

PROTOTYPE SISTEM PEMADAM API MENGGUNAKAN RASPBERRY PI DENGAN NOTIFIKASI WHATSAPP

¹Fauziah, ²Ragiel Hadi Prayitno, ³Bayu Kumoro Yakti, ⁴Ary Bima Kurniawan
^{1,2} Fakultas Ilmu Komputer Universitas Gunadarma, ^{3,4} Fakultas Teknologi Industri Universitas
Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat
¹fauziah87@staff.gunadarma.ac.id, ^{2*}ragielhp@staff.gunadarma.ac.id,
³bayuyakti@staff.gunadarma.ac.id, ⁴bima@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Kebakaran sering terjadi di Indonesia karena faktor manusia dan alam. Banyak kejadian kebakaran dengan korban jiwa yang disebabkan oleh kurangnya keamanan dan lambatnya sistem keselamatan jika terjadi kebakaran. Dengan mengembangkan dan menggunakan teknologi Industri 4.0, masyarakat dapat memungkinkan proteksi kebakaran secara inovatif. Oleh karena itu, penelitian merancang alat pemadam kebakaran yang dapat mendeteksi api dan mengirimkan notifikasi melalui media WhatsApp kepada petugas kebakaran, yang diimplementasikan dalam bentuk prototipe menggunakan mini komputer yaitu Raspberry PI. Penelitian ini melakukan tiga tahapan, yaitu tahap desain rangkaian, implementasi rangkaian dan pengujian sistem. Sensor yang digunakan yaitu sensor UV-Tron TPA81 dan flame sensor. Saat UV-Tron mendeteksi api, servo bergerak untuk mencari api dan mengirimkan pesan peringatan melalui WhatsApp. UV-Tron dapat mendeteksi nyala api pada balok dengan ukuran 56cm x 49cm, flame sensor dan sensor TPA81 mendeteksi posisi nyala api. Jika api yang dinyalakan lebih dari satu, alat tersebut akan bergantian memadamkan apinya setelah api sebelumnya padam. Ketika flame sensor mendeteksi api, maka akan mengaktifkan pompa secara otomatis dan mengedarkan tekanan air hingga sensor tidak lagi mendeteksi api. Pengguna akan diberitahu melalui WhatsApp ketika api terdeteksi dan padam.

Kata Kunci: Flame Sensor, Raspberry PI, TPA81, UV-Tron, WhatsApp.

Abstract

Fires often occur in Indonesia due to human and natural factors. Many fire incidents with fatalities are caused by a lack of security and slow safety systems in the event of a fire. By developing and using Industry 4.0 technology, society can enable innovative fire protection. Therefore, the research is designing a fire extinguisher that can detect fire and send notifications via WhatsApp media to firefighters, which is implemented in the form of a prototype using a mini computer, namely the Raspberry PI. This study carried out three stages, namely the circuit design stage, the series implementation and system testing. The sensors used are the UV-Tron TPA81 sensor and the fire sensor. When UV-Tron detects a fire, the servo moves to search for fire and sends a warning message via WhatsApp. UV-Tron can detect a flame in a beam with a size of 56cm x 49cm, the flame sensor and the TPA81 sensor detect the position of the flame. If more than one fire is lit, the tool will take turns turning off the fire after the previous one is extinguished. When the fire sensor detects fire, it will activate the pump automatically and circulate the water pressure until the sensor no longer detects fire. Users will be notified via WhatsApp when a fire is detected and extinguished.

Keywords: Flame Sensor, Raspberry PI, TPA81, UV-Tron, WhatsApp.

PENDAHULUAN

Kebakaran sering terjadi di Indonesia karena faktor manusia dan alam. Banyak kejadian kebakaran dengan korban jiwa yang disebabkan oleh kurangnya keamanan dan lambatnya sistem keselamatan jika terjadi kebakaran. Dengan mengembangkan dan menggunakan teknologi Industri 4.0, masyarakat dapat memungkinkan proteksi kebakaran secara inovatif. Banyaknya gedung perkantoran, pemukiman dan industri, terutama bagi penduduk perkotaan yang padat penduduk, menimbulkan kerawanan dan memerlukan perlakuan khusus jika terjadi kebakaran (Wicaksono, 2009). Mobil pemadam kebakaran menemui banyak kendala ketika terjadi kebakaran di jalan sempit yang terhalang oleh orang yang melihat api.

Hal ini didukung oleh data Dinas Mitigasi dan Penyelamatan yang menyebutkan total ada 1.139 titik api di Jakarta pada tahun 2016. Sebagian besar kebakaran dapat ditelusuri kembali ke korsleting listrik dan kompor gas (Yusuf, 2016). Banyak penelitian yang telah dilakukan dalam menangani bencana kebakaran terus dikembangkan secara prototipe diantaranya, (Jahar, 2017) melakukan penelitian yang membuat alat pemadam kebakaran dengan mendeteksi api berdasarkan cahaya api. Alat ini bekerja mendeteksi cahaya api menggunakan sensor flame sensor, lalu keluaran sensor berupa data yang diolah oleh arduino dengan menggunakan pemrograman yang sudah

diprogram dengan actuator berbentuk buzzer, pompa air, dan blower (Jahar, 2017).

Yuanito Yoga Pratama (2014) melakukan penelitian untuk mempercepat pemadaman api tetapi disini penulis menggunakan sensor pedeteksi gas MQ-7 yang untuk mendeteksi dimana keberadaan api dan mikrokontroller yang digunakan pada alat ini adalah ATmega16 (Pratama, 2017). Torang M.Hutahaean (2009) yang melakukan penelitian berupa alat pendeteksi api yang dirancang agar dapat mengetahui ada tidaknya api didalam suatu ruangan, dan secara otomatis alat mendeteksi adanya api kemudian memadamkannya. Untuk dapat mengetahui keberadaan api digunakan sensor Uv-Tron dan photodiode dan mikro yang digunakan adalah AT89S51 yang berfungsi untuk mendeteksi api, menyalakan alarm, menghidupkan display, mencari dan memadamkan api (Hutahaean, 2009).

Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa kebakaran yang terjadi dapat dideteksi dengan menggunakan sensor Uv-Tron dan sensor flame. Namun pada penelitian sebelumnya belum ada informasi mengenai terjadinya kebakaran secara otomatis kepada petugas pemadam kebakaran. Sehingga penulis mengembangkan penelitian tersebut untuk membuat sistem yang mencegah kebakaran semakin parah dan mempercepat proses pemadaman. Oleh karena itu, penelitian merancang alat pemadam kebakaran yang dapat mendeteksi api dan mengirimkan notifikasi melalui media WhatsApp kepada

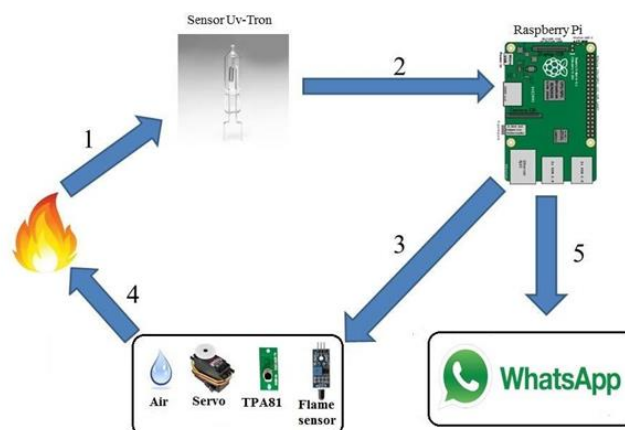
petugas kebakaran, yang diimplementasikan dalam bentuk prototipe menggunakan mini komputer yaitu Raspberry PI. Tujuan dari penelitian ini adalah agar dapat menghasilkan sistem pemadam kebakaran yang lebih efektif dan efisien dalam membantu petugas kebakaran.

METODE PENELITIAN

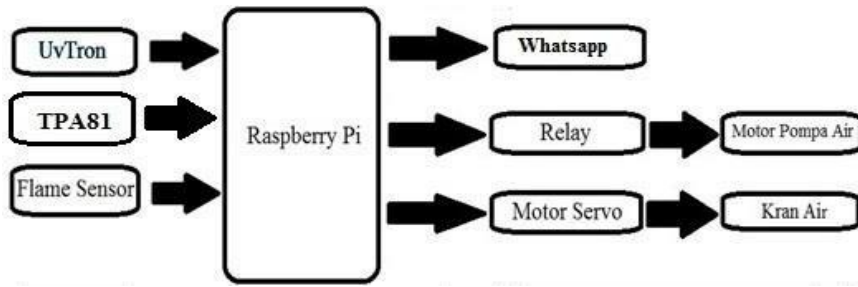
Metode pada penelitian terdiri dari tiga tahap yaitu desain rangkaian, implementasi rangkaian dan pengujian sistem. m. Mikrokontroler yang digunakan dalam penelitian ini adalah Raspberry PI yang memiliki kelebihan dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya. Pada tahap desain rangkaian, peneliti menentukan komponen-komponen yang akan digunakan dan membuat sketsa rangkaian seperti pada Gambar 1. Penjelasan dari rangkaian tersebut sebagai berikut,

1. Pertama sensor UV-Tron telah mendeteksi adanya cahaya api.
2. Sensor UV-Tron akan mengirimkan data yang diolah oleh Raspberry PI.
3. Raspberry PI mengirimkan perintah ke servo untuk bergerak mencari titik api yang akan dibantu oleh flame sensor dan sensor TPA81 pada ruangan.
4. Setelah flame sensor dan sensor TPA81 mendapatkan dimana titik api berada, maka keran akan mengeluarkan air untuk memadamkan api.
5. Raspberry PI akan mengirimkan notifikasi berupa peringatan adanya kebakaran kepada petugas via WhatsApp.

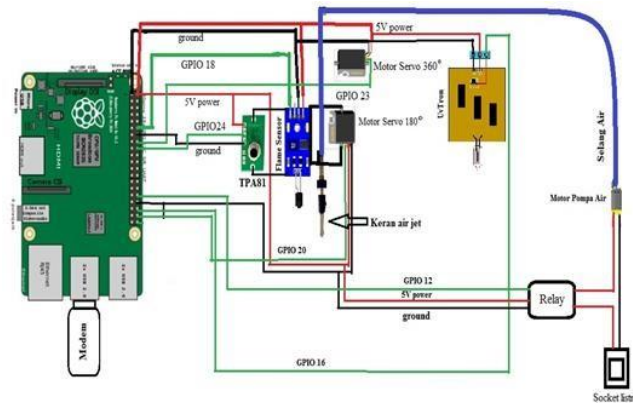
Tahap kedua yaitu mengimplementasi komponen-komponen yang digunakan pada desain rangkaian dalam bentuk blok diagram yang terdiri dari blok input, blok proses dan blok output. Tahapan ini dapat terlihat pada Gambar 2.



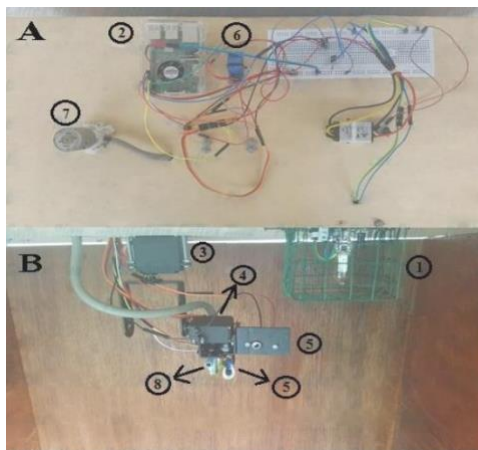
Gambar 1. Desain Rangkaian



Gambar 2. Blok Diagram Rangkaian



Gambar 3. Rangkaian Skematik Alat



Gambar 4. Tampilan Luar (A) dan Dalam (B)

Pada blok input, Uv-Tron dihubungkan ke Raspberry pi sebagai media inputan utama karena Uv-Tron mampu lebih cepat untuk mendeteksi cahaya api. Flame Sensor dan TPA81 adalah inputan kedua yang akan

dibantu oleh servo sebagai pembantu deteksi cahaya api dan panas api sesuai arah dimana titik api.

Blok proses merupakan bagian kontroler semua komponen dan jenis

mikrokontroler yang digunakan pada alat ini adalah Raspberry pi 2 model B. Raspberry pi ini memiliki 40 pin GPIO, dan pin yang dibutuhkan pada perancangan alat ini yaitu pin 5v GPIO power, pin GPIO ground, dan pin GPIO yang dibutuhkan untuk flame sensor, sensor UvTron, sensor TPA81, motor servo 360°, motor servo 180°, dan relay. Mikrokontroler dalam sistem ini berfungsi untuk menerima dan mengelola data dari UvTron dan juga flame sensor saat mendeteksi api.

Pada unit output yaitu berupa motor servo, whatsapp, dan relay yang berfungsi sebagai penghidup motor pompa air menjadi otomatis. Modem berfungsi sebagai media pengirim notifikasi peringatan jika sensor mendeteksi adanya api Motor servo dihubungkan pada ground, 5V power, GPIO 18 dan GPIO 23, selanjutnya modem dihubungkan pada port USB Raspberry pi. Relay tidak hanya terhubung pada mikrokontroller tetapi juga terhubung pada motor pompa air yang dimana relay akan mengambil arus positif dari pompa tersebut. Gambar 3 merupakan bentuk skematik rangkaian dan Gambar 4 merupakan hasil implementasi sistem.

Adapun alat-alat yang digunakan dan urutan kerja alat adalah sebagai berikut:

1. Sensor Uv-Tron, sensor uvtron ini berfungsi mendeteksi cahaya api yang memancarkan sinar ultraviolet, sensor ini yang pertama mendeteksi cahaya api lilin.

2. Raspberry pi, merupakan mini komputer yang digunakan untuk memproses data yang telah didapatkan dari sensor UV-Tron.
3. Motor servo, motor yang mampu bekerja dua arah dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan, motor servo bergerak horizontal secara otomatis dari sudut 0° hingga 180°.
4. Motor servo, motor yang mampu bekerja dua arah dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan, motor servo bergerak secara vertikal mencari titik api dari sudut 0° hingga 180°.
5. Flame sensor dan TPA81, flame sensor merupakan sensor pendeteksi api dengan jarak maksimal 80 cm yang berfungsi menentukan posisi dimana titik api berada. Dan sensor TPA81 merupakan sensor yang mendeteksi sinar infra merah dengan jarak jangkau 2 meter, TPA81 akan menentukan nilai perubahan suhu panas ketika mendeteksi cahaya api dan mengirimkan nilai suhu yang dideteksi bersamaan ketika pengiriman notifikasi Whatsapp.
6. Relay, merupakan saklar elektronik yang dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain, relay pada alat berfungsi menyalakan pompa secara otomatis ketika sensor mendeteksi adanya cahaya api dan pompa secara otomatis

- mati ketika sistem telah memadamkan api.
7. Pompa Air, merupakan mesin yang berfungsi memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain dengan tekanan air yang lebih tinggi, pompa air pada alat berfungsi menyempatkan air yang akan keluar dari kran dan memadamkan api.
 8. Kran air, merupakan penutup dan membuka aliran air, kran air pada alat berfungsi untuk menyempatkan air yang dialirkan dari pompa untuk menyempatkan air kearah titik api.

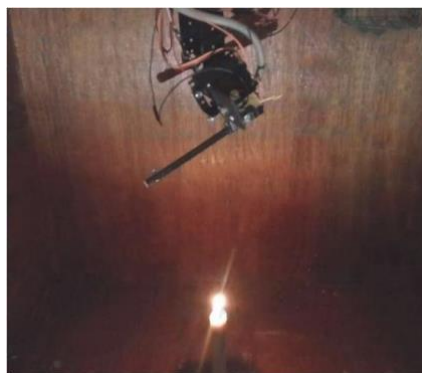
Setelah alat pemadam api terarah ini selesai dibuat, maka hasilnya ketika Uv- Tron telah mendeteksi adanya cahaya api lilin pada balok, servo, flame sensor akan mencari dan menentukan dimana posisi api, lalu ketika flame sensor telah mendapatkan posisi api, TPA81 akan mendeteksi adanya perubahan suhu panas dan mengirimkan nilai suhu bersama notifikasi whatsapp ke pengguna, setelah mendapatkan posisi api maka sistem akan mengirimkan notifikasi whatsapp kepada user bahwa alat telah mendeteksi adanya api

pada ruangan dan pompa menyala secara otomatis serta mengalirkan tekanan air yang dikeluarkan oleh kran air untuk memadamkan api lilin, setelah api padam sistem kembali mengirimkan kepada user bahwa api telah dipadamkan.

Tahapan selanjutnya yaitu proses pengujian. Proses pengujian yang dilakukan dengan tiga sampai lima percobaan untuk setiap komponen yang digunakan, apakah komponen tersebut dapat bekerja dengan baik. Dan sistem yang dirancang sudah bekerja sesuai program dengan benar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dengan melakukan pengujian jarak sensor pada Flame Sensor dan sensor UV-Tron untuk mengetahui jarak jangkauan maksimal dari sensor dalam mendeteksi api, sensor akan diuji dari jarak 10 cm hingga jarak maksimal yang mampu dideteksi oleh sensor. Gambar 5 merupakan ujicoba alat berupa prototipe.



Gambar 5. Hasil Alat

Tabel 1. Pengujian Jarak Deteksi pada Flame Sensor

Jarak	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3	
	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK
10 cm	✓	-	✓	-	✓	-
10.5 cm	✓	-	✓	-	✓	-
20 cm	✓	-	✓	-	✓	-
20.5 cm	✓	-	✓	-	✓	-
30 cm	✓	-	✓	-	✓	-
30.5 cm	✓	-	✓	-	✓	-
40 cm	✓	-	✓	-	✓	-
40.5 cm	✓	-	✓	-	✓	-
50 cm		✓		✓		✓

Tabel 2. Pengujian Jarak Sensor UV-Tron

Jarak	Percobaan 1		Percobaan 2		Percobaan 3	
	YA	TIDAK	YA	TIDAK	YA	TIDAK
50 cm	✓	-	✓	-	✓	-
100 cm	✓	-	✓	-	✓	-
150 cm	✓	-	✓	-	✓	-
200 cm	✓	-	✓	-	✓	-
250 cm	-	✓	-	✓	-	✓

Tabel 3. Jarak Jangkauan TPA81

Jarak (cm)	Percobaan 1	
	Ada Api (°C)	Tidak Ada Api (°C)
10	160	38
	158	34
	159	37
	158	35
Percobaan 2		
20	139	32
	133	37
	125	33
	117	34
Percobaan 3		
30	86	35
	80	33
	76	34
	64	32
Percobaan 4		
40	53	32
	63	36
	55	34
	53	33
Percobaan 5		
50	42	33
	39	34
	37	35
	33	32

```

Python 2.7.9 Shell
File Edit Shell Debug Options Windows Help
>>> ----- RESTART -----
>>>
160
>>> ----- RESTART -----
>>>
158
>>> ----- RESTART -----
>>>
159
>>> ----- RESTART -----
>>>
159
>>> ----- RESTART -----
>>>
159
>>> ----- RESTART -----
>>>
159
>>> ----- RESTART -----
>>>
158
>>> ----- RESTART -----

```

Gambar 6. Ujicoba Sensor TPA81 pada jarak 10 cm

Berdasarkan Tabel 1 dapat dipahami bahwa pengujian flame sensor dalam mendeteksi api lilin dilakukan 3 kali percobaan, pada percobaan 1, 2, dan 3 diuji dari jarak terdekat 10 cm flame sensor mampu mendeteksi adanya cahaya api lilin, dan pada jarak 10.5 cm, 20 cm, 20.5 cm, 30 cm, 30.5 cm, dan 40 cm flame sensor masih mampu mendeteksi adanya cahaya api lilin, jadi batas maksimal flame sensor mampu mendeteksi cahaya api lilin dengan jarak 40 cm dan pada jarak 50 cm flame sensor tidak mampu lagi mendeteksi cahaya api lilin, dan kesimpulan dari hasil yang telah diuji yaitu flame sensor hanya mampu mendeteksi api lilin hingga jarak maksimal 40.5 cm. Perlu diketahui bahwa besar atau tidaknya cahaya api juga mempengaruhi sensor dalam mendeteksi cahaya api.

Tabel 2 dapat dipahami bahwa pengujian sensor Uvtron dalam mendeteksi api lilin dilakukan 3 kali percobaan dari jarak 50 cm hingga batas maksimal sensor Uvtron mampu mendeteksi cahaya api lilin, pada percobaan 1, 2, dan 3 sensor masi mampu mendeteksi cahaya api lilin dari jarak 50 cm

dan jarak ditambah sebesar 50 cm, pada jarak 100 cm, 150 cm, dan 200 cm sensor uvtron masi masih mampu mendeteksi cahaya api lilin dan pada jarak 250 cm sensor tidak mampu lagi mendeteksi api lilin, jadi kesimpulan yang didapat yaitu sensor uvtron hanya mampu mendeteksi api lilin pada jarak maksimal 200 cm. Perlu diketahui bahwa besar atau tidaknya cahaya api juga mempengaruhi sensor dalam mendeteksi cahaya api.

Tabel 3 dapat dipahami bahwa pengujian sensor suhu TPA81 dalam mendeteksi api lilin dilakukan 5 kali percobaan pendeteksian dari jarak 10 cm hingga batas maksimal sensor mampu mendeteksi cahaya api lilin dengan jarak 40 cm dan pada jarak 50 cm sensor tidak dapat lagi mendeteksi cahaya api lilin. Suhu normal yang dideteksi oleh TPA81 dibawah 40 dan jika lebih dari 40 maka TPA81 mendeteksi adanya perubahan suhu panas. Perlu diketahui bahwa besar atau tidak nya cahaya api juga mempengaruhi sensor dalam mendeteksi cahaya api.

Gambar 6 merupakan ujicoba sensor TPA81 untuk mendeteksi besarnya suhu yang

terdeteksi oleh sensor pada jarak 10 cm di ujicoba pertama.

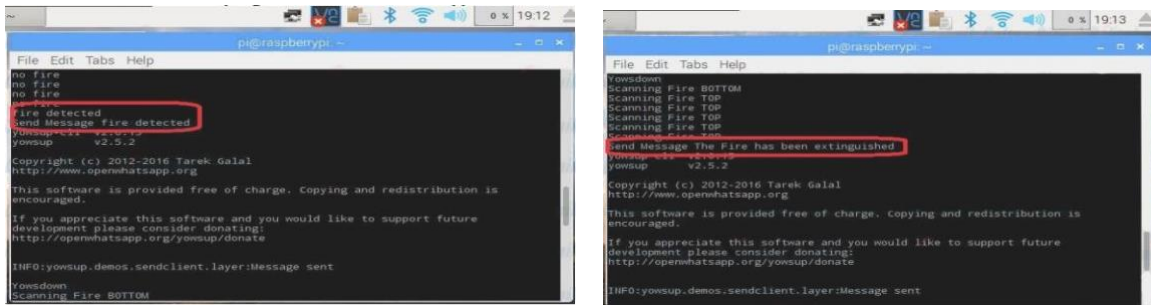
Dari pengujian jarak 3 sensor yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa diantara 3 sensor pendeteksi api lilin, sensor yang lebih efektif dalam mendeteksi api lilin dalam jarak yang jauh adalah sensor uvtron karena uvtron mampu mendeteksi cahaya api lilin dalam jarak 200 cm, sedangkan flame sensor hanya mampu mendeteksi cahaya api lilin dengan jarak maksimal 40.5 cm dan sensor TPA81 hanya mampu mendeteksi api lilin dengan jarak maksimal 40 cm.

Pengujian berikutnya yaitu pengiriman notifikasi whatsapp ini dilakukan untuk mengetahui apakah nomor yang sudah didaftarkan diprogram dapat menerima notifikasi peringatan dan ketika api telah padam apakah nomor tersebut dapat menerima notifikasi bahwa api telah padam. Dari 3 kali percobaan yang telah diuji, diketahui bahwa pengiriman notifikasi instant messenger whatsapp berhasil mengirimkan notifikasi peringatan melalui whatsapp ke nomor pengguna yang telah ditentukan dan ketika api telah padam sistem juga berhasil mengirimkan notifikasi kepada user bahwa api telah dipadamkan. Berikut hasil gambar dari beberapa percobaan pengiriman notifikasi whatsapp.

Pada percobaan pertama pada Gambar 7 adalah tampilan dari raspbian ketika program

dijalankan dan ketika uvtron telah mendeteksi adanya api maka sistem akan mengirimkan notifikasi peringatan melalui whatsapp secara otomatis kepada user sebagai tanda bahwa alat telah mendeteksi adanya api pada suatu ruangan, dan pada sistem telah berhasil mengirimkan notifikasi kepada user ketika alat telah berhasil mendeteksi posisi api dan memadamkannya, dan gambar 8 merupakan tampilan whatsapp dari smartphone user yang telah berhasil menerima notifikasi peringatan dan notifikasi bahwa api telah padam. Hasil pengujian pengiriman notifikasi whatsapp pada percobaan pertamaberhasil mengirim dan menerima notifikasi whatsapp.

Jadi kesimpulan dari hasil pengujian pengiriman notifikasi whatsapp, sistem telah berhasil mengirimkan notifikasi peringatan kepada user ketika sensor uvtron telah mendeteksi adanya api, dan ketika alat telah mendapatkan posisi api sekaligus memadamkannya maka sistem kembali mengirimkan notifikasi whatsapp kepada user bahwa api telah padam. Pada pengujian ini nomor yang dapat menerima notifikasi whatsapp hanya nomor yang telah didaftarkan dalam program saja, dan isi pesan yang akan dikirimkan kepada user bersifat static, lalu sistem hanya mampu mengirimkan pesan ke satu nomor saja dikarenakan whatsapp pada raspbian hanya mampu mengirimkan pesan pada 1 nomor pada sekali perintah saja.



Gambar 7. Pengiriman Notifikasi Whatsapp Terdeteksi Api dan Api Telah Padam



Gambar 8. Menerima Notifikasi Whatsapp

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan percobaan pada sistem pemadam api ini, maka dapat disimpulkan bahwa alat ini mampu mendeteksi api pada lilin dengan menggunakan Flame sensor dan sensor UVTron, dan menentukan posisi api serta dapat mendeteksi ada atau tidaknya api pada suatu ruangan. Alat tersebut dapat memadamkan api dengan menyemprotkan air secara otomatis yang ada diatas api sehingga air akan menyemprotkan api secara fokus pada titik tertentu. Notifikasi peringatan yang dikirim kepada pengguna dengan menggunakan media aplikasi whatsApp dapat terkirim dengan baik. Saran

guna pengembangan berikutnya yaitu menambahkan algoritma AI, sehingga dapat mendeteksi bukan hanya api saja tetapi dapat mendeteksi korban yang terjebak didalam kebakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- H. S. Amri, "Sensor UV-Tron Sebagai Pendeteksi Api pada Robot Pemadam Api Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535", Skripsi, Universitas Negri Sebelas Maret, 2010.
- D. E. Kurniawan, M. N. Surur, "Perancangan Sistem Pengamanan Sepeda Motor Menggunakan Mikrokontroler Raspberry Pi dan Smartphone

- Android," *Jurnal Komputer Terapan* Vol 2. No. 2. 93-104, November 2016.
- G. Ramdoni, Sujono. "Mekanisme Pendeteksian Api Pada Robot Pemadam Api," *Jurnal Maestro*, Vol. 2, no. 1, pp 195-203, 2019.
- M. Apriyaningsih, A. Muid, Nurhasanah, "Prototipe Sistem Pemadam Kebakaran Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328p", *Prisma Fisika*, Vol. V, No. 3, Hal. 106 - 110, 2017.
- T. M. Hutahean, "Perancangan Alat Pendeteksi Dan Pemadam Kebakaran Otomatis Dengan Menggunakan Sensor UV-Tron Berbasis Mikrokontroler AT89S51," Skripsi, Universitas Sumatera Utara, 2009.
- A. Jahar, "Alat Pemadam Kebakaran Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno ATMEGA 328P," Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia, 2013.
- Y. Y. Pratama, L. Subekti, "Alat Pemadam Api Terarah Berbasis Mikrokontroler," Skripsi, Universitas Gadjah Mada, 2014.
- E. Rakhman, ddk., *Raspberry pi : Mikrokontroller mungil yang serba bias*, Yogyakarta: Andi Publisher, 2015.
- D. Sasmoko, A. Mahendra, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis IoT dan SMS Gateway Menggunakan Arduino," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 8(2), 469-476, 2017.
- L. A. Sutawati, I. N. S. Kumara, W. Widiadha, "Pengembangan Three Degree of Freedom Hexapod sebagai Robot Pemadam Api dengan Sensor UVTron Hamamatsu," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, Vol. 17, No. 3, pp 417-426, 2018.
- R. Hartono, G. A. Firdaus, "Implementasi Robot Cerdas Pemadam Api dengan Multi Independent Steering," *Telekontran*, Vol. 6, No. 2, pp 35-46, 2018.
- R. Sigit, *Motor Servo*. Surabaya: Politeknik Elektro Negeri Surabaya Tetraxrobotics. Motors & Servos. Available : https://www.tetraxrobotics.com/Motors_and_Servos. [Accessed: Juni 13, 2017].
- A. Wicaksono, *Markas Pusat Dinas Pemadam Kebakaran Semarang*. Indonesia: Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Undip. 2009.
- M. Yusuf, "Sepanjang 2016 Kebakaran di Jakarta 1.139 Kasus, 20 Orang Tewas," Desember, 2016. [Online]. Available:<http://wartakota.tribunnews.com/2016/12/23/sepanjang-2016-kebakaran-di-jakarta-1139-kasus-20-orang-tewas?page=all>. [Accessed: Januari 3, 2017].