

Sistem Pendeteksi Dini Kebakaran Menggunakan *Colour Image Processing* dan Raspberry Pi

Muhamammad Nasir¹, Atthariq², Muhammad Arhami^{3*}

^{1,3} *Jurusan Tekniknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA*

¹muhnasir.tmj@pnl.ac.id

^{2*}atthariq.huzaifah@gmail.com

^{3*}muhammad.arhami@gmail.com

Abstrak— Kebakaran merupakan kejadian timbulnya api secara tiba-tiba baik disengaja maupun tidak yang tidak terkendali sehingga dapat membahayakan jiwa maupun harta benda. Kebakaran sulit untuk diprediksi kapan dan dimana terjadinya. Misalnya kebakaran pada perumahan atau bangunan, kebakaran hutan yang bisa terjadi pada siang maupun malam hari. Untuk itu, sistem yang efektif untuk mendeteksi kebakaran dini diperlukan. Dari sudut pandang fungsi utama, *Kamera Raspberry Pi NoIR* adalah alat yang tepat digunakan untuk mendeteksi api. Bentuk yang sederhana dapat dipasang di mana-mana dengan mudah *Kamera Raspberry Pi NoIR* yang dapat memantau lokasi selama 24 jam sangat efektif untuk mencegah terjadinya kebakaran. Dalam penelitian ini, akan dibangun sistem yang dapat mendeteksi kebakaran pada video berbasis pengolahan citra dengan dukungan CIP (*Colour Image Processing*) dan Raspberry Pi. Sistem memproses data video dengan menerapkan hasil segmentasi warna api untuk mendeteksi kebakaran. Sistem menggunakan pengolahan citra pada CIP untuk metode yang memerlukan komputasi tinggi agar bisa tercapai sistem deteksi kebakaran secara real time dan *Raspberry Pi* dijadikan suatu *main system* dari perangkat perangkat yang lain. Dari hasil pengujian rata-rata akurasi sistem deteksi kebakaran pada siang hari yaitu 97,96% dengan kesalahan rata-rata sebesar 0,25% dari 15 sampel video dan pada malam hari yaitu 98,65% dengan kesalahan rata-rata sebesar 0,85% dari 15 sampel video.

Kata kunci— CIP(*Colour Image Processing*), Raspberry Pi, Pengolahan Citra, Segmentasi Warna.

Abstract— *Fire is a sudden occurrence of fire either intentionally or not that is uncontrolled so that it can endanger lives and property. Fires are difficult to predict when and where they occur. For example fires in housing or buildings, forest fires that can occur during the day or night. For this reason, an effective system for detecting early fires is needed. From the point of view of the main function, the Raspberry Pi NoIR Camera is the right tool used to detect fire. Simple forms can be installed everywhere easily Raspberry Pi NoIR cameras that can monitor locations for 24 hours are very effective in preventing fires. In this study, a system will be built that can detect fires on image-based video with the support of CIP (Color Image Processing) and Raspberry Pi. The system processes video data by applying fire color segmentation results to detect fires. The system uses image processing in CIP for methods that require high computation in order to achieve a real time fire detection system and the Raspberry Pi is used as a main system from another device. From the test results the average accuracy of the fire detection system during the day is 97.96% with an average error of 0.25% from 15 video samples and at night which is 98.65% with an average error of 0.85 % of 15 video samples.*

Keywords— CIP (*Color Image Processing*), Raspberry Pi, Image Processing, Color Segmentation

I. PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan teknologi komputer semakin berkembang sehingga menyebabkan citra digital yang dihasilkan, disimpan, dan diakses menjadi semakin banyak dan rumit. Citra digital saat ini digunakan di berbagai bidang, seperti bidang keamanan, perdagangan, dan masih banyak lagi pemanfaatan informasi dalam bentuk citra di bidang yang lainnya.



Gambar 1. Kebakaran hutan Pada siang hari



Gambar 2. Kebakaran bangunan pada siang hari

lain baik siang maupun malam hari. Gambar 1 dan Gambar 2 secara berurutan menunjukkan kebakaran di hutan dan bangunan pada siang hari. Gambar 3 dan Gambar 4 secara berurutan menunjukkan kebakaran di hutan dan ruangan pada malam hari[2]. Karena sulit untuk untuk memperkirakan lokasi dan waktu terjadinya kebakaran maka fungsi kamera CCTV yang sudah banyak dipasang pada bangunan dan tempat-tempat umum sangat efektif untuk memantau lokasi setiap waktu. Dengan ini dampak dari kebakaran dapat diminimalisir dengan adanya deteksi secara dini[3].



Gambar 3. Kebakaran hutan Pada malam hari



Gambar 4. Kebakaran bangunan pada malam hari

Kebakaran adalah kejadian yang menimbulkan terjadinya api yang tidak terkendali yang dapat membahayakan jiwa maupun harta benda[1]. Kebakaran dapat terjadi di hutan, bangunan di perkotaan, perumahan, tempat umum dan lain-

Pada umumnya setiap rumah memiliki potensi untuk mengalami kebakaran. Oleh karena itu, mungkin dibutuhkan suatu alat deteksi kebakaran sebagai alat bantu untuk

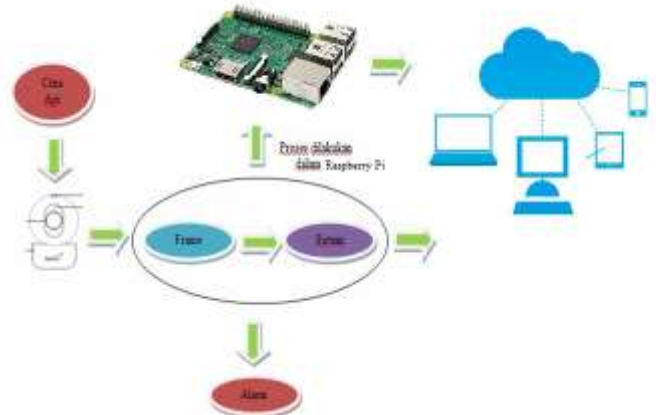
penanggulangan kebakaran yang lebih dini dan efektif. Dalam hal ini maka fungsi dari Webcam dapat dikembangkan menjadi suatu alat deteksi awal kebakaran dalam rumah. Sistem deteksi kebakaran ini dirancang untuk dapat mendeteksi api dari mencari nilai RGB api, mendeteksi adanya pergerakan api, dan luas *pixel* api dari video yang ditangkap oleh webcam sebagai input data. Sistem deteksi ini diharapkan dapat digunakan untuk mendeteksi kebakaran di dalam sebuah rumah toko yang pada umumnya sudah memiliki webcam dan PC sebagai peralatan.

Pada penelitian sebelumnya (2014) peneliti telah melakukan deteksi usia tanaman padi berdasarkan indeks warna, dalam penelitian tersebut peneliti membandingkan nilai warna daun padi dengan nilai bagan warna daun (BWD) sehingga diperoleh nilai NVDI[4]. Selanjutnya (2015) peneliti melakukan penelitian analisis tekstur tanaman padi menggunakan ekstraksi fitur *gray-level co-occurrence matrix* (GLCM) untuk ekstraksi fitur dan jaringan syaraf tiruan backpropagation untuk identifikasi kebutuhan pupuk pada daun tanaman padi[5]. Pada penelitian (2016) peneliti melakukan penelitian perancangan aplikasi temu kembali citra buah berdasarkan warna dan tekstur dengan FGKA Clustering (*Fast Genetics K-Means Algorithm*) dimana dalam penelitian ini dilakukan pencarian gambar dengan menggunakan image content suatu gambar (berupa warna, bentuk dan tekstur). Pengelompokan dan pencarian gambar berdasarkan fitur warna-tekstur didapatkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan berdasarkan fitur warna saja, tekstur saja ataupun tanpa klastering[6]. Dan Pada penelitian (2017) Atthariq dkk. Telah melakukan penelitian Aplikasi Pengolahan Citra Sebagai Pendeteksi Dini Kebakaran Menggunakan Colour Image Processing, dalam penelitian tersebut menggunakan personal komputer (PC) untuk memproses data yang dideteksi oleh kamera dan video hasil capture disimpan dalam PC[1].

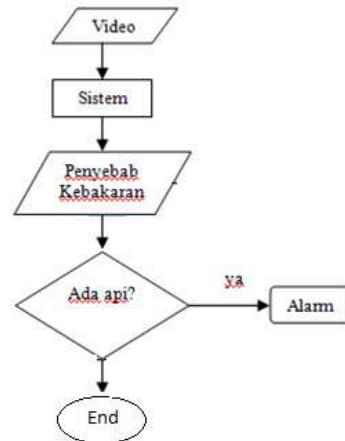
Pada penelitian ini akan dibangun sistem yang dapat mendeteksi kebakaran dengan kamera berbasis pengolahan citra dengan dukungan CIP (*Colour Image Processing*) menggunakan Raspberry Pi. Sistem memproses data video dengan menerapkan hasil segmentasi warna api untuk mendeteksi kebakaran. Sistem menggunakan pengolahan citra pada CIP untuk metode yang memerlukan komputasi tinggi agar bisa tercapai sistem deteksi kebakaran secara real time dan dapat dipantau secara jauh dengan menggunakan jaringan komputer melalui internet.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Secara umum, penelitian ini melalui beberapa tahapan proses, Metode perancangan aplikasi pengolahan cita sebagai pendeteksi dini kebakaran menggunakan colour image processing , yaitu metode untuk mendeteksi pola citra api berdasarkan gerakan dan segmentasi citra warna RGB dengan . CIP (*Colour Image Processing*) seperti ditunjukkan dalam gambar 5 berikut ini.



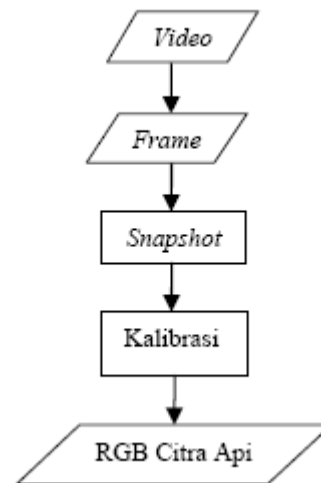
Gambar 5. Blok Sistem Pendeteksi Kebakaran



Gambar 6. Diagram Alir Aplikasi Pendeteksi Kebakaran

A. Penentuan RGB Api

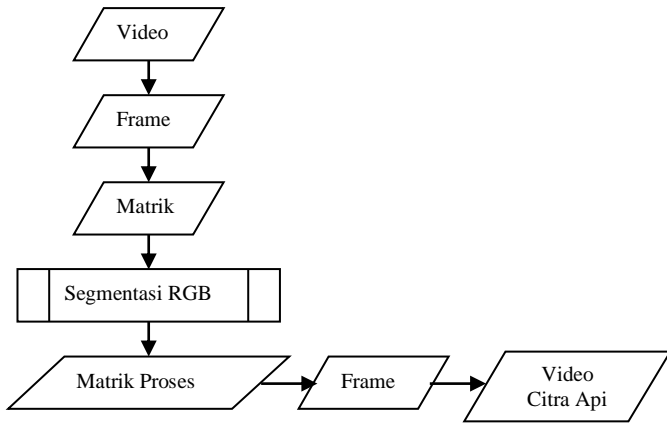
Langkah awal pendeteksian api ini adalah mencari nilai RGB api. Proses untuk mencari nilai spesifikasi RGB api ini disebut kalibrasi. Adapun skema proses kalibrasi api tersebut seperti pada Gambar 7.



Gambar 7 Skema Penentuan Nilai RGB Api

B. Segmentasi RGB

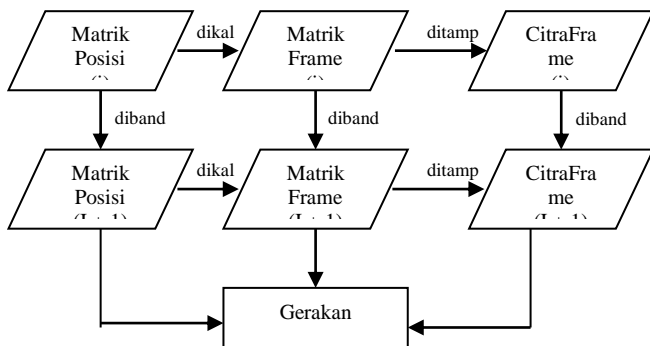
Setelah nilai RGB api diketahui, langkah selanjutnya adalah menentukan segmentasi pada sistem. segmentasi ini digunakan untuk memisahkan citra api secara khusus dari objek yang ada di sekitarnya. Dengan adanya segmentasi ini maka system akan dapat mengenali api dan hanya menampilkan citra api saja pada setiap *frame*-nya. Dan apabila pada *frame* tersebut tidak terdapat api maka sistem tidak akan menampilkan apa-apa sebab secara tidak langsung segmentasi ini berfungsi sebagai filter untuk memisahkan citra api dari objek lain yang bukan api. Skema penentuan batas segmentasi RGB seperti pada Gambar 8.



Gambar 8 Skema Penentuan Fungsi Segmentasi RGB

C. Pendeteksian Gerakan

Untuk bisa mendeteksi api tidak cukup hanya sebatas mengetahui nilai RGB api saja. Dibutuhkan spesifikasi lain untuk menambah keakuratan sistem dalam mengenali api. Spesifikasi tersebut adalah dengan mendeteksi pergerakan dari api tersebut. Setelah matriks tiap layer berubah menjadi matriks posisi (didapat dari proses segmentasi) maka dengan cara membandingkan matriks posisi dari satu *frame* dengan *frame* berikutnya akan terdeteksi adanya pergerakan. Adapun skema pendeteksian gerakan seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Skema Penentuan Gerakan

D. Perancangan dan Pembuatan Software

Tahap awal perencanaan adalah merancang dan membuat form utama untuk proses pendeteksi dini kebakaran menggunakan *Colour Image Processing (CIP) Raspberry Pi*. Gambar hasil form utama ini ditunjukkan oleh gambar 410.



Gambar 10. Form Utama

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tampilan Form Pengujian Kamera

Perancangan *form* pengujian kamera digunakan untuk menguji apakah sistem dapat menampilkan hasil pembacaan kamera yang digunakan untuk mendeteksi gambar atau pola api kebakaran dan hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 11 berikut ini.



Gambar 11. Tampilan Form Menu Tampilan Kamera

B. Tampilan Form Pendeteksi

Form menu pendeteksi digunakan untuk melakukan pengujian sistem dalam mendeteksi objek pada video. Hasil deteksi keberadaan api akan di save menjadi format jpeg. Dalam submenu ini dapat dilihat tingkat keberhasilan dan keakuratan dari sistem yang dimaksud. *Form* Pendeteksi dapat dilihat pada gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Api Terdeteksi Dalam Skala Kecil



Gambar 13. Api Terdeteksi Dalam Skala Besar

Dari gambar 12 dan 134 dapat dilihat bahwa sistem dapat mendeteksi bentuk api dalam skala kecil dan besar. Hal ini sangat penting bagi system sehingga dapat mendeteksi perbedaan mana yang bentuk api biasa dalam arti tidak membahayakan dan mana bentuk api yang dapat membahayakan atau dikatakan sebagai bentuk penyebab kebakaran. Untuk pengujian yang lebih akurat, maka pengujian dilakukan pada beberapa bentuk api, yaitu api lilin, api biasa, api plastic dan api kertas. Hasil pengujian nilai R G B dari beberapa jenis api dapat dilihat pada table I.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian

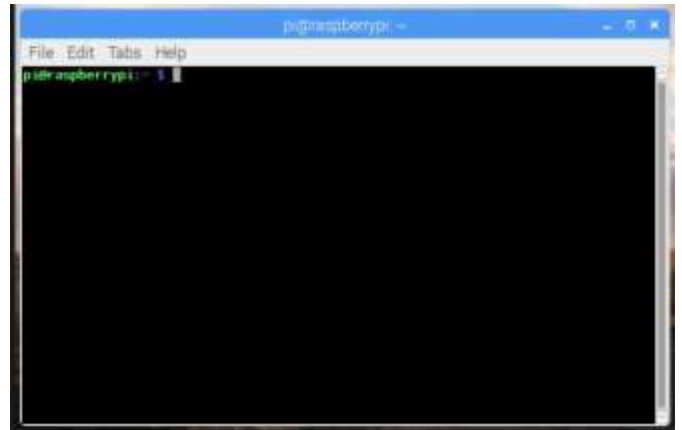
	Api Lilin	Api Busa	Api Plastik	Api Kertas
Red	233	286	288	271
Green	201	270	281	266
Blue	119	225	234	211

C. HASIL PENGUJIAN SISTEM

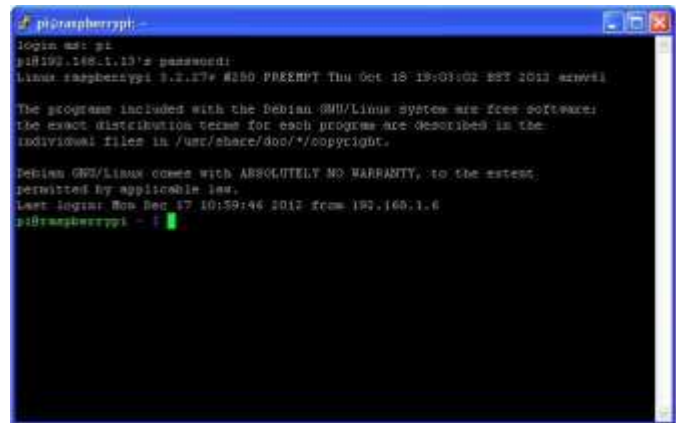
Dalam proses pengujian system digunakan software pemrograman Python. Langkah awal dalam pengujian system adalah dengan mendeteksi perangkat kamera yang digunakan. Langkah-langkah *webcam* dikoneksikan ke raspberry:

- a. Buka terminal raspberry (Gambar 14), dan ketik “pi”, password “raspberrypi” (Gambar 15).
- b. Ketik perintah pada terminal raspberry:
 - Untuk proses *intsall*

- apt-get update*
- apt-get upgrade*
- Untuk menyalakan *webcam* pada raspberry *sudo raspi-config*
- Terakhir diperlukan *library python* untuk menyalakan *webcam* pada raspberry *sudo apt-get install python-picamera*



Gambar 14. Terminal Raspberry



Gambar 15 Login Terminal Raspberry

Algoritma Pemrograman Aplikasi :

```
import cv2
import numpy as np
height2= 400
width2 = 400
cap = cv2.VideoCapture
win2 = np.zeros([height2,width2,3],
dtype=np.uint8)
for i in range(height2):
for j in range(width2):
win2[i,j] = [255,255,255]
while

ret,img = cap.read
avg = cv2.mean(img)
cv2.imshow(frame,img)
cv2.imshow(warna,win2)
```

```

if (cv2.waitKey(1) =27):
break
cap.release
cv2.destroyAllWindows
    
```

Dari hasil eksekusi program dapat diketahui jenis dan format kamera yang digunakan. Jenis dan format kamera diperlukan untuk mengetahui tingkat performa kamera.

D. Hasil pengujian akurasi sistem deteksi kebakaran

Pengujian ini dilakukan untuk menguji akurasi dan kesalahan sistem dalam mendeteksi kebakaran. Sampel video yang diujikan beresolusi 640x480 dengan 3 kelompok berdasarkan jumlah video kebakaran. Tabel 5.2 menunjukkan hasil perhitungan akurasi dan kesalahan deteksi kebakaran pada siang hari sedangkan Tabel 5.3 menunjukkan hasil perhitungan akurasi dan kesalahan deteksi kebakaran pada malam hari. Berdasarkan Tabel II, akurasi rata-rata yang didapatkan dari deteksi kebakaran pada siang hari yaitu 97,96% dengan kesalahan 0,25%. Kesalahan terutama disebabkan karena pantulan cahaya api pada dinding atau obyek yang lain yang terdeteksi sebagai kebakaran. Perubahan cahaya mendadak karena kebakaran yang membesar juga menyebabkan terjadinya kesalahan deteksi. Berdasarkan Tabel 5.3, akurasi deteksi kebakaran pada malam hari meningkat menjadi 98,65% karena warna api yang dominan dari sekitarnya. Akan tetapi kesalahan deteksi juga semakin besar menjadi 0,85% dengan adanya sumber cahaya dari kebakaran menyebabkan lingkungan sekitarnya akan memantulkan cahaya tersebut. Cahaya lampu tidak terdeteksi sebagai kebakaran karena relatif statis. Karena perubahan cahaya yang mendadak dari sumber kebakaran di sekelilingnya, tanda lokasi kebakaran menjadi lebih besar. Masalah seperti ini juga tidak bisa dihindari oleh sistem karena deteksi gerakan dan warna api menganggap dinding pada saat itu sebagai piksel kebakaran. Deteksi gerakan mendeteksi gerakan dari perubahan cahaya yang mendadak karena kebakaran sedangkan segmentasi warna api mendeteksi pengaruh warna kebakaran yang memantul pada permukaan mengkilap disekelilingnya.

Kebakaran Video 8	511	511	494	3	96,67	0,58
Kebakaran Video 9	369	369	357	0	96,74	0,00
Kebakaran Video 10	203	203	197	4	97,04	1,97
Kebakaran Video 11	222	222	217	0	97,74	0,00
Kebakaran Video 12	417	417	417	0	100,00	0,00
Kebakaran Video 13	327	327	327	0	100,00	0,00
Kebakaran Video 14	302	302	301	4	99,66	1,32
Kebakaran Video 15	304	304	285	0	93,75	0,00
Rata-rata					97,96	0,25

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Kebakaran Pada Malam Hari

Nama video	Total frame	Frame kebakaran	Frame terdeteksi	False positif	Akurasi (%)	Kesalahan (%)
Kebakaran Video 1	866	866	866	0	100,00	0,00
Kebakaran Video 2	236	236	235	0	99,57	0,00
Kebakaran Video 3	403	403	403	0	100,00	0,00
Kebakaran Video 4	328	328	328	0	100,00	0,00
Kebakaran Video 5	620	620	617	0	99,51	0,00
Kebakaran Video 6	302	302	301	10	99,66	3,31
Kebakaran Video 7	297	297	270	9	90,91	3,03
Kebakaran Video 8	937	937	937	0	100,00	0,00
Kebakaran Video 9	164	164	159	0	96,95	0,00
Kebakaran Video 10	762	762	755	0	99,08	0,00
Kebakaran Video 11	257	257	247	0	96,10	0,00
Kebakaran Video 12	306	306	305	0	99,67	0,00
Kebakaran Video 13	341	341	336	22	98,53	6,45
Kebakaran Video 14	365	365	364	0	99,72	0,00
Kebakaran Video 15	386	386	386	0	100,00	0,00
Rata-rata					98,65	0,85

Tabel II. Hasil Deteksi Kebakaran Pada Siang Hari

Nama video	Total frame	Frame kebakaran	Frame terdeteksi	False positif	Akurasi (%)	Kesalahan (%)
Kebakaran Video 1	265	265	262	0	98,86	0,00
Kebakaran Video 2	611	611	564	0	92,30	0,00
Kebakaran Video 3	178	178	176	0	98,87	0,00
Kebakaran Video 4	247	247	247	0	100,00	0,00
Kebakaran Video 5	220	220	220	0	100,00	0,00
Kebakaran Video 6	542	542	542	0	100,00	0,00
Kebakaran Video 7	227	227	222	0	97,79	0,00

IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan pembahasan mengenai sistem pendeteksi dini kebakaran menggunakan *Colour Image Prosessing (CIP)*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil rata-rata akurasi sistem deteksi kebakaran pada siang hari yaitu 97,96% dengan kesalahan rata-rata sebesar 0,25% dari 15 sampel video.
2. Hasil rata-rata akurasi sistem deteksi kebakaran pada malam hari yaitu 98,65% dengan kesalahan rata-rata sebesar 0,85% dari 15 sampel video.
3. Kesalahan deteksi terutama disebabkan oleh pantulan cahaya kebakaran pada permukaan yang mengkilap

misalnya pada sampel kebakaran ruang tamu yang dindingnya memantulkan cahaya dari kebakaran.

4. Sistem mampu mendeteksi kebakaran secara real time yaitu dengan rata-rata fps sebesar 118,61 pada resolusi 320x240, 47,46 pada resolusi 640x480, dan 35,46 pada resolusi video 800x600.

Referensi

- [1] Atthariq, Nasir. M, 2017. "Aplikasi Pengolahan Citra Sebagai Pendeteksi Dini Kebakaran Menggunakan Colour Image Processing" Proseding SEMNAS PNL 2017.
- [2] Permana, A. S., Usman, K., dan Murti, M. A., 2009, Deteksi Kebakaran Berbasis Webcam Secara Real Time dengan Pengolahan Citra Digital, *Konferensi Nasional Sistem dan Informatika*, Bali, Indonesia, 14 November 2015.
- [3] Prahara, Adhi., 2015, Deteksi Kebakaran pada Video Berbasis Pengolahan Citra dengan Dukungan GPU, *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2015 Yogyakarta, 6 Juni 2015*
- [4] Nasir, Muhammad, 2013. "Deteksi Usia Tanaman Padi Berdasarkan Indeks Warna". Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SNASTIKOM 2013), Medan, hal. 3-145.
- [5] Nasir, Muhammad, 2015. "Identifikasi Kebutuhan Pupuk Pada Tanaman Padi Menggunakan Gray-Level Co-Occurrence Matrix dan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation". *Jurnal LITEKS No. 2 Volume 4 Oktober 2015*.
- [6] Nasir, Muhammad, 2016. "Aplikasi temu kembali citra buah berdasarkan warna dan tekstur dengan FGKA Clustering (*Fast Genetics K-Means Algorithm*)" Proseding SEMNASIK Volume 1 Nomor 1, November 2016 (ISSN : 2548-1460)
- [7] Atthariq, 2012. "Simulasi robot bergerak mencari jalur terdekat untuk memadamkan api yang diletakkan secara acak pada 4 buah ruangan dengan metode algoritma genetik" *Jurnal LITEKS No. 2 Volume 2 Oktober 2012*.
- [8] Atthariq, 2013. "Rancang Bagun Robot Pencari Korban Bencana Alam dengan Kontrol Wireless Modulasi FM (Frequency Modulation) - FSK (Frequency Shift Keying)". *Jurnal LITEKS No. 1 Volume 2 Oktober 2013*.
- [9] Barry. R, Nasir. M, Atthariq, 2017. "Penerapan Sistem Monitoring dan Pengaturan Suhu dan Kelembaban Pada Inkubator Bayi Berbasis Single Board Computer (SBC)" Proseding SEMNAS PNL 2017.
- [10] Detection in Video Sequence, *14th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, Florence, Italy, 4-8 September 2006.
- [11] Gunawan, Ketut, Deni, I. 2013 (Januari). "Klasifikasi Citra Buah Jeruk Kintamani Berdasarkan Fitur Warna dan Ukuran Menggunakan Pendekatan Euclidean Distance," hal.265.(online)<http://pti.undiksha.ac.id/karmapati/vol2no1/22.pdf>. diakses 28 September 2017..
- [12] Ingrid, H, Maria. Dan Herry Santoso.2014."Ekstraksi Antooksidan dan Senyawa Aktif," hal.4.(online)<http://journal.unpar.ac.id/index.php/rekayasa/article/viewFile/1253/1232>. diakses 25 September 2017.
- [13] Juhari, Imam.2014."Perancangan Aplikasi Pengurangan Noise pada Objek Citra Digital Menggunakan Metode Filter Gaussian," hal.82.(online).<https://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjf-feh2qrJAhUBjo4KHxfoB>.diakses 10 November 2017.
- [14] Kadir, Abdul dan Adhi Susanto, 2012. *Pengolahan Citra*. Yogyakarta : Andi.
- [15] Kusumanto, RD dan Alan Novi Tomponu. 2011. "Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Objek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi Rgb," hal.2.(online)publikasi.dinus.ac.id/index.php/semanitik/article/download/153/116.diakses 20 juni 2017.
- [16] Munir, Rinaldi. *Pengolahan Citra Digital*, 2004. Cet.ke-1. Bandung : Informatika.
- [17] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, 2002. *Digital Image Processing*. Adison-Wesley Publishing.
- [18] Wulansari, Dewi. (2014). "Pengelompokan gambar berdasarkan fitur warna dan tekstur Dengan fgka clustering (fast genetics k-means algorithm) untuk pencocokan gambar" (online) <https://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiEv tua69POAhULK48KHcueBA0QFggaMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.pens.ac.id%2Fuploadta%2Fdownloadmk.php%3Fid%3D1214&usq=AFQjCNFg7mvITMuNNUrBbXIRau8KnwLfgw&bvm=bv.129759880,d.c2I> diakses 10 Juni 2017
- [19] Zivkovic, Z., 2004, Improved Adaptive Gaussian Mixture Model for Background Subtraction, *Proceedings International Conference in Pattern Recognition (ICPR)*, UK, Agustus 2004.