

Pemanfaatan Sensor Asap/Gas MQ-2 dan Sensor Api HW-484 untuk Peringatan Dini Kebakaran Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Hasto Soebagia¹, Evyta Wismiana², Bonny Noor Rasad³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan,
Jl. Pakuan, Bogor, Indonesia

Email: hastosubagio@gmail.com¹, evytawismiana@unpak.ac.id²

Abstrak

Kebakaran merupakan musibah yang bisa terjadi dimanapun, baik terjadi di gedung perkantoran, hutan, pabrik, pusat perbelanjaan, maupun perumahan penduduk. Adapun penyebab kebakaran beragam, misal kecerobohan manusia membuang puntung rokok sembarangan, hubung singkat listrik, kebocoran pipa dan tabung gas, serta kekeringan hutan yang dapat menimbulkan kebakaran skala besar. Banyak cara yang dapat digunakan untuk mencegah kebakaran. Salah satunya sebuah sistem yang bisa memberikan peringatan dini kebakaran yang berbasis *Internet of Thing* (IoT) sehingga musibah kebakaran dicegah dengan cepat dan maksimal. Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem yang mensimulasikan pendeteksi kebakaran menggunakan sensor gas/asap MQ2, sensor api HW 484, dan mikrokontroler NodeMCU ESP 12-E, sehingga dapat memberikan peringatan jika ada potensi terjadinya kebakaran kepada pihak berwenang melalui buzzer, lampu LED dan notifikasi telegram berbasis android. Seluruh komponen tersebut dikontrol dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP 12-E. Alat ini mudah digunakan dan kompatibel dengan perangkat komunikasi yang berbasis internet, sehingga proses pemantauan suatu lokasi atau ruangan dapat dilakukan dengan mudah dan aman. Hasil pengujian didapatkan sensor gas/asap MQ2 dan sensor api HW-485 bekerja dengan baik. Alat ini bisa dikembangkan dengan menambahkan kamera CCTV untuk pemantauan lokasi, dan bisa juga diintegrasikan sistem penyemprotan otomatis untuk memperlambat api berkembang sehingga dapat mencegah kebakaran.

Kata Kunci: peringatan dini kebakaran, sensor gas/asap MQ2, sensor api HW-484, mikrokontroler, *Internet of Things* (IoT)

Abstract

Fire is a disaster that can happen anywhere, whether it occurs in office buildings, forests, factories, shopping centers or residential areas. The causes of fires vary, for example, human carelessness in throwing cigarette butts carelessly, short circuits in electricity, leaks in gas pipes and tubes, forest drought which can cause large-scale fires. There are many ways to prevent fires. One of them is a system that can provide Internet of Things (IoT)-based early warning fires so that fire accidents are prevented quickly and optimally. This research produces a system that simulates a fire detector using an MQ2 gas/smoke sensor, an HW 484 flame sensor, and a NodeMCU ESP 12-E microcontroller, so that it can provide warnings if there is a potential for a fire to occur to the authorities through buzzers, LED lights and telegram-android based notifications. All of these components are controlled using the NodeMCU ESP 12-E microcontroller. This tool is easy to use and compatible with internet-based communication devices, so the process of monitoring a location or room can be done easily and safely. The test results showed that the MQ2 gas/smoke sensor and the HW-485 flame sensor worked well. This tool can be expanded by adding CCTV cameras for site monitoring, and can also be integrated with an automatic spraying system to slow the fire from developing so as to prevent fires.

Keywords: fire early warning system, MQ2 gas/smoke sensor, HW-484 flame sensor, microcontroller, Internet of Things (IoT)

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi pada bidang elektronika, pembuatan alat-alat yang sudah otomatis dengan menggunakan sistem *Internet of Things* ini memiliki beberapa pengaruh. Hal ini bermaksud untuk mempermudah pekerjaan manusia supaya lebih efisien, praktis, serta dapat dipantau dan dikendalikan dengan menggunakan *smarthphone*.

Bencana kebakaran gedung dan pemukiman menjadi bencana kedua terbesar setelah banjir. Dari data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), pada tahun 2011, bencana kebakaran Gedung dan pemukiman yang cenderung meningkat setiap tahunnya, dari jumlah keseluruhan bencana Nasional menempati peringkat kedua dengan persentase mencapai 22,8% di bawah bencana banjir dengan persentase 25,7%. [1]

Berdasarkan data dari BNPB, hubungan arus pendek listrik, peralatan rumah tangga seperti kompor (gas atau listrik), lampu tempel atau lilin, rokok, obat nyamuk bakar, membakar sampah, dan kembang api atau petasan merupakan beberapa faktor penyebab kebakaran gedung dan pemukiman yang paling banyak ditemui. Bencana kebakaran yang tidak cepat ditangani akan menyebabkan banyak kerugian, baik itu berupa korban jiwa maupun kerugian harta dan benda. Hal ini terjadi karena beberapa faktor diantaranya adalah akibat keterlambatan informasi yang diperoleh pihak pemadam kebakaran, maupun pemilik rumah atau gedung yang sedang tidak berada pada lokasi kebakaran [2].

Melihat kondisi ini, maka diperlukan adanya rancangan sebuah alat yang efisien dalam memberikan informasi untuk mendeteksi terjadinya bencana kebakaran guna mencegah segala kerugian yang diakibatkan oleh kebakaran. Dalam hal ini sistem yang akan dirancang menggunakan sensor pendeteksi asap dan gas untuk sistem yang dapat mendeteksi terjadinya kebakaran dan mengindikasikan kebakaran dengan peringatan dini. Sistem tersebut dapat memberikan informasi kepada pemilik bangunan, rumah atau pihak terkait, melalui pesan ke aplikasi Telegram berbasis android dengan sistem *Internet of Things* kepada pemilik jika terdeteksi terjadi kebakaran serta memberikan peringatan berupa alarm suara dan cahaya. Alasan pemilihan aplikasi

Telegram adalah aplikasi tersebut sangat mudah diaplikasikan dengan perangkat IoT karena aplikasi telegram memiliki sistem bot API yang memudahkan penggunaannya untuk membuat bot dalam pengaplikasian beberapa sistem seperti notifikasi dan kontrol.

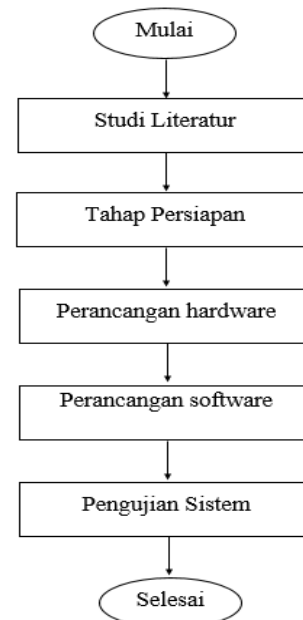
2. METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem

Perancangan alat dimaksudkan untuk para pemilik rumah/ruangan yang jarang berada dirumah dikarenakan aktifitas yang sibuk. Dengan alat ini maka pemilik akan selalu mengetahui apakah rumah yang mereka ditinggalkan aman dari ancaman kebakaran karena sistem ini terintegrasi dengan Smartphone dan aplikasi chatting Telegram sebagai media notifikasi. Langkah-langkah ini untuk membuat dan mengintegrasikan *smart alarm* ini agar mudah diimplementasikan dan dimengerti oleh siapapun.

Metode Perancangan

Gambar 1 berikut merupakan diagram alir dari perancangan alat keseluruhan. Dimana dalam perancangan alat ini meliputi pembuatan *hardware* dan pembuatan *software* untuk memprogram *hardware* agar dapat bekerja sesuai dengan perintah yang ditentukan.



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

a. Studi literatur

Pada tahap ini proses perancangan yang dilakukan adalah dengan mencari informasi

mengenai alat yang akan dibuat. Serta menggunakan acuan seperti buku, jurnal ilmiah dan artikel dari internet yang relevan dengan alat yang akan dibuat.

b. Tahap persiapan

Pada tahap ini dipersiapkan semua kebutuhan yang terkait dengan keperluan perancangan alat ini agar dapat berhasil dengan sempurna.

c. Perancangan *hardware*

Pada tahap ini, ketika telah tersedia semua alat dan bahan yang dibutuhkan untuk melakukan perancangan pada bagian *hardware*.

d. Perancangan *software*

Pada tahap ini dilakukan pemrograman pada mikrokontroler dengan memasukkan perintah-perintah yang sesuai dengan sistem yang akan dibuat agar dapat berjalan sesuai fungsinya.

e. Pengujian sistem

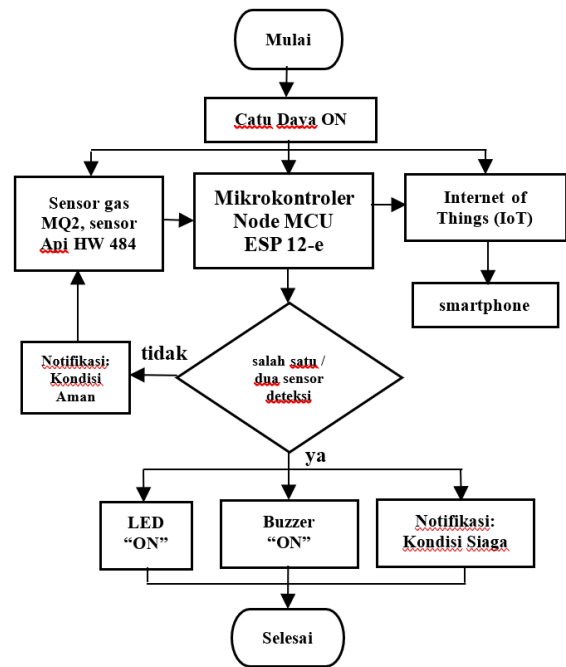
Pada tahaap ini dilakukan pengujian dari perancangan alat deteksi api dan asap berbasis mikrokontroler dengan *internet of things*, kemudian dianalisis.

Diagram Alir secara Keseluruhan

Secara garis besar mikrokontroler NodeMCU ESP 12-E sebagai pengontrolnya dalam perancangan sistem *smart Alarm*. Sistem pada *Smart Alarm* ini dapat beroperasi secara otomatis, sehingga memudahkan komunikasi nirkabel menggunakan media *smartphone* dengan pengguna untuk pengontrolan secara otomatis. Hal tersebut dikarenakan NodeMCU ESP 12-E yang terdapat didalam sistem yang memiliki fungsi sebagai pengendali dari sistem tersebut. *Power supply* akan memberikan tegangan untuk mikrokontroler, kemudian mikrokontroler akan terhubung dengan perangkat-perangkat lainnya seperti lampu LED, Sensor api HW-484, sensor gas/asap MQ2, Buzzer, dan *smartphone*.

Sistem ini saling terintegrasi satu dengan yang lainnya, untuk notifikasi yang dikirim adalah berupa teks yang memberitahukan peringatan terdeteksinya api pada suatu ruangan dan memberikan informasi polusi pada ruangan tersebut secara *real-time*.

Gambar 2 merupakan penjelasan diagram alir *smart alarm* menggunakan NodeMCU ESP 12-E.



Gambar 2. Diagram Alir *Smart Alarm* menggunakan NodeMCU ESP 12-E Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Berikut merupakan penjelasan dari diagram alir smart alarm gambar 2 :

- Sensor asap MQ2 dan sensor api HW-484 berfungsi mendeteksi asap dan api di suatu ruangan, dan datanya diteruskan ke mikrokontroler.
- Mikrokontroler membaca data sensor asap MQ2 dan sensor api HW-484, kemudian diproses untuk pengambilan keputusan.
- Sensor mendeteksi ruangan dengan kode 0 (tidak terdeteksi) dan kode 1 (terdeteksi) seperti tabel berikut:

Tabel 1. Keterkaitan sensor dengan ruangan

Kondisi	Sensor asap	Sensor api	Keterangan
I	0	0	Aman
II	0	1	Siaga
III	1	0	Siaga
IV	1	1	Siaga

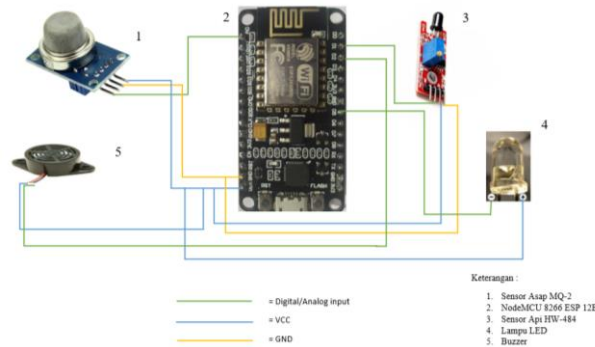
- Apabila sensor asap dan sensor api tidak mendeteksi adanya asap dan api pada ruangan (kode 00), maka menandakan ruangan dalam kondisi aman dan tidak terjadi kebakaran.
- Apabila salah satu atau kedua sensor dari sensor asap dan sensor api

mendeteksi asap dan api pada ruangan (kode 01, 10, 11), maka menandakan ruangan dalam kondisi siaga dan rawan untuk terjadinya kebakaran, sehingga buzzer berbunyi dan LED menyala.

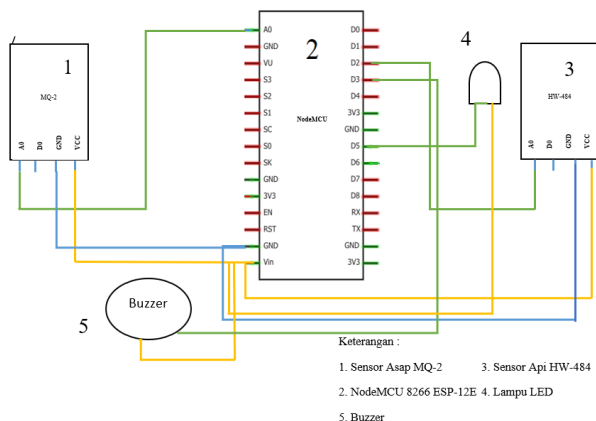
d. Hasil pembacaan sensor asap, sensor suhu dan notifikasi dikirim melalui *internet of things* dengan aplikasi Telegram.

Perancangan Rangkaian Keseluruhan

Perancangan dari keseluruhan rangkaian yang merupakan gabungan dari perancangan rangkaian sensor: sensor api (*flame sensor*), sensor asap (MQ-2) dengan buzzer dan LED dirangkai menjadi sebuah sistem *smart alarm*. Gambar 3 dan 4 merupakan rangkaian dan skematik dari perancangan alat secara keseluruhan seperti berikut :



Gambar Error! No text of specified style in document.. Perancangan Rangkaian Keseluruhan



Gambar 4. Skematik Perancangan Rangkaian Keseluruhan

Perancangan Perangkat Lunak

Dalam membuat sistem *smart Alarm* pada perancangan perangkat lunak (*software*) menggunakan program arduino IDE. Hal ini dikarenakan dengan penggunaan *software* arduino IDE mikrokontroler NodeMCU ESP

12-E dapat diprogram sesuai dengan yang diinginkan. *Software* ini berfungsi sebagai *text editor* untuk melakukan *edit* program dengan mengedit perintah yang akan diunggah melalui *software* arduino IDE menuju *board* mikrokontroler NodeMCU ESP 12-E. Selain itu digunakan untuk memprogram mikrokontroler arduino melalui arduino IDE.

Pemrograman mikrokontroler NodeMCU ESP 12-E dilakukan dengan menggunakan bahasa C, yang memiliki kemudahan, kesederhanaan dan fleksibilitas dalam melakukan pemrograman dengan menggunakan *software* arduino IDE. Pada perencanaan perangkat lunak ini menggunakan *software* arduino IDE dengan versi 1.8.8. Pembuatan sebuah pemrograman dalam IDE untuk diunggah ke *board* arduino terdiri dari 3 proses yaitu:

- *Editor* program merupakan tampilan pembuatan program untuk mengedit, menghapus, dan menulis sebuah program dengan menggunakan bahasa pemrograman (java, C, dan C++)
- *Compiler* merupakan proses pengecekan kode sintaks, setelah memasukkan bahasa pemrograman maka diproses menjadi kode biner 1 atau 0.
- *Uploader* merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mengunggah bahasa pemrograman yang dituliskan pada editor program kepada mikrokontroler atau *board*. Apabila terdapat salah program, sistem ini akan otomatis memberikan notifikasi bahwa program *processing* ada yang tidak benar.

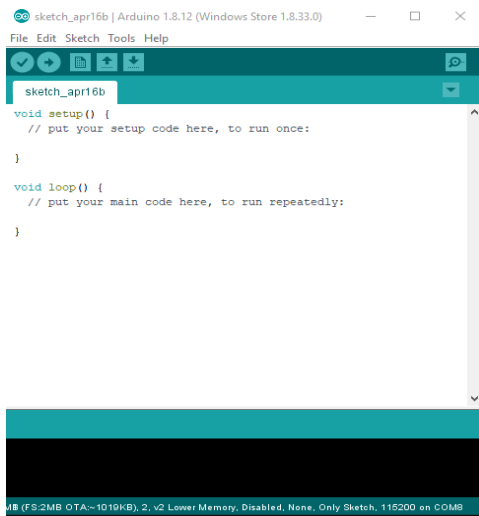
Untuk memasukkan perintah-perintah pada *software* arduino IDE dengan memasukkan bahasa C ke dalam tiap perintah melalui *software* arduino IDE dapat diuraikan seperti berikut :

- a. Dekstop komputer dihubungkan dengan *board* NodeMCU ESP 12-E dengan menggunakan kabel USB, ketika sudah terhubung maka lampu indikator LED PWR pada *board* arduino akan hidup.
- b. Dilakukan instalasi *software* arduino IDE, ketika sudah terinstal maka buka *software* arduino IDE yang ada pada tampilan layar di desktop *laptop*/komputer. Seperti pada gambar 5 berikut:



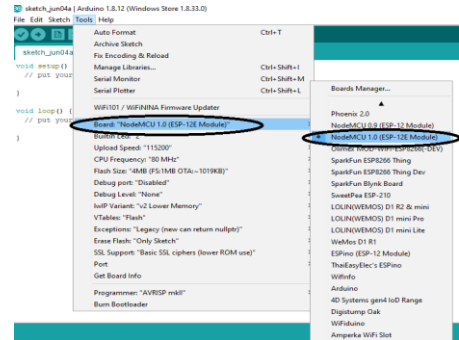
Gambar 5. Tampilan Arduino IDE

Kemudian buka *software* arduino IDE, dan akan muncul tampilan awal dari *software* arduino IDE seperti pada gambar 6 berikut:



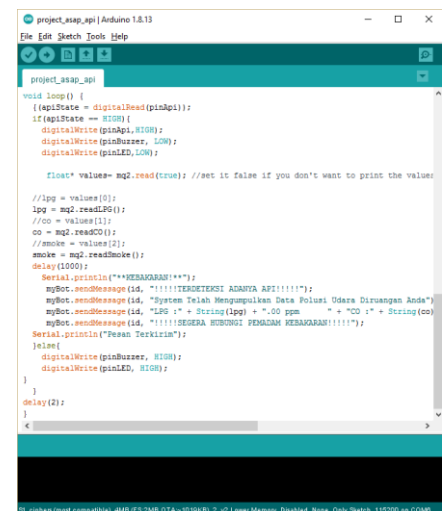
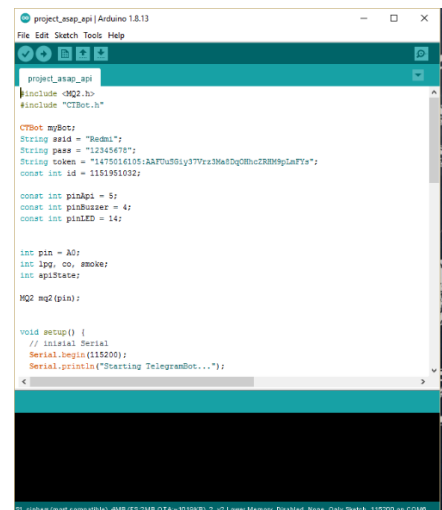
Gambar 6. Tampilan Awal *Software* Arduino IDE 1.8.12

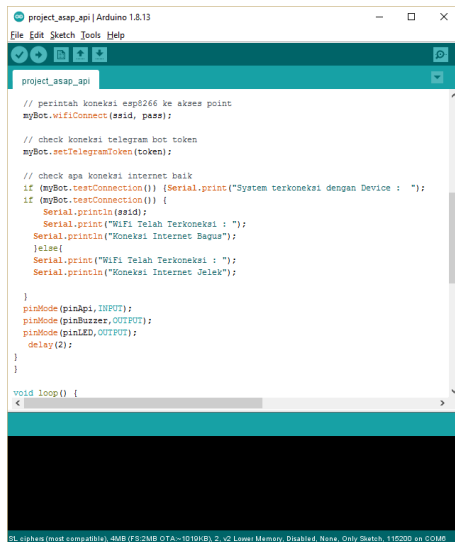
c. Setelah tampilan awal terbuka, kemudian dilakukan pemilihan dari tipe *board* mikrokontroler yang akan digunakan. Pada perancangan ini digunakan *board* NodeMCU ESP 12-E pada *software* arduino IDE, dan akan muncul tampilan jendela *tools* dari *software* arduino IDE seperti pada gambar 7 berikut:



Gambar 7. Tampilan Jendela *Tools* Arduino IDE

d. Setelah memilih *board* arduino yang akan digunakan yaitu NodeMCU ESP 12-E, kemudian langkah selanjutnya adalah memasukkan program dari sistem yang akan dibuat untuk *smart alarm* dengan menggunakan *software* arduino IDE seperti pada gambar 8 berikut:





Gambar 8. Tampilan Program *Smart Alarm*

- e. Setelah memasukkan program yang akan digunakan oleh sistem smart alarm maka langkah selanjutnya adalah mengunggah program yang telah dimasukkan agar program tersebut dapat masuk ke dalam board NodeMCU ESP 12-E. Hal ini bertujuan agar dapat membuat mikrokontroler NodeMCU ESP 12-E dapat menjalankan perintah-perintah yang telah diprogramkan. Penggunaan perintah `delay 1000` milidetik bertujuan agar sensor MQ-2 membaca dengan jeda 1000 milidetik agar tingkat akurasi tinggi.

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengukuran dari rangkaian sistem keseluruhan perlu dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari masing-masing bagian sistem, telah sesuai atau belum dengan spesifikasi alat yang dibuat. Rangkaian yang diukur adalah rangkaian sensor asap (MQ-2), tingkat sensitifitas rangkaian sensor api, dan LED & Buzzer yang saling terintegasi. Berikut adalah pengujian dan analisis yang dilakukan :

- a. Sistem kerja sensor gas MQ-2
Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kinerja dari sensor MQ-2

dapat mendeteksi kandungan gas LPG dan kandungan gas CO, dengan sensor ini akan dapat diketahui berapa banyak tingkat polusi di area uji dengan melakukan 3 kali pengujian. Pengujian dilakukan di dalam ruangan dengan asap dari hasil pembakaran kertas dan dari gas pemantik api yang berada pada jarak yang dekat. Pengujian dilakukan dengan alat *smart alarm* untuk mendapatkan nilai polusi udara sebagai perbandingan untuk analisa. Bentuk fisik dan nilai dari pengujian ditunjukkan pada gambar 9, tabel 2 dan tabel 3 berikut :



Gambar 9. Pengujian Sensor MQ-2

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor MQ-2 pada Arduino IDE

No	Nilai gas berbahaya yang terbaca Arduino IDE (ppm)		
	LPG	CO	SMOKE
1	219,09	0.00	0.00
2	368,68	0.00	0.00
3	407,79	0.00	0.00

Tabel 3. Hasil Pengujian Sesor MQ-2 pada Telegram

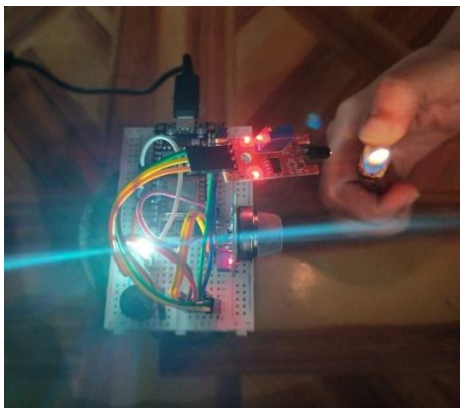
No	Nilai gas berbahaya yang terbaca Telegram (ppm)		
	LPG	CO	SMOKE
1	219,09	0.00	0.00
2	368,68	0.00	0.00
3	407,79	0.00	0.00

Dari hasil pengujian sensitifitas sensor MQ2 yang dilakukan untuk mengukur gas berbeda bekerja dengan sangat baik dikarenakan setiap pengujian didapat perbedaan nilai. Pengujian dilakukan dengan membakar kertas dengan jarak

dekat dan mengeluarkan isi gas dalam pemantik api sehingga dalam pengujian terdapat nilai yang berbeda.

b. Sistem kerja sensor api HW 484

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor api dalam membaca titik api pada ruangan. Pengujian dilakukan berdasarkan dengan simulasi nyata pada penggunaan sensor yang terdapat di dalam *prototype*. Untuk mengetahui sensitifitas dari kinerja sensor keseluruhan diperlukan pengujian sensitifitas dengan memberikan contoh percikan api pada pemantik dan cahaya matahari untuk nantinya diuji. Api yang akan diuji dapat dilihat pada gambar 10 dan Gambar 11 :



Gambar 10. Pengujian Sensor terhadap Api di Ruang Tertutup



Gambar 11. Pengujian Sensor Saat Terkena Sinar Matahari

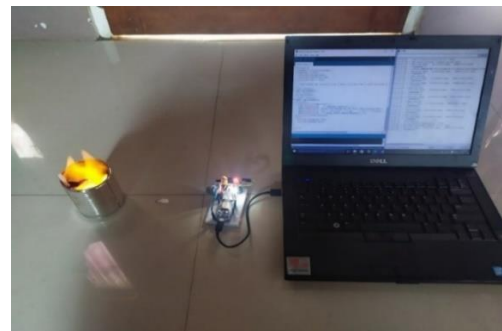
Berdasarkan hasil pengujian sensor api yang digunakan untuk mendeteksi api

terlihat pengujian pada gambar 10 bahwa sensor mendeteksi dengan baik, Sensor mendeteksi api yang langsung memberikan sinyal deteksi ke modul NodeMCU dan langsung memberikan notifikasi ke aplikasi Telegram dan port COM pada Arduino IDE, pada pengamatan kedua dengan pengujian sensor yang dihadapkan dengan sinar matahari langsung pada gambar 11 terlihat bahwa sensor mendeteksi api, itu disebabkan cahaya matahari dihasilkan dari gelombang api yang sangat besar tepat berada di permukaan matahari. Dalam pengujian ini sensor lebih tepat untuk penggunaan di dalam ruangan sesuai dengan tujuan pembuatan alat.

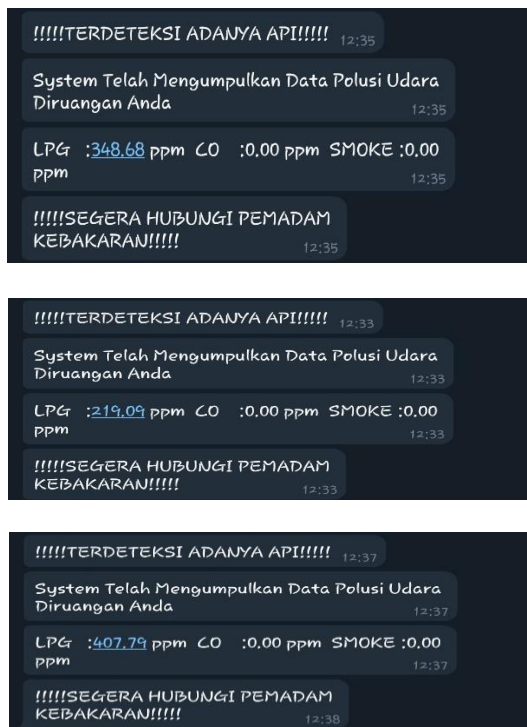
c. Sistem Kerja Alat secara Keseluruhan

Langkah-langkah dari masing-masing pengujian, dimulai dari:

- Pengujian tahap pertama, yaitu pada saat alat diaktifkan, catu daya (adapter) yang akan mengubah tegangan 220 V AC dari tegangan PLN menjadi 5 V DC untuk tegangan input ke NodeMCU ESP 12-E. Pin VCC, kemudian dari NodeMCU mensuplai tegangan input sensor Api, sensor Asap, LED dan *Buzzer*.
- Pengujian dilakukan dengan jarak 10 cm dari pusat pembakaran yaitu membakar 1 lembar kertas seperti ditunjukkan pada gambar 12.
- Dari aplikasi Telegram dengan menggunakan IoT terdapat tampilan pengujian seperti ditunjukkan pada gambar 13 dan 14.
- Tabel 2 dan tabel 3 adalah hasil pengujian sensor asap MQ-2.



Gambar 12. Pengujian Alat Keseluruhan



Gambar 13. Hasil Pengujian *Smart Alarm* menggunakan Telegram

```

12:33:19.999 -> LPG :219.09 ppm CO :0.00 ppm SMOKE :0.00 ppm
12:35:45.496 -> LPG :348.68 ppm CO :0.00 ppm SMOKE :0.00 ppm
12:38:07.703 -> LPG :407.79 ppm CO :0.00 ppm SMOKE :0.00 ppm
    
```

Gambar 14. Hasil Pengujian pada Program Arduino IDE

Dari hasil pengujian di atas dapat di analisis setiap komponen yang bekerja pada *smart Alarm* dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dan sesuai dengan programnya. Sensor terlihat sangat sensitif dan dapat membaca dengan delay 1000 milidetik seperti yang ditunjukkan pada gambar 8. Delay pengiriman notifikasi itu terjadi dikarenakan kualitas sinyal pada wifi yang terkoneksi dengan NodeMCU ataupun Smartphone kurang bagus.

Data pengujian SMOKE dan CO pada nilai 0.00 pada nilai tersebut dari datasheet 3.4.2 dimana pembacaan MQ-2 pada CO dan SMOKE nilai pembacaan pada 200-5.000 ppm dapat diartikan bahwa pengujian melebihi batas pembacaan sensor yaitu di atas 5.000 ppm.

Sedangkan LPG mendapat nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan 2 pengujian

lainnya dikarenakan dalam pengujian nilai LPG didapat dari isi gas dari pemantik api. Pembakaran kertas dan pemantik api dalam pengujian didapat nilai yang ditunjukkan pada tabel 2 dan 3, maka kualitas udara memasuki kategori berbahaya karena lebih dari 300 ppm.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data dari hasil simulasi, pengukuran dan hasil analisis dari perancangan alat *smart alarm* peringatan dini kebakaran, dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil pengukuran didapatkan nilai gas dan asap dapat dilihat bahwa asap pembakaran mengandung banyak macam gas berbahaya, namun untuk MQ-2 hanya dapat membaca beberapa jenis gas saja, dan dari hasil pengukuran bahwa sensor bekerja dengan baik sesuai yang diprogramkan.
2. Pemantauan menggunakan IoT untuk pengiriman informasi berupa notifikasi terjadi delay karena sinyal yang kurang bagus.
3. Komponen yang bekerja pada *smart alarm* bekerja sesuai dengan fungsinya, dari pengujian sensor api (*flame*), dapat diketahui bahwa sensor tersebut sangat sensitif dan lebih tepat digunakan untuk keadaan di dalam ruangan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Statik bencana indonesia," BNPB, 2020. [Online]. Available: <http://dibi.bnpb.go.id/>. [Accessed 28 November 2020]
- [2] "Data kejadian bencana kebakaran pemukiman," BNPB, 2020. [Online]. Available: <http://geospasial.bnpb.go.id/pantauanbencana/data/datakbmukimall.php> . [Accessed 28 November 2020]
- [3] "Mengenal NodeMCU," NodeMCU, 2017. [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/pengertian-sensor-jenis-jenis-sensor/>. [Accessed 28 November 2020].
- [4] F.Z.Rachman, Ed. "Sistem Monitoring Gas di Tempat Pembuangan Sampah Akhir Berbasis Internet of Things." *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 6, p. 100, 2018.

- [5] Nurul Hidayati Lusita Dewi, Mimin F. Rohmah dan Soffa Zahara, Penyunt. "Prototype Smart Home Dengan Modul NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things." Universitas Islam Majapahit, 2019.
- [6] "Spesifikasi Arduino ETmega 2560," Arduino ATmega, 2017. [Online]. Available: <http://www.labelelektronika.com/2017/02/arduino-mega-2560-mickrokontroler.html>. [Accessed 28 November 2020].
- [7] H. Wicaksono, Ed. "Mudah Belajar Mikrokontroler arduino." Informatika, 2017.
- [8] A. Kadir, Ed."Arduino dan Sensor". Andi Offset, 2018.
- [9] "Pengertian Jenis-jenis Sensor," Sensor, 2019. [Online]. Available: "<https://teknikelektronika.com/pengertian-sensor-jenis-jenis-sensor/>". [Accessed 28 November 2020]
- [10] "BAB II Landasan Teori Sensor," [Online]. Available: <http://library.uir.ac.id/skripsi/pdf/123510457/bab2.pdf>. [Accessed 28 November 2020]
- [11] "Telegram Bot," [Online]. Available: https://eprints.akakom.ac.id/8497/3/3_155410185_BAB_II.pdf. [Accessed 28 November 2020].
- [12] A. N. E. S. J. Z. F. Y. F. F. I. M. I. P. A. G. Agus Dwi Susanto, "PENCEGAHAN DAN PENANGANAN DAMPAK KESEHATAN AKIBAT ASAP KEBAKARAN HUTAN". UI-Press, 2019, pp. 4-33.