

SISTEM PELAPORAN KECELAKAAN BUS BERBASIS INDIKATOR AIRBAG

Ario Chandra Purpratama

Prodi D-IV Transportasi Darat
Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD
Jl. Raya Setu No.89, Cibuntu, Kec. Cibitung,
Kab. Bekasi, Jawa Barat 17520

Reyno Elvin Albarokah

Prodi D-IV Transportasi Darat
Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD
Jl. Raya Setu No.89, Cibuntu, Kec. Cibitung,
Kab. Bekasi, Jawa Barat 17520

Farid Hanifan

Prodi D-IV Transportasi Darat
Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD
Jl. Raya Setu No.89, Cibuntu, Kec. Cibitung,
Kab. Bekasi, Jawa Barat 17520

Sri Sarjana¹

Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD
Jl. Raya Setu No.89, Cibuntu, Kec. Cibitung,
Kab. Bekasi, Jawa Barat 17520

Abstract

Agility in handling accidents is required to reduce the number of fatalities through a safety system capable of transmitting accident data and information in real time. This study aims to determine the design, working methods, and testing of a bus accident reporting system by using experimental research methods. This research covered literature, system design and design, application development and electronic assembly, tool testing, and evaluation. This bus accident reporting system consists of hardware, sensor systems, location determination systems, IoT systems, and software, which consists of Android applications with accident lists and action features. To achieve the desired success, testing is required in the form of a limit switch sensor, GPS module, and application tests. The test results show that the sensor can run properly, as indicated by the small difference in latitude and longitude between Google Maps and the GPS module, and notifications can run in real-time when an accident occurs.

Keywords: bus accident, location sensor, airbag sensor, internet of things

Abstrak

Kesigapan penanganan kecelakaan dibutuhkan untuk menekan angka korban jiwa melalui sistem keselamatan yang mampu mengirimkan data dan informasi kecelakaan secara *realtime*. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui rancangan, cara kerja, dan pengujian sistem pelaporan kecelakaan bus dengan metode penelitian eksperimental. Penelitian ini dilaksanakan meliputi studi literatur, desain dan perancangan sistem, pembuatan aplikasi dan perakitan elektronik, pengujian alat, serta evaluasi. Sistem pelaporan kecelakaan bus ini terdiri atas perangkat keras yang terdiri dari, sistem sensor, sistem penentu lokasi, sistem IoT dan perangkat lunak yang terdiri dari aplikasi android dengan fitur daftar kejadian kecelakaan dan fitur tindakan. Untuk mencapai keberhasilan yang diinginkan, diperlukan pengujian berupa uji sensor *limit switch*, uji modul GPS, dan uji Aplikasi. Hasil pengujian ditemukan bahwa sensor dapat berjalan dengan baik yang ditandai dengan sedikitnya selisih perbedaan *latitude* dan *longitude* antara Google Maps dan modul GPS, serta notifikasi dapat berjalan *realtime* seiring terjadinya kecelakaan.

Kata kunci: kecelakaan bus, sensor lokasi, sensor *airbag*, *internet of things*

PENDAHULUAN

Kecelakaan bus pada tahun 2022 menelan korban jiwa hingga 3.240 jiwa (Kementerian PPN/ Bappenas, 2022). Bahkan di DKI Jakarta yang memiliki transportasi lebih maju daripada daerah lain di Indonesia masih banyak terjadi kecelakaan bus. Kecelakaan bus di DKI Jakarta mencapai 63 kejadian kecelakaan di tahun 2021 (BPS, 2021). Hal tersebut, membuktikan bahwa

¹ Corresponding author: sri.sarjana@ptdisttd.ac.id

kecelakaan lalu lintas masih menjadi masalah di Indonesia. Oleh karena itu, perlu adanya pengkajian mendalam mengenai faktor kecelakaan. Faktor kecelakaan yang sering terjadi adalah faktor manusia, faktor kendaraan, faktor jalan, dan faktor lingkungan (Herawati, 2014). Hal ini diperparah dengan lambatnya petugas sampai ke lokasi kecelakaan untuk melakukan penanganan korban kecelakaan sehingga meningkatkan fatalitas korban (Faisal, 2022). Petugas yang berwenang kurang cepat mendapatkan informasi kecelakaan dan lokasi kecelakaan yang tidak jelas menjadi alasan lambatnya petugas dalam melakukan waktu penanganan (*response time*).

Response time perawatan merupakan indikator proses untuk mencapai indikator hasil yang berupa kelangsungan hidup (Fadhilah, Harahap dan Lestari, 2015). *Response time* oleh petugas terkait merupakan hal yang penting bagi korban sehingga dapat mewujudkan kondisi dimana jumlah kematian yang rendah atau mendekati nol (*zero of life loss*). Korban yang mengalami luka berat maupun ringan akibat kecelakaan lalu lintas jika tidak mendapatkan pertolongan medis dengan cepat dapat berakibat cacat seumur hidup. Sebenarnya pemerintah sudah berusaha menangani masalah tersebut dengan membentuk unit pelayan terpadu terhadap korban lalu lintas dengan membagikan nomor *emergency call* (sistem daring). Korban kecelakaan atau saksi mata dapat menelepon ke nomor tersebut untuk memberikan informasi kepada petugas terkait. Namun, hal tersebut masih kurang efektif karena lambatnya informasi yang diterima petugas. Ditambah jika kecelakaan yang terjadi tidak terdapat saksi mata dan korban tidak sadarkan diri (kecelakaan yang tidak diketahui). Kecelakaan yang tidak diketahui biasanya terjadi di jalan tol. Hal tersebut karena kurang terdapat saksi mata. Apalagi kecelakaan yang terjadi di malam hari.

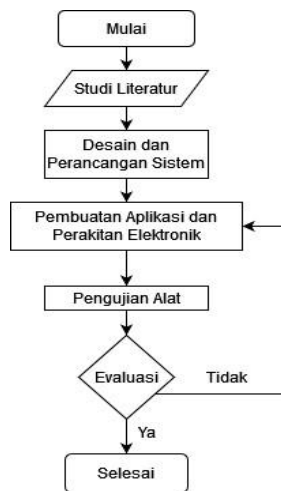
Tercatat terdapat sembilan kejadian kecelakaan bus selama tahun 2021. Lima kejadian itu diantaranya terjadi di jalan tol dengan keterbatasan saksi mata. Sehingga menimbulkan korban kecelakaan dengan fatalitas yang tinggi. Apabila dirata-rata setiap kecelakaan bus, angka korban tewas mencapai 21% korban dari semua korban kecelakaan (Winardi, 2022). Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem keselamatan mengenai percepatan penanganan keselamatan bus menggunakan pendekatan *Internet of Things* melalui sistem pelaporan ke perangkat lunak dengan aplikasi pelaporan kecelakaan. Sistem keselamatan ini memiliki fungsi utama agar petugas terkait dapat menemukan lokasi terjadi kecelakaan secara *realtime* dan dapat melakukan evakuasi langsung.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian sistem pelaporan kecelakaan bus dilaksanakan pada bulan Desember 2022 – April 2023. Pembuatan alat dan pengujian alat dilaksanakan di Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD. Alat yang digunakan adalah obeng, bor, gergaji potong, solder, lem tembak, dan lain-lain. Sedangkan, bahan yang digunakan yaitu GPS Module GY-Neo6m v2, Antena GPS GNSS GLONASS, Antena GSM 2G 3G for SIM800, Wemos ESP Wroom-02 ESP8266, Baterai Li-ion 18650 recharge, Endstop Limit Switch Module, SIM808 GSM GPRS GPS Dev Board, dan bahan lainnya.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan melakukan uji coba pada sistem pelaporan kecelakaan bus. Metode eksperimen adalah metode yang diterapkan melalau

suatu proses atau percobaan yang dilakukan secara langsung sehingga menghasilkan kesimpulan sesuai proses yang dialaminya (Puryadi, Bambang dan Turdjai, 2009). Uji coba dilakukan pada rancang bangun sistem pelaporan kecelakaan bus yang terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan yang saling berkaitan. Tahapan yang dilakukan meliputi studi literatur, desain dan perancangan sistem, pembuatan aplikasi, dan perakitan elektronik, pengujian alat, serta evaluasi. Diagram alir prosedur pelaksanaan dalam pembuatan alat ini sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir

a. Studi Literatur

Studi literatur merupakan langkah pertama dalam pengembangan alat yang dilakukan untuk mengetahui kebutuhan dalam perancangan dan proses pembuatan sistem pelaporan kecelakaan bus. Perancangan dilakukan berdasarkan analisis data mengenai kerusakan bus akibat kecelakaan dari kecelakaan ringan, sedang, hingga berat. Selain itu, kajian dilakukan pada laporan KNKT, media cetak maupun *online*, dan jurnal sebagai acuan dan referensi pembuatan sistem pelaporan kecelakaan bus.

b. Tahap Desain dan Perancangan Alat

Pada proses desain dan perancangan alat diklasifikasikan menjadi dua tahap, yaitu tahap pertama perancangan perangkat keras dan tahap kedua perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras terdiri dari desain alat dan diagram blok rangkaian, sedangkan perancangan perangkat lunak meliputi *mockup* aplikasi. Desain perangkat keras yang ditunjukkan pada Gambar 7 terdiri dari sensor *airbag* sebagai pemicu kontroler mengirimkan data, mikrokontroler sebagai pengolah data sensor, GPS sebagai penentu lokasi kejadian, dan modul GSM sebagai media komunikasi antara mikrokontroler dan perangkat lunak. Kemudian, dilakukan desain *mockup* aplikasi sistem pelaporan kecelakaan bus yang ditunjukkan pada Gambar 8 yang bertujuan untuk perancangan visual tampilan aplikasi. Aplikasi tersebut berupa aplikasi android sebagai media penerima laporan dari perangkat keras. Sistem kerja pada sistem pelaporan kecelakaan bus ditunjukkan oleh diagram blok pada Gambar 9 yang menjelaskan alur dan hubungan antara sistem perangkat lunak dan perangkat keras yang saling terintegrasi. Ketika perangkat keras berupa sensor aktif maka mikrokontroler akan melaporkan lokasi melalui internet pada aplikasi.

c. Tahap Pembuatan dan Perakitan Sistem Elektronik

Pada tahap ini dilakukan perakitan elektronik perangkat keras sistem pelaporan kecelakaan bus berdasarkan desain perangkat keras dan diagram blok yang telah direncanakan. Perakitan berupa pemasangan sensor yang menyatu dengan *airbag* yang terhubung dengan mikrokontroler berupa Wemos ESP dengan penentu lokasi berupa GPS dan menggunakan media komunikasi berupa GSM modul untuk mengirimkan data ke *database* kemudian ditampilkan ke perangkat lunak berupa sistem pelaporan kecelakaan bus. Selain itu, di tahap ini dilakukan pembuatan aplikasi dengan menggunakan *coding* sesuai desain *mockup* yang telah dirancang. Aplikasi tersebut menampilkan daftar kejadian kecelakaan berupa plat nomor kendaraan, waktu kejadian, tampilan lokasi kecelakaan, dan kerusakan yang terjadi.

d. Tahap Pengujian

Setelah perakitan sistem mekanisme elektronik dan pembuatan aplikasi, dilakukan uji kinerja alat dan *troubleshooting*. Pengujian sistem perangkat keras dan perangkat lunak berfungsi untuk mengetahui kinerja alat saat dirancang secara keseluruhan dan mengetahui apakah alat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan atau tidak. Pengujian kelayakan pada sistem pelaporan kecelakaan bus dilakukan dengan mengembangkan prototipe *airbag* buatan dan dilakukan kepekaan sensor, pengujian modul GPS, dan pengujian aplikasi dapat menampilkan data yang dikirim ke *database*.

e. Tahap Evaluasi

Pada tahap ini, dilakukan evaluasi dari hasil pengujian alat. Evaluasi ini bertujuan untuk menentukan kelayakan alat apakah sudah beroperasi dengan baik atau belum. Jika terdapat ketidaksesuaian maka dilakukan kembali tahap perbaikan dan pengujian alat. Data-data yang diperoleh pada tahap ini digunakan untuk menyempurnakan produk yang dikembangkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

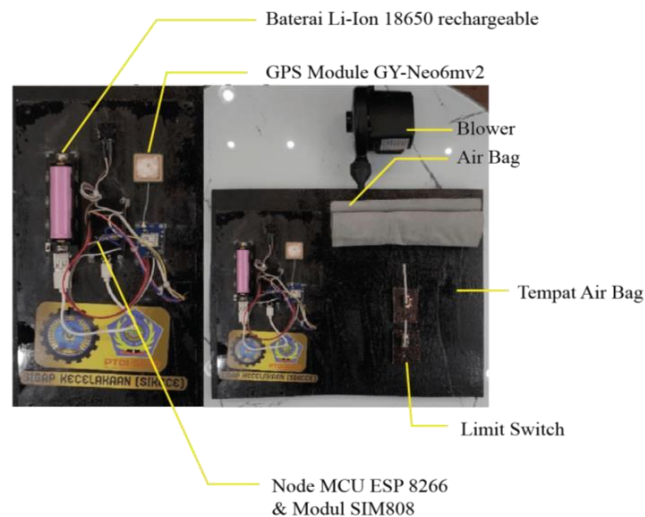
Sistem Pelaporan Kecelakaan Bus

Sistem pelaporan kecelakaan bus merupakan sebuah sistem keselamatan pada bus yang memiliki sistem sensor pada *airbag* yang dapat melakukan pelaporan ke perangkat lunak berupa aplikasi android. Sistem ini aktif jika bus terjadi kecelakaan kemudian *airbag* mengembang. Sistem pelaporan kecelakaan bus memiliki dua bagian utama, yaitu bagian perangkat keras (*hardware*) dan bagian perangkat lunak (*software*). Perangkat keras pada sistem pelaporan kecelakaan bus terdiri dari sensor, GPS, dan modul GSM yang terhubung dengan mikrokontroler. Kemudian, perangkat lunaknya merupakan aplikasi android. Perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem pelaporan kecelakaan bus terhubung dengan menggunakan sistem *Internet of Things* (IoT). Sistem keselamatan ini bertujuan agar petugas terkait (kepolisian, dan rumah sakit) dapat mengetahui terjadinya kecelakaan dan dapat segera menuju tempat kecelakaan untuk melakukan penanganan kepada korban kecelakaan dengan cepat sehingga korban terhindar dari kondisi terburuk yaitu meninggal dunia. Selain itu, dengan sistem keselamatan ini dapat mewujudkan kondisi dimana jumlah

kematian yang rendah atau mendekati nol pada kecelakaan lalu lintas (*zero of life loss*). Apalagi, bus mengangkut penumpang yang banyak.

Perangkat sistem pelaporan kecelakaan bus

Sistem pelaporan kecelakaan bus yang ditunjukkan pada Gambar 1 merupakan perangkat keras yang disimulasikan dengan balon yang dikembangkan sebagai *prototipe airbag*. Simulasi tersebut dimaksudkan untuk melakukan pengujian alat yang nantinya akan dipasang pada bus menyatu dengan *airbag*. Perangkat keras ini memiliki tiga bagian sistem yaitu sistem sensor, sistem penentu lokasi, dan sistem IoT. Masing-masing sistem tersebut berintegrasi dan terhubung dengan perangkat lunak sebagai media pelaporan.



Gambar 1. Perangkat keras sistem pelaporan kecelakaan bus

a. Sistem Sensor

Sistem sensor pada perangkat keras menggunakan sensor *Endstop Limit Switch Module* yang terintegrasi dengan *airbag*. *Limit switch* merupakan jenis sensor mekanis yang dilengkapi dengan katup yang berfungsi menggantikan tombol. Prinsip kerja *limit switch* sama seperti saklar *push on* yaitu hanya akan menghubungkan arus listrik saat katupnya ditekan dan akan terputus ketika katupnya tidak ditekan (Saleh dan Haryanti, 2017). Sensor ini berfungsi dengan memanfaatkan fungsi *airbag*. Jika Bus mengalami kecelakaan kemudian membuat *airbag* mengembang maka akan mengaktifkan modul sensor tersebut. Namun, jika *airbag* tidak mengembang maka modul sensor tidak akan aktif. Modul sensor yang aktif akan mengirimkan perintah ke kontroler sebagai tanda bus mengalami kecelakaan.

b. Sistem Penentu Lokasi

Sistem penentu lokasi pada perangkat keras menggunakan *Global Positioning System (GPS) Module GY-Neo6m v2*. GPS adalah sistem navigasi radio berbasis satelit yang berfungsi untuk menghitung posisi lintang (*latitude*) dan bujur bumi (*longitude*) (Yuniati, Ulvan dan Azzahra, 2016). Pada prinsipnya, modul GPS yang dipasang di bus akan menerima sinyal-sinyal yang dikirimkan satelit GPS kemudian mikrokontroler akan mengolah menjadi data waktu dan lokasi koordinat bus.

c. Sistem *Internet of Things* (IoT)

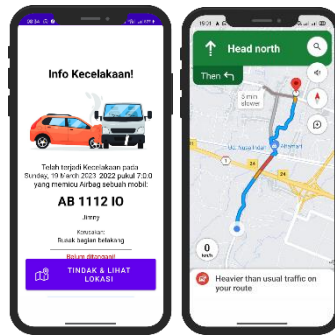
Sistem IoT merupakan sistem yang terdiri dari beberapa sensor pintar yang terkoneksi dengan internet untuk berkomunikasi dan mengirimkan data atau kontrol otomatis (Pratama *et al.*, 2022). Sistem tersebut diterapkan di sistem pelaporan kecelakaan bus untuk menghubungkan perangkat keras ke perangkat lunak berupa aplikasi android sebagai media pelaporan. Perangkat keras akan melakukan pelaporan kepada perangkat lunak terdekat dari lokasi. Prinsipnya yaitu mikrokontroler akan menerima sinyal internet dari GSM modul yang akan digunakan untuk mengirimkan data koordinat waktu dan lokasi bus kecelakaan ke *database*, kemudian akan ditampilkan pada aplikasi android.

Perangkat lunak sistem pelaporan kecelakaan bus

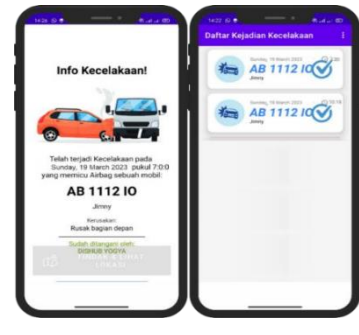
Perangkat lunak berupa aplikasi yang dapat diakses melalui *smartphone* android. Aplikasi tersebut merupakan tempat menampilkan pelaporan terjadinya kecelakaan bus dari perangkat keras yang dipasang di bus. Aplikasi ini akan ditempatkan atau digunakan oleh petugas-petugas terkait seperti rumah sakit, dan kepolisian. Aplikasi android tersebut memiliki dua fitur, yaitu fitur daftar kejadian kecelakaan, dan fitur tindakan.



Gambar 2. Fitur Daftar Kejadian Kecelakaan



Gambar 3. Fitur Pemandu



Gambar 4. Fitur tindakan sudah ditangani

a. Fitur Daftar Kejadian Kecelakaan

Fitur daftar kejadian kecelakaan yang ditunjukkan pada Gambar 2 merupakan fitur pada aplikasi yang menampilkan pelaporan daftar-daftar kejadian kecelakaan bus dari perangkat keras secara *realtime*. Data-data yang dikirim oleh mikrokontroler akan ditampilkan pertama kali di fitur ini dan akan dilakukan *updating* data secara berkala. Tampilan fitur ini berupa waktu kecelakaan, tanggal kecelakaan, jenis bus, dan nomor kendaraan bus. Data-data yang ditampilkan tersebut menjadi pemberitahuan awal kepada petugas terkait. Jika terdapat kejadian kecelakaan bus maka aplikasi tersebut akan memberikan notifikasi berupa bunyi agar petugas dapat menerima pemberitahuan dan melakukan tindakan lebih cepat.

b. Fitur Tindakan

Fitur Tindakan yang ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan fitur yang menampilkan detail informasi kecelakaan berupa tanggal, waktu, nomor polisi, bagian kerusakan, dan lokasi kecelakaan. Data-data yang ditampilkan tersebut sebagai data lebih detail dari fitur sebelumnya yaitu fitur daftar kejadian kecelakaan dengan tujuan mempermudah petugas

dalam mengidentifikasi kejadian. Bagian penting dari fitur ini terdapat Fitur Pemandu berupa titik lokasi kecelakaan pada *Google Maps* untuk memandu petugas menuju lokasi kecelakaan dan melakukan penanganan kecelakaan. Jika kecelakaan sudah ditangani oleh petugas maka akan secara otomatis memberikan label centang biru pada fitur daftar kejadian dan terdapat keterangan sudah tertangani pada fitur daftar kejadian kecelakaan yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Sistem Kerja Sistem Pelaporan Kecelakaan Bus

Sistem kerja pada sistem pelaporan kecelakaan bus, yaitu ketika bus mengalami kecelakaan yang dapat menyebabkan *airbag* mengembang maka sensor yang ada di perangkat keras akan memberikan tanda pada mikrokontroler untuk mengambil data *longitude & latitude*, dan waktu dari GPS secara *realtime* kemudian akan dikirimkan ke *database* melalui internet dari GSM Modul. Data yang dikirimkan tidak hanya waktu dan lokasi, namun juga nomor polisi bus yang terjadi kecelakaan. Kemudian, perangkat lunak berupa aplikasi android akan menampilkan data yang ada di *database*. Sistem komunikasi dari perangkat keras ke perangkat lunak menggunakan sistem IoT. Tampilan yang ada diaplikasi tersebut dapat mempermudah *user* untuk melihat dan menggunakannya. Jika *user* ingin menuju tempat kecelakaan berdasarkan data lokasi yang dikirim maka akan diarahkan langsung ke *Google Maps*.

Pengujian Sistem Pelaporan Kecelakaan Bus

Pengujian ini dilakukan untuk menguji semua komponen apakah dapat berfungsi dengan baik atau tidak, sehingga memaksimalkan fungsi sistem pelaporan kecelakaan bus untuk mencapai keberhasilan yang direncanakan. Ada beberapa pengujian yang dilakukan diantaranya pengujian sensor *limit switch*, pengujian modul GPS, dan pengujian aplikasi dapat menampilkan data yang dikirim ke *database*. Adapun indikator keberhasilan dari pengujian ini yaitu sensor dapat berfungsi memberikan perintah kepada mikrokontroler agar sinyal posisi koordinat dari satelit dapat diterima oleh GPS. Selanjutnya, data tersebut akan dikelola dan dikirimkan oleh mikrokontroler ke *database* lalu ditampilkan ke aplikasi.

Pengujian sensor limit switch

Pengujian sensor *limit switch* bertujuan untuk mengetahui apakah sensor dapat berfungsi dengan baik. Metode pengujian yang digunakan adalah metode *serial number*. Metode tersebut dilakukan dengan cara menyambungkan perangkat keras dengan aplikasi Arduino IDE menggunakan kabel USB ke laptop. Kemudian, sensor *limit switch* akan diaktifkan dan dilihat aktivitasnya di serial monitor Arduino IDE. Hasil pengujian sensor dapat yaitu pada serial monitor Arduino IDE menunjukkan tampilan kosong yang tidak ada data apa pun ketika aktivitas sensor *limit switch* dalam keadaan *off*. Berbeda dengan serial monitor Arduino IDE yang menampilkan data ketika sensor dalam keadaan *on*. Maka dapat disimpulkan dari hasil pengujian dan analisa sensor tersebut berfungsi dengan baik dan dapat digunakan sebagai *input* perintah mikrokontroler.

Pengujian modul GPS

Pengujian modul GPS bertujuan untuk mengetahui apakah GPS dapat menerima koordinat lokasi secara *realtime* dan tepat. Metode pengujian GPS ini dilakukan dengan bantuan *software* Arduino IDE yang akan menampilkan data dari modul GPS berupa koordinat

latitude dan *longitude* ketika sensor aktif. Metode tersebut yang dilakukan dengan cara menyambungkan perangkat keras dengan aplikasi Arduino IDE menggunakan kabel USB ke laptop.

Pengujian dilakukan dengan cara mengaktifkan sensor di tempat acak yang akan mengaktifkan GPS. Selanjutnya GPS akan menerima lokasi koordinat dan akan menampilkan di monitor Arduino IDE kemudian dicocokkan dengan titik koordinat yang ditunjukkan *Google Maps* di tempat yang sama. Maka dapat dihasilkan data pengujian pada Tabel 1, sebagai berikut:

Table 1. Data titik koordinat

No	Nama lokasi	<i>Google Maps</i>		GPS Alat	
		<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>
1	PTDI- STTD	-6.294072	107.069111	-6.293694	107.068168
2	Grand Wisata	-6.278877	107.047988	-6.280372	107.046935
3	Pasar Tambun	-6.260493	107.056441	-6.260320	107.054602
4	Terminal Bekasi	-6.248986	107.013422	-6.249375	107.015651
5	Taman Komsen Jatiasih	-6.294506	106.959656	-6.296689	106.958704

Pengujian aplikasi

Tujuan dari pengujian perangkat lunak berupa aplikasi android ini agar dapat mengetahui kinerja aplikasi dalam menampilkan data dari *database* dan dapat menerima notifikasi dengan baik. Metode yang dilakukan secara RnD dengan mengirimkan *fake notification* dari perangkat keras. Notifikasi aplikasi terdapat tampilan notifikasi pada aplikasi android dengan waktu tunggu terkirim 4 detik. Sehingga, aplikasi tersebut dapat berfungsi dengan baik dan dapat melakukan pelaporan secara *realtime*. Kemudian, aplikasi tersebut juga dilakukan pengujian untuk membuka koordinat yang dikirim melalui jendela *Google Maps* untuk petunjuk lokasi (Pratama *et al.*, 2022).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sistem pelaporan kecelakaan bus memiliki rancang bagian berupa dua bagian utama, yaitu bagian perangkat keras (*hardware*) dan bagian perangkat lunak (*software*). Perangkat keras pada sistem pelaporan kecelakaan bus terdiri dari sistem sensor berupa *endstop limit switch* yang terintegrasi dengan airbag, sistem penentu lokasi berupa GPS, dan modul GSM yang terhubung dengan mikrokontroler. Kemudian, perangkat lunaknya merupakan aplikasi berbasis android yang memiliki fitur daftar kejadian kecelakaan dan fitur tindakan. Perangkat keras dan perangkat lunak pada sistem pelaporan kecelakaan bus terhubung dengan menggunakan sistem *Internet of Things* (IoT).
- b. Cara kerja sistem pelaporan kecelakaan bus yaitu ketika *airbag* mengembang akibat kecelakaan, sensor pada perangkat keras akan aktif dan memberikan tanda pada

mikrokontroler untuk mengirimkan data lokasi dan waktu kecelakaan ke *database* kemudian akan di tampilkan di aplikasi android secara *realtime*.

- c. Pengujian pada sistem pelaporan kecelakaan bus dilakukan pada pengujian sensor dengan Arduino IDE yang menunjukkan sensor berfungsi dengan baik, pengujian modul GPS yang menunjukkan selisih *latitude* dan *longitude* pada Google Maps dan alat GPS tidak terlalu signifikan, dan pengujian aplikasi yang menunjukkan notifikasi dapat muncul secara *realtime*.

Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan menerapkan pada kendaraan bus yang sebenarnya dan dilakukan pengujian tabrakan. Hal tersebut sangat berfungsi untuk validasi sistem alat dalam penerapan di kondisi yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Kemendagri (2019) BPPI Tahun Depan Mulai Riset Daur Ulang Baterai Lithium, Badan Litbang Kemendagri.
<https://litbang.kemendagri.go.id/website/bppi-tahun-depan-mulai-risetdaur-ulang-baterai-lithium/> (Diakses: 6 Mei 2023).
- BPS (2021) Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas Menurut Jenis Kendaraan Bermotor di Provinsi DKI Jakarta 2021, Jakarta.bps.go.id. Jakarta. Tersedia pada: <https://jakarta.bps.go.id/indicator/34/593/1/jumlah-korbankecelakaan-lalu-lintas-menurut-jenis-kendaraan-bermotor-di-provinsidki-jakarta.html>.
- Dewi, N. H. L., Rohmah, M. F. dan Zahara, S. (2018) "Prototype smart home dengan modul nodemcu esp8266 berbasis internet of things (iot)," Jurnal Teknik Informatika, hal. 1–9. doi: <https://doi.org/10.56127/juit.v1i2.169>.
- Efendi, Y. (2018) "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, 4(1), hal. 21–27. doi: [10.35329/jiik.v4i2.41](https://doi.org/10.35329/jiik.v4i2.41).
- Fadhilah, N., Harahap, W. A. dan Lestari, Y. (2015) "Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Waktu Tanggap pada Pelayanan Kasus Kecelakaan Lalu Lintas di Instalasi Gawat Darurat Rumah Sakit Umum Pusat Dr. M. Djamil Padang Tahun 2013," Jurnal Kesehatan Andalas, 4(1), hal. 195–201. doi: [10.25077/jka.v4i1.221](https://doi.org/10.25077/jka.v4i1.221).
- Faisal, A. N. (2022) Sistem deteksi dan pengiriman informasi kecelakaan kendaraan bermotor roda dua. Tersedia pada: <http://repository.unhas.ac.id:443/id/eprint/23316>.
- Genadiarto, A. S., Noertjahyana, A. dan Kabzar, V. (2017) "Introduction of Internet of Thing Technology Based on Prototype," Jurnal Informatika, 14(1), hal. 47–52. doi: [10.9744/informatika.14.1.47-52](https://doi.org/10.9744/informatika.14.1.47-52).
- Hamdan, H. (2018) "Industri 4.0: Pengaruh Revolusi Industri Pada Kewirausahaan Demi Kemandirian Ekonomi," Jurnal Nusantara Aplikasi Manajemen Bisnis, 3(2), hal. 1–8. doi: [10.29407/nusamba.v3i2.12142](https://doi.org/10.29407/nusamba.v3i2.12142).

- Herawati (2014) “Karakteristik Dan Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Di Indonesia Tahun 2012,” *Warta Penelitian Perhubungan*, 26(3), hal. 133– 142. doi: 10.25104/warlit.v26i3.875.
- Kementrian PPN / Bappenas (2022) Sosialisasi Peraturan Presiden No. 1 Tahun 2022 tentang Rencana Umum Nasional Keselamatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (RUNK LLAJ). Jakarta.
- Kompas (2022) Korlantas Polri Catat 94.617 Kecelakaan pada Januari-September 2022, Kompas. Jakarta. Tersedia pada:
<https://nasional.kompas.com/read/2022/11/20/15200561/korlantas-polricatat-94617-kecelakaan-pada-januari-september-2022> (Diakses: 25 Maret 2023).
- Kumar, S., Tiwari, P. dan Zymbler, M. (2019) “Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review,” *Journal of Big Data*, 6(1), hal. 1–21. doi: 10.1186/s40537-019-0268-2.
- Perdana, F. A. (2020) “Baterai lithium,” *Jurnal pendidika IPA*, 9(2), hal. 103–109. doi: 10.20961/inkuiri.v9i2.50082.
- Pratama, R. I. et al. (2022) “Implementasi internet of things (iot) web server smarthome,” *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, 05(02), hal. 59–64. doi: <https://doi.org/10.32502/digital.v5i2.4370>.
- Puryadi, Bambang, S. dan Turdjai (2009) “Penerapan Metode Eksperimen Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Dan Prestasi Belajar Siswa,” *DIADIK : Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, ISSN 2089-483X, 7(2), hal. 132–140.
- Ramadhan, B. (2019) “Implementasi Internet of Things dalam Sistem Pelacakan Bus,” *UIB Repository*.
- Saleh, M. dan Haryanti, M. (2017) “Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana ISSN : 2086 - 9479,” *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 8(2), hal. 87–94. doi: 10.22441/jte.
- Saputra, A. D. (2017) “Studi Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas Jalan di Indonesia Berdasarkan Data KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi) Dari Tahun 2007-2016,” *Warta Penelitian Perhubungan*, 29(2), hal. 179– 190. doi: <http://dx.doi.org/10.25104/warlit.v29i2.557>.
- Suryana, T. (2021) “Antarmuka ublox NEO-6M GPS Module dengan NodeMCU ESP8266,” *Jurnal Komputa Unikom*. Tersedia pada: <http://repository.unikom.ac.id/id/eprint/68725>.
- Winardi, A. D. (2022) Kecelakaan Bus di Indonesia: Dalam Dua Tahun Terakhir Sudah Menelan 119 Korban Jiwa, *VOI*. Jakarta. Tersedia pada: <https://voi.id/bernas/132320/kecelakaan-bus-di-indonesia-dalam-duatahun-terakhir-sudah-menelan-119-korban-jiwias> (Diakses: 25 Maret 2023).
- Yuniati, Y., Ulvan, M. dan Azzahra, M. (2016) “Implementasi Modul Global Positioning System (GPS) Pada Sistem Tracking Bus Rapid Transit (BRT) Lampung,” *Jurnal Sains, Teknologi, dan Industri*, 14(2), hal. 150–156. doi: <http://dx.doi.org/10.24014/sitekin.v14i2.4059>.