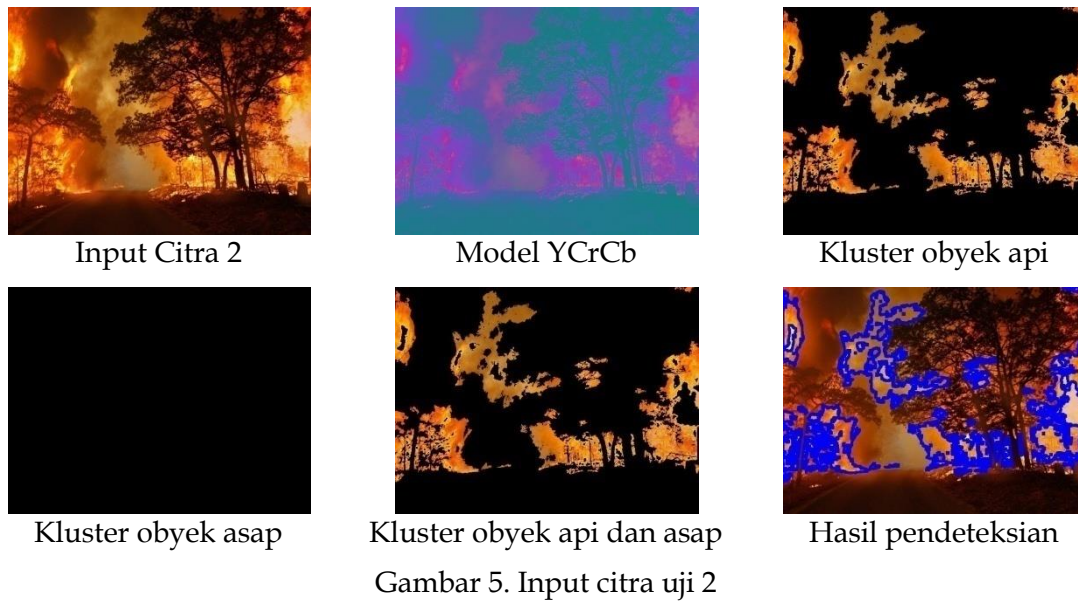
Gambar 3. Tampilan pemrosesan program aplikasi

### 3.2. Pendeteksian Obyek Api pada Input Citra Kebakaran Hutan

Pengujian berikut ini dengan dua buah input citra kebakaran hutan untuk mendeteksi asap dan api dengan metode tranformasi warna YCrCb. Kondisi input citra uji dalam pengujian ini hanya terdapat obyek api yang bertujuan untuk memperoleh kualitas informasi pendeteksian obyek api tanpa obyek asap dalam kebakaran hutan.



Gambar 4. Input citra uji 1



Gambar 5. Input citra uji 2

Berdasarkan hasil pengujian sistem dengan dua buah input citra yang menggambarkan kondisi hanya terdapat obyek api tanpa asap, maka diperoleh diskripsi output citra yang merupakan hasil pemrosesan metode tranformasi warna YCrCb adalah berikut.

1. Input citra uji 1 dengan hasil pendeteksian dengan kualitas informasi yang menemukan wilayah obyek api pada input citra uji diperoleh wilayah dengan presentase sebesar 14.8415% dan tidak menemukan wilayah obyek asap yang ditunjukan dengan presentase sebesar 0%. Dengan demikian hasil pendeteksian hanya menemukan obyek api dan tidak menemukan obyek asap dengan jumlah presentase keseluruhan wilayah obyek asap dan api sebesar 14.8415%.
2. Input citra uji 2 dengan hasil pendeteksian dengan kualitas informasi yang menemukan wilayah obyek api pada input citra uji diperoleh wilayah dengan dengan presentase sebesar 20.2786% dan tidak menemukan obyek asap yang ditunjukan dengan presentase sebesar 0%. Dengan demikian hasil pendeteksian hanya menemukan obyek api dan tidak menemukan obyek asap dengan jumlah presentase keseluruhan wilayah obyek asap dan api sebesar 20.2786%.

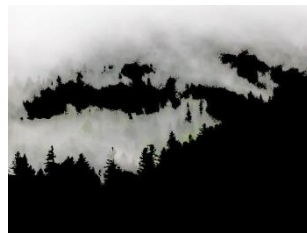
### 3.3. Pendeteksian Obyek Asap pada Input Citra Kebakaran Hutan

Pengujian berikut ini dengan dua buah input citra uji kebakaran hutan untuk mendeteksi asap dan api menggunakan metode tranformasi warna YCrCb. Kondisi input citra uji dalam pengujian ini hanya terdapat obyek asap yang bertujuan untuk memperoleh kualitas informasi pendeteksian obyek asap tanpa obyek api yang berpotensi dalam ragam kondisi lingkungan dapat terjadi secara nyata dalam kebakaran hutan. Pengujian berikut untuk memahami gejala kebakaran hutan dengan pendekatan metode tranformasi warna YCrCb pada kelas warna asap.





Kluster obyek asap



Kluster obyek api dan asap  
 Gambar 6. Input citra uji 3



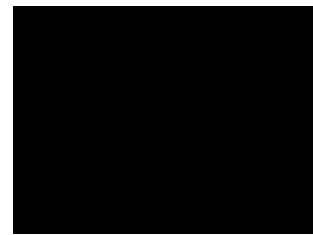
Hasil pendeteksian



Input Citra 4



Model YCrCb



Kluster obyek api



Kluster obyek asap



Kluster obyek api dan asap  
 Gambar 7. Input citra uji 4



Hasil pendeteksian

Berdasarkan hasil pengujian sistem dengan dua buah input citra yang menggambarkan kondisi hanya terdapat obyek asap tanpa api yang berpotensi untuk terjadi secara nyata, maka diperoleh diskripsi output citra yang merupakan hasil pemrosesan metode tranformasi warna YCrCb adalah berikut.

1. Input citra uji 3 dengan hasil pendeteksian dengan kualitas informasi yang menemukan wilayah obyek asap pada input citra uji diperoleh wilayah dengan presentase sebesar 47.734 % dan tidak menemukan wilayah obyek api yang ditunjukkan dengan presentase sebesar 0%. Dengan demikian hasil pendeteksian hanya menemukan obyek asap dan tidak menemukan obyek api dengan jumlah presentase keseluruhan wilayah obyek asap dan api sebesar 47.734%.
2. Input citra uji 3 dengan hasil pendeteksian dengan kualitas informasi yang menemukan wilayah obyek asap pada input citra uji diperoleh wilayah dengan presentase sebesar 28.6195 % dan tidak menemukan wilayah obyek api yang ditunjukkan dengan presentase sebesar 0%. Dengan demikian hasil pendeteksian hanya menemukan obyek asap dan tidak menemukan obyek api dengan jumlah presentase keseluruhan wilayah obyek asap dan api sebesar 28.6195 %.

### 3.4. Pendeteksian Obyek Asap dan Api pada Input Citra Kebakaran Hutan

Pengujian berikut ini dengan dua buah input citra uji kebakaran hutan untuk mendeteksi asap dan api menggunakan metode tranformasi warna YCrCb. Kondisi input citra uji dalam pengujian ini terdapat obyek asap dan api yang bertujuan untuk memperoleh kualitas informasi pendeteksian obyek asap dan api yang berpotensi dalam ragam kondisi lingkungan dapat terjadi secara nyata dalam kebakaran hutan. Pengujian berikut untuk memahami gejala kebakaran hutan dengan pendekatan metode tranformasi warna YCrCb dengan hasil berikut.



Input Citra 5



Model YCrCb



Kluster obyek api



Kluster obyek asap



Kluster obyek api dan asap  
Gambar 8. Input citra uji 5



Hasil pendeteksian



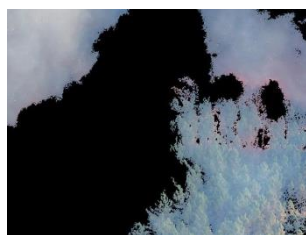
Input Citra 6



Model YCrCb



Kluster obyek api



Kluster obyek asap



Kluster obyek api dan asap  
Gambar 9. Input citra uji 6



Hasil pendeteksian

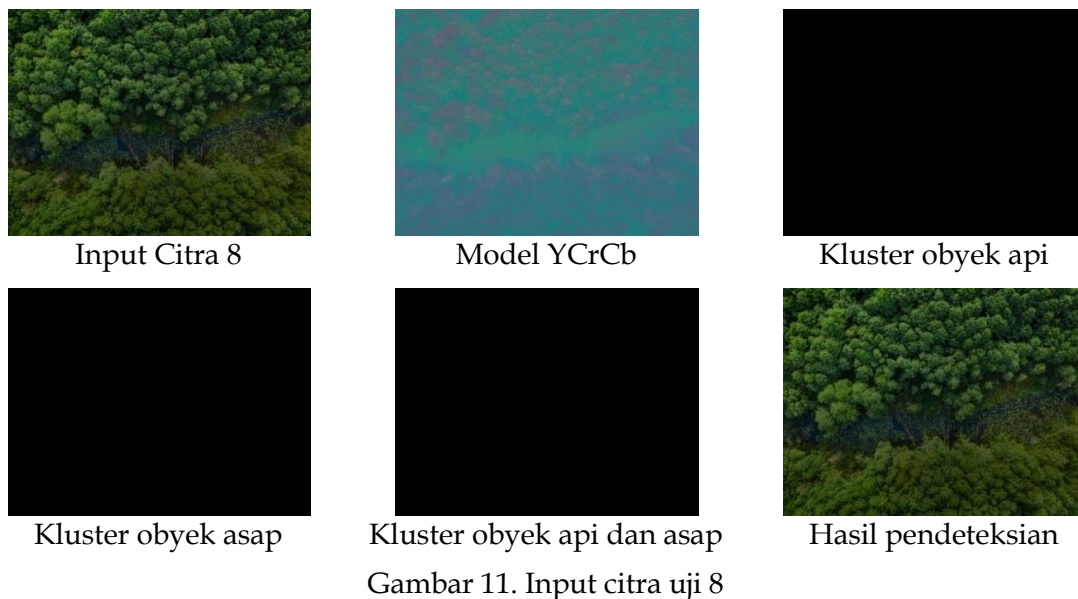
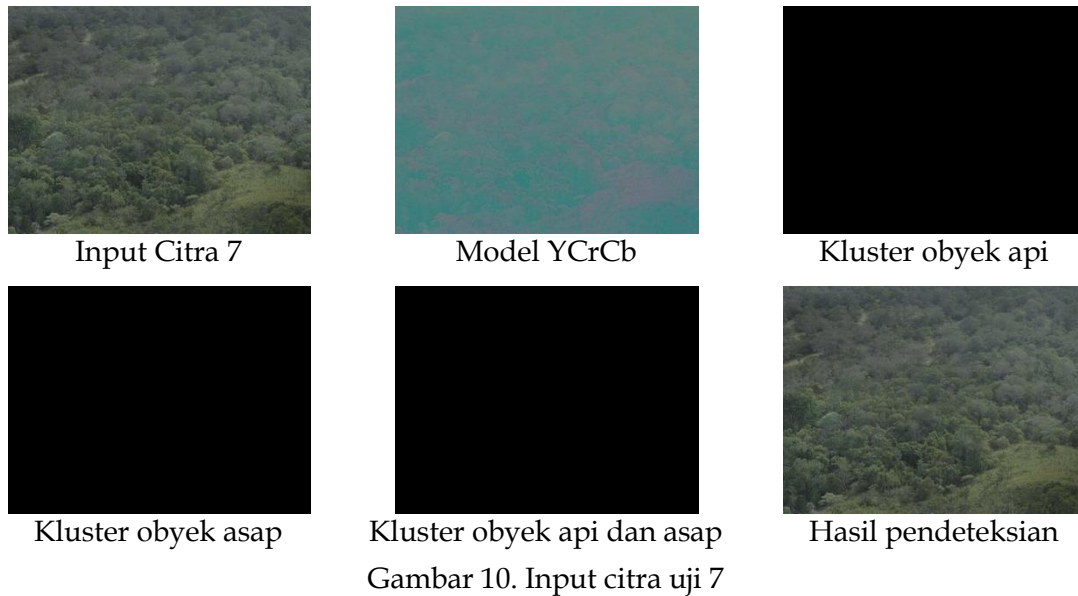
Berdasarkan hasil pengujian sistem dengan dua buah input citra yang menggambarkan kondisi yang terdapat obyek asap dan api, maka diperoleh diskripsi output citra yang merupakan hasil pemrosesan metode tranformasi warna YCrCb adalah berikut.

1. Input citra uji 5 dengan hasil pendeteksian dengan kualitas informasi yang menemukan wilayah obyek asap dan api pada input citra uji, maka diperoleh wilayah obyek asap dengan presentase sebesar 27.6022% dan wilayah obyek api dengan presentase sebesar 4.68424%. Dengan demikian hasil pendeteksian hanya menemukan obyek asap dan api dengan jumlah presentase keseluruhan wilayah sebesar 32.2865%.
2. Input citra uji 6 dengan hasil pendeteksian dengan kualitas informasi yang menemukan wilayah obyek asap dan api pada input citra uji, maka diperoleh wilayah obyek asap dengan presentase sebesar 48.9694% dan wilayah obyek api dengan presentase sebesar 1.9488 %. Dengan demikian hasil pendeteksian hanya menemukan obyek asap dan api dengan jumlah presentase keseluruhan wilayah sebesar 50.9182 %.

### 3.5. Pendeteksian Tidak Terdapat Obyek Asap dan Api pada Input Citra Kebakaran Hutan

Pengujian berikut ini dengan dua buah input citra uji kebakaran hutan menggunakan metode tranformasi warna YCrCb untuk mendeteksi asap dan api dengan kondisi tidak terdapat obyek asap

dan api. Adapun tujuan pengujian untuk memperoleh kualitas informasi pendeteksian obyek asap dan api yang berpotensi untuk terjadi pada lingkungan yang nyata apabila tidak mengalami kebakaran hutan. Pengujian dapat digunakan untuk memahami kondisi input citra yang tdiak mengalami kebakaran hutan dengan hasil berikut.

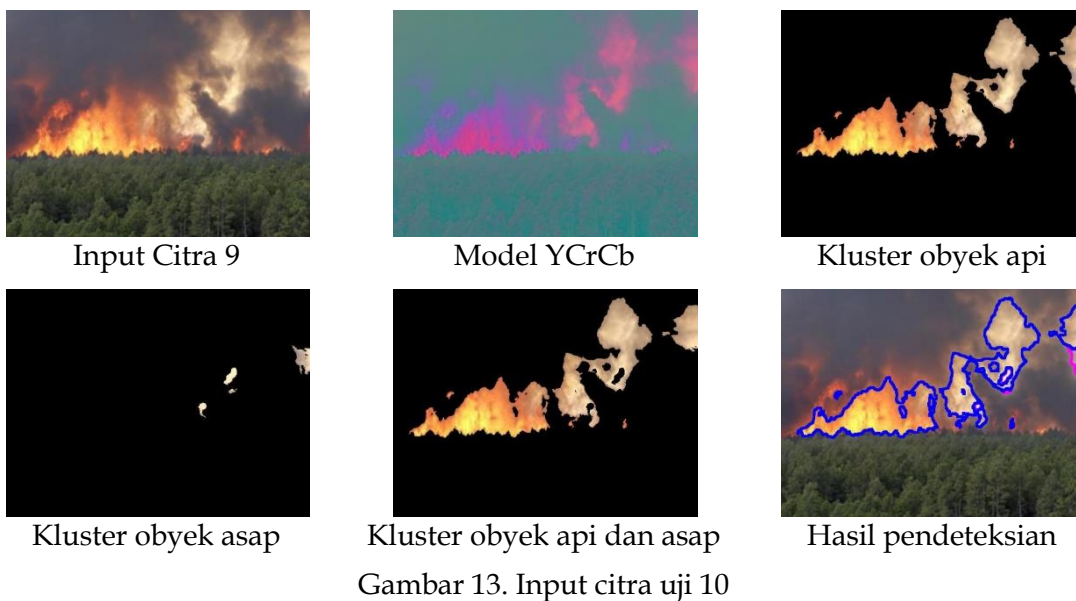
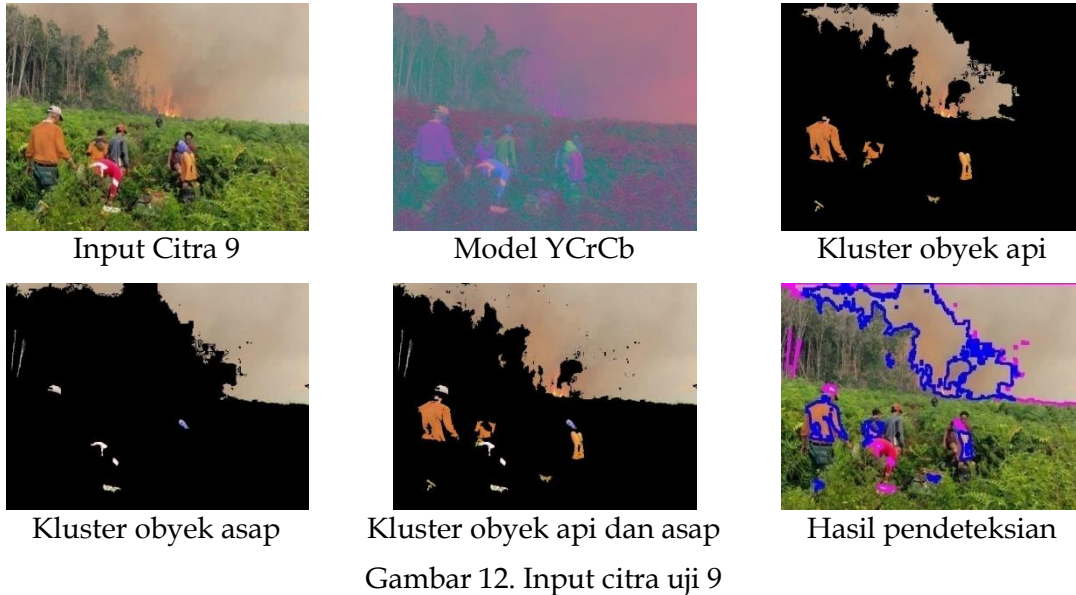


Berdasarkan hasil pengujian sistem dengan dua buah input citra yang menggambarkan kondisi yang tidak terdapat obyek asap dan api, maka diperoleh diskripsi output citra yang merupakan hasil pemrosesan metode tranformasi warna YCrCb adalah berikut.

1. Input citra uji 7 dengan hasil pendeteksian dengan kualitas informasi yang tidak menemukan wilayah obyek asap dan api pada input citra uji yang ditunjukan wilayah obyek asap dengan presentase sebesar 0% dan wilayah obyek api dengan presentase sebesar 0%. Dengan demikian hasil pendeteksian tidak menemukan obyek asap dan api dengan jumlah presentase keseluruhan wilayah sebesar 0%.
2. Input citra uji 8 dengan hasil pendeteksian dengan kualitas informasi yang tidak menemukan wilayah obyek asap dan api pada input citra uji yang ditunjukan wilayah obyek asap dengan presentase sebesar 0% dan wilayah obyek api dengan presentase sebesar 0%. Dengan demikian hasil pendeteksian tidak menemukan obyek asap dan api dengan jumlah presentase keseluruhan wilayah sebesar 0%.

### 3.6. Kelemahan Pendeteksian Asap dan Api pada Input Citra Kebakaran Hutan

Pengujian berikut ini dengan dua buah input citra uji kebakaran hutan menggunakan metode tranformasi warna YCrCb dalam kelemahannya mendeteksi asap dan api. Adapun tujuan pengujian untuk memperoleh kualitas informasi dalam kelemahan dengan potensi dapat terjadi pada lingkungan yang nyata. Pengujian untuk memahami kelemahan metode tranformasi warna YCrCb dengan input citra uji yang mengalami kebakaran hutan untuk keperluan evaluasi dalam mengembangkan metode dengan hasil berikut.



Berdasarkan hasil pengujian sistem dengan input citra yang menggambarkan kondisi nyata dengan kegagalan pendeteksian obyek api tanpa asap, maka diperoleh diskripsi sebagai berikut.

1. Input citra uji 9 dengan hasil pendeteksian adalah menemukan wilayah obyek api yang tidak tepat dan wilayah asap yang tidak tepat sesuai dengan input citra. Wilayah obyek api yang ditemukan sebesar 14.7409 0% dan obyek api sebesar 20.388 %, sehingga secara keseluruhan obyek api dan api diperoleh presentase sebesar 35.1289 %. Pendeteksian obyek asap dan api tidak tepat sesuai pada input citra yang disebabkan oleh kesamaan warna obyek lain dengan warna api dan asap. Dalam pengujian ini, potensi kegagalan dalam pendeteksian dijumpai pada sampel

input citra dengan obyek manusia yang mengenakan baju sesuai dengan warna api yang dideteksi sebagai obyek api.

2. Input citra uji 10 dengan hasil pendeteksian adalah menemukan wilayah obyek api, akan tetapi tidak menemukan wilayah asap yang tepat. Wilayah obyek api yang ditemukan sebesar 14.3045% dan obyek asap sebesar 0.693502 %, sehingga secara keseluruhan obyek api dan asap diperoleh presentase sebesar 14.998 %. Pendeteksian obyek api sesuai dengan wilayahnya sedangkan obyek asap tidak tepat sesuai dengan input citra yang disebabkan oleh ragam warna asap yang disebabkan oleh pencahayaan. Dalam pengujian ini, potensi kegagalan dalam pendeteksian asap dijumpai pada sampel input citra dengan warna asap yang hitam pekat karena factor pencahayaan dan ragam asap.

### 3.7. Presentase Keberhasilan Pendeteksian Asap dan Api dalam Kebakaran Hutan

Pengujian berikut ini dengan sampel 30 buah input citra uji dengan ragam potensi kebakaran hutan menggunakan metode tranformasi warna YCrCb. Adapun tujuan pengujian untuk memperoleh akurasi keberhasilan metode tranformasi warna YCrCb untuk pendeteksian asap dan api dengan hasil berikut.

Tabel 1. Ketepatan deteksi

| No | Input    | Keterangan input |           | Prtesentase                           |       | Keterangan Hasil |           | Kualitas deteksi |             |    |
|----|----------|------------------|-----------|---------------------------------------|-------|------------------|-----------|------------------|-------------|----|
|    |          | Asap             | Api       | Asap                                  | Api   | Asap             | Api       | Asap             | Api         |    |
| 1  | Input 1  | Tidak ada        | Tidak ada | 0,00                                  | 0,00  | Tidak ada        | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 2  | Input 2  | Tidak ada        | Tidak ada | 0,00                                  | 0,00  | Tidak ada        | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 3  | Input 3  | Tidak ada        | Tidak ada | 0,00                                  | 0,00  | Tidak ada        | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 4  | Input 4  | Tidak ada        | Tidak ada | 0,00                                  | 0,00  | Tidak ada        | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 5  | Input 5  | Tidak ada        | Tidak ada | 0,00                                  | 0,00  | Tidak ada        | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 6  | Input 6  | Tidak ada        | Tidak ada | 0,00                                  | 0,00  | Tidak ada        | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 7  | Input 7  | Ada              | Ada       | 2,81                                  | 0,54  | Ada              | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 8  | Input 8  | Ada              | Ada       | 27,60                                 | 4,68  | Ada              | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 9  | Input 9  | Ada              | Ada       | 4,17                                  | 0,59  | Ada              | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 10 | Input 10 | Ada              | Ada       | 48,97                                 | 1,95  | Ada              | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 11 | Input 11 | Ada              | Ada       | 5,03                                  | 1,71  | Ada              | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 12 | Input 12 | Ada              | Ada       | 34,45                                 | 1,01  | Ada              | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 13 | Input 13 | Ada              | Ada       | 18,79                                 | 9,16  | Ada              | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 14 | Input 14 | Ada              | Tidak ada | 28,62                                 | 0,00  | Ada              | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 15 | Input 15 | Ada              | Tidak ada | 39,18                                 | 0,00  | Ada              | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 16 | Input 16 | Ada              | Tidak ada | 4,77                                  | 0,00  | Ada              | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 17 | Input 17 | Ada              | Tidak ada | 32,56                                 | 0,00  | Ada              | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 18 | Input 18 | Ada              | Tidak ada | 40,72                                 | 0,00  | Ada              | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 19 | Input 19 | Ada              | Tidak ada | 42,07                                 | 0,00  | Ada              | Tidak ada | Tepat            | Tepat       |    |
| 20 | Input 20 | Tidak ada        | Ada       | 0,00                                  | 27,19 | Tidak ada        | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 21 | Input 21 | Tidak ada        | Ada       | 0,00                                  | 35,80 | Tidak ada        | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 22 | Input 22 | Tidak ada        | Ada       | 0,00                                  | 12,13 | Tidak ada        | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 23 | Input 23 | Tidak ada        | Ada       | 0,00                                  | 21,43 | Tidak ada        | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 24 | Input 24 | Tidak ada        | Ada       | 0,00                                  | 20,28 | Tidak ada        | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 25 | Input 25 | Tidak ada        | Ada       | 0,00                                  | 14,84 | Tidak ada        | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 26 | Input 26 | Tidak ada        | Ada       | 0,00                                  | 1,64  | Tidak ada        | Ada       | Tepat            | Tepat       |    |
| 27 | Input 27 | Ada              | Ada       | 0,69                                  | 14,30 | Ada              | Ada       | Tidak Tepat      | Tepat       |    |
| 28 | Input 28 | Ada              | Ada       | 2,48                                  | 2,95  | Ada              | Ada       | Tidak Tepat      | Tepat       |    |
| 29 | Input 29 | Ada              | Ada       | 28,24                                 | 2,95  | Ada              | Ada       | Tidak Tepat      | Tepat       |    |
| 30 | Input 30 | Ada              | Ada       | 20,39                                 | 14,74 | Ada              | Ada       | Tepat            | Tidak Tepat |    |
|    |          |                  |           | Jumlah tepat wilayah obyek asap       |       |                  |           | 27               |             |    |
|    |          |                  |           | Jumlah tidak tepat wilayah obyek asap |       |                  |           | 3                |             |    |
|    |          |                  |           | Jumlah tepat wilayah obyek api        |       |                  |           |                  |             | 29 |
|    |          |                  |           | Jumlah tidak tepat wilavah obvek api  |       |                  |           |                  |             | 1  |

Berdasarkan table hasil perhitungan ketepatan wilayah dalam pendeteksian obyek api dan asap dengan 30 ragam input citra pengujian dengan potensi untuk menggambarkan kondisi nyata kebakaran hutan, maka diperoleh diskripsi sebagai berikut.

1. Diperoleh jumlah pendeteksian obyek asap pada input yang tepat pada wilayah input citra dengan jumlah 27 input citra sedangkan tidak tepat wilayah obyek asap dengan jumlah 3 input citra. Akurasi ketepatan wilayah dengan presentase 90% dengan jumlah pengujian sebanyak 30 input citra.
2. Diperoleh jumlah pendeteksian obyek api pada input yang tepat pada wilayah input citra dengan jumlah 29 input citra sedangkan tidak tepat wilayah obyek api dengan jumlah 1 input citra. Akurasi ketepatan wilayah dengan presentase 96.67% dengan jumlah pengujian sebanyak 30 input citra.

#### 4. KESIMPULAN

Metode tranformasi warna YCrCb dapat mendeteksi obyek api dan asap dengan menemukan wilayah obyek pada input citra sesuai dengan kategori kelas terdapat asap, terdapat api, terdapat asap-api, dan tidak terdapat asap-api. Pendeteksian mengalami kegagalan disebabkan oleh warna obyek lain yang menyerupai warna obyek api dan asap pada input citra kebakaran hutan. Akurasi pendeteksian obyek asap yang tepat sesuai wilayah dengan presentase 90% dan obyek api dengan akurasi 96,67 % pada jumlah sampel pengujian 30 input citra ragam dengan potensi kondisi kebakaran hutan yang nyata.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tuhan Yang Maha Esa, beserta pihak-pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Wahyuni and S. Suranto, "Dampak Deforestasi Hutan Skala Besar terhadap Pemanasan Global di Indonesia," *JlIP J. Ilm. Ilmu Pemerintah.*, vol. 6, no. 1, pp. 148–162, 2021, doi: [10.14710/jljp.v6i1.10083](https://doi.org/10.14710/jljp.v6i1.10083).
- [2] A. Wijaya and H. Franata, "Peningkatan Hasil Segmentasi Deteksi Tepi Menggunakan Morphology Pada Pengolahan Citra," *Jukomika - (Jurnal Ilmu Komput. Dan Inform.*, vol. 3, pp. 2655–755, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.ikhafi.or.id/index.php/jukomika/>
- [3] J. Jumadi, Y. Yupianti, and D. Sartika, "Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Objek Menggunakan Metode Hierarchical Agglomerative Clustering," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 10, no. 2, pp. 148–156, 2021, doi: [10.23887/jstundiksha.v10i2.33636](https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v10i2.33636).
- [4] M. Widyaningsih, "Identifikasi Kematangan Buah Apel Dengan Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)," *J. SAINTEKOM*, vol. 6, no. 1, p. 71, 2017, doi: [10.33020/saintekom.v6i1.7](https://doi.org/10.33020/saintekom.v6i1.7).
- [5] W. Supriyatin, "Ekstraksi Ciri Bentuk Pada Citra Bergerak Menggunakan Teknik Batas Tepi," *KOMPUTASI J. Ilm. Ilmu Komput. dan Mat.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [6] S. R. Raysyah *et al.*, "Aplikasi Pengolahan Citra Mendeteksi," *J. Sist. Inf. ...*, vol. 3, no. November, pp. 898–905, 2015, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsi/article/download/5861/1928>
- [7] P. Nabilla, M. F. Saputra, and R. Adi Saputra, "Perbandingan Ruang Warna Rgb, Hsv Dan Ycbcr Untuk Segmentasi Citra Ikan Kembung Menggunakan K-Means Clustering," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 476–481, 2022, doi: [10.36040/jati.v6i2.4770](https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.4770).
- [8] B. Yoga Budi Putranto, W. Hapsari, K. Wijana, and U. Kristen Duta Wacana Yogyakarta, "Segmentasi Warna Citra Dengan Deteksi Warna Hsv Untuk Mendeteksi Objek," *J. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 1–14, 2010.

- [9] Y. Apridiansyah, E. D. Putra, D. Diana, and A. C. Pratama, "Segmentasi Warna Kulit Menggunakan Ruang Warna YCBCR Untuk Deteksi Wajah Manusia," *J. Media Infotama*, vol. 19, no. 1, pp. 205–210, 2023, doi: [10.37676/jmi.v19i1.3808](https://doi.org/10.37676/jmi.v19i1.3808).
- [10] A. F. Hastawan, R. Septiana, and Y. E. Windarto, "Perbaikan Hasil Segmentasi HSV Pada Citra Digital Menggunakan Metode Segmentasi RGB Grayscale," *Edu Komputika J.*, vol. 6, no. 1, pp. 32–37, 2019, doi: [10.15294/edukomputika.v6i1.23025](https://doi.org/10.15294/edukomputika.v6i1.23025).
- [11] R. A. Surya, A. Fadlil, and A. Yudhana, "Ekstraksi Ciri Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Filter Gabor untuk Klasifikasi citra Batik Pekalongan," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 2, no. 2, pp. 23–26, 2017, doi: [10.30591/jpit.v2i2.520](https://doi.org/10.30591/jpit.v2i2.520).
- [12] N. R. Najib and K. Riyadi, "Pengembangan Deteksi Kebakaran Pada Urutan Video Dengan Menggunakan Metode Simple Linear Iterative Clustering," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 17, no. 2, pp. 20–29, 2020.
- [13] I. K. S. Buana, "Perancangan Aplikasi Deteksi Api dan Asap untuk Mengetahui Kebakaran Secara Real-Time dengan Pengolahan Citra Digital," *Proceeding Semin. Nas. Sist. Inf. dan Teknol. Inf.*, pp. 319–323, 2018, [Online]. Available: <http://www.sisfotenika.stmikpontianak.ac.id/index.php/sensitek/article/download/321/223>
- [14] R. Prasasti, N. Wilis, and A. A. Zulfahmi, "Segementasi Citra Menggunakan Metode Watershed Transform dengan Kombinasi Thershold, HSV, Grayscale dan Morphology Untuk Mendeteksi Sebaran API," *Ejournal.Uin-Suska.Ac.Id*, vol. 19, no. 1, pp. 49–54, 2021, [Online]. Available: <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/14880>
- [15] M. Rezki, S. Nurdiani, R. A. Safitri, M. I. R. Ihsan, and M. Iqbal, "Segmentasi Api dan Asap Pada Kebakaran Dengan Metode K-Means Clustering," *Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 26–32, 2022, doi: [10.31294/coscience.v2i1.849](https://doi.org/10.31294/coscience.v2i1.849).
- [16] Z. F. Abror, "Klasifikasi Citra Kebakaran Dan Non Kebakaran Menggunakan Convolutional Neural Network," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 24, no. 2, pp. 102–113, 2019, doi: [10.35760/tr.2019.v24i2.2389](https://doi.org/10.35760/tr.2019.v24i2.2389).