

Sistem Notifikasi Untuk Waktu Berkendara Aman Pada Supir Ketika Dalam Perjalanan Dengan Teknik PWM Berbasis Arduino

Agi Aristo Tarigan¹, Beni Andika², Syarifah Fadillah Rezky³

¹ Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

^{2,3} Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹agaristo21@gmail.com, ²beniandika2010@gmail.com, ³ikic5500@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: agaristo21@gmail.com

Abstrak

Kelelahan akibat berkendara dalam waktu yang lama merupakan salah satu faktor utama penyebab kecelakaan lalu lintas, terutama bagi pengemudi kendaraan angkutan barang dan umum. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem notifikasi otomatis berbasis mikrokontroler Arduino yang mampu mengingatkan pengemudi untuk beristirahat setelah durasi berkendara tertentu. Sistem menggunakan teknik Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur intensitas buzzer dan LED sebagai media notifikasi, serta modul RTC (Real Time Clock) untuk mencatat dan memantau waktu secara real-time. Dengan pendekatan ini, sistem dapat memberikan peringatan secara bertahap dan tidak mengganggu secara tiba-tiba, sehingga pengemudi lebih sadar akan pentingnya waktu istirahat. Pengembangan ini diharapkan dapat menjadi solusi murah dan efektif untuk meningkatkan keselamatan berkendara, khususnya pada kendaraan yang belum dilengkapi fitur keselamatan modern. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja secara andal dalam memberikan notifikasi tepat waktu dan dapat diadaptasi untuk berbagai jenis kendaraan.

Kata Kunci: Arduino, PWM, RTC, waktu berkendara, keselamatan supir, buzzer, LED, sistem notifikasi.

Abstract

Fatigue from prolonged driving is a major contributing factor to traffic accidents, particularly for drivers of freight and public transportation vehicles. This research aims to design and implement an Arduino microcontroller-based automatic notification system capable of reminding drivers to take a break after a certain driving duration. The system uses Pulse Width Modulation (PWM) techniques to regulate the intensity of the buzzer and LED as notification media, and a Real Time Clock (RTC) module to record and monitor the time in real time. This approach allows the system to provide gradual, non-intrusive warnings, thus increasing driver awareness of the importance of rest periods. This development is expected to be a low-cost and effective solution to improve driving safety, particularly in vehicles lacking modern safety features. Test results demonstrate that the system performs reliably in providing timely notifications and is adaptable to various vehicle types.

Keywords: Arduino, PWM, RTC, driving time, driver safety, buzzer, LED, notification system.

1. PENDAHULUAN

Banyak pengemudi mengalami kelelahan karena berkendara terlalu lama tanpa jeda istirahat yang cukup. Kelelahan saat mengemudi dapat menurunkan kemampuan respon, meningkatkan risiko kecelakaan, serta membahayakan keselamatan diri dan pengguna jalan lainnya [1]. Untuk mengurangi risiko kelelahan, diperlukan sistem yang dapat mengingatkan supir agar beristirahat secara berkala berdasarkan waktu tempuh atau durasi perjalanan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah penerapan notifikasi otomatis yang bekerja berdasarkan logika waktu dan aktivitas kendaraan. Sistem ini dapat mengingatkan pengemudi secara visual maupun suara ketika telah melewati durasi berkendara yang dianggap tidak aman. Seiring dengan perkembangan teknologi *embedded system* dan *Internet of Things* (IoT), banyak solusi berbasis mikrokontroler seperti Arduino digunakan dalam otomasi kendaraan. Arduino memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas, harga terjangkau, dan kemudahan dalam pengembangan sistem *real-time* [2]. Dengan menggunakan Arduino, sistem peringatan atau notifikasi dapat dibuat sesuai kebutuhan spesifik pengemudi, termasuk pengaturan interval waktu berdasarkan standar keselamatan.

Salah satu teknik yang dapat dimanfaatkan untuk memberi notifikasi adalah *Pulse Width Modulation* (PWM). PWM umumnya digunakan untuk mengontrol intensitas cahaya LED atau volume *buzzer*, sehingga sangat cocok untuk sistem peringatan yang bersifat bertahap atau intensif. Misalnya, *buzzer* dapat menghasilkan nada yang makin kuat atau cepat sebagai sinyal bahwa waktu berkendara sudah terlalu lama [3]. Sistem ini juga dapat dipadukan dengan sensor atau modul RTC (*Real Time Clock*) untuk mencatat waktu aktual berkendara. Dengan mencatat waktu mulai berkendara dan menghitung interval tertentu, sistem akan memberikan sinyal notifikasi melalui LED atau *buzzer*. Kombinasi antara PWM, Arduino, dan RTC mampu menghasilkan sistem yang efisien dan akurat dalam memberi notifikasi tanpa melibatkan komponen yang mahal. Penerapan sistem notifikasi seperti ini juga telah banyak diadopsi dalam kendaraan modern, namun mayoritas hanya tersedia pada mobil kelas menengah ke atas. Dengan merancang sistem ini secara sederhana dan murah, maka dapat diimplementasikan pada berbagai jenis kendaraan, terutama yang digunakan oleh kalangan ekonomi menengah ke bawah seperti angkot, truk distribusi, atau kendaraan ekspedisi [4].

Menurut penelitian dari WHO, sekitar 20–30% kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh pengemudi yang mengantuk atau kelelahan. Hal ini menjadi indikator bahwa aspek manajemen waktu berkendara merupakan elemen penting dalam menciptakan keselamatan transportasi jalan raya. Oleh karena itu, sistem pendukung seperti alarm waktu berkendara dapat menjadi solusi preventif yang penting [5]. Kelebihan dari sistem notifikasi waktu berkendara yang aman ini adalah tidak memerlukan intervensi pengguna secara aktif. Cukup dengan mengaktifkan sistem ketika kendaraan mulai digunakan, maka *timer* akan bekerja dan notifikasi akan diberikan secara otomatis setelah waktu tertentu. Selain itu, teknik PWM memiliki keunggulan dibandingkan kontrol on-off biasa karena dapat menghasilkan respon notifikasi yang lebih halus dan tidak mengganggu secara tiba-tiba. Intensitas *buzzer* atau kedipan LED bisa ditingkatkan secara bertahap, memberi kesan alami bagi supir untuk menyadari perlunya istirahat tanpa panik atau kaget. Dengan menyisipkan fitur sederhana ini dalam pelatihan sopir atau modifikasi kendaraan niaga, kesadaran akan pentingnya waktu istirahat dapat ditingkatkan. Hal ini sejalan dengan kampanye "*Zero Accident*" yang didorong oleh banyak lembaga keselamatan lalu lintas nasional.

Penelitian dan pengembangan sistem notifikasi berbasis Arduino ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menyertakan input sensor seperti denyut jantung, suhu kabin, atau getaran kendaraan sebagai parameter tambahan. Namun untuk tahap awal, pendekatan berbasis waktu dan PWM sudah cukup representatif sebagai model dasar yang murah dan efektif. Dengan demikian, sistem notifikasi waktu berkendara aman ini diharapkan mampu berkontribusi dalam menurunkan angka kecelakaan akibat kelelahan, serta meningkatkan kesadaran dan perilaku berkendara yang lebih sehat dan disiplin bagi para pengemudi profesional maupun pribadi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Teknik Pengembangan *counter* dari perhitungan waktu. Dalam penelitian ini, instrumen yang digunakan meliputi:

a. Pengamatan Langsung

Pengamatan langsung terhadap perilaku pengemudi, baik di lingkungan simulasi maupun melalui analisis rekaman video, memberikan wawasan mendalam mengenai tanda-tanda fisik dari kantuk dan lelah dan situasi-situasi yang berpotensi membahayakan. Hasil pengamatan ini menjadi dasar utama dalam perumusan masalah dan penentuan fitur-fitur yang relevan untuk dikembangkan dalam sistem.

b. Studi Literatur

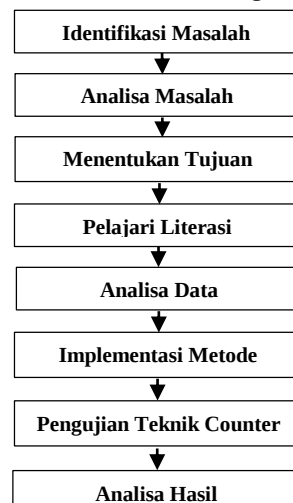
Pengumpulan teori dan referensi yang relevan dari berbagai sumber terpercaya seperti jurnal ilmiah, buku teks atau artikel, dan dokumentasi teknis. Studi literatur bertujuan untuk membangun landasan teori yang kuat mengenai sistem pendeteksi kantuk dan lelah, teknologi dan juga teknik *Pulse Width Modulation* (PWM), dan teknik *counter* serta komponen perangkat keras dan lunak yang digunakan.

c. Percobaan Langsung

Percobaan dilakukan untuk menguji penerapan teknik inti dalam sistem yang dirancang, serta teknik *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk simulasi pengereman. Pengujian ini dilaksanakan secara langsung untuk mengamati kinerja sistem dalam berbagai skenario yang telah ditentukan. Data yang diperoleh dari hasil percobaan, seperti akurasi deteksi dan waktu respons sistem, akan dicatat untuk dianalisis lebih lanjut.

2.2 Kerangka Kerja Penelitian

Adapun kerangka kerja yang dibuat pada sistem ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan gambar 1 diatas dapat diuraikan kerangka kerja penelitian sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi Masalah
Tahap awal penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah utama, yaitu tingginya risiko kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh kantuk dan lelah pada pengemudi.
- b. Menganalisis Masalah
Melakukan analisis mendalam untuk memahami faktor-faktor penyebab kantuk dan lelah, dampak berbahayanya, serta mempelajari kelemahan dari solusi yang ada saat ini, sehingga dapat dirumuskan ruang lingkup permasalahan yang akan diselesaikan.
- c. Menentukan Tujuan
Berdasarkan analisis masalah, ditentukan tujuan penelitian yang spesifik dan terukur, yaitu merancang dan membangun sebuah teknik perhitungan waktu pada sistem otomatis agar supir terhindar dari kantuk dan lelah yang efektif dengan respons intervensi aktif.
- d. Mempelajari Literatur
Melakukan studi literatur secara ekstensif untuk mengumpulkan landasan teori mengenai teknologi yang relevan (teknik *counter* dan PWM) meninjau penelitian terdahulu untuk menemukan celah penelitian (*research gap*).
- e. Menganalisis Data
Menganalisis data awal yang diperoleh dari studi literatur dan pengamatan. Tahap ini bertujuan untuk menentukan parameter dan ambang batas (*threshold*) awal yang akan digunakan dalam perancangan algoritma sistem.
- f. Implementasi Teknik
Pada tahap ini, teknik-teknik inti seperti perhitungan logika kendali *Pulse Width Modulation* (PWM) direalisasikan ke dalam bentuk kode program dan *library* pendukungnya.
- g. Desain Sistem
Melakukan perancangan arsitektur sistem secara menyeluruh. Proses ini mencakup perancangan skematik rangkaian elektronik, pemilihan dan konfigurasi komponen, serta perancangan model fisik dan model 3D.
- h. Pengujian teknik *counter*
Melakukan serangkaian pengujian terhadap teknik *counter* yang telah dibangun untuk memverifikasi dan memvalidasi bahwa sistem dapat berjalan sesuai dengan tujuan. Pengujian mencakup uji fungsional per komponen dan uji skenario sistem secara keseluruhan.
- i. Analisis Hasil
Menganalisis data kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh dari hasil pengujian. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja, efektivitas, dan keandalan sistem secara objektif, yang akan menjadi dasar untuk menarik kesimpulan penelitian.

2.3 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini merupakan komponen-komponen fisik yang membentuk rancangan sistem. Berikut adalah daftar perangkat keras yang digunakan:

Tabel 1. Daftar Perangkat Keras yang Digunakan

No.	Nama Komponen	Fungsi
1.	Komputer/Laptop	Sebagai unit pemrosesan utama untuk menjalankan algoritma deteksi waktu berkendara.
2.	Arduino Uno	Sebagai mikrokontroler untuk mengendalikan aktuator (<i>buzzer</i> dan motor).
3.	Motor DC	Untuk mensimulasikan perputaran roda kendaraan.
4.	Motor Driver L298N	Untuk mengendalikan kecepatan dan arah putaran motor DC.
5.	<i>Buzzer</i>	Sebagai aktuator peringatan suara.
6.	Catu Daya Eksternal	Sebagai sumber tenaga untuk motor DC dan <i>driver</i> motor

2.4 Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini mencakup sistem operasi, lingkungan pengembangan, bahasa pemrograman, dan *library* yang mendukung fungsionalitas sistem. Berikut adalah daftar perangkat lunak yang digunakan:

Tabel 2. Daftar Perangkat Lunak yang Digunakan

No.	Nama <i>Software</i>	Fungsi
1.	Sistem Operasi <i>Windows</i>	Sebagai platform dasar untuk menjalankan semua perangkat lunak lainnya.
2.	Arduino IDE	Untuk mengunggah <i>sketch Firmata</i> ke papan Arduino Uno.
3.	<i>SketchUp</i>	Untuk merancang model 3D dari fisik sistem.
4.	<i>Proteus</i>	Untuk merancang dan mensimulasikan skematik rangkaian elektronik.

2.5 Waktu Berkendara

Menurut studi yang dilakukan oleh Badan Kesehatan Dunia (WHO), kelelahan akibat waktu berkendara yang terlalu lama merupakan salah satu penyebab utama kecelakaan lalu lintas di dunia. Untuk itu, beberapa negara bahkan menerapkan regulasi khusus mengenai batas maksimal waktu mengemudi per hari untuk pengemudi profesional, seperti sopir truk dan bus, guna mencegah risiko kecelakaan akibat kelelahan [6].

2.6 Load Cell

Keakuratan dan sensitivitas *load cell* menjadikannya komponen penting dalam sistem yang membutuhkan pengukuran beban secara real-time [7].

2.7 LCD

LCD 16x2 adalah modul tampilan karakter yang dapat menampilkan hingga 16 karakter dalam 2 baris, yang biasa digunakan dalam berbagai proyek mikrokontroler dan sistem tertanam. Modul ini bekerja dengan teknologi kristal cair (*liquid crystal display*) dan menggunakan pengontrol HD44780 yang memungkinkan komunikasi dengan mikrokontroler menggunakan antarmuka paralel. LCD ini sangat hemat daya dan efisien, cocok untuk menampilkan teks, angka, serta simbol dalam berbagai aplikasi seperti sistem monitoring, alat ukur, dan tampilan informasi pada perangkat otomatisasi. LCD 16x2 juga mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti Arduino C yang menjadikannya mudah diintegrasikan dalam sistem berbasis mikrokontroler [8].

2.8 BUZZER

Buzzer adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menghasilkan suara sebagai bentuk sinyal atau peringatan dalam suatu sistem. *Buzzer* bekerja berdasarkan prinsip getaran piezoelektrik yang diubah menjadi gelombang suara. Komponen ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti sistem alarm, timer, indikator kesalahan, maupun perangkat elektronik konsumen. *Buzzer* dapat diaktifkan melalui sinyal digital dari mikrokontroler seperti Arduino, menjadikannya komponen yang sederhana namun efektif dalam menyampaikan notifikasi suara kepada pengguna [9].

2.9 Mikrokontroler Atmega 16

Atmega 16 berbasis pada arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*), dimana satu instruksi dapat dieksekusi dalam satu *clock*, dan dapat mencapai 1 MPS (*Milion Instruction Per Second*) per MHz. Mikrokontroler avr Atmega 16 memiliki keistimewaan dibanding jenis mikrokontroler AT89C551, AT89C52, AT80S51, dan AT89S52. Keistimewaannya yaitu pada mikrokontroler avr Atmega 16 memiliki port input ADC 8 channel 10 bit.

2.10 Mikrokontroler Arduino

Arduino adalah *platform* prototipe elektronik *open-source* yang berbasis perangkat keras dan perangkat lunak yang mudah digunakan. *Board* Arduino dilengkapi dengan mikrokontroler, seperti ATmega328, dan berbagai pin *input/output* digital serta analog yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan berbagai sensor dan aktuator. *Platform* ini sangat populer dalam dunia pendidikan, penelitian, dan proyek-proyek *Internet of Things* (IoT) karena kemudahan dalam pemrogramannya menggunakan Arduino IDE dan fleksibilitas integrasinya dengan berbagai modul elektronik [10].

2.11 Arduino IDE

Menurut penelitian, Arduino juga terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi proses pembelajaran teknik elektro dan informatika, karena memberi pengalaman langsung dalam merancang, membangun, dan memprogram sistem tertanam. Selain itu, Arduino juga sering digunakan sebagai prototipe awal dalam pengembangan sistem lebih kompleks di dunia industri maupun akademik. Dengan biaya yang relatif murah, dokumentasi yang luas, dan ketersediaan modul tambahan (*shield*), Arduino berperan penting dalam mendorong inovasi teknologi di berbagai bidang [11].

2.12 ISIS Proteus

Proteus adalah perangkat lunak simulasi elektronik yang digunakan secara luas untuk merancang dan menguji rangkaian elektronika sebelum diimplementasikan secara fisik. Software ini mendukung simulasi mikrokontroler seperti AVR, PIC, ARM, dan Arduino, serta memungkinkan pengguna untuk mengamati interaksi antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) secara real-time. Dengan tampilan grafis yang interaktif dan perpustakaan komponen yang sangat lengkap, Proteus sangat bermanfaat dalam proses pembelajaran dan pengembangan sistem tertanam (*embedded system*). Simulasi menggunakan Proteus dapat mempercepat proses desain dan mengurangi risiko kesalahan pada saat pembuatan rangkaian fisik. Menurut penelitian, Proteus terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep elektronika dan pemrograman mikrokontroler di lingkungan akademik [12].

2.13 Google SketchUp

Google SketchUp adalah perangkat lunak desain grafis berbasis tiga dimensi (3D) yang digunakan untuk membuat, mengedit, dan memvisualisasikan objek arsitektur, interior, teknik sipil, hingga desain produk dengan antarmuka yang

intuitif dan mudah digunakan. Aplikasi ini sangat populer di kalangan arsitek, insinyur, dan desainer karena mampu menghasilkan model 3D dengan cepat serta menyediakan fitur-fitur seperti *Push/Pull*, orbit, dan integrasi ke *Google Earth*. *SketchUp* juga mendukung ekstensi dan *plug-in* yang memperluas fungsionalitasnya, seperti rendering realistis atau simulasi energi. Berdasarkan hasil penelitian, *SketchUp* dinilai mampu meningkatkan efisiensi dalam proses perancangan bangunan serta mempercepat proses pengambilan keputusan dalam proyek konstruksi [13].

2.14 Tahapan Sistem

Sistem utama yang berjalan secara berurutan untuk memastikan deteksi yang akurat dan respons yang tepat waktu. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

- Inisialisasi Perangkat**
Program utama komputer dan perangkat Arduino Uno melalui *port* serial.
- Input Sensor**
Input Sensor menggunakan sensor *Load Cell* sebagai deteksi dari keberadaan supir. Sensor ini memungkinkan sistem dalam hal memberikan instruksi kepada pengendara agar menyesuaikan dengan waktu yang telah ditentukan sesuai program yang di tanamkan.
- Kalibrasi Sensor**
Sistem menjalankan fungsi kalibrasi, pengguna diminta untuk menghitung nilai ambang batas (*threshold*) kantuk dan lelah yang spesifik untuk pengguna tersebut. Kalibrasi dilakukan oleh sensor *Load cell* untuk menghitung berat dari kursi supir sesuai dengan instruksi yang diberikan.
- Perhitungan waktu dari waktu yang sudah ditentukan, sistem akan menghitung nilai waktu secara *real-time*.**
- Proses Pengambilan Keputusan**
Sistem membandingkan nilai waktu mulai pengendara duduk diatas kursi sampai waktu normal yang telah ditentukan agar dapat mengambil keputusan untuk mengaktifkan respons.

2.15 Proses Teknik PWM dan Logika Kendali

Teknik PWM digunakan untuk memberikan respons fisik berupa simulasi pengereman bertingkat. Perhitungan ini akan menunjukkan bagaimana nilai PWM (0-255) yang dikirim dari Arduino mengatur *duty cycle* dan tegangan rata-rata yang diterima oleh motor.

- Nilai PWM: 0
Duty Cycle: 0%
 Frekuensi: 1000
 Hz Vin: 5V
 Perhitungan:

$$Time\ Period = \frac{1}{f} = \frac{1}{1000Hz} = 0,001\ \text{detik atau } 1 \quad (1)$$

$$\text{milidetik } tON = Duty\ Cycle \times Time\ Period = 0 \times 1ms = 0 \quad (2)$$

$$\text{milidetik } tOFF = Time\ Period - tON = 1ms - 0ms = 1 \quad (3)$$

$$\text{milidetik } Vout = Duty\ Cycle \times Vin = 0 \times 5V = 0V \quad (4)$$



Gambar 2. *Duty Cycle* 0%

- Nilai PWM: 128

$$Duty\ Cycle: \frac{(128)}{255} \times 100 \quad (4)$$
 Frekuensi: 1000
 Hz Vin: 5V
 Perhitungan:

$$Time\ Period = \frac{1}{f} = \frac{1}{1000Hz} = 0,001\ \text{detik atau } 1 \quad (5)$$

$$\text{milidetik } tON = Duty\ Cycle \times Time\ Period = 0,502 \times 1ms = 0,502 \quad (6)$$

$$\text{milidetik } tOFF = Time\ Period - tON = 1ms - 0,502ms = 0,498 \quad (7)$$

$$\text{milidetik } Vout = Duty\ Cycle \times Vin = 0,502 \times 5V = 2,51V \quad (8)$$



Gambar 3. *Duty Cycle* 50%

c. Nilai PWM: 255

Duty Cycle: 100%

Frekuensi: 1000 Hz (Sebagai contoh)

Vin: 5V

Perhitungan:

$$Time\ Period = \frac{1}{f} = \frac{1}{1000Hz} = 0,001\ \text{detik atau } 1 \quad (9)$$

$$\text{milidetik } t_{ON} = \text{Duty Cycle} \times \text{Time Period} = 1 \times 1ms = 1 \quad (10)$$

$$\text{milidetik } t_{OFF} = \text{Time Period} - t_{ON} = 1ms - 1ms = 0 \quad (11)$$

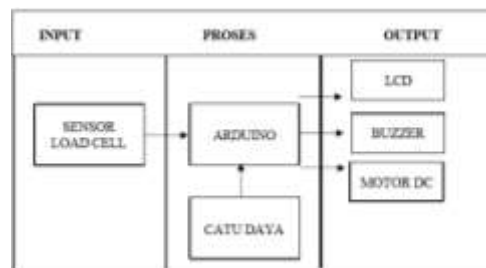
$$\text{milidetik } V_{out} = \text{Duty Cycle} \times V_{in} = 1 \times 5V = 5V \quad (12)$$



Gambar 4. Duty Cycle 100%

2.16 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem pada penelitian ini dimodelkan dalam bentuk diagram blok untuk menggambarkan komponen-komponen utama dan hubungan fungsional di antara mereka.



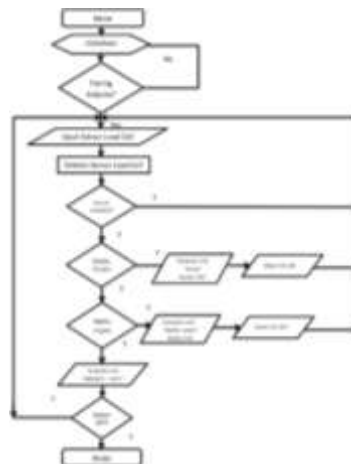
Gambar 5. Konfigurasi Blok Diagram

Gambar konfigurasi tersebut menggambarkan suatu konfigurasi rancangan dari sistem alat. Berikut merupakan penjelasan dari bagian-bagian blok diagram.

- Sensor *Load Cell* mendeteksi berat dari beban kursi yaitu melihat apakah supir masih berada di tempat atau tidak.
- Arduino Uno berperan jembatan antara dunia perangkat lunak dan perangkat keras. Arduino menerima perintah spesifik yang dikirimkan oleh skrip *Python* melalui komunikasi serial (protokol Firmata). Perintah ini kemudian diterjemahkan menjadi sinyal listrik yang presisi untuk mengendalikan komponen-komponen aktuator di bagian output.
- Notifikasi LCD berperan sebagai respon yang bersifat *TEXT display*, di mana sistem akan mengirimkan notifikasi untuk memberikan peringatan jarak jauh kepada pihak yang ditentukan.
- Buzzer* berperan sebagai aktuator peringatan auditori yang memberikan respons bertingkat. Pola bunyinya diatur oleh Arduino, di mana pada level kantung awal akan menghasilkan bunyi terputus-putus dan pada level kantung berat akan mengeluarkan suara yang lebih nyaring.
- Motor *Driver* L298N menerima sinyal PWM dari Arduino dan berfungsi sebagai pengatur daya untuk motor.
- Motor DC menerima daya dari Motor *Driver* untuk mensimulasikan proses pengereman dengan cara mengurangi putaran roda dengan Teknik PWM.
- Catu Daya sebagai sumber tenaga independen yang menyuplai tegangan dan arus yang dibutuhkan oleh *Driver* Motor L298N dan Motor DC.

2.17 Flowchart Sistem

Flowchart berfungsi sebagai gambaran visual dari algoritma yang dikembangkan, yang akan menguraikan proses-proses seperti tahap kalibrasi, loop deteksi real-time, dan lain-lain. Dalam konteks sistem komputer, *flowchart* membantu menggambarkan bagaimana data mengalir dan bagaimana proses dijalankan mulai dari *input* hingga *output*. Simbol-simbol standar digunakan dalam *flowchart* seperti persegi panjang untuk proses, jajar genjang untuk *input/output*, dan belah ketupat untuk keputusan. Dengan menggunakan *flowchart*, perancang sistem dapat memvisualisasikan logika program atau prosedur operasional sehingga lebih mudah dipahami oleh tim pengembang maupun pemangku kepentingan. Pada sistem yang lebih kompleks, *flowchart* sangat berguna untuk memetakan hubungan antar subsistem dan membantu dalam proses *troubleshooting*, *debugging*, maupun *optimalisasi*.

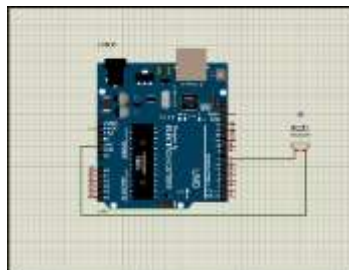
Gambar 6. *Flowchart Sistem*

2.18 Perancangan Rangkaian Sistem

Perancangan rangkaian sistem menampilkan skematik elektronik yang menunjukkan bagaimana semua komponen perangkat keras saling terhubung. Rangkaian ini dirancang menggunakan perangkat lunak *Proteus* untuk memvalidasi koneksi antar komponen sebelum dilakukan perakitan fisik. Tujuan dari perancangan skematik ini adalah untuk memastikan bahwa semua koneksi pin antar komponen sudah benar, termasuk jalur daya dan jalur sinyal sehingga dapat menghindari kesalahan pemasangan pada saat implementasi purwarupa.

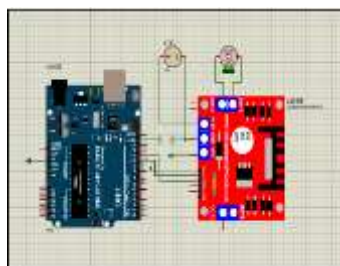
2.19 Rangkaian Sistem Arduino dengan Buzzer

Rangkaian ini merupakan sistem peringatan auditori paling dasar. Tujuannya adalah untuk menghasilkan suara peringatan yang nyaring ketika perintah diterima dari Arduino. Perancangan rangkaianannya cukup sederhana, di mana pin positif (+) dari *buzzer* dihubungkan ke pin output digital 7 pada Arduino Uno, sementara pin negatif (-) dihubungkan ke pin *ground* (GND) Arduino.

Gambar 7. Sistem Rangkaian *Buzzer*

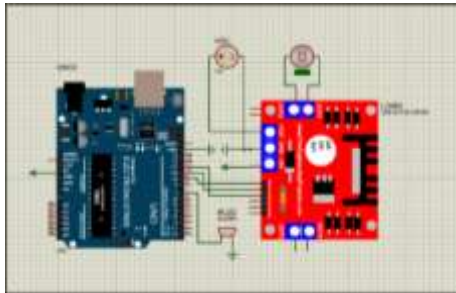
2.20 Rangkaian Sistem Arduino dengan Motor Driver dan Motor DC

Rangkaian ini merupakan inti dari sistem intervensi fisik, yang dirancang untuk mengendalikan kecepatan dan arah putaran motor DC. Arduino Uno berfungsi sebagai pemberi perintah, namun tidak dapat menyuplai daya yang cukup untuk motor secara langsung. Oleh karena itu, digunakan modul *driver* motor L298N sebagai perantara. Pin PWM 9 dari Arduino dihubungkan ke pin *Enable A* (ENA) pada L298N untuk mengatur kecepatan motor. Pin digital 10 dan 11 pada Arduino dihubungkan ke pin Input (IN1 dan IN2) pada L298N untuk menentukan arah putaran. Terminal *output* pada L298N kemudian dihubungkan ke kedua terminal motor DC. Untuk catu daya, digunakan adaptor 12V sebagai sumber daya eksternal. Terminal positif dari adaptor dihubungkan ke pin *input* daya 12V pada L298N dan terminal negatif dihubungkan ke pin GND.

Gambar 8. Sistem Rangkaian Motor *Driver* L298N dan Motor DC

2.21 Rangkaian Sistem Keseluruhan

Rangkaian sistem keseluruhan adalah gabungan dari semua sub- rangkaian yang telah dijelaskan sebelumnya. Skematik ini akan menunjukkan bagaimana Arduino Uno menjadi pusat kendali yang terintegrasi, yang secara simultan mengendalikan beberapa aktuator berdasarkan perintah dari komputer. Gambar ini akan memperlihatkan koneksi antara Arduino dengan *buzzer* pada pin 7 dan *driver motor L298N* pada pin 9, 10, dan 11 secara bersamaan, memberikan gambaran utuh dari sistem elektronik purwarupa yang dibangun.



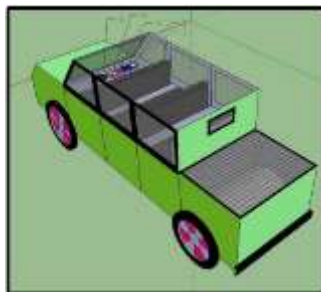
Gambar 9. Rangkaian Keseluruhan Sistem

2.22 Perancangan Model Purwarupa

Perancangan model purwarupa menyajikan visualisasi tiga dimensi (3D) dari wujud fisik alat yang dirancang. Model ini dibuat menggunakan perangkat lunak *SketchUp* untuk memberikan gambaran nyata mengenai tata letak komponen, dimensi alat, dan estetika produk akhir. Pada perancangan perangkat model *hardware* ini dirancang dengan konsep minimal dan mudah diimplementasikan oleh penggunaan sistem. Adapun tahapan perancangan perangkat keras yang dilakukan sebagai berikut :

1. *Casing*

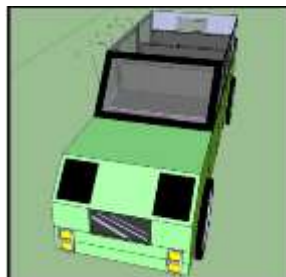
Pada perancangan *casing* dibuat dengan bahan plastik untuk mempermudah dalam membuat dan merancang serta dibuat secara minimal agar dapat diimplementasikan dengan mudah. Konsep sistem ini bersifat *prototype* dengan maksud ukuran dan skala perancangan sistem dibuat lebih kecil dari yang sebenarnya namun fungsinya dapat digunakan untuk kondisi sebenarnya. Berikut rancangan sistem yang akan dirancang.



Gambar 10. Rancangan Tampak Dari Atas

Pada gambar 10 merupakan rancangan sistem tampak dari atas. Pada gambar ini terlihat beberapa komponen. Keterangan pada gambar 10 sebagai berikut :

1. Saklar : pada sistem ini menggunakan saklar sebagai komponen untuk mengaktifkan seluruh sistem.
2. Arduino : pada sistem ini arduino difungsikan unit control *input* dan *output*.
3. *Power supply* : pada sistem ini digunakan sebagai pemberi tegangan kepada sensor dan arduino.
4. LCD : pada sistem ini LCD digunakan sebagai indicator terhubungnya sensor dengan sistem.
5. *Buzzer* : pada sistem ini *Buzzer* digunakan alarm ketika ada upaya pembobolan dari sensor lain yang gagal terhubung.



Gambar 11. Rancangan Tampak Keseluruhan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem adalah tahapan atau proses yang dilalui hingga sistem bekerja sesuai dengan keinginan, dimulai dari rancangan blok diagram, perakitan komponen, pembuatan program, hingga perumusan kesimpulan. Setelah semua kebutuhan sistem yang telah disiapkan sudah terpenuhi, maka tahapan selanjutnya adalah menerapkan dan membangun sistem yang akan dibuat. Implementasi sistem merupakan tahap penting dalam pengembangan sistem informasi atau teknologi, di mana rancangan yang telah dibuat sebelumnya diwujudkan menjadi sistem nyata yang dapat digunakan. Proses ini mencakup pemasangan perangkat keras (*hardware*), penginstalan perangkat lunak (*software*), konfigurasi jaringan, integrasi data, dan penyesuaian antarmuka pengguna. Tujuan dari implementasi adalah untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna serta berfungsi optimal di lingkungan nyata. Keberhasilan implementasi sangat bergantung pada perencanaan yang matang, pengujian sistem yang menyeluruh, dan kesiapan tim pelaksana.

3.2 Rangkaian Board Arduino Uno R3



Gambar 12. Rangkaian Board Arduino Uno R3

Pada gambar diatas merupakan rangkaian *board* arduino uno yang terdapat AVR seri ATmega 328 . Arduino memiliki 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin *input* analog dan 14 digital pin *input/output* .), kristal kuarsa 16 MHz, koneksi USB, *jack* listrik, *header* ICSP dan tombol reset. Di bagian sistem minimum arduino uno, terdapat lampu indikator yang difungsikan untuk mengetahui apakah rangkaian sedang bekerja atau tidak. Arduino Uno R3 dapat diberi daya melalui koneksi USB (*Universal Serial Bus*) atau melalui *power supply eksternal*. Apabila Arduino Uno dihubungkan ke kedua sumber daya yang akan digunakan secara otomatis. *Power supply eksternal* (yang bukan melalui USB) dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dihubungkan ke baterai dimasukkan ke dalam pin GND dan Vin yang berada pada konektor *POWER*.

3.3 Rangkaian LCD

Rangkaian LCD yaitu untuk menampilkan nilai dari dari kursi supir yang terdeteksi dan di proses oleh microcontroller. Berikut adalah gambar dari rangkaian LCD. Rangkaian LCD merupakan susunan komponen elektronik yang digunakan untuk menghubungkan modul LCD (*Liquid Crystal Display*) dengan mikrokontroler atau sistem kendali, seperti Arduino, untuk menampilkan informasi berupa teks atau angka.



Gambar 13. Rangkaian LCD

3.4 LED



Gambar 14. LED

Pada gambar 14 merupakan LED yang berfungsi sebagai indicator terhubungnya LCD dan mikrokontroler dengan mobil. Ketika pada *interface* aplikasi pada di inputkan benar maka LED akan menyala.

3.5 Buzzer

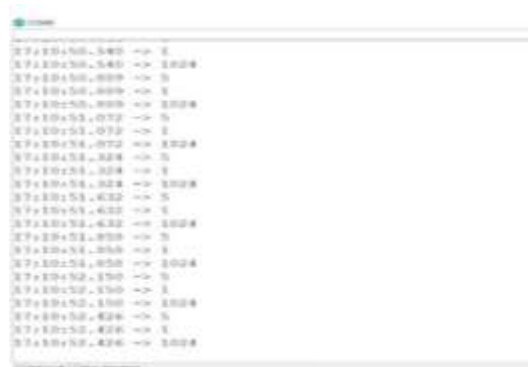


Gambar 15. Buzzer

Pada gambar 15 merupakan *buzzer* yang berfungsi sebagai indikator mobil menyala dan waktu berkendara sudah diatas normal sehingga membuat motor harus berhenti secara otomatis dengan perlahan. Setelah semua rangkain selesai dikerjakan, maka seluruh alat akan disambungkan mikrokontroler, LED dan *Buzzer* yang telah terpasang.

3.6 Pengujian

Pengujian sistem dilakukan agar mengetahui fungsi dan kinerja dari keseluruhan sistem. Pengujian ini diawali dengan melakukan pemeriksaan kerja sistem pada bagian utama hingga kinerja sistem keseluruhan. Pengujian rangkaian pada sistem dilakukan setelah semua komponen terpasang utuh dan di satukan, yaitu Sistem Berbasis mikrokontroler. Sistem pengingat waktu berkendara menggunakan Arduino adalah sebuah perangkat berbasis mikrokontroler yang dirancang untuk membantu pengendara dalam mengelola durasi waktu berkendara secara aman dan sehat. Sistem ini bekerja dengan memantau waktu tempuh berkendara dan memberikan notifikasi atau peringatan setelah periode tertentu, misalnya setiap dua jam. Tujuannya adalah mencegah kelelahan berkendara, yang merupakan salah satu faktor utama kecelakaan lalu lintas. Perangkat ini cocok digunakan oleh pengemudi truk, bus, atau kendaraan pribadi dalam perjalanan jarak jauh. Komponen utama dalam sistem ini meliputi Arduino Uno/Nano, *buzzer* atau alarm, LCD 16x2 untuk menampilkan waktu, serta *real-time clock* (RTC) seperti modul DS3231 untuk menjaga akurasi waktu meski Arduino dimatikan sementara. Sistem akan mulai menghitung waktu sejak kendaraan dihidupkan, dan secara berkala memberikan peringatan (dengan suara dan atau teks) saat waktu istirahat dibutuhkan. Beberapa sistem juga dapat dilengkapi dengan tombol reset untuk mengatur ulang waktu saat pengendara sudah beristirahat dan siap melanjutkan perjalanan.



Gambar 16. Pengujian Multi Sensor

Berikut adalah tabel pengujian sistem pengingat waktu berkendara menggunakan Arduino, dengan fitur otomatisasi motor berhenti jika waktu berkendara lebih dari 5 jam:

Tabel 3. Pengujian Sistem Pengingat Waktu Berkendara Menggunakan Arduino

No.	Waktu Berkendara	Kondisi Sistem	Output Sistem	Status Motor
1.	1 jam	Waktu belum mencapai batas	Sistem tetap diam	Aktif
2.	2,5 jam	Masih dalam waktu aman	Tidak ada peringatan	Aktif
3.	4 jam	Mendekati batas waktu	Peringatan awal melalui buzzer	Aktif
4.	5 jam	Batas waktu tercapai	Peringatan keras & notifikasi LCD	Aktif
5.	5 jam 5 menit	Melebihi batas waktu	Motor dimatikan otomatis	Nonaktif
6.	Setelah istirahat/reset	Sistem di-reset	Timer di-reset ke nol, sistem normal	Aktif

3.7 Kelebihan Sistem

Adapun kelebihan yang terdapat pada sistem ini dari hasil pengujian dan analisis secara periodik dari awal perencanaan antara lain sebagai berikut:

1. Dapat mendeteksi secara bersamaan untuk mengetahui kelayakan waktu berkendara.
2. Dapat memberikan notifikasi pada sistem berupa suara dan LCD
3. Dapat mengirimkan informasi data secara realtime dengan memanfaatkan internet.

3.8 Kelemahan Sistem

Adapun terdapat beberapa kelemahan yang teridentifikasi dari sistem yang telah dirancang antara lain sebagai berikut:

1. Sistem hanya bisa dilihat oleh admin atau pengembang, jika ingin dilihat oleh publik, maka publik harus terlebih dahulu mendapatkan link untuk dapat melihatnya
2. Sistem ini tidak bisa memberikan informasi yang akurat karena tidak mempunyai kecerdasan buatan didalamnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi sistem, dapat disimpulkan bahwa sistem kunci mobil yang dikendalikan melalui *smartphone* Android berbasis Arduino berhasil dibuat dan diintegrasikan dengan baik. Sistem ini mampu melakukan komunikasi data secara serial dengan model simplex untuk mengirimkan notifikasi waktu berkendara kepada pengguna. Saat waktu berkendara melebihi batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis memberikan peringatan melalui *buzzer* dan tampilan pesan pada LCD. Selain itu, penerapan teknologi PWM memungkinkan penghentian motor secara bertahap sesuai waktu yang telah diatur, sehingga menambah aspek keamanan dan kenyamanan dalam penggunaan kendaraan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ucapkan Terima Kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Beni Andika, S. T., S. Kom., M. Kom sebagai Dosen Pembimbing I dan Ibu Syarifah Fadillah Rezky, S.Kom, M. Kom sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam menyelesaikan penelitian ini. Serta semua pihak – pihak terkait yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] WHO, "Global Status Report on Road Safety 2018," World Health Organization, Geneva, 2018. [Online]. Available: <https://www.who.int>
- [2] M. Banzhi and M. Shiloh, *Getting Started with Arduino*, 3rd ed., Sebastopol: Maker Media, 2014.
- [3] R. Agrawal and A. Shrivastava, "PWM based Buzzer Warning System using Arduino," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 9, no. 5, pp. 12–15, Mar. 2020.
- [4] S. Nugroho, "Rancang Bangun Sistem Peringatan Kelelahan Sopir Menggunakan Arduino dan RTC," *Jurnal Elektronika dan Informatika*, vol. 6, no. 2, pp. 88–94, 2021.
- [5] Kementerian Perhubungan RI, "Pedoman Keselamatan Berkendara Jarak Jauh," Jakarta, 2022. [Online]. Available: <https://hubdat.dephub.go.idnnn>.
- [6] World Health Organization, *Global status report on road safety 2018*, Geneva: WHO, 2018.
- [7] M. Kumar, D. Prakash, and A. Sharma, "Design and analysis of strain gauge based load cell for measuring weight," *International Journal of Engineering Research & Technology*, vol. 3, no. 4, pp. 2490–2493, Apr. 2014.
- [8] S. Dey and A. Das, "Design and implementation of a low cost digital thermometer using Arduino and LCD," *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 8, no. 5, pp. 1764–1768, May 2017.
- [9] M. A. Islam, M. M. Rahman, and M. A. H. Akhand, "Development of an automatic fire detection and alert system using Arduino and GSM module," *International Journal of Computer Applications*, vol. 182, no. 26, pp. 6–9, Dec. 2018.



- [10] M. A. Mazidi, R. D. McKinlay, and D. Causey, "Arduino-based Embedded Systems," *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 13, no. 5, pp. 1124–1130, May 2018.
- [11] F. I. Suryanegara and R. Kurniawan, "Design and Implementation of Arduino-based Embedded System for Educational Purposes," *International Journal of Engineering Research and Applications*, vol. 9, no. 3, pp. 45–49, Mar. 2019.
- [12] N. M. Laila, M. A. Sahalan, dan M. S. Nasir, "Development of Microcontroller-Based Circuit Using Proteus Software," *International Journal of Electrical Engineering and Technology (IJEET)*, vol. 10, no. 2, pp. 44–51, 2019.
- [13] H. A. Nugroho, D. A. Putra, dan M. A. Fadhil, "Pemanfaatan Google SketchUp dalam Visualisasi Desain Arsitektur Bangunan 3D," *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, vol. 22, no. 1, pp. 35–42, 2020.