

# Otomasi Sistem Pencegah Kebakaran Berbasis Iot Dengan Fitur Notifikasi Dan Monitoring Video Berbasis Android

1<sup>st</sup> Yovan Ardiyanto  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia.

yovanardiyanto@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Rendy Munadi  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia.

rendymunadi@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Asep Mulyana  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia.

asepmulyana@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak** — Sumber terjadinya bencana kebakaran di lingkungan rumah tangga pada umumnya akibat dari hubung singkat listrik atau kebocoran tabung gas terutama saat rumah dalam keadaan kosong ditinggal penghuninya sehingga gejala awal kebakaran tersebut tidak terdeteksi. Jika gejala awal dapat diketahui lebih dini, niscaya kerugian besarpun dapat dihindari.. Pengujian dilakukan dalam dua segi, yaitu uji fungsi dan uji performansi. Dari hasil uji fungsi setiap elemen fungsional, secara keseluruhan menunjukkan sistem berfungsi 100 % sebagaimana mestinya (sesuai rencana). Dari segi uji performansi dilakukan pengujian alat sensor berupa tingkat kesalahan (error rate) dari sensor suhu (DHT11) yang menunjukkan rata-rata 2.16%, dan sensitivitas sensor api yang mampu mendeteksi api dalam jarak kurang dari 100 Cm dari jilatan api. Dari hasil uji performansi jaringan berupa delay notifikasi ke aplikasi tiap sensor rata-rata 4,465 detik dan pengukuran kualitas video dengan metoda obyektif diperoleh delay : 6,599 ms, packet loss 0 % , jitter 6,571 ms dan throughput 803,593 kbit/s dengan hasil konversi parameter QoS tersebut ke Mean Opinion Sore (MOS) menggunakan E-Model diperoleh MOS : 4,426 (yang berarti kategori excellent); sementara dengan metoda subyektif (kuisisioner) diperoleh nilai MOS sebesar 4,039 (kategori very good) .

**Kata kunci**— Smart home, pencegahan kebakaran rumah, IoT, sistem monitoring video, aplikasi android.

## I. PENDAHULUAN

Kebakaran adalah salah satu peristiwa yang tidak diinginkan yang sering lepas kendali. Karena sifatnya yang berbahaya dan dampaknya terhadap kehidupan dan penghidupan manusia, kebakaran digolongkan sebagai bencana. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), bencana adalah “suatu peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan manusia karena faktor alam, faktor nontrivial, dll. kerusakan, perusakan lingkungan, hilangnya objek harta benda dan dampak psikologis”[1].

Daerah perkotaan (terutama daerah padat penduduk) merupakan daerah rawan kebakaran. Misalnya, di Provinsi DKI Jakarta, rata-rata terjadi 800 kebakaran setiap tahunnya, atau sekitar 67 kebakaran per bulan. Angka tersebut

menunjukkan bahwa masalah kebakaran dan ledakan di perkotaan perlu mendapat perhatian serius, terutama dalam pencegahan dan penanggulangannya[2]. Kebakaran di perkotaan seringkali disebabkan oleh korsleting kabel/alat listrik, pipa gas elpiji yang bocor atau kelalaian manusia seperti lupa mematikan api kompor atau puntung rokok yang terbakar. Upaya pemadaman sering dilakukan bekerjasama dengan warga dengan peralatan seadanya sebelum petugas pemadam kebakaran tiba di lokasi. Permasalahan yang sering muncul selama ini adalah sulitnya mengendalikan api karena sangat besar sehingga sulit dikendalikan oleh masyarakat sekitar dan keterlambatan kedatangan petugas pemadam kebakaran. Inilah akar permasalahannya karena belum adanya sistem untuk mendeteksi dini tanda-tanda kebakaran.

Berdasarkan uraian tersebut maka diperlukan sistem deteksi dini gejala kebakaran sekalipun rumah dalam keadaan kosong ditinggal penghuni. Maka pada Tugas Akhir ini akan dirancang dan direalisasikan sistem deteksi dini dengan fitur notifikasi dan pengawasan melalui melalui kamera dengan aplikasi android.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Internet of Things (IoT)

*Internet of Things* (IoT) adalah sebuah konsep yang mana sebuah objek ditampilkan teknologi seperti sensor dan software yang terhubung dengan internet dan dapat saling bertukar data ataupun interaksi antar perangkat lainnya[3].

### B. Mikrokontroler ESP8266

Mikrokontroler ESP8266 adalah sebuah perangkat mikrokontroler seperti Arduino yang dilengkapi dengan sebuah modul *Wi-Fi* dalam chip sehingga dapat mendukung untuk membuat sebuah sistem aplikasi *Internet of Things* (IoT)[9]. Selain itu modul Mikrokontroler ESP8266 berbasis SOC (Single On Circuit) yang menjadikan perangkat ini dapat bekerja tanpa mikrokontroler lainnya. ESP8266 memiliki beberapa macam tipe diantaranya ESP8266 Module Series, Wemos, NodeMCU, dan ESPDuino.

### C. Mikrokontroler Arduino Pro Mini

Arduino berawal dari sebuah thesis yang dibuat oleh Hernando Barragan di Institute Ivrea dan kemudian pada tahun 2005 dikembangkan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dengan nama Arduino of Ivrea. Hingga pada waktu itu diganti dengan nama Arduino yang artinya dalam bahasa Italia berarti Teman yang berani[17]. Arduino pro mini adalah salah satu jenis Arduino yang banyak digunakan para pemula dikarenakan banyak sekali contoh ataupun referensi yang beredar di internet. Arduino pro mini menggunakan antarmuka USB TTL serta menggunakan 14 pin input dan output digital, 8 pin analog, dan mikrokontroler Atmega328,

### D. Android

Android adalah sistem operasi milik Google, yang saat ini telah banyak tersedia pada perangkat seluler yang dikembangkan oleh Open Handset Alliance (OHA). Android merupakan sistem operasi berbasis Linux dengan tampilan Pengguna yang disederhanakan. Sistem operasi pada android bersifat open source yang berarti bahwa seluruh fungsi aplikasi di Android dapat diunduh secara gratis dan memberi peluang bagi pengguna untuk mengembangkan aplikasi mereka[5].

### E. Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah sebuah modul sensor yang berfungsi untuk membaca objek suhu yang dapat diolah dengan mikrokontroler. Sensor ini dapat membaca suhu mulai dari paling rendah  $-20^{\circ}\text{C}$  hingga paling tinggi hingga  $60^{\circ}\text{C}$ [9].

### F. Sensor MQ-2

Sensor MQ-2 merupakan alat untuk mendeteksi/mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. MQ-2 adalah Sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi lpg, Iso-butane, Propane dengan sensitivitas yang tinggi[7].

### G. Sensor MQ-7

Sensor asap merupakan sebuah modul sensor gas yang berbasis MQ-7, yaitu sensor yang bereaksi terhadap kadar gas karbon monoksida yang terdapat dalam udara. Modul ini memiliki keluaran data digital serta desain hardware minimalis yang memudahkan proses penggunaan sensor MQ-7[15]. Modul ini dapat diaplikasikan sebagai alarm peringatan dini, ataupun gas detector untuk membantu proses industri yang melibatkan gas karbon monoksida,

### H. Sensor api

*Flame sensor* merupakan sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi nyala api yang memiliki panjang gelombang antara 760nm – 1100nm. Sensor ini menggunakan infrared sebagai transduser dalam mensensing kondisi nyala api tersebut. Pada sensor api menggunakan transduser yang berupa infrared (IR) sebagai sensing sensor. Transduser digunakan untuk mendeteksi penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu yang memungkinkan alat untuk membedakan antara spectrum cahaya pada api dengan spectrum cahaya lainnya seperti spectrum cahaya lampu[8].

### I. Relay

*Relay* adalah sebuah komponen output yang berfungsi sebagai saklar untuk perangkat lain. Relay dikontrol dengan tegangan dari pin mikrokontroler ESP8266 sehingga dapat melakukan switch. Terdapat 3 bagian utama untuk mengkoneksikan *Relay* yaitu COM sebagai input dari perangkat lain, NC (Normally Close) pada keadaan biasa COM akan terhubung ke pin NC, dan NO (Normally Open) pada keadaan biasa tidak terhubung, namun jika saat relay mendapat tegangan dari mikrokontroler maka COM akan berpindah dari NC dan terhubung dengan NO[25].

### J. Arduino IDE

*Arduino IDE (Integrated Development Environment)* adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat atau mengedit suatu kode pemrograman dari perangkat mikrokontroler arduino ataupun ESP8266.

### K. Exhaust Fan

*Exhaust fan* adalah alat yang berfungsi untuk menjaga sirkulasi udara didalam ruangan yang memiliki sirkulasi udara yang kurang baik, sehingga suhu udara disuatu ruangan menjadi tidak panas dan dapat mengalirkan sirkulasi udara. Pada exhaust fan tidak bisa terhubung langsung ke sumber listrik DC sehingga membutuhkan relay sebagai transformator agar kipas bisa dinyalakan[12].

### L. Firebase

*Firebase* merupakan API milik Google atau sistem penyimpanan data yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi web Android dan iOS. Firebase memiliki fitur seperti database realtime dan layanan backend (otentikasi, penyimpanan, notifikasi, dan lain-lain)[14]. Dengan menyediakan library untuk platform yang berbeda, Firebase dapat diintegrasikan dengan Android, iOS, Javascript, Node, dan sebagainya. Keunggulan yang dimiliki oleh firebase yaitu dapat melakukan proses sinkronisasi dan mengupdate data secara cepat dan real time bahkan saat pengguna tidak terkoneksi dengan internet. Melalui fitur-fitur yang tersedia, tugas akhir ini menggunakan Firebase sebagai penyimpan data hasil monitoring dan kontrol alat IoT.

### M. Buzzer

*Buzzer Listrik* adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya, Buzzer yang merupakan sebuah perangkat audio ini sering kali digunakan pada rangkaian anti-maling, Alarm pada Jam Tangan, Bel Rumah, peringatan mundur pada Truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya[10].

### N. Webcam

*Webcam* atau yang biasa disebut 'web camera' merupakan perangkat keras komputer yang berbentuk kamera digital yang dapat terhubung dengan laptop maupun komputer. Menurut Wikipedia, Webcam berasal dari dua kata: web dan camera, yang merujuk pada kamera berkemampuan realtime. Kemampuan yang dimiliki Webcam sama seperti kamera digital lainnya yang mana Webcam dapat mengambil gambar dan merekam video[11].

O. Mit App Inventor

MIT App Inventor 2 adalah Integrated Development Environment (IDE) yang didapat bagi semua kalangan untuk mengembangkan aplikasi Android tanpa harus berpengalaman dalam dunia pemrograman. Pada App Inventor pengguna tidak harus bersentuhan dengan dunia pemrograman komputer yang kompleks[22]. Pengguna tidak perlu menuliskan kode-kode pemrograman untuk membuat aplikasi. Yang uniknya dari App Inventor 2 adalah App Inventor 2 berbasis Visual Block Programming yang mampu mentransformasikan pengkodean bahasa pemrograman kedalam bentuk visual dalam bentuk kode-kode program. Pengkodean program dilakukan dengan cara Drag – Drop blok-blok kode program kedalam Block Editor yang kemudian menyusun block-block tersebut seperti halnya pengguna menyusun puzzle sesuai dengan alur program yang pengguna kehendaki[23]

P. Quality Of Service(QoS)

QoS menurut International Telecommunication Union (ITU) adalah efek kolektif dari sebuah kinerja layanan yang menentukan derajat kepuasan seorang pengguna terhadap sebuah layanan[14].

a. Quality of service untuk notifikasi

TABEL 1

Standar Pengukuran Packet Loss menurut ITU-T G.1010.

No	Kategori Packet Loss	Packet Loss	Indeks
1	Sangat Bagus	0	4
2	Bagus	5%	3
3	Kurang Bagus	15%	2
4	Jelek	25%	1

TABEL 2

Standar Pengukuran Delay menurut ITU-T G.1010.

No	Kategori Delay	Delay	Indeks
1	Sangat Bagus	<150 ms	4
2	Bagus	150 – 300 ms	3
3	Kurang Bagus	300 – 450 ms	2
4	Jelek	>450 ms	1

b..Quality of service untuk video streaming

TABEL 3 Standar Pengukuran Packet Loss menurut ITU-T G.1010.

Jenis Layanan	Derajat simetri	Kategori degradasi	Packet loss ratio (%)
Video	Satu arah (one way)	Dapat diterima(acceptable)	<1

TABEL 4 Standar Pengukuran Delay menurut ITU-T G.1010.

Jenis Layanan	Derajat simetri	Kategori degradasi	Delay (s)
Video	Satu arah (one way)	Dapat diterima(acceptable)	<10

TABEL 5 Standar Pengukuran Throughput menurut ITU-T G.1010.

Jenis Layanan	Derajat simetri	Kategori degradasi	Throughput (kbit/s)
Video	Satu arah (one way)	Dapat diterima(acceptable)	16-384 kbit/s

Q. Mean Opinion Score

Mean opinion score merupakan rekomendasi ITU -T yang digunakan untuk mengukur kinerja dari suatu komunikasi multimedia melalui jaringan berdasarkan pandangan dari end user. Di dalam jaringan komunikasi multimedia (seperti audio, video, atau voice telephony) terutama ketika codec digunakan untuk mengkompresi bandwidth yang dibutuhkan untuk komunikasi tersebut, maka diperlukan MOS untuk mengukur sejauh mana kualitas dari komunikasi tersebut berdasarkan perspektif pengguna akhir[24].

MOS	Kualitas
5	Sangat Baik
4	Baik
3	Cukup
2	Buruk
1	Sangat Buruk

III. METODE

Masing-masing sub-sistem menggunakan sensor yang terhubung ke mikrokontroler arduino pro mini yang terkoneksi dengan mikrokontroler nodemcu esp8266 yang terhubung oleh koneksi internet untuk mengetahui parameter-parameter yang menjadi acuan pengambilan data dan akan dikirimkan ke firebase untuk di tampilkan pada aplikasi android.

A. Objek Penelitian

Objek yang diteliti yaitu *monitoring sistem pencegah kebakaran berbasis iot dengan fitur notifikasi dan video pada aplikasi android*

B. Rancangan Penelitian

Dalam menyelesaikan permasalahan terkait *monitoring sistem pencegah kebakaran berbasis iot dengan fitur notifikasi dan video pada aplikasi android* perlu dilakukan langkah sebagai berikut:

1. Tahap studi pustaka dan pengumpulan data, yaitu proses pengumpulan data, studi literatur, dan identifikasi masalah.
2. Analisis kebutuhan dan perancangan, yaitu pada proses ini dilakukan analisa kebutuhan apa saja yang diperlukan dalam membuat sistem deteksi kebakaran serta membuat sebuah skema rangkaian sistem agar nantinya sistem dapat lebih mudah dirancang .
3. Realisasi dan implementasi, yaitu tahapan ini dibangun sistem dengan perakitan pada hardware terlebih dahulu seperti menyambungkan sensor dengan Arduino pro mini dan dilanjutkan dengan proses pengkodean program..
4. Uji coba, yaitu tahapan ini penulis menguji sistem deteksi kebakaran apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau belum sehingga jika terjadi kekurangan atau pun kegagalan dapat segera di atasi.

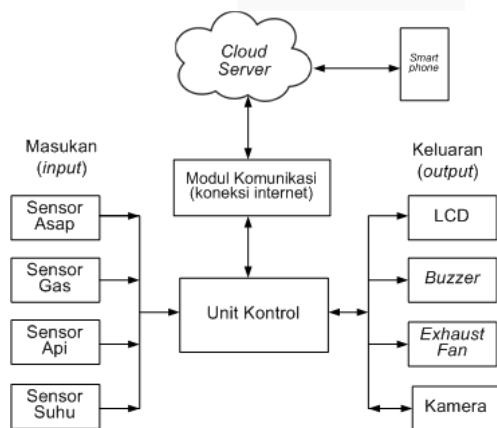
5. Kesimpulan dan dokumentasi, yaitu tahapan terakhir ini memastikan sistem deteksi kebakaran sudah sesuai dengan apa yang diharapkan dan sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya tanpa adanya kendala.

C. Model sistem

1. Sistem Sensor : berfungsi mendeteksi adanya situasi/kejadian abnormal berupa kebocoran gas, jilatan api, adanya asap, kebocoran gas, serta temperatur dengan ambang batas tertentu sebagai gejala kebakaran, dimana kondisi ini merupakan masukan bagi Unit Kontrol
2. Unit Kontrol : berfungsi menerima masukan dari sistem sensor dimana akan mengirimkannya ke smartphone berupa notifikasi dalam hal mendeteksi adanya kondisi abnormal.

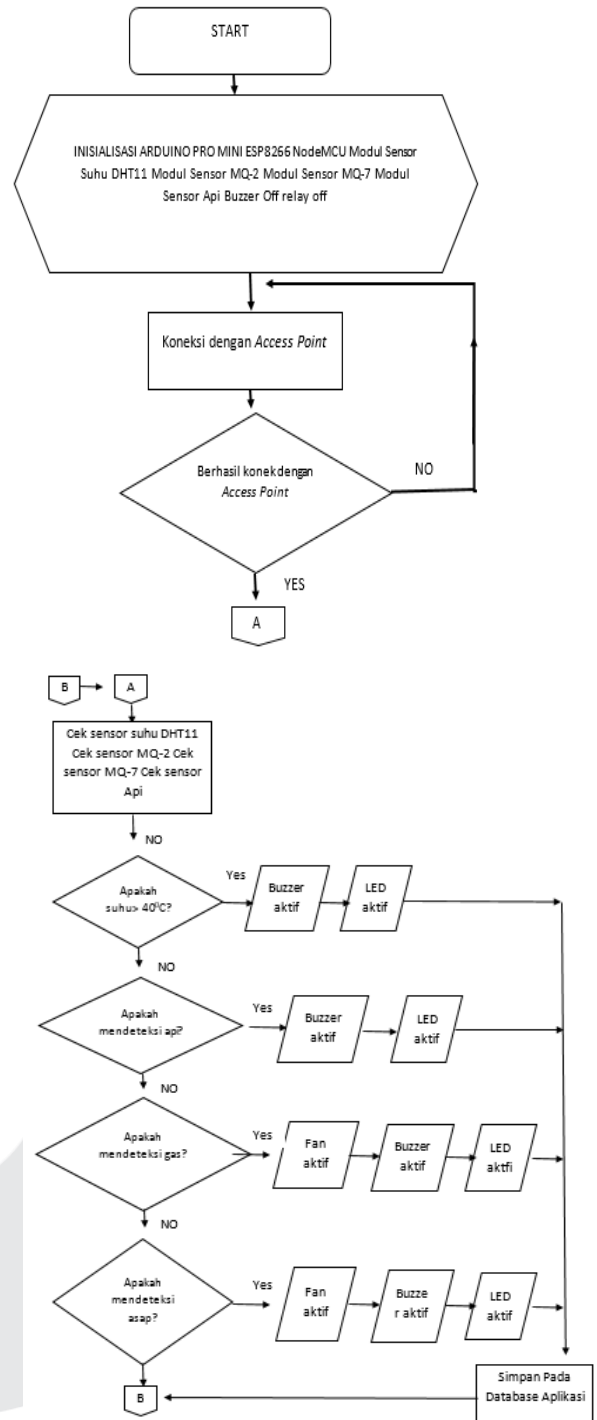
Aktuator sebagai keluaran Unit Kontrol yang terdiri dari :

- a. Unit Alarm audio (buzzer) yang akan diaktifkan oleh Unit Kontrol jika terdeteksi adanya kondisi abnormal (gejala kebakaran atau kebocoran gas)
- b. Unit Exhaust Fan : yang akan diaktifkan oleh Unit Kontrol jika terdeteksi adanya kebocoran gas
- c. LCD : untuk menampilkan hasil deteksi oleh masing-masing sensor
- d. Kamera : untuk melakukan monitoring berupa live video live streaming melalui smartphone android
- e. Cloud Server : berfungsi untuk pengolahan data hasil sensor dari Unit Kontrol dan data video dari kamera untuk kemudian di-forward ke Smartphone.
- f. Aplikasi pada android untuk menampilkan notifikasi serta video live streaming dari kamera



GAMBAR 1 (C) Model sistem

D. Diagram Alir Sistem



GAMBAR 2 (D) Diagram alir system

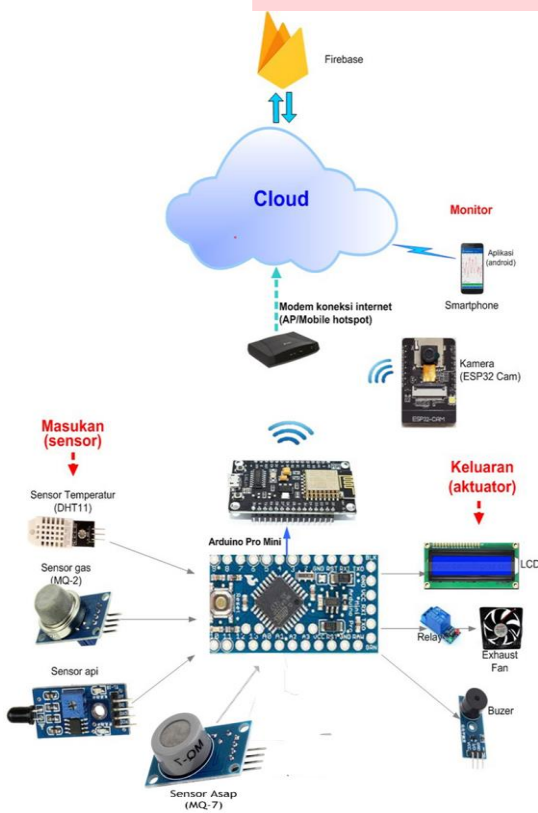
Pada Gambar 2(D) merupakan rangkaian komponen yang digunakan pada sistem deteksi kebakaran yang terdiri dari 4 buah sensor yaitu sensor asap, api, gas, dan suhu yang berguna untuk mendeteksi gejala dini kebakaran, serta exhaust fan, cam, buzzer dan led sebagai output. Sumber daya yang digunakan untuk mengoperasikan 4 komponen tersebut dari sebuah kabel USB yang terhubung dengan listrik DC tegangan 2-5 V dan untuk daya exhaust fan dan cam menggunakan daya eksternal. Nilai dari sensor suhu, sensor gas, sensor asap dan api akan dibaca oleh Arduino dalam

bentuk sinyal analog dan digital serta jika terdeteksi adanya api maka akan membunyikan buzzer/alarm dan akan memunculkan notifikasi pada aplikasi. Jika terdeteksi suhu lebih dari 40 derajat celcius maka buzzer/alarm akan berbunyi dan memunculkan notifikasi pada aplikasi. Apabila terdeteksi adanya asap lebih dari 300 ppm oleh sensor MQ-7 maka buzzer/alarm akan berbunyi, menghidupkan exhaust fan dan memunculkan notifikasi pada aplikasi. ketika terdeteksi adanya gas lebih dari 400 ppm maka buzzer/alarm akan berbunyi, menghidupkan exhaust fan dan memunculkan notifikasi pada aplikasi selanjutnya data tersebut dikirimkan.

E. Realisasi Perangkat Hardware

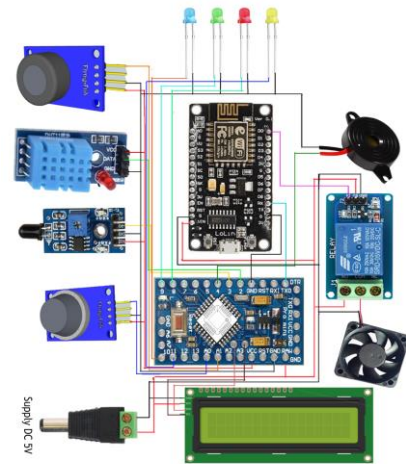
1. Blok Diagram Perangkat Hardware

Dalam realisasi perangkat hardware, berdasarkan Blok Diagram Sistem yang telah disesuaikan dengan pemilihan komponen ditunjukkan pada Gambar 3(E)



GAMBAR 3 (E)  
Blok Diagram Hardware

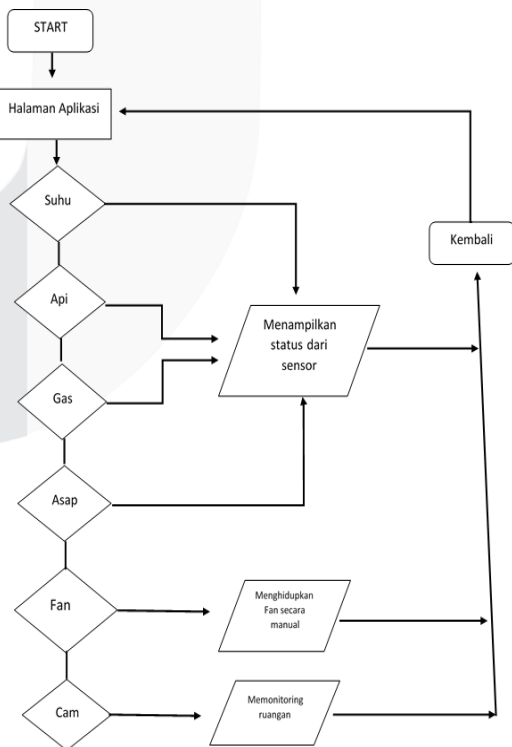
2. Wiring Diagram Perangkat Hardware



GAMBAR 4 (E)  
Blok Diagram Hardware

F. Desain Perangkat Lunak

Pada Gambar 5(F) menjelaskan aplikasi yang digunakan oleh pengguna perlu terhubung dengan internet. Pengguna kemudian bisa masuk ke aplikasi dengan mengakses main activity. Setelah masuk ke main activity, Pengguna menentukan ingin memilih pilihan yang tersedia dari indikator Suhu, gas, api, asap, fan, cam,. Ketika pengguna memilih indikator suhu maka sensor suhu DHT11 akan merequest hasil penggambarannya. Aplikasi akan melakukan update data ke firebase dan menampilkan hasil penggambaran dan menampilkan nilai suhu terbaru.



GAMBAR 5 (F)  
Rangkaian Skematik Sistem Android

- Desain Aplikasi android

1. Main activity



GAMBAR 6 (F) Main activity

Pada Gambar 6 (F) merupakan antarmuka ketika masuk ke main activity. Main activity berfungsi untuk memberikan arahan kepada pengguna untuk memberitahu apa saja yang dapat diremote dengan aplikasi sistem deteksi kebakaran. Selain itu activity ini juga memberikan fitur perintah untuk melihat hasil penggambaran dan monitoring dengan melakukan klik tombol salah satu indikator yang tersedia.

2. Result activity



GAMBAR 7 (F) Result activity

pada Gambar 7(F) menunjukkan antarmuka Result Activity yang berfungsi untuk menampilkan hasil monitoring sensor suhu pada sebuah ruangan dan menampilkan sensor suhu yang berupa nilai suhu saat ini dan saat suhu lebih dari 40°C maka status pada aplikasi akan menampilkan kondisi ruangan tidak aman.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap alat proyek dilakukan untuk mengetahui kinerja alat baik dari masing-masing bagian maupun keseluruhan alat. Tujuan dari pengujian alat ini diharapkan mampu mendapatkan hasil data pengujian yang

valid dan juga untuk mengetahui kesesuaian alat apakah bekerja dengan apa yang diharapkan.

A. Pengujian Alat

Pengujian alat otomatisasi sistem pencegah kebakaran berbasis iot dengan fitur notifikasi dan monitoring video berbasis android ini menjelaskan mengenai proses-proses yang akan dilakukan untuk mendapatkan data uji.

Pada proses pengujian fungsional dengan cara menguji setiap bagian-bagian berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja perangkat sudah dapat berfungsi dengan baik dan benar sesuai dengan tujuan yang diharapkan.












Berdasarkan blok diagram serta flowchart yang telah dirancang pada penjelasan bab sebelumnya, peneliti mengimplementasikan prototipe sistem deteksi bahaya kebakaran berbasis IoT (Internet of Things) pada tabel 1 dan tabel 2.





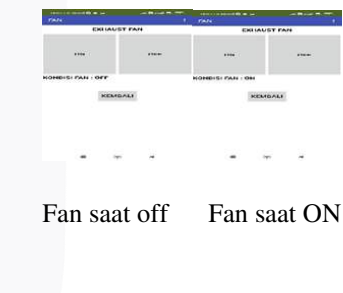

TABEL 1 Pengujian Fungsional perangkat keras

No	Alat Uji	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Keterangan
1	Sensor Api	Mendeteksi api dari jarak yang sudah diatur	Indikator sensor menyala dan status pada aplikasi menjadi ada api serta led, buzzer aktif	Berhasil
2	Sensor Suhu	Menggunakan hairdryer sampai suhu melebihi 40°C	Indikator sensor menyala dan status pada aplikasi menjadi ruangan tidak aman serta led dan buzzer aktif	Berhasil
3	Sensor Asap	Membakar kertas sampai nilai asap >300 PPM	Indikator sensor menyala dan status pada aplikasi menjadi ada asap serta led, buzzer dan fan aktif	Berhasil
4	Sensor Gas	Menggunakan gas pada korek gas sampai nilai gas > 400 PPM	Indikator sensor menyala dan status pada aplikasi menjadi ada gas serta led, buzzer dan fan aktif	Berhasil
5	Cam	Memantau kondisi secara real time lewat aplikasi agar mendapatkan kondisi yang valid	Aplikasi dapat memunculkan video dari kamera secara real time	Berhasil
6	Fan	Menghidupkan/mematikan fan secara manual	Fan dapat hidup saat pengguna aplikasi menekan tombol ON dan mati saat menekan tombol OFF	Berhasil
7	Esp8266	Otomatis terkoneksi dengan wifi	Esp8266 dapat terhubung ke wifi dan mengirimkan data ke firebase	Berhasil
8	Arduino pro mini	Komunikasi serial	Arduino pro mini dapat mengirimkan data ke esp8266	Berhasil
9	Lcd	Menampilkan hasil baca sensor	Lcd dapat menampilkan hasil deteksi dari sensor	Berhasil
10	Buzzer	Berbunyi jika kondisi terpenuhi	Buzzer dapat berbunyi jika sensor memenuhi kondisi tertentu	Berhasil
11	Relay	Membuat kondisi dimana sensor mendeteksi sesuatu yang memicu relay	Relay akan otomatis menghidupkan fan jika sensor memenuhi kondisi tertentu	Berhasil

TABEL 2 Hasil Pengujian alat Ketika Terdeteksi Kebakaran

KONDISI	SENSOR	LCD	EXHAUST FAN
Suhu terdeteksi > 40 °C			-

Asap Terdeteksi			
Gas Terdeteksi > 400 PPM			
Api Terdeteksi			-
Manual On/Off Fan	 Saat off	 Saat on	

Suhu terdeteksi > 40 °C	
Asap Terdeteksi	
Gas Terdeteksi > 400 PPM	
Api Terdeteksi	
On/off exhaust fan	 Fan saat off    Fan saat ON
camera	

**B. Uji Fungsional Perangkat Lunak**

Perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan otomatisasi sistem deteksi kebakaran berbasis internet of things dengan notifikasi dan monitoring video berbasis android adalah firebase sebagai database dan web server.

TABEL 3  
Hasil Pengujian Fungsional Perangkat Lunak

No	Kasus Uji	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Keterangan
1	Tombol buttom api	Fungsional	Setelah menekan buttom aplikasi dapat menampilkan hasil dari pembacaan sensor api	Berhasil
	Tombol buttom Suhu	Fungsional	Setelah menekan buttom aplikasi dapat menampilkan hasil dari pembacaan sensor suhu	Berhasil
3	Tombol buttom Asap	Fungsional	Setelah menekan buttom aplikasi dapat menampilkan hasil dari pembacaan sensor asap	Berhasil
4	Tombol buttom Gas	Fungsional	Setelah menekan buttom aplikasi dapat menampilkan hasil dari pembacaan sensor suhu	Berhasil
5	Tombol buttom kamera	Fungsional	Aplikasi dapat memunculkan video dari kamera secara real time	Berhasil
6	Tombol buttom Exhaust Fan	Fungsional	Fan dapat hidup saat pengguna aplikasi menekan tombol ON dan mati saat menekan tombol OFF	Berhasil

TABEL 4  
Hasil Pengujian aplikasi Ketika Terdeteksi Kebakaran

KONDISI	Tampilan Aplikasi
---------	-------------------

**C. Uji Perfomansi**

Proses uji perfomansi bertujuan untuk mengetahui sistem yang dibuat apakah telah berfungsi dengan baik atau tidak sesuai dengan tujuan yang diharapkan, baik dari *hardware, software* dan kamera. Agar dapat di ketahui seberapa jauh kinerja dari alat yang telah dibuat.

1. Pengujian Modul Sensor DHT11

Sensor suhu yang digunakan adalah sensor suhu DHT11, sensor suhu berfungsi untuk mendeteksi berapa derajat suhu ruangan jika terjadi musibah kebakaran, apakah suhu tersebut aman untuk didatangi manusia atau tidak sehingga pemilik sistem ini dapat memperkirakan aman atau tidaknya masuk ke ruangan tersebut.

TABEL 5  
Hasil pengujian sensor suhu

Percobaan	DHT11(°C)	Termometer(°C)	Kesalahan Pengukuran (%)	Ketelitian Pengukuran (%)	Led	Buzzer	Notifikasi
1	28.9	30.1	2.03	97.97	Mati	Mati	Mati
2	30.2	32.5	3.66	96.33	Mati	Mati	Mati
3	32.3	34.6	3.43	96.56	Mati	Mati	Mati
4	35.7	37.3	2.19	97.8	Mati	Mati	Mati
5	38.5	40.2	2.16	97.83	Mati	Mati	Mati
6	40.8	42.7	2.27	97.72	Hidup	Hidup	Hidup
7	42.9	44.3	1.6	98.39	Hidup	Hidup	Hidup
8	45.3	47.1	1.94	98.05	Hidup	Hidup	Hidup
9	47.2	48.8	1.66	98.33	Hidup	Hidup	Hidup
10	49.6	50.3	0.7	99.29	Hidup	Hidup	Hidup

2. Hasil Pengujian Modul Flame Sensor

Pengujian flame sensor terhadap objek api bertujuan untuk mengetahui jarak maksimal yang dapat dideteksi flame sensor terhadap objek api. Flame sensor telah tersambung ke nodeMCU ESP8266 dan hasil dari pengujian jarak flame sensor terhadap objek api di tampilkan pada serial monitor dan dikirim ke realtime database dan akan ditampilkan di aplikasi android sehingga nantinya Buzzer akan menyala.

TABEL 6  
Hasil pengujian sensor api

NO	Jarak	Indikator	Status	Led	Buzzer	Notifikasi
1	10 cm	ON	Ada Api	Hidup	Hidup	Hidup
2	20 cm	ON	Ada Api	Hidup	Hidup	Hidup
3	30 cm	ON	Ada Api	Hidup	Hidup	Hidup
4	40 cm	ON	Ada Api	Hidup	Hidup	Hidup
5	50 cm	ON	Ada Api	Hidup	Hidup	Hidup
6	60 cm	ON	Ada Api	Hidup	Hidup	Hidup
7	70 cm	ON	Ada Api	Hidup	Hidup	Hidup
8	80 cm	ON	Ada Api	Hidup	Hidup	Hidup
9	90 cm	ON	Ada Api	Hidup	Hidup	Hidup
10	100 cm	OFF	Tidak ada api	Mati	Mati	Mati

3. Hasil Pengujian Modul Sensor Asap MQ-7

Sensor asap pada penelitian ini menggunakan sensor gas MQ-7, sensor gas MQ-7 adalah sensor gas yang sensitif terhadap karbon monoksida hal ini sangat cocok dalam mendeteksi asap pada kebakaran dikarenakan asap pada kebakaran menghasilkan adanya gas karbon monoksida

TABEL 7  
Pengujian sensor asap MQ-7

NO	Kadar Gas	Indikator sensor	buzzer	Led	Relay	notifikasi
1	22 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
2	47 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
3	93 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
4	145 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
5	218 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
6	276 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
7	354 ppm	On	On	On	On	Terkirim
8	411 ppm	On	On	On	On	Terkirim
9	498 ppm	On	On	On	On	Terkirim
10	664 ppm	On	On	On	On	Terkirim

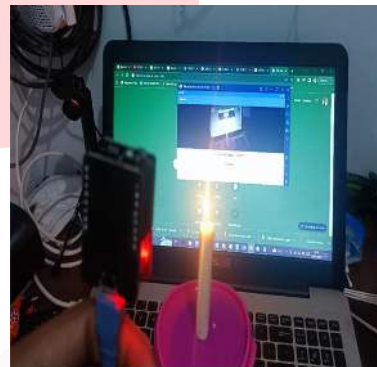
4. Hasil Pengujian Modul Sensor Gas MQ-2

Pengujian sensor MQ-2 bertujuan untuk mengetahui apakah pembacaan nilai kepadatan gas bisa bekerja secara akurat dengan nilai tersebut yang sudah ditentukan.

Tabel 8 Pengujian sensor gas MQ-2

NO	Kadar Gas	Indikator sensor	buzzer	Led	Relay	notifikasi
1	27 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
2	89 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
3	146 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
4	233 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
5	319 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
6	395 ppm	Off	Off	Off	Off	Tidak Terkirim
7	480 ppm	On	On	On	On	Terkirim
8	542 ppm	On	On	On	On	Terkirim
9	598 ppm	On	On	On	On	Terkirim
10	687 ppm	On	On	On	On	Terkirim

5. Hasil Pengujian Kamera ESP32-CAM



GAMBAR 1  
Pengujian kamera

Pengujian kamera menggunakan ESP32-Cam yang bertujuan untuk live stream yang terhubung pada aplikasi android serta untuk mengetahui nilai qos pada video aplikasi.

6. Pengujian Performansi Kualitas 320x240

Pengukuran performansi merupakan salah satu upaya dalam peningkatan efisiensi dan efektifitas kerja suatu jaringan guna meningkatkan produktifitas kerja pada jaringan tersebut. Untuk menguji kualitas performansi dari sistem layanan VoD yang dibangun maka dilakukanlah pengukuran kualitas layanan secara objektif dengan menggunakan QoS.

7. Perhitungan MOS menggunakan Kuesioner  
Perhitungan dengan metode kuesioner ini memperhatikan 3 aspek: kejelasan, kecacatan dan delay yang responden alami.

TABEL 9  
Hasil Perhitungan MOS Menggunakan Kuesioner

Responden	Kecacatan	Kejelasan	Delay
1	5	4	4
2	5	4	5
3	3	5	4
4	5	3	4
5	4	5	5
6	4	5	4
7	5	4	3
8	5	3	4
9	3	5	4
10	4	3	5
11	4	5	3
12	3	3	4
13	3	5	4
14	3	5	5
15	3	4	3
16	5	3	5
17	3	3	4
<b>Rata - Rata</b>	<b>3,941</b>	<b>4,058</b>	<b>4,117</b>
<b>Rata-Rata MOS</b>	<b>4,039</b>		



8. Pengujian Delay Untuk Menampilkan notifikasi Pada Aplikasi Android

Pengujian waktu pengiriman data ketika modul sensor MQ-7 mendeteksi asap, modul sensor MQ-2 mendeteksi kebocoran gas, modul sensor api mendeteksi adanya api, serta pengukuran yang dihasilkan dari modul sensor suhu DHT11 yang akan diterima oleh ESP8266 NodeMCU sebagai kendali, dan mengirimkannya ke database firebase serta dapat ditampilkan di android.

TABEL 10  
Pengujian delay sensor suhu

SENSOR SUHU		
Pengujian Ke -	Waktu(Detik)	Gambar
Pengujian 1	00:04.71	
Pengujian 2	00:05.37	
Pengujian 3	00:05.23	
Pengujian 4	00:05.28	
Pengujian 5	00:06.39	
Rata - Rata	5.39 Detik	

TABEL 11  
Pengujian delay sensor api

SENSOR API		
Pengujian Ke -	Waktu(Detik)	Gambar
Pengujian 1	00:05.11	
Pengujian 2	00:05.61	
Pengujian 3	00:04.02	
Pengujian 4	00:04.30	
Pengujian 5	00:04.81	
Rata - Rata	4.77 Detik	

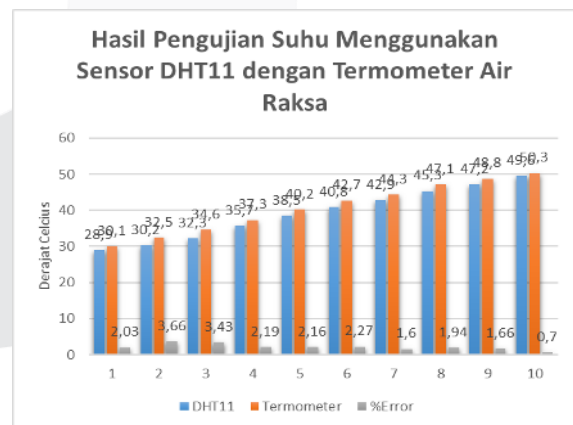
TABEL 12  
Pengujian delay sensor asap

SENSOR ASAP		
Pengujian Ke -	Waktu(Detik)	Gambar
Pengujian 1	00:03.49	
Pengujian 2	00:04.52	
Pengujian 3	00:03.46	
Pengujian 4	00:03.66	
Pengujian 5	00:05.13	
Rata - Rata	4.05 Detik	

TABEL 13  
Pengujian delay sensor gas

SENSOR GAS		
Pengujian Ke -	Waktu(Detik)	Gambar
Pengujian 1	00:03.22	
Pengujian 2	00:02.95	
Pengujian 3	00:03.45	
Pengujian 4	00:03.17	
Pengujian 5	00:03.21	
Rata - Rata	3.20 Detik	

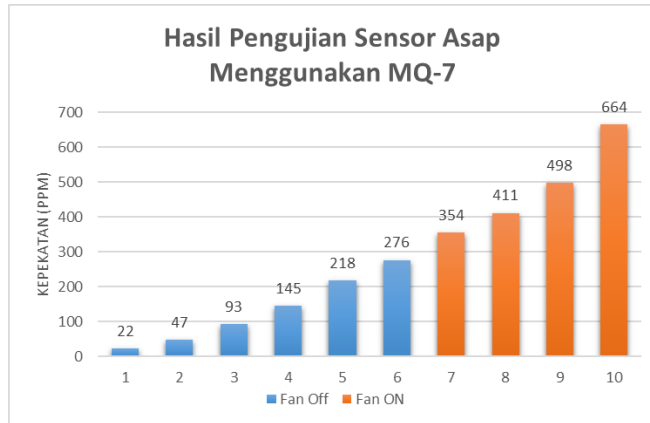
D. Analisis Data Penelitian



GAMBAR 2  
Grafik Hasil Pengujian Suhu Menggunakan Sensor DHT11 Dengan Thermometer Air Raksa

Hasil pengujian yang didapatkan terdeteksi oleh modul sensor suhu DHT11 sebesar 28.90°C, sedangkan pada thermometer ruangan sebesar 30.10°C dengan nilai kesalahan pengukuran 2.03% dan 97.97% untuk percobaan awal dan untuk rata-rata keseluruhan dengan melakukan 10

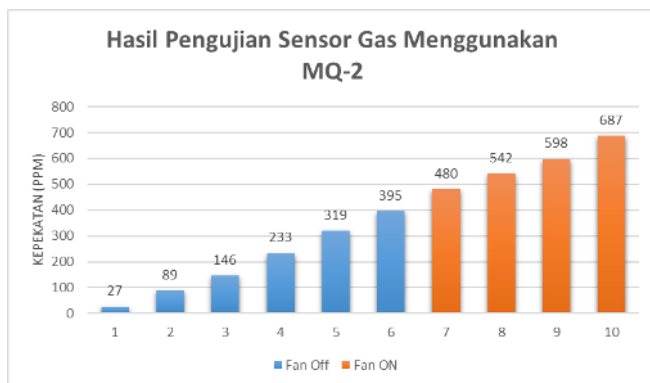
kali percobaan mendapatkan hasil error rate sebesar 2.16% dan akurasi sensor 97.84%



GAMBAR 3

Grafik Hasil Pengujian Sensor Asap Menggunakan MQ-7

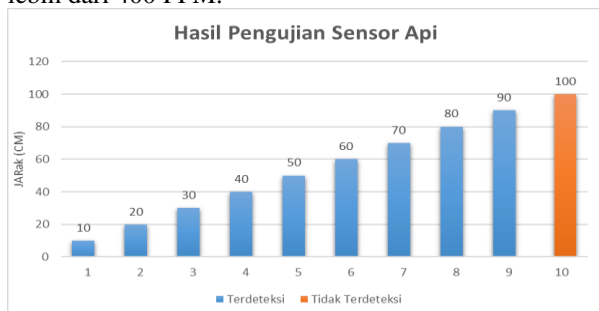
Pengujian dilakukan dengan mengukur asap bekas pembakaran kertas yang dideteksi oleh sensor MQ-7 sebanyak 10 kali dan ditampilkan oleh led dan aplikasi. Mula-mula nilai yang didapatkan sebesar 22 PPM lambat laun nilai menjadi besar mencapai 664 PPM dan syarat untuk memicu lampu led serta buzzer jika nilai asap lebih dari 300 PPM.



GAMBAR 4

Grafik Hasil Pengujian Sensor Gas Menggunakan MQ-2

Pengujian dilakukan dengan mengukur gas pada korek gas yang dideteksi oleh sensor MQ-2 dan ditampilkan oleh lcd dan aplikasi. Mula-mula nilai yang didapatkan sebesar 27 PPM lambat laun nilai menjadi besar mencapai 687 PPM dan syarat untuk memicu lampu led serta buzzer dan exhaust fan agar gas tidak terkonsentrasi di dalam ruangan jika nilai gas lebih dari 400 PPM.

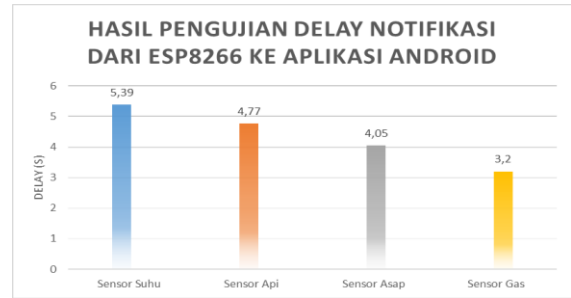


GAMBAR 5

Grafik Hasil Pengujian Sensor Api

Pengukuran flame sensor dilakukan dengan mengukur jarak deteksi flame sensor. Awalnya jarak yang digunakan sejauh

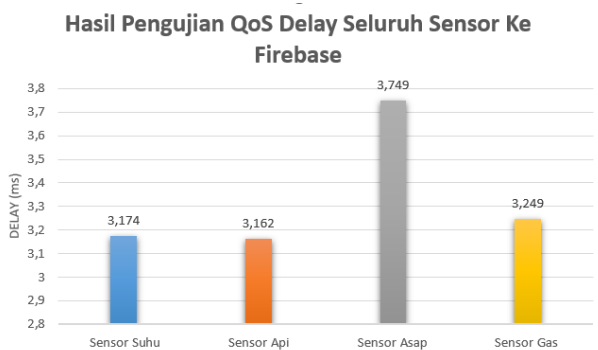
10 cm dan flame sensor mendeteksi adanya api selanjutnya pengujian dilakukan bertahap sampai flame sensor tidak dapat mendeteksi api pada jarak 100 cm. Setiap flame sensor mendeteksi api maka lampu led dan buzzer akan menyala.



GAMBAR 6

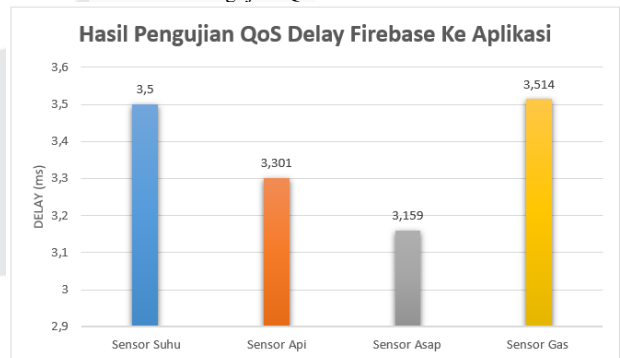
Grafik Hasil Pengujian Delay Notifikasi Dari ESP8266 Ke Aplikasi Android

Berdasarkan tabel, rata-rata waktu pengiriman data sensor suhu DHT11 sebesar 5.39 detik, rata-rata waktu pengiriman data sensor api sebesar 4.77 detik, rata-rata waktu pengiriman data sensor asap MQ-7 sebesar 4.05 detik, rata-rata waktu pengiriman data sensor gas MQ-2 sebesar 3.20 detik dan untuk rata-rata delay notifikasi keseluruhan sensor sebesar 4.465 detik.



GAMBAR 7

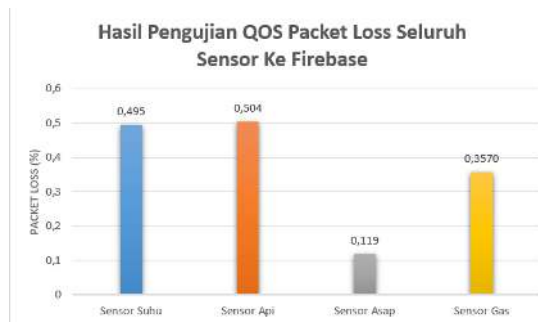
Grafik Hasil Pengujian QoS Seluruh Sensor ke firebase



GAMBAR 8

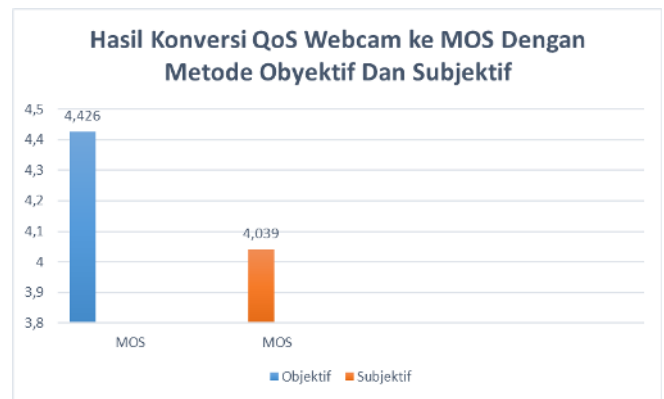
Grafik Hasil Pengujian QoS Firebase ke Aplikasi

Pada tampilan Wireshark yang dilihat di Gambar 7 dan Gambar 8 Delay tertinggi adalah sensor asap bernilai 3.479 dan delay terendah adalah sensor api bernilai 3.162 untuk seluruh sensor ke firebase dan untuk firebase ke aplikasi delay tertinggi adalah 3.514 sensor gas sedangkan delay terendah adalah 3.159 sensor asap.



GAMBAR 9

Grafik Hasil Pengujian QoS Packet Loss Seluruh Sensor ke Firebase



GAMBAR 10

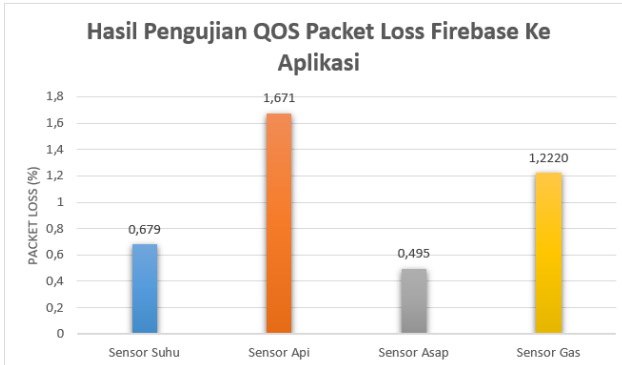
Grafik Hasil Konversi QoS Webcam Ke MOS

Hasil konversi nilai QoS ke MOS pada data objektif memiliki nilai 4.426 dibanding data subjektif yang memiliki nilai 4.039. Sesuai standar ITU-T G.1010 terlihat bahwa aplikasi yang telah dirancang memiliki kategori bagus dan sangat bagus.

TABEL 11

Hasil Pengujian Seluruh Alat Uji

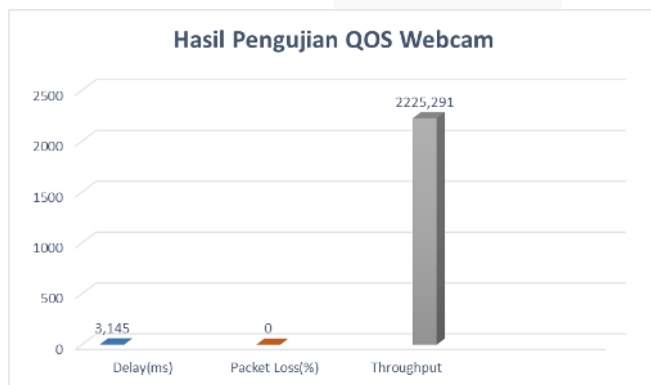
NO	Alat uji	Lcd	Led	Buzzer	Relay	Aplikasi	Notifikasi	keterangan
1	Sensor suhu	V	V	V	X	V	V	Bekerja
	Sensor Api	V	V	V	X	V	V	Bekerja
	Sensor gas	V	V	V	V	V	V	Bekerja
	Sensor asap	V	V	V	V	V	V	Bekerja
	Webcam	X	X	X	X	V	X	Bekerja
	Aplikasi	X	X	X	V	V	X	Bekerja



GAMBAR 10

Grafik Hasil Pengujian QoS Packet Loss Firebase ke Aplikasi

Persentase pada sub menu packet loss pada tab displayed dengan hasil tertinggi 0.504 % untuk sensor api dan 0.119 % untuk sensor asap untuk seluruh sensor ke firebase dan untuk firebase ke aplikasi packet loss tertinggi adalah 1.671 % sensor api sedangkan packet loss terendah adalah 0.495 % sensor asap.



GAMBAR 9

Grafik Hasil Pengujian QoS Webcam

Menunjukkan perbandingan throughput, delay dan packet loss untuk performansi QoS pada aplikasi android.

## V. KESIMPULAN

Setelah melakukan percobaan, pengambilan data, dan penganalisaan terhadap data yang telah didapat pada penelitian otomasi system pendeteksi pencegah kebakaran berbasis IoT (Internet of Things) dengan fitur notifikasi dan monitoring video berbasis android didapatkan kesimpulan. 1) Modul sensor suhu DHT11, modul sensor MQ-2, modul sensor MQ-7, modul sensor api dapat mendeteksi indikasi bahaya kebakaran. 2) ESP8266 NodeMCU sebagai pengirim data firebase yang terhubung oleh Arduino Pro mini dengan menggunakan komunikasi serial menjadi kendali dari prototipe sistem pencegah bahaya kebakaran dengan menggunakan *software* arduino IDE. 3) Aplikasi android dapat menampilkan hasil yang diperoleh dari hasil pembacaan modul sensor yang sebelumnya disimpan didalam database firebase. 4) Prototipe sistem pencegah kebakaran berbasis IoT (Internet of Things) masih terdapat kekurangan yaitu belum dapat mengatasi ketika terdeteksi kebakaran pada rumah, maka perlu dikembangkan lagi agar sistem dapat berkerja lebih baik. 5) Pemberitahuan notifikasi kepada pemilik rumah melalui aplikasi android sudah dapat dilakukan dengan baik.

## REFERENSI

- [1] Admin BPDB. DEFINISI DAN JENIS BENCANA | Badan Penanggulangan v Bencana Daerah. Bpbd.bulelengkab.go.id. (2021). Retrieved 4 December 2021, from <https://bpbd.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/definisi-dan-jenis-bencana-32>.
- [2] DJPb, R. (2021). Simulasi Penanganan Kebakaran Sebagai Mitigasi Dini Menghadapi Resiko Kebakaran. Djpb.kemenkeu.go.id. Retrieved 13 December 2021, from <http://djp.kemenkeu.go.id/kanwil/sumbar/new/id/ata-publikasi/berita-terbaru/2840-simulasi-penanganan-kebakaran-sebagai-mitigasi-dini-menghadapi-resiko-kebakaran.html>.
- [3] A. H. Ngu, M. Gutierrez, V. Metsis, S. Nepal and Q. Z. Sheng, "IoT Middleware: A Survey on Issues and Enabling Technologies," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 4, no. 1, pp. 1-20, Feb. 2017, doi: 10.1109/JIOT.2016.2615180.
- [4] D. E. Bolanakis, "A Survey of Research in Microcontroller Education," in IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje, vol. 14, no. 2, pp. 50- 57, May 2019, doi: 10.1109/RITA.2019.2922856.
- [5] P. Kaur and S. Sharma, "Google Android a mobile platform: A review," 2014 Recent Advances in Engineering and Computational Sciences (RAECS), 2014, pp. 1-5, doi: 10.1109/RAECS.2014.6799598.
- [6] Ekojono, dkk. (2018). Pemrograman Spreadsheet untuk Pemodelan Kontrol Rangkaian elektronika. Malang: Polinema Press.
- [7] Pangaribuan, E. J., & Asna, M. (2020). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LNG Menggunakan Sensor MQ-6 Pada Line Main Gas Header PLTDG Dengan Konektivitas ESP-8266 Berbasis Android. Jurnal Ilmiah TELSINAS. 3(2), 20-32.
- [8] Winanda, Ayu. (2019). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebakaran dan Kebocoran Gas dengan Menggunakan SMS Gateway Berbasis Arduino R3.Tugas Akhir. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara. Diakses dari <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/21208/162408025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [9] Hasan, Ahmad. (2019). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Inkubator Bayi Berbasis Internet Of Things (IoT). Tugas Akhir. Semarang: Universitas Semarang. Diakses dari <https://repository.usm.ac.id/files/skripsi/C41A/2016/C.441.16.0015/C.441.16.0015-15-File-Komplit-20190219032307.pdf>
- [10] Kho, Dickson. (2021). Pengertian Piezoelectric Buzzer dan Cara Kerjanya. Diakses pada 6 Desember 2021, dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-piezoelectric-buzzer-cara-kerja-buzzer/>
- [11] Pengertian Webcam, Fungsi Webcam dan Cara Kerja. Jurnalponse. (2021). Retrieved 3 December 2021, from <https://www.jurnalponse.com/pengertian-webcam-fungsi-webcam-dan-cara-kerja/#>.
- [12] Resna, Nenti. 2021. Serangkaian Fungsi Exhaust Fan dan Manfaatnya bagi Penghuni Rumah. Diakses pada 4 Desember 2021, dari <https://www.sehatq.com/artikel/serangkaian-fungsi-exhaust-fan-dan-manfaatnya-bagi-penghuni-rumah>
- [13]ITU, "T-REC-X.641," 20 Juli 1998. [Online]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-X.641-199712-I/en>. [Accessed 2 Januari 2023].
- [14]ITU, "T-REC-G.1010," 2001. [Online]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.1010-200111-I>. [Accessed 2 Januari 2023].
- [15] Sudarsono, J. F., Sukadarmika, G., & Linawati. (2021). Rancang Bangun Alat Ukur Kualitas Jaringan Berbasis Raspberry Pi 3 Model B. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro. 20(1), 53-50. <https://doi.org/10.24843/MITE.2021.v20i01.P06>
- [16].Aqeel, A. (2018). Introduction to arduino uno. Ww.Teengineeringprojects.Com. <https://www.theengineeringprojects.com/2018/06/introduction-to-arduino-uno.html>
- [17]Rahmat, A. (n.d.). Sejarah singkat lahirnya arduino. Ww.Kelasrobot.Com. Retrieved October 16, 2020, from <https://kelasrobot.com/sejarah-singkat-lahirnya-arduino/>
- [18]Darma, Jarot S., S. A. (2009). Buku Pintar Menguasai Internet: Vol. 18x24 cm. Mediakita. [https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=7LmY998ljJwC&oi=fnd&pg=PR3&dq=internet+buku&ots=pE45QsVJB0&sig=8wR1USHxxQLITb4jYHagfKMllg0&redir\\_esc=y#v=onepage&q=internet buku&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=7LmY998ljJwC&oi=fnd&pg=PR3&dq=internet+buku&ots=pE45QsVJB0&sig=8wR1USHxxQLITb4jYHagfKMllg0&redir_esc=y#v=onepage&q=internet%20buku&f=false)
- [19]Yendri,Dodon, Wildian, Amalia Tiffany(2017). Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Rumah Penduduk Pada Daerah Perkotaan Berbasis Mikrokontroler. <https://docplayer.info/68361046-Perancangan-sistem-pendeteksi-kebakaran-rumah-penduduk-pada-daerah-perkotaan-berbasis-mikrokontroler.html>
- [20] Sutikno,Tole, Wahyu Sapto Aji,Rahmat Susilo(2006). Perancangan Alat Pendeteksi Kebakaran Berdasarkan Suhu Dan Asap Berbasis

Mikrokontroler At89s52.  
<https://docplayer.info/40486198-Perancangan-alat-pendeteksi-kebakaran-berdasarkan-suhu-dan-asap-berbasis-mikrokontroler-at89s52.html>

- [21]Mose, Yuliana(2010). Otomatisasi Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis SMS Gateway. [https://www.academia.edu/27966392/Otomatisasi\\_Sistem\\_Pendeteksi\\_Kebakaran\\_Berbasis\\_SMS\\_Gateway](https://www.academia.edu/27966392/Otomatisasi_Sistem_Pendeteksi_Kebakaran_Berbasis_SMS_Gateway)
- [22]Richard George Payara, Tanone Radius “Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android” Jurnal Teknik Informastika dan Sistem Informasi Vol. 4. No. 3, Desember 2018
- [23]Arya. Wahyu pambudi “CRUD Firebase App Inventor Kodular” artikel, [www.kubahas.com](http://www.kubahas.com), 18 Mei 2020
- [24]Suliman, E. A., & Babiker A. D. (2015). UMTS VoIP Codec QoS Evaluation. IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE), 10(2).
- [25] Kadir, Abdul. 2012. Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino. Yogyakarta: ANDI