

PROTOTYPE SISTEM RUMAH PINTAR DETEKSI DINI KEBAKARAN BERBASIS ANDROID

Faisal Surya Hidayatullah ¹⁾, Noni Juliasari ²⁾, Pipin Farida Ariyani ³⁾

¹⁻³⁾ Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi,
Universitas Budi Luhur

Jl. Ciledug Raya, Petukangan Utara, Jakarta Selatan, 12260

fsurya214@gmail.com ¹⁾, noni.juliasari@budiluhur.ac.id ²⁾,

pipin.faridaariyani@budiluhur.ac.id ³⁾

Abstrak : Ketika rumah sedang ditinggal oleh penghuninya atau sedang kosong sulit diketahui kondisinya apakah aman atau tidak dari resiko kebakaran. Peluang terjadinya kebakaran dapat ditimbulkan antara lain dari aliran listrik, bara rokok, kebocoran tabung gas, atau api yang berasal dari alat memasak lainnya. Tindakan pencegahan terhadap resiko kebakaran perlu dilakukan agar dampak dari kebakaran juga tidak terlalu berat. Penelitian ini dimaksudkan untuk merancang sistem monitoring kebakaran yang memanfaatkan jaringan internet berbasis IoT (Internet of Things). Sistem dirancang dengan menggunakan metode prototipe yang memanfaatkan mikrokontroler ESP-8266 NodeMCU, flame detector sensor KY-026, sensor pendeteksi suhu dan kelembapan DHT-11, sensor gas MQ-2, dan Relay 4 channel sebagai output. Sistem dapat melakukan tindakan pencegahan pertama secara otomatis dengan cara memancarkan air di ruangan rumah yang terdeteksi api, memberi notifikasi melalui smartphone yang sudah terhubung pada sistem aplikasi smarthome dengan memanfaatkan push notif OneSignal, dan pemilik rumah dapat memonitor kondisi peralatan listrik dan mampu mengaktifkan atau menonaktifkan peralatan listrik melalui aplikasi dengan memanfaatkan relay. Hasil yang didapat setelah melakukan pengujian, 87% user menyatakan bahwa sistem ini layak untuk digunakan karena dapat memonitor nilai gas, suhu dan kelembapan secara realtime melalui aplikasi berbasis android yang terhubung dengan internet.

Kata Kunci : IoT, monitoring, sensor, kebakaran

ABSTRACT : When the house is being abandoned by its occupants or is empty, it is difficult to know whether the condition is safe or not from the risk of fire. Opportunities for fires to occur include electricity, cigarette embers, gas cylinder leaks, or fires from other cooking utensils. Preventive measures against the risk of fire need to be taken so that the impact of the fire is not too heavy. This study is intended to design a fire monitoring system that utilizes an IoT (Internet of Things)-based internet network. The system is designed using a prototype method that utilizes the ESP-8266 NodeMCU microcontroller, KY-026 flame detector sensor, DHT-11 temperature and humidity sensor, MQ-2 gas sensor, and 4 channel relay as output. The system can take the first preventive action automatically by emitting water in the room of the house that is detected by fire, giving notifications via smartphones that are already connected to the smarthome application system by utilizing the OneSignal push notification, and homeowners can monitor the condition of electrical equipment and are able to activate or deactivate the equipment. electricity through the application by utilizing a relay. The results obtained after testing, 87% of users stated that this system is feasible to use because it can monitor gas values, temperature and humidity in real time through an android-based application that is connected to the internet.

Keywords: *IoT, monitoring, sensors, fire*

PENDAHULUAN

Salah satu keresahan yang dialami penduduk yang tinggal di daerah perkotaan dengan tingkat kerapatan bangunan yang sangat padat adalah terjadinya kebakaran rumah. Kebakaran merupakan sebuah bencana yang dapat terjadi di mana pun dan kapan pun, baik disebabkan oleh faktor alam ataupun faktor manusia itu sendiri, mulai dari cuaca panas maupun kelalaian manusia dan akibatnya bisa massif karena menjalar ke area sekitarnya sehingga menyebabkan kerugian yang besar. Oleh sebab itu, diperlukan solusi agar pemilik rumah dapat memantau dan mendapatkan notifikasi jika ada sesuatu yang dapat memicu terjadinya kebakaran. Untuk mewujudkan kebutuhan tersebut dirancang sistem berbasis IoT (Internet of Things) yang dapat bekerja secara otomatis untuk mendeteksi api dan gas serta dapat memantau suhu serta kelembapan di ruangan, kemudian sistem dapat otomatis memberi notifikasi jika terjadi kebakaran melalui smartphone dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP-8266 NodeMCU, sensor KY-026, sensor DHT-11, sensor MQ-2, dan 4 buah relay sebagai output.

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Sistem adalah sebuah susunan komponen-komponen fisik yang saling terhubung dan membentuk satu kesatuan untuk melakukan aksi tertentu. Otomatis memiliki arti bekerja dengan sendirinya, maka dapat di simpulkan bahwa sistem otomatis merupakan sesuatu yang dibuat untuk tujuan tertentu yang sudah direncanakan dengan bekerja sendiri tanpa bantuan dari manusia, sehingga dengan adanya sistem otomatis ini akan mempermudah berbagai kegiatan sehari-hari. [1]

IoT (Internet of Things) merupakan suatu konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat antara komunikasi internet dengan benda yang tersambung secara terus menerus. Cara kerja Internet of Things adalah interaksi antara mesin yang terhubung secara otomatis dan dapat dikendalikan oleh user dari jarak jauh. [2]

Pada pembuatan sistem otomatis diperlukan beberapa komponen-komponen pendukung agar sistem bisa berjalan dengan baik. Komponen pertama adalah ESP-8266 merupakan mikrokontroler yang mempunyai fasilitas koneksi WIFI. Karena merupakan mikrokontroler, modul ESP-8266 ini mempunyai prosesor dan memory, yang dapat diintegrasikan dengan sensor dan aktuator melalui pin GPIO. [3]

Komponen kedua adalah Sensor MQ2 digunakan untuk mendeteksi gas LPG, sensor ini sangat mudah penggunaannya dan hemat dalam penggunaan pin digital mikrokontroler. Sensor ini menggunakan alat pemanas kecil dengan sensor elektro kimiawi yang bereaksi dengan beberapa jenis gas, yang kemudian mengeluarkan output berupa tingkat densitas gas yang dideteksi. [4]

Komponen ketiga adalah Flame detector mampu bekerja dengan baik untuk menangkap nyala api untuk mencegah kebakaran, yaitu dengan mengidentifikasi atau mendeteksi nyala api yang dideteksi oleh keberadaan spektrum cahaya infrared maupun ultraviolet dengan menggunakan metode optic, kemudian hasil pendeteksian akan diteruskan ke microprocessor pada unit flame detector yang bekerja untuk membedakan spectrum cahaya yang terdapat pada api yang terdeteksi tersebut dengan sistem delay selama 2-3 detik pada detektor ini sehingga mampu mendeteksi sumber kebakaran lebih dini dan

memungkinkan tidak terjadi sumber alarm palsu. [5]

Komponen keempat adalah DHT-11 adalah chip tunggal kelembapan relatif dan multi sensor suhu yang terdiri dari modul yang dikalibrasi keluaran digital. Pada pengukuran suhu data yang dihasilkan 14 bit, sedangkan untuk kelembapan data yang dihasilkan 12 bit. Salah satu sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus, yakni suhu dan kelembapan udara (humidity). [6]

Komponen kelima adalah Modul relay, perangkat elektronika yang dapat menghubungkan atau memutuskan arus listrik yang besar dengan memanfaatkan arus listrik yang kecil, selain itu relay merupakan saklar yang bekerja dengan menggunakan prinsip elektromagnetik, dimana ketika ada arus lemah yang mengalir melalui kumparan inti besi lunak akan menjadi magnet. Setelah menjadi magnet inti besi tersebut akan menarik jangkar besi sehingga kontak saklar akan terhubung dan arus listrik dapat mengalir lalu pada saat arus lemah yang masuk melalui kumparan diputuskan maka saklar akan terputus. [2]

Adapun beberapa penelitian terkait dengan penelitian ini antara lain : pemanfaatan mikrokontroler yang dilengkapi sensor suhu LM35 dan sensor asap (MQ-9) untuk mendeteksi kebakaran rumah penduduk daerah perkotaan.[8] Lalu pembangunan sistem alarm serta monitoring kebakaran rumah menggunakan NodeMCU berbasis android.[9] Serta ada juga sistem deteksi asap dan api berbasis lot dengan platform Blynk menggunakan mikrokontroler.[10]

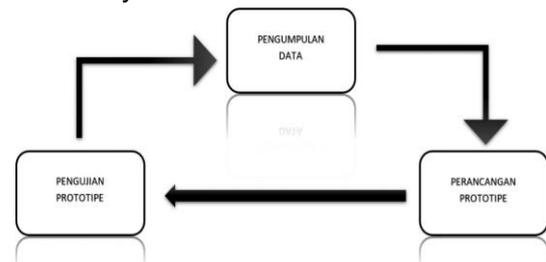
Penelitian ini menggunakan flame detector sensor KY-026 sebagai pendeteksi api, sensor DHT-11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan ruangan, serta sensor MQ-2 sebagai pendeteksi kebocoran gas. Data input dari sensor akan dimasukkan ke

dalam mikrokontroler, sehingga mikrokontroler akan mengirimkan sinyal atau perintah untuk menyalakan dan mematikan peralatan listrik.

METODE

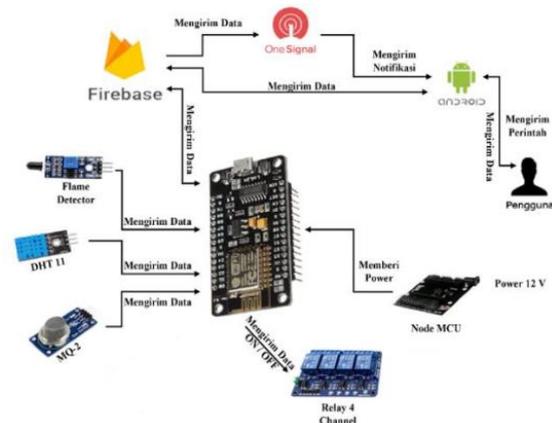
Metode prototype sering dikenal sebagai permodelan kerja yang paling dasar dari suatu pengembangan program.[7] Maka prototype merupakan hasil gambaran sederhana dari suatu sistem yang berbentuk fisik dan memberikan pemahaman dasar tentang apa yang akan dibuat kepada pengguna.

Pada tahap pengumpulan data, data penelitian yang digunakan dalam perancangan sistem ini berupa informasi yang diambil dari modul *Flame Detector* KY-026, Sensor MQ-2, Sensor DHT-11 dan Relay 4 Channel.



Gambar 1. Tampilan Prototipe Bagian Luar

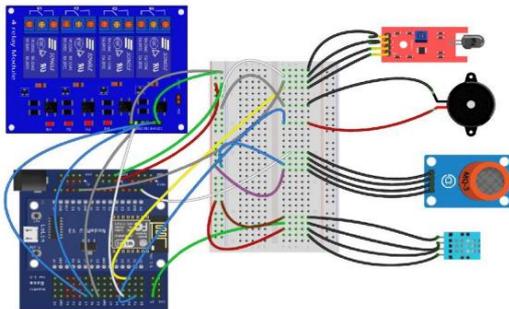
Pada tahap perancangan prototipe, ilustrasi sistem dibuat untuk mempermudah perancangan.



Gambar 2 Ilustrasi Sistem

ESP-8266 berfungsi mengontrol seluruh modul dan akan mengirim informasi kepada firebase. Flame Detector sensor KY-026 berfungsi sebagai pendeteksi api di dalam ruangan. Sensor DHT-11

berfungsi sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan, sensor MQ-2 berfungsi sebagai pendeteksi gas, dimana semua data masukan dari sensor akan diproses ke mikrokontroler. Relay 4 Channel berfungsi sebagai output yang menerima perintah dari mikrokontroler dan memberi kondisi aktif atau nonaktif arus listrik. Gambar 3 merupakan skema dari keseluruhan sistem smarthome ini :



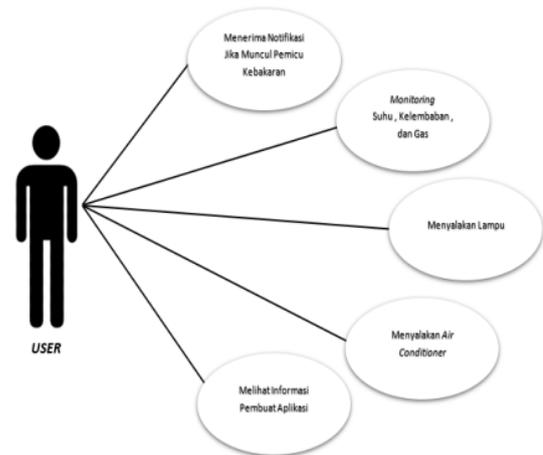
Gambar 3. Skema keseluruhan sistem

Dalam rangkaian ini, sistem terhubung dengan sebuah database yang berfungsi untuk menyimpan dan kemudian data diteruskan ke aplikasi android, OneSignal, serta mikrokontroler.

Tabel 1 Keterangan Field Database

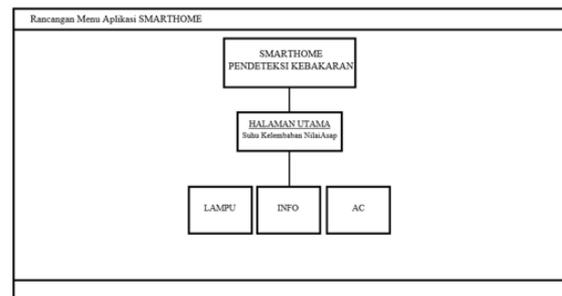
| Field | Type | Keterangan |
|------------|---------|--|
| Api | Integer | Menampilkan data api sensor <i>flame detector KY-026</i> . |
| Suhu | Integer | Menampilkan data suhu sensor DHT-11 |
| Kelembapan | Integer | Menampilkan data kelembapan sensor DHT-11 |
| Gas | Integer | Menampilkan data suhu sensor MQ-2 |
| Relay 1 | Integer | Nilai 1 untuk <i>on</i> dan nilai 0 untuk <i>off</i> |
| Relay 2 | Integer | Nilai 1 untuk <i>on</i> dan nilai 0 untuk <i>off</i> |

Use case diagram menggambarkan sistem dari sudut pandang pengguna (user), sehingga pembuatan use case diagram ini lebih kepada fungsi yang ada pada sistem, bukan berdasarkan alur atau urutan kejadian.



Gambar 4 Use Case Diagram

Rancangan menu berguna untuk menentukan fitur apa saja yang ada pada aplikasi dan nantinya akan mempermudah dalam rancangan layar pada aplikasi android.



Gambar 5 Rancangan Menu Aplikasi

Pada tahap pengujian dilakukan pengujian sistem menggunakan metode black-box, dimana uji coba ini akan fokus pada keperluan dan berjalannya sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

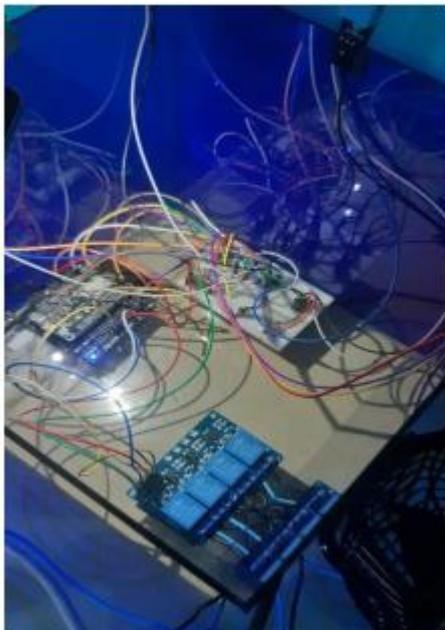
Tampilan Prototipe

Sistem dibangun menggunakan konsep internet of things dan smarthome dengan lebih interaktif melalui alat peraga. Perangkat keras yang digunakan meliputi Laptop Asus X505ZA (Processor AMD Ryzen 3 2200U RADEON Vega 3, RAM / Memori 8 GB, Hard Disk 1 TB), ESP – 8266, NodeMCU Base Lolin Ver. 1.0, Sensor Flame detector KY-026, Sensor DHT-11, Sensor MQ-2, Buzzer, Relay 4 channel, Breadboard, Kabel jumper,

Terminal listrik, Kabel usb micro, dan Adaptor 12 volt.



Gambar 6 Tampilan Prototipe Bagian Luar



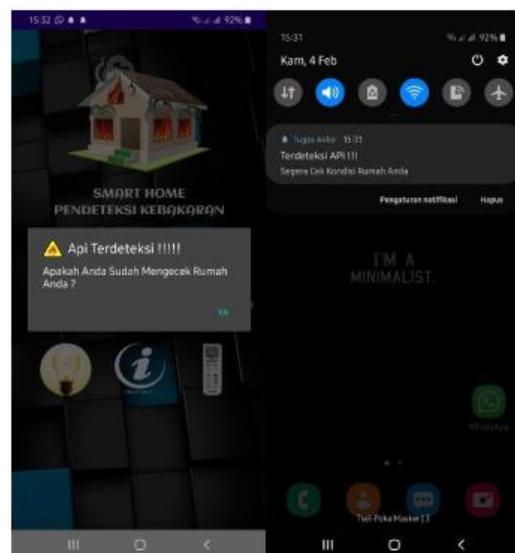
Gambar 7 Tampilan Prototipe Bagian Dalam

Perangkat lunak untuk aplikasi smartphone dibangun dengan spesifikasi Sistem Operasi Android 10, API Level 29, dan Aplikasi smarthome. Pengujian sistem dilakukan menginstall aplikasi sistem pada Samsung A30 (Processor Exynos 7904, RAM / Memori 4 GB). Pengguna (pemilik rumah) dapat memonitoring suhu, kelembaban, dan nilai asap melalui smartphone. Aplikasi smarthome juga dapat digunakan sebagai remote untuk menyalakan dan mematikan lampu serta air conditioner (AC).



Gambar 8 Aplikasi Smarthome Menu Monitoring

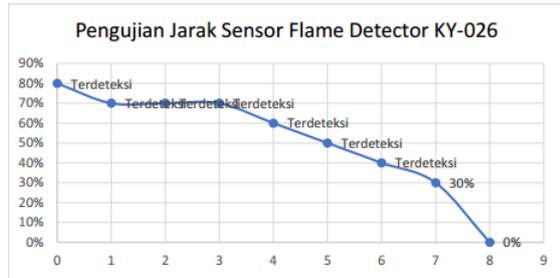
Jika sistem mendeteksi adanya api, sistem akan mengirimkan notifikasi ke smartphone pengguna. Push notification yang dikirim oleh sistem menggunakan OneSignal Push notification, kemudian relay 4 akan menyalakan pemancar air untuk mematikan api.



Gambar 9 Aplikasi Smarthome Layar Notifikasi

Pengujian Sensor Flame Detector KY-026

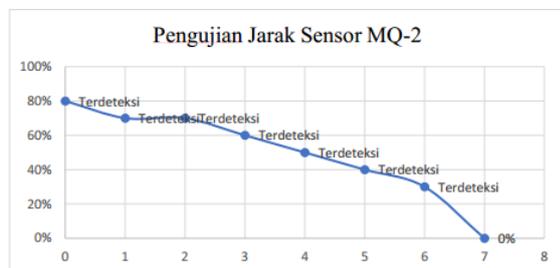
Pengujian pada sensor flame detector KY-026 ini bertujuan untuk mengetahui berapa jarak api yang dapat dideteksi terhadap sensor. Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan api dengan jarak tertentu kemudian diukur manual menggunakan penggaris (cm).



Gambar 10 Grafik Pengujian Jarak Sensor Flame Detector KY-026

Pengujian Sensor Gas MQ-2

Pengujian sensor MQ-2 dilakukan dengan cara melihat nilai gas atau nilai asap yang ada di sekitar sensor dengan jarak tertentu.



Gambar 11 Grafik Pengujian Gas dan Asap

Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan DHT-11

Pengujian sensor suhu dan kelembapan (DHT-11) bertujuan untuk mengetahui seberapa besar sensitivitas sensor tersebut, dengan cara membandingkan sensor DHT-11 dan higrometer. Perhitungan rumus Error% menggunakan nilai $\left[\frac{(\text{Higrometer} - \text{Sensor DHT})}{\text{Higrometer}} \times 100 \right]$.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan DHT-11

| Percobaan | Suhu(°C) | | Error % | Kelembapan(%) | | Error % |
|-------------|--------------|--------|---------|---------------|--------|---------|
| | Thermo meter | DHT 11 | | Higro meter | DHT-11 | |
| 1. | 28 | 28 | 0 | 83 | 80 | 3,61 |
| 2. | 28 | 28 | 0 | 83 | 80 | 3,61 |
| 3. | 28 | 29 | 3,44 | 83 | 80 | 3,61 |
| 4. | 28 | 29 | 3,44 | 82 | 79 | 3,65 |
| 5. | 29 | 30 | 3,33 | 82 | 79 | 3,65 |
| 6. | 30 | 30 | 0 | 82 | 79 | 3,65 |
| 7. | 30 | 30 | 0 | 81 | 78 | 3,70 |
| 8. | 30 | 31 | 3,22 | 81 | 78 | 3,70 |
| 9. | 31 | 31 | 0 | 80 | 77 | 3,75 |
| 10. | 31 | 31 | 0 | 80 | 77 | 3,75 |
| Total | | | 13,43 | | | 29,18 |
| Rata - rata | | | 1,34 | | | 2,18 |

Tabel 2 merupakan data hasil pengujian suhu dan kelembapan pada ruangan. Pengambilan data berlangsung 150 menit dengan pengambilan data setiap 15 menit sekali. Maka didapatkan rata-rata persentase kesalahan atau error 1,34% untuk suhu dan 2,18% untuk kelembapan. Perbedaan tersebut dikarenakan keakuratan dan sensitivitas pada tiap sensor berbeda-beda. Hal ini juga menunjukkan bahwa semakin rendah suhu maka semakin tinggi kelembapannya begitu juga sebaliknya.

Pengujian Relay 4 Channel

Pengujian relay dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah relay dapat aktif untuk menyalakan peralatan listrik sesuai kondisi yang sudah ditentukan.

Tabel 3 Hasil pengujian Relay

| Relay | ON | OFF |
|-------|---|---|
| 1 | Jika firebase = 1 | Jika firebase = 0 |
| 2 | Jika firebase = 1 | Jika firebase = 0 |
| 3 | Jika Nilai Gas < 700 ppm Jika Suhu < 25 °C | Jika Nilai Gas > 900 ppm Jika Suhu > 33 °C |
| 4 | Jika Terdeteksi Api | Jika Tidak Mendeteksi Api |

Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian pada keseluruhan sistem ini dilakukan secara blackblok, bertujuan untuk mengetahui berfungsi atau tidaknya sistem jika dilakukan uji coba dalam keseluruhan sistem.

Tabel 4 Hasil Pengujian Blackbox Keseluruhan Sistem

81 – 100% = Sangat layak

Sehingga dengan hasil prosentase 87%, diperoleh hasil bahwa sistem sangat layak digunakan.

KESIMPULAN

Prototipe rumah pintar (smarthome) adalah sebuah sistem dan aplikasi android yang bertujuan sebagai simulasi dari rumah pintar dengan konsep Internet of Things. Berdasarkan dari analisa, perancangan dan implementasi yang telah dilakukan pada permasalahan yang ada, maka dapat disimpulkan bahwa sistem ini dapat meminimalisir kebakaran karena sistem dapat memberikan notifikasi jika terdeteksi api dan memberikan pencegahan pertama dengan cara menyemprotkan air; meminimalisir keborosan listrik dengan melakukan monitoring pada peralatan listrik terutama penggunaan lampu dan AC. Dari hasil uji coba keseluruhan sistem, diperoleh simpulan bahwa 87% yang penilaian user menyatakan sistem ini sangat layak digunakan.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah alat ini dapat dioperasikan secara fleksibel, adanya sumber daya cadangan sebagai alternatif jika listrik mati, dan penambahan fitur lain seperti kamera atau sensor lainnya yang dapat memberi keamanan penuh pada rumah.

REFERENSI

- [1]. Alam, S., Tony, H., & Darmawan, I. G. A. (2019). *Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Untuk Tanaman Berbasis Arduino dan Kelembapan Tanah*. Jurnal Kajian Teknik Elektro Vol 4 No 1. Hal 44-57. <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/JKTE/article/view/1423> (Diunduh tanggal 10 November 2021).
- [2]. Iswanto, I., & Gandi, G. (2019). *Perancangan dan Implementasi Sistem Kendali Lampu Ruang Berbasis IoT (Internet of Things)*

| No | Item Uji | Hasil Yang Diharapkan | | Hasil |
|----|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------|
| 1. | Firebase | | | |
| 2. | AC | Jika = 1 | Jika = 0 | Sesuai |
| | | Relay 2 Aktif | Relay 2 Nonaktif | |
| 3. | Lampu | Jika = 1 | Jika = 0 | Sesuai |
| | | Relay 1 Aktif | Relay 1 Nonaktif | |
| 4. | Sensor Flame Detector KY-026 | Terdeteksi Api | Tidak terdeteksi Api | Sesuai |
| | | Relay 4 Aktif | Relay 4 Nonaktif | |
| 5. | Sensor MQ-2 | Jika Nilai Asap / Gas > 900 ppm | Jika Nilai Asap / Gas < 700 ppm | Sesuai |
| | | Relay 3 Aktif | Relay 3 Nonaktif | |
| 6. | Sensor DHT 11 | Jika Suhu < 25 °C | Jika Suhu > 32 °C | Sesuai |
| | | Relay 3 Nonaktif | Relay 3 Aktif | |

Hasil penerimaan pengguna terhadap sistem ini diambil dari kuisioner yang sudah diisi oleh 20 responden yang kemudian diolah menjadi informasi. Pengukuran dilakukan menggunakan skala Likert dengan penilaian skor 5 = Sangat Setuju (SS), 4 = Setuju (S), 3 = Cukup Setuju (CS), 2 = Tidak Setuju (TS), 1 = Sangat Tidak Setuju (STS).

Tabel 5 Hasil Penerimaan Sistem

| NO | Kriteria Penilaian | Skor | | | | |
|--------------------|--|------------|------------|-----------|----------|----------|
| | | SS | S | CS | TS | STS |
| 1 | Apakah aplikasi ini mudah digunakan? | 7 | 10 | 3 | 0 | 0 |
| 2 | Apakah cara kerja dari sistem ini sesuai? | 8 | 9 | 3 | 0 | 0 |
| 3 | Apakah tampilan dari sistem ini menarik? | 9 | 9 | 2 | 0 | 0 |
| 4 | Apakah sistem ini berjalan dengan semestinya? | 8 | 10 | 2 | 0 | 0 |
| 5 | Setujukah jika sistem ini diimplementasikan di rumah anda? | 12 | 5 | 3 | 0 | 0 |
| 6 | Setujukah jika sistem ini diproduksi massal? | 11 | 5 | 4 | 0 | 0 |
| 7 | Berapakah nilai untuk sistem ini? | 10 | 9 | 1 | 0 | 0 |
| Jumlah | | 65 | 57 | 18 | 0 | 0 |
| Jumlah Skor | | 325 | 228 | 54 | 0 | 0 |
| Skor | | 607 | | | | |
| Presentase | | 87% | | | | |
| Skor Target | | 700 | | | | |

Presentase dari hasil diolah menggunakan perhitungan rumus :

$$\text{Presentase\%} = \frac{\text{Skor}}{\text{Skortarget}} \times 100$$

Sehingga informasi yang didapat sebagai berikut :

- 0 – 20 % = Sangat tidak layak
- 21 – 40% = Tidak layak
- 41 – 60% = Cukup layak
- 61 – 80% = Layak

- Android (Studi Kasus Universitas Nurtanio)*. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi Vol 8 No 1 Edisi Mei 2019. Hal 38-46. <https://jurnal.unnur.ac.id/index.php/jurnalfiki/article/view/238> (Diunduh tanggal 10 November 2021).
- [3]. Pratama, R. P. (2017). *Aplikasi Webserver ESP-8266 Untuk Pengendali Peralatan Listrik*. INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi Vol 17 No 2 Edisi Oktober 2017. Hal 39-44. <http://invotek.ppj.unp.ac.id/index.php/invotek/article/view/87> (Diunduh tanggal 10 November 2021).
- [4]. Andalanelektro. (2018). *Cara Kerja Dan Karakteristik Sensor Gas MQ-2*. <https://www.andalanelektro.id/2018/09/cara-kerja-dan-karakteristik-sensor-gas-mq2.html#more> (Diunduh tanggal 10 November 2021).
- [5]. Sensor Kit. (2021). *KY-026 ANALOG FLAME SENSOR*. <https://sensorkit.joy-it.net/en/sensors/ky-026> (Diunduh tanggal 10 November 2021).
- [6]. Ardutech. (2019). *Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11 dengan Arduino*. <https://www.ardutech.com/sensor-suhu-dan-kelembaban-dht11-dengan-arduino/> (Diunduh tanggal 10 November 2021).
- [7]. Algonz D.B. Raharja. (2021). *Apa itu prototype? Kenali pengertian, tujuan, manfaat, dan 3 contohnya*. <https://www.ekrut.com/media/prototype> (Diunduh tanggal 10 November 2021).
- [8]. Yendri, Dodon., Wildian & Tiffany, Amalia. (2017). *Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Rumah Penduduk Pada Daerah Perkotaan Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1898> (Diunduh tanggal 10 November 2021).
- [9]. Imamuddin, M. & Zulwisli. (2019). *Sistem Alarm dan Monitoring Kebakaran Rumah Berbasis NodeMCU dengan Komunikasi Android*. Jurnal Vokasional Teknik Elektronika dan Informatika. <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/article/view/104093> (Diunduh tanggal 10 November 2021).
- [10]. Waworunden, Jacqueline M.S. (2020). *Desain Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Sensor, Mikrokontroler dan IoT*. Cogito Smart Jurnal. <http://cogito.unklab.ac.id/index.php/cogito/article/view/239> (Diunduh tanggal 10 November 2021).