

ALAT PEREKAM WAKTU REM DAN TABRAKAN UNTUK KENDARAAN RODA DUA

Misriana¹, Kartika², Suryati³, Asran⁴, Anwar⁵

^{1,3}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

^{2,4,5}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Email: misriana@pnl.ac.id¹, kartika@unimal.ac.id², suryati@pnl.ac.id³, asran@unimal.ac.id⁴, anwar089@gmail.com⁵

Abstrak – Indonesia memiliki populasi penduduk yang padat dan tinggi, menyebabkan kepadatan lalu lintas yang tinggi dan meningkatkan risiko kecelakaan. Kurangnya kendali dan kontrol terhadap sistem pengereman kendaraan roda dua dapat menyebabkan kecelakaan serius. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat perekam waktu rem dan benturan pada kendaraan roda dua. Alat ini menggunakan sensor kecepatan LM393, GPS, GY-521, dan ACS712 untuk merekam data kecepatan, posisi geografis, dan kejadian tabrakan atau pengereman pada kendaraan. Dari hasil pengujian, sensor GPS menunjukkan galat antara nilai yang diberikan oleh sensor GPS dan Google Maps berkisar antara 0.0000103% hingga 0.0092% untuk Lattitude, dan 0.0010% hingga 0.0396% untuk Longitude. Sensor accelerometer GY-521 mengukur akselerasi laju perubahan kecepatan suatu objek. Sensor LM393 memiliki jumlah galat sebesar 17,20% dengan nilai rata-rata galat sebesar 1,72%. Modul SD Card menunjukkan kinerja yang baik dalam menyimpan data, dengan hasil pengujian menunjukkan bahwa modul dapat diandalkan dan kompatibel dengan berbagai jenis kartu memori. Hasil pengujian simulasi tabrakan menunjukkan bahwa alat perekam berhasil mendeteksi kejadian tabrakan dengan akurat, dan hasil pengujian simulasi jatuh sendiri juga mengindikasikan bahwa alat perekam dapat merekam kejadian tersebut dengan baik.

Kata-kata kunci: Pengereman Kendaraan, Benturan, GPS, Data Logger

Abstract – Indonesia has a densely populated and high population, leading to high traffic density and increased risk of accidents. The lack of control and monitoring of braking systems on two-wheeled vehicles can result in serious accidents. This research aims to design and build a recording device for brake times and collisions on two-wheeled vehicles to address this issue. The device uses LM393 speed sensors, GPS, GY-521, and ACS712 to record data on speed, geographic location, and incidents of collisions or braking on the vehicle. From the test results, the GPS sensor showed errors between the GPS sensor's and Google Maps' values, ranging from 0.0000103% to 0.0092% for Latitude and 0.0010% to 0.0396% for Longitude. The GY-521 accelerometer sensor measures acceleration as the rate of change in an object's speed. The LM393 sensor has an error rate of 17.20%, with an average error value of 1.72%. The SD Card module demonstrated exemplary performance in data storage, with test results showing that the module is reliable and compatible with various types of memory cards. Collision simulation tests indicate that the recording device detected collision events accurately, and simulation tests for falls also suggest that the recording device effectively recorded such incidents.

Keywords: Vehicle braking, Collisions, GPS, Data Logger

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terpadat keempat di dunia. Sehingga Indonesia saat ini menjadi sasaran empuk bagi bisnis yang menjual transportasi pribadi. Pada tahun 2022 jumlah kendaraan di Indonesia mencapai 136.137.451 unit kendaraan. Angka tersebut ditempati dengan yang tertinggi yaitu oleh kendaraan sepeda motor yang mencapai 115.023.039 unit [1]. Tingginya angka pengguna sepeda motor ini juga tidak terlepas dari angka kecelakaan, kemacetan, dan pelanggaran lalu lintas di Indonesia yang cukup tinggi pula. Dari data yang dirilis oleh Korlantas Polri, jumlah kecelakaan yang melibatkan sepeda motor mencapai 120.284 kasus pada tahun 2022 dengan 85.691 kasus di antaranya merupakan kecelakaan lalu lintas [1].

Salah satu kecelakaan yang terjadi di Jalan Transyogi Cibubur, Kelurahan Jatirangga, Kecamatan Jatisampurna, Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat, 18 Juli 2022, hasil laporan investigasi Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) menyimpulkan bahwa penyebab kecelakaan tabrakan beruntun tersebut karena truk trailer tangki mengalami kegagalan pengereman karena suplai udara bertekanan di dalam tabung berada di bawah ambang batas sehingga tidak kuat untuk mengerem [2]. Dari kejadian di atas dapat dilihat bahwa kurangnya kontrol pengemudi terhadap sistem pengereman dapat memicu terjadinya kecelakaan.

Menurut UU No. 22 Tahun 2009 Pasal 112 menyatakan bahwa pengemudi kendaraan yang akan berbelok atau berbalik arah wajib mengamati situasi lalu lintas di depan, di samping, dan di belakang kendaraan serta memberikan isyarat dengan lampu penunjuk arah

atau isyarat tangan [3]. Namun, pengendara kurang memperhatikan peraturan pada pasal 112 tersebut sehingga sering terjadi hal-hal yang tidak diinginkan, misalnya kecelakaan dan Seiring bertambahnya jumlah kendaraan roda dua yang terus meningkat, maka kepadatan kendaraan di jalan raya juga semakin meningkat yang berujung pada kemacetan hingga berujung pada kecelakaan [3].

Banyaknya kecelakaan yang terjadi disebabkan oleh kurangnya kontrol dan pengendalian rem pada kendaraan sehingga menyebabkan ban pada kendaraan terkunci pada saat pengereman mendadak [4]. Hal ini dapat memicu terjadinya kecelakaan lalu lintas sehingga dibutuhkan sistem pengereman yang terkontrol seperti *Anti-Lock Brake System*, dimana sistem ini bekerja dengan cara mengontrol tekanan pengereman pada setiap roda secara terpisah dan ABS berguna untuk mengontrol kendaraan dengan baik pada saat melakukan pengereman [5].

Data *logger* adalah perangkat elektronik yang mampu merekam data dari waktu ke waktu (*real time*) yang terintegrasi dengan sensor atau menggunakan sensor eksternal [6]. Data *logger* biasanya berukuran kecil, bertenaga baterai, portabel, dilengkapi dengan mikroprosesor dan memori untuk menyimpan data. Beberapa data *logger* terhubung ke komputer melalui perangkat lunak, tetapi ada juga data *logger* yang memiliki antarmuka sendiri seperti keypad dan layar LCD [7].

Dan penelitian ini berfokus pada data *output* yang dihasilkan seperti akurasi, dan *delay* dari data kendaraan secara *real time* dan data *logger* yang secara otomatis tersimpan di SD card pada kendaraan roda dua [8]. Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut, kontrol rem dengan sistem ABS tidak dapat menyimpan data yang terjadi pada saat kecelakaan karena sistem ABS tidak meninggalkan bukti kecelakaan atau ABS tidak meninggalkan jejak.

Dari latar belakang diatas, maka dirancanglah sebuah alat yang dapat merekam waktu pengereman dan tabrakan, sehingga dibuatlah sebuah penelitian yang berjudul "Pencatatan Waktu Rem dan Tabrakan Pada Kendaraan Roda Dua", dimana sistem ini dirancang untuk mengetahui pencatatan waktu rem dan tabrakan yang terjadi pada kendaraan roda dua dengan cara menyimpan data ke dalam SD Card yang menempatkan beberapa titik pantau kecelakaan kendaraan di jalan raya yang dinilai cukup efektif dan daerah yang rawan terjadi pelanggaran namun dengan pengawasan yang minim dari pihak-pihak yang terkait. Diharapkan pada saat perancangan alat ini mampu mengurangi tingkat pelanggaran lalu lintas. Selain itu, hasil data *output* dapat digunakan sebagai data *input* oleh pihak terkait untuk menempatkan agen pada titik atau jalur yang dicurigai melakukan pelanggaran lalu lintas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Data *logger* adalah sebuah proses pengumpulan dan perekaman data secara otomatis dari sensor bertujuan

pengarsipan atau tujuan analisis. Sensor digunakan untuk mengkonversi besaran fisik menjadi sinyal listrik yang dapat diukur secara otomatis dan akhirnya dikirimkan ke komputer atau mikroprosesor untuk pengolahan. Berbagai macam sensor sekarang tersedia sebagai contoh, suhu, intensitas cahaya, tingkat suara, sudut rotasi, posisi, kelembapan relatif, pH, oksigen terlarut, pulsa (detak jantung), bernapas, kecepatan angin, dan gerak. Selain itu, banyak peralatan laboratorium dengan *output* listrik dapat digunakan bersama dengan konektor yang sesuai dengan data *logger*.

Micro SD ini biasanya berukuran kecil, menggunakan tenaga baterai, portabel, dan juga dilengkapi dengan mikroprosesor, memori *internal* sebagai penyimpanan data dari sensor. Sejumlah pencatat data dapat berinteraksi pada komputer dan menggunakan perangkat lunak sebagai mengaktifkan pencatat data dan melihat serta menganalisis data yang sudah dikumpulkan [9].

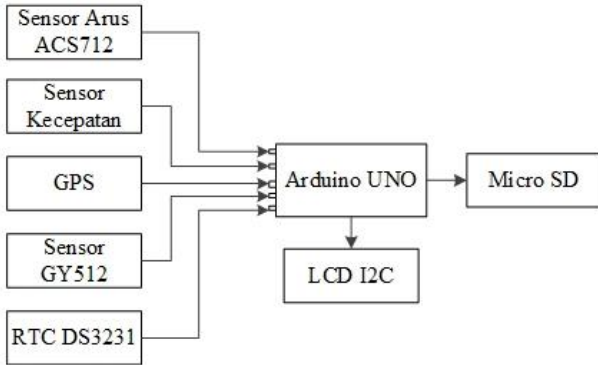
Selain dari itu keuntungan menerapkan data *logger* adalah kemampuan secara otomatis mencatat data setiap 24 jam. Setelah diaktifkan, data *logger* digunakan dan ditinggalkan sebagai pengukur dan perekam informasi selama periode pemantauan. Hal ini memperkenalkan gambaran yang komprehensif tentang situasi lingkungan yang dimonitor, seperti kecepatan dan data *voltage* sensor [9].

III. METODOLOGI

Alat perekam waktu pengereman dan benturan pada kendaraan roda dua ini berfungsi untuk melihat aktivitas pengendara roda dua dalam berkendara. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan sensor arus ACS712 sebagai pendeteksi saat pengereman, sensor kecepatan sebagai pendeteksi kecepatan kendaraan, sensor GPS uBlok Neo 6M sebagai indikasi lokasi, sensor GY521 sebagai sensor kemiringan, RTC DS3231 sebagai indikasi waktu nyata, Micro SD sebagai pencatat data kendaraan, LCD I2C sebagai penunjuk eksekusi informasi yang diolah oleh mikrokontroler Arduino UNO dengan program Arduino IDE. Program ini mengetahui nilai pembacaan arus lampu rem, kecepatan (km/jam), lokasi (lintang, bujur), kemiringan (x,y), waktu yang terhubung dengan mikrokontroler Arduino UNO sehingga dapat diatur.

Prinsip kerja alat perekam ini menggunakan Micro SD yang terintegrasi dengan Arduino UNO. Sensor akan mendeteksi pembacaan nilai sesuai dengan kebutuhan alat perekam dan ketika nilai yang terdeteksi tidak sesuai, maka alat perekam akan merekam bahwa pengereman dan tumbukan telah terjadi. Pada sensor arus ACS712, akan mendeteksi nilai arus pada rangkaian lampu rem belakang kendaraan roda dua (I tidak sama dengan 0 A). Kemudian GPS uBlok Neo 6M akan memberikan koordinat perpindahan kendaraan roda dua tersebut. Tingkat kemiringan yang terdeteksi oleh sensor GY521 untuk x dan y berada dalam kisaran 45°. RTC DS3231 akan memberikan informasi waktu

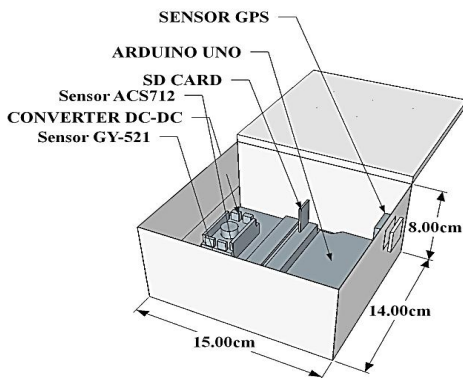
nyata. Kemudian data karakteristik sensor tersebut diolah oleh Arduino UNO dan memberikan tampilan hasil pada LCD I2C dan Micro SD akan merekam data yang telah diolah. Prinsip kerja dari alat pencatat waktu rem dan benturan pada kendaraan roda dua ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gbr. 1 Diagram Blok

A. Perancangan Mekanik

Desain dilakukan dengan membuat panel berukuran 15x14x8 (cm). Semua perangkat kontrol ditempatkan di dalam panel ini yang terbuat dari akrilik. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gbr. 2 Desain Panel

B. Perancangan Elektronik

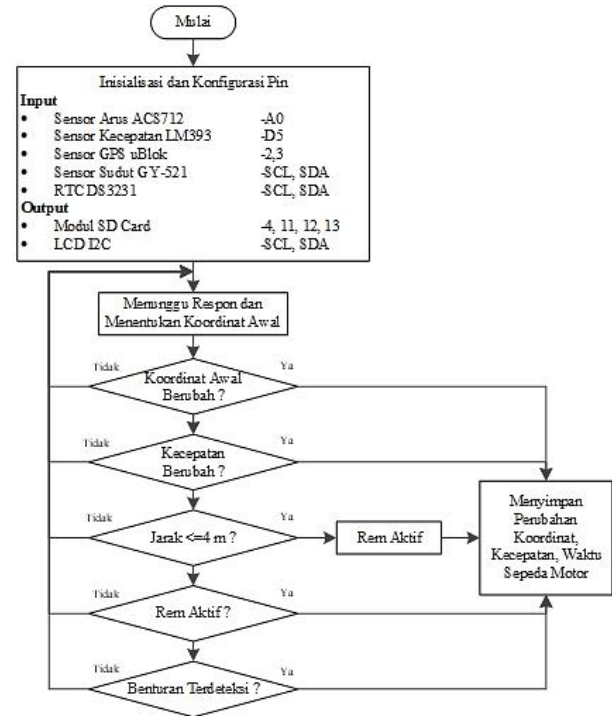
Berdasarkan pemaparan identifikasi kebutuhan perancangan alat dan kontrol pada penelitian ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu Arduino UNO, sensor arus ACS712, sensor kecepatan LM393, GPS uBlok Neo 6M, sensor GY-521, RTC DS3231, SD Card, dan LCD I2C.

C. Perancangan Program

Perancangan program yang akan dilakukan adalah menyusun perintah-perintah yang akan dilakukan pada rancang bangun alat perekam waktu rem dan tumbukan pada kendaraan roda dua ini. Perangkat lunak utama yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain adalah Arduino IDE. Seperti yang telah dijelaskan pada

kebutuhan, Arduino IDE digunakan sebagai perangkat lunak yang akan mengupload program ke Arduino UNO.

Perancangan yang dilakukan tentunya membutuhkan diagram alir dari tahapan-tahapan yang akan terjadi di lapangan yang kemudian dituangkan ke dalam program. Untuk lebih jelasnya, perancangan program yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gbr. 3 Diagram Alir Program

Pada penelitian ini menggunakan software Arduino IDE dalam pembuatan program. Software ini menggunakan bahasa pemrograman berbasis C. Listing program arduino ini sering dikenal dengan sebutan sketch, “void setup ()” { } dan “void loop () { }” terdapat dua fungsi dari masing-masing sketch. Untuk membuat program arduino ini dimulai dari memasang atau mencocokkan pin-pin yang ada di papan fisik arduino dengan yang ada di program yang akan digunakan oleh sistem.

D. Uji Fungsional Alat Perekam Rem dan Benturan Kendaraan Roda Dua

Pengujian fungsional dilakukan untuk mengetahui tingkat guna komponen dari segi fungsinya. Pengujian dilakukan terhadap komponen yang terdiri dari sensor arus ACS712, sensor kecepatan LM393, sensor GPS uBlok Neo 6M, sensor GY-521, RTC DS3231, Micro SD, dan LCD I2C.

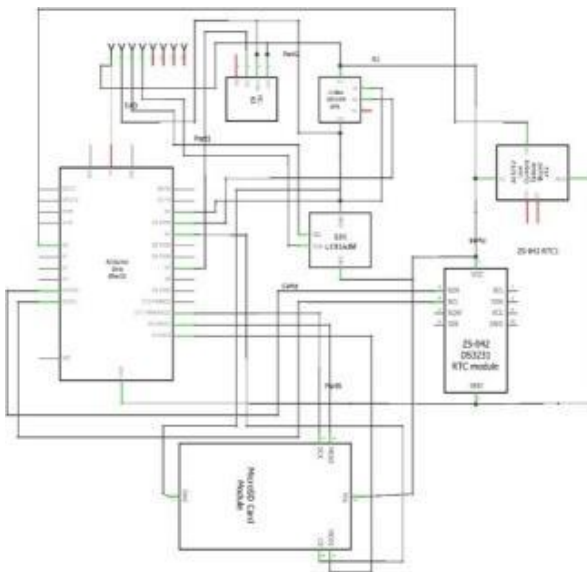
E. Borang Pengujian Kinerja Keseluruhan Sistem

Setelah setiap modul dipastikan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, maka akan dilakukan integrasi dan instalasi pada kendaraan roda dua. Pengujian kinerja

sistem secara keseluruhan ini meliputi 4 skenario yang akan dijalankan. Skenario pengujian ini tentunya dilakukan dengan lokasi yang telah ditentukan, yaitu di Komplek TPS Simpang Line, Kecamatan Muara Satu, Kota Lhokseumawe. Kemudian untuk lintasan atau *trajectory* yang dilalui akan dilakukan penampihan nilai lokasi yang terekam melalui bantuan aplikasi Google Earth yang nantinya akan ditampilkan untuk mengetahui lokasi yang telah dicapai oleh kendaraan roda dua tersebut. Skenario yang digunakan dalam pengujian keseluruhan sistem ini adalah sebagai berikut:

- a. Sekali perjalanan singkat.
- b. Dua kali perjalanan di luar lokasi yang ditentukan.
- c. Dua kali simulasi tabrakan.
- d. Satu kali simulasi jatuh sendiri.

Untuk simulasi tabrakan, alat perekam yang dipasang pada kendaraan roda dua akan ditabrakkan dengan ban mobil. Ban mobil ini akan ditabrakkan dari arah depan dan belakang saat kendaraan roda dua dengan posisi pelan dan berhenti. Rangkaian pengujian kinerja secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4 program pengujian kinerja secara keseluruhan pada Gambar 4 di bawah ini.



Gbr. 4 Rangkaian Pengujian Kinerja Keseluruhan

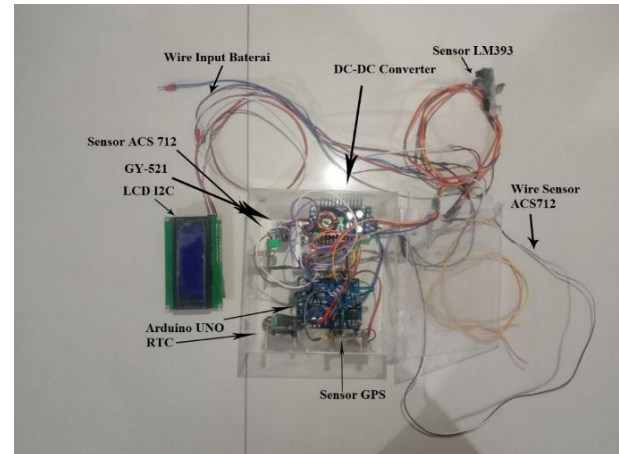
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat perekam waktu rem dan benturan pada kendaraan roda dua telah dirancang serta dibangun. Tahapan rancang bangun yang dilakukan tentunya terdiri dari mekanik, elektronik dan program. Kemudian dalam tahapan pengujian juga terdiri dari pengujian fungsional dan pengujian kinerja alat secara keseluruhan. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada subbab dibawah ini.

A. Hasil Rancang Bangun Elektronik

Hasil rancang bangun elektronik merupakan kumpulan komponen yang digunakan pada alat perekam waktu

rem dan benturan pada kendaraan roda dua seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gbr. 5 Tampilan Hasil Desain Elektronik

Pada Gambar 5 dapat dilihat komponen yang berada didalam dan diluar panel kontrol. Komponen yang ada di dalam panel kontrol adalah Arduino UNO, sensor arus ACS712, GPS uBlok Neo 6M, sensor GY-521, RTC DS3231, SD Card, dan Converter DC-DC. Sedangkan komponen yang berada diluar dari panel kontrol adalah sensor kecepatan LM393 dan LCD I2C.

Konfigurasi pin pada alat alat arduino UNO dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Konfigurasi Pin I/O Arduino UNO Dengan Komponen Lainnya

No	Pin Arduino UNO	Pin Komponen Lain	Fungsi	Keterangan
1	A0	A0	Membaca Arus yang mengalir pada lampu rem	Sensor Arus ACS712
2	D5	D0	Membaca kecepatan	Sensor Kecepatan LM393
3	D2	Rx	Membaca lokasi	Sensor GPS uBlok
4	D3	Tx		
5	SCL	SCL	Membaca kemiringan dan akselerasi	Sensor Sudut GY-521
6	SDA	SDA		
7	SCL	SCL	Membaca waktu nyata	RTC DS3231
8	SDA	SDA		
9	D4	CS	Menyimpan data pada SD Card	Modul SD Card
10	D11	MOSI		
11	D12	MISO		
12	D13	SCK		
13	A4(SDA)	SDA	Menampilkan hasil eksekusi	LCD I2C
14	A5(SCL)	SCL		

Pada Tabel 1 terlihat komponen yang digunakan pada alat perekam waktu rem dan benturan ini hanya terdiri dari 7 komponen. Daya pada komponen lainnya

juga disuplai dari Vcc dan Gnd Arduino UNO. Hasil rangkaian tampilan eksekusi yang diterapkan pada alat perekam kendaraan roda dua ini adalah Arduino UNO dengan LCD I2C. LCD I2C sendiri ditempatkan berada diluar bagasi kendaraan roda dua. Penempatan ini bertujuan untuk mempermudah pengguna kendaraan membaca indikator yang dieksekusi.

Selain tampilan eksekusi, terdapat rangkaian pembacaan kecepatan kendaraan roda dua yang terdiri antara Arduino UNO dengan sensor kecepatan LM393. Sensor kecepatan ini diletakkan pada piringan rem kendaraan roda dua. Penempatan ini sengaja dilakukan karena sensor kecepatan LM393 sendiri memiliki photoelectric yang pas sesuai dengan cakram rem depan kendaraan roda dua.

B. Hasil Pengujian Kinerja

Hasil pengujian kinerja didapatkan dengan menjalankan skenario yang telah disebutkan sebelumnya. Pengujian kinerja ini dilakukan dengan 4 skenario yang berbeda, dimana diantaranya adalah sebagai berikut.

- Sekali Perjalanan Singkat

Pengujian yang dilakukan pada pengujian kinerja secara keseluruhan dilakukan dengan melakukan perjalanan singkat. Perjalanan ini dilakukan dengan melintasi titik awal ke titik akhir. Titik awal perjalanan ditentukan di Komplek TPS No. 21, Gampong Padang Sakti, Kecamatan Muara Satu. Sedangkan titik akhir perjalanan kendaraan roda dua adalah berlokasi di Gampong Blang Pulo, Kecamatan Muara Satu. Proses pengujian perjalanan singkat dilakukan setelah memastikan bahwa kondisi fungsional alat perekam telah berhasil dilakukan. Berikut ini adalah tampilan pada saat perjalanan singkat dilakukan.

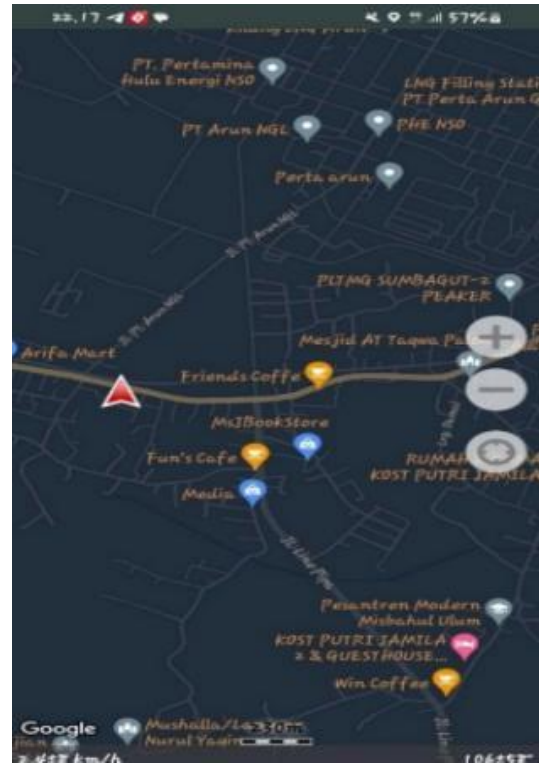


Gbr. 6 Tampilan LCD I2C Tampilan LCD I2C Saat Roda Dua Aktif

Pada Gambar 6 menunjukkan beberapa variabel pada LCD I2C saat kendaraan roda dua melakukan perjalanan. Pada layar digambar terlihat kecepatan

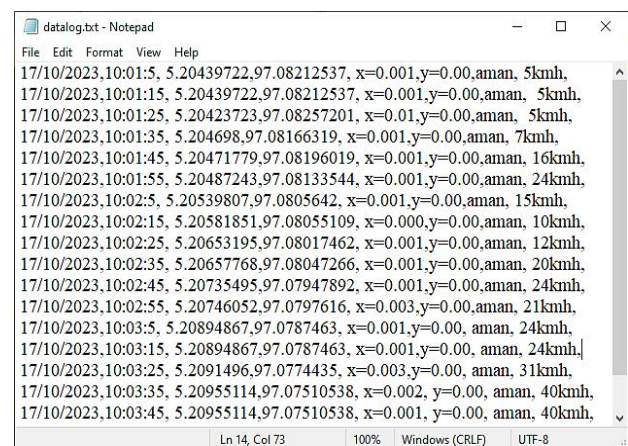
kendaraan saat itu memiliki kecepatan 20 km/h. Kemudian terlihat juga waktu serta keadaan kendaraan roda dua aktif.

Untuk memastikan perjalanan singkat yang dilakukan pada pengujian kinerja ini, dilakukan validasi pergerakan kendaraan roda dua dengan bantuan aplikasi GPS Tracker. Aplikasi GPS Tracker ini berfungsi juga melihat jarak tempuh yang dilalui pengendara serta



Gbr. 7 Tampilan Lintasan yang Dilalui Pada Pelacak GPS

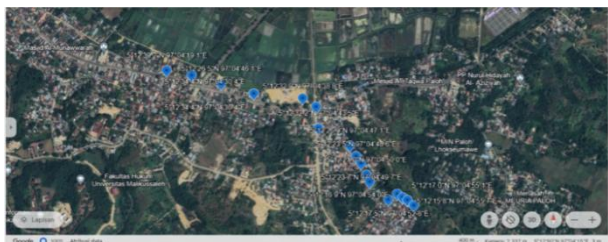
Gambar 7 menunjukkan lintasan yang terekam oleh aplikasi GPS Tracker. Dibawah ini adalah hasil yang terekam oleh alat perekam kendaraan roda dua yang diletakkan pada bagasi.



Gbr. 8 Tampilan Rekaman Satu Perjalanan pada Kartu SD

Hasil jejak rekaman kendaraan roda dua yang didapatkan pada SD Card berupa informasi yang ditampilkan pada LCD I2C. Pada Gambar 8 terlihat jelas tampilan yang didapatkan berupa lokasi yang

dilalui kendaraan. Berdasarkan hasil yang didapatkan dan telah disematkan pada Google Earth seperti pada Gambar 7 sebelumnya, perjalanan yang dilakukan memakan waktu sebesar 3 menit 10 detik.

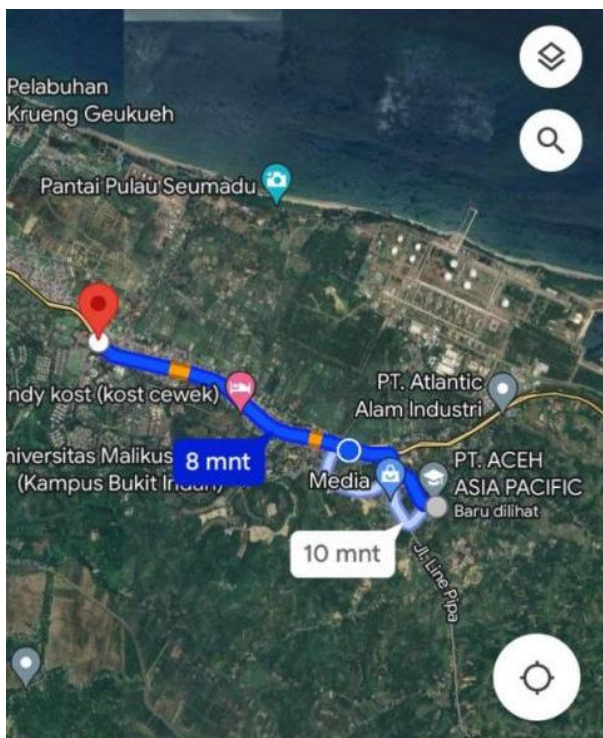


Gbr. 9 Tampilan Lokasi Perangkat Perekaman Tertanam

Pada Gambar 9 terlihat lokasi yang disematkan berjumlah 17 lokasi titik koordinat. Pada gambar juga menunjukkan lintasan yang dilalui selama proses sekali perjalanan dari Komplek TPS Gampong Padang Sakti menuju Gampong Blang Pulo. Hal ini menunjukkan pengujian yang dilakukan saat perjalanan singkat berhasil dilakukan oleh alat perekam kendaraan roda dua.

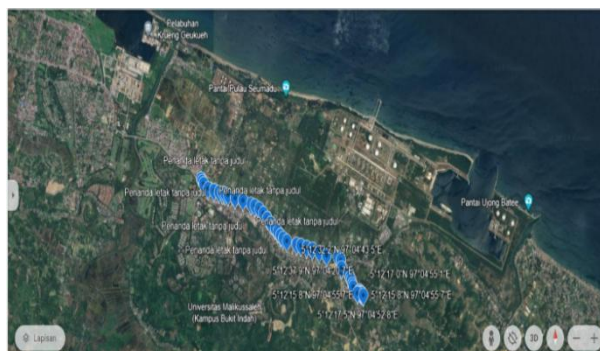
• Dua Kali Perjalanan Diluar Lokasi Yang Ditetapkan

Dua kali perjalanan dalam proses luar lokasi dilakukan dengan menjalankan kendaraan roda dua. Perjalanan dilakukan dari Komplek TPS Padang Sakti ke Blang Pulo dan menuju ke Bahtupat. Berikut ini adalah tampilan hasil dua kali perjalanan diluar lokasi yang sudah dilakukan.



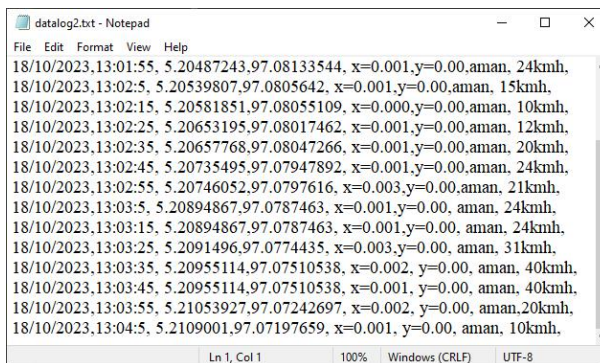
Gbr. 10 Tampilan Hasil Dari Dua Perjalanan Yang Terekam Pada Pelacak GPS

Pada Gambar 10 menunjukkan lintasan perjalanan yang dilakukan oleh pengendara saat melakukan perjalanan. Pada gambar terlihat juga titik yang sedang dilalui oleh pengendara saat merekam layar perjalanan. Tujuan pengambilan ini dilakukan untuk validasi nilai yang didapatkan dari alat perekam kendaraan roda dua. Kemudian dari hasil yang dilakukan pada gambar terlihat nilai yang didapatkan sebesar 8 menit selama perjalanan dilakukan. Akan tetapi pada data hasil yang didapatkan pada alat perekam didapatkan waktu yang lebih lama yaitu 10 menit 13 detik. Perbedaan waktu ini terjadi dikarenakan proses merekam yang mengalami delay pada alat perekam. Berikut ini adalah hasil yang didapatkan saat perjalanan dua kali dilakukan pada alat perekam.



Gbr. 11 Tampilan Hasil Lokasi Yang Disematkan Pada Google Earth

Pada Gambar 11 menunjukkan hasil lokasi yang disematkan pada Google Earth. Terlihat pada gambar tersebut lokasi dan pergerakan yang dilakukan pada saat perjalanan dilakukan. Kemudian total lokasi yang disematkan pada Google Earth berdasarkan pergerakan yang dilakukan pada pengujian ini sebanyak 43 pin. Untuk melihat lebih jelas yang didapatkan dari perekam kendaraan ini dapat dilihat pada Gambar 12 berikut.



Gbr. 12 Tampilan Hasil yang Terekam Pada Kartu SD Selama Dua Perjalanan

Pada Gambar 12 menunjukkan hasil yang terekam pada SD Card saat melakukan perjalanan dua kali. Posisi yang dialami pada pengujian terlihat semua dalam keadaan aman serta memiliki posisi xy yang tidak sampai di angka 1. Kemudian terlihat jelas durasi perjalanan yang dilakukan serta waktu saat perjalanan saat dilakukan.

• Dua Kali Simulasi Tabrakan

Hasil pengujian berikutnya adalah simulasi tabrakan yang dilakukan dari depan dan dari belakang. Pengujian ini berlangsung dengan jarak tabrakan 3 meter dari kendaraan roda dua. Kemudian dilakukan posisi tegak dan setelah tabrakan akan diberi respon berupa memiringkan kendaraan seolah-olah terjadi tabrakan. Berikut ini adalah tampilan saat pengujian tabrakan berlangsung.



Gambar 13. Tampilan Saat Pengujian Tabrakan Tampilan Saat Pengujian Tabrakan Dilakukan Sebelum Dan Sesudah

Pada Gambar 13 menunjukkan tampilan saat pengujian dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan tabrakan dari belakang kendaraan roda dua. Sebelumnya telah dijelaskan skenario pengujian dilakukan dengan menabrakan ban mobil pada kendaraan roda dua dan hal ini jelas terlihat pada Gambar 4.18. Durasi tabrakan yang terjadi selama pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel II
Hasil Pengujian Simulasi Tabrakan

No.	Posisi	Parameter	Besaran	Satuan
1	Depan	Jarak	3	Meter
		Durasi	1.31	Detik
		Kecepatan	2.29008	m/s
		Kondisi	Tidak Aman	-
2	Belakang	Jarak	3	Meter
		Durasi	1.43	Detik
		Kecpatan	2.0979	m/s
		Kondisi	Tidak Aman	-

Tabel 2 menampilkan hasil pengujian simulasi tabrakan. Pada baris pertama, posisi tabrakan berada di bagian depan. Jarak yang ditempuh sebesar 3 meter dalam waktu 1.31 detik dengan kecepatan 2.29008 meter per detik. Kondisinya dinilai sebagai "Tidak

Aman". Sementara itu, pada baris kedua, tabrakan terjadi di bagian belakang. Jarak yang ditempuh juga sejauh 3 meter, namun dengan durasi sedikit lebih lama, yaitu 1.43 detik, dan kecepatan mencapai 2.0979 meter per detik. Kondisinya juga dinilai sebagai "Tidak Aman". Hal ini menunjukkan tabrakan yang dilakukan berhasil dideteksi oleh perekam.

• Sekali Simulasi Jatuh Sendiri

Pada hasil yang didapatkan saat jatuh sendiri terfokus pada kemiringan alat perekam. Kemiringan akan mendeteksi posisi terhadap sumbu x dan y kendaraan roda dua. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 14 berikut.



Gambar 14. Tampilan Saat Kendaraan Dimiringkan Ke Sumbu X

Pada Gambar 14 terlihat jelas, bahwa kendaraan roda dua sedang diposisikan lebih condong melebihi titik nol sumbu x. Kemiringan yang didapatkan pada saat pengujian ini dilakukan tentunya sudah direkam dalam SD Card. Kemudian untuk mendapatkan hasil kemiringan terhadap sumbu y, pengujian dilakukan dengan mengangkat salah satu sisi bagian belakang kendaraan roda dua.

Secara umum sumbu x dan y pada saat pengujian ini memiliki konsep yang sama dengan kartesius. Kondisi yang dilakukan oleh peneliti untuk mengetahui posisi pengendara jatuh adalah mengatur titik batas yang diperbolehkan oleh pengendara saat memiringkan kendaraan roda dua. Pada sumbu x, aturan nilai kemiringan maksimal -5 dan 5. Sedangkan sumbu y hanya sebesar 2.5 dan -2.5. Kemudian untuk sumbu x peneliti mengambil sampel kemiringan untuk posisi jatuh ke posisi kiri dan ke kanan. Untuk sumbu y, diposisikan untuk kemiringan atas bawah dari titik tumpuan kendaraan roda dua. Untuk lebih jelas berikut adalah hasil yang didapatkan dari pengujian saat skenario pengendara jatuh dilakukan.

Tabel III
Hasil Pengujian Simulasi Jatuh Sendiri

No.	Sumbu		Keterangan
	x	y	
1	-1.34	-2.34	Tidak aman
2	2.45	1.76	Tidak aman
3	1.21	1.98	Tidak aman
4	-3.51	-2.01	Tidak aman
5	2.2	1.42	Tidak aman

Hasil pengujian simulasi jatuh sendiri oleh pengendara kendaraan roda dua menyoroiti keefektifan alat perekam dalam mendeteksi kejadian yang berkaitan dengan keselamatan. Dalam setiap kasus pengujian, parameter-parameter yang diamati menunjukkan kondisi "Tidak aman", menandakan bahwa kendaraan tersebut mengalami kejadian yang berpotensi berbahaya. Analisis terhadap nilai sumbu x dan y memberikan pemahaman yang jelas bahwa alat perekam berhasil mencatat peristiwa jatuh kendaraan dengan akurat. Temuan ini menggambarkan pentingnya teknologi perekaman dalam mendukung investigasi kecelakaan dan peningkatan keselamatan pengguna kendaraan bermotor.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Merancang serta membangun alat perekam waktu rem dan benturan pada kendaraan roda dua berhasil dilakukan dengan hasil pengujian sensor GPS uBlok Neo 6M menunjukkan galat antara nilai yang diberikan oleh sensor GPS uBlok Neo 6M dan Google Maps berkisar antara 0.0000103% hingga 0.0092% untuk Latitude, dan 0.0010% hingga 0.0396% untuk Longitude, menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik. Sensor accelerometer GY-521 memiliki nilai percepatan gravitasi yang mendekati 0 m/s² dan 9.81 m/s², meskipun nilai yang diperoleh tidak selalu tepat, nilai-nilai tersebut dapat digunakan sebagai nilai offset percepatan gravitasi untuk meningkatkan akurasi sensor. Sensor LM393 memiliki jumlah galat sebesar 17,20% dengan nilai rata-rata galat sebesar 1,72%. Modul SD Card menunjukkan kinerja yang baik dalam menyimpan data, dengan hasil pengujian menunjukkan bahwa modul dapat diandalkan dan kompatibel dengan berbagai jenis kartu memori. Hasil pengujian simulasi tabrakan menunjukkan bahwa alat perekam berhasil mendeteksi kejadian tabrakan dengan akurat, dan hasil pengujian simulasi jatuh sendiri juga mengindikasikan bahwa alat perekam dapat merekam kejadian tersebut dengan baik.
2. Kotak pemantau internal kendaraan roda dua menampilkan data output ke kartu memori melalui pengambilan data dari sensor-sensor yang terpasang pada kendaraan roda dua, seperti sensor

arus ACS712, sensor kecepatan LM393, sensor GPS uBlok Neo 6M, sensor GY-521. Lalu pengolahan data yang melibatkan konversi data ke format yang sesuai dan penyusunan data sesuai dengan struktur yang diperlukan untuk penyimpanan. Kemudian penyimpanan data ke kartu memori yang telah diolah kemudian ditampilkan pada layar LCD I2C untuk verifikasi visual oleh pengguna.

3. Alat perekam ini memberikan kontribusi penting dalam pemantauan performa pengereman dan kejadian benturan pada kendaraan roda dua. Data yang dikumpulkan dapat digunakan untuk menganalisis efektivitas sistem pengereman dan mengidentifikasi pola benturan yang mungkin memerlukan perhatian.

REFERENSI

- [1] Hasibuan, A., Kartika, Qodri, A., & Isa, M. (2021). Temperature Monitoring System using Arduino Uno and Smartphone Application. *Bulletin of Computer Science and Electrical Engineering*, 2(2), 46–55. <https://doi.org/10.25008/bcsee.v2i2.1139>
- [2] Putra, A. A., Susanto, E., & Prihatiningrum, N. (2021). Sistem Perekam Kecepatan Sepeda Motor Saat Kecelakaan Menggunakan Microsd. *eProceedings of Engineering*, 8(6).
- [3] Faudin, A. (2018). Cara mengakses module micro SD menggunakan Arduino. *nyebarilme. Com*.
- [4] Irmayani A., Asrul, & Kaliky, M. Nur.. (2020). Rancang Bangun Ayakan Mesin Pengereng Cengkeh. *Jutkel: Jurnal Telekomunikasi, Kendali dan Listrik*, 1(1). <https://ummaspul.ejournal.id/Jutkel/article/download/359/194>.
- [5] Andriansah, A. K., & Haryudo, S. I. (2020). Sistem Pengaturan Beban Generator Satu Fasa Secara Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(2).
- [6] Marsaid, M., Hidayat, M., & Ahsan, A. (2013). Faktor yang berhubungan dengan kejadian kecelakaan lalu lintas pada pengendara sepeda motor di wilayah Polres Kabupaten Malang. *Journal of Nursing Science Update (JNSU)*, 1(2), 98-112.
- [7] Jubaedi, D., & Sukrisna, D. (2018). Rancang Bangun Prototype Palang Pintu Kereta Api Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor Hc-Sr04. *Prosiding Semnastek*.
- [8] Anjasmara, D. R. (2019). *Optimasi Rute dan Waktu Distribusi menggunakan Metode Clarke and Wright Saving Heuristic di Coca Cola Official Distributor WARINGIN*. Tugas Akhir Diploma III, Politeknik APP Jakarta.
- [9] Saufik, I. (2021). Pengantar Teknologi Informasi: Konsep, Teori dan Praktik. *Yayasan Prima Agus Teknik*.