

Rompi Pintar Pengendara Menggunakan Sensor Kemiringan untuk Kebutuhan Keselamatan Berbasis IOT

Marcelinus Wisnu Ricky Nugroho¹, Nilla Rachmaningrum², Risdilah Mimma Unsta³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Telkom University
Surabaya

wisnuricky@student.telkomuniversity.ac.id¹, n.rachmaningrum@telkomuniversity.ac.id²,
risdilah@telkomuniversity.ac.id³

ABSTRACT

Traffic accidents often occur in everyday life. Many factors cause traffic accidents to occur. Contributors to the high number of traffic accidents are two-wheeled drivers. So an air vest is needed that can reduce the effects of impact if an accident occurs. In this research, an air vest for two-wheeled riders will be designed. Equipped with an IoT-based tilt sensor. This research designs an IoT-based air vest for two-wheeled riders to reduce the impact effects during an accident. This vest is equipped with a tilt sensor which is similar to the function of airbags in four-wheeled vehicles. The way the vest works is that when the sensor detects a certain tilt programmed into the Arduino, the vest will inflate. The main components of this vest are the Arduino Uno ATmega 328 and the MPU-6050 gyroscope sensor. Prototype testing showed a 60% success rate with a development time of 7-10 seconds. However, hands-on testing provided satisfactory results with a 100% success rate and consistent development time of 7-10 seconds. This vest is expected to improve the safety of everyday two-wheeled riders.

Keywords: *Arduino Uno, Tilt Sensor, Smart Vest, ATmega 328, IoT*

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Banyak faktor yang membuat kecelakaan lalu lintas itu terjadi. Penyumbang angka kecelakaan lalu lintas yang tinggi adalah pengendara roda dua. Maka dibutuhkan rompi udara yang dapat mengurangi efek benturan jika terjadi kecelakaan. Pada penelitian ini akan dirancang sebuah rompi udara untuk pengendara roda dua. Yang dilengkapi sensor kemiringan dengan berbasis IoT. Penelitian ini merancang rompi udara berbasis IoT untuk pengendara roda dua guna mengurangi efek benturan saat kecelakaan. Rompi ini dilengkapi dengan sensor kemiringan yang mirip dengan fungsi airbag pada kendaraan roda empat. Cara kerja rompi tersebut adalah saat sensor mendeteksi kemiringan tertentu yang diprogram ke dalam Arduino, rompi akan mengembang. Komponen utama rompi ini adalah Arduino Uno ATmega 328 dan sensor gyroscope MPU-6050. Pengujian prototipe menunjukkan tingkat keberhasilan 60% dengan waktu pengembangan 7-10 detik. Namun, pengujian langsung memberikan hasil memuaskan dengan tingkat keberhasilan 100% dan waktu pengembangan yang konsisten 7-10 detik. Rompi ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan pengendara roda dua sehari-hari.

Kata kunci: *Arduino Uno, Sensor Kemiringan, Rompi Pintar, ATmega 328, IoT*

PENDAHULUAN

Menurut Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), penyebab utama kecelakaan lalu lintas adalah kesalahan berbasis keterampilan pengemudi, kepadatan lalu lintas, dan infrastruktur jalan yang buruk. Faktor-faktor ini sering mempengaruhi pengendara roda dua, terutama motor matic. Korlantas mencatat 94.617 kasus kecelakaan lalu lintas dari Januari hingga September 2022. Kecelakaan lalu lintas adalah penyebab kematian kelima terbanyak di dunia, dengan 90% terjadi di negara berkembang, termasuk Indonesia. Jumlah korban yang besar ini memberikan dampak ekonomi yang signifikan.

Penelitian ini mengembangkan rompi pintar berbasis IoT dengan sensor kemiringan untuk mengurangi dampak kecelakaan pada pengendara roda dua. Rompi ini dirancang mirip dengan airbag pada mobil, yang mengembang saat terdeteksi benturan untuk melindungi dada dan punggung pengendara. Rompi menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan sensor Gyroscope MPU-6050 untuk mendeteksi kemiringan dan mengendalikan balon pelindung. Selain itu, rompi ini dilengkapi dengan dinamo DC High Speed Large Torque 775 yang berfungsi untuk mengembang balon, serta power supply yang aman dari risiko setrum, karena semua komponen elektronik dilapisi dengan isolator energi listrik.

Rompi pintar ini dirancang dengan harga yang terjangkau, sehingga dapat diakses oleh masyarakat Indonesia. Penggunaan rompi ini diharapkan dapat mengurangi efek dari kecelakaan lalu lintas yang sering terjadi, memberikan perlindungan tambahan bagi pengendara roda dua, dan meningkatkan keselamatan berkendara sehari-hari.

TINJAUAN LITERATUR

Penelitian tentang rompi pintar airbag berbasis IoT telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Himadri Nath Sasha dan Tanishq Banerjee merancang rompi pintar menggunakan Arduino Uno, sensor getaran SW-420, motor DC 24V 21000 RPM High-Speed Large Torque 775, dan sensor MPU-6050 Accelerometer & Gyroscope untuk mendeteksi kemiringan. Mohammad Iskandar Nur Fahmi dan Muhammad Bagus meneliti dampak kecelakaan dengan menggunakan smart vest airbag yang mengandalkan accelerometer dan mikrokontroler. Hasil pengujian menunjukkan akurasi 86,67% untuk berbagai posisi tubuh (berdiri, duduk, dan tidur terlentang). Perusahaan Dainese menciptakan rompi airbag dengan tingkat keamanan tinggi yang digunakan dalam MotoGP, namun produk ini hanya bersifat mekanis tanpa unsur IoT. Wol-Hee Do dan Hei-Sun Choi menetapkan pedoman standar pengujian kinerja dan keamanan jaket dengan built-in airbag menggunakan teknologi terkini. T. Serre, C. Masson, M. Llari, dan B. Canu meneliti keamanan jaket berisi balon udara yang diujikan pada manusia.

Kasus kecelakaan lalu lintas pada tahun 2021 menewaskan 25.266 orang dengan kerugian materi mencapai Rp246 miliar. Jumlah korban luka berat sebanyak 10.553 orang, dan korban luka ringan mencapai 117.913 orang. Sepeda motor terlibat dalam 73% kecelakaan,

sementara angkutan barang menyumbang 12%. Data menunjukkan peningkatan jumlah kecelakaan roda dua dari 104.327 kasus pada 2017 menjadi 103.645 kasus pada 2021. Kurangnya keamanan berkendara menjadi salah satu penyebab utama kecelakaan roda dua.

Rompi pintar berbasis IoT dirancang untuk mengurangi angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia. Berbeda dari rompi luar negeri, rompi ini merupakan inovasi anak bangsa yang mampu mendeteksi kemiringan dan mengembang untuk melindungi pengendara. Rompi ini memiliki harga terjangkau dan teknologi unik yang tidak hanya menambah pilihan pasar di Indonesia tetapi juga meredam efek kecelakaan yang bisa mengakibatkan patah tulang rusuk.

Komponen utama rompi pintar ini meliputi:

- a. *Software Arduino IDE*
Integrated Development Environment (IDE) yang digunakan untuk pemrograman mikrokontroler Arduino. Arduino IDE mudah digunakan, kompatibel dengan berbagai board Arduino, dan menyediakan banyak library untuk mempermudah pembuatan program.
- b. *Arduino Uno Board*
Mikrokontroler berbasis ATmega328 dengan 14 pin input/output digital, 6 pin input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack power, dan tombol reset. Arduino Uno dapat dihubungkan ke komputer melalui kabel USB atau menggunakan adaptor AC ke DC atau baterai.
- c. *Sensor Gyroscope*
Alat untuk melacak rotasi atau perputaran perangkat. Sensor ini menentukan orientasi gerakan dan mendeteksi kemiringan pengguna. Jika mendeteksi kemiringan 30°, sensor mengirim sinyal ke Arduino Uno untuk mengembangkan balon pelindung.
- d. *DC High Speed Large Torque 775*
Motor yang digunakan untuk menarik tuas dan mengembangkan balon dalam rompi saat mendeteksi getaran dari sensor gyroscope.
- e. *Tabung CO2 16 Gram*
Tabung berisi karbon dioksida yang berfungsi mengembangkan balon udara dalam rompi. Tabung memiliki bobot 60 gram dan ukuran 16 gram, dengan diameter 22 milimeter dan panjang 89 milimeter.
- f. *Relay 12 Volt*
Piranti elektromagnetik yang memindahkan posisi ON ke OFF atau sebaliknya, berfungsi untuk menggerakkan berbagai komponen dalam rompi.
- g. *Airbag*
Kantong udara yang berfungsi sebagai penambah sistem keamanan, mengurangi dampak kecelakaan lalu lintas pada kendaraan roda dua dengan melindungi dada dan punggung pengendara.

h. *Power Supply*

Komponen yang memasok daya ke perangkat elektronik dalam rompi, dirancang untuk mengubah berbagai bentuk energi menjadi listrik.

i. *Syntax*

Aturan penulisan kode atau script dalam bahasa pemrograman Arduino, yang digunakan untuk memerintah semua sensor yang ada dalam rompi pintar ini.

Dengan menggunakan teknologi ini, rompi pintar diharapkan mampu meningkatkan keselamatan pengendara roda dua di Indonesia dan mengurangi dampak dari kecelakaan lalu lintas.

PERANCANGAN SISTEM

a. *Alur Penelitian*

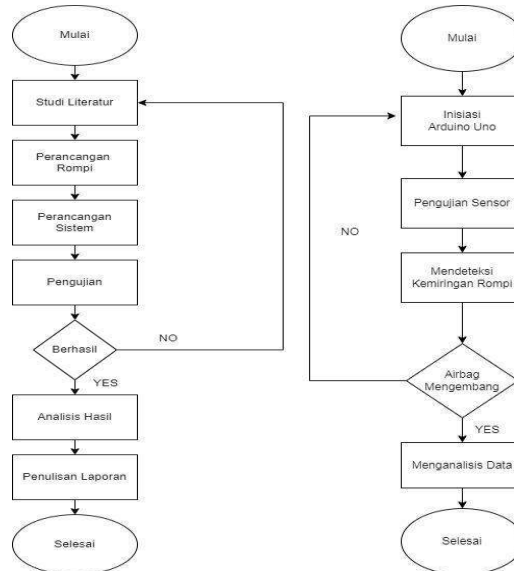
Perancangan rompi pintar pengendara dengan sensor kemiringan memiliki beberapa langkah yang harus diikuti, seperti terlihat pada Gbr. 1. Langkah pertama adalah mencari literatur terkait untuk merancang rompi ini. Setelah itu, dilanjutkan dengan perancangan fisik rompi untuk melihat bentuk nyatanya. Kemudian, dilakukan perancangan sistem untuk memastikan rompi dapat berfungsi optimal saat diuji. Setelah beberapa kali pengujian dan analisis hasil, data dikumpulkan dan dilaporkan sebagai bagian dari tugas perkuliahan.

b. *Desain Sistem*

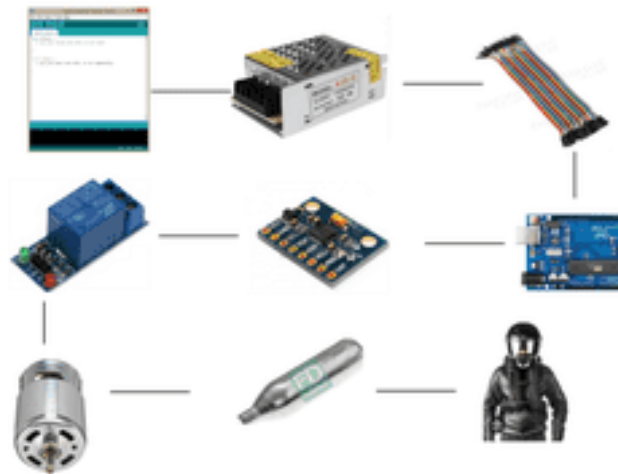
Pada Gbr. 2 dijelaskan desain sistem monitoring, yang mencakup proses inisiasi sistem hingga kalibrasi sensor. Proses awal adalah inisiasi sistem agar semua komponen bekerja dengan baik. Selanjutnya, Arduino dihubungkan dengan sensor gyroscope. Jika sudah terhubung, sistem akan membaca kemiringan yang terdeteksi oleh sensor gyroscope ini.

c. *Perancangan Rompi*

Perancangan project rompi pintar ini membutuhkan beberapa tahap dan bahan, seperti Arduino Uno ATmega 328 sebagai mikrokontroler, Arduino IDE untuk memasukkan kode, dan kabel Arduino untuk menghubungkan Arduino ke sensor-sensor lainnya. Gbr. 1&2 menunjukkan tahapan perancangan yang meliputi penyediaan Arduino Uno, penggunaan aplikasi Arduino IDE untuk mengkodng perintah, dan pengujian semua sensor dalam rompi



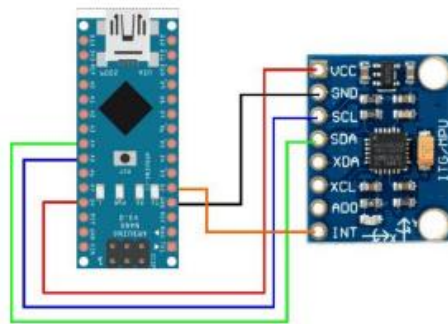
Gambar. 1&2 Flowchart Alur Penelitian & Desain Sistem



Gambar. 3 Perancangan Project

d. *Perancangan Sensor Gyroscope*

Sensor gyroscope yang digunakan adalah MPU-6050 dengan pin VCC, GND, SCL, SDA, XDA, XCL, ADO, dan INT. VCC dihubungkan ke 5V pada Arduino, GND ke GND, SCL ke pin Analog A5, SDA ke pin Analog A4, dan INT ke pin Digital 2. Pin XDA, XCL, dan ADO tidak digunakan. Gbr. 4 menunjukkan bahwa sensor gyroscope mengirim perintah ke sensor berikutnya ketika menerima sinyal dari Arduino Uno, memastikan airbag mengembang saat diperlukan.



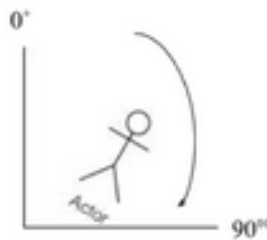
Gambar. 4 Perancangan Sensor Gyroscope

e. *Airbag Flow*

Airbag akan mengembang ketika sensor gyroscope mendeteksi kemiringan sekitar 30° , dengan bantuan pompa udara dalam rompi.

f. *Standar Kemiringan*

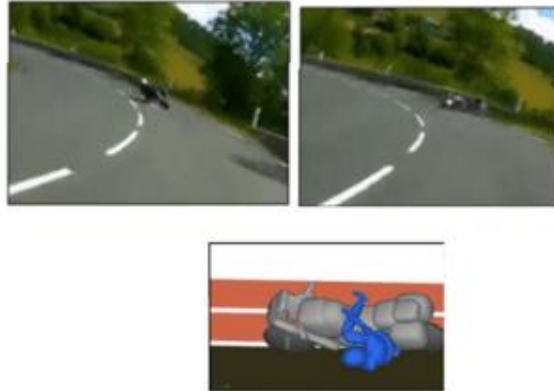
Gbr. 5 menunjukkan standar kemiringan pengemudi yang aman adalah 30° . Kemiringan melebihi 30° dapat menyebabkan kecelakaan berat. Rompi pintar ini dirancang untuk mengurangi cedera parah dan angka kecelakaan.



Gambar. 5 Standar Kemiringan

g. *Skenario Pengujian*

Gbr. 6 menunjukkan skenario pengujian menggunakan boneka yang memakai rompi airbag. Boneka dijatuhkan untuk menguji sensor. Ketika sensor mendeteksi sudut kemiringan sekitar 30° , airbag akan mengembang otomatis untuk melindungi pengendara.



Gambar. 6 Skenario Pengujian

h. *Tabel Pengujian*

Pengujian rompi pintar dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan hasil maksimal. Pada Tabel 1, setiap pengujian dicentang pada kolom 'Ya' jika berhasil atau 'Tidak' jika gagal. Pengukuran sudut kemiringan dan waktu pengembangan airbag dilakukan secara manual dan diulang sebanyak 10 kali untuk mendapatkan waktu rata-rata.

Tabel I Pengujian Rompi

No.	Sudut	Mengembang	
		Ya	Tidak
1.	5°		
2.	10°		
3.	15°		
4.	20°		
5.	25°		
6.	30°		
7.	35°		

HASIL DAN ANALISIS

a. *Perangkaian Rompi*

Agar rompi pintar dapat bekerja dengan maksimal, maka diperlukan langkah-langkah berikut:

1. Pembuatan Script Api di Arduino IDE

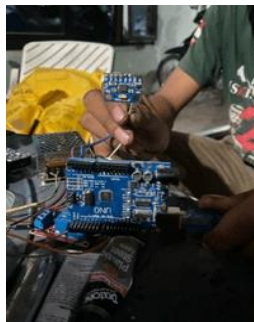
Script ini berfungsi sebagai penghubung antara Arduino Uno dan sensor-sensor serta memberikan perintah untuk masing-masing sensor.

```
1 #include <Wire.h>
2 #include <MPU6050.h>
3
4 MPU6050 mpu;
5
6 const int relayPin = 9; // Pin connected to the relay control
7 const float CRASH_ANGLE_THRESHOLD = 30.0; // Define crash angle threshold in degrees
8
9 void setup() {
10   Serial.begin(9600); // Initialize serial communication
11   Wire.begin();
12   mpu.initialize();
13
14   pinMode(relayPin, OUTPUT);
15   digitalWrite(relayPin, LOW); // Ensure relay is initially off
16 }
17
18 void loop() {
19   int16_t accelerometer_x, accelerometer_y, accelerometer_z;
20   mpu.getAccelerations(&accelerometer_x, &accelerometer_y, &accelerometer_z);
21
22   // Calculate angle
23   float angle = atan2(accelerometer_y, accelerometer_x) * 180 / PI;
24   float yangle = atan2(accelerometer_x, accelerometer_z) * 180 / PI;
25
26   // Print accelerometer data and angles to serial monitor
27   Serial.print("X Accel: ");
28   Serial.print(accelerometer_x);
29   Serial.print("\nY Accel: ");
30   Serial.print(accelerometer_y);
31   Serial.print("\nZ Accel: ");
32   Serial.print(accelerometer_z);
33   Serial.print("\nAngle: ");
```

Gambar. 7 Pembuatan Script

2. Menyambungkan Arduino ke MPU-6050

Sensor MPU-6050 yang dikenal sebagai *gyroscope*, berfungsi untuk mendeteksi kemiringan dan mengkalibrasi secara otomatis. Saat kemiringan yang ditentukan terdeteksi, sensor ini mengirim perintah ke Arduino untuk mengaktifkan DC *High Torque* guna membuka tabung CO_2 .



Gambar. 8 Menyambungkan MPU - 6050

3. Pemasangan Relay 12V

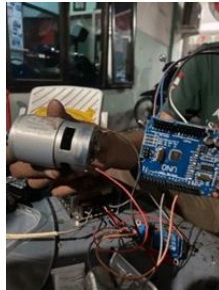
Relay berfungsi sebagai saklar otomatis untuk menyalakan DC *High Speed Large Torque* 775.



Gambar. 9 Pemasangan Relay 12 V

4. Pemasangan DC High Speed Large Torque

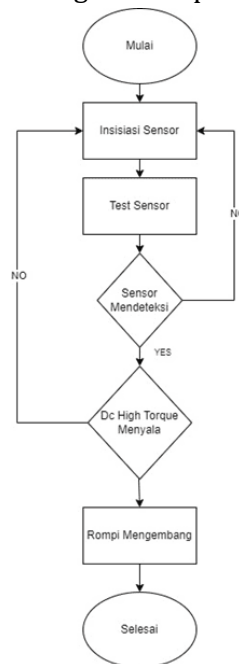
Alat ini berfungsi sebagai pengikis tabung gas CO_2 dengan cara memutar mata bor untuk membuka ujung tabung dan mengeluarkan udara.



Gambar. 10 Pemasangan DC High Speed Large Torque

b. Cara Kerja Rompi

Cara kerja rompi ini, yaitu pada saat kemiringan belum mencapai 30° maka sensor *gyroscope* akan berada dalam mode siaga. Namun, ketika kemiringan mencapai 30° , sensor *gyroscope* akan mengaktifkan motor *high torque* menggunakan relay untuk membuat lubang pada tabung CO_2 sehingga gas dapat keluar dan mengembungkan rompi. Gbr. 7 menunjukkan cara kerja rompi.



Gambar. 11 Cara Kerja Rompi

c. Analisis

1) Prototype:

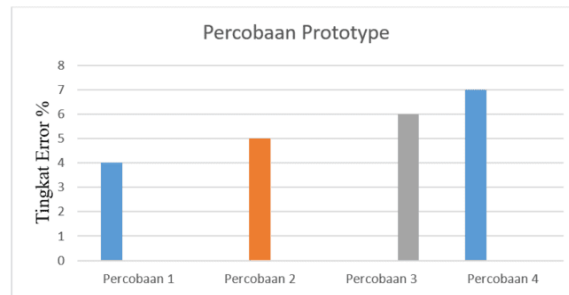
Berdasarkan pengujian *Prototype* diketahui bahwa dengan kemiringan 30°, maka rompi akan mengembang dan melindungi pengendara dari luka berat. Hasil analisis pengujian *prototype* disajikan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Analisis Prototype

Sudut	Mengembang		Waktu (Detik)
	Ya	Tidak	
0°			0
5°			0
10°			0
15°			0
20°			0
25°			0
30°			07,21
35°			07,21
40°			07,21
45°			07,21
50°			07,21

Tabel 2 menunjukkan bahwa tabel berwarna merah menunjukkan sudut kemiringan 0° hingga 25°, di mana rompi belum mengembang karena sensor *gyroscope* belum mendeteksi sudut yang ditetapkan. Tabel berwarna hijau menunjukkan sudut 30° hingga 50°, di mana rompi telah mengembang karena sensor *gyroscope* telah mendeteksi kemiringan sesuai dengan *syntax*. Dalam mengembangkan rompi, sensor akan mengirim perintah ke catu daya otomatis untuk menyalakan DC *High Speed High Torque* yang melubangi tabung CO_2 seberat kurang lebih 16 gram untuk mengalirkan udara dan mengembangkan rompi. Berdasarkan hasil pengujian ini dapat diketahui bahwa tingkat keberhasilan rompi mengembang adalah 60%.

Setelah dilakukan pengujian, maka dilanjutkan dengan menguji seberapa banyak tingkat eror yang telah dilakukan oleh pengguna. Tingkat eror bertujuan untuk melihat apakah desain sistem yang telah dibuat sudah bisa digunakan dengan baik atau masih terdapat banyak kekurangan. Hasil pengujian tingkat eror pada percobaan *prototype* disajikan dalam gambar berikut:



Gambar. 12 Diagram Percobaan *Prototype*

Berdasarkan diagram batang, pengujian *prototype* menunjukkan banyak eror atau kesalahan. Tingkat eror yang tercatat pada empat percobaan adalah 4% pada percobaan pertama, 5% pada percobaan kedua, 6% pada percobaan ketiga, dan 7% pada percobaan keempat. Dalam pengujian metode uji coba *prototype* pada rompi pintar, terdeteksi beberapa eror yang terjadi pada mekanisme pengembangan rompi. Eror pertama berkaitan dengan lubang udara dalam rompi yang hanya seukuran jari kelingking. Selama pengujian, ditemukan sobekan kecil yang menghambat proses penelitian. Kedua, masalah dinamo, di mana peneliti menggunakan DC *High Speed High Torque* yang berbeda dengan *dynamo High Torque* sebelumnya. DC *High Speed High Torque* memiliki kecepatan dan torsi yang tinggi, sedangkan *dynamo High Torque* hanya memiliki torsi yang kuat. Peneliti membutuhkan dinamo dengan kecepatan dan torsi tinggi untuk pengembangan rompi yang optimal. Ketiga, ulir yang digunakan berfungsi ketika sensor mendeteksi kemiringan dan mengirim perintah untuk menyalakan DC *High Speed High Torque*. Ulir ini berputar untuk mendorong jarum membuka tabung CO_2 dan harus berlawanan arah jarum jam agar berfungsi dengan baik. Keempat, jarum yang digunakan kurang tajam dan tebal, sehingga tidak mampu melubangi tabung CO_2 . Akibatnya, rompi tidak dapat mengembang dengan sempurna. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pengujian *prototype* menunjukkan beberapa eror yang perlu diperbaiki, terutama terkait lubang udara, dinamo, ulir, dan jarum, untuk memastikan rompi dapat berfungsi dengan baik.

2) *Pengujian Langsung:*

Dalam metode pengujian percobaan langsung, peneliti menguji rompi pintar yang telah dirancang untuk menghasilkan data yang telah diuji coba. Uji coba langsung dilakukan selama beberapa hari untuk mendapatkan hasil yang aktual dari metode ini. Uji coba langsung menunjukkan hasil yang sangat memuaskan dengan tingkat keberhasilan rompi mengembang adalah 100%. Hasil analisis pengujian langsung disajikan dalam Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Analisis uji langsung

Sudut	Mengembang		Waktu (Detik)
	Ya	Tidak	
0°			0
5°			0
10°			0
15°			0
20°			0
25°			0
30°			07,21
35°			07,2
40°			07,21
45°			07,21
50°			07,48
55°			08,12
60°			08,12
65°			09,13
70°			10,01

Tabel 3 menunjukkan bahwa tabel berwarna merah menunjukkan sudut kemiringan 0° hingga 25°, di mana rompi belum mengembang karena sensor *gyroscope* belum mendeteksi sudut yang ditetapkan. Tabel berwarna hijau menunjukkan sudut 30° hingga 75°, di mana rompi telah mengembang karena sensor *gyroscope* telah mendeteksi kemiringan sesuai dengan *syntax*. Dalam mengembangkan rompi, sensor akan mengirim perintah ke catu daya otomatis untuk menyalakan DC *High Speed High Torque* yang melubangi tabung CO_2 seberat kurang lebih 16 gram untuk mengalirkan udara dan mengembangkan rompi. Ketika sensor telah mendeteksi kemiringan yang sudah ditetapkan oleh Arduino Uno, maka rompi akan mengembang dengan waktu rata-rata 7–10 detik.

Uji coba langsung dilakukan secara bertahap, pertama dengan tahap sudut 0°. Pada tahap ini penguji berdiri tegak dengan derajat kemiringan 0° dan sensor *gyroscope* masih belum mengirim perintah ke catu secara otomatis untuk mengalirkan daya ke DC *High Speed High Torque* agar segera melubangi tabung CO_2 seberat kurang lebih 16 gram. Ketika penguji berdiri tegak dan sensor masih mendeteksi kemiringan kurang dari 30°, maka sensor *gyroscope* masih berada pada tahap inisiasi Arduino yang sudah tertera pada *flowchart* desain sistem.



Gambar. 13 Percobaan 0°

Dalam pengujian tahap berikutnya, penguji memiringkan badannya dengan kemiringan 23°. Namun, ketika peneliti berdiri dengan kemiringan kurang dari 30°, sensor tidak mengirim perintah ke catu daya. Sensor belum mendeteksi kemiringan yang seharusnya telah dimasukkan ke dalam *syntax* sistem. Akibatnya, sensor tidak mengirim perintah ke catu daya untuk mengaktifkan DC *High Speed High Torque* guna melubangi tabung. Ketika peneliti berdiri dengan kemiringan antara 5° hingga 20° dan sensor tidak mendeteksi kemiringan 30°, sensor masih berada dalam tahap inisiasi Arduino Uno sesuai dengan *flowchart* desain sistem.



Gambar. 14 Percobaan 23°

Dalam pengujian tahap berikutnya, penguji tidak hanya menguji sudut positif (+), tetapi juga melakukan pengujian pada kemiringan sudut -22°. Kemiringan ini dianggap berisiko menimbulkan kecelakaan dalam kehidupan sehari-hari saat berkendara. Namun, ketika peneliti berdiri miring dengan kemiringan kurang dari 30°, sensor tidak mengirim perintah ke catu daya. Sensor belum mendeteksi kemiringan yang seharusnya sudah dimasukkan ke dalam *syntax* sistem. Akibatnya, sensor tidak mengirim perintah ke catu daya untuk mengalirkan daya ke DC *High Speed High Torque* guna melubangi tabung CO₂. Pada kemiringan antara 5° hingga -

22° dan sensor tidak mendeteksi kemiringan 30°, sensor masih berada pada tahap inisiasi Arduino Uno sesuai dengan flowchart desain sistem.



Gambar. 15 Percobaan -22°

Dalam pengujian tahap berikutnya, penguji memiringkan badannya dengan kemiringan 30°. Saat peneliti berdiri dengan kemiringan ini, sensor telah mendeteksi kemiringan sesuai dengan yang dimasukkan ke dalam *syntax* sistem. Sensor kemudian mengirim perintah ke catu daya untuk mengalirkan daya ke DC *High Speed High Torque* guna melubangi tabung CO2 untuk mengembangkan rompi dan melindungi pengendara kendaraan roda dua dari luka berat.



Gambar. 16 Percobaan 30°

Dalam pengujian tahap berikutnya, penguji memiringkan badannya dengan kemiringan - 31°. Saat peneliti berdiri dengan kemiringan ini, sensor telah mendeteksi kemiringan sesuai dengan yang dimasukkan ke dalam *syntax* sistem. Ketika sensor mendeteksi kemiringan lebih dari atau sama dengan 30°, sensor mengirim perintah ke catu daya untuk mengalirkan daya ke

DC *High Speed High Torque* guna melubangi tabung CO2 untuk mengembangkan rompi dan melindungi pengendara kendaraan roda dua dari luka berat.



Gambar. 17 Percobaan -31°

Dalam pengujian tahap berikutnya, penguji memiringkan badannya dengan kemiringan 40° . Ketika peneliti berdiri dengan kemiringan ini, sensor telah mendeteksi kemiringan sesuai dengan yang dimasukkan ke dalam *syntax* sistem. Ketika sensor mendeteksi kemiringan lebih dari atau sama dengan 30° , sensor mengirim perintah ke catu daya untuk mengalirkan daya ke DC *High Speed High Torque* guna melubangi tabung CO2 untuk mengembangkan rompi dan melindungi pengendara kendaraan roda dua dari luka berat.



Gambar. 18 Percobaan 40°

Dalam pengujian tahap berikutnya, penguji memiringkan badannya dengan kemiringan 45° . Saat peneliti berdiri dengan kemiringan ini, sensor telah mendeteksi kemiringan sesuai dengan yang dimasukkan ke dalam *syntax* sistem. Ketika sensor mendeteksi kemiringan lebih dari atau sama dengan 30° , sensor mengirim perintah ke catu daya untuk mengalirkan daya ke

DC High Speed High Torque guna melubangi tabung CO2 untuk mengembangkan rompi dan melindungi pengendara kendaraan roda dua dari luka berat.



Gambar. 19 Percobaan 45°

Dalam pengujian tahap berikutnya, penguji memiringkan badannya dengan kemiringan 54°. Ketika peneliti berdiri dengan kemiringan ini, sensor telah mendeteksi kemiringan sesuai dengan yang dimasukkan ke dalam *syntax* sistem. Ketika sensor mendeteksi kemiringan lebih dari atau sama dengan 30°, sensor mengirim perintah ke catu daya untuk mengalirkan daya ke DC High Speed High Torque guna melubangi tabung CO2 untuk mengembangkan rompi dan melindungi pengendara kendaraan roda dua dari luka berat.



Gambar. 20 Percobaan 54°

Dalam pengujian tahap berikutnya, penguji memiringkan badannya dengan kemiringan antara 60° sampai 65°. Saat peneliti berdiri dengan kemiringan ini, sensor telah mendeteksi kemiringan sesuai dengan yang dimasukkan ke dalam *syntax* sistem. Ketika sensor mendeteksi kemiringan lebih dari atau sama dengan 30°, sensor mengirim perintah ke catu daya untuk

mengalirkan daya ke DC High Speed High Torque guna melubangi tabung CO₂ untuk mengembangkan rompi dan melindungi pengendara kendaraan roda dua dari luka berat.



Gambar. 21 Percobaan 60°

KESIMPULAN

Pada rompi pintar, sensor kemiringan akan mendeteksi kemiringan pada kemiringan $\geq 30^\circ$ dan akan mengirim perintah ke catu otomatis untuk menghidupkan DC *High Speed High Torque* yang melubangi Tabung CO₂ sehingga rompi mengembang dan melindungi pengendara dari benturan. Penelitian ini menunjukkan bahwa pada percobaan *prototype*, rompi berhasil mengembang 60% dalam waktu 7-10 detik. Tetapi, pada pelaksanaan uji coba langsung rompi berhasil mengembang 100% dalam waktu 7-10 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- C. Wol-Hee, Do & Hei-Sun, "A Study on the Evaluation of Motorcycle Jacket with Built-in Airbag," 2020.
- Daine, "Motorcycle Airbag products," [dstoremanchester. https://www.dstoremanchester.co.uk/motorcycle-clothing/motorcycle-d-air-products](https://www.dstoremanchester.co.uk/motorcycle-clothing/motorcycle-d-air-products) (accessed Jun. 11, 2024).
- G. Shi, C. S. Chan, W. J. Li, K. S. Leung, Y. Zou, and Y. Jin, "Mobile Human Airbag System for Fall Protection Using MEMS Sensors and Embedded SVM Classifier," *IEEE Sens. J.*, vol. 9, no. 5, pp. 495–503, 2009.
- H. Humaida, "A STUDY ON CARBON ISOTOPE OF CO₂ AND CH₄ IN WESTERN DIENG PLATEU BY GAS CHROMATOGRAPHY- ISOTOPE RATIO MASS SPECTROMETER (GC-IRMS)," *Indones. J. Chem.*, vol. 5, no. 1, pp. 11–14, 2005.
- J. R. Putri, "Penyelesaian Tindak Pidana Kecelakaan Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan Melalui Pendekatan Keadilan Restoratif," *Soumatara Law Rev.*, vol. 4, no. 1, pp. 80–92, 2021.

- L. Lady, L. A. Rizqandini, and D. L. Trenggonowati, "Efek usia, pengalaman berkendara, dan tingkat kecelakaan terhadap driver behavior pengendara sepeda motor," *J. Teknol.*, vol. 12, no. 1, pp. 57–64, 2020.
- M. I. N. Fahmi, M. B. Panuntun, A. Y. Sari, and F. Liantoni, "Desain Smart Body Vest Untuk Meminimalisir Kecelakaan Kerja Menuju Indonesia Zero Accident," *J. Kesehat. Lingkung. J. dan Apl. Tek. Kesehat. Lingkung.*, vol. 17, no. 2, pp. 73–80, 2020.
- O. E. Amestica, P. E. Melin, C. R. Duran-Faundez, and G. R. Lagos, "An experimental comparison of Arduino IDE compatible platforms for digital control and data acquisition applications," *IEEE Chil. Conf. Electr. Electron. Eng. Inf. Commun. Technol.*, pp. 1–6, 2019.
- P. N. Latha, K. N. Rao, and N. J. R. Krishna, "Modelling and Analysis of a Multifunctional Microcontroller based Relay for Protection of Solid State Transformer," *Grenze Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 1, 2021.
- S. B. Himadri Nath Saha, Tanishq Banerjee, Suvrojit Kumar Saha, Arjun Dutta, Shuvam Ghosal, Ranit Bandyopadhyay, Ayush Das, Niloy Chakravorty, Anirup Roy, Soham Pandit, "Smart Motorcycle Vest Using Arduino and Vibration Sensing Module," 2018.
- S. K. Safi, P. P. Acarnley, and A. G. Jack, "Analysis and simulation of the high-speed torque performance of brushless DC motor drives," *IEE Proceedings-Electric Power Appl.*, vol. 142, no. 3, pp. 191–200, 1995.
- T. Serre, C. Masson, M. Llari, B. Canu, M. Py, and C. Perrin, "Airbag Jacket for Motorcyclists: Evaluation of Real Effectiveness T. Serre, C. Masson M. Llari, B. Canu, M. Py, C. Perrin," *Int. Res. Counc. Biomech. Inj.*, pp. 533–547, 2019.
- V. M. Passaro, A. Cuccovillo, L. Vaiani, M. De Carlo, and C. E. Campanella, "Gyroscope technology and applications: A review in the industrial perspective.," *Sensors*, vol. 17, no. 10, p. 2284, 2017.
- Y. A. Badamasi, "The working principle of an Arduino," *Int. Conf. Electron. Comput. Comput.*, pp. 1–4, 2014.