

Perancangan Sistem Deteksi Alkohol dan Pemantauan Detak Jantung Pengemudi berbasis Aplikasi *Smartphone*

Ridho Adhitya Wardhana¹, Heru Supriyono¹, Bambang Hari Purwoto¹,
Mohammad Nasrul Mubin¹

¹ Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan, Kartasura,
Sukoharjo, Indonesia

 Email korespondensi: ridhoadhityawardhana45@gmail.com

Abstrak. Keselamatan pengemudi menjadi aspek krusial dalam upaya menekan angka kecelakaan lalu lintas, terutama yang disebabkan oleh pengaruh alkohol dan kondisi fisik pengemudi yang tidak prima. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mendeteksi kadar alkohol dan memantau detak jantung pengemudi secara *real-time* melalui aplikasi *smartphone*. Sistem ini menggunakan sensor TGS2620 untuk mendeteksi kadar alkohol dalam napas dan sensor MAX30102 untuk membaca detak jantung. Mikrokontroler ESP8266 berperan sebagai pusat kendali yang mengelola pembacaan sensor dan mengirimkan data ke *Firebase*. Output sistem ditampilkan melalui LCD I2C dan indikator LED sebagai peringatan visual. Aplikasi Android dirancang agar pengguna dapat memantau hasil pengukuran secara langsung serta mengakses riwayat pengecekan secara personal berdasarkan UID pengguna. Dari hasil pengujian, sistem menunjukkan performa yang cukup baik, dengan rata-rata *error* pembacaan sebesar 18,99% untuk sensor alkohol dan 1,59% untuk detak jantung. Sistem ini dinilai efektif sebagai solusi portabel yang mampu mendeteksi kondisi pengemudi secara langsung, sehingga dapat mendukung peningkatan keselamatan berkendara di jalan raya.

Kata kunci: Aplikasi; ESP8266; *Firebase*; MAX30102; TGS2620.

PENDAHULUAN

Keselamatan dalam berkendara merupakan aspek vital dalam upaya menekan angka kecelakaan lalu lintas. Kecelakaan lalu lintas tidak hanya disebabkan oleh kondisi kendaraan atau infrastruktur jalan, namun juga dipengaruhi oleh kondisi fisik dan



mental pengemudi. Salah satu faktor utama yang memengaruhi kemampuan mengemudi secara signifikan adalah kondisi tubuh pengemudi yang tidak prima, seperti dalam pengaruh alkohol maupun mengalami gangguan kesehatan seperti aritmia jantung.

Dalam situasi seperti ini, kemampuan tubuh untuk merespons kondisi jalan dengan cepat menjadi sangat krusial. Alkohol diketahui dapat memperlambat respon, mengganggu konsentrasi, serta meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan. Tidak hanya itu, pengaruh alkohol juga dapat menurunkan kemampuan kognitif dan mengganggu koordinasi motorik, yang sangat dibutuhkan dalam aktivitas mengemudi. Konsumsi alkohol secara berlebihan juga berdampak terhadap kondisi fisiologis, termasuk memicu peningkatan detak jantung secara tidak normal [1]. Di sisi lain, gangguan kesehatan seperti aritmia jantung dapat menyebabkan hilangnya kesadaran secara tiba-tiba saat mengemudi, yang tentu sangat membahayakan [2].

Beberapa studi menyebutkan bahwa faktor manusia (*human error*) menjadi penyebab dominan dalam kasus kecelakaan lalu lintas. Faktor-faktor seperti pelanggaran aturan lalu lintas, kelelahan, pengaruh alkohol, hingga kondisi fisik yang tidak stabil turut berkontribusi terhadap tingginya angka kecelakaan [3]. Berdasarkan data tahun 2024, tercatat sebanyak 152.000 kasus kecelakaan lalu lintas terjadi di Indonesia, dengan jumlah korban meninggal dunia mencapai 27.000 jiwa [4]. Lalu kasus kecelakaan di Indonesia yang disebabkan oleh pengemudi dengan kondisi mabuk sekitar 726 kasus dalam 1 tahun [5]. Perlu diketahui bahwa barangsiapa yang sedang mengemudi dalam keadaan mabuk akan dijera hukuman berat yakni penjara hingga 12 tahun atau denda Rp 24 juta [3]. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu memantau kondisi pengemudi secara *real-time* untuk meminimalkan potensi kecelakaan akibat kelalaian atau kondisi fisik yang tidak mendukung.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang besar dalam pengembangan sistem pemantauan kondisi pengemudi. IoT memungkinkan untuk penggabungan dan pengiriman data dari beberapa sensor secara *real-time* ke server atau aplikasi pemantauan. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam konteks ini. [6] mengembangkan sistem deteksi alkohol berbasis sensor TGS2620 yang mampu mengirimkan data secara *real-time*. Namun, sistem tersebut hanya berfokus pada deteksi alkohol, tetapi belum terhubung dengan aplikasi *mobile*. Sementara itu, [7] mengembangkan sistem pemantauan detak jantung menggunakan sensor MAX30102 yang ditampilkan melalui LCD dengan konfigurasi IoT menggunakan aplikasi *blynk*, namun sistem ini belum dapat dioperasikan pada keadaan nyata karena alat tidak mudah dibawa untuk pengecekan dan juga daya dari alat yang kurang dinamis.

Penelitian oleh [8] telah mencoba menggabungkan deteksi alkohol dan suhu tubuh berbasis IoT dengan menggunakan telegram, tetapi sistem ini belum dapat



dikonfigurasi agar setiap pengguna dapat melihat data riwayat pengecekan secara individual. Selain itu, penelitian oleh [9] menunjukkan bahwa sensor MAX30102 memiliki akurasi cukup tinggi dalam kondisi diam, namun cenderung mengalami gangguan saat digunakan dalam kondisi bergerak, yang umum terjadi di kendaraan.

Menanggapi keterbatasan tersebut, penelitian ini merancang dan mengembangkan sebuah sistem monitoring berbasis IoT dengan aplikasi *smartphone* yang menggabungkan deteksi kadar alkohol menggunakan sensor TGS2620 serta pemantauan detak jantung dengan sensor MAX30102 yang nantinya alat dapat dibawa kemana saja dengan nyaman dan siap untuk digunakan. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler ESP8266 yang memiliki kemampuan konektivitas WiFi dan konsumsi daya rendah, sehingga memungkinkan pengiriman data secara *real-time* ke aplikasi *smartphone* [10]. Sensor TGS2620 dipilih karena sensitivitasnya yang tinggi terhadap gas alkohol, meskipun memerlukan kalibrasi untuk mengurangi pengaruh dari gas lain seperti hidrogen dan karbon monoksida. Sementara itu, sensor MAX30102 bekerja berdasarkan prinsip *photoplethysmography* (PPG) untuk mendeteksi detak jantung dan kadar oksigen dalam darah, dengan tingkat akurasi yang baik apabila digunakan dalam kondisi stabil. Seluruh data dari sensor diproses oleh ESP8266 dan ditampilkan pada LCD I2C sebagai indikator langsung di kendaraan. Data juga dikirimkan ke aplikasi *smartphone* yang menjadi antarmuka utama pengguna. Aplikasi nantinya dapat digunakan sebagai alat monitor terkait riwayat pengguna sebelumnya. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi teknologi yang mendukung peningkatan keselamatan berkendara secara *real-time*, baik bagi pengguna individu maupun lembaga yang bertanggung jawab atas operasional transportasi.

Pendahuluan merupakan bagian awal yang memuat latar belakang penelitian, permasalahan yang menjadi dasar penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, serta urgensi atau pentingnya penelitian dilakukan. Bagian ini sebaiknya juga mencakup tinjauan pustaka singkat yang relevan untuk memberikan gambaran umum terkait penelitian sebelumnya, serta menunjukkan celah atau permasalahan yang belum terjawab secara jelas oleh penelitian terdahulu. Penulis perlu menjelaskan secara singkat tentang keadaan atau fenomena yang mendasari penelitian ini, sehingga pembaca mendapatkan gambaran yang jelas tentang konteks penelitian. Pada bagian akhir pendahuluan, penulis juga wajib menegaskan tujuan spesifik penelitian secara jelas dan singkat.



METODE

Metode perancangan sistem deteksi alkohol dan monitoring detak jantung berbasis aplikasi *smartphone* terdiri dari beberapa tahap. Tahapan metode bisa dilihat pada Gambar 1.

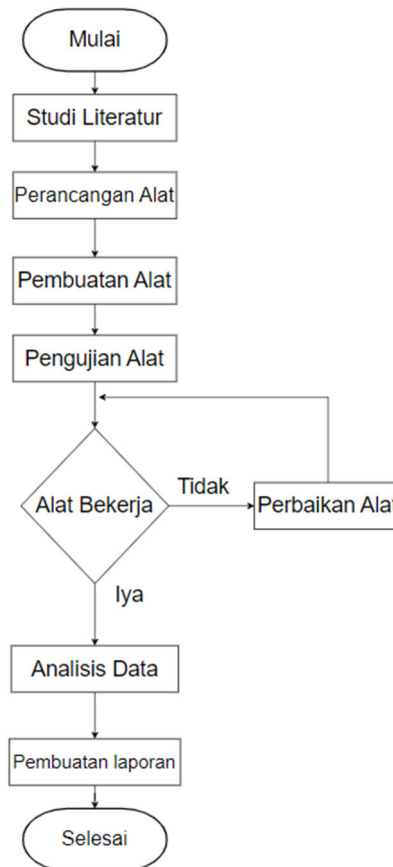
Berdasarkan Gambar 1 dijelaskan sebagai berikut:

- a. Metode penelitian ini diawali dengan studi literatur. Pada tahap ini, dilakukan pencarian, pengkajian, dan analisis terhadap berbagai referensi, termasuk jurnal ilmiah, buku, serta penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penggunaan sensor untuk deteksi alkohol dan pemantauan kesehatan pengemudi. Beberapa aspek yang dikaji mencakup karakteristik sensor gas TGS2620 yang mampu mendeteksi kadar alkohol dalam udara yang dihembuskan oleh pengemudi, serta sensor MAX30102 yang dapat membaca detak jantung melalui ujung jari atau pergelangan tangan. Kemudian *datasheet* sensor yang digunakan dan komponen yang digunakan agar tidak terjadi kesalahan dalam proses penelitian. Selain itu, studi literatur juga mencakup pemahaman mengenai teknologi IoT, yang memungkinkan sistem ini terhubung dengan perangkat mobile untuk pemantauan secara *real-time*.
- b. Lalu penelitian memasuki tahap perancangan alat, yang bertujuan untuk merancang sistem secara konseptual sebelum masuk ke tahap implementasi. Perancangan ini mencakup pemilihan komponen utama yang akan digunakan, penentuan alur kerja sistem, pembuatan desain alat dengan aplikasi Inventor, pembuatan desain pcb dengan aplikasi Easyeda, pembuatan *script* sistem, pembuatan aplikasi *smartphone* di Android Studio serta integrasi antara sistem alat ke aplikasi *smartphone* melalui *firebase*.
- c. Memasuki tahap pembuatan alat, sistem mulai dirakit dengan menghubungkan berbagai komponen yang telah dipersiapkan sebelumnya. Proses ini mencakup pemasangan sensor pada mikrokontroler ESP8266 dan komponen lain pada PCB yang sudah dibuat, pemasangan semua komponen yang digunakan ke alat 3d yang sudah dibuat desain nya diawal proses, penyesuaian *script* untuk arduino dengan mengelola data sensor, serta pengembangan aplikasi *smartphone* yang berfungsi sebagai antarmuka bagi pengguna. Sistem komunikasi berbasis IoT juga diimplementasikan agar data dari sensor dapat dikirimkan secara *real-time* dan diakses oleh pengguna kapan saja melalui *smartphone* mereka.
- d. Setelah sistem selesai dibuat, penelitian memasuki tahap pengujian, yang bertujuan untuk mengevaluasi akurasi serta efektivitas sistem dalam kondisi nyata. Pengujian sistem ini dilakukan dalam beberapa kondisi guna melihat perbedaan pembacaan dan



menilai sensitivitas masing masing sensor. Pengujian dilakukan dengan mengecek semua komponen yang digunakan terlebih dahulu apakah ada kendala atau tidak kemudian respon sensor TGS2620 terhadap alkohol dan sensor MAX30102 terhadap detak jantung, termasuk pengiriman data ke aplikasi *smartphone*. Jika sistem tidak bekerja sesuai rancangan awal, dilakukan proses perbaikan dan penyesuaian.

- e. Lalu ada tahap analisa data. Saat sudah berhasil melakukan pengujian maka kemudian melakukan pengambilan data lengkap dari semua aspek yang digunakan dan juga menganalisa hasil pengujian dengan alat pembanding untuk mengetahui efektivitas sistem secara keseluruhan.
- f. Tahap akhir dalam penelitian ini adalah penyusunan laporan dengan mengacu dari data yang didapat. Tahap terakhir dalam penelitian ini adalah penyusunan laporan yang terdiri dari penjelasan proses dari awal pembuatan hingga analisa data.



Gambar 1.Flowchart Sistem

Persiapan alat dan bahan

Perancangan dan penerapan sistem pendeteksi alkohol serta pemantauan detak jantung berbasis aplikasi *smartphone* ditujukan untuk meningkatkan aspek keselamatan dalam



berkendara, khususnya dengan memantau kondisi fisik pengemudi secara langsung. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi keberadaan alkohol dalam tubuh serta memantau denyut jantung pengemudi, kemudian mengirimkan data secara real-time ke aplikasi *smartphone* sebagai bentuk peringatan dini jika ditemukan kondisi yang tidak normal. Sistem ini memanfaatkan sensor TGS2620 untuk mendeteksi kadar alkohol dan sensor MAX30102 untuk mengukur detak jantung, dengan kendali utama oleh mikrokontroler ESP8266 yang terhubung ke layanan *Firebase* sebagai media penyimpanan data. Daftar komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam sistem ini tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Jumlah
ESP8266	1
Sensor TGS2620	1
Sensor MAX30102	1
LED	3
LCD I2C 16X2	1
Modul J5019	1
Baterai	2
Box Alat	1
Saklar	1
PCB	1
Kabel <i>Jumper</i>	1 set
Corong Mini	1
Laptop	1

Selain alat dan bahan yang tercantum pada Tabel 1, peneliti juga menggunakan beberapa perangkat lunak untuk menunjang proses perancangan dan implementasi sistem. Arduino IDE dimanfaatkan untuk membuat dan mengunggah program ke mikrokontroler ESP8266, yang bertugas membaca data dari sensor dan mengirimkannya ke *firebase*. Untuk pengembangan aplikasi yang digunakan dalam menampilkan data hasil deteksi, peneliti menggunakan Android Studio sebagai software pengembangan utama dalam membangun aplikasi *smartphone* berbasis Android yang terhubung dengan *Firebase*. Dalam proses perancangan rangkaian elektronik, digunakan EasyEDA untuk membuat layout PCB secara digital. Sementara itu, desain fisik dari perangkat seperti box



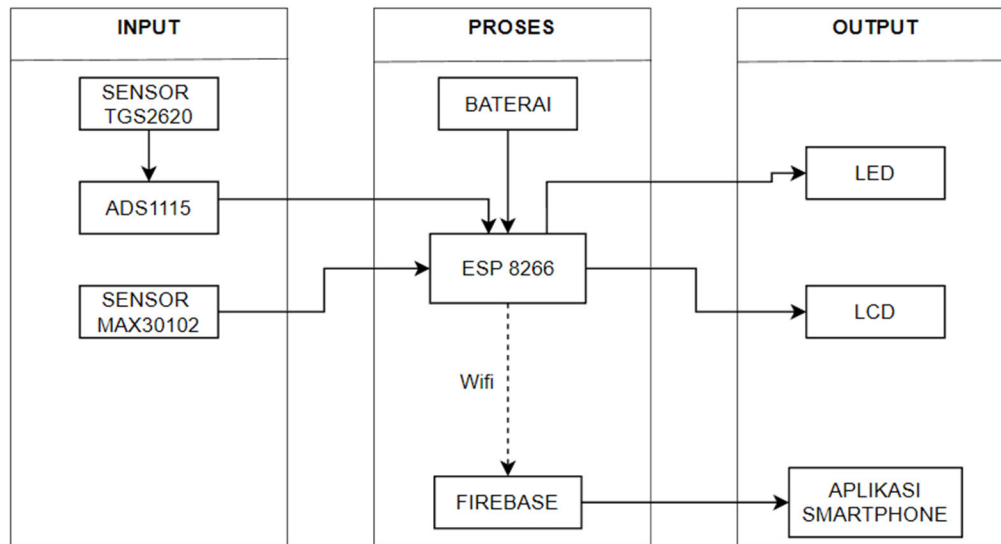
atau casing dibuat menggunakan Autodesk Inventor, guna menunjang estetika serta ergonomi perangkat secara keseluruhan.

Perancangan dan Pembuatan

Sistem ini mencakup pemrograman ESP8266, pengembangan aplikasi di Android Studio, serta integrasi sensor TGS2620 untuk deteksi alkohol dan sensor MAX30102 untuk pemantauan detak jantung. Data dikirim secara sinkron ke *Firestore* untuk penyimpanan *real-time*. ESP8266 berfungsi mengelola komunikasi data secara terus-menerus saat alat aktif. Sistem didukung baterai Li-Ion untuk asupan daya yang digunakan.

Gambar 2 merupakan gambaran dari blok diagram sistem yang akan dibuat untuk pendeteksi alkohol dan detak jantung. Sistem yang dirancang pada penelitian ini terdiri atas tiga bagian utama, yaitu input, proses, dan output. Pada bagian input, terdapat tiga komponen penting yaitu baterai, sensor TGS2620, dan sensor MAX30102. Baterai berfungsi sebagai sumber energi utama yang menyuplai daya ke seluruh rangkaian sistem. Sensor TGS2620 digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan alkohol dengan menggunakan komponen ADS1115 agar rentang nilai ADC bisa lebih besar, sementara sensor MAX30102 dimanfaatkan untuk memantau detak jantung serta kadar oksigen dalam darah secara langsung. Seluruh data yang diperoleh dari sensor akan diproses pada bagian proses, yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler ESP8266 berfungsi untuk membaca dan mengolah data dari kedua sensor, lalu mengirimkannya ke layanan *Firestore* melalui koneksi WiFi. *Firestore* berperan sebagai penyimpanan data secara *real-time*, yang memungkinkan sinkronisasi dengan aplikasi *mobile*. Pada bagian output, terdapat LED, LCD, dan aplikasi *smartphone*. LED menyala sebagai tanda peringatan apabila sistem mendeteksi adanya kadar alkohol tinggi atau detak jantung yang tidak normal. LCD berfungsi untuk menampilkan data secara langsung dari sensor, sedangkan aplikasi *smartphone* akan menampilkan data dengan menerima data dari *Firestore* untuk ditampilkan kepada pengguna .



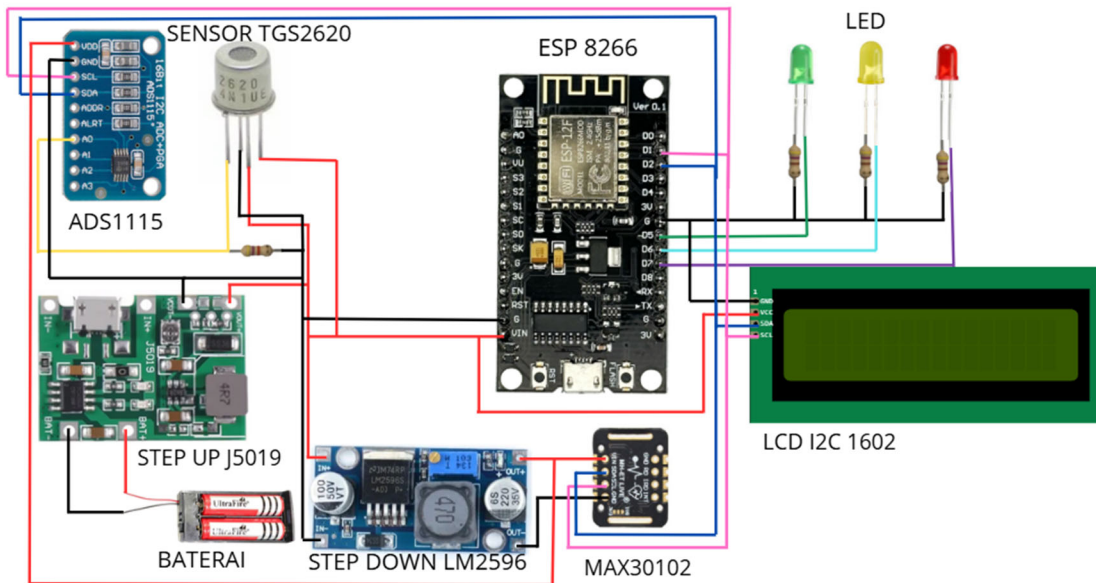


Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Rancangan Elektronika

Tahap ini mencakup perancangan sistem dari setiap komponen yang digunakan. Rangkaian sistem ini menggunakan ESP8266 sebagai pusat kendali yang menghubungkan berbagai komponen elektronik. Baterai Li-Ion berperan sebagai sumber daya utama dengan tegangan kerja hanya 3,7V dan dikombinasikan dengan modul *charge battery step-up* tegangan menjadi 5V untuk menjaga kestabilan tegangan sebelum dialirkan ke ESP8266, sensor TGS2620 dan juga LCD yang digunakan. Sensor TGS2620 digunakan untuk mendeteksi kadar alkohol di udara, sementara sensor MAX30102 berfungsi untuk memantau detak jantung. ADS1115 untuk mengonversi nilai analog dari sensor TGS2620 agar dapat dibaca oleh ESP8266 dengan input daya menggunakan *step down* LM2596 agar *supply* daya sesuai dengan *datasheet*. Data hasil pengukuran dari kedua sensor ini ditampilkan pada LCD, yang terhubung ke ESP8266 melalui jalur komunikasi data. Selain itu, terdapat LED merah, kuning, dan hijau sebagai indikator tingkat bahaya berdasarkan hasil analisis sensor. Semua komponen dalam sistem ini tersusun dalam rangkaian yang memungkinkan komunikasi dan distribusi daya berjalan dengan optimal.



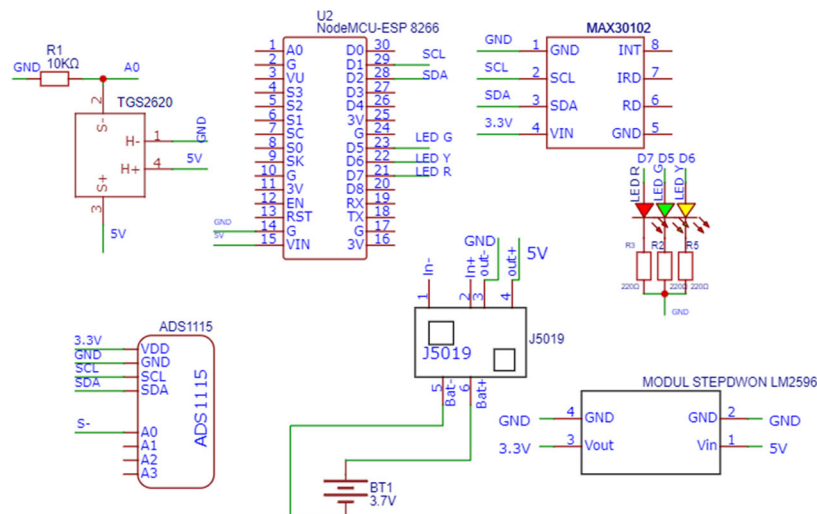


Gambar 3. Wiring Diagram

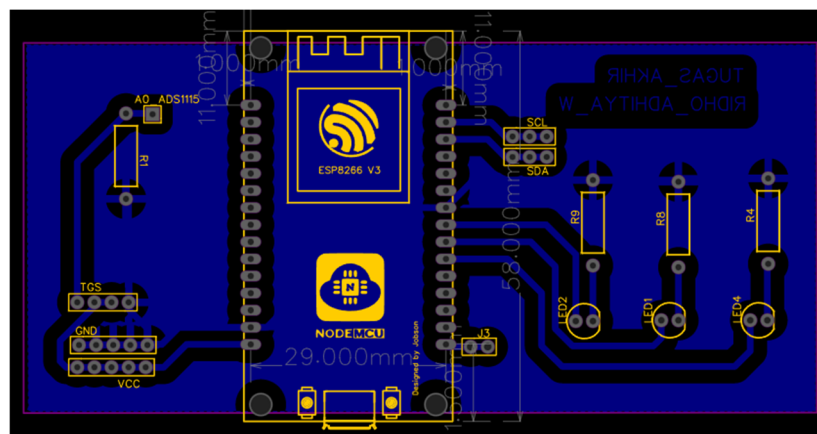
Gambar 3 merupakan *wiring* diagram menggambarkan sistem elektronik berbasis ESP8266, yang dirancang untuk mendeteksi kadar alkohol di udara serta memantau detak jantung pengguna, dengan hasil yang dapat ditampilkan pada LCD dan dikirim secara *real-time* melalui WiFi ke aplikasi *smartphone*. Sistem ini menggunakan baterai Li-ion 18650 (3.7V) sebagai sumber daya utama, yang diatur oleh modul J5019 yang berfungsi sebagai pengisi daya (*charger*) dan dilengkapi dengan *step-up* yang bertugas menaikkan tegangan dari 3.7V ke 5V agar sesuai dengan kebutuhan daya ESP8266 dan beberapa komponen lainnya. ESP8266 berfungsi sebagai mikrokontroler utama, mendapatkan suplai daya dari output J5019 (OUT+), dan memiliki berbagai koneksi dengan sensor serta perangkat output untuk memastikan sistem bekerja dengan optimal. Pada bagian sensor, sensor gas TGS2620 digunakan untuk mendeteksi keberadaan alkohol di udara, dengan pin output analog akan terhubung ke A0 pada ADS1115, sehingga dapat mengonversi data analog menjadi digital untuk diproses lebih lanjut. Sensor ini juga membutuhkan tegangan 5V untuk bekerja dengan stabil, sehingga mendapat suplai langsung dari ESP8266. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan sensor detak jantung MAX30102, yang terhubung ke ESP8266 melalui komunikasi I2C menggunakan jalur SCL dan SDA untuk dapat mendeteksi perubahan data secara *real-time* dan mengaktifkan proses pembacaan detak jantung saat diperlukan. Sensor ini mendapatkan suplai daya dari Modul LM2596 yang digunakan untuk menurunkan tegangan sumber 5V menjadi lebih kecil dan sesuai tegangan kerja sensor MAX30102 dan juga ADS1115. ADS1115 konfigurasi pin nya menggunakan SDA dan SCL untuk mengirim nilai analog tgs ke ESP8266. Sebagai tampilan hasil pengukuran, sistem menggunakan LCD 16x2 dengan



modul I2C, yang juga terhubung ke ESP8266 melalui jalur SCL dan SDA, sehingga berbagi jalur komunikasi dengan sensor MAX30102 dan juga ADS1115. LCD ini berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran kadar alkohol dan detak jantung pengguna dalam bentuk teks yang mudah dibaca. Untuk memberikan indikasi visual tambahan, sistem dilengkapi dengan LED indikator merah, hijau, dan kuning, yang masing-masing dikontrol oleh GPIO ESP8266. LED ini bekerja sebagai indikator status, misalnya LED merah menyala jika kadar alkohol melebihi batas aman, LED hijau menyala jika kadar normal, dan LED kuning sebagai tanda peringatan dini, sebelum mencapai batas berbahaya. Setiap LED dihubungkan ke GND melalui resistor 220Ω agar tidak terjadi arus berlebih yang dapat merusak LED atau mikrokontroler.



4a. Schematic PCB



4b. Board PCB

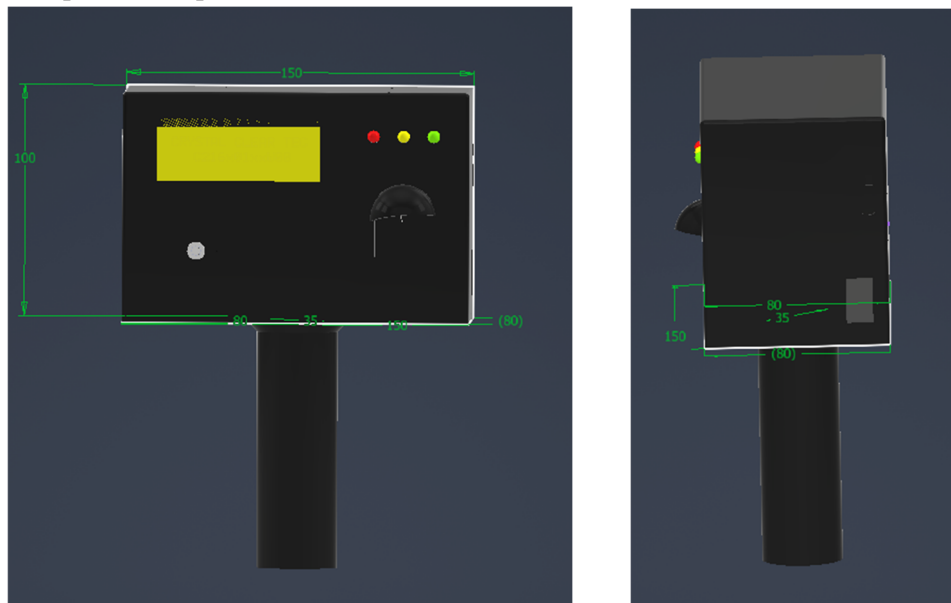
Gambar 4. Desain Layout PCB



Gambar 4 merupakan gambar layout PCB alat yang akan digunakan dengan menggunakan software EASYEDA. Vcc menggunakan input dari baterai 3.7V yang di *step up* dengan modul J5019 ke 5v untuk men-*supply* sistem seperti sensor TGS2620 dan juga LCD I2C 1602. Lalu untuk sensor MAX30102 dan ADS1115 menggunakan supply 3.3v yang diperoleh dari *step down* LM2596. Lalu agar LED aman dari tegangan yang berlebih diberi resistor dengan nilai 220Ω. Untuk pin SDA SCL itu digunakan oleh LCD, MAX30102 dan ADS1115.

Rancangan Mekanik

Tahap rancangan mekanik ini yakni tahapan untuk merancang purwarupa alat yang akan dibuat. Proses ini digunakan agar alat nantinya lebih presisi dan memudahkan saat pembuatan. Rancangan alat ini, penulis membuat alat dengan desain yang lebih portable untuk mempermudah saat penggunaan dengan dimensi alat yakni untuk rumah alat nya itu berukuran panjang 15cm tinggi 10cm lebar 8cm, dan untuk pegangan alat berdiameter 4cm dengan panjang 11cm. Penulis menggunakan software Autodesk Inventor Professional 2026 saat membuat rancangan mekanik ini. Desain rancangan mekanik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5a. Desain Tampak Depan

Gambar 5b. Desain Tampak Samping

Gambar 5. Desain 3D Alat

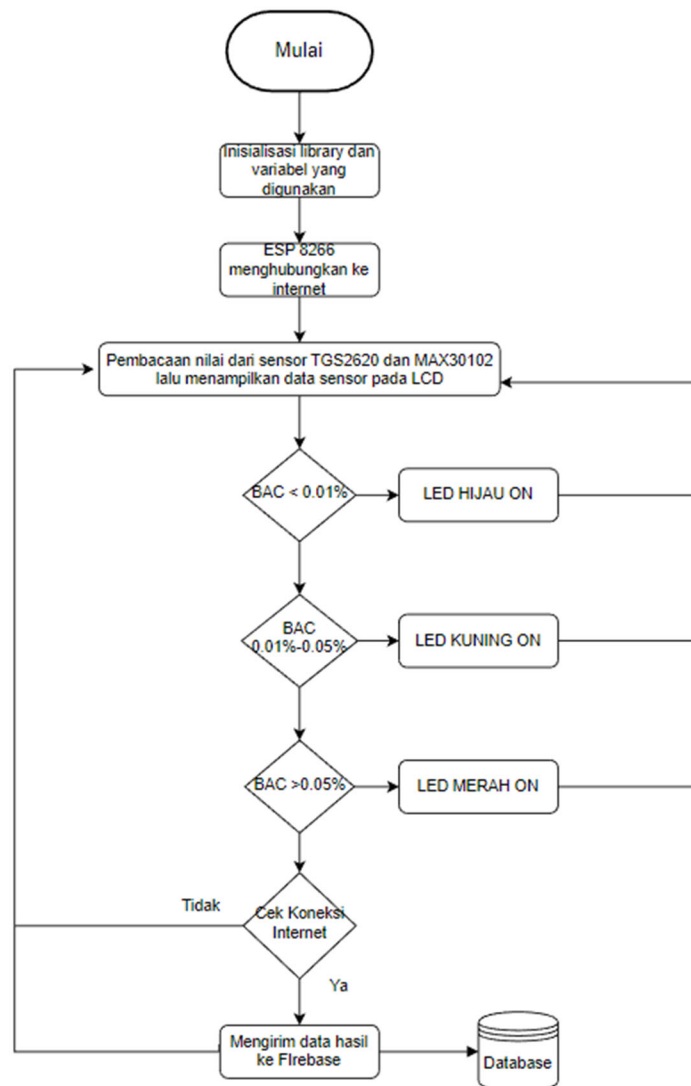
Gambar 5 menunjukkan desain 3D dari perangkat sistem deteksi alkohol dan pemantauan detak jantung yang dirancang menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor Professional 2026. Pada Gambar 5a ditampilkan tampak depan alat dengan panjang 15cm dan tinggi 10cm, di mana terlihat terdapat LCD sebagai media tampilan



hasil pengukuran, tiga buah indikator LED (merah, kuning, hijau) yang berfungsi untuk menandai tingkat konsentrasi alkohol, disitu nantinya juga akan ada corong sebagai media tiupan nafas. Gambar 5b memperlihatkan tampilan samping alat, dengan lebar alat yakni 80 cm dan terdapat lubang yang digunakan untuk saklar on/off dan juga lubang *port charging* untuk baterai.

Rancangan Perangkat Lunak

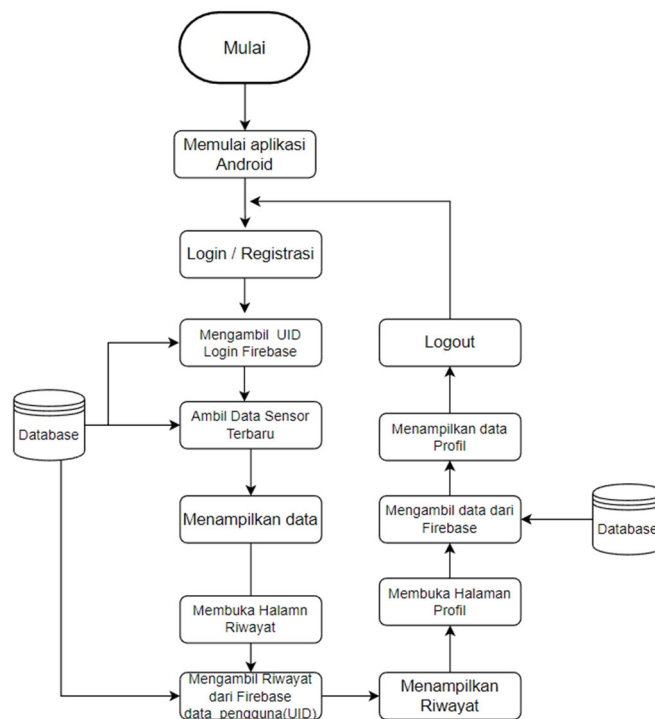
Tahap rancangan perangkat lunak ini terdiri dari dua komponen utama, yakni program yang dijalankan pada ESP8266 dan aplikasi *smartphone* untuk menampilkan hasil deteksi sensor secara *real-time*.



Gambar 6. Flowchart Sistem



Gambar 6 di atas menunjukkan alur kerja sistem deteksi alkohol dan detak jantung berbasis mikrokontroler ESP8266. Proses dimulai dengan inisialisasi, yaitu pemanggilan *library* dan pendefinisian variabel yang digunakan dalam sistem. Setelah itu, ESP8266 akan menghubungkan diri ke jaringan internet. Jika koneksi internet berhasil, maka proses dilanjutkan, apabila koneksi gagal proses juga akan dilanjutkan. Setelah ESP8266 terhubung ke internet, sistem akan mulai membaca data dari dua jenis sensor, yaitu sensor alkohol TGS2620 dan sensor detak jantung MAX30102. Data yang diperoleh dari kedua sensor ini akan ditampilkan pada layar LCD sebagai antarmuka pengguna. Selanjutnya, sistem akan melakukan klasifikasi kadar alkohol dalam darah *Blood Alcohol Concentration*(BAC). Jika BAC berada di bawah 0,01%, maka sistem akan menyalakan LED hijau sebagai indikator bahwa kondisi pengguna aman. Jika BAC berada di antara 0,01% hingga 0,05%, maka LED kuning akan menyala yang menandakan kondisi mabuk ringan. Sementara itu, jika BAC melebihi 0,05%, maka LED merah akan menyala untuk memperingatkan bahwa pengguna dalam kondisi mabuk berat. Kemudian data pembacaan kedua sensor tersebut akan dikirim ke *firebase* jika tersambung ke internet yang kemudian akan tertampil pada aplikasi *smartphone*. Alur ini menggambarkan bagaimana sistem secara otomatis memantau dan menilai kondisi pengguna berdasarkan dua parameter penting—detak jantung dan kadar alkohol—serta memberikan indikator visual melalui LED sebagai bentuk peringatan atau status kondisi tubuh.



Gambar 7. Flowchart Aplikasi



Flowchart pada Gambar 7 menjelaskan alur kerja dari aplikasi Android yang digunakan sebagai antarmuka untuk memantau data sensor dari sistem berbasis ESP8266. Proses dimulai ketika pengguna membuka atau memulai aplikasi Android. Selanjutnya, pengguna akan diarahkan ke halaman *login* atau registrasi untuk dapat mengakses fitur utama aplikasi. Setelah berhasil *login*, aplikasi akan mengambil *User ID* (UID) dari akun *Firebase* pengguna yang sedang aktif. Dengan UID tersebut, aplikasi akan mengambil data sensor terbaru dari *Firebase Realtime Database*. Data yang berhasil diambil kemudian ditampilkan kepada pengguna melalui tampilan antarmuka aplikasi. Selain itu, pengguna juga dapat memilih untuk membuka halaman riwayat, di mana aplikasi akan mengambil seluruh catatan riwayat data sensor berdasarkan UID yang bersangkutan. Riwayat ini juga ditampilkan dalam bentuk daftar data pada layar aplikasi. Pengguna juga memiliki akses ke halaman profil. Ketika halaman profil dibuka, aplikasi akan mengambil informasi pengguna dari *Firebase* dan menampilkannya. Dari halaman ini, pengguna juga dapat melakukan proses *logout*, yang akan mengakhiri sesi dan mengembalikan aplikasi ke tampilan awal (*login/registrasi*). Alur ini menggambarkan bagaimana aplikasi Android berinteraksi dengan *Firebase* untuk melakukan autentikasi pengguna, mengambil data sensor terbaru, menampilkan riwayat, serta mengelola data profil pengguna. Sistem ini mendukung monitoring data kesehatan pengguna secara *real-time* dan historis, dengan keamanan data melalui sistem *login Firebase* maka pengguna tidak perlu khawatir akan bocornya data karena data riwayat pengguna hanya bisa diakses saat *user login* ke akun tersebut.

Bagian metode menjelaskan secara rinci tentang cara penelitian dilakukan, mencakup pendekatan penelitian, desain eksperimen atau observasi, tempat dan waktu penelitian, populasi atau sampel penelitian, teknik pengumpulan data, serta alat dan bahan yang digunakan. Penulis wajib menuliskan metode analisis data yang digunakan secara jelas, baik secara statistik maupun secara deskriptif. Detail metode harus cukup informatif sehingga pembaca dapat menilai validitas serta reliabilitas hasil penelitian, dan memungkinkan penelitian ini untuk direplikasi oleh peneliti lain di kemudian hari. Jelaskan pula alasan pemilihan metode tersebut untuk mencapai tujuan penelitian secara efektif.

HASIL

Rancangan Elektronika

Gambar 8a merupakan bagian dalam dari alat dengan ukuran panjang 12cm tinggi 10cm lebar 9cm yang dibuat dari mesin 3d printer dengan berdasarkan dari desain Autodesk Inventor yang sudah dibuat. Bagian dalam alat ini berisi rangkaian elektronik utama yang terdiri dari mikrokontroler, sensor TGS2620 sebagai komponen utama



pendeteksi alkohol, serta berbagai modul pendukung seperti modul *step down*, modul *step up*, koneksi ke LCD, konektor daya lalu yang pasti terdapat PCB sistem. Pada Gambar 8b adalah tampak samping alat yakni terdapat saklar untuk menyalakan sistem dan juga lubang *port charging* dari baterai yang digunakan. Penempatan *port* ini dirancang agar pengguna mudah melakukan pengisian ulang tanpa harus membuka perangkat. Pada Gambar 8c adalah tampak depan dari alat lengkap dengan corong sebagai media tiupan nafas, yang terhubung langsung ke ruang sensor di bagian dalam alat dan juga terdapat penutup dari sensor MAX30102 agar tidak terkena cahaya secara langsung, fungsi penutup di sensor MAX30102 ini agar pembacaan BPM lebih realistis. Lalu ada LCD 16x2 yang menampilkan status sistem dan hasil pembacaan kadar alkohol secara langsung. Selain itu, terdapat tiga buah LED indikator yang berfungsi sebagai penanda tingkat konsentrasi alkohol.



Gambar 8a. Alat Tampak Dalam



Gambar 8b. Alat Tampak Samping



Gambar 8c. Alat Tampak Depan

Pada Gambar 8d dan Gambar 8e merupakan simulasi saat alat digunakan untuk deteksi alkohol, dimana sebelum alat digunakan terlebih dahulu terdapat proses awal alat



sebelum mendeteksi yakni dilakukan *preheat* terlebih dahulu selama 3 menit untuk membuat sensor TGS2620 lebih sensitif terhadap alkohol. Selama 3 menit tersebut sensor belum mendeteksi alkohol tetapi elemen heater di dalam sensor dipanaskan agar bisa lebih responsif terhadap perubahan nilai yang disebabkan adanya alkohol. Setelah 3 menit baru sensor TGS2620 siap untuk digunakan. Waktu 3 menit dirasa cukup bagi penulis untuk membuat sensor TGS2620 mendeteksi alkohol dengan baik karena selain *preheat* diawal saat digunakan, efektivitas sensor TGS2620 dipicu dari *preheat* yang dilakukan saat sensor TGS2620 sebelum digunakan. Selama 7 hari sensor TGS2620 di *preheat* untuk mencapai titik dimana sensor dapat mendeteksi alkohol dengan cukup baik. Kemudian setelah berhasil membaca alkohol lalu deteksi detak jantung selama 1 menit. Pada Gambar 8d merupakan proses pengujian alat pada situasi sebenarnya dengan melibatkan partisipan yang mensimulasikan penggunaan alat pada kondisi sebenarnya. Dalam pengujian ini, partisipan diminta untuk meniupkan nafas ke dalam corong alat untuk mendeteksi alkohol. Posisi alat saat digunakan adalah dengan memegang alat dan mengarahkan corong alat ke mulut dengan jarak sekitar 1-2 cm, lalu partisipan meniupkan nafas selama beberapa detik, dimana pada alat diberi kisaran waktu 15 detik untuk pengguna meniupkan nafas, jadi semisal diawal belum siap maka masih ada cukup waktu untuk meniupkan nafas ke corong. Setelah meniupkan nafas beberapa detik kemudian akan keluar hasil dari deteksi alkohol nya. Lalu pada Gambar 8e menunjukkan proses pengujian alat untuk deteksi detak jnatung dengan memposisikan jari telunjuk partisipan pada sensor yang berada di bagian depan alat. Proses deteksi detak jantung ini berlangsung selama 1 menit dan partisipan diminta agar jari telnujuk tidak bergerak mendadak dan juga tidak berubah posisinya, karena ini mempengaruhi dari hasil akhir yang keluar nantinya. Kemudian setelah 1 menit deteksi detak jantung maka hasil akan keluar.





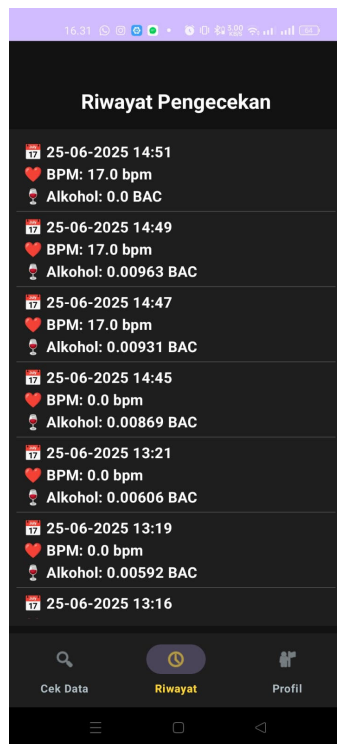
Gambar 8d. Uji Coba Deteksi Alkohol
Tampilan Aplikasi



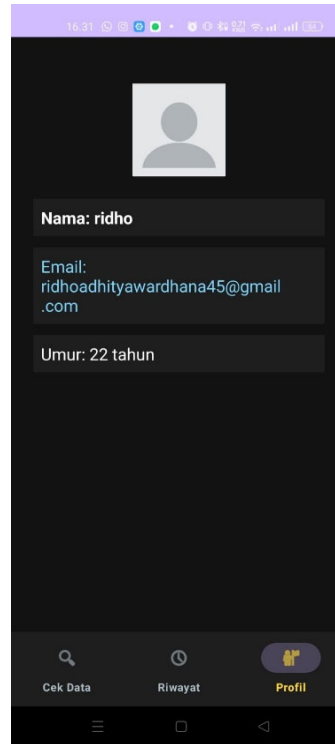
Gambar 8e. Uji Coba Deteksi Detak Jantung

Gambar 9a adalah tampilan halaman riwayat data dari aplikasi yang berisi kumpulan data terdahulu dari hasil pengecekan yang sudah dilakukan. Data ini dihasilkan dari pengiriman data yang sudah dikirim melalui sistem ke *Firebase* kemudian pada aplikasi android diambil data riwayat dari setiap *user* untuk ditampilkan di menu riwayat. Setiap pengguna yang melakukan *login* akan mendapatkan tampilan riwayat yang berbeda karena data telah dipisahkan berdasarkan *user ID*(UID) masing-masing. Gambar 9b adalah tampilan menu profil yang berisi data dari pengguna yang *login*, data ini didapatkan dari *firebase* dengan mengambil data yang dimasukkan saat *register* akun. Gambar 9c adalah menu cek data yang berisi hasil pengecekan yang sedang dilakukan. Ketika aplikasi berhasil terhubung dengan *database*, status akan menampilkan "Data berhasil dimuat". Sebaliknya, jika terjadi gangguan koneksi atau data belum tersedia, maka akan muncul status "Data tidak ditemukan". Selain itu, pada menu ini juga ditampilkan nilai detak jantung dan kadar alkohol terkini yang dikirim langsung dari sistem ke aplikasi melalui *Firebase*, nilai yang dikirim nantinya akan berubah ubah setiap proses pengujian berjalan. Gambar 9d adalah menu *login* dari aplikasi dengan memasukkan data akun yang sudah *register* sebelumnya, setelah berhasil *login* maka akan masuk ke menu cek data.

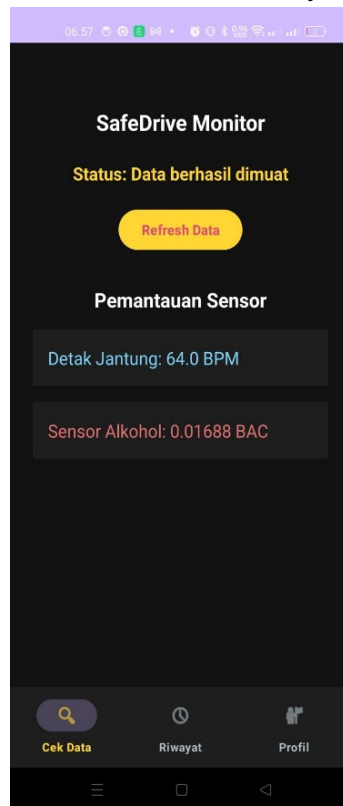




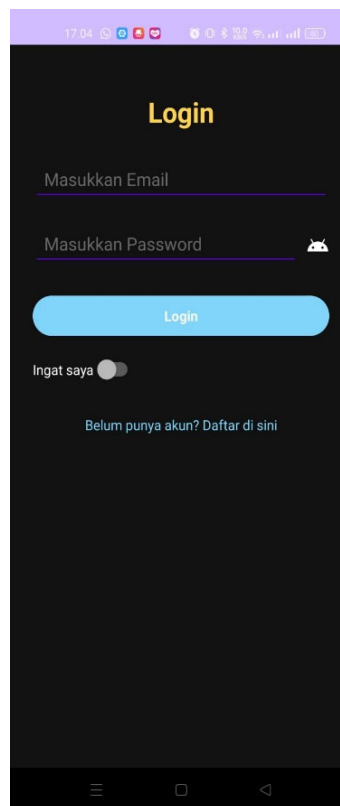
Gambar 9a. Menu Riwayat



Gambar 9b. Menu Profil



Gambar 9c. Menu Cek Data



Gambar 9d. Menu Login



Pengujian Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk mengamati dan mengevaluasi kinerja sistem IoT khususnya ketika sistem terhubung ke Wifi ataupun tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menjalankan sistem secara normal dalam dua kondisi berbeda, yaitu ketika Wifi aktif dan terhubung ke internet, serta ketika tidak tersambung ke Wifi. Pada Tabel 2, menjelaskan tentang pengujian IoT yakni saat terhubung ke Wifi dan saat tidak terhubung ke Wifi.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kinerja Sistem

No	Status Wifi	Fungsi Alat	Status <i>Firestore</i>
1.	Tersambung	Bekerja	Data Terkirim
2.	Tidak Tersambung	Bekerja	Data Tidak Terkirim

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa alat dapat berfungsi dan berjalan normal saat Wifi tersambung maupun tidak tersambung. Artinya sensor tetap dapat membaca data kemudian ditampilkan ke LCD dan juga LED indikator. Tetapi untuk pengiriman data ke *firebase* hanya dapat dilakukan saat Wifi tersambung, jika tidak tersambung maka data hasil pembacaan sensor hanya akan ditampilkan saja tanpa dikirim ke *firebase*.

Pengujian Akurasi Sensor TGS2620

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dari sensor TGS2620 dengan alat pembanding yakni AT6000. Pengujian ini berdasarkan dari hasil pembacaan dari sensor TGS2620 dan dibandingkan dengan AT6000. Gambar 10 merupakan gambar pengujian dari deteksi alkohol yang menghasilkan nilai BAC sekitar 0.03% seperti yang tertampil pada LCD. Setelah data terkumpul, hasil pengukuran akan dianalisis untuk melihat perbedaan dari segi akurasi, ketepatan dan konsistensi pembacaan. Hasil pengujian secara lengkap dijelaskan pada Tabel 3.



Gambar 10. Hasil Pengujian Deteksi Alkohol



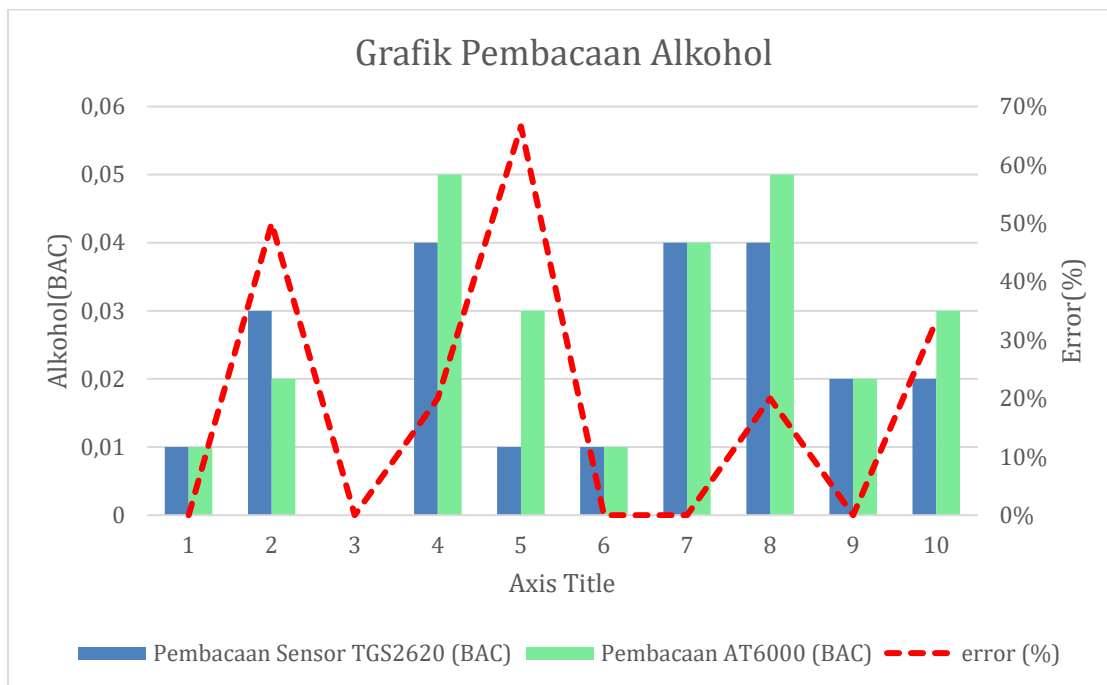
Tabel 3. Hasil pengujian sensor TGS2620

No	Alkohol Sensor TGS2620	Alkohol AT6000	Selisih(BAC)	Error(%)
1.	0.01	0.01	0	0%
2.	0.03	0.02	0.01	50%
3.	0.00	0.00	0	0%
4.	0.04	0.05	0.01	20%
5.	0.01	0.03	0.02	66,6%
6.	0.01	0.01	0.01	0%
7.	0.04	0.04	0	0%
8.	0.04	0.05	0.01	20%
9.	0.02	0.02	0	0%
10.	0.02	0.03	0.01	33,3%
Rata- Rata			0.03	18,99%

Persamaan 1 merupakan rumus yang digunakan pada perhitungan nilai *error*:

$$Error (\%) = \frac{\text{Selisih Pembacaan}}{\text{Pembacaan AT60000}} \cdot 100$$

(1)



Gambar 11. Grafik Pengujian Sensor Alkohol



Berdasarkan dari Tabel 3, pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kualitas alat yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan selama 10x dengan alkohol yang memiliki konsentrasi 70% dan 90%. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa saat sensor dihembuskan uap alkohol dengan konsentrasi 70% menghasilkan nilai BAC sekitar 0.01 dan dibandingkan dengan hasil alat *detector* alkohol yakni 0.01 BAC dengan selisih 0 BAC. Setelah itu dilakukan uji coba dengan alkohol dengan konsentrasi 90% diperoleh nilai dari Sensor TGS2620 sebesar 0.04 BAC sedangkan AT6000 0.05 BAC selisih sekitar 0.01 BAC. Lalu pada Gambar 11 menunjukkan grafik hasil pembacaan dari sensor TGS2620 dengan AT6000 beserta nilai error pembacaan. Dari grafik tersebut diketahui bahwa grafik error tertinggi pada saat pengujian yang kelima, dimana margin *error* menyentuh angka 66,6%. Untuk pengujian dengan margin error 0% diperoleh di percobaan 3, 6, 7, dan 9. Dari hasil pengujian sensor TGS2620 dengan alat pembanding AT6000 didapat hasil selisih dari pembacaan berdasarkan 10 kali pengujian nilai nya sekitar 0.03 BAC dengan persentase *error* sekitar 18,99%. Nilai ini menunjukkan bahwa sensor TGS2620 mampu mendeteksi kadar alkohol dengan tingkat akurasi yang cukup baik, mengingat sifat dasar sensor ini yang *resistif* dan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan pergerakan fisik.

Pengujian Akurasi Sensor MAX30102

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sensor MAX30102 untuk mendeteksi detak jantung dengan membandingkan hasil dari pembacaan detak jantung MAX30102 dengan fitur deteksi *heart rate* di *Smartwatch*. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur detak jantung melalui alat yang sudah dibuat selama 1 menit maka hasil pembacaan detak jantung akan keluar. Gambar 12 merupakan pengujian yang dilakukan dan menghasilkan nilai detak jantung 88 bpm. Hasil pengukuran lalu dicatat kemudian dianalisa untuk mengetahui keakuratan sistem dalam membaca detak jantung dengan alat pembanding tadi. Hasil pengujian secara lengkap dijelaskan pada Tabel 4.





Gambar 12. Hasil Pengujian Deteksi Detak Jantung

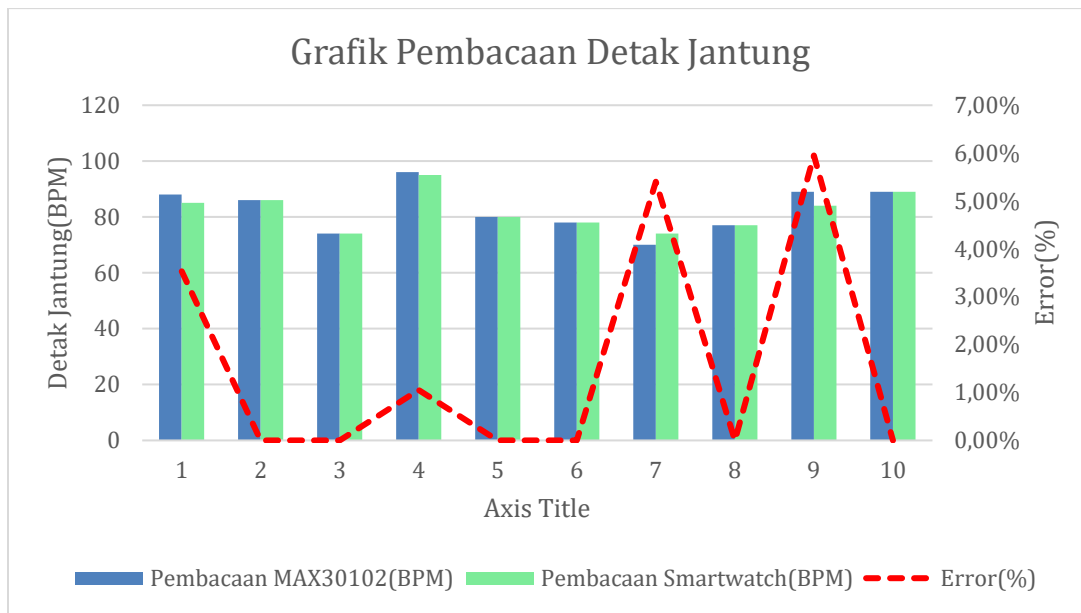
Tabel 4. Hasil pengujian sensor MAX30102

No	Pembacaan MAX30102	Pembacaan Smartwatch	Selisih(BPM)	Error (%)
1.	88	85	3	3,53%
2.	86	86	0	0%
3.	74	74	0	0%
4.	96	95	1	1,05%
5.	80	80	0	0%
6.	78	78	0	0%
7.	70	74	4	5,40%
8.	77	77	0	0%
9.	89	84	5	5,95%
10.	89	89	0	0%
Rata- Rata			1,3	1,59%

Persamaan 1 merupakan rumus yang digunakan pada perhitungan nilai *error*:

$$Error (\%) = \frac{\text{Selisih Pembacaan}}{\text{Pembacaan Smartwatch}} \cdot 100 \quad (1)$$





Gambar 13. Grafik Pengujian Sensor Detak Jantung

Berdasarkan Tabel 4, pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dalam kondisi dan waktu yang bervariasi untuk mengetahui tingkat akurasi dari sensor MAX30102 dalam mendeteksi detak jantung (BPM) dibandingkan dengan *smartwatch* sebagai alat pembanding. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa pembacaan MAX30102 berada dalam rentang yang relatif dekat dengan hasil *smartwatch*. Misalnya, pada percobaan pertama sensor membaca 88 BPM sementara *smartwatch* membaca 85 BPM, dengan selisih 3 BPM dan *error* sebesar 3,53%. Pengukuran dengan selisih tertinggi terjadi pada percobaan ke-9, di mana MAX30102 mencatat 89 BPM sedangkan *smartwatch* menunjukkan 84 BPM, menghasilkan selisih 5 BPM dan *error* tertinggi sebesar 5,95%. Pada Gambar 13 menunjukkan grafik dari hasil pengujian diperoleh sistem dapat menyelaraskan terhadap pembacaan dari *Smartwatch* dengan *error* diangka 0% sebanyak 6 kali dari 10 pengujian. Secara keseluruhan, rata-rata selisih pembacaan adalah 1,3 BPM dengan margin *error* rata-rata sebesar 1,59%, yang menunjukkan bahwa sensor MAX30102 cukup andal untuk digunakan sebagai alat pemantauan detak jantung pengemudi, khususnya dalam kondisi relatif stabil. Perlu dicatat bahwa sensor ini menggunakan metode *fotoplethismografi* (PPG), yang cenderung bekerja lebih akurat ketika tidak terjadi banyak pergerakan fisik.

Pengujian Aplikasi

Pengujian ini memuat penjelasan terkait keseluruhan kinerja sistem aplikasi *smartphone* yang terintegrasi dengan layanan *Firestore Realtime Database*. *Database* ini bersifat *realtime database* yakni sebuah *database* yang bisa memperbaharui data secara otomatis (Hasibuan & Triase, 2022). Pengujian ini mencakup struktur dan penyimpanan



data pada *firebase* untuk menyimpan *database* sistem nya, lalu juga pengujian dari sisi aplikasi yakni dalam hal keselarasan data di aplikasi dengan data yang ditampilkan di alat.

Gambar 14a merupakan struktur lengkap *database* di *firebase* yang digunakan pada sistem, terdiri dari *cek_data*, *data_pengguna* dan *users*. *Database* ini menyimpan informasi yang berkaitan dengan pengguna yang didapat dari data yang dikirim lewat aplikasi *smartphone* dan juga data pengecekan dari alat.



Gambar 14a. Tampilan struktur *Database*

Gambar 14b merupakan tampilan saat pengguna aktif terdeteksi beserta data UID pengguna tersebut. Jika tidak ada pengguna yang aktif atau *login*, maka data ini tidak akan muncul di *Firestore*. Data ini digunakan untuk mengetahui siapa yang sedang aktif.



Gambar 14b. Tampilan saat ada pengguna aktif

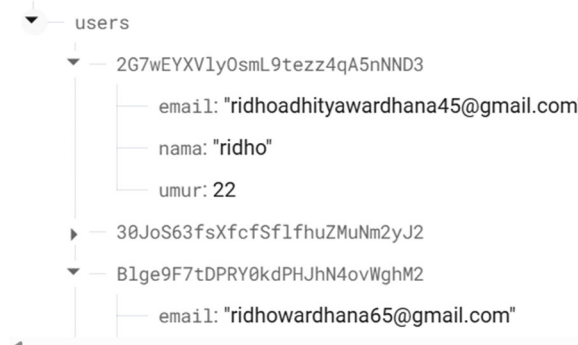
Gambar 14c merupakan tampilan riwayat data dari pengguna baik yang sedang *login* ataupun belum *login*. *Database* ini akan bertambah sejalan dengan data pengecekan yang dilakukan alat. Riwayat ini dipilah berdasarkan pengguna yang *login*, jadi tidak ada data yang double ataupun menyasar di pengguna lain dan setiap hasil pengecekan akan ditambahkan sebagai data baru dengan nama acak yang di-generate otomatis oleh *Firestore*. Setiap data berisi data BPM dan BAC.



Gambar 14c. Tampilan data riwayat pengecekan

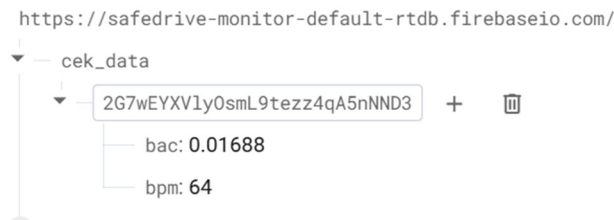


Gambar 14d merupakan tampilan struktur data pengguna yang sudah terdaftar di aplikasi. *Firebase* juga menyimpan data diri berupa email nama dan umur dari pengguna tersebut. Setiap pengguna memiliki UID sendiri sehingga mencegah terjadinya konflik data atau tumpang tindih antar riwayat pengecekan.



Gambar 14d. Tampilan *Firebase* Pengguna Terdaftar

Gambar 14e merupakan tampilan cek data saat alat sedang berjalan dan juga ada pengguna aktif, jika tidak ada pengguna aktif maka tidak akan tertampil data tersebut. Data ini difungsikan untuk menyimpan data hasil pengecekan sensor secara *real-time* saat perangkat sedang digunakan oleh pengguna yang aktif.



Gambar 14e. Saat Cek Data

Tabel 5. Hasil Pengujian Kinerja Aplikasi.

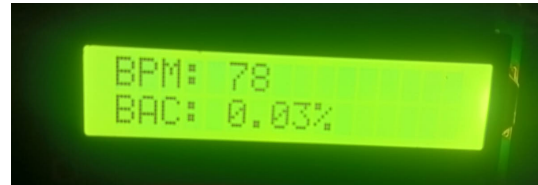
No	Nilai Alkohol LCD	Nilai BPM LCD	Nilai Alkohol Aplikasi	Nilai BPM Aplikasi	Delay Aplikasi (detik)	Selisih (BAC)	Selisih (BPM)
1.	0.01	88	0.01	88	0,4	0	0
2.	0.03	86	0.03	86	0,4	0	0
3.	0.00	74	0.00	74	0,5	0	0
4.	0.04	96	0.04	96	0,5	0	0
5.	0.01	80	0.01	80	0,5	0	0
6.	0.03	78	0.03	78	0,5	0	0
7.	0.04	70	0.04	70	0,5	0	0
8.	0.04	77	0.04	77	0,5	0	0



9.	0.02	89	0.02	89	0,5	0	0
10.	0.02	89	0.02	89	0,5	0	0



Gambar 14f. Data di Aplikasi



Gambar 14g. Data di LCD

Tabel 5, merupakan data hasil pengujian kinerja aplikasi, dengan membandingkan hasil pembacaan dari alat melalui LCD dengan hasil yang ditampilkan di aplikasi *smartphone*. Dilihat dari Tabel 5, hasil yang ditampilkan pada LCD, baik untuk nilai alkohol maupun detak jantung sama dengan yang ditampilkan di aplikasi. Menunjukkan bahwa pengiriman data hasil dari alat ke aplikasi melalui *firebase* berjalan secara akurat tanpa mengalami perubahan nilai selama proses *transmisi*. Selain itu untuk waktu *delay* dari pengiriman data dari alat ke aplikasi juga tidak terlalu signifikan hasilnya hanya 0.5 detik saja waktu yang dibutuhkan untuk alat mengirimkan data dan kemudian aplikasi menampilkan nilai tersebut. Nilai *delay* ini tidak terlalu berpengaruh jika melihat hasil nilai di aplikasi dan juga alat karena nilai data di aplikasi masih sama dengan nilai data yang tertampil di LCD. Gambar 14f dan Gambar 14g, menunjukkan hasil data yang sama baik untuk Alkohol(BAC) atau detak jantung(BPM). Dari hasil ini membuktikan bahwa aplikasi yang dibuat mampu menampilkan data nilai sensor secara tepat dan juga cepat.

PEMBAHASAN

Analisis Hasil Pengukuran Kadar Alkohol Menggunakan Sensor TGS2620

Berdasarkan hasil pengujian, sensor TGS2620 menghasilkan rata-rata selisih nilai pembacaan sebesar 0,03% BAC dan tingkat error sebesar 18,99% dibandingkan alat AT6000. Nilai ini mengindikasikan bahwa sensor mampu mendeteksi keberadaan alkohol dalam napas, meskipun terdapat penyimpangan yang cukup signifikan pada beberapa pengujian. Tingginya nilai error tersebut kemungkinan besar dipengaruhi oleh karakteristik sensor yang berbasis resistansi, yang sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan keberadaan gas lain seperti hidrogen atau karbon monoksida yang dapat memicu pembacaan palsu.



Sensor TGS2620 mendeteksi alkohol dengan cara merespons perubahan resistansi akibat interaksi dengan gas alkohol. Oleh karena itu, stabilitas lingkungan serta proses pemanasan awal (*preheat*) memiliki peran penting dalam memastikan akurasi hasil pembacaan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh [6] yang menekankan pentingnya proses pemanasan untuk mencapai sensitivitas optimal sensor. Dalam penelitian ini, *preheat* dilakukan selama 3 menit sebelum digunakan, ditambah dengan masa pemanasan selama 7 hari di awal untuk membantu proses stabilisasi. Meskipun metode tersebut terbukti membantu meningkatkan respons sensor, ketidakstabilan pembacaan tetap muncul, khususnya saat mendeteksi kadar alkohol yang rendah, seperti pada pengujian kelima yang menunjukkan error hingga 66,6%.

Analisis Pembacaan Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102

Sensor MAX30102 yang digunakan untuk membaca detak jantung menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi, dengan rata-rata selisih pembacaan sebesar 1,3 BPM dan persentase error sebesar 1,59% jika dibandingkan dengan perangkat *smartwatch*. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor tersebut bekerja dengan sangat baik dalam kondisi pengukuran yang stabil. Teknologi *photoplethysmography* (PPG) yang digunakan oleh sensor ini mengandalkan pantulan cahaya terhadap aliran darah, sehingga hasilnya sangat dipengaruhi oleh gerakan atau pencahayaan berlebih.

Penelitian oleh [9] juga menyatakan bahwa akurasi sensor MAX30102 menurun jika digunakan dalam kondisi dinamis atau saat terjadi pergerakan jari yang tiba-tiba. Pada penelitian ini, proses pengujian dilakukan dengan posisi jari tetap dan tidak bergerak selama satu menit, sehingga hasilnya cukup stabil dan minim error.

Kinerja sensor ini memberikan kontribusi positif terhadap sistem, karena memungkinkan pemantauan detak jantung secara *real-time* yang cukup akurat. Namun demikian, keandalan sensor ini masih dapat ditingkatkan lebih lanjut, terutama untuk kondisi penggunaan di lingkungan nyata yang dinamis seperti di dalam kendaraan yang bergerak.

Analisis Kinerja Aplikasi Android dan Integrasi Firebase

Pengujian pada sistem aplikasi menunjukkan bahwa pengiriman data dari perangkat ke aplikasi Android berjalan secara *real-time* dengan jeda waktu rata-rata hanya 0,5 detik. Tidak ditemukan selisih antara data yang ditampilkan pada LCD perangkat dan data yang muncul di aplikasi, menandakan proses sinkronisasi berjalan lancar. Struktur database *Firebase* yang digunakan juga mampu memisahkan data pengguna berdasarkan UID, sehingga riwayat pengecekan tersimpan dengan aman dan akurat.

Studi oleh [10] mendukung penggunaan *Firebase* sebagai solusi *cloud* yang cocok untuk sistem monitoring berbasis IoT, karena memiliki kecepatan sinkronisasi data tinggi



serta struktur data yang fleksibel. Integrasi sistem pada penelitian ini membuktikan bahwa perpaduan antara mikrokontroler ESP8266 dan *Firebase* dapat menciptakan sistem monitoring *real-time* yang efisien dan handal.

Secara keseluruhan, integrasi antara perangkat keras dan aplikasi memberikan kontribusi dalam bentuk sistem monitoring yang portabel, *real-time*, serta dapat diakses oleh pengguna secara personal. Walau demikian, aspek tampilan antarmuka aplikasi dan kemudahan penggunaan masih dapat ditingkatkan agar lebih ramah pengguna, terutama bagi pengguna umum yang tidak terbiasa dengan sistem teknis.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian Sistem Deteksi Alkohol dan Pemantauan Detak Jantung Pengemudi Berbasis Aplikasi *Smartphone* dapat disimpulkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi kadar alkohol dalam napas pengemudi serta memantau kondisi detak jantung secara *real-time*. Dengan menggunakan sensor TGS2620 sebagai pendeteksi alkohol dan sensor MAX30102 untuk pemantauan detak jantung, Dari hasil pengujian, sensor TGS2620 menunjukkan akurasi yang cukup baik dengan rata-rata selisih pembacaan sebesar 0,03 BAC dan tingkat error sebesar 18,99% dibandingkan alat pembanding AT6000. Mengingat sifat sensor TGS2620 yang sangat resistif nilai ini menunjukkan bahwa sensor TGS2620 mampu mendeteksi kadar alkohol dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Sementara itu sensor MAX30102 menunjukkan performa yang sangat baik dengan rata-rata selisih pembacaan detak jantung sebesar 1,3 BPM dan error rata-rata 1,59% dibandingkan dengan *smartwatch*.

Dengan nilai tersebut sensor cukup baik untuk digunakan sebagai alat pemantauan detak jantung pengemudi. Selain itu, integrasi aplikasi Android dengan *Firebase* mampu menyimpan data pengguna dan hasil pengecekan secara *real-time* dan terstruktur, di mana setiap data terhubung ke masing-masing pengguna berdasarkan UID yang unik Hasil ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi awal dalam mendeteksi kondisi pengemudi, terutama yang berhubungan dengan kadar alkohol dan kondisi fisik dasar seperti detak jantung. Penelitian selanjutnya diharapkan lebih memaksimalkan penggunaan sensor agar mendapatkan hasil yang lebih presisi. Perlu juga penambahan tombol agar memudahkan dalam penggunaan khususnya untuk masyarakat umum dan juga desain alat yang lebih besar agar mempermudah dalam hal maintenance alat dan rangkaian sistem. Untuk dari segi aplikasi dapat ditingkatkan dari sisi antarmuka dan *user experience* agar pengguna lebih nyaman saat menggunakan aplikasi.



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya yang senantiasa tercurah, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan pendidikan di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menerima banyak bantuan, bimbingan, serta doa dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan apresiasi dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam mendukung penyelesaian tugas akhir ini.

1. Ucapan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang memungkinkan penulis menyelesaikan penelitian dan publikasi ini dengan baik.
2. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak dan Ibu yang telah mendoakan serta memberi semangat kepada penulis.
3. Bapak/Ibu dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama perkuliahan, sehingga membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini tanpa kendala berarti.
4. Komunitas Robot *Research* yang telah menjadi tempat pengujian serta mengembangkan ilmu
5. Terimakasih kepada teman-teman mahasiswa Teknik Elektro angkatan 21 yang memberikan bantuan selama proses perkuliahan hingga tahap akhir ini.
6. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak yang telah berkontribusi secara teknis dalam penyusunan artikel, baik individu maupun instansi. Pihak personal yang telah masuk sebagai penulis tidak dapat mendapatkan ucapan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Shinta Yuliana and B. Handoko, "Annisa Ramadhani 3)," *Awal Bros J. Community Dev. Ed.*, vol. 5, no. 2, pp. 14–23, 2024.
- [2] M. U. Jannah, A. C. Nur'aidha, and D. Y. H. Kumarajati, "Sistem Deteksi Detak Jantung Berbasis Sensor Max30102, Arduino Uno, Dan Oled Display Untuk Pemantauan Detak Jantung Secara Real-Time," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 3, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4528.
- [3] D. A. Ramadhandiko, C. A. Rivaldi, N. K. Rahman, P. Rianda, R. Fedira, and Y. Yuli, "Tindak Pidana Berkendara Dalam Keadaan Mabuk Yang Mengakibatkan Kematian (Studi Kasus Putusan No. 61/Pid.Sus/2020/PN.Wgw)," *J. Penelit. Ilmu-Ilmu Sos.*, vol. 1, no. June, pp. 131–136, 2024.



- [4] S. F. Nurhuda, “Ada 152 Ribu Kecelakaan Lalu Lintas Selama Tahun 2024, 27 Ribu Orang Tewas,” detikoto. Accessed: Mar. 20, 2025. [Online]. Available: <https://oto.detik.com/berita/d-7688470/ada-152-ribu-kecelakaan-lalu-lintas-selama-tahun-2024-27-ribu-orang-tewas>
- [5] I. A. Saputra, “Waspada! Setiap Hari Ada 3 Pengemudi Mabuk Terlibat Kecelakaan,” kumparan. [Online]. Available: <https://kumparan.com/kumparannews/waspada-setiap-hari-ada-3-pengemudi-mabuk-terlibat-kecelakaan-1xYtXMVSYRX/full>
- [6] R. Setiawan, H. A. Sujono, A. Fahruzi, and E. Alfianto, “Sistem Deteksi Kadar Alkohol Pada Pengemudi Bus Menggunakan Sensor TGS2620 Berbasis Internet Of Things,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. XI*, pp. 1–8, 2023.
- [7] M. A. Adrian, M. R. Widiarto, and R. S. Kusumadiarti, “Health Monitoring System dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Berbasis Internet of Things (IoT),” *J. Petik*, vol. 7, no. 2, pp. 108–118, 2021, doi: 10.31980/jpetik.v7i2.1230.
- [8] D. F. Afiat, “Kadar Alkohol Dan Suhu Otomatis Berbasis Internet Of Things (IoT),” vol. 1, no. 1, pp. 38–47, 2024.
- [9] M. Muthmainnah, Deni Bako Tabriawan, and Imam Tazi, “Karakterisasi Sensor MAX30102 Sebagai Alat Ukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Berbasis Photoplethysmograph,” *J. Pendidik. Mipa*, vol. 12, no. 3, pp. 726–731, 2022, doi: 10.37630/jpm.v12i3.655.
- [10] J. Juhaeriyah, E. Agung N, and R. Wulandari, “Design of Health Monitoring System Based on Internet of Things (IoT): ESP8266 and BLYNK,” *bit-Tech*, vol. 6, no. 2, pp. 161–166, 2023, doi: 10.32877/bt.v6i2.1036.
- [11] M. Imbalo Zaki Hasibuan and T. Triase, “Implementasi Sistem Database Nosql Secara Realtime Menggunakan Firebase Realtime Database Pada Aplikasi Ourticle,” *SIBATIK J. J. Ilm. Bid. Sos. Ekon. Budaya, Teknol. dan Pendidik.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–24, 2022, doi: 10.54443/sibatik.v2i1.489.

