

Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things Dengan Pesan Peringatan Menggunakan NodeMCU ESP8266 Dan Platform ThingSpeak

Uyock Anggoro Saputro^{1*}, Agus Tuslam²

^{1,2} Program Studi Informatika Universitas Amikom Yogyakarta

¹uyock@amikom.ac.id

²agus.tuslam@students.amikom.ac.id

Abstrak— Kebakaran sangat sering terjadi karena hubungan pendek arus listrik atau karena kebocoran gas dan lambatnya penanganan yang mengakibatkan semakin membesarnya api, sehingga menyebabkan banyak kerugian. Oleh karena itu, kebakaran yang terjadi harus terdeteksi dengan cepat untuk mencegah ancaman lain. Kondisi ini dapat terdeteksi dengan cepat menggunakan Internet Of Things (IOT), untuk mendeteksi tempat di mana lokasi terjadinya kebakaran, menggunakan sensor yang terintegrasi dengan sistem yang terhubung menggunakan jaringan internet untuk mengirimkan pesan peringatan pada ponsel melalui aplikasi Blynk dan mengirimkan titik lokasi pada layanan darurat (pemadam kebakaran) menggunakan pesan Email, dalam sistem pendeteksi kebakaran menggunakan beberapa sensor, seperti sensor suhu, sensor api, dan sensor asap. Dari sensor tersebut, mengirimkan sinyal ke sistem untuk memeriksa kondisi pada saat itu dan jika sistem mendeteksi kebakaran maka sistem akan mengirimkan pesan pada ponsel pengguna, dan mengirimkan pesan lokasi ke pemadam kebakaran. Sistem yang dibuat untuk mengurangi terjadi kebakaran besar dan meminimalkan alarm palsu dengan menambahkan kamera untuk memantau langsung melalui handphone pada saat terjadinya kebakaran. Experiment ini menunjukkan keunggulan dari sistem yang efektivitas, penggunaan daya rendah, menggunakan platform ThingSpeak dan menghasilkan sistem yang berguna untuk mendeteksi kebakaran. Penelitian ini mendapatkan hasil parameter pengujian beberapa sensor yang digunakan, antara lain parameter pengujian sensor api, parameter pengujian sensor asap, parameter pengujian sensor suhu, dan pengujian akurasi titik GPS.

Kata kunci— Internet Of Things, kebakaran, Mikrokontroler, NodeMCU ESP8266, sistem deteksi kebakaran, ThingSpeak.

Abstract— Fires very often occur due to short circuits of electric current or gas leaks and the slow handling of which results in the expansion of the fire, causing a lot of losses. Therefore, fires that occur must be detected quickly to prevent other threats. This condition can be detected quickly using the Internet of Things (IoT), to detect the place where the fire occurred, using sensors integrated with a system connected to the internet to send warning messages to mobile phones via the Blynk application and send location points to emergency services (fire brigades) using email messages, in the detection system. Fire sensors use several sensors, such as temperature sensors, fire sensors, and smoke sensors. From these sensors, it sends a signal to the system to check the conditions at that time, and if the system detects a fire, it will send a message to the user's cellphone and send a location message to the fire department. A system was created to reduce the occurrence of large fires and minimize false alarms by adding a camera to monitor directly via cellphone when a fire occurs. This experiment shows the advantages of an effective system that uses low power, uses the ThingSpeak platform and produces a system that is useful for detecting fires. This study obtained the results of the parameter testing of several sensors used, including fire sensor testing parameters, smoke sensor testing parameters, temperature sensor testing parameters, and GPS point accuracy testing.

Keywords— Internet Of Things, fire, Microcontroller, NodeMCU ESP8266, fire detection system, ThingSpeak.

I. PENDAHULUAN

Data kebakaran yang dikeluarkan oleh Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Provinsi DKI Jakarta terdapat 5.043 kasus yang terjadi di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2020. Dalam penanganan Kebakaran Wilayah Jakarta Selatan menjadi wilayah yang sering terjadi bencana kebakaran yaitu sebanyak 397 kasus, selanjutnya disusul oleh wilayah Jakarta Timur yang memiliki kasus kebakaran dengan 349 kasus kebakaran. Sedangkan untuk kasus penyelamatan, Jakarta Selatan menjadi kasus yang paling banyak yaitu 1.098 kasus dan disusul oleh wilayah Jakarta Timur dengan 1.013 kasus.[1]

Dari total 1.505 kasus yang terjadi di DKI Jakarta, 938 kasus bencana kebakaran disebabkan oleh gangguan listrik, sementara 180 kasus kebakaran disebabkan oleh ledakan dan kebocoran gas, dan kasus paling sedikit disebabkan oleh lilin dan puntung rokok sebanyak 43 kasus. Apabila kebakaran terjadi dan api sudah membesar maka pihak pemadam kebakaran akan kesulitan memadamkan api terlebih lagi jika

jalan menuju tempat kebakaran sempit maka semakin sulit untuk menjangkau lokasi kebakaran, peristiwa ini dapat memakan korban jiwa dan kerugian yang tidak sedikit akibat kerusakan material yang disebabkan oleh api. Untuk menghindari hal ini perlunya pemberitahuan informasi sedini mungkin jika terjadinya kebakaran sehingga dapat meminimalisir jatuhnya korban jiwa akibat musibah kebakaran [1].

Dari peristiwa kebakaran yang masih sering terjadi, penulis ingin membuat sebuah sistem untuk mendeteksi sedini mungkin peristiwa yang menyebabkan kebakaran menggunakan sistem berbasis *Internet Of Thing*. Perangkat IOT (*internet of thing*) menghubungkan antara perangkat IOT lain atau aplikasi (*cloud base*) untuk menyampaikan informasi dengan menggunakan protokol internet transfer. Perangkat yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai kontrol kendali semua alat dan memiliki modul wi-fi untuk terhubung ke jaringan dan dapat mengirim data menggunakan protokol HTTP. ThingSpeak berfungsi sebagai pengumpul data yang didapat dari perangkat node dan

memungkinkan untuk data diambil kembali ke dalam lingkungan perangkat lunak untuk analisis histori data. Memanfaatkan alat pendeteksi suhu DHT11, sensor api, sensor gas MQ-2 dan modul GPS Neo. mengirim informasi kejadian awal terjadinya kebakaran dan dapat melihat melalui pantauan kamera secara *real-time* serta mengirim lokasi secara otomatis tempat terjadinya bencana kepada petugas pemadam kebakaran, sehingga jika terjadinya kebakaran petugas dapat langsung menuju ke lokasi bencana.

A. Kebakaran

Kebakaran adalah peristiwa menyalanya api kecil yang mampu besar pada suatu tempat, dalam situasi atau waktu yang tidak dikehendaki yang dapat merugikan dan umumnya sulit untuk dikendalikan dan apabila kebakaran ini terjadi dapat menyebabkan jatuhnya korban jiwa [5].

B. Internet of Things

IOT (*internet of things*) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang terhubung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk benda yang ada di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan rumah, termasuk benda hidup yang terhubung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif [2].

C. NodeMCU

NodeMCU ESP8266 Merupakan modul mikrokontroler yang terintegrasi dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi sebagai konektivitas jaringan WiFi antara mikrokontroler itu sendiri. NodeMCU v3 merupakan perkembangan pihak ketiga yaitu Lolin yang telah diklaim lebih cepat dari v2, dengan memperbaiki *interface* USB yang lebih cepat [6].

D. ThingSpeak

ThingSpeak adalah sebuah platform *open source* berbentuk *website* yang menyediakan layanan untuk kebutuhan IOT dan dapat menerima data menggunakan protokol HTTP melalui jaringan internet. ThingSpeak memungkinkan pembuatan aplikasi *logging*, aplikasi pelacak lokasi, dan jaringan sosial hal dengan *update* status [7].

E. Blynk

Blynk merupakan salah satu perangkat IOT (*Internet Of Things*) yang dapat digunakan untuk mengontrol perangkat Hardware dari jarak jauh selama peralatan tersebut terhubung dengan jaringan Internet dan dapat menampilkan data sensor, menyimpan data dan visualisasi data. Blynk memiliki banyak *widget* yang digunakan dalam pengoperasiannya. Blynk memiliki 3 komponen utama yaitu Aplikasi, *Library* dan Server. Blynk Server menangani komunikasi antar Hardware dan perangkat yang terhubung pada aplikasi Blynk [7].

F. Global Positioning System (GPS)

Global positioning system (GPS) adalah sebuah sistem navigasi radio berbasis satelit yang dikembangkan oleh departemen pertahanan Amerika. Sistem pada GPS terdiri dari susunan 24 satelit mengorbit bumi dalam 6 orbit lingkaran

satelit diatur agar setiap satu waktu ada 6 satelit dalam jangkauan penerima GPS. GPS terdiri dari tiga bagian yaitu bagian luar angkasa, bagian kontrol dan bagian pengguna [8].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tahap Perancangan

1) Mengumpulkan data dan informasi

Melakukan pengumpulan data dan informasi yang diperlukan dalam membuat sistem pendeteksi kebakaran. hal yang akan diperlukan dalam penelitian seperti studi literatur yang bertujuan untuk mengkaji hal-hal yang berkaitan dengan teori-teori yang relevan yang dapat mendukung dalam melakukan perancangan dan pembuatan sistem. Analisis kebutuhan dan perancangan

2) Analisis kebutuhan dan perancangan

Menganalisis kebutuhan apa yang akan dipergunakan dalam membuat sistem pendeteksi kebakaran dan membuat gambaran skema dari sistem yang akan dibuat agar mempermudah dalam melakukan perancangan

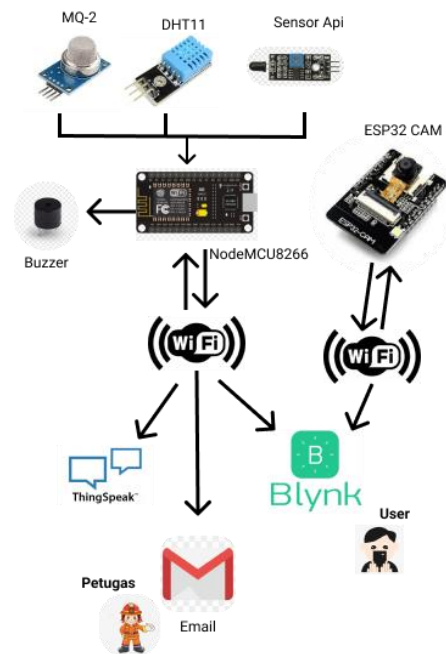
3) Pengujian alat

Melakukan pengujian pada sistem apakah sesuai dengan yang diharapkan.

4) Implementasi sistem

Melakukan pengujian menggunakan mini prototipe dalam implementasi sistem.

B. Gambaran Sistem



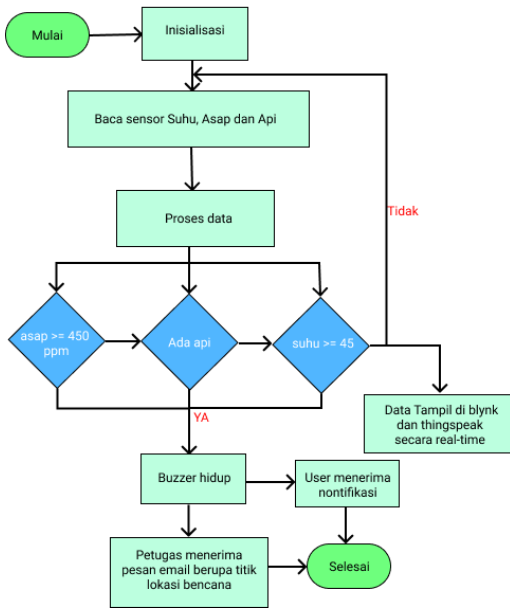
Gambar 1. Gambaran Sistem

Pada gambar 1 di atas dapat menjelaskan gambaran bagaimana perangkat saling terhubung dan di mana sistem dapat mengirimkan pesan peringatan dan memonitor melalui jaringan internet. Sistem dapat mengirimkan informasi berupa notifikasi pada *smartphone* melalui aplikasi Blynk dan mengirimkan pesan peringatan kepada petugas melalui pesan

email, sedangkan untuk memonitor situasi ruangan penulis menggunakan kamera yang terhubung ke aplikasi Blynk.

C. Perancangan Sistem

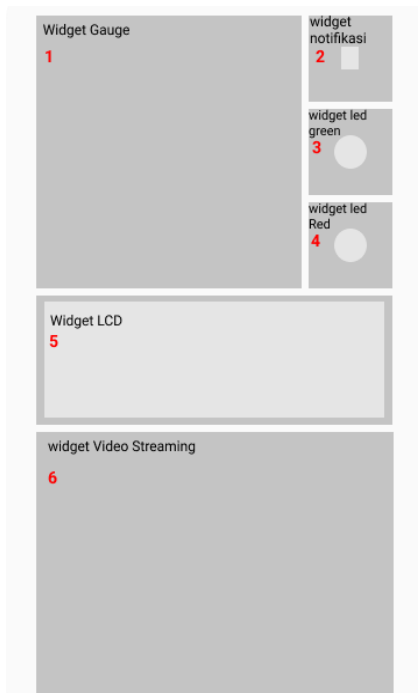
1) Perancangan cara kerja sistem



Gambar 2. Flowchart Sistem

Pada gambar 2 menjelaskan tentang proses jalannya sistem diawali dengan inisialisasi nilai pada sensor kemudian sistem akan membaca nilai sensor jika nilai memenuhi kondisi maka sistem akan mengirimkan pesan peringatan dan sistem akan mencetak kondisi lalu dikirimkan ke *smartphone* dan web ThingSpeak. Proses akan kembali pada pembacaan sensor dan akan terus berulang selama sistem aktif.

2) Perancangan Aplikasi Blynk



Gambar 3. Perancangan Aplikasi Blynk

Gambar 3 adalah rancangan desain dari aplikasi Blynk di mana terdapat beberapa *widget* yang nantinya akan menampilkan nilai dari pembacaan sensor yang dikirim oleh NodeMC. *Widget* yang digunakan, diantaranya:

- a) *Widget Gauge*: menampilkan nilai kepekatan asap yang dibaca oleh sensor MQ-2.
- b) *Widget Notifikasi*: memunculkan notifikasi jika keadaan bahaya.
- c) *Widget led (green)*: led indikator kondisi aman.
- d) *Widget led (red)*: led indikator kondisi bahaya.
- e) *Widget LCD*: menampilkan nilai temperatur dan *humidity* yang didapat dari sensor DHT11
- f) *Widget Video Streaming*: menampilkan video *streaming* yang dikirim dari modul ESP32 Cam

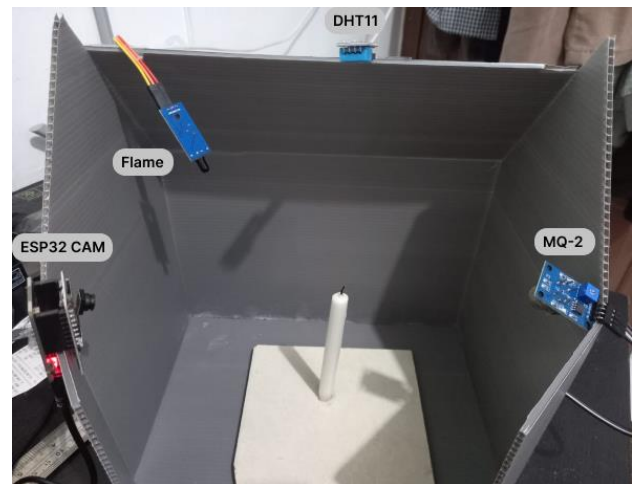
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem deteksi kebakaran berbasis *internet of things* dengan menggunakan NodeMCU dan platform ThingSpeak. Hasil yang didapat dari pembacaan sensor dan module meliputi sensor Api, sensor suhu (DHT11), sensor Asap (MQ-2) dan module GPS. Hasil pengamatan berupa nilai suhu ruangan, nilai titik lokasi GPS, pembacaan sensor asap dan sensor api serta perbandingan pengiriman data ThingSpeak dan Blynk.

A. Gambaran Sistem

1) Bentuk Prototype System

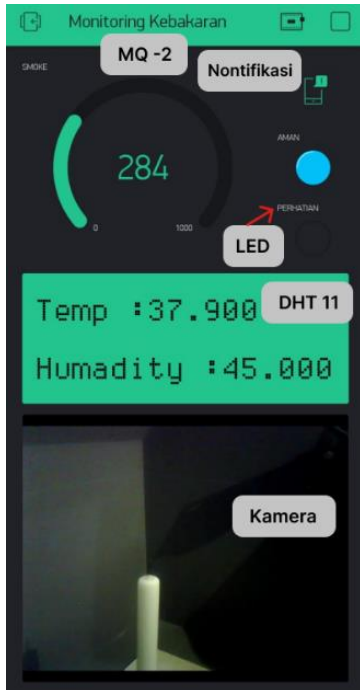
Pada gambar di bawah ini merupakan bentuk keseluruhan dari hasil rancangan penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 4 bentuk prototipe *hardware*.



Gambar 4 Mini Prototype

Sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya indikasi kebakaran adalah sensor MQ-2, *flame sensor* dan DHT11. Sensor MQ2 berguna untuk mendeteksi adanya asap pada udara yang timbul dari kebakaran di dalam ruangan. Penggunaan sensor Api (*Flame*) untuk mendeteksi adanya percikan cahaya api, kondisi pembacaan sensor dipengaruhi oleh jarak dari sumber cahaya dan mampu mendeteksi radius 60 derajat. Penggunaan sensor Suhu (DHT11) untuk membaca adanya peningkatan suhu pada ruangan.

2) *Gambaran Aplikasi Blynk*



Gambar 5 Aplikasi Blynk

Pada gambar 5 merupakan tampilan monitoring pada sistem deteksi kebakaran yang disediakan pada aplikasi Blynk. Pada aplikasi Blynk menampilkan data yang di dapat dari sensor kemudian dikirim melalui NodeMCU. Blynk menampilkan nilai sensor-sensor, indikator led, kamera dan notifikasi jika terdeteksi adanya indikasi kebakaran.

3) *Gambaran pengujian alat*

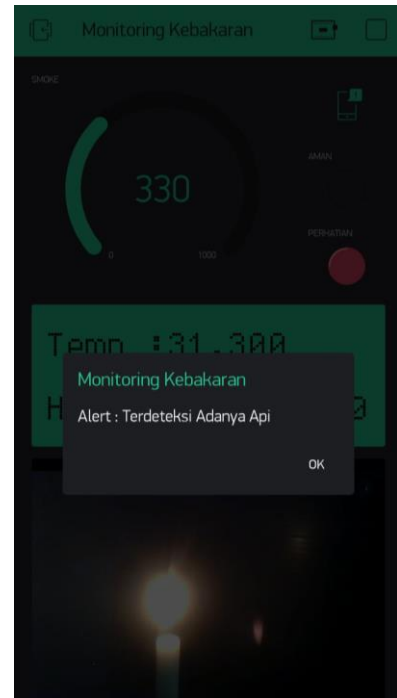


Gambar 6 Pengujian Alat

Gambar 6 merupakan simulasi pengujian sensor dengan menggunakan api dari pembakaran kertas, nyala api dari lilin, dan asap dari pembakaran kertas bekas. Pengujian dilakukan dengan menguji satu-persatu sensor.

4) *Notifikasi Aplikasi Blynk*

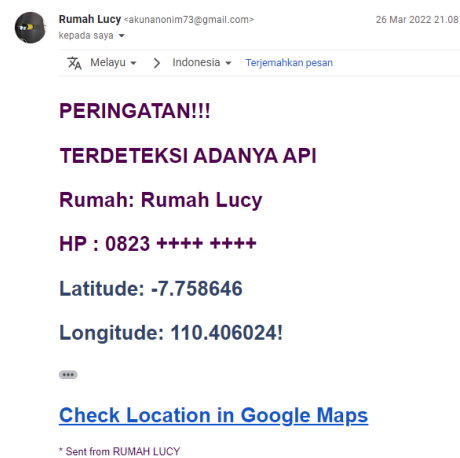
Sistem akan mengirim pesan peringatan jika mendeteksi adanya indikasi kebakaran secara *real-time*. Dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Notifikasi Pada Smartphone

5) *Pesan Email*

Sistem akan mengirimkan titik koordinat lokasi bencana ke petugas kebakaran melalui pesan email yang dikirim oleh sistem secara *real-time*. Perhatikan pada Gambar 8.



Gambar 8 Notifikasi Email Petugas

B. *Pengujian Alat*

1) *Hasil Pengujian Sensor Api*

TABEL I
DATA SENSOR API PERTAMA

No	Jarak	Buzzer	Notifikasi	
			Blynk	Email
1	10 cm	On	Ya	Ya
2	20 cm	On	Ya	Ya
3	30 cm	On	Ya	Ya
4	40 cm	On	Ya	Ya
5	50 cm	On	Ya	Ya
6	60 cm	On	Ya	Ya

7	70 cm	Off	Tidak	Tidak
8	80 cm	Off	Tidak	Tidak
9	90 cm	Off	Tidak	Tidak
10	100 cm	Off	Tidak	Tidak

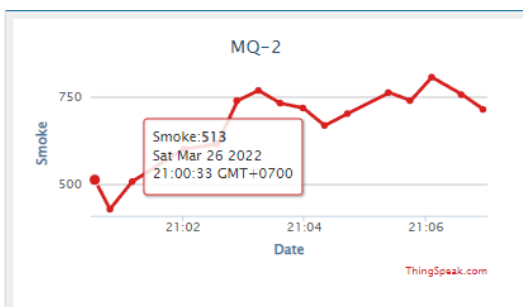
Pada tabel 1 pengujian sensor api pertama menggunakan nyala api dari lilin. Sensor dapat membaca adanya percikan api hingga 60cm, sistem mengirim pesan peringatan jika sensor membaca adanya api.

TABEL II
DATA SENSOR API KEDUA

No	Jarak	Buzzer	Notifikasi	
			Blynk	Email
1	10 cm	On	Ya	Ya
2	20 cm	On	Ya	Ya
3	30 cm	On	Ya	Ya
4	40 cm	On	Ya	Ya
5	50 cm	On	Ya	Ya
6	60 cm	On	Ya	Ya
7	70 cm	On	Ya	Ya
8	80 cm	On	Ya	Ya
9	90 cm	On	Ya	Ya
10	100 cm	On	Ya	Ya
11	110 cm	On	Ya	Ya
12	120 cm	Off	Tidak	Tidak

Sedangkan pada tabel 2 pengujian menggunakan nyala api dari pembakaran sampah dapat mendeteksi pada jarak yang lebih jauh mencapai 110 cm, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh besarnya api yang muncul pada objek sehingga sensor dapat lebih mudah mendeteksi adanya api. Semakin besar objek menghasilkan api, semakin mudah sensor dapat mendeteksi adanya api. Data yang dihasilkan dari ke dua pengujian sensor api mendapatkan hasil yang sesuai yang diharapkan, di mana sensor dapat menampilkan notifikasi pada aplikasi Blynk jika sensor mendeteksi keberadaan api yang dapat dilihat pada gambar 7 dan mengirim pesan email kepada petugas yang dapat dilihat pada gambar 8.

2) Hasil Pengujian Sensor Asap



Gambar 9 Grafik Sensor Asap

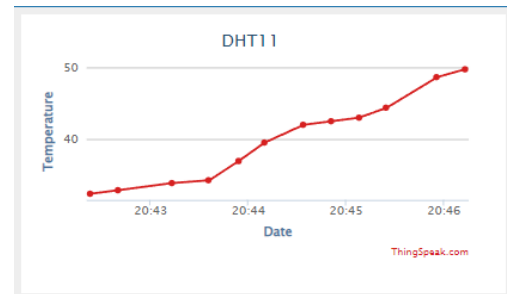
Pada gambar 9 menunjukkan grafik data sensor MQ-2. Terlihat pada saat pengujian terdapat kenaikan dan penurunan saat sensor mendeteksi asap.

TABEL III
DATA SENSOR ASAP

No	Ppm	Buzzer	Notifikasi	
			Blynk	Email
1	236 ppm	Off	Tidak	Tidak
2	513 ppm	On	Ya	Ya
3	429 ppm	Off	Tidak	Tidak
4	508 ppm	On	Ya	Ya
5	601 ppm	On	Ya	Ya
6	615 ppm	On	Ya	Ya
7	739 ppm	On	Ya	Ya
8	768 ppm	On	Ya	Ya
9	732 ppm	On	Ya	Ya
10	718 ppm	On	Ya	Ya

Pada tabel 3 Data sensor yang didapat telah mencapai target penelitian. Jika sensor mendeteksi lebih dari 450 ppm akan mengirimkan notifikasi pada aplikasi Blynk dan mengirimkan pesan email kepada petugas kebakaran.

3) Hasil pengujian Sensor Suhu



Gambar 10 Grafik Sensor Suhu

Pada gambar 10 kenaikan terjadi ketika sensor mendeteksi panas pada saat pengujian. Dalam penelitian ini penulis menetapkan nilai suhu maksimal untuk terdeteksinya bahaya yaitu pada suhu di atas 45 derajat Celsius. Pada tabel 4 menunjukkan hasil pengujian pada sensor suhu.

TABEL IV
DATA SENSOR SUHU

No	Suhu	Buzzer	Notifikasi	
			Blynk	Email
1	32.3	Off	Tidak	Tidak
2	33.8	Off	Tidak	Tidak
3	34.2	Off	Tidak	Tidak
4	36.9	Off	Tidak	Tidak
5	39.5	Off	Tidak	Tidak
6	42.0	Off	Tidak	Tidak
7	42.5	Off	Tidak	Tidak
8	43	Off	Tidak	Tidak
9	44.4	Off	Tidak	Tidak
10	48.7	On	Ya	Ya
11	49.8	On	Ya	Ya
12	53.8	On	Ya	Ya

Pada tabel 4 di atas, data pada nomor 10 menunjukkan nilai suhu 48.7, maka sistem akan mengirimkan pesan peringatan pada aplikasi Blynk dan mengirimkan titik lokasi ke petugas.

4) *Data Titik Koordinat GPS*

Pada pengujian titik koordinat pada data modul GPS, kondisi GPS berada pada ruangan dan tidak dalam keadaan bergerak. Pengujian dilakukan pada tingkat akurasi data yang diterima oleh petugas.

TABEL V
DATA TITIK KOORDINAT

Koordinat		
No	Latitude	Longitude
1	-7.758719	110.405920
2	-7.758719	110.405920
3	-7.758885	110.406164
5	-7.758769	110.405998
6	-7.758769	110.405998

Untuk mengetahui keakuratan posisi yang dikirim dari GPS, dalam pengujian diambil 6 data yang dikirim dari sistem. Data posisi dapat dilihat pada tabel 5. Diperkirakan posisi sebenarnya yang di dapat dari titik Google Maps berada pada *latitude* = -7.758671 dan *longitude* = 110.405983.

Selisih jarak dari kedua titik dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Dengan menggunakan rumus:

$$Z = \sqrt{(B - A)^2 + (D - C)^2}$$

Jarak error = Z x 1 derajat

Keterangan:

Z = nilai derajat

A = nilai *latitude* asli

B = nilai *latitude* dari modul GPS

C = nilai *longitude* asli

D = nilai *longitude* dari modul

Diketahui bahwa 1 derajat = 111.322 Km.

Data yang didapatkan akan dihitung menggunakan rumus di atas, sebagai contoh data pertama, sebagai berikut:

Lokasi pertama 1:

$$Z = \sqrt{((-7.758719) - (-7.758671))^2 + (110.405920 - 110.405983)^2}$$

$$Z = \sqrt{(0.000048)^2 + (0.000063)^2}$$

$$Z = \sqrt{0.000000002 + 0.000000003}$$

$$Z = \sqrt{0.000000005}$$

$$Z = 0.00707$$

$$\text{Jarak error} = 0.00707 \times 111.322$$

$$= 0.00787 \text{ kilometer} = 7,87 \text{ meter}$$

Didapatkan nilai perhitungan selisih dari seluruh data pada tabel 5. Dapat dilihat pada tabel 6 nilai selisih titik koordinat masing-masing pesan yang dikirim

TABEL VI
SELISIH JARAK EROR

No	Koordinat		Selisih jarak error
	Latitude	Longitude	
1	-7.758719	110.405920	7.87 meter
2	-7.758719	110.405920	7.87 meter
3	-7.758885	110.406164	9.30 meter
4	-7.758769	110.405998	1.15 meter
5	-7.758769	110.405998	1.15 meter
rata - rata =			
Jumlah seluruh selisih			4.55 meter
jumlah data			

Dari data selisih jarak eror pada tabel 6 Di atas, didapatkan jarak terdekat 1.15 meter dan jarak terjauh 9.30 meter dengan rata-rata selisih jarak eror adalah 4.55 meter.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian pada sistem deteksi kebakaran berbasis *internet of things* dengan pesan peringatan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan platform ThingSpeak, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Pada pengujian sensor Api menggunakan dua parameter pengujian. Pengujian pertama menggunakan objek api dari lilin mampu mendeteksi api hingga jarak hingga 60 cm dan pengujian ke dua dengan objek sampah kertas dan plastik mampu mendeteksi adanya api hingga 110 cm. Jika sensor mendeteksi api maka sistem akan memberi peringatan dengan memberi *output* berupa bunyi alarm dan sistem akan mengirim pesan peringatan ke pengguna dan mengirim pesan email ke petugas berupa titik lokasi.
- 2) Hasil pengujian pada sensor MQ-2 dengan memberikan asap dari pembakaran kertas, dengan pengujian tersebut data sensor yang di dapat mencapai 768 ppm dengan data sensor yang melebihi 450 ppm, sistem dapat mengirimkan pesan peringatan ke pengguna dan petugas.
- 3) Hasil pengujian pada sensor DHT11 dengan memberikan panas dari api lilin, sensor berhasil mengirimkan data ke ThingSpeak berdasarkan pengujian dan data yang didapat dari sensor mampu mengirimkan pesan peringatan jika nilai suhu mencapai 45 derajat Celsius.
- 4) Modul GPS berhasil mengirimkan titik koordinat ke petugas dengan nilai jarak titik terdekat 1.15-meter dan titik jarak terjauh 9.30 meter dengan rata-rata selisih jarak eror adalah 4.55 meter.

V. REFERENSI

[1] B. S. B. A. Pamungkas, "Kejadian Kebakaran Di DKI Jakarta Tahun 2020", statistik jakarta, Rabu Mei 2021. [Online]. Available: <https://statistik.jakarta.go.id/kejadian-kebakaran-di-dki-jakarta-tahun2020/>. [Diakses tanggal 20 September 2021].

- [2] D. Sasmoko and A. Mahendra, "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Berbasis Iot Dan Sms Gateway Menggunakan Arduino", *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, p. 469, 2017, doi: 10.24176/simet.v8i2.1316.
- [3] J. M. S. Waworundeng, "Desain Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Sensor, Mikrokontroler dan IoT," *CogITO Smart J.*, vol. 6, no. 1, p. 117, 2020, doi: 10.31154/cogito.v6i1.239.117-127.
- [4] Y. Darnita, A. Disrise, and R. Toyib, "Prototype Alat Pendeksi Kebakaran Menggunakan Arduino," *J. Inform. Upgris*, vol. 7, no. 1, pp. 3–7, 2021, doi: 10.26877/jiu.v7i1.7094.
- [5] Pengertian kebakaran, konsep, penyebab, bahaya dan dampak kebakaran, *KeselamatanKerja.com*, 2022. [Online]. Available: <https://keselamatankerja.com/pengertian-kebakaran/>. [Diakses tanggal 25 Desember 2021].
- [6] fatoni, "Mengenal platform IOT: Nodemcu board", <https://www.excellentcom.id/>, 2020. [Online]. Available: <https://www.excellentcom.id/mengenal-platform-iot-nodemcu-board/>. [Diakses tanggal 26 Desember 2021].
- [7] A. Marina, H. K. Iman, F. Febi, A. E. Muhammad, and I. Muhammad, "Studi Perbandingan Platform Internet of Things (IoT) untuk Smart Home Kontrol Lampu Menggunakan NodeMCU dengan Aplikasi Web ThingSpeak dan Blynk," *J. Fidel.*, vol. 2, no. 1, pp. 59–78, 2020.
- [8] In-Depth: Interface ublox NEO-6M GPS Module with Arduino, *LastMinuteEngineers.com*, 2018. [Online]. Available: <https://lastminuteengineers.com/neo6m-gps-arduino-tutorial/>. [Diakses tanggal 30 Desember 2021].