

Sistem Pendeteksi Kebakaran Pada Apron Passenger Bus (APB) Berbasis Mikrokontroler

Aris Budi Sulistyo^{*1}, Benny Dwifa², Nengah Widiangga³, Asep Eka Nugraha⁴

¹²⁴Prodi D-III TO, Poltrada – Bali, Jalan Batuyang 109 X Gianyar – Bali, 80582

³Prodi D-III MLOG, Poltrada – Bali, Jalan Batuyang 109 X Gianyar – Bali, 80582

E-mail: *aris.budi@poltradabali.ac.id

Received 30-07-2021; Reviewed 02-09-2021; Accepted 17-09-2021

Journal Homepage: <http://ktj.pktj.ac.id/index.php/ktj>

DOI: 10.46447/ktj.v8i2.314

Abstract

This research is about constructing a prototype of fire detection warning system on Apron Passenger Bus. The prototype can detect certain possibility of fire and give early warning to the driver. It works automatically based on three sensors used, which are smoke sensor, temperature sensor and flame sensor. The prototype is constructed using these three sensors and combined with Arduino microcontroller. This microcontroller has a role of transmitting information to the alarm system as a fire indicator. Method used in this research begins with simulation of a fire warning system and continued by implementation on hardware. The prototype works successfully on detecting fire both on software and hardware basis.

Keywords: Fire Detection Warning System, Apron Passenger Bus, sensors, Arduino microcontroller

Abstrak

Penelitian ini merupakan perancangan suatu purwarupa sistem pendeteksi kebakaran pada Apron Passenger Bus. Purwarupa ini berfungsi untuk mendeteksi kemungkinan terjadinya kebakaran dan memberitahukan atau memberikan peringatan dini kepada pengemudi. Tujuan penelitian ini adalah mendesain purwarupa yang bekerja secara otomatis dengan memanfaatkan tiga buah sensor yaitu sensor asap, sensor suhu dan sensor api. Perancangan purwarupa dilakukan dengan merangkai ketiga sensor, pengendali sistem dan mikrokontroler Arduino. Mikrokontroler berfungsi meneruskan informasi kepada alarm sebagai indikator terjadinya kebakaran. Metode yang dilakukan dalam penelitian adalah rancang bangun sebuah simulasi sistem pendeteksi kebakaran yang diakhiri dengan aplikasi pada perangkat keras sebagai purwarupa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa purwarupa sistem pendeteksi kebakaran yang dirancang dapat mendeteksi kebakaran setelah diuji lewat perangkat lunak dan perangkat keras.

Kata Kunci: Sistem Pendeteksi Kebakaran, Apron Passenger Bus, Sensor, Mikrokontroler Arduino.

PENDAHULUAN

Kebakaran dapat didefinisikan sebagai reaksi oksidasi yang melibatkan tiga unsur yaitu bahan bakar, oksigen dan api yang akibatnya dapat menimbulkan kerugian bagi manusia (Fatmawati, 2009). Menurut (Anonim, UU RI No 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana, 2007), kebakaran adalah situasi dimana bangunan pada suatu tempat seperti rumah/pemukiman, pabrik, pasar, gedung dan lain-lain dilanda api yang menimbulkan korban dan/atau kerugian. Definisi kebakaran menurut (Government, 2010) tidak hanya mencakup bangunan tapi juga kendaraan bermotor seperti bus. Keselamatan transportasi di era yang semakin modern ini merupakan salah

satu masalah yang penting untuk diperhatikan (Oktopianto, Shofiah, et al., 2021). Keselamatan transportasi juga merupakan masalah global (Oktopianto, Nabil, et al., 2021).

Tercatat di tahun 2019 telah terjadi kebakaran Bus (APB) *Apron Passenger Bus* di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai, Bali. APB adalah bus yang digunakan untuk perpindahan penumpang dari dan menuju terminal bandara, dikategorikan ke dalam peralatan pelayanan darat pesawat udara tipe *motorized* (Anonim, PM 77 Tahun 2015 Standarisasi dan Sertifikasi Fasilitas Bandar Udara, 2015).

Meskipun tidak ada korban jiwa namun kerugian material dan waktu dipandang tinggi karena bandara udara termasuk obyek vital. Selain itu, bandar udara memiliki banyak fasilitas yang rentan terhadap kebakaran. Jika api sudah telanjur membesar maka kebakaran akan sulit untuk dipadamkan, sehingga cara yang paling efektif dalam menghadapi bahaya kebakaran adalah dengan mengetahui sedini mungkin potensi kebakaran.

Pemanfaatan mikrokontroler sudah banyak diterapkan pada kegiatan yang melingkupi aktivitas umum masyarakat. Mulai dari otomasi bangunan sampai ke pembuatan bangunan cerdas, diantaranya pemantauan jarak jauh dengan menggunakan mikrokontroler berupa suhu dan kelembaban di ruang (Sudir, 2021).

Pengembangan mikrokontroler sebagai remote control berbasis android (Son, 2018), pemanfaatan smartphone sebagai sistem kendali pada kendaraan bermotor sudah berhasil dan dapat digunakan, lampu dan klakson dapat menyala dan mati, mobil dapat bergerak maju dan mundur sesuai perintah yang diterima melalui tombol yang ada pada aplikasi di smartphone (Nasution et al., 2021)

Dengan berkembangnya teknologi mikrokontroler saat ini, sistem keamanan dapat dilakukan dengan menggunakan alat elektronik sebagai pengganti sistem keamanan kunci konvensional sebagaimana dimanfaatkan untuk pintu pagar menggunakan sensor ultrasonik (Afwadi et al., 2021), *smart home security* (Wardoyo et al., 2019) dan sistem keamanan rumah menggunakan sensor PIR (*Passive Infra Red*) berbasis mikrokontroler (Prima, 2020). Perancangan Modul Trainer Interface Mikrokontroler Berbasis ESP32 Sebagai Media Pembelajaran (Rafika et al., 2020) dan sistem pengontrol suhu ruang server kedalam aplikasi android (Deswar & Pradana, 2021). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah mengembangkan pada sektor transportasi sebagai pendeteksi kebakaran pada *apron passenger bus* berbasis mikrokontroler dengan memanfaatkan tiga buah sensor yaitu sensor asap, sensor suhu dan sensor api.

Untuk mendeteksi kebakaran diperlukan suatu sistem pendeteksi kebakaran yang bekerja secara otomatis. Menurut (Fatah, 2011) sistem terdiri dari beberapa subsistem yang tidak dapat berdiri sendiri dan saling berhubungan membentuk suatu kesatuan sehingga tujuan atau sasaran dapat tercapai.

Purwarupa sistem pendeteksi kebakaran pada APB yang dirancang pada penelitian ini merupakan alat yang bekerja secara otomatis, berbasis mikrokontroler Arduino dan didukung oleh sensor asap, sensor suhu dan sensor api. Menurut (Syahrul, 2012) mikrokontroler adalah perangkat yang digunakan untuk mengontrol operasi sebuah mesin dengan program tetap yang disimpan dalam ROM dan tidak berubah sepanjang umur sistem tersebut. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk pengembangan ilmu pengetahuan guna meminimalisasi terjadinya kebakaran terutama pada bus (APB).

METODE PENELITIAN

Langkah penelitian dilakukan meliputi beberapa tahap yaitu:

(a) Studi literatur

Studi literatur diawali dengan pengamatan terhadap data dari masing masing komponen yang diperlukan pada sistem pendeteksi kebakaran. Hasil ini akan dijadikan sebagai kajian pengaplikasian pada perangkat lunak dan disesuaikan dengan ciri ciri kendaraan yang berpotensi mengalami kebakaran.

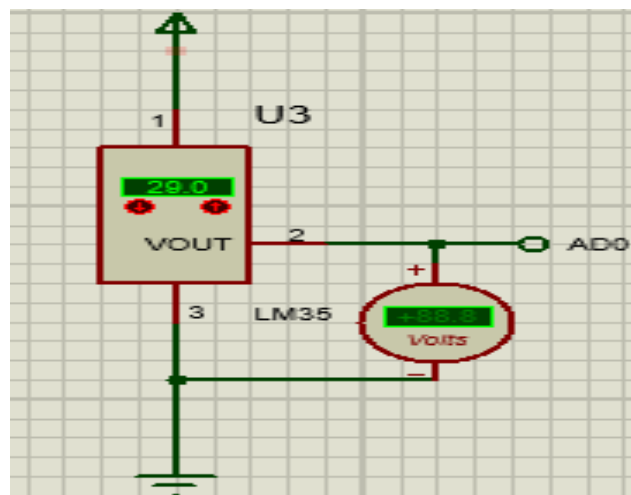
(b) Simulasi dan Aplikasi

Simulasi dilakukan pada perangkat lunak (*software*) sebelum diaplikasikan pada perangkat keras (*hardware*). Simulasi akan dibuat semirip mungkin dengan kondisi kebakaran sekaligus untuk menguji karakteristik sensor dan aktuator. Diharapkan pada tahapan simulasi perangkat lunak dan pengujian sensor tidak ditemukan *error*, sehingga sistem dapat langsung diaplikasikan pada perangkat keras.

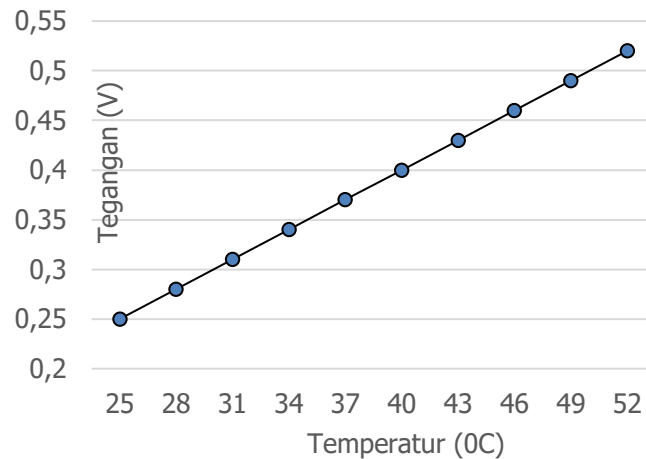
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Purwarupa Melalui Perangkat Lunak

Sebelum melakukan simulasi purwarupa secara keseluruhan, hal yang dilakukan adalah melakukan pengecekan pada kinerja sensor melalui perangkat lunak dan membandingkan dengan pengujian sensor pada kondisi riil. Pengujian pada sensor suhu (LM35) dilakukan dengan menambahkan alat ukur berupa volt meter pada tegangan keluaran sensor seperti terlihat pada gambar 1. Simulasi menggunakan Proteus 8 Profesional bertujuan melakukan kontrol dan pengecekan sebelum diaplikasikan pada purwarupa. Hasil pengujian yang dilakukan pada simulasi ditunjukkan pada gambar 2.

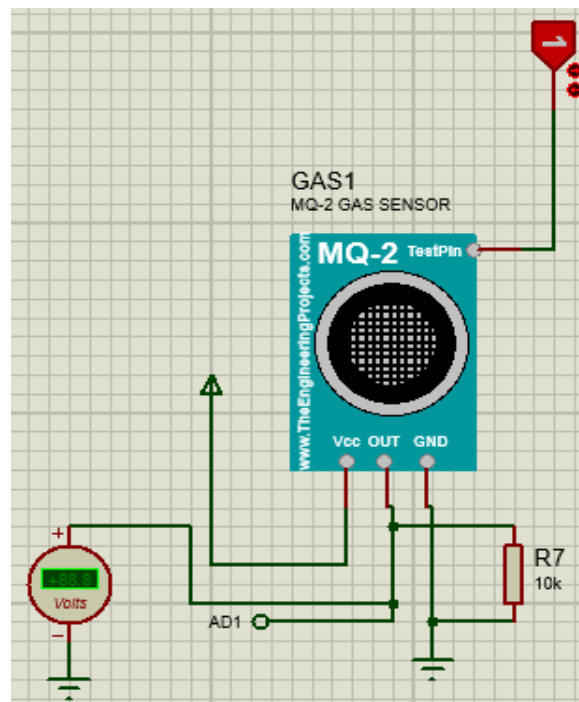


Gambar 1. Pengujian Kerja Sensor Suhu (LM35)



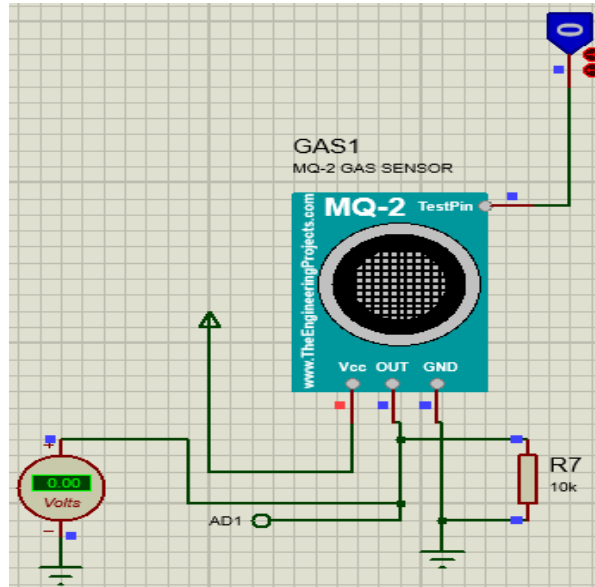
Gambar 2. Hasil pengujian V OUT LM35

Pengujian sensor berikutnya adalah pada sensor asap MQ-2. Pengujian yang dilakukan pada simulasi sensor MQ-2 hanya dapat dilakukan dengan 2 mode yaitu mode mendeteksi dan tidak mendeteksi asap. Skema pengujian melalui perangkat lunak ditunjukkan pada Gambar 3.

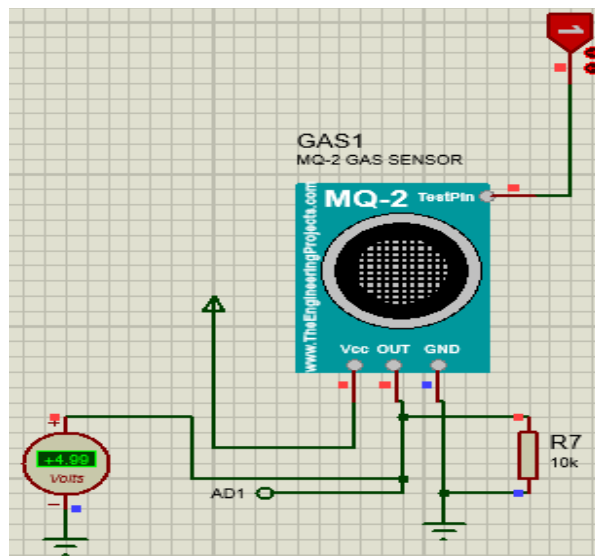


Gambar 3. Pengujian Simulasi Sensor Asap MQ-2

Hasil pengujian untuk metode mendeteksi dan tidak mendeteksi terhadap tegangan keluaran memperoleh hasil seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5. Sensor pada saat tidak mendeteksi asap memberikan tegangan keluaran dari sensor sebesar 0 Volt. Pada saat sensor mendeteksi asap dilakukan dengan mengganti masukan sensor sehingga keluaran sensor memberikan tegangan sebesar 4,99 Volt (5 Volt). Gambar 4 dan Gambar 5 dibedakan dari pendeteksiannya dengan merubah nilai masukan sensor.

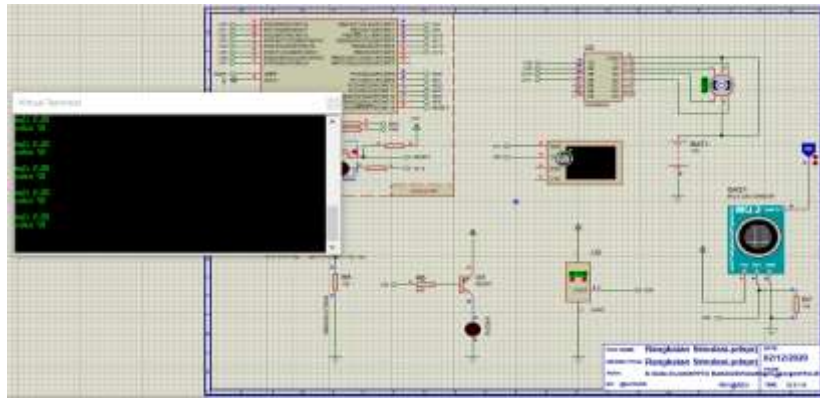


Gambar 4. Sensor tidak Mendeteksi Asap

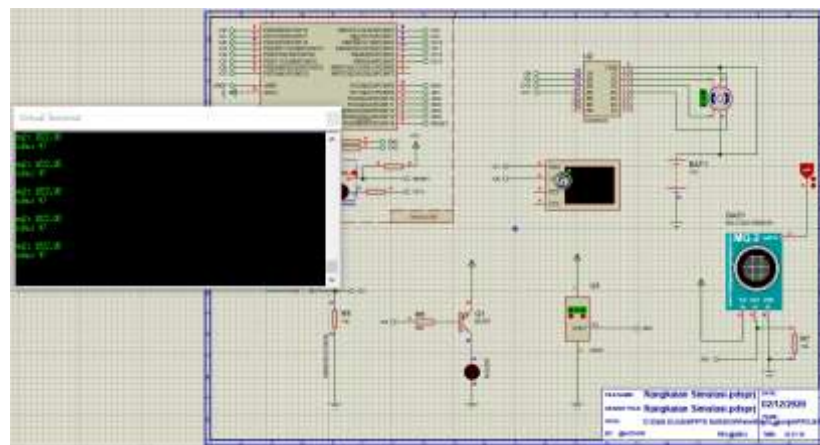


Gambar 5. Sensor Mendeteksi Asap

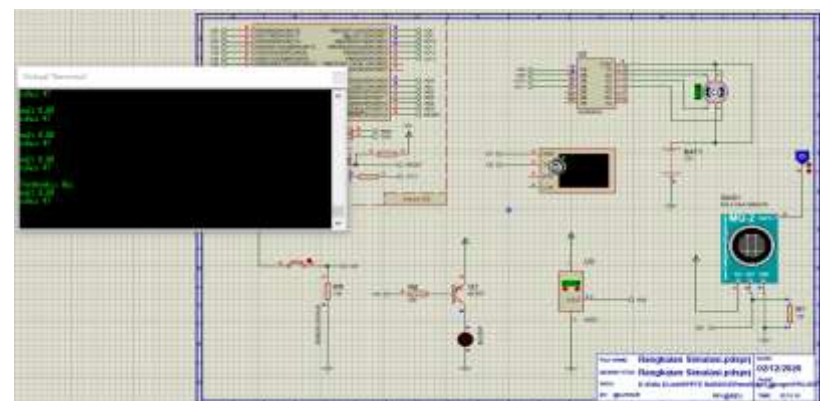
Tahap berikutnya adalah melakukan simulasi perangkat lunak secara keseluruhan. Simulasi tersebut dilakukan di SMK Negeri 3 Singaraja dan dilakukan dengan 2 tahap : tahap pertama adalah ketika hanya satu sensor yang menerima masukan dan tahap kedua adalah ketika semua sensor menerima masukan. Simulasi ini memberikan keluaran yang menunjukkan perubahan nilai dan keputusan dari masing masing kondisi. Proses pengujian ditunjukkan pada gambar 6, 7, 8 dan 9 berikut.



Gambar 6. Pengujian Sensor Suhu ON, Sensor Asap OFF dan UVTron OFF



Gambar 7. Pengujian Sensor Suhu OFF, Sensor Asap ON dan UVTron OFF



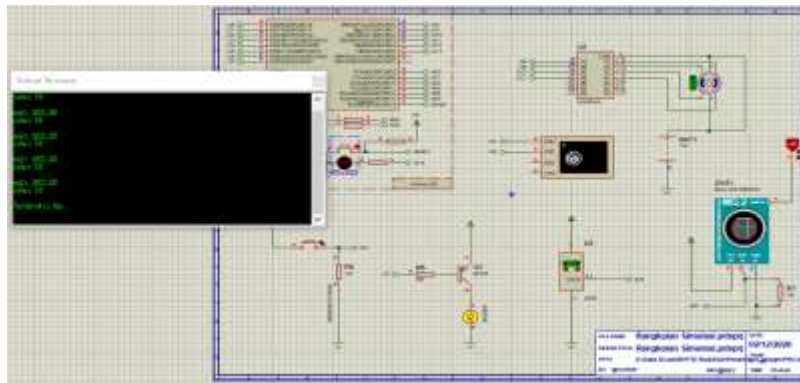
Gambar 8. Pengujian Sensor Suhu OFF, Sensor Asap OFF dan UVTron ON

Ketiga kondisi seperti ditunjukkan pada Gambar 6, 7 dan 8 menunjukkan bahwa jika hanya satu sensor yang bekerja (ON), maka aktuator berupa *buzzer* tidak bekerja.

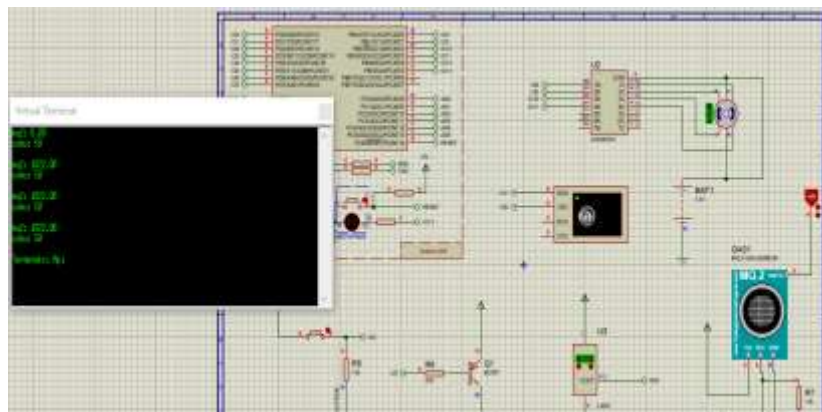


Gambar 9. Pengujian Sensor Suhu ON, Sensor Asap ON dan UVTron OFF

Kondisi pada Gambar 9 menunjukkan bahwa jika sensor asap dan sensor panas mendapat masukan maka aktuator *buzzer* akan ON. Hal berikutnya yang diujikan adalah ketika ketiga Sensor dalam kondisi mendapat masukan atau ON, maka kedua aktuator yaitu *buzzer* dan *motor stepper* bekerja.



Gambar 10. Kondisi Semua Sensor ON dan Buzzer ON



Gambar 11. Kondisi Motor Stepper Bekerja

2. Pengujian Purwarupa Melalui Perangkat Keras

Pada tahapan ini, penelitian dilanjutkan dengan mencoba terlebih dahulu kinerja dari masing-masing sensor, apakah sesuai dengan studi literatur yang ada. Setelah sesuai antara masukan dan keluaran serta tidak ditemukan *error* maka langkah berikutnya adalah perakitan dalam bentuk perangkat keras, berdasarkan konsep yang telah dirancang melalui perangkat lunak.



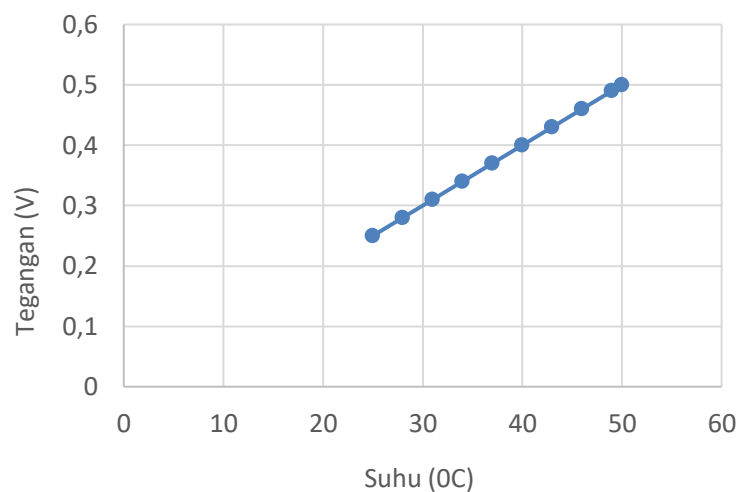
Gambar 12. Perangkat Sensor



Gambar 13. Pengujian Sensor

3. Pengujian Sensor Suhu LM35

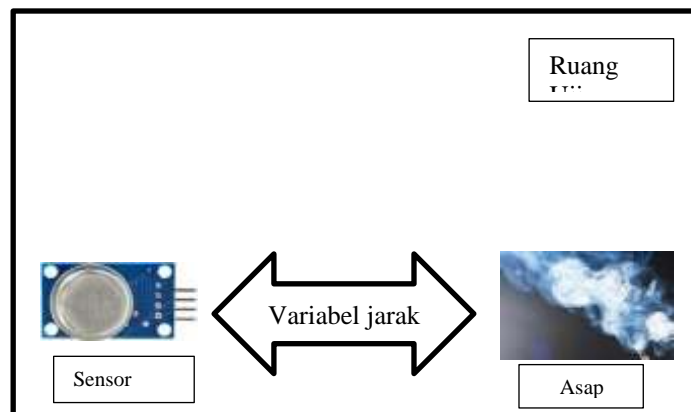
Pengujian sensor suhu LM35 dilakukan dengan bantuan wadah berisi air dan temperatur analog. Hasil pengujian diberikan pada Gambar 14. Dalam pengujian ini terlihat bahwa sensor memberikan keluaran yang linier dengan input suhu.



Gambar 14. Pengujian Sensor Suhu LM35

4. Pengujian Sensor Asap MQ-2

Pengujian yang dilakukan pada sensor asap MQ-2 berdasarkan waktu pendeteksian pembacaan asap dan jarak sumber asap terhadap sensor yang diletakkan. Uji sampel asap yang dilakukan menggunakan asap rokok seperti ditunjukkan pada Gambar 15 dan dilakukan pada ruangan tertutup. Pengujian ini menggunakan ruangan gudang dengan 1 (satu) buah ventilasi dan berukuran 2,5m × 3m × 3m, karena terbatasnya ruangan yang dapat digunakan sebagai tempat pengujian.



Gambar 15. Pengujian Sensor Asap (MQ-2)

Dalam kondisi awal sensor asap sudah dikalibrasi terlebih dahulu agar sensitif terhadap adanya asap di udara. Setelah itu dilakukan pengujian dan diamati berapa waktu yang diperlukan sensor untuk aktif dengan batasan – batasan jarak yang telah ditentukan. Hasil dari percobaan sensor MQ-2 tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Asap MQ-2

NO	JARAK SENSOR DENGAN ASAP ROKOK	KEBERHASILAN	KETERANGAN
1	± 1,1 meter	Baik	Waktu aktif sensor ± 37
2	± 1,6 meter	Baik	Waktu aktif sensor ± 53
3	± 2,1 meter	Baik	Waktu aktif sensor ± 122
4	± 2,6 meter	Baik	Waktu aktif sensor ± 200
5	± 3,1 meter	Baik	Waktu aktif sensor ± 234

5. Pengujian Sensor Api UVTron

Pengujian sensor api UVTron dilakukan berdasarkan perubahan jarak terhadap sumber kebakaran dan dilakukan di ruang tertutup. Alat yang digunakan adalah indikator berupa lampu LED dan multimeter untuk mencatat tegangan yang menjadi keluaran sensor. Hasil pengujian dicantumkan pada Tabel 2. Dalam pengujian ini terlihat bahwa sensor memberikan keluaran *high* (1) pada jarak ukur hingga 145 cm.

Tabel 2. Pengujian Sensor Api UVTron

Pengujian Ke-	Jarak (cm)	Indikator (lampu)	Tegangan (V)
1	25	Hidup	5
2	35	Hidup	5
3	45	Hidup	5
4	55	Hidup	5
5	65	Hidup	5
6	75	Hidup	5
7	85	Hidup	5
8	95	Hidup	5
9	105	Hidup	5
10	115	Hidup	5
11	125	Hidup	5
12	135	Hidup	5
13	145	Hidup	5

Setelah pengujian sensor satu persatu, penelitian dilanjutkan dengan pengujian unit purwarupa secara perangkat keras. Adapun alat bantu yang diperlukan saat melakukan dan memanipulasi perubahan sensor yaitu : Solder untuk masukan sensor panas, rokok untuk masukan sensor asap dan korek untuk masukan sensor api. Purwarupa perangkat keras dapat berfungsi dengan baik dalam mendeteksi masukan yang diberikan, seperti ditunjukkan pada gambar 16 dan 17.



Gambar 16. Pengujian Purwarupa Perangkat Keras (1)



Gambar 17. Pengujian Purwarupa Perangkat Keras (2)

Pada pengujian sensor suhu LM35, perubahan pada nilai tegangan keluaran sangat dipengaruhi oleh suhu pengujian. Sesuai dengan karakter aslinya, sensor suhu LM35 memiliki sensitivitas suhu dengan karakter yang linear antara tegangan dan suhu sebesar $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$. Pada suhu sekitar 50°C yang diasumsikan suhu yang menunjukkan kebakaran, sensor LM35 telah memberikan keluaran seperti yang diharapkan. Pada pengujian sensor asap, keluaran dapat diberikan pada jarak maksimum yang dicobakan yaitu $\pm 3,1$ meter dengan waktu aktif sensor 234 ms. Hal ini sudah dirasakan cukup, dengan memperhatikan dimensi ruang di dalam APB dimana asap cenderung untuk berkumpul. Waktu aktif sensor yang tidak cukup cepat pada jarak maksimum bisa menjadi kendala dan harus menjadi pertimbangan jika purwarupa ingin dikembangkan lebih lanjut.

Sensor api pada saat pengujian telah memberikan keluaran yang diinginkan hingga jarak 145 cm. Mengingat kondisi percobaan yang belum bisa menyerupai secara optimal situasi kebakaran dalam APB, maka dalam hal ini pengujian sensor api dilakukan dengan menggunakan peralatan yang ada. Pengujian purwarupa perangkat keras telah dilaksanakan dengan memberikan masukan pada ketiga sensor dan purwarupa berhasil mendeteksi gejala-gejala kebakaran.

SIMPULAN

Perancangan purwarupa sistem pendeteksi kebakaran telah dilakukan melalui 2 tahapan yaitu simulasi dan pengujian melalui perangkat lunak dan pengujian melalui perangkat keras. Hasil penelitian menunjukkan bahwa purwarupa sistem pendeteksi kebakaran yang dirancang dapat mendeteksi kebakaran setelah diuji lewat perangkat lunak dan perangkat keras. Diharapkan purwarupa ini dapat dikembangkan pada penelitian berikutnya dan dapat diuji pada kondisi nyata yaitu di dalam APB.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2007). UU RI No 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana . Jakarta.
- Anonim. (2015). PM 77 Tahun 2015 Standarisasi dan Sertifikasi Fasilitas Bandar Udara. Retrieved September 23, 2020
- Afwadi, I., Bukhari, B., Dailami, D., Marzuki, M., & Sumardi, S. (2021). RANCANG BANGUN PROTOTIPE PINTU PAGAR MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK BERBASIS MIKROKONTROLER. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 5(1). <https://doi.org/10.30811/jmst.v5i1.2139>
- Deswar, F. A., & Pradana, R. (2021). MONITORING SUHU PADA RUANG SERVER MENGGUNAKAN WEMOS D1 R1 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT). *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 12(1). <https://doi.org/10.31602/tji.v12i1.4178>
- Fatah, A. L. (2011). Prototipe Sistem Pendeteksi Dini Kebakaran dengan SMS sebagai Media Informasi Berbasis Mikrokontroler. Jakarta: STMIK LPKI.
- Fatmawati, R. (2009). Audit Keselamatan Kebakaran di Gedung PT. X Jakarta Tahun 2009.
- Government, D. f. (2010). Fire Statistics, United Kingdom, 2008. London.
- Nasution, N. S., Efendi, J., & Sudarmin, S. (2021). Pemanfaatan Smartphone Sebagai Sistem Kendali Pada Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *JUTSI (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi)*, 1(1). <https://doi.org/10.33330/jutsi.v1i1.1008>
- Oktopianto, Y., Nabil, M. J., & Arief, Y. M. (2021). SOSIALISASI KESELAMATAN

- TRANSPORTASI JALAN PENGEMUDI GOJEK DI KOTA TEGAL. *Kumawula : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 242 – 248. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v4i2.33321>
- Oktopianto, Y., Shofiah, S., Rokhman, F. A., & Pangestu, K. (2021). Analisis Daerah Rawan Kecelakaan (Black Site) Dan Titik Rawan Kecelakaan (Black Spot) Provinsi Lampung. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 40–51. <https://doi.org/10.35334/be.v5i1.1777>
- Prima, B. (2020). Perancangan Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Pir (Passive Infra Red) Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Elektronika*, 1.
- Rafika, A. S., Febriyanto, E., & Safriyati, E. (2020). Perancangan Modul Trainer Interface Mikrokontroler Berbasis ESP32 Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Embedded System. *Technomedia Journal*, 5(1). <https://doi.org/10.33050/tmj.v5i1.1331>
- Son, M. S. (2018). PENGEMBANGAN MIKROKONTROLER SEBAGAI REMOTE CONTROL BERBASIS ANDROID. *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA*, 11(1). <https://doi.org/10.15408/jti.v11i1.6293>
- Sudir, M. (2021). Pemantauan Jarak Jauh Menggunakan Mikrokontroler. *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)*, 10(2). <https://doi.org/10.22303/csrid.10.2.2018.101-110>
- Syahrul. (2012). Pemrograman Mikrokontroler AVR Bahasa Assembly dan C. Bandung: Informatika.
- Wardoyo, J., Hudallah, N., & Utomo, A. B. (2019). SMART HOME SECURITY SYSTEM BERBASIS MIKROKONTROLER. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 10(1). <https://doi.org/10.24176/simet.v10i1.2684>