

# Perancangan Sistem Pendeteksi Alkohol untuk Pengemudi Mobil Menggunakan Sensor MQ3 Berbasis IoT

Ricki Natalis<sup>1</sup>, Thommy Willay<sup>2</sup>, Amok Darmianto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Informatika, <sup>2</sup>Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Widya Dharma Pontianak  
e-mail: 20421402\_ricki\_n@widyadharma.ac.id, <sup>2</sup>w.thommy@gmail.com, <sup>3</sup>Amok\_D@widyadharma.ac.id

## Abstract

*This study aims to design and develop a prototype of an alcohol detection system based on the Internet of Things (IoT), integrated with the Android application Alcohol Detection as a monitoring and control medium. The system employs the MQ-3 sensor to detect alcohol levels in the driver's breath at a distance of 10–30 cm. Detection data is processed by the ESP32 microcontroller and displayed in real time on both a 16x2 LCD and the Alcohol Detection application. If the alcohol concentration exceeds the threshold, the system automatically cuts off the current through a relay, stopping the DC motor (as a car engine simulation), activating the buzzer as a warning alarm, and sending an email notification to the user. The research method used is the development method (Research and Development) with the stages of design, implementation, and prototype testing. The test results show that the MQ-3 sensor is able to detect alcohol levels with good accuracy within a 10–30 cm range, while accuracy decreases at longer distances. The Alcohol Detection application also enables users to monitor alcohol levels in real time while controlling the DC motor remotely. Thus, this prototype can serve as an initial solution to support driving safety through IoT-based monitoring, notifications, and control.*

**Keywords:** Android, IoT, MQ-3, ESP32, Alcohol

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototipe sistem deteksi alkohol berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan aplikasi *Android Alcohol Detection* sebagai media *Monitoring* dan kontrol. Sistem menggunakan sensor *MQ-3* untuk mendeteksi kadar alkohol dari napas sopir pada jarak 10–30 cm. Data hasil deteksi diproses oleh mikrokontroler *ESP32* dan ditampilkan secara *real-time* pada LCD 16x2 serta aplikasi *Alcohol Detection*. Jika kadar alkohol melebihi ambang batas, sistem secara otomatis memutuskan arus melalui relay sehingga motor DC (simulasi mesin mobil) berhenti, buzzer aktif sebagai alarm peringatan, dan notifikasi email dikirimkan kepada pengguna. Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengembangan (Research and Development) dengan tahapan perancangan, implementasi, dan pengujian prototipe. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor *MQ-3* mampu mendeteksi kadar alkohol dengan akurasi baik pada jarak 10–30 cm, sedangkan pada jarak lebih jauh akurasi menurun. Aplikasi *Alcohol Detection* juga memungkinkan pengguna memantau kadar alkohol secara *real-time* sekaligus mengontrol Motor DC dari jarak jauh. Dengan demikian, prototipe ini dapat menjadi solusi awal dalam mendukung keselamatan berkendara melalui *Monitoring*, notifikasi, dan kontrol berbasis *IoT*.

**Kata kunci:** Android, IoT, MQ-3, ESP32, Alkohol

## 1. PENDAHULUAN

Sistem deteksi alkohol berbasis *IoT* merupakan solusi penting untuk mendukung keselamatan berkendara, terutama dalam mencegah kecelakaan akibat pengemudi di bawah pengaruh alkohol. Sensor *MQ-3* digunakan untuk mendeteksi kadar alkohol pada napas dengan sensitivitas baik pada jarak tertentu. Perkembangan *mikrokontroler ESP32* dan platform *IoT* memungkinkan *monitoring* yang lebih cepat, akurat, dan mudah diakses dibandingkan metode manual.

Tantangan utama pencegahan kecelakaan akibat alkohol adalah ketiadaan sistem peringatan dini yang terhubung langsung dengan kendaraan. Penelitian ini mengintegrasikan sensor *MQ-3*, *ESP32*, relay, LCD 16x2, buzzer, serta aplikasi *Android Alcohol Detection*. Sistem secara otomatis menghentikan Motor DC, mengaktifkan alarm buzzer, dan mengirimkan notifikasi email ketika ambang batas alkohol terlampaui.

Dampak potensial dari sistem ini adalah berkurangnya risiko kecelakaan lalu lintas melalui deteksi dini dan pencegahan otomatis. Akses data *real-time* via *smartphone* juga memudahkan *monitoring* sekaligus kontrol jarak jauh. Dengan demikian, penelitian ini mendukung pengembangan teknologi keselamatan kendaraan modern berbasis *IoT* yang praktis dan aplikatif.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengembangan (Research and Development). Tahap awal dimulai dengan studi literatur dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, laporan ilmiah, dan *e-book* yang relevan dengan *Internet of Things* (IoT), sensor *MQ-3*, serta mikrokontroler *ESP32*. Studi literatur ini menjadi dasar dalam merancang sistem deteksi alkohol, meliputi alur kerja, rancangan perangkat keras, dan pemilihan teknologi pendukung. Perancangan sistem digambarkan menggunakan *Unified Modeling Language* (UML) untuk menjelaskan interaksi antara sensor *MQ-3*, mikrokontroler, relay, buzzer, LCD 16x2, serta aplikasi *Android Alcohol Detection*.

Aplikasi Alcohol Detection dirancang untuk membantu pengguna memantau kadar alkohol secara *real-time* yang terdeteksi oleh sensor *MQ-3* pada prototipe. Data dari sensor diproses oleh *ESP32*, ditampilkan pada LCD 16x2, dan dikirim ke aplikasi *Android*. Integrasi ini memungkinkan proses *monitoring* berjalan secara langsung, di mana hasil deteksi dapat dilihat pada antarmuka aplikasi.

Aplikasi ini dilengkapi fitur utama berupa tampilan kadar alkohol, indikator kondisi motor DC (aktif atau berhenti), serta notifikasi email otomatis ketika ambang batas terlampaui. Dengan kombinasi perangkat keras dan aplikasi, sistem tidak hanya melakukan pengukuran, tetapi juga memberikan kontrol dan peringatan dini sebagai upaya pencegahan kecelakaan akibat pengaruh alkohol.

### 2.2 Landasan Teori

#### 2.2.1 Internet of Things

IoT adalah jaringan perangkat yang saling terhubung dan dapat berkomunikasi satu sama lain melalui internet. Dengan menekankan pentingnya IoT dalam meningkatkan efisiensi operasional di berbagai sektor, seperti pertanian, kesehatan, dan transportasi.

#### 2.2.2 Sensor MQ-3

Sensor *MQ3* berfungsi dengan prinsip konduktivitas listrik yang berubah seiring dengan konsentrasi gas alkohol di sekitarnya. Sensor ini banyak digunakan dalam alat pengukur kadar alkohol untuk pengemudi.

#### 2.2.3 Alkohol

Alkohol dalam urin pada individu yang tidak mengonsumsi minuman beralkohol umumnya sangat rendah bahkan seringkali tidak terdeteksi. Peningkatan kadar hanya ditemukan pada orang yang mengonsumsi alkohol. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kadar alkohol dalam tubuh manusia sehat pada kondisi normal tidak memiliki nilai signifikan untuk memengaruhi metabolisme tubuh.

#### 2.2.4 Mikrokontroler

*Mikrokontroler* adalah sebuah chip komputer kecil yang dirancang untuk mengontrol perangkat elektronik. *Mikrokontroler* biasanya terdiri dari *Central Processing Unit* (CPU), memori, dan *input/output* (I/O) dalam satu paket, yang memungkinkan pengguna untuk mengembangkan sistem embedded dengan efisien.

#### 2.2.5 Arduino

*Arduino* merupakan platform yang memungkinkan pengguna untuk mengembangkan aplikasi berbasis *mikrokontroler* dengan mudah dan menekankan bahwa *Arduino* sangat cocok untuk digunakan dalam pendidikan teknik dan pengembangan produk.

#### 2.2.6 Motor DC

Motor DC masih memiliki peran penting dalam aplikasi industri, terutama karena kemampuannya dalam pengaturan kecepatan yang presisi. Namun menekankan perlunya inovasi dalam desain motor untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya perawatan.

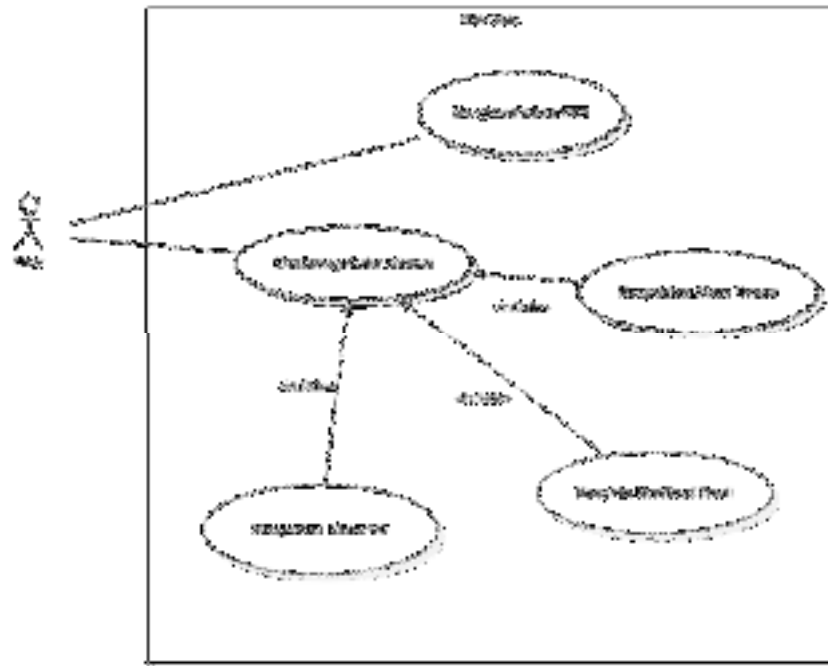
#### 2.2.7 Relay 5V

*Relay 5V* berfungsi untuk mengendalikan perangkat listrik dengan tegangan dan arus lebih tinggi menggunakan sinyal kontrol dari mikrokontroler. Relay bertindak sebagai saklar elektromagnetik yang memungkinkan isolasi antara sirkuit kontrol dan beban, sehingga melindungi komponen mikrokontroler dari gangguan listrik.

### 2.3 Perancangan Unified Modeling Language (UML)

Gambar 1 merupakan diagram use case yang secara jelas menggambarkan peran utama dari satu aktor, yaitu pengguna, dalam konteks aplikasi Alkohol Detection. Diagram ini menunjukkan bagaimana pengguna berinteraksi dengan sistem melalui berbagai fungsi atau kebutuhan fungsional yang telah dirancang untuk memenuhi kebutuhan spesifik dari sistem tersebut, digambarkan sebagai use case dalam diagram.

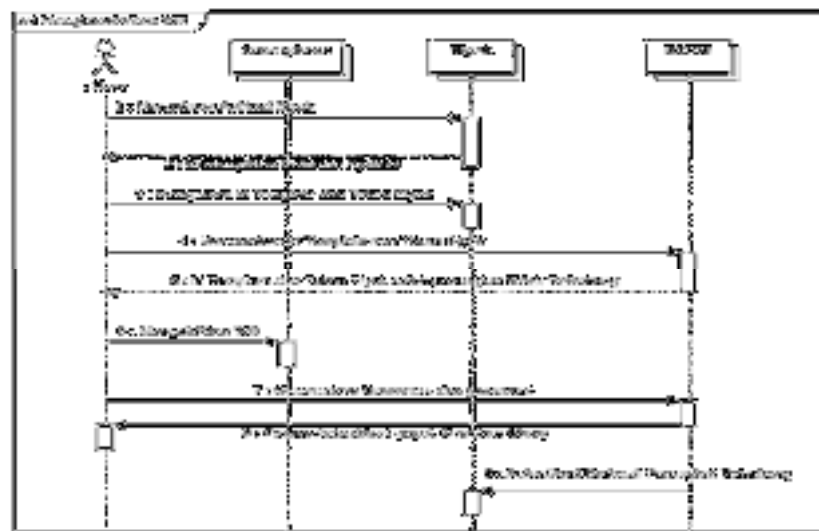
Gambar 1. *Use Case Diagram* Perancangan Aplikasi Alcohol Detection menggambarkan interaksi user dengan sistem. *User* dapat menghubungkan aplikasi ke WiFi, melakukan monitoring kadar alkohol, serta memperoleh fungsi tambahan berupa kontrol Motor DC, aktivasi alarm buzzer, dan pengiriman notifikasi Email ketika kadar alkohol terdeteksi melebihi batas.



Gambar 1. Use Case Diagram Perancangan Aplikasi Alcohol Detection

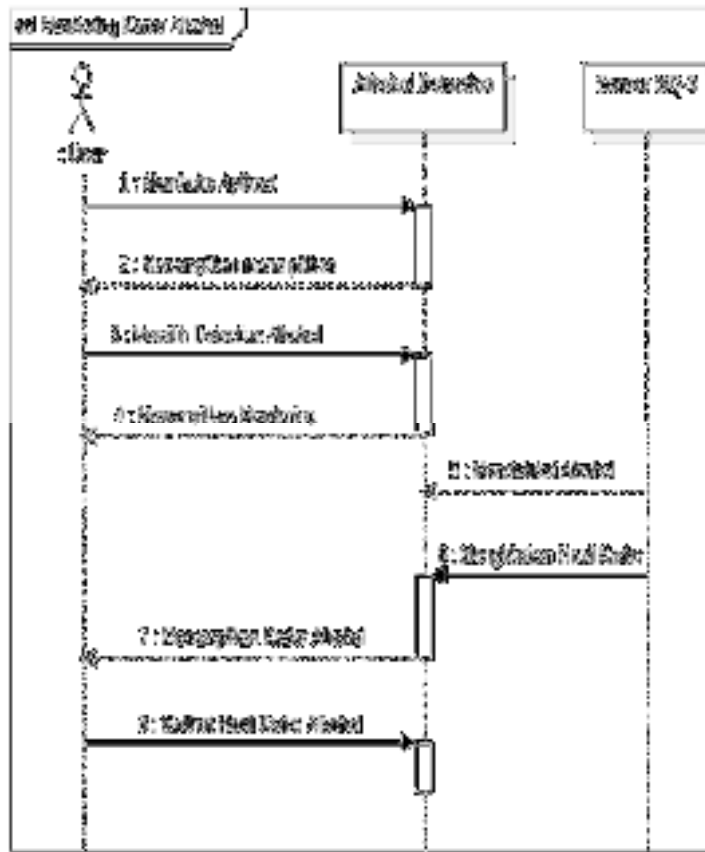
Gambar 2. Sequence Diagram Proses Mengkoneksikan WiFi menggambarkan alur komunikasi antara user, smartphone, aplikasi Blynk, dan perangkat ESP32. Proses dimulai saat user mengakses aplikasi Blynk melalui smartphone, kemudian aplikasi menampilkan halaman utama. Selanjutnya, user mengambil ID Template dan Token Blynk untuk dimasukkan ke perangkat ESP32. Jika ID atau token salah, perangkat tidak akan terhubung.

User kemudian mengaktifkan WiFi, memasukkan username dan password, lalu sistem melakukan autentikasi. Apabila autentikasi gagal, user diminta untuk mengulangi proses login. Jika autentikasi berhasil, perangkat ESP32 akan terhubung dengan aplikasi Blynk melalui jaringan WiFi. Gambar 2 merupakan sequence diagram Proses Mengkoneksikan WiFi. melalui penjabaran sebagai berikut



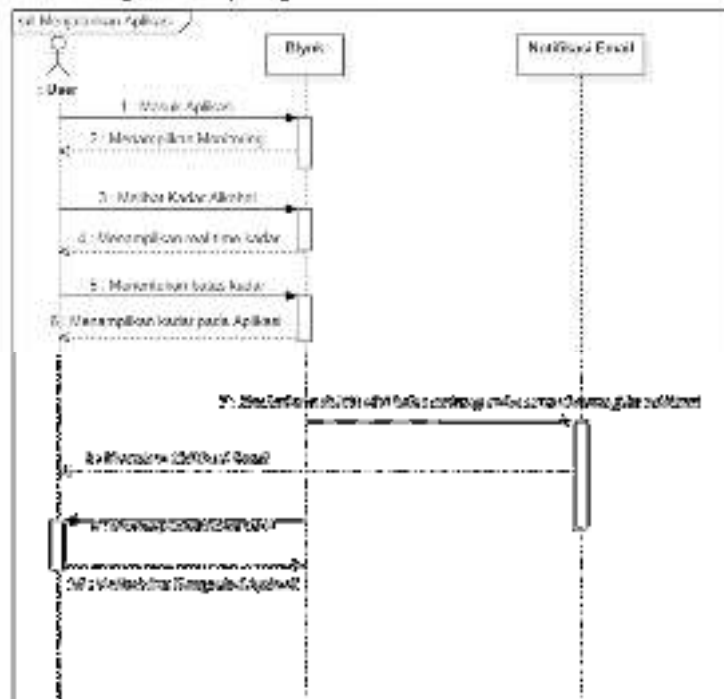
Gambar 2. Sequence Diagram Proses Mengkoneksikan Wifi

Gambar 3 merupakan sequence diagram untuk alur Monitoring Kadar Alkohol. Gambar tersebut dapat dijelaskan melalui penjabaran sebagai berikut. Gambar 3. Sequence Diagram alur Monitoring Kadar Alkohol menjelaskan proses interaksi antara user, aplikasi Alcohol Detection, dan sensor MQ-3. Alur dimulai ketika user membuka aplikasi, kemudian sistem menampilkan menu pilihan. Selanjutnya, user memilih fitur Detection Alkohol, sehingga aplikasi menampilkan halaman monitoring. Pada tahap ini, sensor MQ-3 mulai bekerja dengan mendeteksi kadar alkohol pada napas sopir, lalu mengirimkan hasil deteksi ke aplikasi. Sistem kemudian menampilkan nilai kadar alkohol secara real-time pada layar aplikasi. Akhirnya, user dapat melihat hasil kadar alkohol yang terdeteksi melalui tampilan aplikasi.



Gambar 3. *Sequence Diagram* alur *Monitoring Kadar Alkohol*

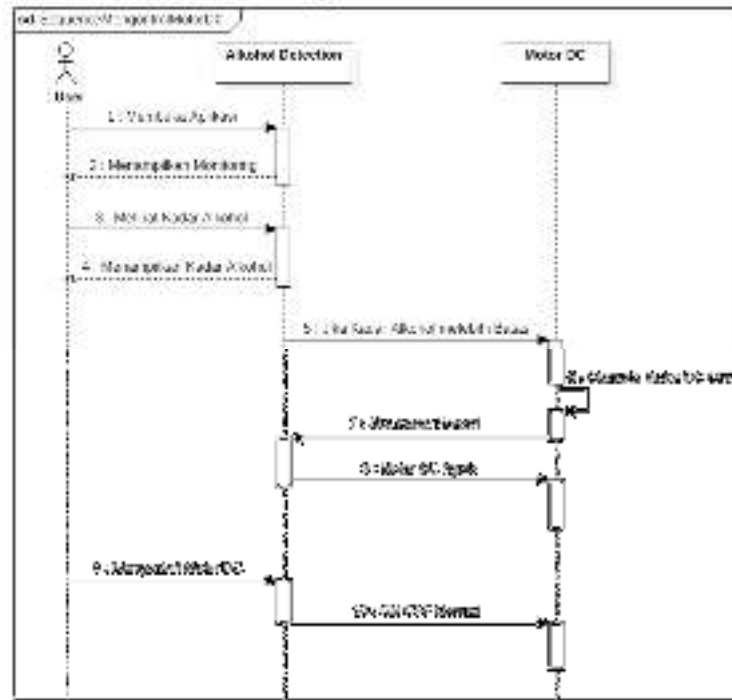
Gambar 4 merupakan *sequence diagram* untuk Mengirim notifikasi Email. Gambar tersebut dapat dijelaskan melalui penjabaran sebagai berikut. Gambar 4. *Sequence Diagram* Mengirim Notifikasi Email menjelaskan alur ketika sistem memberikan peringatan kepada user apabila kadar alkohol melebihi batas ambang. Proses dimulai saat *user* masuk ke aplikasi dan menampilkan halaman *Monitoring*. *User* dapat melihat kadar alkohol yang terdeteksi secara *real-time*. Sistem akan menampilkan hasil kadar pada aplikasi, dan jika nilai terdeteksi melebihi ambang batas, maka aplikasi Blynk secara otomatis mengirimkan notifikasi Email kepada *user*. *User* kemudian menerima notifikasi tersebut sebagai bentuk peringatan.



Gambar 4. *Sequence Diagram* Mengirim notifikasi Email

Gambar 5 merupakan *sequence diagram* untuk menjelaskan mengontrol Motor DC. Gambar

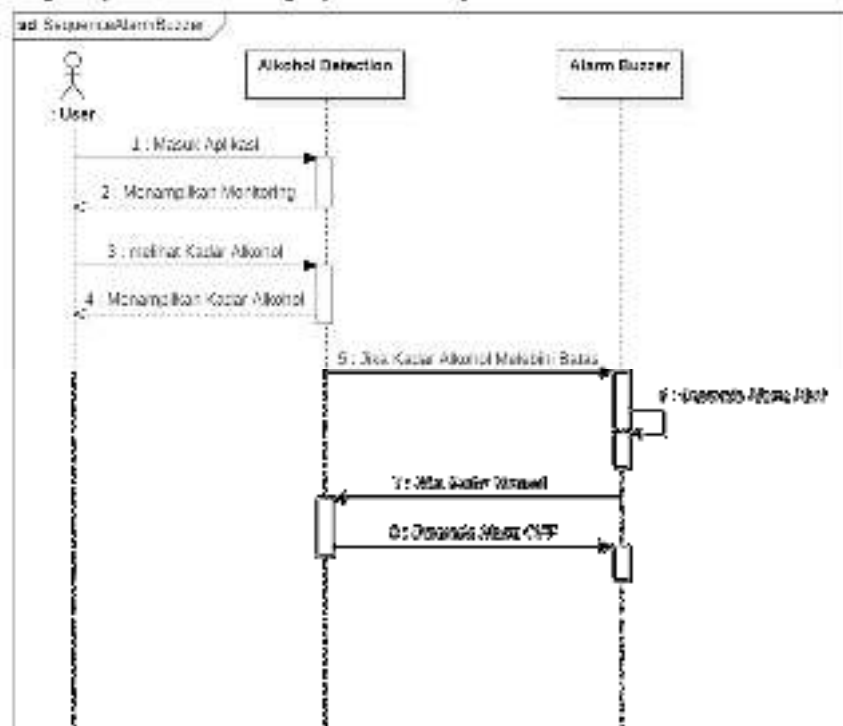
tersebut dapat dijelaskan melalui penjabaran sebagai berikut.



Gambar 5. Sequence Diagram Proses Mengontrol Motor DC

Gambar 5. Sequence Diagram Proses Mengontrol Motor DC menjelaskan alur kerja sistem dalam mengendalikan Motor DC berdasarkan hasil deteksi kadar alkohol. Proses dimulai ketika user membuka aplikasi dan menampilkan halaman *monitoring*. Selanjutnya, *user* dapat melihat kadar alkohol yang ditampilkan oleh sistem. Jika kadar alkohol yang terdeteksi melebihi batas ambang, maka sistem secara otomatis mematikan Motor DC (OFF) untuk mencegah kendaraan dijalankan. Sebaliknya, jika kadar alkohol kembali normal, sistem akan mengaktifkan motor DC (ON) sehingga kendaraan dapat digunakan. Selain kontrol otomatis, *user* juga memiliki opsi untuk mengontrol Motor DC secara manual melalui aplikasi, dengan menyalakan atau mematikan Motor DC sesuai kebutuhan.

Gambar 6 merupakan sequence diagram untuk menjelaskan proses menyalakan Alarm Buzzer. Gambar tersebut dapat dijelaskan melalui penjabaran sebagai berikut.



Gambar 6. Sequence Diagram Proses Menyalakan Alarm Buzzer

Gambar 6. Sequence Diagram Proses Menyalakan Alarm Buzzer menjelaskan mekanisme sistem dalam

mengaktifkan dan menonaktifkan alarm buzzer berdasarkan hasil deteksi kadar alkohol. Proses diawali ketika *user* masuk ke dalam aplikasi dan membuka halaman *Monitoring* untuk melihat kadar alkohol. Jika sistem mendeteksi bahwa kadar alkohol melebihi batas ambang, maka alarm buzzer secara otomatis aktif sebagai tanda peringatan bahaya. Alarm ini berfungsi sebagai notifikasi tambahan untuk memberi tahu bahwa kondisi tidak aman. Apabila kadar alkohol kembali normal, maka sistem akan mematikan alarm buzzer (OFF) secara otomatis, sehingga kondisi perangkat kembali ke keadaan semula.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Tampilan Antarmuka Pengguna (User Interface)

Tampilan Halaman pada perancangan antarmuka pengguna aplikasi *Android* ini Aplikasi *Alcohol Detection* ini menampilkan kadar alkohol hasil deteksi sensor *MQ-3* dalam bentuk data *real-time* yang disajikan melalui *gauge* dan tombol *Button* kontrol untuk mengaktifkan atau menghentikan Motor DC secara jarak jauh. Desain antarmuka dibuat responsif sehingga dapat menyesuaikan dengan berbagai ukuran layar *smartphone*, memastikan kenyamanan pengguna dalam mengakses informasi. Dengan rancangan yang sederhana, interaktif, dan mudah dipahami, aplikasi ini mendukung tujuan penelitian dalam menyediakan sistem deteksi alkohol yang praktis, akurat, serta dapat diakses kapan saja melalui perangkat *Android*.

Gambar 7 merupakan tampilan halaman utama aplikasi Blynk yang muncul ketika aplikasi diakses oleh pengguna. Halaman ini berfungsi sebagai antarmuka *Monitoring* dan kontrol sistem pendeteksi alkohol berbasis *Internet of Things (IoT)*. Melalui halaman ini, pengguna dapat memantau kondisi sistem secara langsung berdasarkan data yang dikirimkan oleh mikrokontroler *ESP32*. Pada halaman aplikasi Blynk, ditampilkan informasi mengenai nilai kadar alkohol yang terdeteksi oleh sensor *MQ-3*. Data tersebut diperbarui secara *real-time*, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi pengemudi secara cepat dan akurat. Selain fungsi pemantauan, aplikasi ini juga menyediakan fitur untuk mengontrol perangkat, seperti status Motor DC dan indikator peringatan, sesuai dengan kondisi sistem yang sedang berjalan.



Gambar 7. Tampilan Halaman Utama

#### 3.2 Tampilan Antarmuka ketika alkohol terdeteksi.

Gambar 8 merupakan tampilan Halaman aplikasi ketika saat alkohol melebihi batas, pengguna dapat mengakses aplikasi dan memantau data kadar alkohol, mengontrol mematikan dan mengaktifkan Motor DC.



Gambar 8. Tampilan Halaman ketika alkohol terdeteksi

### 3.3 Tampilan Antarmuka Halaman Notifikasi Email

Gambar 8 merupakan tampilan Halaman Email ketika menerima notifikasi peringatan kadar alkohol melebihi batas, notifikasi yang menampilkan peringatan kadar kadar alkohol terdeteksi tinggi melebihi batas 0.24 mg/L. Pada halaman email tersebut ditampilkan informasi bahwa sistem telah mendeteksi kadar alkohol yang berada pada tingkat berbahaya, sehingga pengemudi dinyatakan tidak layak untuk mengoperasikan kendaraan. Pengiriman notifikasi dilakukan secara otomatis oleh sistem setelah *Mikrokontroler ESP32* menerima dan memproses data dari sensor *MQ-3*, kemudian membandingkannya dengan nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Ketika nilai alkohol melebihi batas tersebut, sistem langsung mengaktifkan mekanisme peringatan dan mengirimkan pesan notifikasi melalui email.



Gambar 9. Tampilan Halaman notifikasi Email

### 3.4 Pengujian Aplikasi Blynk, Prototipe dan Notifikasi Email

Pengujian ini merupakan implementasi dari prototipe deteksi alkohol pada hembusan napas dan aplikasi monitoring yang terintegrasi melalui *IoT*. Pengujian dilakukan setelah rancangan prototipe selesai dibuat, sensor *MQ-3* telah dipasang, Motor DC, buzzer, dan modul notifikasi email. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sistem deteksi alkohol yang terintegrasi dengan motor DC, buzzer, dan modul notifikasi email melalui aplikasi Blynk. Berdasarkan Tabel 1, sistem mampu mendeteksi kadar alkohol pada jarak 5–42 cm. Berikut pengujian pada Tabel 1 dan Gambar 10.

Ketika kadar alkohol melebihi ambang batas 0,24 mg/L, maka:

- a) Buzzer aktif (ON)
- b) Motor DC berhenti
- c) Aplikasi Blynk mengirimkan notifikasi email otomatis kepada pengguna.

Sebaliknya, jika kadar alkohol di bawah 0,24 mg/L, maka:

- a) Buzzer dalam keadaan OFF,
- b) Motor DC tetap menyala
- c) Tidak ada notifikasi email yang dikirimkan.

Hasil pengujian juga divisualisasikan melalui LCD 16x2, yang menampilkan status kondisi apakah alkohol “Aman” (di bawah ambang batas) atau “Tinggi” (melebihi ambang batas), seperti ditunjukkan pada Gambar 10.

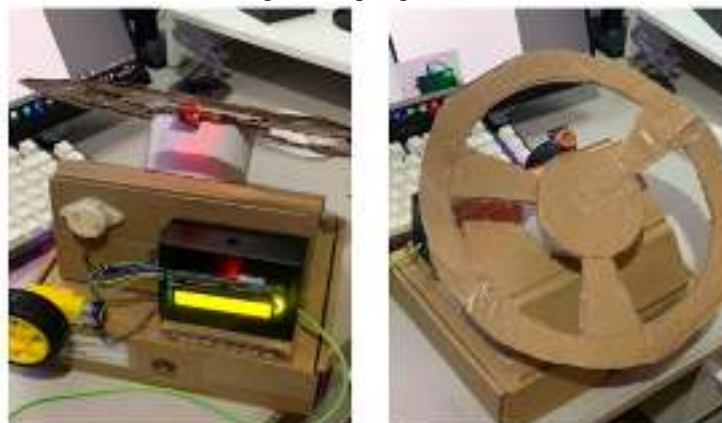
Dengan demikian, sistem ini terbukti dapat memberikan peringatan *real-time* kepada pengguna baik secara lokal (melalui LCD dan buzzer) maupun jarak jauh (melalui email notifikasi). Hal ini memperkuat aspek *IoT* pada prototipe karena pengguna dapat menerima informasi meskipun tidak berada di dekat alat.

Alkohol Yang Terdeteksi	Nilai Ambang Batas	Buzzer	Motor	Notifikasi Email	Status LCD
0.23mg/L	0.24mg/L	ON	10rpm	Mengirimkan Notifikasi	Terdeteksi
0.23mg/L	0.24mg/L	OFF	10rpm	Mengirimkan Notifikasi	Berbahaya
0.24mg/L	0.24mg/L	ON	10rpm	Mengirimkan Notifikasi	Terdeteksi
0.25mg/L	0.24mg/L	OFF	10rpm	Waktu: Mengirimkan Notifikasi	Berbahaya
0.26mg/L	0.24mg/L	OFF	10rpm	Waktu: Mengirimkan Notifikasi	Berbahaya
0.27mg/L	0.24mg/L	OFF	10rpm	Mengirimkan Notifikasi	Berbahaya
0.28mg/L	0.24mg/L	OFF	10rpm	Mengirimkan Notifikasi	Berbahaya



Tabel 1 dan Gambar 10 Hasil Pengujian Prototipe dan aplikasi Alcohol Detection

3.5 Prototipe yang sudah berhasil di rancang dan siap digunakan



Gambar 11 Hasil Pengujian Prototipe dan aplikasi Alcohol Detection

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a) Sistem berhasil membaca kadar alkohol dari napas pengemudi menggunakan sensor *MQ-3* yang dihubungkan dengan mikrokontroler *ESP32*.
- b) Sistem secara otomatis memutus arus Motor DC (sebagai simulasi mesin mobil) menggunakan Modul Relay apabila kadar alkohol melebihi ambang batas yang telah ditentukan.
- c) Aplikasi Blynk digunakan sebagai antarmuka pemantauan berbasis *Android* yang menampilkan status deteksi secara visual, dan dapat diakses dari jarak jauh secara *real-time*.
- d) Penggunaan Motor DC sebagai pengganti mesin mobil merupakan bentuk simulasi yang aman dan representatif untuk membuktikan fungsi kerja sistem tanpa melibatkan risiko kelistrikan kendaraan nyata.

## 5. SARAN

Sebagai bahan evaluasi dan pengembangan lebih lanjut, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan dalam penyempurnaan sistem:

- a) Mengintegrasikan fitur GPS untuk melacak lokasi kendaraan saat alkohol terdeteksi.
- b) Menambahkan sistem identifikasi wajah atau verifikasi pengemudi agar sistem hanya aktif saat pengemudi terverifikasi.
- c) Mengembangkan sistem notifikasi ke *Telegram Bot* atau *WhatsApp API* sebagai pelengkap dari Blynk.
- d) Untuk pengembangan selanjutnya, sistem dapat diuji langsung pada mesin kendaraan apabila telah memenuhi standar keamanan dan mendapatkan izin pengujian resmi. Dalam penelitian ini, Motor DC digunakan sebagai simulasi demi menjaga keamanan dan kepraktisan dalam proses perancangan.
- e) Penelitian selanjutnya, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur penyimpanan rekaman riwayat kadar alkohol ke dalam Database. Dengan adanya riwayat ini, pengguna dapat melakukan monitoring jangka panjang, menganalisis pola perilaku sopir, serta memiliki bukti historis jika terjadi pelanggaran batas kadar alkohol. Hal ini juga dapat meningkatkan aspek keamanan dan keandalan sistem dalam aplikasi nyata, khususnya pada perusahaan transportasi yang membutuhkan kontrol ketat terhadap sopirnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hariyanto, H. (2020). *Sistem Basis Data: Konsep dan Implementasi*. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- [2] Kurniawan, R. (2021). *Pemanfaatan Layanan Email dalam Sistem IoT untuk Notifikasi Real-Time*. Jurnal Teknologi dan Komunikasi, Vol. 8, No. 2: hal 45-47.
- [3] Nurjanah, S. (2022). *Pendidikan Kesehatan tentang Konsumsi Alkohol*. Jurnal Pendidikan Kesehatan. Vol. 10, No. 3: hal. 20-28.
- [4] Prabowo, A. (2019). *Elektronika Dasar: Komponen dan Aplikasinya*. Jakarta: Penerbit Elektronika Indonesia. Hal. 33-40.
- [5] Prasetyo, D. (2023). *Ulasan Modul Relay 5V: Cara Mengontrol Perangkat Listrik dengan Arduino*. Arduino Indonesia. Vol. 5, No. 2: hal 12-18.
- [6] Rizki, A. (2020). *Peran Internet of Things dalam Meningkatkan Efisiensi Sektor Pertanian*. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer. Vol. 8, No. 2: hal. 123-130.
- [7] Santoso, B. (2023). *Fritzing dalam Pengembangan Prototipe Elektronik*. Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi. Vol. 11, No. 2: hal. 59-67.
- [8] Sari, D. (2021). *Implementasi Internet of Things untuk Pengembangan Smart City di Indonesia*. Jurnal Sistem Informasi. Vol. 7, No 1: hal. 45-52.
- [9] Situmorang, I. M. B., Viola, L. A. A., Tanjung, A., & Alfiani, A. F. (2025). "Gambaran alkohol dalam urin peminum alkohol dengan metode kalium dikromat." Jurnal Medicare. Vol. 4, No.3: hal 520–527.
- [10] Supriyo, B. (2021). *Aplikasi Motor DC pada Kendaraan Listrik: Tantangan dan Peluang*. Jurnal Teknik Mesin UGM, Yogyakarta. Hal. 12-18.
- [11] Taufik, H. M. (2019). *Dasar-Dasar Mikrokontroler*. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer Vol. 7, No. 1: hal. 11-20.
- [12] Widyastuti, R. (2020). *Analisis Kinerja Sensor MQ3 dalam Deteksi Alkohol*. Jurnal Ilmu dan Teknologi. Vol. 8, No. 2: hal 45-53.
- [13] Yuniarto, M. N. (2020). *Perkembangan Teknologi Motor DC dalam Industri 4.0*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro ITS, Surabaya. Hal 45-50.
- [14] Zainuddin, A. (2021). *Arduino dalam Pendidikan Teknik*. Jurnal Pendidikan dan Teknologi. Vol. 9, No. 1: hal. 30-40.