



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**PROTOTYPE PEMADAM API DENGAN DETEKSI
API MENGGUNAKAN KAMERA**

***FIRE EXTINGUISHER PROTOTYPE WITH FIRE
DETECTION USING CAMERA***

Oleh :

FAIZAL RAMADHAN SUSANTO
NPM.19.02.01.043

DOSEN PEMBIMBING :

1. **HERA SUSANTI, S.T., M.Eng.**
NIP. 198604092019032011
2. **GALIH MUSTIKO AJI, S.T., M.T.**
NIP. 198509172019031005

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2022**



POLITEKNIK NEGERI
CILACAP

TUGAS AKHIR

**PROTOTYPE PEMADAM API DENGAN DETEKSI
API MENGGUNAKAN KAMERA**

***FIRE EXTINGUISHER PROTOTYPE WITH FIRE
DETECTION USING CAMERA***

Oleh :

FAIZAL RAMADHAN SUSANTO
NPM.19.02.01.043

DOSEN PEMBIMBING :

1. **HERA SUSANTI, S.T., M.Eng.**
NIP. 198604092019032011
2. **GALIH MUSTIKO AJI, S.T., M.T.**
NIP. 198509172019031005

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
2022**

PROTOTIPE PEMADAM API DENGAN DETEKSI API MENGGUNAKAN KAMERA

Oleh:

Faizal Ramadhan Susanto

NPM.19.02.01.043

Tugas Akhir ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)

Di
Politeknik Negeri Cilacap

Disetujui Oleh:

Penguji Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :



1. **Sugeng Dwi Riyanto, S.T., M.T.**
NIP. 198207302021211007



1. **Hera Susanti, S.T., M.Eng.**
NIP. 198604092019032011



2. **Erna Alimudin, S.T., M.Eng.**
NIP. 199008292019032013



2. **Galih Mustiko Aji, S.T., M.T.**
NIP. 198509172019031005

Mengetahui:
Ketua Jurusan Teknik Elektronika



Galih Mustiko Aji, S.T., M.T.
NIP. 198509172019031005

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Faizal Ramadhan Susanto
NIM: 19.02.01.043

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya berjudul: ***“PROTOTIPE PEMADAM API DENGAN DETEKSI API MENGGUNAKAN KAMERA”*** beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikan di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Cilacap, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini. Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Cilacap
Pada tanggal : 1 Agustus 2022

Yang Menyatakan



Faizal Ramadhan S
NPM. 19.02.01.043

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Politeknik Negeri Cilacap, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Faizal Ramadhan Susanto
NPM : 19.02.01.043
Judul Tugas Akhir : Prototipe Pemadam Api Dengan Deteksi Api Menggunakan Kamera

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan laporan Tugas Akhir berdasarkan tugas akhir, pemikiran, dan pemaparan asli dari penulis sendiri, baik dari alat (*hardware*), daftar program, dan naskah laporan yang tercantum sebagai bagian dari laporan Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, penulis akan mencantumkan sumber secara jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Cilacap, 1 Agustus 2022

Yang Menyatakan



Faizal Ramadhan S
NPM. 19.02.01.043

ABSTRAK

Beberapa perusahaan seperti perusahaan perakitan komponen listrik, perusahaan gas dan lain sebagainya memiliki kerentanan atau risiko sangat tinggi terhadap bahaya kebakaran baik yang bersifat kecil maupun besar. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan sebuah sistem yang dapat melakukan peringatan dini apabila terjadi nyala api kecil dan melakukan langkah pemadaman untuk meminimalisir terjadinya nyala api yang lebih besar. Sistem terdiri dari sebuah raspberry pi sebagai komponen pemroses, kamera webcam sebagai pengindera, dan modul relay sebagai *driver* untuk mengendalikan pompa air dan juga buzzer. Kamera webcam membaca input video dan melakukan segmentasi warna api, ketika terdapat objek api yang terdeteksi dalam *frame* maka akan mengaktifkan modul relay dan pompa air beraksi untuk melakukan pemadaman api. Percobaan sebanyak 18 kali yang dilakukan pada siang hari, 10 objek bernilai *true positive* atau mendeteksi api sebagai objek api. Kemudian terdapat 8 objek bernilai *false negative* dimana bukan objek api tidak terdeteksi sebagai objek api. Sedangkan pada malam hari dengan percobaan dilakukan sebanyak 18 kali, 10 objek bernilai *true positive*, 7 objek bernilai *false negative* dan 1 objek bernilai *false positive* di mana terdapat 1 objek bukan api tetapi terdeteksi sebagai objek api. Berdasarkan percobaan yang dilakukan, sistem ini memiliki sensitivitas yang berbeda tergantung pada kondisi pencahayaan dengan nilai akurasi sebesar 97,22% dan sentivitas sebesar 95,23%.

Kata Kunci : *fire detection*, raspberry pi, *image processing*, modul relay, sistem pemadam

ABSTRACT

The production process in a company has a varied ecosystem in carrying out or carrying out the process. Some companies such as electrical component assembly companies, gas companies and so on have a very high vulnerability or risk to fire hazards, both small and large. According to the data released, to overcome this, we need a system that can perform early warnings in the event of a small fire and take steps to extinguish it to minimize the occurrence of a larger fire. The system consists of a raspberry pi as a processing component, a webcam camera as a sensor, and a relay module as a driver to control the water pump and buzzer. The webcam camera reads the video input and performs color segmentation of the fire, when a fire object is detected in the frame, it activates the relay module and the water pump acts to extinguish the fire. The experiment was carried out 18 times during the day, 10 objects had true positive values or detected fire as a fire object. Then there are 8 objects with false negative values where non-fire objects are not detected as fire objects. While at night the experiment was carried out 18 times, 10 objects had true positive values, 7 objects had false negative values and 1 object had false positive values where there was 1 object that was not fire but was detected as a fire object. Based on the experiments conducted, this system has different sensitivity depending on the lighting conditions. Based on the experiments conducted, this system has different sensitivity depending on lighting conditions with an accuracy value of 97.22% and a sensitivity of 95.23%.

Keywords: *fire detection, raspberry pi, image processing, relay module, extinguisher system*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh,

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena hanya dengan berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul:

“PROTOTYPE PEMADAM API DENGAN DETEKSI API MENGUNAKAN KAMERA”

Pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Diploma-3 (D3) dan memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) di Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan dan perancangan tugas akhirnya dapat bermanfaat bagi semua.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.

Cilacap, 1 Agustus 2022
Penulis



(Faizal Ramadhan S)

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas akhir ini dapat diselesaikan berkat rido Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada kedua orang tua saya Bapak Kasun dan Ibu Kasiyah yang telah memberikan doa dan dukungan serta berkontribusi banyak dalam penyelesaian tugas akhir ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Hera Susanti, S.T., M.Eng dan Bapak Galih Mustiko Aji, S.T., M.T selaku dosen pembimbing. Begitu banyak waktu, tenaga, dan pikiran yang dikorbankan untuk membimbing dan memberi pengarahan dengan sabar, tulus dan ikhlas. Tiada kata yang diucapkan kepada beliau, kecuali terima kasih, semoga ilmu yang diberikan selalu bermanfaat.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam proses pembelajaran di Politeknik Negeri Cilacap, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Bapak Galih Mustiko Aji, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap
- 2) Ibu Hera Susanti, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I tugas akhir, terima kasih atas semua dukungan, motivasi, arahan serta bimbingannya sehingga terselesaikanya tugas akhir ini.
- 3) Bapak Galih Mustiko Aji, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II tugas akhir, terima kasih atas semua dukungan, motivasi, arahan serta bimbingannya sehingga terselesaikanya tugas akhir ini.
- 4) Seluruh Dosen Prodi Teknik Listrik dan Elektronika, yang telah memberi ilmu yang bermanfaat untuk bekal masa depan.
- 5) Rekan-rekan mahasiswa dari Jurusan Teknik Elektronika, Teknik Mesin, dan Teknik Informatika Politeknik Negeri Cilacap, yang selalu menemani perjalanan dalam pembelajaran mencari ilmu untuk kebaikan masa depan.
- 6) Teman-teman kelas TE 3B yang selalu mendoakan dan menyemangati tanpa lelah dalam mencapai kesuksesan bersama.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.2.1 Tujuan	2
1.2.2 Manfaat	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metodologi	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	7
2.1 <i>Literature Review</i>	7
2.2 Studi Kepustakaan	10
2.2.1 Definisi Api	10
2.2.2 Triangle of Fire	10
2.2.3 Citra Pixel	11
2.2.4 Image Processing	11
2.2.5 Pemodelan Warna	12
2.2.6 Confusion Matrix	13
2.2.7 Python	14
2.2.8 Open CV (Open Source Computer Vision) Library. ...	15
2.2.9 Raspberry Pi	15
2.2.10 Webcam	16

2.2.11 Buzzer	17
2.2.12 Modul Relay	17
2.2.13 Pompa Air DC	18
BAB III METODOLOGI DAN PERANCANGAN SISTEM	19
3.1 Analisa Kebutuhan	19
3.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras	19
3.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	20
3.2 Blok Diagram.....	20
3.3 Flowchart	21
3.4 Perancangan Tugas Akhir.....	23
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras (Mekanik)	23
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak	25
3.4.3 Perancangan Elektrikal.....	32
3.5 Metode Pengujian	35
3.5.1 Pengujian Sistem Keseluruhan	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras	43
4.2 Hasil Perancangan Elektrikal.....	44
4.3 Hasil Pengujian Koneksi Remote Access Raspberry Pi	45
4.4 Hasil Pengujian Kamera Webcam.....	46
4.5 Hasil Pengujian Nilai HSV.....	47
4.6 Hasil Pengujian Modul Relay.....	48
4.7 Hasil Pengujian Pompa Air DC	49
4.8 Hasil Pengujian Pendeteksian Api	50
4.9 Hasil Pengujian Keseluruhan.. ..	64
4.10 Hasil Pengujian Pemadaman Api.....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ruang Warna RGB ^[14]	12
Gambar 2.2 Ruang Warna HSV ^[8]	13
Gambar 2.3 Logo Python ^[16]	13
Gambar 2.4 Logo OpenCV ^[17]	14
Gambar 2.5 Raspberry Pi ^[19]	15
Gambar 2.6 Webcam ^[21]	15
Gambar 2.7 Buzzer ^[22]	16
Gambar 2.8 Modul Relay ^[23]	16
Gambar 2.9 Pompa Air DC ^[23]	17
Gambar 3.1 Blok Diagram.....	21
Gambar 3.2 Diagram Alir.....	22
Gambar 3.3 Tampilan Awal <i>Designer Tool</i>	23
Gambar 3.4 Design Mekanik (Tampak belakang).....	23
Gambar 3.5 Design Mekanik (Tampak samping).....	23
Gambar 3.6 Tampilan Awal Raspberry Pi Imager.....	31
Gambar 3.7 Tampilan Rekomendasi OS.....	25
Gambar 3.8 Tampilan Konfigurasi Jaringan.....	25
Gambar 3.9 Tampilan Awal IP Scanner.....	26
Gambar 3.10 Tampilan Awal PuTTY.....	27
Gambar 3.11 Login Terminal SSH.....	27
Gambar 3.12 Konfigurasi Raspberry Pi	28
Gambar 3.13 <i>Connect Session</i> VNC	28
Gambar 3.14 Tampilan Desktop Raspberry Pi.....	28
Gambar 3.15 Pembuatan Direktori.....	29
Gambar 3.16 Proses Instalasi Library.....	30
Gambar 3.17 <i>Trackbar</i> HSV.....	30
Gambar 3.18 Potongan Program Utama.....	31
Gambar 3.19 Konfigurasi Kamera Webcam.....	32
Gambar 3.20 Konfigurasi Modul Relay.....	32
Gambar 3.21 Konfigurasi Modul Relay dan Output.....	33
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Mekanik	43
Gambar 4.2 Hasil Perancangan Sprinkler.....	43
Gambar 4.3 Hasil Perancangan Kamera Webcam.....	44
Gambar 4.4 Hasil Perancangan Modul Relay.....	44
Gambar 4.5 Hasil Perancangan Pompa Air DC.....	45
Gambar 4.6 Kondisi Pantulan Cahaya Terdeteksi.....	61
Gambar 4.7 Kondisi Pantulan Cahaya Tidak Terdeteksi.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Konfigurasi Wiring Kamera Webcam.....	32
Tabel 3.2 Konfigurasi Wiring Modul Relay	33
Tabel 3.3 Konfigurasi Wiring Modul Relay dan Pompa.....	34
Tabel 3.4 Konfigurasi Wiring Modul Relay dan Buzzer.....	34
Tabel 3.5 Parameter Pengujian Koneksi Raspberry Pi.....	35
Tabel 3.6 Parameter Pengujian Libray.....	35
Tabel 3.7 Parameter Pengujian Kamera Webcam.....	37
Tabel 3.8 Parameter Pengujian Nilai HSV.....	37
Tabel 3.9 Parameter Pengujian Modul Relay.....	38
Tabel 3.10 Parameter Pengujian Pompa Air DC.....	38
Tabel 3.11 Parameter Pengujian Pendeteksian Api.....	39
Tabel 3.12 <i>Confusion Matrix</i> ^[23]	40
Tabel 3.13 Parameter Pengujian Pemadaman.....	41
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Koneksi <i>Remote Access</i>	45
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kamera Webcam.....	46
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Nilai HSV.....	47
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Modul Relay.....	48
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Pompa Air DC.....	49
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Pendeteksian Api Kondisi Siang (Normal).....	50
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Pendeteksian Api Kondisi Siang (Abnormal)....	53
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Pendeteksian Api Kondisi Malam (Normal).....	58
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Pendeteksian Api Kondisi Malam (Abnormal)..	61
Tabel 4.10 <i>Confusion Matrix</i> Pengujian Keseluruhan.....	65
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Pemadaman Api.....	67

DAFTAR ISTILAH

<i>Image processing</i>	: Suatu bentuk pengolahan gambar dengan suatu foto atau citra sebagai inputnya
<i>Volume</i>	: Kapasitas suatu ruang biasa dalam satuan kubik
<i>Programmer</i>	Sebutan untuk individu yang melakukan pengembangan dalam bidang rekayasa sistem
<i>Hardware</i>	: Komponen fisik suatu sistem
<i>Software</i>	: Komponen non-fisik yang membangun suatu sistem
<i>Remote access</i>	: Metode mengendalikan perangkat yang satu dengan perangkat yang lain
<i>Wireless</i>	: Koneksi nirkabel pada suatu jaringan
<i>Frame</i>	: Tampilan input video yang menampung hasil pengambilan oleh kamera
<i>Citra</i>	: Gambar
<i>Flashing</i>	: Proses memasukkan fila sistem ke dalam micro sd menggunakan <i>tool</i>
<i>Color space</i>	: Ruang warna
<i>Dilasi</i>	: Jenis operasi pengolahan citra untuk membuat objek terlihat lebih besar
<i>Natural disaster</i>	: Bencana yang terjadi secara alami
<i>Man-made disaster</i>	: Bencana yang terjadi akibat ulah manusia
<i>Vout</i>	: Tegangan keluaran
<i>Armature</i>	: Lengan kontak relay yang berfungsi menghubungkan kontak <i>common</i> dengan NO maupun NC
<i>Noise</i>	: Sinyal gangguan yang bersifat akustik, suara, listrik maupun elektronis pada sistem, disebut juga derau.
<i>Array</i>	: Larik atau baris data yang dapat diolah oleh program
<i>Hostname</i>	: Nama untuk komputer, server web, atau antarmuka ke alamat IP masing-

- masing sehingga host dapat dialamatkan tanpa mengetahui alamat IP
- Frame Rate* : Ukuran kecepatan gambar per satuan detik
- Frame drop* : Kondisi *frame rate* yang turun secara drastis akibat aktivitas berlebih pada *frame*
- Confusion Matrix* : Tabel yang digunakan untuk kinerja dari model klasifikasi pada sistem *machine learning*
- Switching* : Pertukaran atau pergantian fungsionalitas atau perubahan komponen pada suatu sistem tertentu
- Server* : Peladen atau program komputer yang menyediakan fungsionalitas bagi perangkat lain (klien)
- Konfigurasi* Istilah umum yang merujuk pada wujud, benda atau menggambarkan suatu bentuk

DAFTAR SINGKATAN

<i>VCC</i>	:	<i>Voltage Common Collector</i>
<i>GND</i>	:	<i>Ground</i>
<i>GPIO</i>	:	<i>General Purpose Input Output</i>
<i>SSH</i>	:	<i>Secure Shell</i>
<i>fps</i>	:	<i>frame rate persecond</i>
<i>V</i>	:	<i>Volt</i>
<i>A</i>	:	<i>Ampere</i>
<i>CIP</i>	:	<i>Color Image Processing</i>
<i>RGB</i>	:	<i>Red Green Blue</i>
<i>HSV</i>	:	<i>Hue Saturation Value</i>
<i>SBC</i>	:	<i>Single Board Computer</i>
<i>PCB</i>	:	<i>Printed Circuit Board</i>
<i>I/O</i>	:	<i>Input/Output</i>
<i>USB</i>	:	<i>Unit Serial Bus</i>
<i>HDMI</i>	:	<i>High-Definition Multimedia Interface</i>
<i>IoT</i>	:	<i>Internet of Things</i>
<i>OTP</i>	:	<i>One Time Password</i>
<i>SMS</i>	:	<i>Short Message Service</i>
<i>OS</i>	:	<i>Operating System</i>
<i>SSID</i>	:	<i>Service Set IDentifier</i>
<i>NO</i>	:	<i>Normally Open</i>
<i>NC</i>	:	<i>Normaly Close</i>
<i>NFPA</i>	:	<i>National Fire Protection Association</i>
<i>GUI</i>	:	<i>General User Interface</i>
<i>VNC</i>	:	<i>Virtual Network Computing</i>

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A.....	A-1
LAMPIRAN B.....	B-1
LAMPIRAN C.....	C-1
LAMPIRAN D	D-1