

Rancang Bangun *Smart Belt* Berbasis ATmega8 untuk Peningkatan Keselamatan dan Keamanan Berkendara

Darmawan Sidik^{1*}, Faris Humami¹, Ramadhan Dwi Pasetyo¹

¹Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan; sidikdarmawan27@gmail.com, farishumami@pktj.ac.id, ramadhan@pktj.ac.id

*Korespondensi: sidikdarmawan27@gmail.com

Abstract – *The high number of vehicles in Indonesia has resulted in a large number of violations. Safety equipment is the primary tool for minimizing fatality in traffic accidents. The use of seat belts that are frequently stabbed by the public can be fatal when ignored. The Smart belt is designed to respond to driving safety challenges by creating an innovative system based on the ATmega8 microcontroller. This system integrates the DHT11 temperature sensor, MC-38 magnetic sensor, and HC-SR04 ultrasonic sensor, to detect the seat belt status in vehicles. The development process follows the ADDIE method, consisting of five stages: 1) analysis, 2) design, 3) development, 4) implementation, and 5) evaluation. Results from the sensor responsive test showed 0.24 s for the HC-SR04 ultrasonic sensor response to object reception, 14.58 s for temperature sensor accuracy of DHT11, and the device performance test shows a 100% conclusive figure that the device works consistently and accurately. The Smart belt is feasible to be installed on every vehicle in order to increase the implementation of the Permenhub 74 Regulations of 2021. The government's pledge to lower the number of collisions and fatalities on roadways is supported by the development of the smart belt.*

Keywords – *seat belt, electronic sensors, microcontroller ATmega8, vehicle safety system*

Intisari – Tingginya jumlah kendaraan di Indonesia mengakibatkan banyaknya jumlah kasus pelanggaran. Perlengkapan keselamatan merupakan alat utama untuk meminimalkan *fatality* saat terjadinya kecelakaan lalu lintas. Penggunaan *seat belt* sering kali diabaikan oleh masyarakat sehingga berakibat fatal. *Smart belt* dirancang untuk merespons tantangan keselamatan berkendara dengan menghadirkan sistem inovatif berbasis mikrokontroler ATmega8. Sistem ini mengintegrasikan sensor suhu DHT11, sensor magnetik MC-38, dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi status *seat belt* dalam kendaraan. Proses pengembangan menggunakan metode ADDIE dengan lima tahapan: 1) analisis, 2) perancangan, 3) pengembangan, 4) implementasi, dan 5) evaluasi. Hasil dari Uji responsif sensor menunjukkan 0,24s untuk respons sensor ultrasonik HC-SR04 terhadap penerimaan objek, 14,58s untuk akurasi sensor suhu DHT11, dan pada uji kinerja alat menunjukkan angka 100% yang dapat disimpulkan bahwa alat ini berhasil konsisten dan akurat. *Smart belt* layak dipasang pada setiap kendaraan guna meningkatkan penerapan regulasi Permenhub 74 Tahun 2021. Komitmen pemerintah untuk menekan angka kecelakaan dan kematian di jalan raya didukung dengan pengembangan *smart belt*.

Kata kunci – *sabuk keselamatan, sensor elektronik, mikrokontroler ATmega8, sistem keselamatan berkendara*

I. PENDAHULUAN

Keselamatan berkendara merupakan salah satu pilar dalam RUNK LLAJ yang sangat penting dalam kehidupan modern. Di Indonesia, jumlah kendaraan bermotor terus mengalami peningkatan hingga mencapai 141.992.573 kendaraan dan 21.950.275 di antaranya meliputi bus, mobil penumpang, dan mobil barang [1]. Peningkatan jumlah kendaraan memiliki dampak terhadap semakin banyaknya jumlah pelanggaran lalu lintas. Pada tahun 2023, dalam lima bulan pertama telah tercatat 961.449 pelanggaran lalu lintas. Data dari ETLE Korlantas Polri menunjukkan adanya 501.568 pelanggaran tidak menggunakan sabuk pengaman, pelanggaran marka jalan, dan melampaui batas kecepatan kendaraan [2].

Pada tahun 2017, sebanyak 26.325 penumpang kendaraan meninggal dunia di Amerika Serikat dengan sekitar 50% di antaranya tidak memakai sabuk pengaman. Penggunaan sabuk pengaman telah menyelamatkan sekitar 14.955 nyawa dan diperkirakan 2.549 nyawa tambahan dapat diselamatkan jika masyarakat lebih disiplin dalam menggunakan sabuk pengaman [3]. Pada periode 2020-2022, Komite Nasional Keselamatan Transportasi melakukan investigasi pada 32 kasus kecelakaan dan 11 kasus di antaranya menegaskan akan pentingnya penggunaan sabuk pengaman sebagai hasil

rekomendasi untuk peningkatan keselamatan berkendara. Sebuah kasus kecelakaan tunggal pada tanggal 27 Mei 2021 yang melibatkan Kendaraan Bus terguling di Jalan Raya Palembang-Jambi, Kabupaten Musi Banyuasin. Insiden kecelakaan tersebut menimbulkan korban sebanyak 37 orang dengan tingkat keparahan yaitu: 4 orang meninggal dunia, 4 orang mengalami luka berat dan 29 orang luka ringan. Fatalitas korban sebagian besar terjadi karena penumpang bus tidak mengenakan sabuk pengaman [4].

Untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas, pemerintah telah menetapkan regulasi dalam Permenhub No. 74 Tahun 2021 dan UU 22 Tahun 2009 yang mengharuskan penggunaan *seat belt* untuk pengemudi dan penumpang kendaraan roda empat atau lebih. Upaya ini bertujuan untuk meminimalkan risiko cedera dan kematian akibat kecelakaan. *Seat belt* telah terbukti efektif dalam mengurangi dampak kecelakaan, dan penegakan hukum serta edukasi kepada masyarakat diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dan kepatuhan terhadap peraturan keselamatan berkendara.

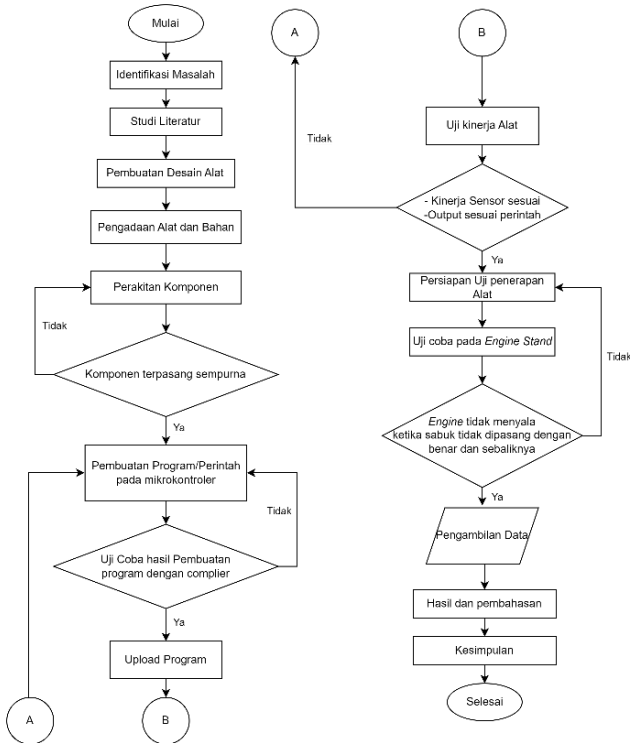
II. METODOLOGI

Metode ADDIE digunakan dalam pembuatan alat ini, terdapat lima tahapan yaitu 1) analisis, 2) perancangan, 3) pengembangan, 4) implementasi dan 5) evaluasi [5].

Pembuatan alat dilakukan di Laboratorium TRO Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal. Perhatian khusus dilakukan dalam perencanaan sistem yaitu pada perencanaan *hardware* maupun *software system*.

A. Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar1.

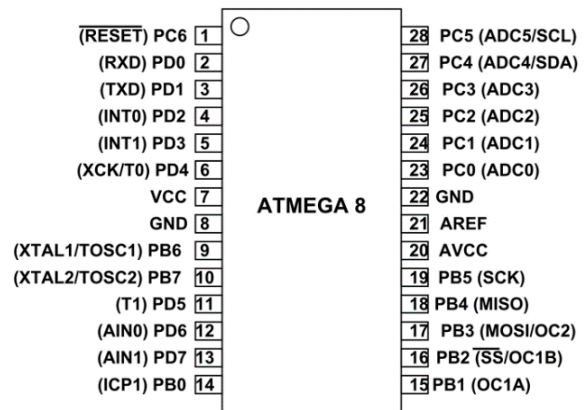


Gambar 1. Diagram alir penelitian

B. Alat dan bahan

1) Sabuk Pengaman

2) *ATMega8*: *ATMega8* merupakan mikrokontroler terbaru dari *ATMEL* yang berperan sebagai otak atau pengendali dalam berbagai perangkat elektronik, menonjolkan keunggulan arsitektur RISC 8 bit yang memungkinkan eksekusi instruksi secara cepat dan efisien. Beberapa fitur bawaannya meliputi kemampuan berkomunikasi melalui koneksi serial (*UART*), pengaturan daya keluaran analog (*PWM*), pembacaan data dari dunia analog (*ADC*), perbandingan sinyal analog (*analog comparator*), antarmuka serial (*SPI*), resistor *pull-up*, *oscillators*, dan *watch-dog timers*. Dengan kemampuan khusus seperti *ADC* dan *EEPROM* berkapasitas 128-512 byte, dapat mengonsumsi daya rendah dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz, serta dapat beroperasi pada tegangan 4,5-5,5V. Konfigurasi *pin ATMega8* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konfigurasi pin ATMega8

3) *Ultrasonik HC-SR04*: Sensor Ultrasonik berfungsi sebagai pengubah gelombang suara tinggi, yang tidak dapat terdengar oleh manusia menjadi sinyal listrik dan sebaliknya. Prinsip kerja sensor ultrasonik bergantung pada pemantulan gelombang suara untuk mengukur jarak objek menggunakan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik ini memiliki frekuensi yang sangat tinggi, yaitu 20 kHz. Gelombang tersebut dihasilkan oleh perangkat yang disebut piezoelektrik, yang mampu menghasilkan frekuensi sekitar 40 kHz ketika osilator diaplikasikan pada alat tersebut. Gelombang ini akan dipancarkan kepada objek, dan ketika objek berhasil memantulkannya, sensor akan mengukur antara pengiriman gelombang dan penerimaan pantulan. Dengan menggunakan informasi ini, sensor dapat menghitung jarak objek [6]. Berdasarkan cara kerja di atas maka rumus untuk mencari jarak berdasarkan ultrasonik menggunakan (1).

$$S = \frac{vt}{2} \tag{1}$$

Keterangan :

- S : Jarak (m)
- v : Kecepatan suara (340 m/s)
- t : Waktu tempuh (s)

HC-SR04 dapat mengukur jarak benda sekitar 2 cm - 4 m dengan akurasi 3 mm. sensor ini berfungsi sebagai pengirim, penerima serta pengontrol gelombang ultrasonik. Mikrokontroler dapat bekerja dengan order mikrosekond (1 s=1.000.000 μs) dan satuan jarak bias kita ubah ke satuan cm (1m= 100cm). Oleh karena itu rumus dapat menjadi:

$$S = \frac{(340 (\frac{100}{1.000.000}) \times t)}{2} \tag{2}$$

$$S = \frac{0,034t}{2} \tag{3}$$

Sensor ini memiliki empat *pin* yaitu, *Vcc*, *GND*, *Trigger*, dan *Echo*.

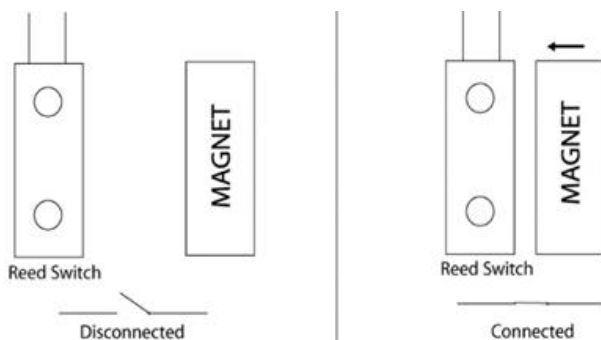
4) *DHT11*: Sensor DHT11 dilengkapi dengan kalibrasi sinyal digital, memungkinkan penyampaian informasi suhu dan kelembaban secara tepat. Sensor ini juga memiliki kecepatan respons dalam pembacaan data yang tinggi serta kemampuan untuk menanggulangi gangguan. DHT11 dikenal karena stabilitasnya yang tinggi, terutama jika digunakan Bersama mikrokontroler ATmega8. Sensor ini memiliki 4 (empat) pin dalam satu baris, dengan dimensi yang cukup kecil serta tidak menggunakan banyak daya. Jangkauan transmisi sinyal mencapai 20 meter. Salah satu keunggulan utama modul DHT11 dibandingkan model lain adalah kualitas pembacaan data yang responsif [7].

5) *MC-38*: Sensor MC-38 merupakan suatu jenis komponen elektronika yang berfungsi sebagai pendeteksi medan magnet di sekitarnya dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1. Sensor ini biasa digunakan sebagai sistem keamanan, gerbang otomatis, pemantauan pergerakan dan lain-lain. Secara struktural, sensor MC-38 terdiri atas komponen utama yang berisi magnet permanen dan *reed switch*. Magnet permanen berfungsi sebagai sumber medan magnet yang dideteksi oleh sensor, dan *reed switch* berfungsi sebagai komponen elektromagnetik yang merespons medan magnet dan *reed switch* berperan sebagai sensor [8].

Tabel 1. Spesifikasi MC-38

Spesifikasi MC-38	
a. <i>Rated Voltage</i>	200 VDC
b. <i>Rated Current</i>	100 mA
c. <i>Resistance</i>	$\pm 4\Omega$
d. <i>Dimension</i>	28x15x0.9cm
e. <i>Operating Distance</i>	15mm-25mm

Prinsip kerja pada sensor MC-38 adalah ketika perubahan keadaan kontak *reed switch* mendekati medan magnet dan mencapai ambang batas magnetik yang telah ditentukan, maka *reed switch* akan tertutup (*closed*) dengan hambatan $\pm 4\Omega$, dan menghubungkan dua terminal pada sensor. Sebaliknya, ketika *reed switch* meninggalkan medan magnet maka akan memutus koneksi dan *reed switch* akan terbuka (*open*) sebagaimana ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Cara kerja MC-38

6) *Relay 5 V*: *Relay* merupakan sebuah komponen elektronika yang berfungsi seperti saklar atau tombol yang dikontrol secara elektrik. *Relay* bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetisme untuk mengoperasikan kontak sakelar. Dengan cara ini, *relay* dapat menyalurkan arus tegangan tinggi meskipun hanya menggunakan arus yang rendah untuk pengendaliannya. Dengan kata lain, *relay* memungkinkan kita mengendalikan arus kuat menggunakan sinyal listrik yang lemah [9].

7) *LED*: Light emitting diode (LED) adalah komponen elektronik yang dapat memancarkan cahaya monokromatik saat diberi tegangan maju. Lampu LED memanfaatkan material semikonduktor dari kelompok dioda. Warna cahaya LED berbeda-beda tergantung jenis bahan semikonduktor yang digunakan. LED yang digunakan berwarna hijau dan merah [10].

8) *Buzzer*: *Buzzer* merupakan suatu komponen elektronik yang mampu menghasilkan suara. Spesifikasi *Buzzer* ditunjukkan pada Tabel 2. Alat ini bekerja dengan prinsip dasar yaitu menggerakkan membran yang terdapat di dalamnya. Membran ini biasanya berhubungan dengan kumparan yang bergetar ketika diberi tegangan. Ketika arus listrik melewati kumparan, ia membuat medan magnet yang mempengaruhi membran dengan getaran yang cepat. Sehingga getaran inilah yang kemudian menghasilkan gelombang suara [11]. Berikut merupakan spesifikasi *buzzer*:

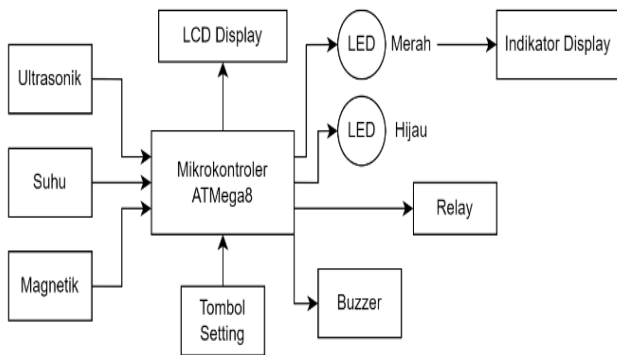
Tabel 2. Spesifikasi *buzzer* [12]

Spesifikasi <i>Buzzer</i>	
1. <i>Voltage</i>	12VDC
2. <i>Operating Current</i>	15mA max
3. <i>Frekuensi</i>	3.7kHz
4. <i>Sound</i>	<i>Single Sound</i>
5. <i>Sound Output</i>	85db above
6. <i>Type Panel Mounting</i>	

9) *LCD 2x16*: *Liquid crystal display* (LCD) merupakan media tampil dengan penampil utamanya menggunakan kristal cair. Sehingga gambar atau teks dapat ditampilkan dengan puluhan ribu hingga jutaan titik cahaya (*pixel*). Kristal cair tidak menciptakan cahaya sendiri, namun sebagai gantinya, layer LCD menggunakan lampu neon putih di bagian belakang sebagai sumber cahaya. Arus listrik mengubah polaritas kristal cair, sehingga hanya memungkinkan warna tertentu yang melewatinya sementara warna lain disaring, sehingga menghasilkan gambar atau teks yang ditampilkan [13].

C. Perancangan Sistem

1) *Blok diagram alat:* Sistem perancangan alat ditunjukkan pada Gambar 4. Ketika semua sensor indikator yaitu Sensor suhu DHT11 untuk mendeteksi tubuh pengguna kendaraan, Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi pengguna kendaraan di posisi yang tepat dan Magnetik MC-38 memastikan sabuk keselamatan terpasang dengan benar maka mikrokontroler ATmega8 mengirim sinyal lanjutan sehingga LED Hijau menyala, LED merah mati (*display mati*), *buzzer* bunyi, dan *relay on* sehingga *Engine stand* dapat aktif dan mesin menyala.

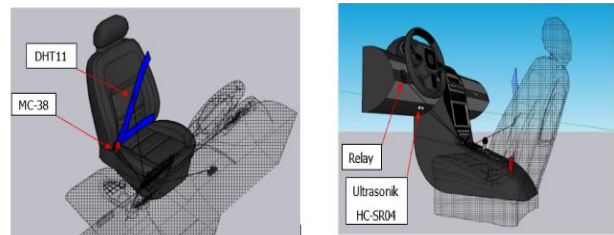


Gambar 4. Blok diagram alat

Namun jikalau sensor tidak mendeteksi, maka LED Merah akan hidup (*display hidup*). Sensor Suhu dan Jarak dapat disesuaikan yang dibutuhkan menggunakan tombol *setting*, dan LCD akan menampilkan nilai jarak dan suhu yang disesuaikan. Serta seluruh indikator akan ditampilkan pada LCD.

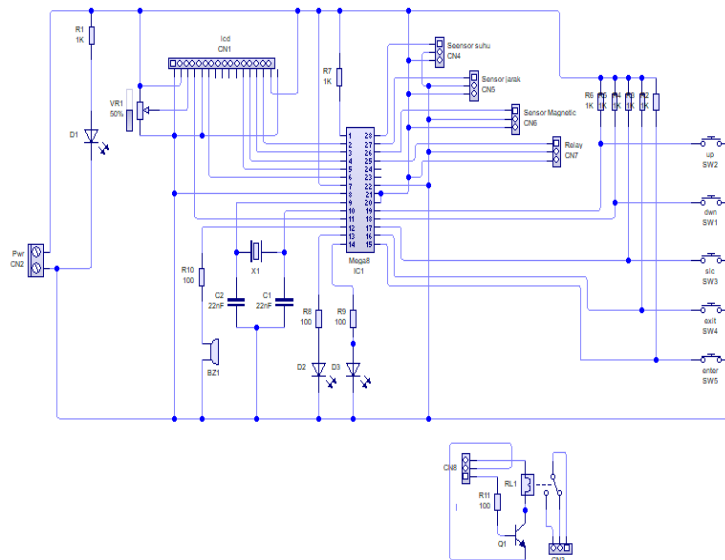
2) *Skema Rangkaian:* Rangkaian pada penelitian ditunjukkan pada Gambar 5 dibuat dengan menggunakan aplikasi perangkat lunak Livewire Pro 1.11. Aplikasi Livewire merupakan sebuah *software* yang digunakan sebagai perangkat yang merancang dan menganalisis rangkaian elektronika. Perangkat ini mempunyai kemampuan menampilkan rangkaian dalam bentuk animasi dan bahkan dapat mengeluarkan bunyi untuk mengaplikasikan fungsi dari rangkaian yang dibuat [14]

3) *Desain Peletakan Alat:* Pada Penerapan Alat ini masih berupa prototipe di mana dalam uji coba alat menggunakan *engine stand* sebagai indikator, Berikut peneliti tampilkan desain yang digunakan untuk penerapan pada kendaraan langsung.



Gambar 5. Desain peletakan alat

Berdasarkan Gambar 6, desain prototipe alat pada kursi dilengkapi dengan 3 sensor : sensor DHT11 pada bagian pita sabuk (*webbing*) untuk mendeteksi suhu tubuh pengguna saat menggunakan *seat belt*, dan sensor MC-38 pada pengunci sabuk (*buckle*) untuk memastikan *seat belt* terkunci dengan baik dan sensor ultrasonik HC-SR04 dipasang di bagian bawah *dashboard* untuk mendeteksi posisi duduk pengguna kendaraan, serta terdapat *relay* atau *output* yang terhubung ke kunci kontak kendaraan untuk memutus atau menghubungkan arus listrik.



Gambar 6. Skema rangkaian sistem

4) *Pemrograman Mikrokontroler*: Perangkat lunak Basic Compiler AVR atau dapat dikenal juga dengan BASCOM-AVR digunakan dalam Penelitian ini. Basic Compiler AVR merupakan *assembler* berbasis Windows yang dirancang untuk mikrokontroler seri AVR. BASCOM-AVR adalah alat pemrograman yang menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi "basic" dan dikembangkan oleh MSC Elektronika. Penggunaan aplikasi ini, pemrograman mikrokontroler AVR menjadi lebih mudah dipahami dan diterjemahkan [15]. Peneliti melakukan *download/upload* program menggunakan aplikasi PROGISP Ver 1.72. Aplikasi PROGISP merupakan suatu perangkat lunak yang berfungsi sebagai penghubung dua perangkat antara komputer dengan perangkat melalui USB. Namun sebelum melakukan *upload* program peneliti melakukan *compiler* yang bertujuan untuk melakukan cek IC dan *download/upload* program yang telah dibuat dengan BASCOM-AVR [16].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perakitan Alat

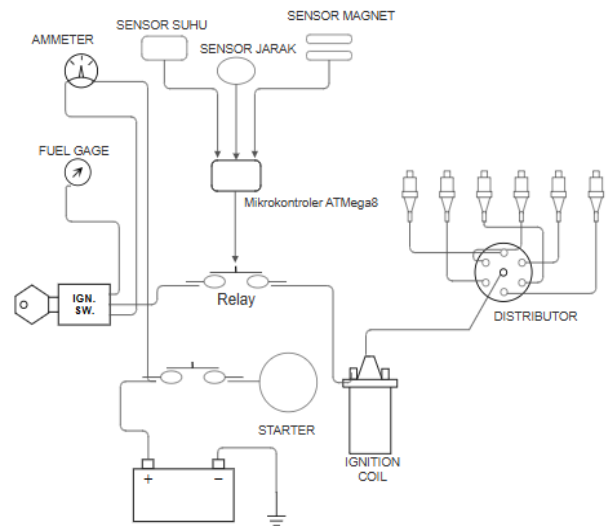
Perakitan komponen ditunjukkan pada Gambar 7, elektronik dipasang secara teliti dan cermat sesuai dengan *pin* yang telah ditentukan pada masing-masing komponen, mengikuti *layout* PCB yang sebelumnya telah dirancang. Proses ini menghubungkan antar komponen sehingga alat dapat berfungsi sesuai dengan desain.



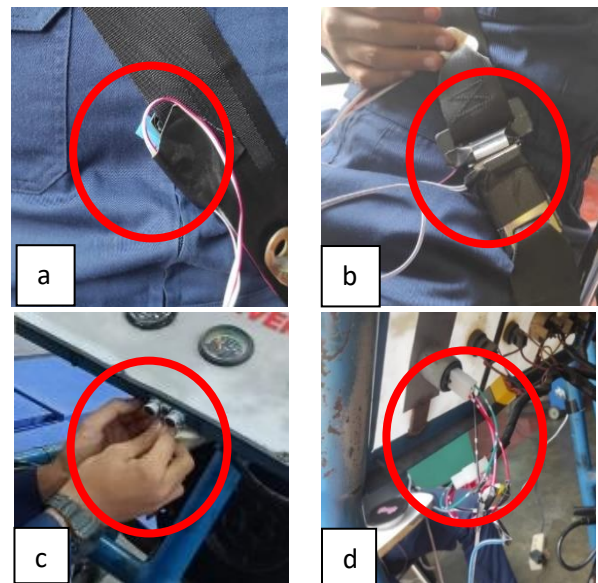
Gambar 7. Perakitan alat

B. Penempatan Prototipe Pada Engine Stand

Pada Penempatan alat, peneliti mengimplementasikan alat pada *engine stand* sesuai dengan urutan pada Gambar 8. Peneliti memilih untuk mengimplementasikan purwarupa alat pada sebuah *engine stand* (Gambar 9). Sumber arus pada engine tersebut masih menggunakan baterai, sementara mikrokontroler diberi daya langsung dari listrik AC. Peneliti menggunakan *relay* sebagai pengontrol arus pada kunci kontak di *ignition switch*.



Gambar 8. Skema pengaplikasian pada *engine stand*



Gambar 9. Peletakan sensor dan *relay*

Keterangan :

- a. Sensor suhu DHT11
- b. Sensor Magnet MC-38
- c. Sensor Ultrasonik HC-SR04
- d. *Relay*

Sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi dipasang sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya mencakup pemasangan sensor jarak, suhu dan magnet. Penyusunan komponen ini dalam *stand engine* memungkinkan pengujian yang lebih terstruktur dan aman.

C. Hasil Pengujian alat

1) *Uji Waktu Respons Sensor*: Pengujian untuk waktu respons sensor dilakukan untuk mengetahui seberapa cepat sensor merespons dalam mendeteksi objek yang telah ditentukan. Pengujian ini menggunakan satuan waktu detik/sekon (s) untuk mengukur waktu yang dibutuhkan sensor dalam mendeteksi objek. Untuk mendapatkan nilai rata-rata respons, menggunakan (4).

$$\text{Waktu respon} = \frac{\text{Jumlah total waktu pengujian}}{\text{Jumlah pengujian}} \quad (4)$$

Dari Tabel 3, hasil rata-rata respons dari sensor HC-SR04 diperoleh dan dihitung. Sensor jarak HC-SR04 pada alat yang diteliti memiliki waktu respons sebesar 0,24 s, menunjukkan bahwa sensor ini mampu memberikan kinerja yang cepat dan konsisten dalam mendeteksi jarak.

Tabel 3. Uji waktu respons sensor HC-SR04

Pengujian Ke-	Waktu Respons Sensor
1	0,3 s
2	0,28 s
3	0,16
4	0,29 s
5	0,22 s
6	0,2 s
7	0,17 s
8	0,16 s
9	0,33 s
10	0,16 s
11	0,16 s
12	0,42 s
13	0,27 s
14	0,2 s
15	0,2 s
16	0,38 s
17	0,21 s
18	0,3 s
19	0,2 s
20	0,24 s
Total respons waktu	4,56 s
Rata-rata respons waktu	0,24 s

Berdasarkan Tabel 4, sensor membutuhkan waktu 14,58 sekon untuk mendeteksi perubahan suhu dan mengirimkan respons. Kurangnya responsi sensor suhu DHT11 terhadap perubahan suhu secara *real-time*, yang akhirnya mempengaruhi sistem dalam beberapa kondisi. *Delay* pada sensor suhu DHT11 disebabkan oleh spesifikasinya yang memiliki akurasi $\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan resolusi 1°C , serta waktu pengiriman data maksimal 30 sekon. Dengan akurasi dan resolusi ini, sensor DHT11 dapat mengalami keterlambatan atau kurang responsif terhadap perubahan suhu yang cepat. Meskipun demikian, sensor DHT11 tetap dapat memberikan performa yang baik dalam mengukur suhu dalam kondisi operasional yang sesuai dengan karakteristiknya.

Tabel 4. Uji waktu respons DHT11

Pengujian Ke-	Waktu Respons Sensor
1	13,24 s
2	15,02 s
3	16,11 s
4	16,23 s
5	15,3 s
6	13 s
7	16,05 s
8	10,18 s
9	12,58 s
10	16,31 s
11	14,12 s
12	14,5 s
13	16,19 s
14	15,19 s
15	12,14 s
16	16,1 s
17	13,17 s
18	14,03 s
19	15 s
20	17,01 s
Total respons waktu	291,43 s
Rata-rata respons waktu	14,58 s

D. Uji Indikator alat

Pada kondisi semua sensor mati atau tidak mendeteksi, diharapkan bahwa LED merah menyala, LED hijau mati, *display* dan LCD menyala, *buzzer* tidak berbunyi, dan *relay* dalam keadaan *off*.

Tabel 5. Seluruh sensor OFF

No.	Indikator	Kondisi Indikator	Tingkat Keberhasilan	Error
1	LED Merah	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
2	LED Hijau	Tidak Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
3	<i>Display</i>	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
4	LCD	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
5	<i>Buzzer</i>	Tidak Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
6	<i>Relay</i>	Tidak Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
Rata-rata persentase			100%	0%

Hasil yang diperoleh dari Tabel 5, menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan alat tersebut mencapai rata-rata keberhasilan 100% berdasarkan 20 kali pengujian. Berdasarkan Tabel 6, dari ketiga sensor jika salah satu yang mendeteksi pengguna maka mencapai rata-rata keberhasilan 100% dari 20 kali pengujian.

Berdasarkan Tabel 7, ketika hanya dua sensor yang mendeteksi baik jarak dengan suhu, jarak dengan magnet

maupun suhu dengan magnet mencapai rata-rata keberhasilan 100% dari 20 kali uji.

Tabel 8 menunjukkan bahwa pada kondisi ideal ketika seluruh sensor berfungsi dengan baik, diharapkan LED mati, ketika semua sensor mendeteksi, LED hijau justru menyala sebagai indikasi bahwa sistem sedang beroperasi.

Tabel 6. Satu sensor mendeteksi

No.	Indikator	Kondisi Indikator	Tingkat Keberhasilan	Error
1	LED Merah	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
2	LED Hijau	Tidak Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
3	Display	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
4	LCD	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
5	Buzzer	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
6	Relay	Tidak Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
Rata-rata persentase			100%	0%

Tabel 7. Dua sensor mendeteksi

No.	Indikator	Kondisi Indikator	Tingkat Keberhasilan	Error
1	LED Merah	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
2	LED Hijau	Tidak Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
3	Display	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
4	LCD	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
5	Buzzer	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
6	Relay	Tidak Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
Rata-rata persentase			100%	0%

Tabel 8. Seluruh sensor mendeteksi

No	Indikator	Kondisi Indikator	Tingkat Keberhasilan	Error
1	LED Merah	Tidak Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
2	LED Hijau	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
3	Display	Tidak Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
4	LCD	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
5	Buzzer	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
6	Relay	Bekerja	20/20 (100%)	0/20 (0%)
Rata-rata persentase			100%	0%

Selain itu, lampu *display* akan mati dan LCD akan membaca kondisi sistem secara real-time. Pada saat yang bersamaan, *buzzer* akan berbunyi untuk memberi tanda, *relay* akan berada dalam kondisi on, dan setelah *relay* on waktu toleransi akan aktif bekerja. Waktu toleransi ini diatur bekerja

secara berulang selama 60 sekon. Dalam kondisi ini, mesin pada *engine stand* dapat dihidupkan, menunjukkan bahwa seluruh komponen keamanan dan monitoring bekerja sesuai dengan yang diharapkan untuk mendukung operasional mesin dengan aman. Dan rata-rata keberhasilan untuk indikator pada kondisi seluruh sensor mendeteksi adalah 100% dari 20 kali uji.

E. Uji Kinerja alat

Dari uji seluruh kondisi pada kinerja alat, alat ini berfungsi sebagaimana mestinya. Sensor jarak HC-SR04 telah menunjukkan kemampuan yang maksimal dalam mendeteksi objek manusia yang berada di kursi kendaraan. Pengujian menunjukkan bahwa sensor ini mampu mengukur jarak dengan presisi, baik ketika kursi berada pada posisi terdekat maupun terjauh dari *dashboard*. Konsistensi dan akurasi pengukuran yang ditunjukkan oleh HC-SR04 membuktikan keandalannya sebagai alat deteksi keberadaan manusia pada kursi kendaraan.

Sensor suhu DHT11 juga telah terbukti efektif dalam mendeteksi suhu tubuh manusia secara akurat. Ketika *seat belt* terpasang, sensor ini mampu mendeteksi suhu tubuh manusia yang berada di atas 36°C, sedangkan jika sabuk tidak terpasang, sensor hanya mendeteksi suhu ruangan. Hasil pengujian ini menegaskan bahwa DHT11 dapat mengukur suhu dalam rentang yang sesuai dengan parameter suhu tubuh normal, yakni antara 36,1°C hingga 37,8°C[17].

Sensor magnetik MC-38 menunjukkan performa yang sangat baik dalam mendeteksi status penguncian *seat belt*. Sensor ini mampu membedakan dengan tepat antara kondisi sabuk yang telah diklik dengan benar dan yang belum terkunci. Respons yang diberikan oleh MC-38 sangat akurat dan sesuai dengan status penguncian *seat belt*. Sensitivitas yang tinggi dari sensor ini memastikan bahwa setiap perubahan status *seat belt* dapat terdeteksi dengan baik.

IV. SIMPULAN

Sistem dirancang untuk membantu pemerintah dan penegak hukum dalam mengatasi jumlah pelanggaran sabuk keselamatan dan meminimalisasi keparahan kecelakaan yang terjadi di jalan raya. *Smart belt* yang dirancang menggunakan mikrokontroler ATmega8, serta dilengkapi dengan sensor suhu DHT11, sensor ultrasonik HC-SR04, dan sensor magnetik MC-38, mampu menunjukkan kinerja yang akurat dan stabil dalam mendeteksi status *seat belt* di kendaraan. Alat ini tidak hanya mampu memastikan pengemudi menggunakan *seat belt* dengan benar, tetapi juga memiliki sistem otomatis yang dapat mematikan mesin kendaraan jika *seat belt* tidak terpasang dengan baik dalam 60 sekon setelah mesin dihidupkan. Dengan persentase keberhasilan mencapai 100%. Hasil uji waktu respons pada sensor jarak HC-SR04 memiliki respons yang cepat dengan waktu 0,24 sekon, sementara sensor magnetik MC-38 juga memberikan respons secara *real-time* dengan frekuensi pengambilan data sebesar 1/0. Sedangkan, sensor suhu DHT11 membutuhkan waktu 14,58 sekon untuk merespons perubahan suhu. Hal ini dikarenakan

keterbatasan sensor DHT11 yang memiliki akurasi ± 2 °C, resolusi 1 °C, dan batas waktu pengiriman data maksimum 30 sekon, sehingga kurang cepat dalam mendeteksi perubahan suhu yang mendadak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Badan Pusat Statistik." Accessed: Jan. 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTcjMg==/number-of-motor-vehicle-by-type.html>
- [2] Pusiknas Bareskrim Polri, "Pursiknas Polri." Accessed: Jan. 17, 2024. [Online]. Available: https://pusiknas.polri.go.id/detail_artikel/bukan_hanya_sat_u_pelanggar_lalu_lintas_dijerat_banyak_pasal
- [3] National Highway Traffic Safety Administration, "National Highway Traffic Safety Administration." Accessed: Jan. 17, 2024. [Online]. Available: <https://www.nhtsa.gov/vehicle-safety/seat-belts>
- [4] KNKT, "Komite Nasional Keselamatan Transportasi Republik Indonesia," 2021.
- [5] N. Sugihartini and K. Yudiana, "ADDIE Sebagai Model Pengembangan Media Instruksional Edukatif (MIE) Mata Kuliah Kurikulum Dan Pengajaran," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 15, no. 2, p. 277, 2018, [Online]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/issue/view/851>
- [6] A. D. Limantara, Y. C. S. Purnomo, and S. W. Mudjanarko, "Pemodelan Sistem Pelacakan LOT Parking Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic dan Internet Of Things (IoT) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan.," *Prosiding Semnastek*, no. 0, Dec. 2017, Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1810>
- [7] I. Aditia, R. Ilham, and J. P. Sembiring, "Penetas Telur Otomatis Berbasos Arduino Dengan Menggunakan Sensor DHT11," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, vol. 3, no. 1, 2022, doi: 10.33365/jimel.v1i1.
- [8] Virgiawan, S. Amini, and Purwanto "Perancangan Keamanan Ruangan Dengan Sensor Pir Dan Magnetic Door Switch Berbasis WEB," *Skatika: Jurnal Teknik Infomatika*, vol. 4, no. 2, pp. 126–132, 2021, Accessed: Jan. 17, 2024. [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/370d/d9a607ba055b381294505cb9753a77634a43.pdf>
- [9] V. Razaqta, S. Sumaryo, and P. Pangaribuan, "Perancangan Sistem Elektronik Kunci Kontak Keyless Pada Sepeda Motor Design Of Electronic Keyless Ignition Key Switch On Motorcycle," *eProceedings of Engineering*, vol. 5, no. 3, 2018.
- [10] M. N. D. Satria, F. Saputra, and D. Pasha, "MIT APP Invertor Pada Aplikasi Score Board Untuk Pertandingan Olahraga Berbasis Android," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 14, no. 2, pp. 81–88, Jul. 2020, doi: 10.33365/jti.v14i2.665.
- [11] O. P. Adha, A. Muid, Y. Brianorman, "Prototipe Sistem Buka Tutup Atap Jemuran Pakaian Menggunakan Mikrokontroler Atmega8," *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 3, no. 1, 2015, doi: <http://dx.doi.org/10.26418/coding.v3i1.9381>.
- [12] S. Siswanto, G. P. Utama, W. Gata, "Pengamanan Ruangan Dengan Dfrduino Uno R3, Sensor Mc-38, Pir, Notifikasi SMS, Twitter," *Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 697–707, 2018, doi: <https://doi.org/10.29207/resti.v2i3.592>.
- [13] F. Supegina and D. Sukindar, "Perancangan Robot Pencapit untuk Penyotir Barang Berdasarkan Warna LED RGB dengan Display LCD Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 5, no. 1, Jan. 2014, doi: <https://doi.org/10.22441/jte.v5i1.758>.
- [14] P. F. Damid and T. Sriwahyuni, "Pengaruh Penerapan Model PJBL Berbantu Program Aplikasi Livewire Terhadap Hasil Belajar," *Vocational Teknik Elektronika dan Informasi*, vol. 9, no. 1, pp. 58–66, 2021, doi: <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v9i1.110477>.
- [15] D. I. S. Saputra, "Rancang Bangun Alat Penghitung Jumlah Pengunjung di Toko Adhelina Berbasis Mikrokontroler Atmega 16," *Sistem Informasi dan Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 16–21, 2015, doi: <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v4i1.131>.
- [16] H. Saiyar and M. Noviansyah, "Sistem Informasi Keamanan Brankas Dengan Mikrokontroler Atmega16," *Akrab Juara: Jurnal Ilmu-ilmu Sosial*, vol. 4, no. 1, pp. 16–25, 2019.
- [17] J. Kuht and A. D. Farmery, "Body temperature and its regulation," *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, vol. 22, no. 10, Aug. 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2021.07.004>.