

Identifikasi Titik Api Lilin Berbasis Nilai HSV , Threshold dan Momen Citra untuk Aplikasi Robot Pemadam Api

(Candle Flame Identification Based on HSV Value, Threshold and Image Moments for Fire Fighting Robot Applications)

RAMA OKTA WIYAGI , INDAH SOESANTI, ADHI SUSANTO

ABSTRACT

Fire fighting robot is robot that has function to find and extinguish a candle flame in the space arena. To be able carry out their duties then the robot is equipped with sensors, controllers and drivers. Phototransistor, thermopile arrays, or UVTron is sensors that usually used in fire fighting robot. These sensors have some drawbacks. Phototransistor has a relatively close distance readings. While TPA81 thermopile array has a narrow field of reading only $41^\circ \times 6^\circ$ from sensor. UVtron only limited to determine whether there is any point of the fire and was unable to determine absolute position or angle of the hotspots and vulnerable to damage if the jar is touched by the hand. Additionally TPA81 sensors and sensor UVtron is relatively expensive. This research aims to build a candle light detection alternative better in terms of specification, performance, price, reliability and ease of development. As the input of the system identification using webcams camera types. The webcam running on Raspberry Pi single-board computer. Image information is converted to HSV color space (Hue, Saturation, Value) and applied threshold processing. Thresholding HSV performed on the range of values contained in the object candle flame. To get the absolute position of a candle flame using moments analysis. Identification system can identify candle flame spot with the farthest distance is 225cm. Angle readings in the horizontal plane by 60° and the vertical plane by 40° . The achievement of the highest FPS obtained in image resolution size of 320×240 pixels which is 8.129 FPS.

Keywords: system identification, candle flame, HSV, threshold, image moments, single board computer Raspberry Pi, OpenCV.

PENDAHULUAN

Robot Pemadam Api adalah robot yang bertugas untuk mencari dan memadamkan titik api lilin pada suatu ruang di arena. Untuk dapat melaksanakan tugasnya maka robot dilengkapi dengan sensor, pengendali dan penggerak. Sensor-sensor yang digunakan pada robot pemadam api untuk mendeteksi titik api rata-rata menggunakan fototransistor, thermopile array jenis TPA81, ataupun UVTron. Sensor-sensor tersebut memiliki beberapa kelemahan pada sisi jangkauan sudut dan rentang jarak pembacaannya sehingga dapat memperbesar kesalahan robot dalam membaca objek identifikasi. Keandalan robot akan berkurang jika robot melakukan kesalahan pembacaan dan mengakibatkan melakukan pemadaman api tidak tepat sasaran. Penelitian ini bertujuan

untuk membangun sebuah pendeteksi titik api alternatif dengan menggunakan webcam yang berjalan diatas single board computer. Titik api lilin digunakan sebagai objek pendeteksi karena karakteristik warna api lilin mampu mewakili sumber api yang lebih besar seperti benda terbakar. Informasi gambar dari webcam diolah pada single board computer dengan mengubah informasi gambar ke format ruang warna HSV, membandingkan dengan nilai sampel HSV titik api lilin, kemudian menentukan posisi dari titik api lilin dan memberikan keluaran berupa isyarat digital yang dapat dihubungkan ke pengendali robot. Single Board Computer yang digunakan adalah Raspberry Pi type.B dengan OpenCV sebagai library pengolah citra digital.

LANDASAN TEORI

Threshold Pada Citra

Ruang Warna HSV

Model berbasis persepsi dikenal sebagai HSV (hue, saturation dan value) dan HLS (hue, light dan saturation). Hue adalah komposisi panjang gelombang spektra dari warna yang menghasilkan warna yang kita lihat, seperti jingga, biru dan sebagainya. Saturation (chroma) adalah kejernihan relatif dari warna pada skala dari abu-abu sampai pada nada yang paling bergetar dari warna yang umum. Value adalah terang gelapnya suatu warna. Lightness, juga mengacu pada kecerahan, merupakan jumlah dari energi cahaya yang membuat warna. Sistem HSV berdasar pada sistem warna Munsell yang digunakan oleh para artis, designer, dan pabrikan.

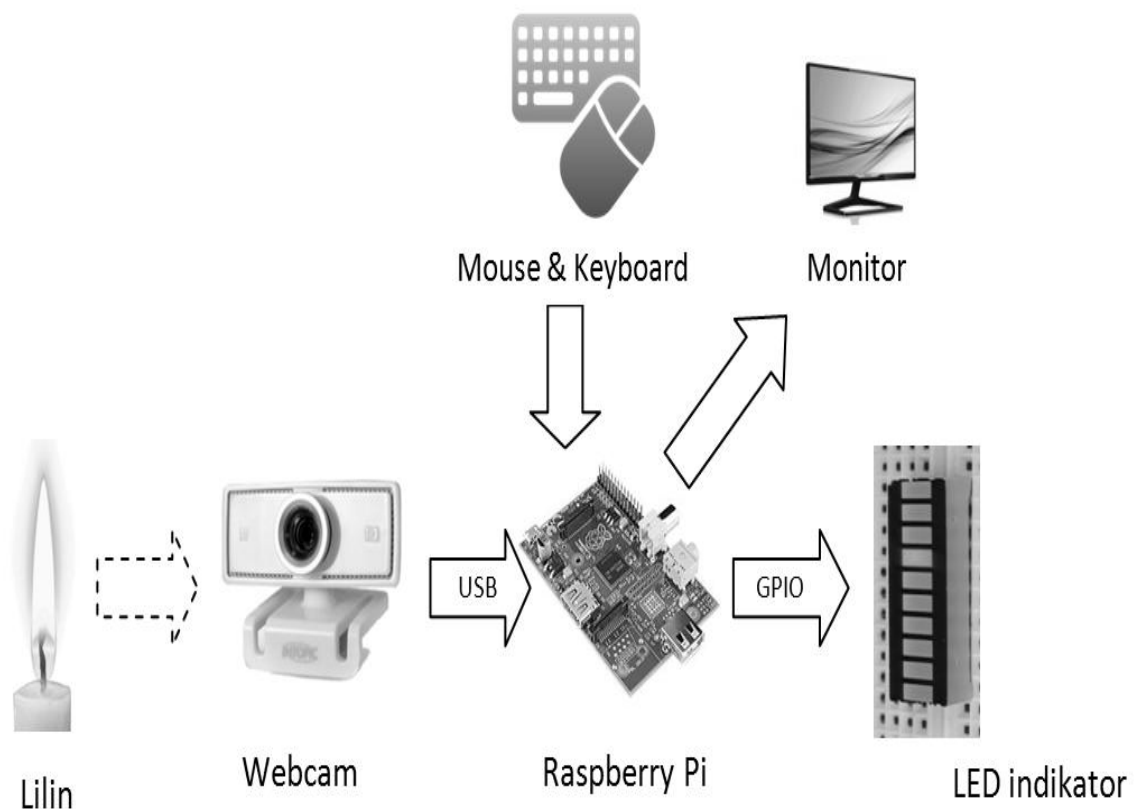
Nilai Hue bervariasi dalam derajat 0 sampai 360 sesuai warna yang bervariasi dari merah menuju kuning, hijau, cyan, biru dan magenta kemudian kembali ke merah. Saturasi bervariasi dari 1 ke 0 sesuai warna dengan perubahan dari tidak tersaturasi sampai tersaturasi penuh (tidak memiliki komponen putih). Value bervariasi dari 0 hingga 1 sesuai perubahan peningkatan kecerahan.

Thresholding adalah suatu proses yang digunakan untuk menghasilkan citra biner yaitu citra dengan hanya dua warna, yaitu: hitam dan putih. Operator ini memilih piksel yang memiliki nilai tertentu, atau lingkup tertentu. Proses ini dapat dilakukan apabila kita telah mengetahui brightness level (atau contrast) dari gambar tersebut.

PERANCANGAN SISTEM

1. Perancangan Perangkat Keras

Sistem identifikasi titik api lilin dibangun dengan menggunakan beberapa perangkat keras. Adapun perangkat yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1. Sebagai indikator penampil digunakan LED model bargraph 7 titik yang disertai menggunakan resistor sebanyak 7 buah.

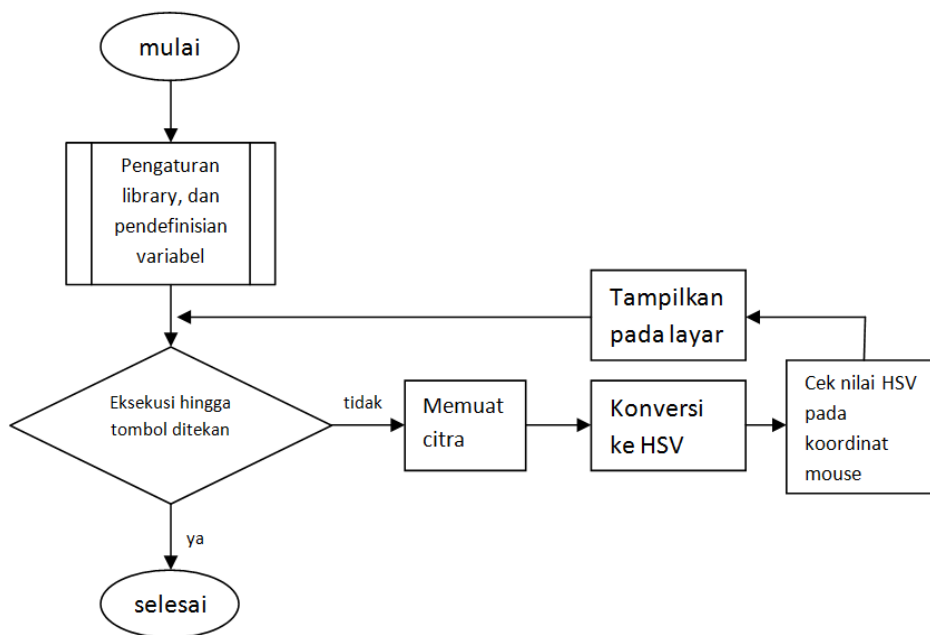


GAMBAR 1. Perangkat Keras Sistem

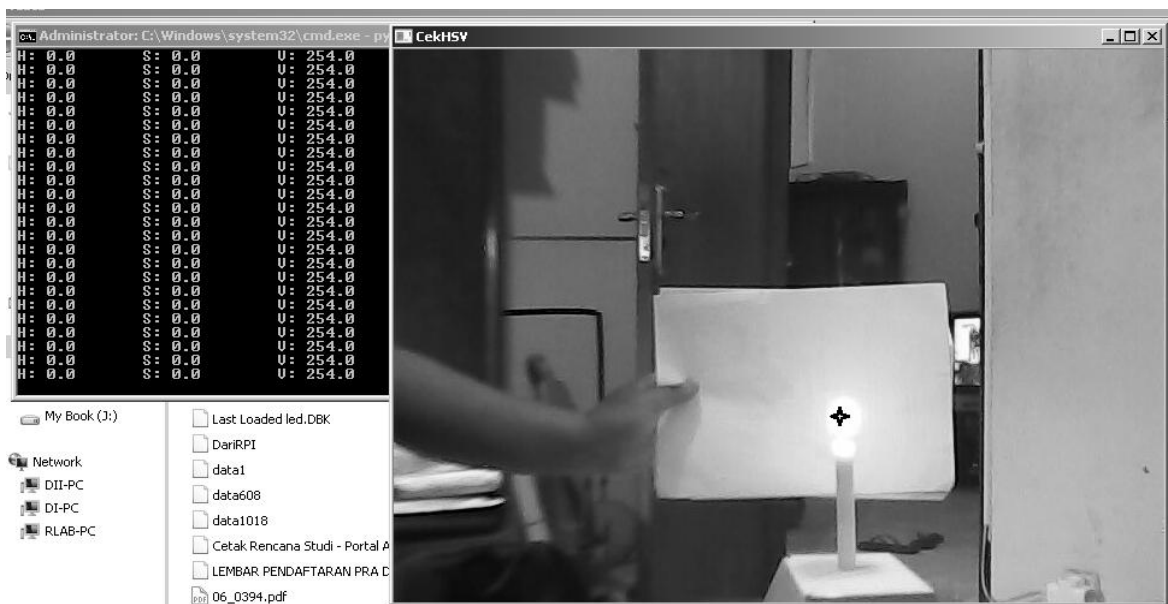
2. Perancangan Perangkat Lunak

a. Perangkat Lunak Cek Nilai HSV

Identifikasi objek titik api lilin dapat dilakukan dengan mengetahui rentang nilai HSV objek tersebut terlebih dahulu. Untuk pengecekan nilai HSV tersebut dibutuhkan sampel citra yang mengandung objek identifikasi dan perangkat lunak untuk mengecek nilai HSV pada citra tersebut. Gambar 2 menunjukkan diagram alir perangkat lunak pengecek nilai HSV. Gambar 3 menunjukkan tampilan pada program pengecek nilai HSV pada layar.



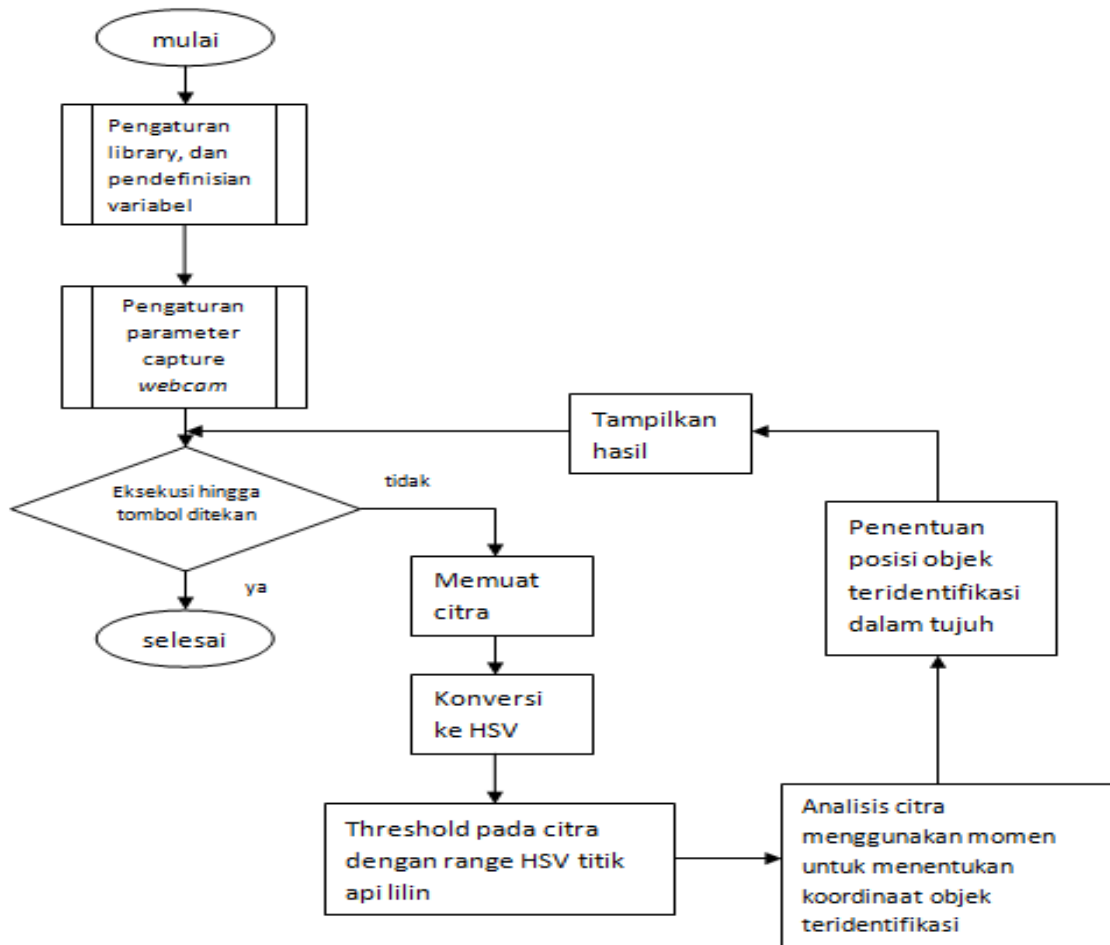
GAMBAR 2. Diagram Alir Perangkat Lunak Pengecek Nilai HSV



GAMBAR 3. Tampilan Perangkat Lunak Pengecek Nilai HSV

b. Perangkat Lunak Identifikasi Titik Api Lilin

Perangkat lunak ini mengidentifikasi keberadaan titik api lilin berdasarkan citra yang tertangkap pada webcam. Selain mengidentifikasi keberadaan titik api lilin, perangkat lunak ini juga menentukan posisi absolut dari titik api lilin tersebut. Posisi titik api lilin absolut adalah simpangan posisi api lilin terhadap webcam. Penentuan posisi tersebut didasarkan posisi objek teridentifikasi dalam frame citra yang tertangkap kamera. Diagram alir perangkat lunak ini dapat dilihat pada Gambar 4.



GAMBAR 4. Diagram Alir Perangkat Lunak Identifikasi Titik Api Lilin

ANALISIS SISTEM

Hasil Pengujian

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil pengujian dan analisis sistem

1. Hasil Pengujian Kompatibilitas Webcam dengan Raspberry Pi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kompatibilitas webcam yang dipilih dengan

single board computer Raspberry Pi. Pengujian webcam dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak GUVView yang berjalan pada sistem operasi raspbian pada Raspberry Pi.



GAMBAR 5. Tampilan GUVView

2. Hasil Pengujian Indikator LED

Pengujian ini ditujukan untuk mengecek indikator LED yang digunakan sebagai indikator posisi absolut dari titik api lilin. Indikator LED tersebut dihubungkan ke GPIO dari Raspberry Pi. Pengujian dilakukan dengan menghidup-matikan salah satu port GPIO yang terhubung pada LED. Berikut adalah program Python untuk mengendalikan GPIO.

```
from time import sleep
import RPi.GPIO as GPIO
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(7, GPIO.OUT)
while 1:
    GPIO.output(7,0)
    sleep(1)
    GPIO.output(7,1)
    sleep(1)
```

TABEL 1. Hasil Pengujian Indikator LED

| LED ke | GPIO | Menyala Berkedip |
|--------|------|------------------|
| 1 | 7 | Ya |
| 2 | 8 | Ya |
| 3 | 25 | Ya |
| 4 | 24 | Ya |
| 5 | 23 | Ya |
| 6 | 22 | Ya |
| 7 | 17 | Ya |

3. Hasil Pengujian Perangkat Lunak Pengecek Nilai HSV

Berikut adalah hasil pengujian perangkat lunak pengecek Nilai HSV. Sampel citra yang digunakan pada pengujian dapat dilihat pada gambar 6.

TABEL 2. Hasil Pengujian Perangkat Lunak Pengecek Nilai HSV

| Posisi(pada api lilin) | Citra ke 1 | | | Citra ke 2 | | | Citra ke 3 | | | Citra ke 4 | | | Citra ke 5 | | |
|------------------------|------------|----|-----|------------|----|-----|------------|----|-----|------------|---|-----|------------|---|-----|
| | H | S | V | H | S | V | H | S | V | H | S | V | H | S | V |
| Atas | 16 | 13 | 250 | 40 | 3 | 253 | 0 | 6 | 247 | 0 | 0 | 254 | 42 | 5 | 254 |
| Tengah | 60 | 2 | 254 | 0 | 0 | 254 | 0 | 0 | 254 | 0 | 0 | 254 | 0 | 0 | 254 |
| Bawah | 0 | 4 | 254 | 30 | 1 | 253 | 30 | 1 | 250 | 0 | 1 | 254 | 0 | 0 | 254 |
| Kiri | 60 | 2 | 254 | 30 | 7 | 254 | 15 | 6 | 249 | 0 | 1 | 254 | 10 | 3 | 254 |
| Kanan | 15 | 2 | 255 | 1 | 25 | 255 | 0 | 29 | 254 | 15 | 4 | 255 | 40 | 3 | 254 |



GAMBAR 6. Citra ke 1 Hingga ke 5 pada Pengujian Perangkat Lunak Pengecek Nilai HSV

4. Hasil Pengujian Sudut Cakupan Webcam

Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui cakupan sudut pembacaan webcam terhadap nyala api lilin ketika melakukan identifikasi

titik api lilin. Berikut adalah hasil pengujian sudut cakupan pembacaan webcam.

TABEL 3. Hasil Pengujian Sudut Cakupan Webcam

| Sudut horizontal | | Indikator Nyala LED | | | | | | | Sudut Vertikal | | |
|------------------|---------|---------------------|---|---|---|---|---|---|----------------|---------|-------|
| Dalam derajat | Terbaca | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Dalam derajat | Terbaca | |
| | ya | tidak | | | | | | | | ya | tidak |
| 0 | ✓ | | | | | | | | 0 | ✓ | |
| 10 | ✓ | | | | | | | | 10 | ✓ | |
| 20 | ✓ | | | | | | | | 20 | ✓ | |
| 30 | ✓ | | | | | | | | 30 | ✓ | |
| 40 | ✓ | | | | | | | | 40 | ✓ | |
| 50 | ✓ | | | | | | | | 50 | ✓ | |
| 60 | ✓ | | ✓ | | | | | | 60 | ✓ | |
| 70 | ✓ | | | ✓ | | | | | 70 | ✓ | |
| 80 | ✓ | | | | ✓ | | | | 80 | ✓ | |
| 90 | ✓ | | | | | ✓ | | | 90 | ✓ | |
| 100 | ✓ | | | | | | ✓ | | 100 | ✓ | |
| 110 | ✓ | | | | | | | ✓ | 110 | ✓ | |
| 120 | ✓ | | | | | | | | 120 | | ✓ |
| 130 | ✓ | | | | | | | | 130 | | ✓ |
| 140 | ✓ | | | | | | | | 140 | | ✓ |
| 150 | ✓ | | | | | | | | 150 | | ✓ |
| 160 | ✓ | | | | | | | | 160 | | ✓ |
| 170 | ✓ | | | | | | | | 170 | | ✓ |
| 180 | ✓ | | | | | | | | 180 | | ✓ |

Analisis Hasil

1. Analisis Hasil Kompatibilitas Webcam dengan Raspberry Pi
Dari hasil pengujian didapatkan bahwa webcam yang dipilih yakni seri Intopic weblive 720 dapat bekerja pada Raspberry pi dan layak digunakan pada penelitian ini, pada Gambar 5 terlihat dari tampilannya preview tangkapan webcam pada GUVView.
2. Analisis Hasil Pengujian indikator LED
Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa seluruh indikator LED yang terhubung pada GPIO dapat digunakan dan dikendalikan.
3. Analisis Hasil Pengujian Perangkat Lunak Pengecek Nilai HSV
Dari tabel hasil pengujian didapat nilai terendah HSV pada objek api lilin adalah 0,6,247 dan tertinggi 15,4,255 . Rentang nilai tersebut digunakan untuk menentukan nilai threshold pada perangkat lunak identifikasi titik api lilin. Dimana objek pada citra yang mengandung rentang nilai HSV tersebut adalah titik api lilin.

4. Analisis Hasil Uji Sudut Cakupan Pembacaan Webcam

Dari tabel pengujian dapat diketahui bahwa webcam yang digunakan mampu menangkap citra titik api lilin pada sudut 60° sampai 120° pada sumbu horizontal. Dengan demikian sudut pembacaan kamera pada sumbu horizontal adalah sebesar 120° - 60° = 60°. Sedangkan pada sumbu vertikal, kamera mampu menangkap citra pada sudut 70° hingga 110°. Maka dapat diketahui besarnya sudut pembacaan kamera pada bidang vertikal adalah 110° - 70° = 40°.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dari hasil pengujian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Titik api lilin mampu dikenali dengan baik pada sistem identifikasi yang menggunakan input kamera webcam dengan metode pengenalan ruang warna HSV dan threshold dengan catatan sumber cahaya pada citra yang ditangkap kamera hanya berasal dari nyala api lilin.

2. Posisi absolut titik api lilin terhadap kamera dapat diidentifikasi memanfaatkan moment dari objek teridentifikasi untuk menghasilkan koordinat pusat objek tersebut.
3. Single board computer jenis Raspberry Pi mampu melakukan idenfikasi nyala api lilin hingga 8 FPS pada resolusi citra 320*240.

DAFTAR PUSTAKA

- Changing Colorspaces — OpenCV 3.0.0-dev documentation. (n.d.). Retrieved July 10, 2014, from http://docs.opencv.org/trunk/doc/py_tutorials/py_imgproc/py_colorspaces/py_colorspaces.html#changing-color-space
- Dearie, S., Fisher, K., Rajala, B., & Wasson, S. (2011). DESIGN AND CONSTRUCTION OF A FULLY AUTONOMOUS FIRE FIGHTING ROBOT Scott Dearie, Kevin Fisher, Brian Rajala, Steven Wasson New Mexico Institute. *Electrical Insulation Conference and Electrical Manufacturing & Coil Winding Conference, 2001. Proceedings*, 303–310.
- Mousavirad, S. J., & Raseghhezelbash, M. (2013). Accurate Fire Detection System for Various Environments using Gaussian Mixture Model and HSV Space, 53–61.
- Permana, A. S., Usman, K., & Murti, M. A. (2009). Deteksi kebakaran berbasis webcam secara realtime dengan pengolahan citra digital. *Konferensi Nasional Sistem dan Informatika*, 294–300.
- Yamagishi, H., & Yamaguchi, J. (1999). Fire flame detection algorithm using a color camera. *MHS'99. Proceedings of 1999 International Symposium on Micromechatronics and Human Science (Cat. No.99TH8478)*, 255–260. doi:10.1109/MHS.1999.820014
- Kadir, A., Nugroho, L., Susanto, A., et al.(2001). Fuzzy Colors Application on Foliage Plant Retrieval. *Int. J. of Data Modeling and Knowledge Management Vol.1 ,No.2, December 2011,31-44.*
- Soesanti, I., Susanto, A., Widodo, T. S., & Tjokronagoro, M. (2011). O PTIMIZED FUZZY LOGIC APPLICATION FOR MRI. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, 3(5), 137–146.

PENULIS:

Rama Okta Wiyagi✉

Pascasarjana Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Univeritas Gadjah Mada , Yogyakarta.

✉Email: rama.okta.w@mail.ugm.ac.id