

RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM KONTROL PERINGATAN DAN PENANGANAN KEBAKARAN OTOMATIS PADA RUMAH

(DESIGN IMPLEMENTATION AUTOMATIC PROTOTYPE WARNING AND FIRE HANDLING SYSTEM CONTROL AT HOUSE)

Irfan Farhan Sudrajat¹, Dr.Ir. Basuki Rahmat, M.T.², Angga Rusdinar, S.T., M.T.,Ph.D³
Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹irfanfarhan@students.telkomuniversity.ac.id, ² basukir@telkomuniversity.ac.id, ³
anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Seiring dengan berkembangnya era digital, manusia semakin mudah dalam menghadapi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Permasalahan yang akan menjadi fokus dari penulis untuk tugas akhir ini adalah masalah kebakaran yang kerap terjadi pada perumahan. Pada awalnya kebakaran hanya terjadi di satu rumah, namun kebakaran tersebut jika tidak segera ditangani akan merembet ke rumah lainnya. Penanganan yang cepat pada kebakaran dapat mencegah terjadinya kebakaran yang lebih parah. Karena seringkali pemilik rumah tidak sadar jika terjadi kebakaran pada salah satu bagian rumahnya. Selain itu, ketepatan pemadam kebakaran dalam menentukan titik kejadian akan menjadi salah satu perhatian dalam pembuatan sistem peringatan kebakaran. Berdasarkan permasalahan diatas, pada tugas akhir ini diusulkan suatu sistem kendali pada rumah yang akan bekerja otomatis ketika rumah terindikasi kebakaran. Ketika ruangan didalam rumah diindikasikan terjadi kebakaran, buzzer yang ada di dalam ruangan akan memberi bunyi peringatan kebakaran. Kemudian, untuk mengurangi risiko perembetan api, sistem akan memutus jalur kelistrikan dalam rumah tersebut dan menyemprotkan zat cair pada ruangan tersebut. Selain itu, sistem juga akan memperingatkan pemadam kebakaran terdekat yang dikirim melalui sms. Metode yang penulis gunakan adalah metode pengolahan citra. Penulis menggunakan mini komputer Raspberry sebagai basis pengolah data gambar hasil penangkapan kamera. Harapannya, penulis dapat menciptakan sistem yang dapat memberi peringatan kebakaran pada pemadam kebakaran terdekat. Selain memberi peringatan, sistem ini juga diharapkan dapat mencegah meluasnya titik api kebakaran dengan memutus jalur kelistrikan dan memadamkan api menggunakan pompa air otomatis.

Kata kunci : Raspberry, Pengolahan citra, Modul GSM, Buzzer, Kamera, Pompa DC, relay.

Abstract

Along with the development of the digital age, people become easier in dealing with problems in everyday life. The problems that will be the focus of the author's thesis is fire problems that often occur in the housing. At first fire only occurred in one house, but if the fire not treated immediately will spread to other houses. Rapid handling on fire can prevent more serious risk. Because home owners often did not realize if there is a fire in one part of the house. In addition, the accuracy of firefighters in determining the point of the event will be one of the concerns in the manufacture of fire warning system. Based on the above problems, this thesis proposed a control system at home that will work automatically when the fire is indicated at the house. When the room in the house indicated there is a fire, the buzzer in the room will give a warning sound. Then, to reduce the risk of fire, the system will cut electricity lines in the house and sprayed water in the room. In addition, the system will also warn nearby fire fighter via sms. The method I use is the image processing method. The authors use Raspberry mini computer processing camera image data capture results as a base. Hopefully, authors can create a system that can warn fire fighter. In addition to alerts, the system is also expected to prevent the spread of fire hotspots to cut electrical lines and put out the fire using automatic water pump.

Keywords: Raspberry, Image Processing, GSM Module, Buzzer, Camera, Water Pump DC, Relay.

1. Pendahuluan

Pada dasarnya, kebakaran terjadi karena percikan api yang tidak segera ditangani. Penyebabnya adalah ketidaktahuan pengguna ketika ada api kecil, yang kemudian menyebar dan mengakibatkan kebakaran. Selain itu, kecepatan pemadam kebakaran dalam menentukan letak kebakaran juga mempengaruhi risiko kebakaran.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penulis akan merancang serta membuat prototipe sistem peringatan dan penanganan kebakaran yang bekerja secara otomatis. Penulis menggunakan kamera sebagai penerima masukan berupa gambar yang akan diproses pada Raspberry. Jika ruangan diindikasikan terjadi kebakaran, relay akan memutuskan jalur kelistrikan ruangan dan memadamkan api menggunakan air. Sebagai sistem peringatannya, buzzer akan aktif dan modul gsm akan mengirim pesan peringatan pada nomer yang telah ditentukan.

Penggunaan kamera sebagai penerima masukan berupa gambar sangatlah membutuhkan data penyimpanan yang cukup banyak, oleh karena itulah penulis menggunakan mini komputer Raspberry sebagai tempat untuk memproses data.

Harapannya, penulis dapat menciptakan sistem yang dapat mencegah meluasnya titik kebakaran dengan memutuskan jalur kelistrikan dan memadamkan api menggunakan pemancar air secara otomatis. Selain itu, sistem ini diharapkan dapat memberi peringatan kebakaran pada pengguna rumah dan pemadam kebakaran terdekat.

2. Landasan Teori

A. Kamera

Kamera adalah alat yang digunakan untuk mengambil gambar suatu objek dalam keadaan aktif. Kamera merupakan perangkat optik yang berfungsi untuk menangkap gambar atau objek visual yang akan diolah lebih lanjut. Kamera video merupakan kamera yang digunakan untuk merekam objek bergerak (*motion*) dalam format video. Dalam perkembangan kamera video diawali dari kamera video analog dan berkembang menjadi kamera video digital [1].

➤ Prinsip kerja

Gambar 1 menunjukkan cara kerja kamera video, dan berikut adalah langkah-langkah dari proses pengambilan gambar video hingga bisa ditampilkan dalam format digital [2].



Gambar 1 Prinsip kerja kamera [2].

1. Lensa menangkap gambar, lalu diteruskan ke bagian panel penangkap gambar. Penangkap gambar atau biasa disebut sensor CCD (*charge coupled device*) yang juga berfungsi sebagai view finder mengirim sinyal ke LCD.
2. Gambar yang ditangkap oleh lensa dilewatkan pada filter warna yang kemudian akan ditangkap oleh CCD atau sensor gambar. Jarak antara lensa dan sensor ini dikenal dengan istilah *focal length*. Jarak ini pula yang menjadi factor pengali lensa.
3. Tugas CCD adalah merubah sinyal analoga (gambar yang ditangkap oleh lensa) menjadi sinyal listrik. Pada CCD ini terdapat jutaan titik sensor yang disebut *pixel*.
4. Gambar yang ditangkap oleh sensor CCD diteruskan ke bagian pemroses gambar yang tugasnya memroses semua data dari sensor CCD menjadi data digital berupa file format gambar, serta melakukan proses kompresi sesuai format gambar yang dipilih (RAW, JPEG, dsb). Di bagian ini selain chipset yang berperan, software (firmware) dari kamera yang bersangkutan juga menentukan hasil akhir gambar.

➤ Frame Rate

Frame rate atau biasa disebut frame frekuensi atau frame per second merupakan satuan yang digunakan untuk menyatakan banyaknya gambar yang tersusun secara berurutan dalam satu detik. Gambar yang tersusun secara berurutan ini akan menghasilkan efek dinamis. Semakin besar jumlah frame dalam satu detik maka pergerakan gambar yang dihasilkan akan semakin halus. Hal ini didasarkan dari kemampuan mata dan otak manusia yang mampu memproses 10 sampai 12 gambar perdetik [3].

➤ Resolusi

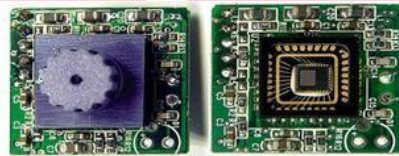
Resolusi gambar mendeskripsikan tentang banyaknya detail gambar yang tersimpan. Resolusi gambar bisa juga digunakan untuk mendefinisikan tentang gambar digital, video, maupun yang lainnya [4]. Semakin banyaknya piksel menyebabkan gambar yang terlihat semakin halus visualisasinya dengan gradasi yang lembut antara terang gelap, pergeseran warna dan tone [5].



Gambar 2 Perbedaan resolusi citra 600x450 (kiri), 40x30 (kanan) [5].

➤ Webcam

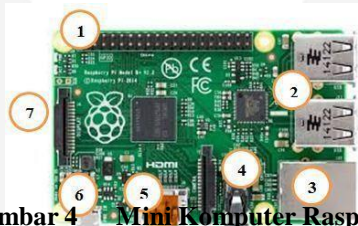
Webcam singkatan dari *web camera*, merupakan jenis dari kamera yang difungsikan untuk menangkap gambar secara *real time* dan dikirim secara langsung ke komputer atau jaringan komputer [6].



Gambar 3 Webcam [5].

B. Mini Komputer Raspberry pi B+

Raspberry Pi, sering juga disingkat dengan nama Raspi, adalah komputer papan tunggal (Single Board Circuit /SBC) yang memiliki ukuran sebesar kartu kredit. Raspberry Pi bisa digunakan untuk berbagai keperluan, seperti spreadsheet, game, bahkan bisa digunakan sebagai media player karena kemampuannya dalam memutar video high definition [7].



Gambar 4 Mini Komputer Raspberry B+ [7].

Keterangan gambar 4 :

1. Pada Raspberri pi B+ terdapat 40 General Purpose Input Output (GPIO). GPIO ini digunakan untuk menghubungkan Input maupun Output dari atau ke Raspberry.
2. Pada Raspberry pi B+ terdapat 4 (empat) port USB. Kegunaan port ini adalah untuk menghubungkan keyboard, mouse, kamera, dan segala sesuatu yang menggunakan komunikasi data USB.
3. Port ini digunakan untuk menghubungkan Raspberry dengan komunikasi serial RJ45. Biasanya digunakan untuk menghubungkan ke perangkat lain maupun untuk koneksi internet.
4. Digunakan untuk menghubungkan headphones/speaker ke Raspberry pi. Biasanya digunakan untuk memasukkan data berupa audio.
5. Port High Definition Multi-media Interface (HDMI) menghubungkan Raspberry pi dengan televisi maupun monitor. Port ini juga mensupport data berupa audio dan video.
6. Slot catu daya mini komputer Raspberry. Slot ini digunakan untuk memberikan daya agar Raspberry aktif.
7. Slot micro SD. Berbeda dengan mikrokontroler, sebagai julukannya Raspberry adalah mini komputer yang menggunakan micro SD sebagai tempat menyimpan data. Slot inilah tempat memasukkan SD card.

Perangkat lunak dalam Raspberry ;

1. Linux

Ketika berbicara mengenai sistem operasi secara umum, kita menganggap bahwa microsoft windows dan Apple OSX adalah sesuatu yang lain. Perintah-perintah yang disediakan sangat berbeda dengan yang biasa kita gunakan pada sistem operasi lainnya. Linux adalah sistem operasi kernel, itu berarti sistem operasi ini menangani bit dengan level rendah dan menangani bagian seperti device driver, dan menyediakan akses yang mudah ke jaringan dan hard disk.

2. Raspbian

Raspbian adalah Sistem Operasi Linux turunan dari distro Debian yang diperuntukan khusus untuk bekerja di sistem dengan perangkat keras Raspberry Pi, yang mana di dalamnya terdapat processor Arm.

C. Pengolahan Citra

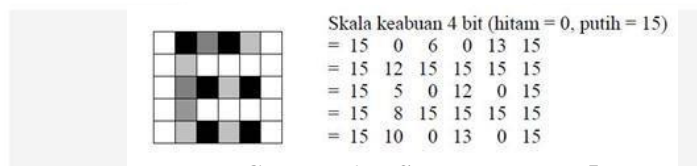
Pengolahan citra digital adalah suatu area yang dikarakterisasikan oleh kebutuhan pekerjaan eksperimen yang intensif untuk membangun solusi atas suatu permasalahan yang disediakan [8].

1. Simple CV : Merupakan Aplikasi pendukung pada Mini Komputer Raspberry yang digunakan untuk melakukan pengolahan citra hingga mendapatkan hasil yang sesuai. Simple CV merupakan library, sama seperti OpenCV.
2. Citra Warna : Setiap titik (piksel) pada citra warna memiliki warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar yaitu merah hijau biru (RGB) atau 4 warna dasar yaitu cyan, magenta, yellow, key (CMYK). Setiap warna dasar mempunyai intersitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8 bit). Jadi setiap piksel pada citra warna didefinisikan dengan 3 byte data. Jumlah kemungkinan kombinasi warna $224 =$ lebih dari 16 juta warna, sehingga disebut dengan *true color* karena dianggap mencakup semua warna yang ada. Gambar 2.5 menunjukkan palet warna dengan kombinasi 3 warna dasar RGB
3. Cropping : Arti “*cropping*” mengacu kepada pembuangan dari bagian terluar suatu gambar untuk meningkatkan *framing* atau merubah rasio gambar [9]. Dalam grafik desain dan industri fotografi, “*cropping*” berarti menghilangkan area yang tidak diinginkan dari gambar yang diilustrasikan [10].



Gambar 5 Citra hasil cropping [11]

4. Converting : Teknik converting yang digunakan adalah teknik merubah citra RGB menjadi citra greyscale. Didalam ilmu fotografi dan perhitungan, greyscale adalah suatu gambar yang dimana nilai setiap pikselnya adalah sebuah sampel yang hanya membawa instensitas dari suatu informasi (hitam atau putih [12].



Gambar 6 Skala Keabuan [5].

Untuk merubah citra Red, green, dan Blue (RGB) menjadi citra greyscale, dibutuhkan rumus sebagai berikut [13] :

$$[Y] = [0.2126 * R] + [0.7152 * G] + [0.0722 * B] \dots\dots\dots (1)$$

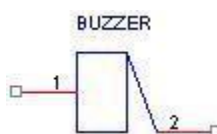
5. Sampling : Sampling adalah proses untuk menentukan warna pada piksel tertentu pda citra dari sebuah gambar yang kontinu [14] , dari sampling ini akan didapat nilai rata-rata. Rata-rata citra digunakan sebagai pembanding citra objek awal dengan citra objek yang diambil secara aktif oleh kamera. Rata-rata ini didapat ketika citra objek telah diubah menjadi bentuk greyscale.

$$[\bar{Y}] = \frac{[0.2126 * R] + [0.7152 * G] + [0.0722 * B]}{3} \dots\dots\dots (2)$$

6. Template Merupakan sebuah metode dasar yang menggunakan bayangan (template), disesuaikan dengan fitur tertentu dari template matching, yang ingin kita deteksi. Teknik ini dapat dengan mudah dilakukan pada gambar abu-abu atau tepi gambar. Hasil konvolusi akan di tempat tertinggi di mana struktur gambar sesuai dengan struktur bayangan, di mana nilai-nilai gambar besar dapat dikalikan dengan nilai-nilai bayangan besar [15].

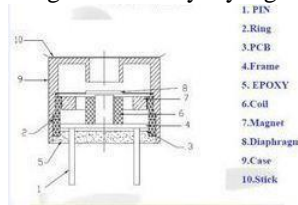
D. Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer sama dengan loud speaker, jadi buzzer terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus listrik sehingga menjadi 29 elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar.



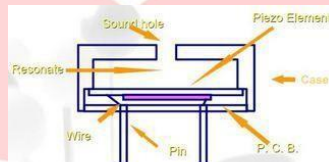
Gambar 7 Buzzer 12 Volt [16].

1. Electromagnetic Transducers Transduser elektromagnet menggunakan magnet dan koil untuk menghasilkan energi akustik. Ketika ada arus pada koil dari sumber tegangan, alat ini menghasilkan area magnetik yang merubah transduser menjadi suara. Berbeda dengan piezo elektrik, transducers adalah perangkat yang lebih besar dan hanya menghasilkan sinyal yang kecil [17].



Gambar 8 Electronic Buzzer [17].

2. Piezoelectric Piezoelektrik adalah hasil elektrik yang diakumulasikan pada kristal dan keramik tertentu dalam merespon sesuatu. Piezoelectric transducers menggunakan piring logam dalam berkonjungsi dengan elemen keramik piezo. Piring logam akan bergetar ketika elemen melebar dan berkontaksi, dan kemudian menimbulkan suara.



Gambar 9 Piezoelectric [17].

E. Modul GSM

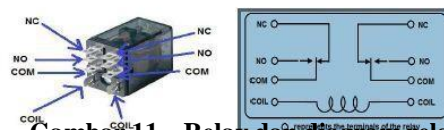
Modul GSM adalah peralatan yang didesain supaya dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi dari mesin ke mesin atau dari manusia ke mesin. Fungsi Modul GSM adalah sebagai penghubung mikrokontroler dengan jaringan GSM dalam suatu aplikasi nirkabel [18].



Gambar 10 Modul GSM [20].

F. Relay

Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar yang dikendalikan oleh arus listrik [21]. Dengan menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar. Relay terdiri dari coil dan contact. Coil adalah 31 gulungan kawat yang terdapat arus listrik, sedang contact adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di coil.



Gambar 11 Relay dan diagram Relay [22].

Keterangan Diagram Relay :

- COIL : Terminal koil. Terminal ini merupakan terminal dimana tegangan masuk kedalam relay.
- NO : Normally open. Terminal ini tempat menghubungkan relay dengan perangkat yang ingin diaktifkan ketika relay menerima cukup tegangan. Ini berarti terminal ini hanya akan aktif ketika relay diberi tegangan.
- NC : Normally Close. Terminal ini tempat menghubungkan relay dengan perangkat yang ingin diaktifkan ketika relay tidak menerima tegangan. Ini berarti terminal ini hanya akan aktif ketika relay tidak diberi tegangan.
- COM : Terminal common pada relay, ketika relay diaktifkan, COM dan NO bersifat kontinu. Sedangkan ketika relay tidak aktif, COM dan NC yang bersifat kontinu.

G. Gear Pump (Pompa Roda Gigi)

Gear pump (pompa roda gigi) adalah jenis pompa *positive displacement* dimana fluida mengalir melalui celah roda gigi dengan dinding rumahnya. Disebut sebagai pompa karena fluida yang dialirkan pada umumnya berupa cairan (*liquid*) atau bubuk (*slurry*) [23]. Terdapat 2 jenis pompa :

1. External Gear Pump Gear pump bekerja dengan cara mengalirkan fluida melalui celah-celah antara gigi dengan dinding. Kemudian fluida dikeluarkan melalui saluran outlet karena sifat pasangan roda gigi yang selalu memiliki titik kontak. Suatu pasangan roda gigi secara ideal akan selalu memiliki satu titik kontak dengan pasangannya meskipun roda gigi tersebut berputar.
2. Internal Gear Pump Internal gear pump bekerja dengan memanfaatkan roda gigi dalam yang biasanya dihubungkan dengan penggerak dan roda gigi luar yang biasanya bertindak sebagai idler. Awalnya fluida masuk lewat suction port antara rotor (roda gigi besar) dan idler (roda gigi kecil).

H. USB hub

USB Hub adalah sebuah perangkat kecil yang memiliki dua atau lebih port USB. Saat USB port ini dihubungkan ke komputer maka pengguna akan bisa menghubungkan beberapa perangkat USB sekaligus tanpa harus mencabut USB yang lain [24]. Berikut ini adalah jenis USB hub :

1. Internal USB PCI Card Untuk menginstall internal PCI USB Card harus membuka casing komputer dan caranya adalah disisipkan ke dalam slot PCI yang 34 tersedia pada motherboard, jenis ini tidak dianjurkan kecuali pengguna bisa menginstallnya sendiri.
2. USB Hub (Non Powered) Sebuah USB Hub eksternal adalah sebuah perangkat sederhana dan murah, cukup memasukkannya ke dalam port internal USB yang tersedia. USB Hub jenis ini yang paling populer serta dapat digunakan baik pada Laptop maupun Desktop.
3. Powered USB Hub Sebuah USB Hub eksternal yang juga dapat langsung dimasukkan ke dalam port USB pada komputer. Perbedaannya dengan non powered adalah jenis ini dilengkapi power supply sendiri.

3. Perancangan dan Implementasi Alat

Dalam proses perancangan sebuah sistem, diperlukan sebuah skenario yang terstruktur dengan baik. Untuk memudahkan proses perancangan implementasi diperlukan gambaran model sistem secara umum yang dapat membantu dalam memahami proses perancangan yang akan dilakukan.

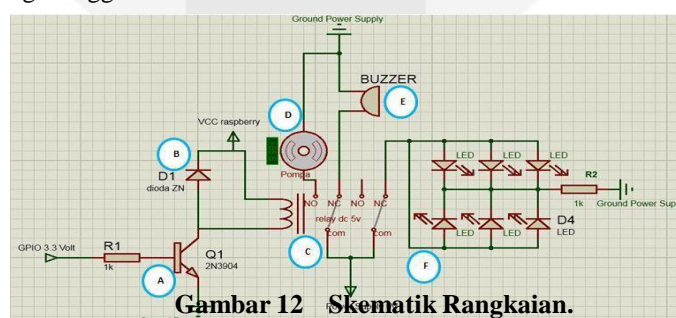


Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

A. Perancangan Perangkat Keras

1. Perangkat keras yang dirancang.

Gambar 3.2 merupakan skematik rangkaian yang penulis gunakan dalam merancang Tugas Akhir. Skematik ini dirancang menggunakan Protheus.



Gambar 12 Skematik Rangkaian.

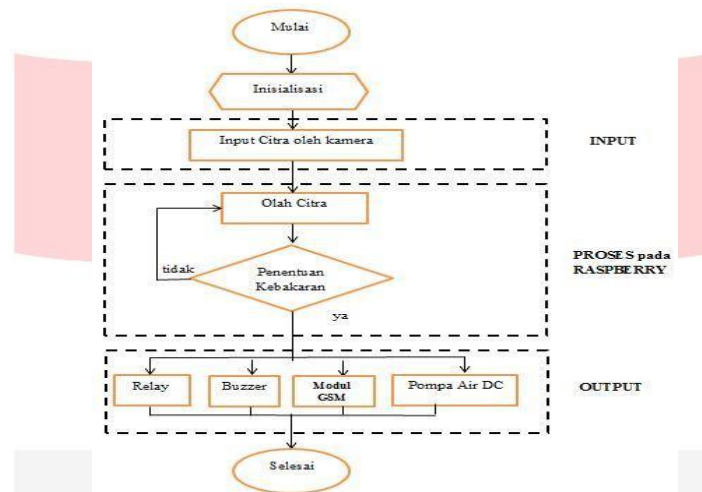
2. Perangkat keras pendukung.

- Web Camera.
- Powered USB hub.
- Power Supply.

- Konektor VGA to HDMI.

B. Perancangan Perangkat Lunak

Berikut ini adalah gambar diagram alir, yang menunjukkan sistem kerja perangkat lunak dalam mengenali objek api. Sistem yang akan dibuat adalah sistem yang dapat memberi peringatan dan penanganan secara otomatis pada kebakaran didalam ruangan. Prinsip kerjanya adalah kamera yang menerima masukan berupa gambar akan mengolah gambar menggunakan pengolahan citra yang akan diproses pada raspberry. Ketika sistem menyatakan bahwa ruangan terjadi kebakaran, sistem akan segera mengaktifkan relay sebagai pemutus jalur kelistrikan, kemudian secara otomatis buzzer (alarm) di ruangan tersebut akan memberikan peringatan pada pengguna. Sebagai keluaran terakhirnya, sistem akan mengaktifkan pompa air untuk mengalirkan air yang digunakan untuk memadamkan api kebakaran. Selain itu, sistem juga akan mengirimkan SMS berupa peringatan telah terjadinya kebakaran dan letak kebakaran ke nomer yang telah ditentukan.



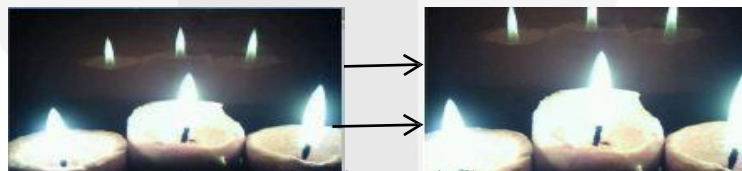
Gambar 3.2 Diagram Alir sistem.

Sebelum menginisialisasi dan mengatur perangkat lunak, yang harus dilakukan pertama kali adalah dengan memanggil library dasar yang ada pada raspberry pi.

4. Pengujian dan analisa

A. Pengujian deteksi Api

- Pengujian dilakukan dengan menjalankan program pengolahan citra yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dalam 3 (tiga) tahap yakni cropping, greyscaling, dan nilai rata-rata. Pengambilan data RGB dilakukan dalam kondisi terang.
 - Cropping: Dalam Tugas Akhir ini, setelah citra berhasil diambil menggunakan kamera, selanjutnya citra akan dipotong menggunakan program cropping yang telah dibuat. Cropping ini digunakan dengan tujuan 50 membuat pengolahan citra lebih fokus dalam pemrosesannya.



Gambar 13 Citra Hasil Cropping

- Greyscaling: Setelah citra dipotong dengan tujuan memfokuskan posisi citra yang akan di proses, selanjutnya citra diubah menjadi bentuk citra greyscale (citra keabuan).



Gambar 14 Citra hasil greyscaling

- Sampling Citra masukan yang telah dipotong dan diubah menjadi citra greyscale, selanjutnya dihitung rata-rata nya untuk kemudian nilai tersebut dibandingkan dengan nilai rata-rata citra pembanding.

```

Python Shell
Python 2.7.3 (default, Mar 18 2014, 05:13:23)
[GCC 4.6.3] on linux2
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
-----
--> data awal
[69.29697183098592, 73.11857645875251, 71.7732595734408]
214.188907847
--> data pembanding
[29.892796780684108, 40.14430080482898, 29.624436619718313]
99.8615342052
API TIDAK TERDETEKSI
  
```

Gambar 15 Hasil sampling (perhitungan rata-rata hasil greyscale)

B. Pengujian Blok Sistem Keseluruhan

Untuk pengujian tahap akhir adalah pengujian blok secara keseluruhan. Dari tiap blok yang telah diuji coba masing-masing digabung dan dilakukan pengujian secara langsung.

INPUT	OUTPUT TARGET	KEBERHASILAN
Tidak ada api	Led indikasi jalur kelistrikan tetap aktif	100%
1 api menyala	Relay aktif, Buzzer aktif, SMS otomatis aktif, Pompa air otomatis aktif, Led indikator nonaktif.	92.5%
2 api menyala	Relay aktif, Buzzer aktif, SMS otomatis aktif, Pompa air otomatis aktif, Led indikator nonaktif.	95%
3 api menyala	Relay aktif, Buzzer aktif, SMS otomatis aktif, Pompa air otomatis aktif, Led indikator nonaktif.	97.5%

Gambar 16 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan.

5. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan :

- Sistem peringatan kebakaran berupa bunyi dan pengiriman pesan secara otomatis berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.
- Sistem penanganan kebakaran berupa pemutusan jalur kelistrikan dan pengaktifan pompa air secara otomatis berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.
- Penggunaan mini komputer Raspberry sebagai basis pengolahan data yakni pengolahan citra, dapat direalisasikan dengan baik pada sistem peringatan dan penanganan kebakaran yang penulis buat.

B. Saran :

- Untuk pengembangan lebih lanjut, Disarankan untuk menambah program ini menggunakan metode fuzzy.
- Untuk dapat menghasilkan data yang lebih akurat, sebaiknya ditambahkan sensor suhu.

6. Daftar Pustaka

- [1] Alfianto, Bobby, misbah, dan Thoha Mustajib. 2014. Sejarah kamera digital. Jepara: slideshare.
- [2] ICT SMANCOL, 2013 Prinsip Kamera Video dan jenis-jenis kamera video, <http://ict-smancol.blogspot.com/2013/04/prinsip-kamera-video-dan-jenis-jenis.html>
- [3] Read, Paul; Meyer, Mark-Paul; Gamma Group (2000). Restoration of motion picture film. Conservation and Museology. Butterworth-Heinemann. pp. 24–26. ISBN 0-7506-2793-X.
- [4] Wikipedia, 2013 Resolusi Gambar, http://id.wikipedia.org/wiki/Resolusi_gambar
- [5] Nugroho, Cahyo (2015). Rancang Bangun Kontrol Penyalaan Televisi Menggunakan Sistem Pendeteksi Keberadaan Mata. Bandung: Fakultas Elektro dan Komunikasi Institut Teknologi Telkom.
- [6] Wahyu, 2012 Pengertian WebCam dan fungsinya, <http://wahyu.blog.fisip.uns.ac.id/2011/12/06/pengertian-web-cam-dan-fungsinya/>
- [7] wikipedia, 2015 Raspberry pi. http://id.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
- [8] Gonzalez, Rafael C, Richard E Woods dan Steven L Eddins. 2008. Digital Image Processing Using MATLAB. India : Dorling Kindersley.