

LAPORAN TUGAS AKHIR 2

Monitoring dan Reporting Karakter Berkendara Pengemudi



Penyusun:

Ahmad Fadhlurrahman Sumaryono (20524140)

Rio Naufal Yudhistira (20524011)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

HALAMAN PENGESAHAN

<Monitoring dan Reporting Karakter Berkendara Pengemudi>

Penyusun:

Ahmad Fadhlurrahman Sumaryono (20524140)

Rio Naufal Yudhistira (20524011)

Yogyakarta, 9 Juli 2024

Dosen Pembimbing 1



Tito Yuwono, S.T., M.Sc., Ph.D.

005240102

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Monitoring dan Reporting Karakter Berkendara Pengemudi

Disusun oleh:

Rio Naufal Yudhistira

20524011

Ahmad Fadhlurrahman Sumaryono

20524140

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 16 Juli 2024

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Tito Yuwono, S.T., M.Sc., Ph.D.

Anggota Penguji 1

: Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng.

Anggota Penguji 2

: PM. Ir. Dr. Nasrul Humaimi Bin Mahmood



Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 05-Agustus-2024

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.

035240102

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 05-Agustus-2024



Rio Naufal Yudhistira (20524011)



Ahmad Fadhlurrahman Sumaryono (20524140)

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	v
RINGKASAN.....	viii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan.....	6
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM.....	7
2.1 Studi Literatur dan Observasi.....	7
2.2 Dasar Teori.....	16
2.2.1 <i>Global Positioning System (GPS)</i>	16
2.2.2 Kecepatan.....	16
2.2.3 <i>Telematics</i>	17
2.2.4 <i>Accelerometer</i>	17
2.2.5 Karakteristik Berkendara.....	17
2.2.6 Pembelajaran Mesin.....	17
2.3 Analisis <i>Stakeholder</i>	18
2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem.....	19
2.4.1 Aspek Ekonomi.....	19
2.4.2 Aspek Budaya.....	19
2.4.3 Aspek Keamanan.....	19
2.4.4 Aspek Akurasi dan Presisi.....	20
2.5 Spesifikasi Sistem.....	20
BAB 3. USULAN SOLUSI.....	21
3.1 Usulan Solusi 1.....	23
3.1.1 Desain Sistem 1.....	24
3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1.....	27
3.1.3 Analisis Risiko Desain 1.....	27
3.1.4 Pengukuran Performa.....	28

3.2	Usulan Solusi 2.....	29
3.2.1	Desain Sistem 2.....	29
3.2.2	Rencana Anggaran Desain 2.....	31
3.2.3	Analisis Risiko Desain.....	31
3.2.4	Pengukuran Performa.....	32
3.3	Usulan Solusi 3.....	32
3.3.1	Desain Sistem 3.....	32
3.3.2	Analisis Risiko Desain.....	33
3.3.3	Pengukuran Performa.....	33
3.4	Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik.....	34
3.5	Gantt <i>Chart</i>	35
3.6	Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1.....	37
BAB 4.	HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN.....	43
4.1	Hasil Rancangan Sistem.....	43
4.1.1	Rangkaian Elektronik.....	43
4.1.2	<i>Interface</i>	44
4.1.3	Modelling Dengan Algoritma <i>Decision Tree</i>	45
4.1.4	Hasil Akhir Perancangan Sistem.....	46
4.2	Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan.....	46
BAB 5.	HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS.....	49
5.1	Analisis Hasil.....	49
5.1.1	Hasil dan Analisis Pengujian Indikator.....	49
5.1.2	Pemenuhan Spesifikasi Sistem.....	55
5.1.3	Pengalaman Pengguna.....	57
5.1.4	Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya.....	58
5.2	Dampak Implementasi Sistem.....	63
5.2.1	Teknologi.....	63
5.2.2	Sosial.....	63
5.2.2	Keamanan.....	64
BAB 6.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
6.1	Kesimpulan.....	65

6.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....		67
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....		70

RINGKASAN

Transportasi memainkan peran krusial dalam kehidupan sehari-hari, dengan dampak yang signifikan pada mobilitas dan keselamatan masyarakat. Di Indonesia, angka kecelakaan yang tinggi menjadi masalah serius. Oleh karena itu, pemantauan dan analisis terhadap gaya berkendara pengemudi menjadi solusi penting untuk mengurangi angka kecelakaan tersebut.

Dalam mengatasi masalah ini, penulis ingin membuat sebuah sistem yang dapat melakukan *monitoring* dan *reporting* karakter berkendara pengemudi secara *real-time*. Sistem ini menggunakan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk melakukan prediksi karakter berkendara. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat mengurangi angka kecelakaan yang terjadi dengan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang gaya berkendara pengemudi.

Alat yang dibuat oleh penulis memiliki ukuran 158x90x65 mm yang dapat dipasang di berbagai bagian mobil. Dengan menggunakan *AI* dan data dari sensor gyro dan *accelerometer*, sistem ini dapat memprediksi karakter berkendara seseorang berdasarkan gaya berkendara mereka. Selain itu, sistem ini dapat dipantau melalui aplikasi yang tersedia. Dengan aplikasi tersebut, pengguna dapat melihat karakter berkendara mereka sendiri, lokasi kendaraan, dan kecepatan saat ini.

Sistem ini menggunakan *AI* untuk menentukan karakter berkendara pengemudi. Metode yang digunakan adalah *decision tree* klasifikasi dengan tingkat akurasi sebesar 87%. Selain itu, lama pengiriman data sistem sekitar antara 4-7 detik, akurasi sensor GPS dalam menentukan posisi kendaraan juga jika dibanding dengan posisi *Google Maps* hanya kurang dari 2 meter dari posisi asli. Sistem juga memerlukan data sebanyak 57 MB hingga 100 MB per bulan agar dapat digunakan. Namun, perlu diingat bahwa nilai kecepatan yang dihasilkan masih memiliki tingkat kesalahan sebesar 31,6% karena menggunakan nilai kecepatan dari GPS. Sistem ini memiliki dua mode, yaitu mode normal dan siaga. Pada mode normal, sistem dapat bertahan selama 3 hari sebelum perlu diisi ulang, sedangkan pada mode siaga, sistem dapat bertahan selama 4 hari. Meskipun ukuran alat tidak sesuai dengan keinginan penulis, sistem dan kinerja alat sudah sesuai dengan apa yang ingin dicapai.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Transportasi adalah aspek penting dalam kehidupan sehari-hari yang memengaruhi mobilitas dan keselamatan masyarakat. Di era saat ini, dengan peningkatan kendaraan di jalan raya[1], keselamatan menjadi faktor penting dalam berkendara. Tingkat kecelakaan di Indonesia termasuk tinggi hingga mencapai angka 94.617 kasus pada tahun 2022 pada periode Januari-September[2]. Untuk mengurangi angka tersebut dapat dilakukan pemantauan dan analisis karakter berkendara pengemudi. Resiko keparahan kecelakaan akan meningkat seiring dengan naiknya laju kecepatan kendaraan[3]. Faktor kecelakaan menjadi resiko bagi semua pengguna jalan sehingga perlu monitoring untuk pengendara kendaraan bermotor.

Beberapa pihak yang memiliki kepentingan (*stakeholder*) dalam hal ini termasuk pemilik rental kendaraan yang menginginkan inovasi dalam pemantauan kendaraan yang mereka sewa dan pemilik perusahaan logistik yang dapat membantu pemantauan kinerja pekerja dalam melaksanakan tugasnya. Berkendara dengan gaya liar dan tidak mematuhi peraturan lalu lintas merupakan kekhawatiran bagi pemilik rental kendaraan dalam menyewakan kendaraan mereka dan pemilik perusahaan logistik dalam kinerja pekerjanya. Pengguna jalan memiliki kepentingan untuk menjaga ketertiban selama berkendara di jalan dan polisi untuk menegakkan hukum untuk pengendara yang melanggar aturan lalu lintas demi keamanan semua pengguna jalan. Hasil wawancara yang lengkap dari setiap *stakeholder* dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Pemantauan lokasi menjadi aspek krusial karena berpengaruh langsung terhadap perubahan nilai kecepatan maksimal di setiap jenis jalan. Setiap jalan memiliki batas kecepatan yang berbeda, seperti pada jalan tol dengan batas kecepatan maksimal sekitar 100 km/jam, sementara jalan raya di kota memiliki batas kecepatan maksimal sekitar 50 km/jam [4]. Oleh karena itu, pemantauan lokasi kendaraan menjadi penting untuk memastikan kepatuhan pengemudi terhadap aturan dan batas kecepatan yang telah ditetapkan. *Stakeholder*, termasuk pemilik rental kendaraan, pemilik perusahaan logistik, pengguna jalan, dan polisi lalu lintas dapat menggunakan informasi lokasi ini untuk menjaga keselamatan dan keteraturan lalu lintas sesuai dengan karakteristik masing-masing jalan. Dengan memahami pengaruh pemantauan lokasi terhadap perubahan nilai kecepatan maksimal jalan, dapat dikembangkan solusi yang lebih efektif dalam meningkatkan keselamatan dan kepatuhan berlalu lintas.

Adapun kekhawatiran lainnya bagi *stakeholder* untuk mengetahui lokasi kendaraan mereka. Lokasi kendaraan ini penting untuk dimonitor karena kendaraan tersebut dapat digunakan untuk kejahatan[5] atau dicuri[6] sehingga perlu monitoring lokasi berkendara. Dengan adanya kemampuan untuk memantau lokasi kendaraan secara real-time, *stakeholder* dapat merasa lebih aman dan dapat mengambil tindakan preventif atau responsif segera jika terdeteksi adanya potensi ancaman atau kejadian yang mencurigakan.

Penggunaan monitoring di lapangan saat ini umumnya memberikan solusi yang praktis dan efektif dalam pemantauan kendaraan. Dengan bentuk fisik yang kecil dan dapat dipasang dengan mudah, alat-alat tersebut memungkinkan pemilik kendaraan untuk melacak lokasi secara *real-time*, menerima notifikasi jika kendaraan keluar dari wilayah tertentu, dan menyimpan riwayat perjalanan. Meskipun memiliki kelebihan dalam pemantauan umum, terdapat beberapa kekurangan, seperti keterbatasan dalam analisis gaya mengemudi yang mendalam.

Berdasarkan latar belakang yang telah diidentifikasi, solusi dari masalah tersebut adalah dengan menambahkan kecerdasan buatan (AI) pada alat pemantauan, terutama dalam pemantauan lokasi dan monitoring kecepatan. Dengan pemahaman terhadap kompleksitas lalu lintas dan tingkat kecelakaan yang tinggi, integrasi AI diharapkan mampu memberikan analisis perilaku mengemudi yang lebih canggih dan meningkatkan akurasi pemantauan lokasi.

Tabel 1.1 Hasil survei antara pengembang dan pengguna

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Pengguna Jalan	
Seberapa sering anda menemukan pengemudi yang ugal-ugalan di jalan?	Lumayan sering. Terutama di di daerah pedesaan dan jalan besar
Lebih sering ketemu pengemudi ugal-ugalan yang mana ? pengguna sepeda motor, mobil, truk atau bis?	Motor untuk kota dan bis di jalan antar kota
Apakah anda pernah melaporkan truk/bis yang ugal-ugalan yang pada umumnya ditulis di belakang truk barang?	Tidak pernah, malas buat melaporkannya

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Menurut Anda, perlukah supir truk/bis tersebut dipantau oleh atasan mereka sehingga mereka lebih berhati-hati dalam berkendara?	Perlu dipantau sehingga mereka dapat lebih tertib.
Jika supir truk/bis tersebut dipantau oleh atasan mereka apakah anda akan merasa lebih aman?	Iya
Supir	
Seberapa sering anda berada di jalan dalam waktu sehari?	9 Jam
Apakah anda merasa nyaman saat anda berkendara di monitor oleh atasan anda ?	Kurang nyaman, merasa terbatas dalam melakukan pekerjaan. Kesalahan sedikit langsung dapat peringatan
Menurut anda, sebatas apa atasan boleh memantau berkendara anda?	Tingkah laku supir dan kejujuran supir
Menurut anda, jika atasan anda memantau anda berkendara apakah itu merupakan hal yang baik atau buruk?	Merupakan hal baik bagi semua pihak
Polisi Lalu Lintas	
Seberapa sering anda menemukan pengemudi yang melanggar lalu lintas di jalan?	Sering sekali lebih banyak pengguna kendaraan roda 2 daripada kendaraan roda 4.
Jenis pelanggaran lalu apa yang sering ditemukan ?	Kurang atribut dalam berkendara seperti tidak menggunakan helm, kaca spion yang tidak ada, dan tidak menggunakan sabuk pengaman bagi pengendara mobil. Menerobos lampu merah dan berkendara melebihi kecepatan maksimal.
Apa saja karakter berkendara yang penting untuk di monitor?	Kecepatan dan posisi itu merupakan faktor yang penting untuk dimonitoring. Selain itu, cara berbelok dan kebiasaan dari pengendara juga

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
	penting untuk di monitor.
Seberapa efektif metode pelaporan dengan no telp di belakang kendaraan?	Biasanya mobil dengan no telp di belakangnya itu lebih tertib dalam berkendara dari pada kendaraan yang tidak ada. Untuk pelaporan sendiri biasanya jarang terjadi akan tetapi, jika ada terjadi laporan biasanya pemilik dari mobil akan cepat dalam mengambil tindakan ke pengemudi.
Apakah penting memonitoring karakter berkendara?	Sangat penting. Jika ada yang bisa memonitoring karakter berkendara maka dapat membantu orang tua dalam pemantaun anaknya.
Pemilik Rental Kendaraan	
Bagaimana cara anda memantau kendaraan anda yang sedang di rentalkan?	Ada, pakai GPS dan transport order
Jika ada alat yang dapat digunakan untuk memantau kendaraan anda indikator seperti apa saja yang harus dimiliki alat tersebut?	Cukup GPS untuk saat ini dan menunggu inovasi dari pasar
Apa saja yang ingin di pantau untuk kendaraan yang disewakan?	Tidak ada ide dan menunggu ada inovasi baru dipasaran
Seberapa lama pada umumnya kendaraan anda dirental ?	Dalam kota 2-3 hari.
Jika ada alat yang dapat digunakan untuk memantau mobil anda berapa range harga yang mau anda keluarkan untuk membeli alat tersebut?	Range harga bisa sampai 1 jutaan.

Berdasarkan survei, terdapat kebutuhan utama terkait pemantauan dan pengawasan berkendara. Pengguna jalan sering menghadapi pengemudi ugal-ugalan, terutama pengendara sepeda motor di kota dan bus di jalan antar kota, menunjukkan perlunya pengawasan lebih ketat. Meski malas melapor, pengguna jalan setuju bahwa pemantauan oleh atasan dapat meningkatkan

keselamatan. Supir merasa kurang nyaman diawasi terus-menerus, namun pemantauan perilaku dan kejujuran mereka dinilai baik. Polisi lalu lintas sering menemukan pelanggaran, terutama oleh pengendara roda dua, dan menekankan pentingnya pemantauan kecepatan, posisi, dan cara berbelok. Pemilik rental kendaraan menggunakan GPS dan terbuka terhadap inovasi baru, bersedia mengeluarkan hingga 1 juta rupiah untuk alat pemantau yang efisien. Secara keseluruhan, kebutuhan utama meliputi pengawasan perilaku berkendara, peningkatan kenyamanan dan keamanan melalui pemantauan yang tidak mengganggu, serta adopsi teknologi pemantauan yang lebih efektif.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mendesain sistem monitoring dan *reporting* karakter berkendara pengemudi ?
2. Bagaimana membangun sistem monitoring dan *reporting* karakter berkendara pengemudi ?
3. Bagaimana cara pengujian sistem monitoring dan *reporting* karakter berkendara pengemudi ?

1.3 Tujuan

1. Mendesain sistem yang dapat digunakan untuk memonitoring dan *reporting* karakter berkendara pengemudi.
2. Membangun sistem yang dapat digunakan untuk memonitoring dan *reporting* karakter berkendara pengemudi.
3. Menguji sistem yang dapat digunakan untuk memonitoring dan *reporting* karakter berkendara pengemudi.

1.4 Batasan Masalah

1. Indikator yang dimonitoring adalah lokasi, rute perjalanan, pelanggaran lalu lintas, kecepatan kendaraan, dan tipe berkendara pengemudi.
2. Pelanggaran lalu lintas yang di monitoring adalah pelanggaran kecepatan kendaraan melebihi batas.
3. Alat yang dibuat hanya dapat digunakan untuk mobil.
4. Piranti untuk monitoring karakter berkendara adalah *Progressive Web Apps* (PWA).
5. Bentuk alat tidak menyebabkan goresan pada bagian interior mobil.
6. Alat yang dibuat tidak mengganggu fungsi kerja mobil.
7. Uji coba alat dilakukan pada jalan raya dengan mengikuti aturan lalu lintas yang berlaku.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

1. Pengiriman data menggunakan jaringan nirkabel.
2. Sensor yang digunakan adalah *accelerometer* dan GPS.
3. Akurasi sensor percepatan mengikuti standar SNI.
4. Alat dapat digunakan sampai 2 minggu dalam mode siaga.
5. Ukuran alat kurang dari 20x20x20 cm.
6. Total harga pengadaan komponen tidak lebih dari Rp. 1.500.000,00.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Penelitian yang dilakukan oleh L. D. Yunita, E. Utami, and A. Yaqin adalah pengolahan data sensor gerak pada ponsel pintar untuk mengklasifikasi karakter pengemudi[7]. Sensor yang digunakan untuk pengambilan data pada penelitian ini adalah *accelerometer* dan *gyroscope* yang terdapat pada ponsel pintar[7]. Usulan solusi penelitian ini menggunakan data sensor *accelerometer*, *gyroscope*, kecepatan, waktu, dan jarak untuk menentukan karakteristik berkendara[10]. Data tersebut akan digunakan untuk melatih AI dengan algoritma *Support Vector Machine*, *Random Forest*, dan *decision tree*. Pengelompokkan karakter berkendara memiliki akurasi hingga 90%[7].

Penelitian yang dilakukan oleh Campos-Ferreira, Andres E. et. al. adalah penelitian menggunakan sensor yang telah terpasang pada kendaraan dan sensor luar untuk mengestimasi emisi polusi, efisiensi bahan bakar, cara berkendara, dan kesehatan pengemudi[8]. Penelitian dilakukan dengan satu kendaraan dengan pengendara yang berbeda. Data diambil dari ponsel pintar, jam tangan pintar, dan sensor yang terdapat pada mobil untuk estimasi sistem monitoring. Hasil dari penelitian menunjukkan akurasi index untuk emisi polusi 89%, konsumsi bahan bakar 84%, dan karakter berkendara 89%[8].

Penelitian yang dilakukan oleh Mase, Jimiama Mafeni et. al. adalah penelitian untuk mengurangi ketidakpastian data dari sensor dan konteks situasi berkendara menggunakan sistem *Fuzzy Logic* pada kendaraan pembawa barang berat[9]. Data yang digunakan didapatkan dari telematik kendaraan untuk mengkategorikan pengemudi dengan rating dari 0-100(*low-risk to high-risk*) [9].

Penelitian yang dilakukan oleh N. Rakesh Reddy and S. Subhani menunjukkan bahwa hasil dari penelitian berhasil dalam menampilkan data yang diambil dari GPS ponsel pintar melalui aplikasi, dapat diakses baik oleh admin maupun pengguna[10]. Kelebihannya terletak pada kemudahan penggunaan dan instalasi yang tidak rumit. Usulan solusi dari penelitian ini adalah memanfaatkan GPS pada ponsel pintar untuk mendapatkan data kecepatan, jarak, dan waktu, yang selanjutnya ditampilkan kepada pengguna dan admin melalui sebuah aplikasi[10]. Solusi ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman tentang karakteristik pengendara dan membuka potensi untuk pengembangan fungsionalitas lebih lanjut pada aplikasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Y. Yang, et al. menunjukkan bahwa hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa usulan solusi memberikan data kecepatan bus dalam setiap rute dan memberikan informasi tentang kecepatan di setiap rute tersebut[11]. Kelebihan penelitian ini melibatkan penjelasan yang rinci terkait spesifikasi sistem, cara kerja sistem yang terperinci, dan perhitungan algoritma yang jelas. Meskipun demikian, terdapat beberapa kekurangan dalam penelitian ini, seperti penggunaan algoritma yang sederhana tanpa penerapan pembelajaran mesin atau kecerdasan buatan yang dapat membatasi kemampuan sistem. Selain itu, potensi penyalahgunaan oleh supir yang dapat mematikan alat untuk menghindari pelanggaran kecepatan maksimal juga menjadi kekurangan. Adanya ketidakupdate-an data dalam waktu 3 detik saat pengambilan data juga dapat menyebabkan kehilangan informasi. Oleh karena itu, usulan solusi dari penelitian ini adalah menggantikan pendekatan yang digunakan dengan memanfaatkan GNSS (*Global Navigation Satellite System*) untuk mendapatkan informasi mengenai rute yang ditempuh oleh bus dan kecepatan bus[11]. Solusi ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan ketahanan sistem terhadap potensi penyalahgunaan serta kehilangan data.

Penelitian yang dilakukan oleh S. Ben Brahim, H. Ghazzai, H. Besbes, dan Y. Massoud menunjukkan bahwa pendekatan yang diusulkan menggunakan simulasi dengan memanfaatkan data batas kecepatan maksimal, cuaca, rambu lalu lintas, serta sensor akselerometer dan giroskop dari ponsel pintar[12]. Usulan dari penelitian ini adalah pengklasifikasian karakter berkendara menjadi 4 tipe dengan memanfaatkan kondisi eksternal, dan data dikumpulkan melalui sensor-sensor pada ponsel pintar[12].

Penelitian yang dilakukan oleh K. Yang, C. Al Haddad, G. Yannis, dan C. Antoniou mencakup penyajian framework untuk klasifikasi dan evaluasi tingkat keselamatan perilaku mengemudi secara real-time, menggunakan algoritma pengelompokan dan model klasifikasi[13]. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa interval waktu agregasi yang optimal adalah 1 detik, dan mengidentifikasi algoritma pengelompokan k-means sebagai yang terbaik untuk mengklasifikasikan tingkat keselamatan perilaku mengemudi[13].

Penelitian yang dilakukan oleh D. Zhao, Y. Zhong, Z. Fu, J. Hou, dan M. Zhao memberikan kontribusi signifikan terhadap kemajuan dalam penelitian pengenalan perilaku berkendara[14]. Pada aspek pertama, para peneliti dengan cermat menjelaskan model dan algoritma terkini, menyajikan sumber berharga bagi peneliti lain untuk meningkatkan akurasi

dan kinerja model pengenalan perilaku berkendara. Kedua, mereka memberikan wawasan tentang karakteristik data sensor kendaraan, memberi panduan bagi peneliti dalam merancang sistem pengambilan data multisensor yang efektif. Terakhir, para peneliti mengidentifikasi kesenjangan dalam model pengenalan saat ini, membuka peluang penelitian di masa depan, dan memberikan gambaran menyeluruh tentang arah potensial kemajuan di bidang ini[14].

Penelitian yang dilakukan oleh E. Lattanzi, G. Castellucci, dan V. Freschi menunjukkan bahwa metodologi berbasis sensor fusion yang diperkenalkan berhasil meningkatkan pengenalan perilaku berkendara yang aman dan tidak aman menggunakan teknik pembelajaran mesin[15]. Dengan menambahkan sinyal sensor in-vehicle yang diperoleh melalui antarmuka OBD-II dari bus CAN kendaraan, bersama dengan sinyal giroskopis dan magnetometer, penelitian ini mampu menghasilkan serangkaian fitur deskriptif yang akurat untuk menjelaskan perilaku pengemudi[15]. Usulan solusi dari penelitian ini adalah dengan menggabungkan data sensor in-vehicle dan sensor eksternal yang ditambahkan secara khusus ke kendaraan, tujuannya adalah meningkatkan identifikasi perilaku pengemudi yang tidak aman melalui teknik pembelajaran mesin[15].

Kesembilan penelitian ini telah dilakukan oleh orang lain dalam kurun waktu 3 tahun terakhir. Karakteristik berkendara dikategorikan berdasarkan data yang didapatkan dari berbagai sumber yang berbeda dengan untuk jenis kendaraan yang berbeda. Semua penelitian ini menggunakan variabel kecepatan sebagai variabel utama dalam menentukan karakter berkendara. Ringkasan dari penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.1 Hasil studi literatur solusi sejenis

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Pengolahan Data Sensor Gerak Ponsel untuk Klasifikasi Karakteristik Mengemudi[7]	Solusi yang ditawarkan peneliti adalah monitoring dan <i>reporting</i> karakter berkendara berdasarkan sensor gerak pada ponsel pintar.	Hasil: Sensor pada ponsel pintar yang digunakan adalah giroskop dan akselerometer sebagai label dalam pembelajaran mesin. Terdapat 16 juta baris data yang digunakan untuk melatih mesin dan dari 3 algoritma mesin yang digunakan, RF memiliki tingkat keakuratan

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		yang tinggi Kelebihan: Akurasi pembelajaran mesin diatas 90%, Usulan solusi menggunakan ponsel sehingga solusi ini ekonomis Kekurangan: Tidak mengklasifikasikan tipe berkendara pengemudi, sistem tidak tertanam pada kendaraan, penggunaan giroskop tidak begitu signifikan.
<i>Vehicle and Driver Monitoring System Using On-Board and Remote Sensors</i> [8]	Usulan solusi penelitian ini adalah menggunakan data dari <i>Onboard Diagnostic</i> (OBD), ponsel pintar, dan jam pintar yang berkomunikasi menggunakan bluetooth untuk klasifikasi dan monitoring penggunaan bahan bakar, emisi CO ₂ karakteristik berkendara, dan kesehatan supir menggunakan berbagai macam algoritma.	Hasil: Penelitian monitoring emisi CO₂, konsumsi bahan bakar, kesehatan supir, dan karakteristik pengemudi menggunakan data yang didapatkan dari OBD, ponsel pintar, dan jam pintar yang berkomunikasi dengan bluetooth. Sistem monitoring dapat memprediksi index penggunaan bahan bakar dengan akurasi 84%, emisi polusi dengan akurasi 89%, dan karakteristik pengemudi dengan akurasi 89%. Kelebihan: Pembacaan data yang akurat karena menggunakan banyak sensor, dapat monitoring berbagai macam aspek seperti emisi dan kesehatan pengguna, memiliki akurasi prediksi diatas 83%. Kekurangan: Aplikasi usulan masih bersifat lokal menggunakan komunikasi perangkat dengan bluetooth dan tidak terhubung ke internet. Algoritma pengolahan data yang digunakan masih sederhana. Sensor yang digunakan juga harus dikenakan oleh supir dan tidak hanya dikendaraan saja.

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
<i>Capturing Uncertainty in Heavy Goods Vehicles Driving Behaviour</i> [9]	Usulan solusi adalah Mengevaluasi ketidakakuratan data dari sensor dan hasil AI menggunakan <i>Fuzzy Logic System</i> untuk mengklasifikasikan pengemudi kendaraan berisiko tinggi atau rendah dari skala seratus sampai nol	Hasil: Makalah penelitian ini mengusulkan sistem logika <i>fuzzy</i> berbasis data untuk menangkap ketidakpastian dalam perilaku mengemudi kendaraan barang berat (HGV) dan memberi skor kepada pengemudi berdasarkan tingkat risiko insiden mengemudi mereka. Sistem ini menggunakan data telematika dari HGV untuk mengklasifikasikan pengemudi berdasarkan perilaku mengemudi mereka dan memberikan skor risiko antara 0 dan 100. Kelebihan: Menggunakan data telematik, memiliki bias yang kecil Kekurangan: Tidak ada keterbaruan sistem yang digunakan dan menggunakan algoritma lama.
<i>Monitoring Vehicle Speed using GPS and Categorizing Driver</i> [10]	Usulan solusi penelitian ini adalah menggunakan GPS dari ponsel pintar untuk mendapatkan data kecepatan, jarak, dan waktu dan ditampilkan ke pengguna dan admin melalui sebuah aplikasi	Hasil: Usulan solusi penelitian berhasil menampilkan data yang diambil dari GPS ponsel pintar untuk dapat ditampilkan oleh aplikasi untuk admin dan pengguna. Kelebihan: Penggunaan yang cukup mudah dan tidak susah instalasinya. Kekurangan: Tidak dijelaskan pembagian karakteristik pengendaranya, menggunakan aplikasi dari ponsel pintar sehingga tidak cocok untuk beberapa kondisi, tidak ada keterbaruan dan kegunaan penelitian ini hanya untuk menampilkan data saja.
<i>Driving behavior analysis of</i>	Usulan solusi penelitian ini adalah	Hasil: Usulan solusi ini memberikan data

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
<i>city buses based on real-time GNSS traces and road information</i> [11]	penggunaan GNSS untuk mendapatkan informasi rute yang ditempuh bus dan kecepatan bus.	kecepatan bus dalam masing-masing rute dan memberikan informasi mengenai kecepatan pada rute. Kelebihan: Spesifikasi sistem yang digunakan dijelaskan. Cara kerja sistem jelas dan perhitungan algoritma dijelaskan. Kekurangan: Menggunakan algoritma sederhana dan tidak menggunakan pembelajaran mesin atau kecerdasan buatan. Alat dapat dengan mudah dimatikan oleh supir demi menghindari pelanggaran karena melebihi kecepatan maksimal. Saat pengambilan data, jika tidak terupdate dalam waktu 3 detik maka datanya akan hilang.
<i>A Machine Learning Smartphone-based Sensing for Driver Behavior Classification</i> [12]	Usulan penelitian ini adalah pengklasifikasian karakter berkendara menjadi 4 tipe menggunakan kondisi eksternal dan datanya didapatkan dari sensor ponsel pintar.	Hasil: Usulan penelitian ini menggunakan simulasi. Data yang digunakan adalah batas kecepatan maksimal, cuaca, rambu lalu lintas serta sensor akselerometer dan giroskop dari ponsel pintar. Kelebihan: Menggunakan data eksternal yang dapat mempengaruhi kecepatan pengemudi. Menggunakan algoritma terbaru. Kekurangan: Penelitian menggunakan simulasi sehingga kemungkinan ada ketidaksetaraan antara data dari simulasi dan penerapannya di dunia nyata. Data eksternal yang didapatkan memiliki banyak keterbatasan untuk pengambilan datanya.

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
<i>Classification and Evaluation of Driving Behavior Safety Levels: A Driving Simulation Study</i> [13]	Usulan dari penelitian ini adalah membuat <i>framework</i> untuk mengkategorikan karakter berkendara.	Hasil: Makalah ini menyajikan <i>framework</i> untuk klasifikasi dan evaluasi tingkat keselamatan perilaku mengemudi secara real-time menggunakan algoritme pengelompokan dan model klasifikasi. Penelitian ini menentukan interval waktu agregasi yang optimal adalah 1 detik dan mengidentifikasi algoritma pengelompokan k-means sebagai yang terbaik untuk mengklasifikasikan tingkat keselamatan perilaku mengemudi. Kelebihan: Menggunakan teknologi terbaru, menggunakan banyak label dalam menentukan kategori karakter berkendara, memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam prediksi. Kekurangan: Pengambilan data dilakukan dalam waktu yang sangat singkat dan data yang diambil susah untuk didapatkan sehingga tidak mudah untuk diimplementasikan di dunia nyata. Menggunakan simulasi sehingga kemungkinan terdapat perbedaan antara hasil simulasi dan dunia nyata.
<i>A Review for the Driving Behavior Recognition Methods Based on Vehicle Multisensor Information</i> [14]	Penulis membahas penggunaan berbagai sensor pada kendaraan untuk menyediakan informasi yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi perilaku pengemudi.	Hasil: Paper ini memberikan kontribusi signifikan terhadap kemajuan penelitian pengenalan perilaku berkendara dalam tiga dimensi kunci. Pertama, secara cermat menjelaskan model dan algoritma terkini, menjadi sumber berharga bagi para peneliti untuk mengembangkan metode optimal dan meningkatkan akurasi serta kinerja

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		model pengenalan perilaku berkendara. Kedua, memberikan wawasan tentang karakteristik data sensor kendaraan, membimbing para peneliti untuk memahami alasan di balik data sensor dan memfasilitasi desain sistem pengambilan data multisensor yang efektif untuk analisis perilaku berkendara. Terakhir, paper ini mengidentifikasi kesenjangan dalam model pengenalan terkini, membuka jalan bagi peluang penelitian masa depan dan memberikan gambaran menyeluruh tentang arah potensial untuk kemajuan di bidang ini. Kelebihan: Kelebihan yang mencolok dari paper ini adalah pendekatan holistiknya terhadap pengenalan perilaku berkendara. Penyajian rinci mengenai kategori-kategori informasi perilaku berkendara dan analisis tingkat data, fitur, dan keputusan memberikan pemahaman yang komprehensif. Kelebihan lainnya terletak pada pengklasifikasian metode pengenalan perilaku berkendara menjadi tradisional dan deep learning, memfasilitasi pemahaman yang lebih baik mengenai pendekatan mana yang mungkin lebih sesuai dalam konteks tertentu. Kekurangan: Kekurangan dari paper ini terletak pada keterbatasan analisis perbandingan kinerja antara berbagai metode yang dijelaskan. Meskipun paper menyajikan berbagai metode pengenalan

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		perilaku berkendara, kurangnya evaluasi mendalam mengenai keefektifan dan keakuratan masing-masing metode dapat menjadi hambatan.
<i>Improving Machine Learning Identification of Unsafe Driver Behavior by Means of Sensor Fusion</i>[15]	Usulan solusi dari penulis adalah dengan pendekatan "feature-level fusion" yang diusulkan dalam penelitian ini. Dengan menggabungkan data sensor in-vehicle dan sensor eksternal yang ditambahkan secara khusus ke kendaraan, tujuannya adalah meningkatkan identifikasi perilaku pengemudi yang tidak aman melalui teknik pembelajaran mesin.	Hasil: Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metodologi berbasis sensor fusion yang diperkenalkan berhasil meningkatkan pengenalan perilaku berkendara yang aman dan tidak aman menggunakan teknik pembelajaran mesin. Dengan menambahkan sinyal sensor in-vehicle yang diperoleh melalui antarmuka OBD-II dari bus CAN kendaraan, bersama dengan sinyal giroskopis dan magnetometer, penelitian ini mampu menghasilkan serangkaian fitur deskriptif yang akurat untuk menjelaskan perilaku pengemudi. Kelebihan: Kelebihan dari penelitian ini terletak pada peningkatan yang signifikan dalam akurasi klasifikasi menggunakan sensor fusion. Kekurangan: kelemahan dari penelitian ini mungkin termasuk keterbatasan generalisasi hasil karena eksperimen dilakukan oleh satu pengemudi dalam kondisi spesifik. Selain itu, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor tambahan yang dapat memengaruhi perilaku berkendara yang tidak tercakup dalam penelitian ini, seperti kondisi lalu lintas yang ekstrem atau cuaca buruk.

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan pemahaman mengenai cara kerja dari monitoring karakter berkendara. Penelitian-penelitian yang sebelumnya memberikan kelebihan, kekurangan, indikator monitoring, akurasi pengelompokan karakter berkendara, algoritma AI yang digunakan. Hal ini membantu penulis dalam menentukan sensor yang digunakan, indikator yang akan dimonitor, pemilihan cara pengiriman data, dan algoritma pengolahan data dalam sistem monitoring dan *reporting* karakter berkendara. Sensor yang digunakan untuk alat ini adalah *accelerometer* dan GPS. Indikator yang dimonitoring adalah kecepatan, lokasi, karakter berkendara, rute perjalanan, dan pelanggaran lalu lintas yaitu kecepatan melebihi batas jalan yang dilalui. Data akan dikirim ke internet melalui media nirkabel. Algoritma yang digunakan untuk menentukan karakter berkendara adalah tipe keluarga dari *decision tree*. Sistem monitoring dan *reporting* karakter berkendara memilih sensor, indikator, pengiriman data, dan algoritma berdasarkan kelebihan dan kekurangannya yang telah diteliti penelitian sebelumnya dan pemilihan hal-hal tersebut merupakan pilihan yang optimal menurut penulis.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Global Positioning System (GPS)

GPS adalah teknologi yang berfungsi menentukan posisi di permukaan bumi dengan menggunakan sinyal satelit. Sistem ini didukung oleh 24 satelit[16] yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sinyal ini digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan, arah, dan waktu dengan tingkat akurasi yang tinggi[17].

2.2.2 Kecepatan

Kecepatan adalah besaran vektor mengenai jarak yang ditempuh benda dalam satuan waktu. Kecepatan dalam persamaan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$v = \frac{s}{t} \quad 2.1$$

Keterangan :

v = kecepatan (km/h atau m/s)

s = jarak (km atau m)

t = waktu (jam atau detik)

Mengukur kecepatan dilakukan menggunakan data yang didapatkan dari telematik mobil atau dengan sensor tambahan (*accelerometer*).

2.2.3 Telematics

Telematik adalah integrasi teknologi informasi dan komunikasi untuk mengumpulkan, menyimpan, dan mentransmisikan data dari suatu objek atau perangkat ke perangkat lain[18]. Dalam konteks pembelajaran mesin, data yang diambil dari telematik dapat mencakup informasi berkaitan dengan posisi, kecepatan, kondisi kendaraan, dan sebagainya. Data ini dapat digunakan untuk prediksi dan analisis menggunakan algoritma pembelajaran mesin.

2.2.4 Accelerometer

Accelerometer adalah perangkat yang mengukur getaran atau gaya percepatan dari suatu benda. Gaya percepatan tersebut dapat berbentuk statik seperti gaya gravitasi atau dinamis seperti getaran atau pergerakan *accelerometer*[19]. Terdapat berbagai cara kerja dari *accelerometer*, salah satunya adalah menggunakan *piezoelectric*, *piezoelectric accelerometer* mengubah gaya yang dikenakan ke kristal piezoelektrik menjadi sinyal listrik untuk mengukur percepatan. Tipe *accelerometer* ini digunakan untuk mengukur getaran dan *shock*[20]. Adapun juga *accelerometer triaxial* yang dapat mengukur percepatan pada ketiga arah ortogonal x, y, dan z. Terdapat tiga elemen *sensing* pada tipe *accelerometer* ini yang posisinya tegak lurus dengan elemen yang lain. Tipe sensor ini sering digunakan di turbin, getaran bangunan, dan mesin berkecepatan tinggi[20].

2.2.5 Karakteristik Berkendara

Karakteristik berkendara dapat dikategorikan berdasarkan berbagai faktor, seperti kecepatan, keamanan, dan pola berkendara. Pembagian karakteristik ini dapat dilakukan dengan mengumpulkan data terkait perilaku pengemudi dan performa kendaraan. Data ini kemudian dapat digunakan untuk mengkategorisasi karakteristik berkendara dan memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pola penggunaan kendaraan. Pengemudi akan dibagi menjadi tiga kategori yaitu “aman”, “normal”, dan “agresif”.

2.2.6 Pembelajaran Mesin

Machine Learning/Pembelajaran Mesin adalah tipe kecerdasan buatan yang digunakan untuk mempelajari data[21]. Data akan dicari hubungan dan polanya untuk mengkategorikan pengemudi berdasarkan data kecepatan. Algoritma yang akan digunakan adalah *decision tree*,

random forest, dan *XGBoost*. Algoritma yang memiliki akurasi terbaik dalam menentukan tipe karakter berkendara akan diimplementasikan.

2.3 Analisis Stakeholder

1. User/Konsumen

Dalam proyek ini, alat dibuat dengan tujuan untuk digunakan oleh tiga kelompok *stakeholder* utama: orang tua, pemilik rental, dan pemilik travel. Orang tua, sebagai salah satu *stakeholder*, dapat menggunakan alat ini sebagai sarana pemantauan karakter berkendara anak-anak mereka. *Stakeholder* dapat mengakses informasi melalui *Progressive Web Apps* (PWA) yang mencakup indikator-indikator seperti lokasi, kecepatan, karakter berkendara, pelanggaran yang dilakukan. Informasi ini dapat membantu dalam evaluasi risiko dan perawatan kendaraan. Pemilik travel dan rental dapat menggunakan alat ini untuk memantau perilaku berkendara pengemudi, meningkatkan keselamatan, dan efisiensi operasional. Secara keseluruhan, proyek ini memberikan solusi pemantauan dan pelaporan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing *stakeholder*, memberikan informasi yang berharga untuk meningkatkan keselamatan.

2. Polisi

Dalam proyek ini, polisi memiliki peran krusial sebagai penegak hukum dalam penanganan pelanggaran lalu lintas. Alat yang dikembangkan, berbasis PWA dan dilengkapi dengan fitur GPS, dirancang untuk membantu tugas penegakan hukum polisi. Saat terjadi kecelakaan, data yang terkirim ke *cloud* dapat memberikan informasi yang sangat berharga kepada polisi, termasuk lokasi tepat kecelakaan terjadi. Fitur GPS ini menjadi elemen penting yang memungkinkan polisi untuk merespon dengan cepat dan efektif.

Dengan adanya alat ini, polisi dapat menggunakan data yang diterima dari PWA untuk melacak dan mengidentifikasi lokasi kecelakaan secara real-time. Ini memberikan keunggulan signifikan dalam pengiriman bantuan dan penanganan kecelakaan. Sebagai *stakeholder*, polisi memainkan peran sentral dalam membantu korban kecelakaan dan keamanan masyarakat.

3. Pengguna Jalan

Dalam proyek ini, pengguna jalan memiliki peran sebagai *stakeholder* yang akan menjadi fokus utama dalam upaya untuk menurunkan angka kecelakaan. Pengguna jalan, sebagai *stakeholder*, dapat mengharapkan bahwa implementasi alat ini akan menciptakan lingkungan berkendara yang lebih aman dan ramah bagi mereka. Dengan memanfaatkan data terkini dan analisis yang komprehensif, alat ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam menurunkan insiden kecelakaan yang melibatkan pengguna jalan lainnya.

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

2.4.1 Aspek Ekonomi

- Desain sistem mempertimbangkan tidak hanya keefektifan teknisnya, tetapi juga memperhatikan harga komponen yang terpasang. Dengan demikian, upaya diarahkan untuk menciptakan desain sistem yang tidak hanya optimal secara fungsional, tetapi juga terjangkau dalam hal biaya pembuatan. Pendekatan ini memastikan bahwa solusi yang diusulkan tidak hanya efisien secara teknis, tetapi juga memperhitungkan aspek ekonomis untuk mendukung keberlanjutan dan penerapan yang lebih luas.

2.4.2 Aspek Budaya

- Desain sistem juga mempertimbangkan aspek budaya dalam konteks penggunaannya. Sistem harus dirancang sedemikian rupa sehingga mudah dipahami dan digunakan oleh berbagai tingkatan pengguna, termasuk yang tidak memiliki latar belakang teknis yang mendalam. Antarmuka pengguna harus intuitif, navigasi sistem harus logis, dan panduan pengguna yang jelas harus disediakan. Dengan fokus pada aspek usability, sistem dapat meningkatkan adopsi oleh pengguna dan mengurangi potensi kesalahan pengguna yang dapat terjadi akibat kompleksitas atau ketidakjelasan dalam penggunaan sistem.

2.4.3 Aspek Keamanan

- Keamanan menjadi aspek kritis dalam desain sistem. Sistem harus dilengkapi dengan langkah-langkah keamanan yang kuat untuk melindungi data sensitif dan mencegah akses yang tidak sah. Ini mencakup enkripsi data, pengelolaan hak akses, dan deteksi ancaman keamanan. Desain sistem juga harus mempertimbangkan keamanan fisik,

seperti perlindungan perangkat keras dan fasilitas tempat sistem diimplementasikan. Dengan memperhatikan aspek keamanan, sistem dapat mengurangi risiko potensial terhadap kerentanan keamanan dan melindungi integritas informasi.

2.4.4 Aspek Akurasi dan Presisi

- Sistem dirancang dengan tingkat akurasi dan presisi yang tinggi untuk memastikan bahwa pembacaan data dapat terbaca dengan tepat dan segera dalam waktu nyata. Artinya, sistem ini dirancang untuk memberikan hasil yang akurat dan tepat, sehingga informasi yang diberikan kepada pengguna dapat diandalkan dan sesuai dengan situasi yang sedang terjadi tanpa penundaan.

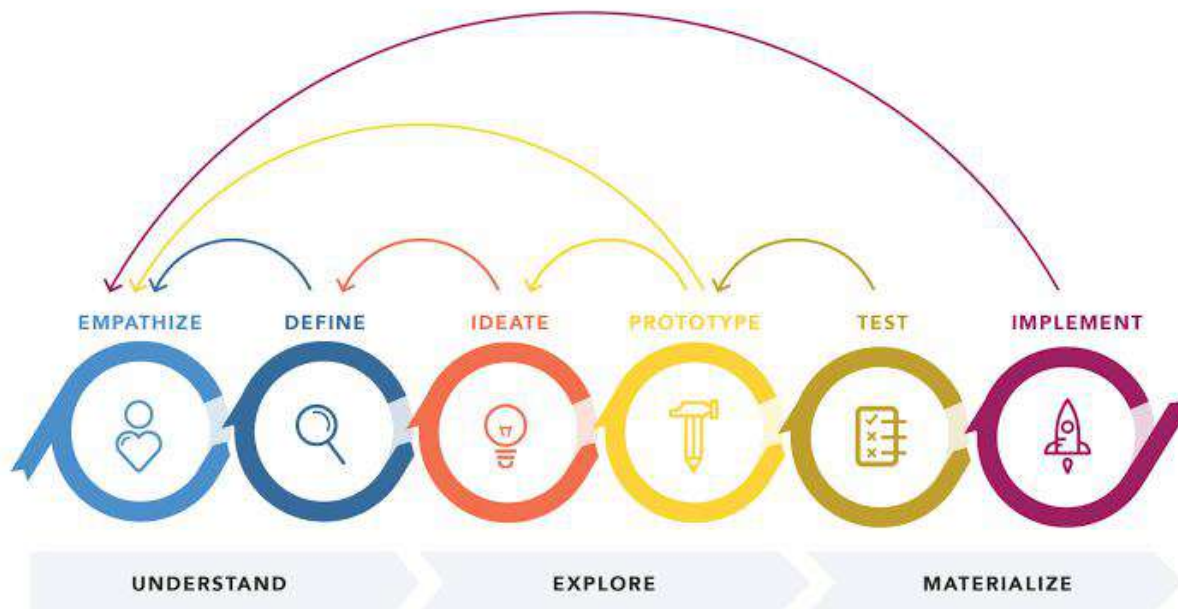
2.5 Spesifikasi Sistem

Tabel 2.2 Penjelasan spesifikasi sistem

Spesifikasi		Keterangan
Mikrokontroler	Mikrokontroler dengan modul transmisi data nirkabel	CPU yang memiliki kemampuan untuk mentransmisi data tanpa kabel
Indikator	LED	LED digunakan untuk memberikan indikator kondisi alat.
	PWA	Selain indikator dari LED, juga terdapat notifikasi dari PWA
Tegangan	5V	Tegangan 5V digunakan untuk mikrokontroler dan indikator
Lainnya	PWA	PWA dapat diakses melalui web, laptop, maupun <i>smartphone</i>
	Portabel	Alat dapat diletakkan dimanapun
	Cloud Server	Data lokasi, peraturan yang dilanggar, dan kecepatan selama satu bulan disimpan di <i>cloud</i>

BAB 3. USULAN SOLUSI

Dalam proses perancangan sistem monitoring dan *reporting* karakter berkendara, maka diperlukan perhatian khusus pada 4 aspek utama. Keempat aspek tersebut antara lain yaitu aspek ekonomi, aspek sosial, aspek lingkungan, dan aspek akurasi dan presisi. Untuk memenuhi keperluan aspek ekonomi, maka alat yang dibuat harus memiliki harga yang terjangkau, sehingga biaya produksi alat bisa menjadi lebih murah. Sedangkan untuk aspek sosial, alat yang dibuat harus mudah. Untuk memenuhi kebutuhan aspek lingkungan, maka alat yang dibuat harus dirancang dengan menggunakan komponen-komponen yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan kerusakan bagi lingkungan sekitar, dan juga alat yang dibuat harus memiliki ketahanan yang cukup baik terkait kondisi lingkungan sekitar bagian interior mobil, sehingga alat yang dibuat tidak cepat rusak dan dapat bekerja secara maksimal. Dalam aspek akurasi dan presisi, nilai pembacaan sensor kecepatan harus memenuhi batasan error yang telah ditetapkan di Indonesia dengan SNI. Dengan itu, berdasarkan aspek-aspek yang perlu diperhatikan tersebut, maka proses perancangan dan pembuatan alat akan dibuat dengan melalui proses *Design Thinking* yang merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Berikut adalah langkah *Design Thinking* yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Design Thinking*

Design Thinking dalam proses pembuatan alat ini dimulai dengan tahap *empathize* yaitu dengan melakukan studi literatur yang bersumber pada jurnal ilmiah, laporan penelitian, buku ataupun catatan lain serta melakukan wawancara terhadap pihak terkait seperti supir dan pemilik rental mobil untuk memahami secara menyeluruh monitoring yang dilakukan pada mobil meliputi didalamnya informasi mengenai kebutuhan dan tantangan-tantangan yang umumnya dihadapi terkait monitoring kendaraan mobil. Pada tahap ini diketahui bahwa pemilik rental mobil pada umumnya sudah melakukan monitoring mobil yang disewakan menggunakan GPS *tracker* dan transport order dalam menjaga dan merawat mobil yang disewakan. Pemilik rental menginginkan sebuah inovasi dalam melakukan monitoring terhadap mobil yang mereka sewakan dengan harga yang terjangkau serta proses penggunaan yang mudah. Dari sisi supir sendiri juga menginginkan monitoring karakter berkendara mereka sehingga mereka dapat memperbaiki kesalahan dan menjadi supir yang lebih baik lagi.

Pada tahap *define*, diperoleh perumusan masalah dan tujuan yang ingin diraih dari alat untuk monitoring kecepatan dan lokasi pada mobil yang dibuat berdasarkan kebutuhan dan tantangan-tantangan dengan melakukan analisis dari informasi sebelumnya yang diperoleh pada tahap *empathize*. Tahap ini menghasilkan sebuah permasalahan utama yaitu fitur yang ada pada monitoring mobil saat ini hanya terbatas pada GPS untuk di Indonesia, dan keinginan untuk sebuah inovasi dalam monitoring kendaraan rental.

Pada tahap *ideate*. Ditemukan sebuah solusi untuk mengatasi permasalahan yang telah dirumuskan pada tahap sebelumnya, yaitu dengan membuat sebuah alat yang dapat monitoring kecepatan dan lokasi suatu mobil yang datanya dapat diolah untuk menentukan rute perjalanan, tipe berkendara, dan pelanggaran lalu lintas yaitu kecepatan melewati batas maksimal. Piranti yang digunakan untuk monitoring adalah PWA sehingga data dapat dilihat melalui web maupun aplikasi. Serta memberikan notifikasi jika salah satu mobil yang disewakan melakukan pelanggaran lalu lintas.

Pada tahap *purwarupa*, dilakukan perancangan alat berdasarkan solusi yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Alat yang dibuat harus dapat diletakkan dimana saja dalam interior mobil sehingga sumber daya terbatas menggunakan baterai. Baterai juga harus dapat diisi ulang menggunakan charger. Alat dilengkapi dengan sensor yang dapat membaca lokasi dan kecepatan mobil. Alat ini juga menggunakan satu buah kontroller untuk mengolah data hasil

pembacaan dari sensor. Dan untuk perangkat lunak, alat ini menggunakan PWA sehingga data hasil monitoring dapat dipantau melalui berbagai perangkat.

Pada tahap *test*, alat yang dibuat akan dilakukan uji coba untuk mengetahui apakah alat yang dibuat telah dapat bekerja dengan baik. Uji coba dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari pembacaan kecepatan dan lokasi berdasarkan komponen yang digunakan telah mengikuti SNI. Dan uji coba juga dilakukan pada fitur pemantauan yang terdapat pada PWA untuk mengetahui apakah terdapat delay pengambilan data, jumlah data yang diterima dalam satuan waktu tertentu, tingkat kesalahan pengiriman data.

Pada tahap implementasi, alat yang dibuat telah dapat bekerja dengan baik dengan tingkat akurasi dan nilai kesalahan yang mengikuti standar SNI serta memiliki aplikasi yang mampu melakukan *monitoring* dan *reporting* karakter berkendara dengan memberikan notifikasi apabila terjadi pelanggaran lalu lintas dan tampilan yang informatif.

3.1 Usulan Solusi 1

Usulan solusi pertama dalam *monitoring* dan *reporting* karakter berkendara pengemudi menggunakan sistem berbasis Arduino sebagai mikrokontroler. Komponen utama melibatkan Arduino sebagai otak pengendali, modul GSM SIM808 untuk mendapatkan lokasi kendaraan dan transmisi data melalui jaringan seluler, dan *accelerometer* untuk pengukuran percepatan kendaraan.

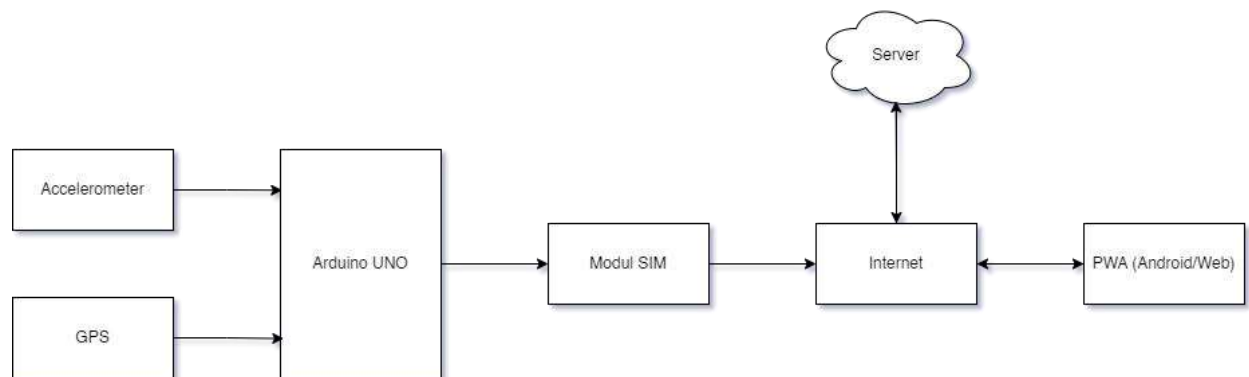
Sistem ini tidak hanya mampu mengukur kecepatan kendaraan dan melacak posisi secara real-time melalui modul GPS, tetapi juga memanfaatkan *accelerometer* untuk mengukur percepatan kendaraan. Informasi ini memberikan wawasan tambahan tentang karakter berkendara. Dengan parameter ini, kecerdasan buatan (AI) dapat diterapkan untuk menganalisis dengan lebih mendalam karakter berkendara pengemudi.

Usulan solusi ini dipilih karena tingkat akurasi yang tinggi, aksesibilitas yang mudah terhadap alat, dan potensi untuk memberikan kemudahan akses dan manfaat bagi pengemudi. Penggunaan teknologi yang terintegrasi dengan baik dan kemampuan analisis yang ditingkatkan melalui AI menjadikan solusi ini sebagai opsi pilihan yang komprehensif dan efektif dalam memonitor dan *reporting* karakter berkendara pengemudi.

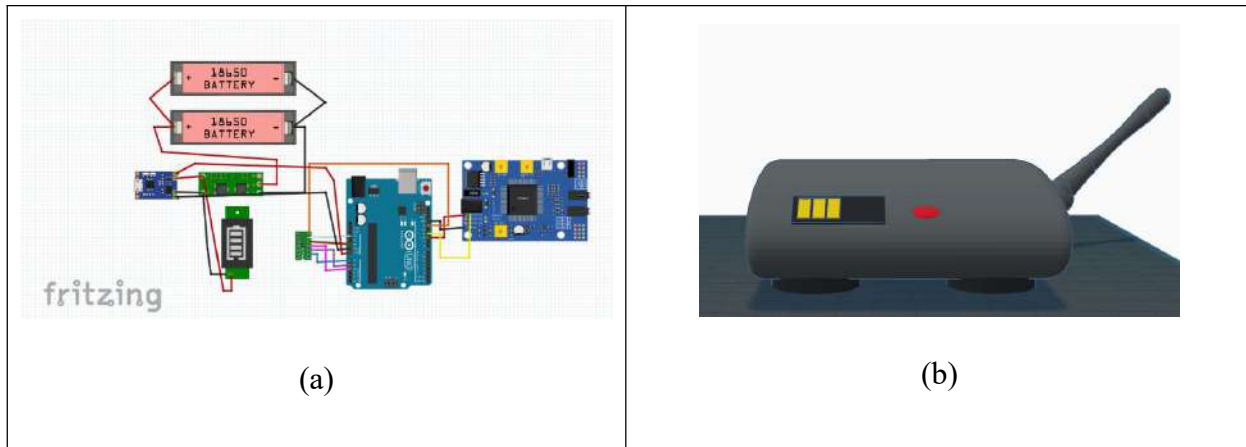
3.1.1 Desain Sistem 1

Desain usulan pertama kami difokuskan pada pemantauan kontinu terhadap kecepatan dan posisi kendaraan, dengan mengintegrasikan beberapa komponen kunci. Arduino, sebagai otak pengendali, berperan sebagai pusat kontrol sistem, memastikan koordinasi yang efisien antara semua elemen. Modul GSM SIM808 memiliki dua fungsi untuk mengirimkan data ke internet melalui jaringan seluler serta mendapat data GPS. *Accelerometer* bertanggung jawab untuk mengukur percepatan kendaraan, memberikan wawasan lebih dalam tentang karakter berkendara. Dengan menyatukan semua elemen ini, desain ini dirancang untuk memberikan solusi terpadu yang efektif dalam monitoring dan *reporting* karakter berkendara pengemudi secara akurat.

Alat ini akan mengambil data dari sensor *accelerometer* dan GPS. Data dari *accelerometer* digunakan untuk mengukur kecepatan mobil. GPS untuk mendapatkan data lokasi dari mobil. Data tersebut akan diproses oleh Arduino untuk menentukan karakter pengemudi dan pelanggaran jika kecepatan melebihi batas kecepatan menyesuaikan lokasi kendaraan. Setelah data diolah di arduino, data dikirim ke *cloud* dan data dapat diambil di PWA. Untuk penjelasan lebih lengkap mengenai cara kerja dari usulan ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan untuk rangkaian dan bentuk alat dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Diagram kerja usulan solusi 1



Gambar 3.3 Ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum. (a) diagram rangkaian alat *monitoring* dan *reporting* karakteristik berkendara, (b) gambar rancangan desain cover alat dalam bentuk 3D.

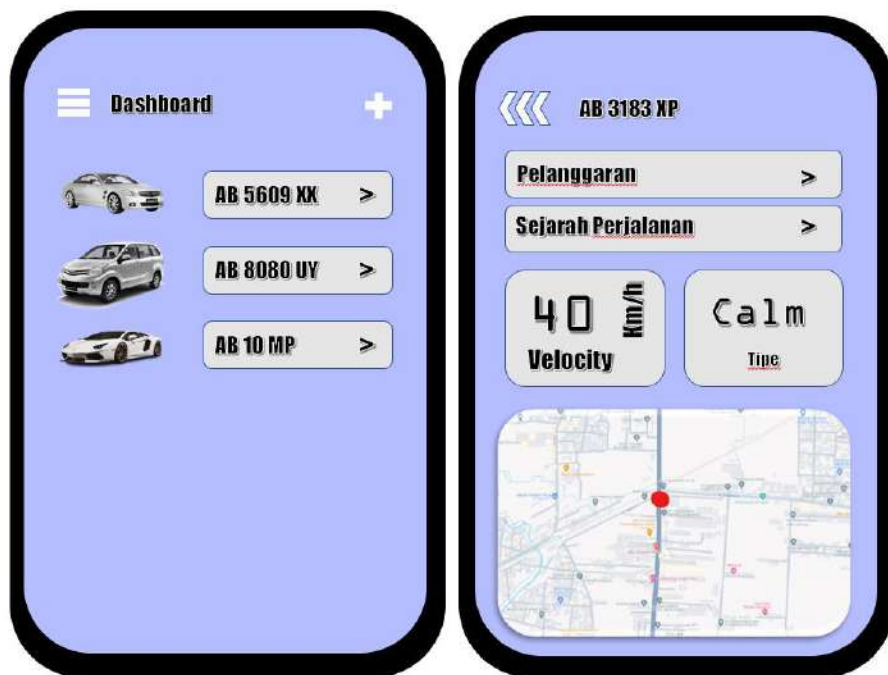
Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.1 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.3 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras

No	Nama Alat	Keterangan
1	Arduino UNO	Mikrokontroler sebagai <i>central processing unit</i> untuk akuisisi dan pengolahan data dari modul GPS dan <i>accelerometer</i> . Arduino memiliki ukuran yang kecil dan harga yang murah sehingga memenuhi kebutuhan sistem dalam ukuran dan aspek ekonomis.
2	Modul GPS NEO	Sensor GPS yang digunakan memenuhi kebutuhan sistem untuk mengakusisi data lokasi dalam waktu yang singkat serta kompatibel dengan arduino.
3	Modul GSM SIM7600	Modul GSM SIM7600 membuat arduino dapat terhubung ke internet menggunakan data seluler 4G sehingga pengiriman data lebih cepat.
4	<i>Accelerometer</i> MMA7361	Sensor <i>accelerometer</i> digunakan untuk mendeteksi percepatan dari mobil yang kemudian akan dikonversikan menjadi kecepatan kendaraan. Modul yang digunakan adalah MMA7361 yang memiliki daya rendah serta 3 axis sehingga pembacaan data lebih akurat,
5	BMS 1S <i>Battery Protection Charging Board</i>	BMS 1S <i>Battery Protection Charging Board</i> digunakan untuk mengontrol dan menjaga keluar masuknya tegangan baterai saat digunakan maupun di isi ulang.

No	Nama Alat	Keterangan
6	TP4056 USB C 1A <i>Lithium Charging Module</i>	TP4056 merupakan module charger yang berfungsi untuk mengisi ulang baterai alat jika sudah habis. Modul ini sudah menggunakan USB C dalam pengisian dayanya.
7	Modul Indikator Kapasitas Baterai	Modul Indikator Kapasitas Baterai merupakan modul yang berguna untuk menampilkan kapasitas baterai sebagai indikator jumlah baterai.
8	Baterai	Baterai yang dapat diisi ulang dan terpisah dengan modul utama. Li-ion yang digunakan memiliki kapasitas 3500 mAh dengan tegangan kerja 3.7V. Baterai dapat bekerja selama lebih dalam waktu 1 minggu dalam keadaan standby dan 8 jam saat bekerja.

Dikarenakan sistem ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini, kami juga melakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan. Aplikasi monitoring dan *reporting* karakter berkendara ini didesain untuk aplikasi PWA dengan spesifikasi semimum mungkin. Hal ini perlu sebagai keperluan untuk monitoring jarak jauh. Desain aplikasi dibuat *compatible* dengan *smartphone* dengan spesifikasi yang rendah, dengan desain tampilan seperti Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Usulan rancangan aplikasi untuk pengguna

3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Tabel 3.4 Rencana anggaran pengembangan sistem Usulan solusi 1

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Modul sensor <i>accelerometer</i> (ADXL303)	Pcs	Rp. 20.000, -	1	Rp. 20.000, -
2	Mikrokontroler Arduino Uno	Pcs	Rp. 75.000, -	1	Rp. 75.000, -
3	Jasa desain dan cetak kotak kemasan	Pcs	Rp. 300.000, -	1	Rp. 300.000, -
4	BMS 1S <i>Battery Protection Charging Board</i>	Pcs	Rp. 5.000, -	1	Rp. 5.000, -
5	TP4056 USB C 1A <i>Lithium Charging Module</i>	Pcs	Rp. 5.000, -	1	Rp. 5.000, -
6	Modul Indikator Kapasitas Baterai	Pcs	Rp. 15.000, -	1	Rp. 15.000, -
7	Baterai 3500 mAh	Pcs	Rp. 37.000, -	2	Rp. 74.000, -
8	Kabel dan peralatan solder	Paket	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
8	Modul seluler dan GPS (SIM808)	Pcs	Rp. 280.000, -	1	Rp. 280.000, -
Total Belanja					Rp. 874.000, -

3.1.3 Analisis Risiko Desain 1

Terdapat beberapa risiko dalam desain ini. Pertama, terkait dengan kualitas komponen yang digunakan. Untuk mengurangi risiko selama pembuatan alat, kami memilih untuk menggunakan standar SNI 0225:2011 dalam pemilihan komponen elektronis.

Selain itu, risiko juga muncul dari bahan pelindung alat. Bahan tersebut harus memiliki kekuatan, ketahanan panas, dan daya tahan yang baik. Sesuai dengan peraturan yang berlaku, pemilihan pelindung alat akan mengikuti standar SNI IEC 60664-1:2011 tentang pemilihan wadah komponen sistem.

Selanjutnya, risiko melibatkan perlindungan komponen elektronis dari alat. Alat ini harus tahan terhadap air dan debu. Untuk mencapai ini, alat harus memenuhi standar IP rating 54, yaitu tahan terhadap air pada kedalaman tertentu dan kedap terhadap debu.

Terakhir, Terdapat resiko pada jumlah pengiriman data dan daya baterai. Data yang akan dikirimkan memiliki ukuran yang besar dan penggunaan modul seluler dan GPS menggunakan daya yang cukup banyak. Data yang dapat dikirim menggunakan jaringan seluler terbatas dari provider jaringan seluler di Indonesia.

3.1.4 Pengukuran Performa

Pengukuran performa pada usulan ini mencakup beberapa aspek, antara lain penggunaan daya baterai dalam kondisi kerja dan *stand-by*, pengiriman data, dan keakuratan sensor. Pengukuran daya baterai melibatkan perhitungan waktu habisnya daya baterai saat dalam kondisi kerja, di mana sensor GPS, seluler, dan *accelerometer* selalu aktif, serta saat dalam kondisi siaga.

Untuk performa pengiriman data, kami akan mengukur kecepatan pengiriman data, jumlah data yang dikirim dan diterima dalam satuan waktu, persentase kegagalan pengiriman data, dan ukuran paket pengiriman data.

Pengukuran keakuratan sensor melibatkan perbandingan jarak antara sensor GPS pada alat dengan GPS pada *smartphone*. Selain itu, untuk mengukur keakuratan perhitungan kecepatan sensor *accelerometer*, kami akan membandingkannya dengan sensor *accelerometer* pada *smartphone* dan speedometer pada mobil.

Selain pengukuran performa tersebut, akan dilakukan pengujian elektromagnetic compatibility (EMC) untuk memastikan bahwa alat tidak menimbulkan gangguan elektromagnetik yang dapat mengganggu perangkat lain. Pengujian ini akan mengikuti standar IEC 61000-4-8 tentang uji ketahanan medan magnet frekuensi daya.

Pada saat pengukuran performa alat ini, pengujian akan dilakukan sesuai dengan standar K3. Sebelum menguji alat pada kendaraan roda 4, kendaraan akan dicek terlebih dahulu untuk memastikan tidak ada kerusakan yang dapat memengaruhi hasil pengujian. Selain itu, akan diterapkan prinsip *safety driving* saat berada di jalan raya.

Namun demikian, untuk pengujian sebagai pengendara berbahaya, uji coba akan dilakukan di lapangan dengan menggunakan atribut keselamatan. Hal ini dilakukan untuk menghindari potensi bahaya dan memastikan keselamatan pengendara lain yang berada di sekitarnya.

3.2 Usulan Solusi 2

Usulan solusi 2 merupakan sebuah sistem untuk memantau dan melaporkan karakteristik berkendara. Perbedaan antara usulan solusi 1 dan 2 tidak terlalu signifikan. Perbedaan utama terletak pada metode pengiriman data dan biaya komponen yang digunakan. Usulan solusi 2 memanfaatkan komponen modul mikrokontroler yang terintegrasi dengan sensor GPS dan LoRa, serta sebuah sensor akselerometer. Dalam usulan ini, mikrokontroler berfungsi ganda, yaitu untuk transmisi data dan pemantauan posisi kendaraan secara real-time. Sensor akselerometer yang digunakan dalam solusi ini berbeda dengan usulan solusi 1. Pada usulan ini, akselerometer dilengkapi dengan fitur gyro untuk mendeteksi kemiringan kendaraan. Aplikasi yang digunakan dalam usulan solusi 2 sama dengan yang ada pada usulan solusi 1.

3.2.1 Desain Sistem 2

Desain sistem kedua yang kami hadirkan menampilkan beberapa perubahan signifikan dibandingkan dengan sistem pertama, terutama dalam penggunaan mikrokontroler. Dalam sistem ini, kami memilih mikrokontroler yang terintegrasi dengan sensor GPS dan komunikasi LoRa, yang berperan ganda sebagai unit pengendali dan untuk mengetahui posisi kendaraan serta mentransmisikan data.

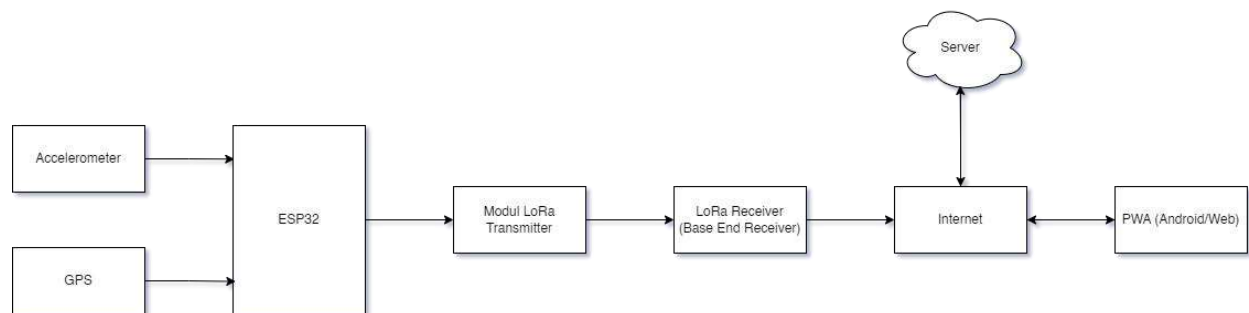
Untuk menyediakan data kecepatan yang akurat, kami menggunakan Modul MPU6050. Modul ini memungkinkan pemantauan kecepatan kendaraan secara real-time melalui sensor akselerometer yang terdapat di dalamnya.

Mikrokontroler, dalam hal ini ESP32, mengolah informasi yang diperoleh untuk menentukan karakteristik berkendara dan mendeteksi pelanggaran, seperti kecepatan yang

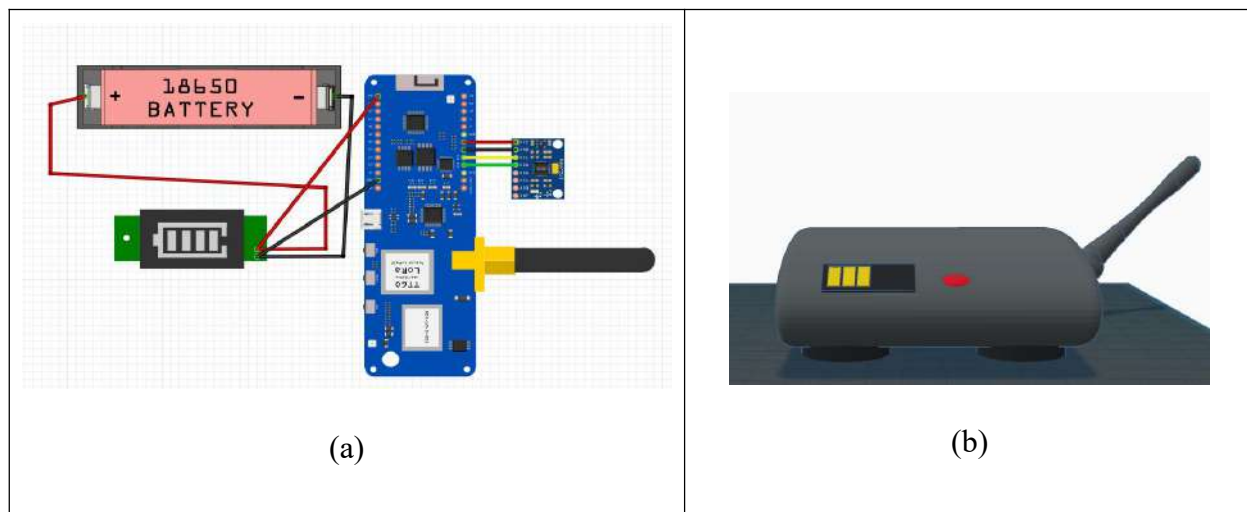
melebihi batas yang telah ditentukan berdasarkan lokasi kendaraan. Setelah pengolahan data selesai, ESP32 mengirimkannya ke *cloud*, yang kemudian dapat diakses melalui *Progressive Web App* (PWA).

Selain itu, sistem kami juga dilengkapi dengan aplikasi Android yang memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi pengemudi dari jarak jauh. Parameter seperti kecepatan, posisi, dan gaya berkendara pengemudi dapat dikomunikasikan ke aplikasi ini. Komunikasi antara sistem di Arduino dengan aplikasi Android dilaksanakan melalui PWA.

Dengan integrasi mikrokontroler, sensor GPS, modul LoRa, serta pengolahan data yang canggih, sistem ini menawarkan keakuratan dan kemudahan dalam memantau serta menganalisis perilaku pengemudi.



Gambar 3.5 Diagram kerja usulan solusi 2



Gambar 3.6 Ilustrasi usulan rancangan sistem usulan kedua. (a) Diagram rangkaian alat monitoring dan *reporting* karakteristik berkendara, (b) Gambar rancangan desain cover alat dalam bentuk 3D.

3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Tabel 3.5 Rencana anggaran pengembangan sistem Usulan solusi 2

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	MPU6050 MPU-6050 3 Axis <i>Analog Gyro Sensors and Accelerometer Module</i>	Pcs	Rp. 20.000, -	1	Rp. 20.000, -
2	Mikrokontroler ESP32 TTGO T-Beam V1.1	Pcs	Rp. 620.000, -	1	Rp. 620.000, -
3	Jasa desain dan cetak kotak kemasan	Pcs	Rp. 250.000, -	1	Rp. 250.000, -
4	Modul Indikator Kapasitas Baterai	Pcs	Rp. 15.000, -	1	Rp. 15.000, -
5	Baterai 3500 mAh	Pcs	Rp. 37.000, -	1	Rp. 37.000, -
6	Kabel dan peralatan solder	Paket	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
Total Belanja					Rp. 1.042.000, -

3.2.3 Analisis Risiko Desain

Resiko dari desain ini serupa dengan usulan pertama, dengan perbedaan utama terletak pada penggunaan LoRa dalam alat ini. Mengacu pada Peraturan Direktur Jenderal dan Perangkat Pos serta Informatika No. 3 Tahun 2019[22], penggunaan frekuensi LoRa di Indonesia terbatas pada rentang 920 – 923 MHz. Oleh karena itu, alat kami akan mematuhi ketentuan ini dengan menggunakan rentang frekuensi yang sesuai.

Adapun permasalahan dimana desain ini membutuhkan *base end receiver* LoRa yang alatnya terpisah supaya data dapat dikirimkan ke internet. *Base end receiver* dapat dibuat sendiri

atau disewa. Desain ini tidak membuat *base end receiver* tersebut untuk menerima dan menunggah data ke internet. Desain ini akan menggunakan *base end receiver* yang disewa dari pihak ketiga. *Base end receiver* yang dapat disewa di Indonesia saat ini cukup minim dan tidak sebanyak tower BTS untuk pengiriman data seluler. Untuk saat ini, *base end receiver* LoRa tersebut hanya dapat digunakan diperkotaan besar di pulau Jawa.

3.2.4 Pengukuran Performa

Pengukuran performa untuk usulan solusi ini sama seperti dengan usulan solusi 1.

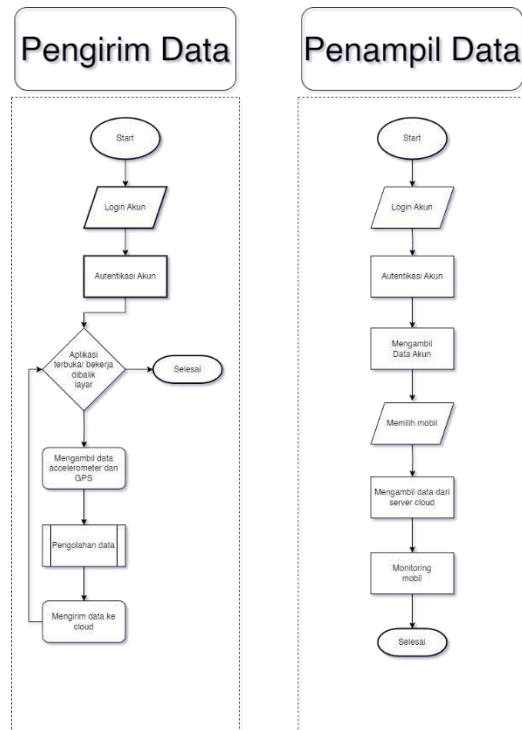
3.3 Usulan Solusi 3

Usulan solusi 3 adalah usulan solusi yang termurah karena tidak membutuhkan alat tambahan dan hanya cukup menggunakan ponsel pintar. Ponsel pintar pada umumnya telah dilengkapi dengan fitur GPS dan memiliki sensor *accelerometer* yang telah tertanam. Sehingga hanya cukup dikembangkan sebuah aplikasi yang dapat berinteraksi dengan sensor tersebut dan mengolah data yang didapatkan.

3.3.1 Desain Sistem 3

Desain sistem ketiga memiliki perbedaan yang signifikan dari dua sistem sebelumnya dengan mengintegrasikan *smartphone* yang umum digunakan untuk memenuhi peran yang biasanya disediakan untuk mikrokontroler, sensor kecepatan, transmisi data, dan pemosisian kendaraan secara real-time.

Data ini kemudian ditampilkan melalui aplikasi Android, sehingga pengguna dapat memantau status pengemudi dari jarak jauh, termasuk parameter seperti kecepatan, lokasi, dan gaya mengemudi. Komunikasi antara sistem berbasis *smartphone* dan aplikasi Android difasilitasi melalui teknologi *Progressive Web Application* (PWA).



Gambar 3.7 Diagram kerja usulan solusi 3

3.3.2 Analisis Risiko Desain

Resiko yang muncul dari usulan ketiga adalah ketergantungan sistem yang tinggi pada spesifikasi dan kondisi *smartphone* pengguna. Kelemahan utama solusi ini terletak pada daya tahan sistem, di mana *smartphone* akan secara berkala menyalakan GPS untuk mengumpulkan data. Hal ini dapat mengakibatkan *smartphone* tidak dapat bertahan lebih dari 12 jam jika GPS diaktifkan secara terus menerus, sehingga mengurangi ketangguhan sistem dalam situasi penggunaan yang memerlukan pemantauan kontinu dalam jangka waktu yang lebih lama.

Smartphone juga memiliki spesifikasi tinggi yang terlalu tinggi jika hanya digunakan sebagai alat untuk monitoring karakteristik dan monitoring karakter berkendara. *Smartphone* merupakan sebuah komputer multifungsi sehingga desain ini terlalu *overspec* untuk sistem yang akan dibuat. Berdasarkan hal tersebut, desain ini lebih cocok untuk monitoring karakter berkendara sendiri sehingga *smartphone* dapat digunakan untuk keperluan lainnya.

3.3.3 Pengukuran Performa

Pengukuran performa untuk usulan solusi ini sama seperti dengan usulan solusi 1.

3.4 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Tabel 3.6 Perbandingan spesifikasi ketiga solusi yang diusulkan

Spesifikasi	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 3
Pengolah Data	Arduino Uno	ESP32	<i>Smartphone</i>
Sensor	<i>Accelerometer</i> (ADXL303) dan SIM808	<i>Accelerometer</i> (MPU6050) dan GPS NEO	<i>Accelerometer</i> dan GPS
Pengiriman Data	Seluler	LoRa	WiFi/Seluler
Daerah Penggunaan	Hampir dapat digunakan di seluruh wilayah Indonesia	Hanya dapat digunakan pada kota besar di pulau Jawa dan beberapa kota di pulau Sumatera	Hampir dapat digunakan di seluruh wilayah Indonesia
Harga Produksi	Rp. 874.000, -	Rp. 1.042.000, -	Rp. 0, -

Penentuan usulan solusi dilihat dari aspek efektifitas dalam penggunaan daya baterai, harga pembuatan, dan cara komunikasi/pengiriman data. Usulan 1 menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dengan pengiriman data melalui jaringan seluler. Usulan 2 menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan modul GPS dan LoRa. Usulan 3 menggunakan *smartphone* yang memiliki sensor GPS dan *accelerometer* yang telah terintegrasi didalamnya.

Dalam penggunaan daya baterai, usulan pertama dan kedua lebih unggul dibandingkan dengan usulan ketiga. Hal ini karena usulan 1 dan 2 merupakan sistem yang dirancang secara khusus hanya untuk melakukan monitoring lokasi GPS dan kecepatan sehingga penggunaan baterai lebih efisien dibandingkan dengan usulan 3 yang merupakan sebuah sistem multifungsi. Penggunaan daya hanya dikhususkan untuk mikrokontroler, modul pengiriman data, modul *accelerometer*, dan GPS. Sedangkan usulan ketiga, daya baterai digunakan untuk berbagai hal yang tidak memiliki hubungan dengan monitoring dan *reporting* karakteristik kendaraan sehingga pemakaian baterai lebih cepat habis dibandingkan usulan lainnya. Usulan ketiga lebih cocok dibuat untuk pemakaian untuk kendaraan sendiri dibandingkan untuk monitoring kendaraan jarak jauh.

Dari segi harga, usulan kedua adalah usulan termahal dibandingkan dengan usulan lainnya dalam memproduksi alat. Akan tetapi, harga pemakaian yang tidak dimasukkan dalam proposal ini adalah yang termurah. Pada usulan pertama, Indonesia menerbitkan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia No. 1 Tahun 2020 yang menyebabkan modul SIM808 tidak dapat menggunakan kartu SIM pascabayar dan prabayar[23]. Modul SIM808 hanya dapat mengirimkan data menggunakan kartu SIM khusus yang memiliki harga 30 ribu dan hanya berlaku sebulan. Untuk usulan kedua, jika pengguna memiliki *base end receiver* sendiri maka harganya hanya cukup alat ini saja. Akan tetapi jika tidak ada maka dapat menyewa *base end receiver*. Harga untuk menyewa server tersebut adalah 5 ribu per bulan. Untuk usulan ketiga pengguna harus membeli *smartphone* yang harga dipasaran mulai dari 1 juta hingga 23 juta Rupiah. Biaya ini dapat berkurang dengan membeli *smartphone* bekas ataupun dengan menggunakan *smartphone* supir.

Untuk aspek pengiriman data, Aspek yang menjadi penentu adalah jangkauan jaringan dan jumlah data yang dapat dikirim dalam satuan waktu. Usulan satu menggunakan jaringan seluler dengan kartu SIM khusus yang hanya memiliki kuota internet sebesar 50 MB selama satu bulan. Jangkauan dari seluler cukup besar karena banyak terpasang tower BTS di Indonesia. Usulan kedua menggunakan LoRa yang pengiriman datanya hanya terbatas pada jumlah perangkat yang digunakan dan tidak ada batasan jumlah pengiriman data. Akan tetapi, LoRa memiliki keterbatasan jarak 5-7 km dari *base end receiver*. Usulan ketiga memiliki aspek pengiriman data yang terbaik dimana *smartphone* dapat mengirimkan data ke internet melalui Wi-Fi maupun jaringan seluler dengan jangkauan yang cukup besar.

Berdasarkan ketiga aspek tersebut, maka dipilih solusi pertama sebagai solusi terbaik karena penggunaan daya baterai yang efisien, pengiriman data hampir dapat dilakukan dimanapun karena banyak terpasang tower BTS di seluruh wilayah Indonesia. Dari segi harga, pembuatan alat tidak terlalu mahal dengan biaya total komponen adalah Rp.874.000,-. Untuk penggunaan data, 50 MB sudah lebih dari cukup untuk memenuhi keperluan data yang akan dikirim ke internet.

3.5 Gantt Chart

Dalam proses pembuatan sistem monitoring dan *reporting* karakter berkendara, diperlukan waktu 10 bulan. Waktu 10 bulan tersebut dibagi menjadi tugas akhir 1 yang

berlangsung selama empat bulan dan tugas akhir 2 yang berlangsung selama enam bulan. Berikut merupakan *Gantt chart* pengerjaan tugas akhir dan perealisasi sistem yang akan dibuat. Fungsi dari *gant chart* ini untuk memberikan gambaran jadwal dan kegiatan yang dilaksanakan selama pengerjaan tugas akhir. Pelaksanaan tugas akhir ini terdiri dari 12 kegiatan dan lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.7 *Gantt chart* pelaksanaan *Capstone Project* sistem monitoring dan *reporting* karakter berkendara pengemudi

No.	Kegiatan/Capaian	2023				2024					
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
1	Survei dan identifikasi permasalahan	R									
2	Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem	A									
3	Merancang desain sistem skematik rangkaian dan blok diagram		A	R							
4	Merancang desain 3D dari alat dan tampilan dari Progressive Web Application			R	R						
5	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem beserta manajemen dan rancangan belanja				A,R						

No.	Kegiatan/Capaian	2023				2024					
		Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
6	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/ <i>Capstone Project</i> dan seminar				A,R						
7	Pembelian alat dan bahan					A					
8	Pengujian sensor yang digunakan					R					
9	Perancangan sistem sesuai proposal						A				
10	Membangun sistem sesuai proposal						A	A,R			
10	Testing dan Validasi							R	A,R		
11	Penyusunan Laporan Akhir							A	R	A,R	
12	Expo dan pengumpulan laporan akhir										A,R

Ket. : PIC – *Person in Charge* (Pihak yang bertanggung untuk kegiatan tersebut) A : Ahmad, R : Rio

3.6 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Tabel 3.8 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1

No	Hari, Tanggal, Jam	Aktivitas	Pelaksana
1	Sabtu, 16 September 2023, Jam	Bimbingan dengan dosen pembimbing melalui media zoom membahas secara	Ahmad

No	Hari, Tanggal, Jam	Aktivitas	Pelaksana
	08.00 WIB	detail penjelasan deskripsi judul tugas akhir beserta timeline pengerjaan TA	Rio
	Senin, 18 September 2023, Jam 18.00 WIB	Brainstorming mengenai penulisan proposal bab I bersama dengan teman sekelompok bagian latar belakang dan identifikasi masalah	Ahmad Rio
2	Kamis, 21 September 2023, Jam 15.30 WIB	Bimbingan dengan dosen pembimbing secara luring di ruang laboratorium telekomunikasi. Hasil diskusi adalah identifikasi <i>stakeholder</i> dalam perancangan sistem dan menemukan <i>keyword</i> yang dapat digunakan guna membantu mencari referensi tambahan	Ahmad Rio
3	Senin, 25 September 2023, Jam 09.00 WIB	Bertemu dengan beberapa <i>stakeholder</i> untuk menentukan jadwal dapat dilakukan wawancara untuk mendapatkan identifikasi masalah.	Ahmad Rio
4	Selasa, 26 September 2023, Jam 13.00 WIB	Bimbingan dengan dosen pembimbing secara luring. Hasil bimbingan adalah laporan kemajuan pengerjaan proposal TA.	Ahmad Rio
5	Kamis, 28 September 2023, Jam 18.00 WIB	Wawancara dengan salah satu pengguna jalan rumahnya dan menuliskan hasil jawabannya ke proposal TA.	Ahmad Rio
6	Senin, 2 Oktober 2023, Jam 09.00 WIB	Wawancara dengan supir. Menulis jawabannya di proposal TA. Revisi latar belakang dan identifikasi masalah pada	Ahmad Rio

No	Hari, Tanggal, Jam	Aktivitas	Pelaksana
		bab I	
7	Selasa, 3 Oktober 2023, Jam 18.00 WIB	Bimbingan TA dengan dosen pembimbing. Memperbaiki batasan masalah dan batasan realistik keteknikan. Menambah beberapa pertanyaan masukan dari dosen pembimbing. Wawancara dengan polisi. Menulis jawabannya di proposal TA.	Ahmad Rio
8	Jum'at, 6 Oktober 2023, Jam 10.00 WIB	Mencari studi literatur dan referensi bab II. Mencari sumber referensi sebagai pendukung latar belakang bab I	Ahmad Rio
9	Senin, 9 Oktober 2023, Jam 18.00 WIB	Wawancara dengan pemilik rental kendaraan. Menulis jawabannya di proposal TA. Memperbaiki batasan realistik keteknikan.	Ahmad Rio
10	Kamis, 12 Oktober 2023, Jam 14.00 WIB	Mencari referensi dan studi literatur yang terkait dalam pengerjaan TA.	Ahmad Rio
11	Senin, 16 Oktober 2023, Jam 16.00 WIB	Mencari referensi dan studi literatur yang terkait pengerjaan TA.	Ahmad Rio
12	Selasa, 17 Oktober 2023, Jam 13.00 WIB	Bimbingan dengan dosen pembimbing. Membahas progress pengerjaan proposal TA. bab I disetujui.	Ahmad Rio
13	Jum'at, 20 Oktober 2023, Jam	Membaca penelitian terkait mengenai alat-	Ahmad

No	Hari, Tanggal, Jam	Aktivitas	Pelaksana
	18.00 WIB	alat serupa yang pernah dibuat dan sejenis dengan alat yang akan dibuat	Rio
14	Selasa, 24 Oktober 2023, Jam 20.00 WIB	Mengerjakan proposal TA bab II pada bagian dasar teori sampai dengan spesifikasi sistem	Ahmad Rio
15	Sabtu, 28 Oktober 2023, Jam 10.00 WIB	Bimbingan dengan dosen pembimbing. Membahas progress pengerjaan proposal TA bab II.	Ahmad Rio
16	Selasa, 31 Oktober 2023, Jam 19.00 WIB	Membahas progress pengerjaan proposal TA bab II. Dosen pembimbing meminta agar pertemuan berikutnya bab III sudah terisi.	Ahmad Rio
16	Jumat, 3 November 2023, Jam 13.00 WIB	Mengerjakan bab II bagian studi literatur, dasar teori, dan analisis stake holder.	Ahmad Rio
17	Selasa, 7 November 2023, Jam 18.00 WIB	Mengerjakan analisis aspek yang mempengaruhi sistem, dan spesifikasi sistem.	Ahmad Rio
18	Sabtu, 11 November 2023, Jam 11 WIB	Mengerjakan usulan 1 dan melakukan revisi pada bagian studi literatur.	Ahmad Rio
19	Selasa, 14 November 2023,	Bimbingan dengan dosen pembimbing. Membahas progress pengerjaan proposal	Ahmad

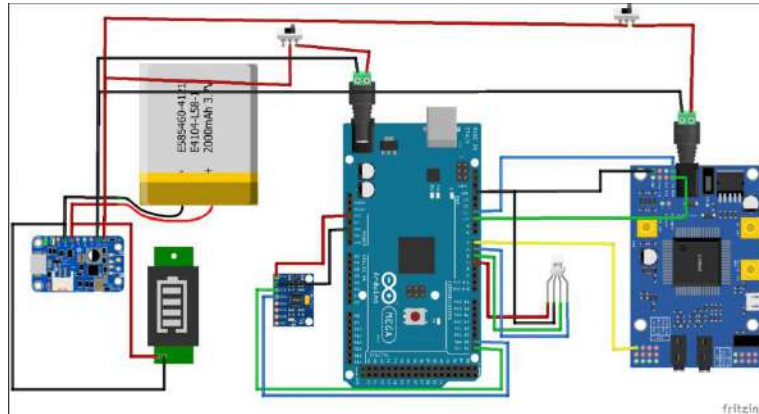
No	Hari, Tanggal, Jam	Aktivitas	Pelaksana
	Jam 12.30 WIB	TA bab III. Pada bab II diminta untuk menambah narasi untuk literatur review.	Rio
20	Selasa, 21 November 2023, Jam 13.00 WIB	Bimbingan dengan dosen pembimbing. Pembimbing memperbaiki masalah rumusan masalah dikarenakan terdapat kekurangan.	Ahmad Rio
21	Kamis, 29 November 2023, Jam 05.00 WIB	Bimbingan dengan dosen pembimbing secara daring. Membahas progress proposal TA seluruh bab. Dosen pembimbing meminta untuk pertemuan berikutnya sudah melakukan finalisasi bab 1- 3.	Ahmad Rio
22	Desember, 11 Desember 2023, Jam 13.00 WIB	Bimbingan dengan dosen pembimbing secara luring. Meminta menambahkan aspek K3 dan standar keteknikan pada bab 3.	Ahmad Rio
23	Jumat, 15 Desember 2023, Jam 18.00 WIB	Mengerjakan bagian K3 dan standar keteknikan pada bab 3.	Ahmad Rio
24	Senin, 18 Desember 2023, Jam 18.00 WIB	Menyelesaikan bagian K3 dan standar keteknikan pada bab 3 dan merevisi poin-poin hasil bimbingan.	Ahmad Rio
25	Rabu, 20 Desember 2023, Jam 18.00 WIB	Merapikan format proposal TA1 sesuai ketentuan dan memperbaiki kesalahan	Ahmad Rio

No	Hari, Tanggal, Jam	Aktivitas	Pelaksana
		kata yang ditemukan.	
26	Kamis, 21 Desember 2023, Jam 15.15 WIB	Bimbingan dengan dosen pembimbing secara luring untuk melakukan pengecekan akhir laporan proposal TA1 dan meminta tanda tangan dosen pembimbing.	Ahmad Rio
27	Jumat, 22 Desember 2023, Jam 12.00 WIB	Melakukan pengumpulan proposal final TA1	Ahmad Rio

BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

4.1.1 Rangkaian Elektronik

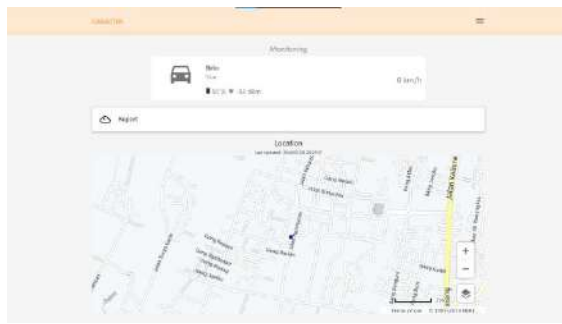


Gambar 4.1 Rangkaian elektronik alat

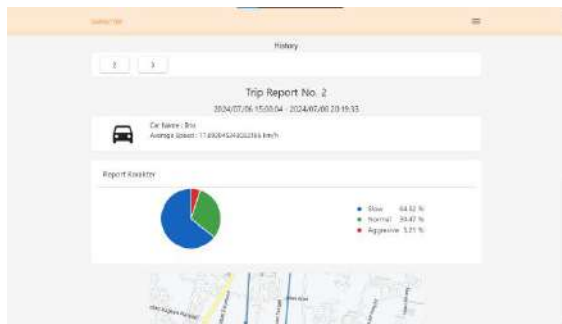
Gambar 4.1 merupakan hasil rangkaian elektronik yang dibuat untuk monitoring dan reporting karakter berkendara. Sistem dari alat ini menggunakan 3 komponen utama. Arduino Mega, SIM808 dan MPU6050. Arduino Mega berfungsi sebagai pemrosesan data utama untuk memprediksi karakter berkendara berdasarkan data dari sensor MPU6050 dan mengumpulkan data dari GPS SIM808 dan karakter prediksi ke dalam bentuk JSON untuk dapat dikirim ke Firebase. SIM808 berfungsi untuk mendapatkan nilai kecepatan dan lokasi dari modul GPS serta digunakan untuk mengirimkan data ke Firebase sebagai penyimpanan data. Terakhir, MPU6050 digunakan untuk mendapatkan nilai akselerasi dan nilai gyro yang digunakan sebagai input pembelajaran mesin memprediksi karakter berkendara.

Komponen tambahan yang digunakan adalah Modul BMS yang dilengkapi fitur *charging* dan Baterai. BMS memiliki spesifikasi *output* 5V, 1A. *input* 5V, 1A dengan *output cut-off overcharge* 4,25 V. Baterai yang digunakan adalah baterai tipe Li-Polymer dengan kapasitas 5260 mAh. Tingkat *charging* dari baterai yang digunakan juga dapat dilihat dari indikator baterai. Terdapat *switch* yang digunakan untuk memutus hubungan daya dari BMS ke Arduino Mega dan SIM808. Adapun juga LED yang berfungsi sebagai indikator tahapan kerja yang sedang dilakukan Arduino Mega.

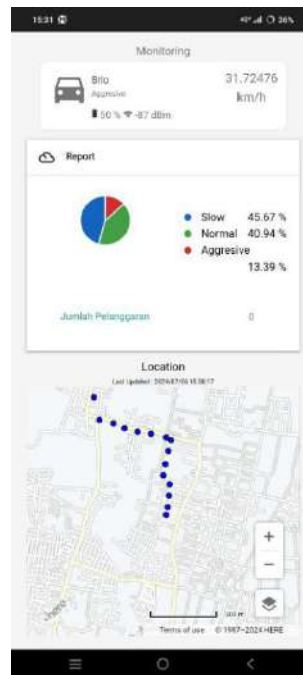
4.1.2 Interface



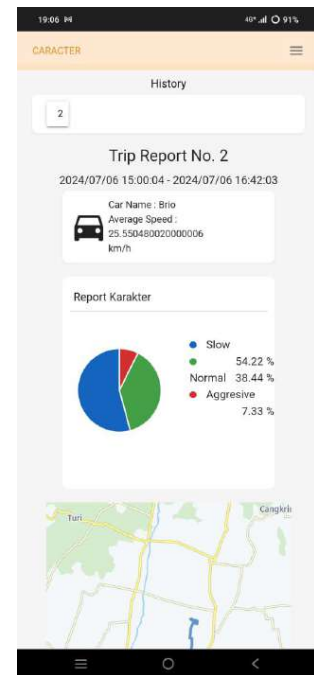
(1)



(2)



(3)



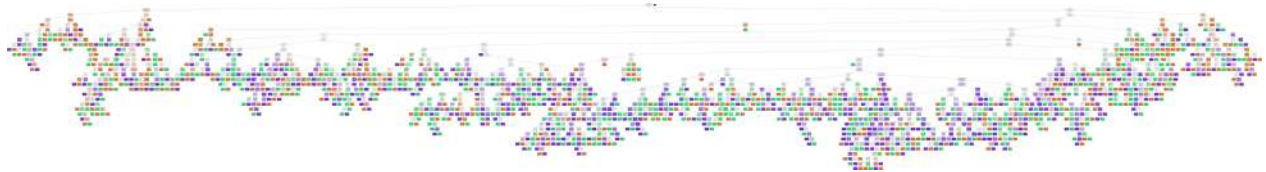
(4)

Gambar 4.2 *Interface* aplikasi. (1) dan (2) merupakan tampilan pada laptop, (3) dan (4) merupakan tampilan pada perangkat *mobile*

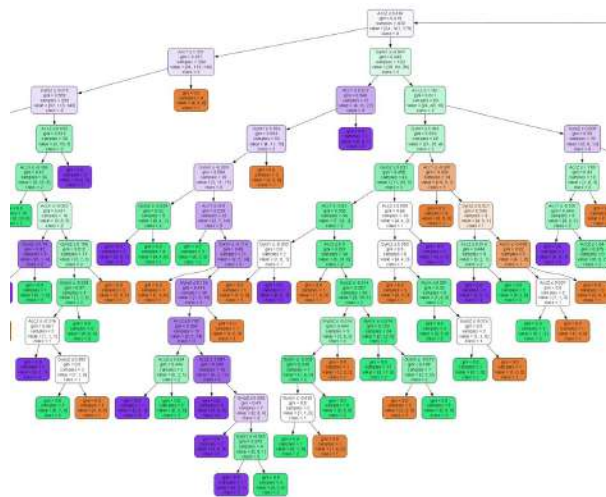
Gambar 4.2 merupakan *interface* dari aplikasi untuk *monitoring* dan *reporting*. Saat pertama kali dibuka aplikasi *web*-nya, user diminta untuk *login* terlebih dahulu. Jika belum mendaftarkan diri, *user* harus mendaftarkan diri dengan memasukkan detail seperti nama, *e-mail*, *password*, serta PIN dari alat dan nama mobil yang akan dipasangkan ke alat. Kemudian, *user* hanya memasukkan *e-mail* dan *password* pada *menu login* untuk memulai *monitoring* dan melihat *report* dari karakter berkendara. Pada *menu monitoring* atau *home*, *user* dapat melihat lokasi kendaraan saat ini, persentase karakter berkendara, kecepatan berkendara, karakter berkendara saat ini, serta kualitas sinyal dan persentase baterai. Pada *menu history*, *user* dapat memilih dan melihat perjalanan lama yang telah ditempuh sebelumnya pada mobil dan memberikan *report* mengenai persentase karakter berkendara, waktu perjalanan, rata-rata kecepatan berkendara, serta rute dari perjalanan.

4.1.3 Model AI

Pohon keputusan atau *decision tree* adalah salah satu teknik dalam machine learning yang bekerja dengan membandingkan fitur numerik dengan nilai ambang batas secara berurutan dan efektif pada setiap tahap pengujian. Pada setiap pohon, terdapat node dan cabang di mana setiap node mewakili fitur dalam kategori tertentu. Node ini kemudian diklasifikasikan untuk menghasilkan nilai yang dapat diambil oleh setiap subset data. Pohon keputusan dikenal memiliki analisis yang sederhana dan dapat memberikan hasil yang akurat pada berbagai jenis data, menjadikannya salah satu metode yang sering digunakan dalam implementasi machine learning. Seluruh struktur model AI yang digunakan pada alat ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.3 Seluruh struktur *decision tree* model AI



Gambar 4.4 Struktur jika diperbesar

Model ini dikembangkan melalui proses pelatihan dan pengujian data dengan menggunakan nilai indikator dari sensor MPU6050, yang terdiri dari akselerometer dan gyro. Masing-masing indikator memiliki tiga sumbu data yang digunakan, yaitu akselerometer pada sumbu x, y, dan z serta gyro pada sumbu x, y, dan z. Dengan memanfaatkan data dari sensor-sensor ini, peneliti dapat melakukan klasifikasi karakter berkendara pengemudi untuk

membangun model AI. Karakter berkendara tersebut dikategorikan ke dalam tiga jenis, yaitu agresif, normal, dan lambat. Kategori ini digunakan sebagai keluaran dari model AI, yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan gaya mengemudi pengemudi berdasarkan data sensor yang diperoleh.

4.1.4 Hasil Akhir Perancangan Sistem



Gambar 4.5 Desain alat

Gambar 4.3 adalah hasil akhir dari perancangan sistem *monitoring* dan *reporting* karakter berkendara. Alat ini menggunakan kotak dengan ukuran 15,8x9x6,5 cm. Pada bagian luar, terdapat antena GPS pada bagian bawah kiri dari alat dan antena GSM pada sisi kanan kotak. Pada bagian atas terdapat indikator *charging* dari baterai serta dua buah *switch* yang berfungsi untuk menyalakan modul Arduino Mega dan SIM808. Dibawah indikator baterai terdapat satu buah LED RGB. LED ini memiliki fungsi untuk memberikan indikasi kepada *user* tentang status kerja dari alat ini. Status kerja ada 4, kondisi *start-up*, siaga, kerja, dan mencari sinyal GPS.

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Metode pengukuran kinerja sistem ini dilakukan dengan menguji beberapa parameter yaitu, Uji akurasi model prediksi sistem, uji akurasi sensor alat, uji daya tahan alat, dan uji delay alat.

a. Uji Akurasi Model Prediksi Sistem

Pengujian akurasi model prediksi sistem ini bertujuan untuk menilai sejauh mana model prediksi mampu memprediksi jenis berkendara berdasarkan data *accelerometer* dan *gyroscope*. Pengujian ini melibatkan evaluasi akurasi model pembelajaran mesin serta perbandingan dengan metode pengamatan langsung terhadap cara berkendara.

b. Uji Akurasi Sensor Alat

Pengujian akurasi sensor alat ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana kesalahan yang terdapat pada alat yang dirancang. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan akurasi sensor yang terdapat pada alat, seperti sensor kecepatan dan GPS. Sensor kecepatan diuji dengan membandingkan hasil keluaran sensor dengan kecepatan kendaraan, sedangkan sensor GPS diuji dengan membandingkan posisi GPS yang diperoleh dari alat dengan posisi yang ditampilkan di *Google Maps*. Dengan melakukan pengujian ini, dapat diketahui seberapa akurat sensor alat tersebut dalam memberikan informasi tentang kecepatan dan posisi kendaraan.

c. Uji Daya Tahan Alat

Pengujian daya tahan alat ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama alat dapat bertahan sebelum harus diisi ulang dayanya. Pengujian ini melibatkan perhitungan arus yang keluar dari alat dan membaginya dengan total arus pada baterai. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi seberapa lama alat dapat beroperasi sebelum membutuhkan pengisian ulang baterai. Dengan mengetahui informasi ini, penulis dapat memastikan bahwa alat dapat beroperasi dengan baik dalam jangka waktu yang diinginkan sebelum perlu dilakukan pengisian ulang daya.

d. Uji Delay Alat

Pengujian *delay* dilakukan untuk mengetahui berapa lama alat mengirimkan data ke *database*. Pengujian ini melibatkan perhitungan *delay* waktu pengiriman yang diinginkan dengan *delay* sebenarnya dari alat. Tujuannya adalah untuk mengetahui jarak waktu pengiriman data yang diinginkan dengan yang sebenarnya. Dengan mengetahui informasi ini, penulis dapat memastikan bahwa meski alat memiliki *delay*, itu tidak akan mempengaruhi performa alat.

e. Uji Biaya Pengiriman Data Alat

Pengujian biaya pengiriman data alat dilakukan untuk menentukan jumlah data yang dibutuhkan oleh alat tersebut dalam satu hari. Tujuan pengujian ini adalah agar pengguna dapat

menyediakan data yang cukup untuk pengoperasian alat. Proses pengujian dilakukan dengan menghitung biaya pengiriman satu data, kemudian dikalikan dengan jumlah jam dalam satu hari. Dengan mengetahui hasil pengujian ini, pengguna dapat memperkirakan dan menyediakan data yang diperlukan agar alat dapat beroperasi sesuai dengan kebutuhan.

BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1 Analisis Hasil

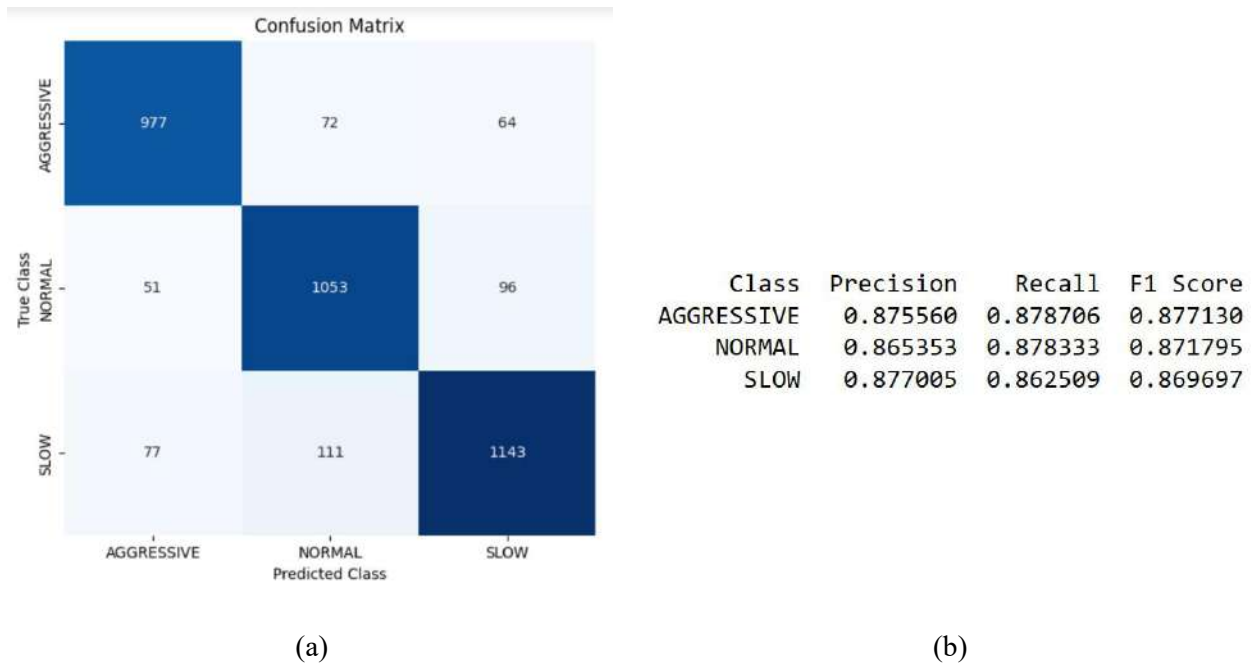
5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

Hasil dan analisis pengujian indikator pada sistem didasari pada desain percobaan yang telah ditentukan penulis sebelumnya. Dimana pengujian dilakukan dalam 4 tahap yaitu, uji akurasi model prediksi sistem, uji akurasi sensor alat, uji daya tahan alat, dan uji *delay* alat.

a. Uji Akurasi Model Prediksi Sistem

Dalam pengujian akurasi model prediksi menggunakan *decision tree classifier*, terdapat beberapa metrik evaluasi yang umum digunakan, antara lain akurasi (*accuracy*), presisi (*precision*), *recall*, dan F1-score.

- Akurasi (*Accuracy*): Akurasi mengukur sejauh mana model dapat memprediksi dengan benar. Akurasi dihitung dengan membagi jumlah prediksi yang benar (*true positive* dan *true negative*) dengan jumlah total data. Akurasi yang tinggi menunjukkan bahwa algoritma *decision tree* mampu melakukan klasifikasi dengan sangat baik. Dalam kasus ini, akurasi yang mendekati 99% dikatakan bagus.
- Presisi (*Precision*): Presisi menggambarkan sejauh mana model klasifikasi dapat memberikan prediksi yang benar secara positif. Presisi dihitung dengan membagi jumlah *true positive* dengan jumlah prediksi positif (*true positive* dan *false positive*). Presisi yang tinggi menunjukkan bahwa model memiliki sedikit *false positive*.
- *Recall*: *Recall* mengukur sejauh mana model klasifikasi dapat mengidentifikasi semua kasus positif yang sebenarnya. *Recall* dihitung dengan membagi jumlah *true positive* dengan jumlah kasus positif yang sebenarnya (*true positive* dan *false negative*). *Recall* yang tinggi menunjukkan bahwa model memiliki sedikit *false negative*.
- F1-Score: F1-score merupakan parameter evaluasi yang menggabungkan presisi dan *recall*. Parameter ini mengukur seberapa baik model dapat memprediksi kelas positif dengan mempertimbangkan keseimbangan antara presisi dan *recall*. F1-score yang tinggi menunjukkan keseimbangan yang baik antara presisi dan *recall*.



Gambar 5.1 Hasil pengujian model. (a) confusion matrix, (b) presisi, *recall*, dan *f1-score*

Hasil pengujian model dapat dilihat pada gambar 5.1. Dalam uji performa dari model *machine learning* (ML) yang digunakan untuk mengklasifikasikan tipe kendaraan, *confusion matrix* digunakan untuk memprediksi dan membandingkan kondisi aktual dengan hasil prediksi dari algoritma ML. Selain itu, terdapat juga nilai presisi, *recall*, dan *F1-score* yang memberikan informasi lebih lanjut tentang performa model. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan, ML ini memiliki skor akurasi sebesar 87%.

b. Uji Akurasi Sensor Alat

Data alat diambil dengan cara mengendarai mobil sambil merekam nilai posisi dan kecepatan yang kemudian digunakan untuk dibandingkan dengan hasil pembacaan sensor. Hasil pengambilan data tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut.



Gambar 5.2 Pengambilan data selama pengujian

Tabel 5.1 Hasil keluaran dari alat

Data ke	Kecepatan (Km/h)	Latitude	Longitude	Timestamp
1	35.02132	-7.73819	110.4183	12:49:14
2	0	-7.70504	110.4124	13:01:59
3	11.112	-7.70444	110.4127	13:03:09
4	13.07512	-7.69188	110.4136	13:19:29
5	36.46588	-7.68705	110.411	13:23:30

Tabel 5.2 Hasil keluaran dari *smartphone* dan *speedometer*

Data ke	Kecepatan (Km/h)	Latitude	Longitude	Timestamp	Error GPS (m)	Error Kecepatan
1	22	-7.7382	110.4183	12:49:14	0	59%
2	0	-7.7050	110.4123	13:01:59	2	0%
3	9	-7.7044	110.4127	13:03:09	4	23%
4	10	-7.6919	110.4136	13:19:29	2	30%
5	25	-7.6871	110.4110	13:23:30	2	46%
Rata-rata					2	31,6%

Pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan hasil pengujian sensor ditunjukkan pada Tabel 5.1 dan penggunaan *smartphone* dan *speedometer* pada Tabel 5.2. Rata-rata *error* pada GPS adalah sebesar 2 meter, sedangkan rata-rata *error* pada kecepatan mencapai 31,6%. Tingginya *error* pada kecepatan disebabkan oleh ketergantungan sensor kecepatan pada GPS, yang tidak seakurat sensor kecepatan yang sebenarnya.

c. Uji Daya Tahan Alat

Pengujian ini menggunakan rumus dengan persamaan berikut.

$$t = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{(I_{\text{arduino}} + I_{\text{SIM 808}})} \quad (5.1)$$

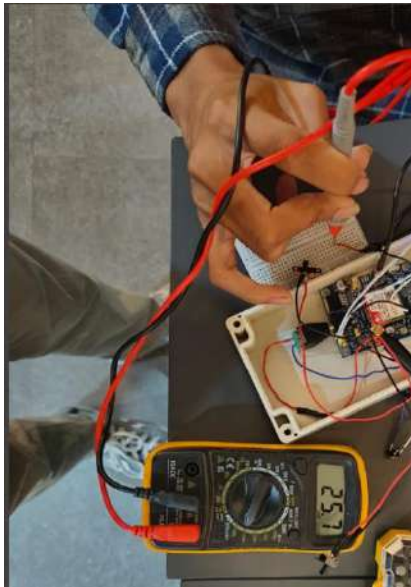
Dimana :

t = Lama baterai dapat bertahan (Jam)

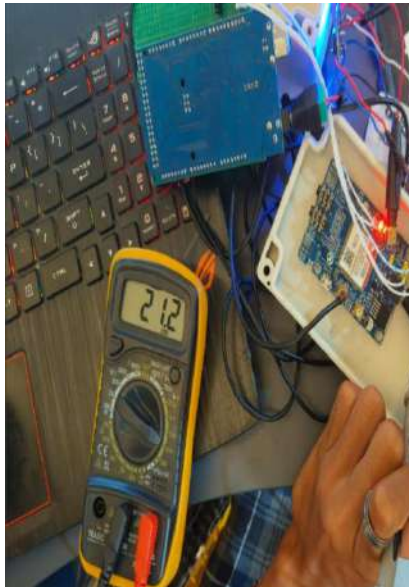
Kapasitas Baterai = Total kapasitas baterai (mAh)

I_{Arduino} = Arus yang digunakan Arduino (mA)

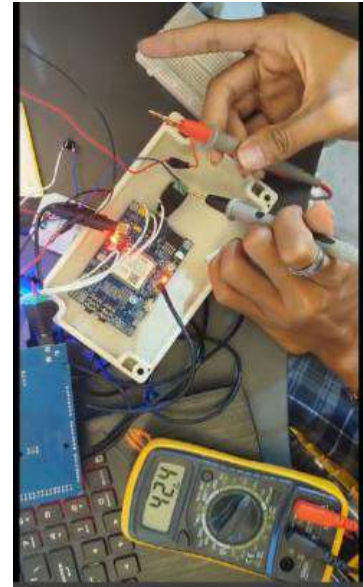
$I_{\text{SIM 808}}$ = Arus yang digunakan SIM808 (mA)



(a)



(b)



(c)

Gambar 5.3 Pengukuran arus. (a) Arduino (b) SIM808 mode siaga (c) SIM808 mode normal

Gambar 5.3 menunjukkan nilai pembacaan arus pada komponen Arduino dan SIM808. Arduino membutuhkan arus sebesar 25,7 mA untuk beroperasi. SIM808 dalam keadaan siaga membutuhkan 21,2 mA untuk beroperasi, sedangkan dalam keadaan normal membutuhkan 42,4 mA.

Tabel 5.3 Keluaran arus pada alat

	Normal (mA)	Siaga (mA)
Arduino	25,7	25,7
Sim808	42,4	21,2

$$t = \frac{5260}{(25,7 + 42,4)}$$

$$t = 77,24 \text{ jam}$$

atau

3 hari

$$t = \frac{5260}{(25,7 + 21,2)}$$

$$t = 112,15 \text{ jam}$$

atau

4 hari

Tabel 5.3 merupakan hasil keluaran pengukuran arus pada Arduino dan SIM808. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, perkiraan waktu alat dapat digunakan sebelum *discharge* kembali adalah 3 hari jika dalam keadaan normal dan 4 hari jika dalam keadaan siaga.

d. Uji Delay Alat

Pengukuran *delay* alat dilakukan sebanyak 8 kali untuk melihat seberapa cepat data dikirim ke *database*. Alat ini memiliki *delay* yang diatur selama 4 detik untuk mengirim hasil data klasifikasi, GPS, dan kecepatan secara berkala. Hasil pengambilan data dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.4 Keluaran pengujian *delay* alat

NO	Data Diterima	Waktu diterima	Data ke-(n)	Kecepatan Kirim (detik)
1	20:25:49	20:25:54	1	5
2	20:25:56	20:26:01	2	5
3	20:26:03	20:26:11	3	7
4	20:26:13	20:26:19	4	6

NO	Data Diterima	Waktu diterima	Data ke-(n)	Kecepatan Kirim (detik)
5	20:26:21	20:26:26	5	5
6	20:26:28	20:26:33	6	5
7	20:26:34	20:26:40	7	6
8	20:26:42	20:26:46	8	4

Dari hasil tabel 5.4, dapat dilihat bahwa *delay* sebenarnya yang terjadi pada pengiriman data berkisar antara 4-7 detik. Meskipun terdapat sedikit variasi dalam *delay* sebenarnya, namun hal ini tidak mempengaruhi performa alat secara signifikan.

e. Uji Biaya Pengiriman Data Alat

Pengukuran biaya data alat dilakukan dengan menghitung biaya pengiriman data dalam satu waktu, kemudian mengalikannya dengan satu menit, satu jam, satu hari, dan satu bulan. Tujuan langkah ini adalah untuk mengetahui total biaya operasional alat dalam satu hari penuh. Alat ini memiliki variasi delay pengiriman antara 4 hingga 7 detik, namun dalam pengujian ini hanya digunakan nilai 4 dan 7 detik sebagai tolok ukur biaya pengiriman data. Biaya pengiriman data dalam satu kali pengiriman adalah 155 byte. Berikut adalah perkiraan biaya selama satu hari berdasarkan pengukuran tersebut.

1 Menit

$$\text{Min} = 155 \times (60 / 4)$$

$$\text{Min} = 2,325 \text{ byte}$$

1 Jam

$$\text{Hour} = 2,325 \times 60$$

$$\text{Hour} = 139,500 \text{ byte}$$

1 Hari

$$\text{Hour} = 139,500 \times 24$$

$$\text{Hour} = 3,348,000 \text{ byte}$$

1 Bulan

$$\text{Mon} = 3,348,000 \times 30$$

$$\text{Mon} = 100,440,000 \text{ byte}$$

1 Menit

$$\text{Min} = 155 \times (60 / 7)$$

$$\text{Min} = 1,329 \text{ byte}$$

1 Jam

$$\text{Hour} = 1,329 \times 60$$

$$\text{Hour} = 79,740 \text{ byte}$$

1 Hari

$$\text{Hour} = 79,740 \times 24$$

$$\text{Hour} = 1,913,760 \text{ byte}$$

1 Bulan

$$\text{Hour} = 1,913,760 \times 30$$

$$\text{Hour} = 57,412,800 \text{ byte}$$

Berdasarkan perhitungan biaya yang dilakukan, didapatkan bahwa rentang biaya pengiriman data alat berkisar antara 57 MB hingga 100 MB per bulan. Rentang ini ditentukan oleh variasi interval pengiriman data, di mana data dikirim paling cepat setiap 4 detik dan paling lama setiap 7 detik. Perhitungan ini memberikan gambaran yang jelas mengenai kebutuhan data alat, sehingga pengguna dapat mempersiapkan alokasi data yang cukup untuk memastikan alat beroperasi dengan optimal. Dengan demikian, pengguna dapat menghindari masalah operasional yang disebabkan oleh kekurangan data dan memastikan bahwa alat dapat menjalankan fungsinya dengan efektif.

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Pada tahap pemenuhan spesifikasi sistem, kami memiliki 7 poin yang perlu dipenuhi dalam proses perancangan awal untuk mewujudkan sistem yang akan dibuat. Pada proses ini terdapat 3 poin yang sedikit berbeda dengan usulan. Poin yang terpenuhi adalah menggunakan suplai daya 5V, menggunakan cloud server, ukuran alat yang portabel, dan menggunakan indikator LED. Untuk suplai daya 5V digunakan baterai dengan spesifikasi Li-Po 5260 mAh 3,7V yang dipasang ke sebuah modul BMS + *Charging* untuk menghasilkan *output* 5V 1A(Max) untuk memberikan tegangan ke Arduino Mega dan modul SIM808. Untuk ukuran alat, diusulkan pada Tugas Akhir 1 bahwa ukuran alat berukuran kurang dari 20x20x20cm dan realisasinya memberikan pencapaian yang lebih baik dengan ukuran alat adalah 15,8x9x6,5 cm. Untuk penggunaan *cloud server*, digunakan provider Firebase. *Cloud server* akan menyimpan 8 variabel data yaitu kecepatan, karakter, kekuatan sinyal, pelanggaran, koordinat latitude, koordinat longitude, level baterai, dan waktu pengambilan data. Firebase dapat menyimpan data hingga ukuran 1 GB. Alat juga memiliki indikator LED yang akan memberikan indikasi pada 4 mode, indikasi start alat, indikasi sedang mencari lokasi dengan GPS, indikasi mode siaga, dan indikasi bahwa alat bekerja.

Tabel 5.5 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Mikrokontroler dengan modul transmisi data nirkabel	Menggunakan Arduino UNO dengan modul SIM808 untuk transmisi data	Menggunakan Arduino MEGA dengan modul SIM808 untuk transmisi data

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
2	Menggunakan indikator LED	Menggunakan LED untuk memberikan indikator pada alat	Menggunakan LED untuk memberikan indikator kondisi alat.
3	Menggunakan PWA	Menggunakan PWA untuk <i>monitoring</i> dan melihat hasil <i>report</i> serta dapat memberikan notifikasi saat terjadi pelanggaran	PWA dapat melakukan <i>monitoring</i> dan melihat hasil <i>report</i> . Akan tetapi, tidak terdapat notifikasi saat terjadi pelanggaran dan pelanggaran tidak terbarui secara real-time.
4.	Suplai Daya adalah 5V	Menggunakan baterai dengan suplai daya 5V	Menggunakan baterai dengan kapasitas 5260 mAh untuk suplai daya ke mikrokontroler dan modul
5.	Menggunakan PWA yang dapat digunakan pada <i>smartphone</i> dan laptop	PWA dapat diakses melalui berbagai perangkat seperti laptop, Android dan IOS	PWA dapat diakses dan diinstall ke laptop dan android. Akan tetapi tidak dapat digunakan IOS
6.	Bentuk alat portabel sehingga dapat digunakan dimana saja	Ukuran alat kurang dari 20x20x20 cm	Alat memiliki ukuran 15x7,5x6 cm
7.	Menggunakan <i>Cloud Server</i>	Menggunakan <i>cloud server</i> untuk menyimpan data lokasi, peraturan yang dilanggar dan kecepatan selama satu bulan	Menggunakan firebase sebagai <i>cloud server</i> untuk menyimpan data lokasi, waktu, karakter berkendara, peraturan yang dilanggar serta kualitas sinyal dan persentase baterai.

Tabel 5.5 perbandingan usulan dan hasil sebenarnya dari sistem. Pada poin yang memiliki sedikit perbedaan dengan usulan adalah dalam realisasi penggunaan mikrokontroler, penggunaan PWA, dan akses PWA.

Untuk penggunaan mikrokontroler, diusulkan pada Tugas Akhir 1 menggunakan Arduino UNO. Akan tetapi, *flash memory* pada Arduino UNO tidak mencukupi kebutuhan sistem. Sistem membutuhkan 24 KB *flash memory* untuk program utama mengolah data dan mengirim data ke Firebase beserta 38 KB untuk model pembelajaran mesin untuk memprediksi karakter berkendara. Arduino UNO hanya memiliki kapasitas *flash memory* sebesar 32 KB Sehingga digunakan mikroprosesor yang memiliki *flash memory* yang lebih besar yaitu Arduino MEGA sebagai mikrokontroler untuk dapat memenuhi kebutuhan sistem.

Untuk penggunaan PWA, pada usulan kami, PWA dapat melakukan *monitoring* dan melihat hasil *report* karakter berkendara serta memberikan notifikasi jika pelanggaran karena kendaraan melebihi batas kecepatan maksimal pada jalan. Dalam proses realisasi, PWA dapat digunakan untuk menjalankan fungsi *monitoring* dan *reporting* hasil perjalanan. Akan tetapi, fungsi notifikasi tidak dapat direalisasikan karena dalam proses untuk mendapatkan nilai kecepatan maksimal jalan, proses tersebut dilakukan setelah data diunggah ke Firebase dan ditampilkan ke PWA. Saat adanya pengecekan bahwa data kecepatan melebihi kecepatan maksimal jalan, dilakukan perubahan variabel pada data untuk memperbarui bahwa *snapshot* data tersebut adalah melakukan pelanggaran. Akan tetapi fungsi untuk melakukan pengecekan bahwa pada data terdapat perubahan jika terjadi pada pelanggaran tersebut dan melakukan pembaruan tampilan pada aplikasi memiliki bug sehingga nilai pelanggaran tidak dapat diperbarui secara *real-time* yang menyebabkan kegagalan dalam mengirimkan notifikasi.

Untuk Akses PWA, PWA dapat diakses melalui *web* menggunakan laptop dan android. Untuk IOS, PWA tidak dapat diakses, hal ini terjadi karena *browser* yang digunakan untuk IOS belum *support* PWA.

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Tabel 5.6 merupakan tabel pengalaman pengguna dalam menggunakan aplikasi PWA dan alat untuk *monitoring* dan *reporting* karakter berkendara.

Tabel 5.6 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi alat dapat <i>monitoring</i> dan melihat hasil <i>reporting</i> perjalanan sebelumnya. Akan tetapi tampilan pada menu <i>history</i> terlihat tidak tesusun rapi.	Dipertahankan, akan diperbaiki tampilan menu <i>history</i> .
2	Kemudahan	PWA mudah untuk dioperasikan dengan fitur yang minim dan tidak banyak <i>bloat</i> . Perlunya fitur untuk menghapus data perjalanan lama	Dipertahankan. Tidak akan ditambahkan fitur penghapusan data perjalanan lama.
3	Keamanan	Keamanan data sudah cukup baik karena perlu <i>login</i> sebelum melihat data dan perlu dimasukkan PIN pada saat mendaftar sehingga data hanya dapat dilihat pada alat tertentu saja.	Dipertahankan.
4	Notifikasi	Tidak ada notifikasi yang terkirim saat terjadi pelanggaran dan jumlah pelanggaran tidak diperbarui secara <i>real-time</i>	Ditambahkannya notifikasi pada aplikasi untuk mengetahui jika terjadi pelanggaran secara <i>real-time</i> .
5	Keakuratan	Lokasi yang ditampilkan sudah cukup akurat pada aplikasi serta nilai kecepatan yang tidak akurat.	Kecepatan <i>delay</i> dapat di perkecil untuk bisa membuat nilai kecepatan menjadi lebih akurat.

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Tabel 5.7 merupakan kesesuaian antara tahap perencanaan dengan tahap realisasi dalam mengerjakan tugas akhir 2. Pembuatan alat telat pada bagian awal pengerjaan. Hal ini disebabkan karena dalam pengujian percobaan modul SIM808 memiliki banyak kendala seperti modul yang tidak dapat terhubung ke internet, lokasi GPS yang menunggu waktu yang lama dan terkadang tidak dapat lokasi, *library* yang digunakan ternyata rusak dan perlu modifikasi *library* yang pada akhirnya tidak digunakan, adapun menunggu kartu SIM datang karena kartu yang digunakan harus khusus untuk modul IoT. Kemudian terdapat masalah di modul ADXL345 yang hanya sensor *accelerometer* dan eliminasi awal dari model yang hanya menggunakan data *accelerometer* memiliki akurasi yang rendah sehingga perlu menggunakan sensor *accelerometer* dan *gyroscope*. Terdapat waktu yang banyak terpakai untuk kalibrasi ulang sensor baru yaitu MPU6050. Kemudian, saat model sudah berhasil dibuat, model memerlukan *flash memory* diatas 32 KB sehingga diperlukan mikroprosesor baru yaitu Arduino Mega. Adapun juga keterlambatan

karena permasalahan pembuatan PWA yang dibuat tanpa *framework* sehingga memerlukan waktu yang lebih lama.

Tabel 5.7 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Januari-Februari	Februari-Maret
2	Pengujian sensor yang digunakan	Maret-April	Maret-Mei
3	Penrancangan sistem sesuai proposal	April-Juni	Mei-Juli
4	Penyusunan laporan akhir	Mei-Juli	Juni-Juli
5	Testing dan validasi	Juni	Juni-Juli
6	Expo dan pengumpulan laporan akhir	Juli	Juli

Tabel 5.8 adalah kesesuaian nilai RAB pengerjaan TA2 antara usulan dengan realisasi biaya. Ada beberapa komponen tambahan untuk yang memiliki performa lebih baik dibandingkan dengan komponen pada usulan karena komponen usulan tidak memiliki performa yang memadai untuk menjalankan sistem. Setelah dilakukan pembelian komponen dengan performa yang lebih baik, sistem dapat berjalan secara lancar.

Tabel 5.8 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	SIM808	1 pcs	Rp. 280.000,-	1 pcs	Rp 275.000,-
2	Arduino UNO	1 pcs	Rp. 75.000,-	1 pcs	Rp. 75.000,-
3	<i>Accelerometer</i> ADXL303	1 pcs	Rp. 20.000,-	1 pcs	Rp. 15.000,-
4	Jasa desain dan cetak kotak	1 pcs	Rp. 300.000,-	1 pcs	Rp. 30.000,-
5	BMS 1S	1 pcs	Rp. 5.000,-	1 pcs	Rp.8.000,-
6	<i>Charging Module</i>	1 pcs	Rp. 5.000,-	-	-

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
7	Baterai 3500 mAh	2 pcs	Rp. 74.000,-	-	-
8	Kabel	1 Paket	Rp. 100.000,-	5 meter	Rp 15.000,00
9	Kartu SIM	-	-	1 pcs	Rp 15.000,00
10	Indikator Baterai	1 pcs	Rp. 15.000,-	1 pcs	Rp 20.000,00
11	MPU6050	-	-	1 pcs	Rp 25.000,00
12	Arduino Mega 2560	-	-	1 pcs	Rp 180.000,00
13	<i>Powerbank Module</i>	-	-	1 pcs	Rp 10.000,00
14	Baterai Li-Polymer 5260 mAh	-	-	1 pcs	Rp 25.000,00
15	<i>Slider button</i>	-	-	2 pcs	Rp 5.000,00
16	<i>RGB LED Module</i>	-	-	1 pcs	Rp 5.500,00
17	<i>DC Jack Male</i>	-	-	2 pcs	Rp 6.000,00
Jumlah Harga		Rp. 874.000,-		Rp. 709.500,-	

Tabel 5.9 merupakan aktivitas rinci yang dilakukan selama pelaksanaan Tugas Akhir 2. Pengerjaan dilakukan pada Februari – Juli 2024. Beberapa kendala yang dialami selama pengerjaan TA2 diantaranya adalah proses menyambungkan SIM808 ke internet, pemilihan dan kalibrasi sensor *accelerometer* dan *gyroscope*, pemilihan dan pelatihan model pembelajaran mesin untuk memprediksi karakter berkendara yang memiliki ukuran model kecil sehingga dapat dimuat ke mikrokontroler, dan proses pengerjaan pembuatan PWA. Tugas Akhir 2 ini dilaksanakan oleh Ahmad Fadhlurrahman Sumaryono dan Rio Naufal Yudhistira.

Tabel 5.9 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Senin, 20 Februari 2024, 2 jam	Pembelian bahan dan alat	Rio

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
2	Selasa, 25 Februari 2024, 3 jam	Pembelian kartu SIM khusus M2M	Rio
3	Minggu, 3 Maret 2024, 5 jam	Percobaan Modul SIM808	Ahmad Rio
4	Selasa, 12 Maret 2024, 6 jam	Percobaan Modul SIM808 lebih lanjut menggunakan berbagai <i>library</i>	Ahmad Rio
5	Senin, 15 Maret 2024, 2 jam	Percobaan Modul SIM808 untuk mendapatkan nilai GPS	Ahmad
6	Sabtu, 20 Maret 2024, 4 jam	Percobaan Modul SIM808 lebih lanjut untuk mengirimkan data GPS melalui SMS	Ahmad
7	Senin, 22 April 2024, 4 jam	Percobaan untuk menyambungkan SIM808 ke internet menggunakan <i>library</i>	Ahmad
8	Senin, 29 April 2024, 2 jam	Mencoba menggunakan sensor ADXL345	Rio
9	Kamis, 1 May 2024, 5 jam	Kalibrasi sensor ADXL345	Rio
10	Senin, 6 May 2024, 2 jam	Percobaan penggabungan modul SIM808 dan ADXL345 dengan Arduino	Ahmad Rio
11	Selasa, 16 Mei 2024, 6 jam	Percobaan menyambungkan SIM808 ke internet dengan <i>library</i>	Ahmad
12	Sabtu, 27 Mei 2024, 8 jam	Modifikasi <i>library</i> SIM808 untuk menyambungkan modul ke internet	Ahmad
13	Minggu, 28 Mei 2024, 1 hari	Pembelian Alat	Ahmad Rio
14	Minggu, 2 Juni 2024, 10 jam	Menyambungkan SIM808 ke Firebase	Ahmad
15	Selasa, 4 Juni 2024, 6 jam	Percobaan pengiriman data ke Firebase	Ahmad

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
		menggunakan SIM808	
16	Senin, 10 Juni 2024, 6 jam	Melakukan percobaan pengiriman data GPS ke Firebase	Ahmad Rio
17	Selasa, 11 Juni 2024, 16 jam	Mulai pembuatan PWA	Ahmad
18	Rabu, 12 Juni 2024, 8 jam	<i>Training</i> model untuk prediksi karakter berkendara	Rio
19	Jum'at, 14 Juni 2024, 10 jam	Mencoba memasukkan model prediksi karakter berkendara ke Arduino	Rio
20	Sabtu, 15 Juni 2024, 12 jam	Melanjutkan pembangunan PWA	Ahmad
21	Kamis, 20 Juni 2024, 10 jam	Melakukan solder beberapa komponen pada PCB	Rio
22	Selasa, 25 Juni 2024, 1 hari	Pembelian komponen	Rio
23	Rabu, 26 Juni 2024, 2 hari	Menyambungkan Firebase ke PWA	Ahmad
24	Kamis, 27 Juni 2024, 6 jam	Memasukkan model prediksi ke Arduino	Rio
25	Jum'at, 28 Juni 2024, 1 hari	Menampilkan data dari Firebase ke PWA	Ahmad
26	Sabtu, 29 Juni 2024, 1 hari	Menambahkan fitur untuk melihat lokasi berdasarkan data koordinat GPS	Ahmad
27	Minggu, 30 Juni 2024, 1 hari	Memperbaiki beberapa <i>bug</i> pada PWA	Ahmad
28	Senin, 1 Juli 2024, 4 jam	Melakukan penyolderan ulang	Rio
29	Selasa, 2 Juli 2024, 1 hari	Memperbaiki beberapa fitur pada PWA	Ahmad
30	Rabu, 3 Juli 2024, 1 hari	Menambahkan fitur untuk melihat karakter berkendara.	Ahmad
31	Kamis, 4 Juli 2024, 1 hari	Menambahkan fitur untuk melihat <i>report</i> hasil berkendara	Ahmad
32	Kamis, 4 Juli 2024, 4 jam	Solder baterai dan BMS	Rio

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
33	Jum'at, 5 Juli 2024, 1 hari	Melanjutkan pengerjaan penambahan untuk melihat <i>report</i> hasil berkendara dan <i>deploy</i> PWA ke internet.	Ahmad
34	Jum'at, 5 Juli 2024, 4 jam	Memperbaiki permasalahan Arduino yang tidak dapat berkomunikasi dengan modul GPS dan modul GPS yang tidak dapat lokasi.	Ahmad Rio
35	Sabtu, 6 Juli 2024, 1 hari	Melakukan pengambilan data	Ahmad Rio
36	Minggu, 7 Juli 2024, 3 hari	Penulisan laporan TA2 dan mengolah data yang telah diambil	Ahmad Rio

5.2 Dampak Implementasi Sistem

Setelah proses implementasi sistem *monitoring* dan *reporting* karakter berkendara berhasil dilakukan, timbul berbagai konsekuensi yang dapat mempengaruhi lingkungan sekitar dan sistem pembangkit itu sendiri. Terdapat beberapa aspek yang memengaruhi, seperti teknologi, sosial, dan keamanan.

5.2.1 Teknologi

Saat ini, di Indonesia belum ada alat yang dapat secara langsung mengetahui karakter berkendara seseorang dalam hal sistem *monitoring* dan *reporting*. Namun, dengan adanya alat ini di pasaran, ini dapat menjadi pendorong bagi perkembangan teknologi dalam bidang otomotif dan sistem *monitoring*.

5.2.2 Sosial

Dengan implementasi sistem ini, pengemudi akan mendapatkan kesadaran tentang karakter berkendara mereka. Melalui *monitoring* dan *reporting* yang diberikan oleh sistem, pengemudi dapat memperbaiki perilaku berkendara mereka ke arah yang lebih baik. Dengan demikian,

implementasi ini dapat mengurangi risiko kecelakaan dengan mendorong pengemudi untuk mengadopsi kebiasaan berkendara yang lebih aman dan bertanggung jawab.

5.2.2 Keamanan

Memiliki sistem ini pada kendaraan tidak hanya dapat meningkatkan kesadaran dalam berkendara, tetapi juga meningkatkan keamanan. Salah satu fitur penting dalam sistem ini adalah adanya GPS yang dapat digunakan untuk memantau kendaraan dan pengemudi. Dengan adanya GPS, kendaraan dapat terus dipantau dari mana saja, sehingga pengemudi dapat memantau posisi kendaraan mereka dan mengambil tindakan jika terjadi situasi darurat atau pencurian kendaraan. Hal ini memberikan rasa aman dan ketenangan bagi pengemudi, serta membantu meningkatkan keamanan kendaraan secara keseluruhan.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Bagian Kesimpulan dari proses pengerjaan TA2 dengan judul *monitoring* dan *reporting* karakter berkendara adalah sebagai berikut:

- Model untuk alat yang dibuat dapat memprediksi karakter berkendara dengan akurasi 87 % dan lama waktu prediksi adalah kurang dari 2 detik
- Alat dilengkapi dengan fitur tambahan untuk mengetahui kecepatan dan lokasi dari kendaraan dengan *delay* waktu 4-7 detik.
- Alat juga dapat memberikan informasi jika terjadi pelanggaran kendaraan melebihi batas kecepatan tetapi tidak diperbarui secara *real-time* sehingga alat tidak mampu untuk memberikan notifikasi saat terjadi pelanggaran.
- Alat dapat bertahan lama selama 3 hari dalam mode kerja sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan pada usulan. Namun tidak tercapai usulan daya tahan alat saat mode siaga yaitu 2 minggu dikarenakan penggunaan daya mode kerja dan mode siaga hanya berbeda 20 mA sehingga tidak terdapat perbedaan daya tahan penggunaan yang signifikan.
- Alat memerlukan data sebanyak 57 MB hingga 100 MB per bulan.
- PWA dari sistem dapat diakses melalui *web* pada laptop dan Android dan PWA mampu melakukan *monitoring* lokasi dan karakter berkendara serta melihat rute perjalanan dan karakter perjalanan lampau.
- Pembacaan nilai kecepatan kendaraan memiliki tingkat *error* yang tinggi sampai 31%. Hal ini disebabkan karena nilai kecepatan bergantung pada nilai pembacaan GPS yang memiliki nilai *delay* tinggi.

6.2 Saran

Saran dan "*future-works*" berdasarkan hasil pelaksanaan tugas akhir serta adalah beberapa poin berikut:

1. Menggunakan lebih banyak *input* untuk prediksi karakter berkendara. Beberapa diantaranya arah mata pengemudi, emosi dari pengemudi, dll
2. Mendapatkan dan menggunakan data telemetrik yang berasal langsung dari mobil dan tidak menggunakan sensor eksternal. Seperti *speedometer* untuk kecepatan.
3. Membuat sistem pada aplikasi sehingga satu akun dapat *monitor* dan melihat hasil *report* pada banyak mobil.

4. Tipe pelanggaran yang dapat dimonitor menjadi lebih banyak dan pada aplikasi dapat dibedakan dan dilihat lokasi terjadinya pelanggaran dan tipenya.
5. Pendapatan nilai batas kecepatan menggunakan data dari *provider* yang lebih baik.
6. Sistem dapat memberikan notifikasi saat terjadi pelanggaran dan memberikan pemberitahuan saat pengemudi menjadi agresif.
7. Rute perjalanan diwarnai sesuai dengan tipe berkendara saat data diambil.
8. Menggunakan sensor GPS yang lebih terbaru sehingga tidak perlu menunggu lama untuk mendapatkan *fix position* GPS.
9. Menggunakan sensor yang lebih *low-energy* untuk lebih menghemat data.
10. Sistem otomatis menghapus data lama yang lebih dari 1 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2019-2021,” 2021. <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/jumlah-kendaraan-bermotor.html> (accessed Oct. 03, 2023).
- [2] Biro Komunikasi dan Informasi Publik, “Tekan Angka Kecelakaan Lalu Lintas, Kemenhub Ajak Masyarakat Beralih ke Transportasi Umum dan Utamakan Keselamatan Berkendara,” 2023. <https://dephub.go.id/post/read/tekan-angka-kecelakaan-lalu-lintas,-kemenhub-ajak-masyarakat-beralih-ke-transportasi-umum-dan-utamakan-keselamatan-berkendara> (accessed Oct. 03, 2023).
- [3] A. Hidayati and L. Y. Hendrati, “Analisis Risiko Kecelakaan Lalu Lintas Berdasar Pengetahuan, Penggunaan Jalur, dan Kecepatan Berkendara,” *J. Berk. Epidemiol.*, vol. 4, no. 2, pp. 275–287, 2016, doi: 10.20473/jbe.v4i2.2016.275.
- [4] Pemerintah Indonesia, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*, no. 57. Indonesia, 2009, p. 3.
- [5] Kiwi, “Mobil Sewaan Jadi Alat Kejahatan.” <https://www.suarapemredkalbar.com/read/sambas/08062017/mobil-sewaan-jadi-alat-kejahatan> (accessed Oct. 17, 2023).
- [6] Zainul, “Kronologi Pencurian Rental Mobil di Kutai Barat, Andalkan WhatsApp hingga Pelaku Berkelit - Tribunkaltim.co,” *TribunKaltim*. <https://kaltim.tribunnews.com/2023/07/14/kronologi-pencurian-rental-mobil-di-kutai-barat-andalkan-whatsapp-hingga-pelaku-berkelit> (accessed Oct. 17, 2023).
- [7] L. D. Yunita, E. Utami, and A. Yaqin, “Pengolahan Data Sensor Gerak Ponsel untuk Klasifikasi Karakteristik Mengemudi,” vol. 12, pp. 181–189, 2023.
- [8] A. E. Campos-Ferreira *et al.*, “Vehicle and Driver Monitoring System Using On-Board and Remote Sensors,” *Sensors*, vol. 23, no. 2, p. 814, Jan. 2023, doi: 10.3390/s23020814.
- [9] J. M. Mase *et al.*, “Capturing Uncertainty in Heavy Goods Vehicles Driving Behaviour,” in *2020 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, Sep. 2020, pp. 1–7. doi: 10.1109/ITSC45102.2020.9294378.

- [10] N. Rakesh Reddy and S. Subhani, "Monitoring Vehicle Speed using GPS and Categorizing Driver," *Int. J. Sci. Res. Comput. Sci. Eng.*, vol. 7, no. 5, pp. 14–21, 2019, [Online]. Available: www.isroset.org
- [11] Y. Yang *et al.*, "Driving behavior analysis of city buses based on real-time gnss traces and road information," *Sensors (Switzerland)*, vol. 21, no. 3, pp. 1–19, 2021, doi: 10.3390/s21030687.
- [12] S. Ben Brahim, H. Ghazzai, H. Besbes, and Y. Massoud, "A Machine Learning Smartphone-based Sensing for Driver Behavior Classification," *Proc. - IEEE Int. Symp. Circuits Syst.*, vol. 2022-May, pp. 610–614, 2022, doi: 10.1109/ISCAS48785.2022.9937801.
- [13] K. Yang, C. Al Haddad, G. Yannis, and C. Antoniou, "Classification and Evaluation of Driving Behavior Safety Levels: A Driving Simulation Study," *IEEE Open J. Intell. Transp. Syst.*, vol. 3, no. December 2021, pp. 111–125, 2022, doi: 10.1109/OJITS.2022.3149474.
- [14] D. Zhao, Y. Zhong, Z. Fu, J. Hou, and M. Zhao, "A Review for the Driving Behavior Recognition Methods Based on Vehicle Multisensor Information," *J. Adv. Transp.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/7287511.
- [15] E. Lattanzi, G. Castellucci, and V. Freschi, "Improving Machine Learning Identification of Unsafe Driver Behavior by Means of Sensor Fusion," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 18, p. 6417, Sep. 2020, doi: 10.3390/app10186417.
- [16] "GPS.gov: GPS Overview." <https://www.gps.gov/systems/gps/> (accessed Dec. 11, 2023).
- [17] "Global Positioning System - Definition, Components of GPS, How GPS Works, Trilateration, and FAQs." <https://byjus.com/physics/what-is-gps-global-positioning-system/> (accessed Dec. 11, 2023).
- [18] "What is Telematics?" <https://www.samsara.com/guides/what-is-telematics/> (accessed Dec. 11, 2023).
- [19] "A beginner's guide to accelerometers." <https://www.dimensionengineering.com/info/accelerometers> (accessed Nov. 27, 2023).

- [20] “Accelerometer: What is it & How it Works | Omega.” <https://www.omega.com/en-us/resources/accelerometers> (accessed Nov. 27, 2023).
- [21] “What is Machine Learning? | IBM.” <https://www.ibm.com/id-en/topics/machine-learning> (accessed Dec. 11, 2023).
- [22] KOMINFO, “Peraturan Direktur Jenderal Dan Perangkat Pos Dan Informatika No. 3 Tahun 2019 Tentang Persyaratan Teknis Alat Dan/ Atau Perangkat Telekomunikasi Low Power Wide Area.” pp. 10–13, 2019.
- [23] Menteri Komunikasi Dan Informatika Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2020 Tentang Pengendalian Alat Dan/Atau Perangkat Telekomunikasi Yang Tersambung Ke Jaringan Bergerak Seluler Melalui Identifikasi International Mobile Equipment Identity*. Kementrian Komunikasi dan Informatika, 2020, pp. 1–14.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

- Datasheet TTGO TBEAM V1.

LORA

- Working voltage: 1.8~3.7v
- Acceptable current: 10~14mA
- Transmit current: 120mA@+20dBm, 90mA@+17dBm, 29mA@+13dBm
- Operating frequency: 868MHz version
- Transmit power: +20dBm
- Receive sensitivity :-139dBm@LoRa &62.5KHz&SF=12&146bps
- -136dBm@LoRa &125KHz&SF=12&293bps
- -118dBm@LoRa &125KHz&SF=6&9380bps
- -123dBm@FSK&5KHz&1.2Kbps
- Frequency error: +/-15KHz
- FIFO space : 64Byte
- Data rate : 1.2K~300Kbps@FSK
- 0.018K~37.5Kbps@LoRa
- Modulation Mode : FSK,GFSK,MSK,GMSK,LoRa TM, OOK
- Interface form : SPI
- Sleep current : 0.2uA@SLEEP & 1.5uA@IDLE
- Operating temperature : -40°C- +85°C
- Digital RSSI function
- Automatic frequency correction
- Automatic gain control
- Low voltage detection and temperature sensor
- Fast wake-up and frequency hopping
- Highly configurable data packet handler

GPS

- GPS modules NEO-6M, 3V-5V power supply Universal
- Destined module with ceramic antenna, signal super
- Save the configuration parameter data EEPROM Down
- With data backup battery
- There are LED signal indicator
- Default Baud Rate: 9600

- Kode program Arduino

```
// Library
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MPU6050.h>
#include "decision_tree_classifier.h"

//Create software serial object to communicate with A6
SoftwareSerial mySerial(10, 11); //A6 Tx & Rx is connected to Arduino #3 & #2
Stream* stream = &mySerial;

// Your GPRS credentials, if any
#define apn "internet"

// MODEM
#define FIREBASE_AUTH "xxxxxxxxxx"

// User Email and password that already registerd or added in your project.
// #define USER_EMAIL "USER_EMAIL"
// #define USER_PASSWORD "USER_PASSWORD"
#define DATABASE_URL "xxxxxxxxxx"

unsigned long ms = 0;
int UTC_Offset = 7;

float gravityX = 0, gravityY = 0, gravityZ = 0;

// Faktor smoothing untuk filter low-pass
const float smoothingFactor = 0.3;
char buffer[7];
String PIN = "xxxxxx";
String Perjalanan = "x";

// Initialize Instance MPU6050
Adafruit_MPU6050 mpu;

bool gprsInit();
bool gprsConnect();
bool gprsDisconnect();

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
  pinMode(7, OUTPUT);
}
```

```

while (!Serial)
delay(10);

Serial.println("Adafruit MPU6050 test!");

// Coba inisialisasi sensor
if (!mpu.begin()) {
Serial.println("Failed to find MPU6050 chip");
while (1) {
delay(10);
}
}
Serial.println("MPU6050 Found!");
mpu.setAccelerometerRange(MPU6050_RANGE_2_G);
mpu.setGyroRange(MPU6050_RANGE_250_DEG);
mpu.setFilterBandwidth(MPU6050_BAND_94_HZ);
digitalWrite(7, HIGH);
// Initialize SIM808
while (!SIMInit()) {
Serial.println("Not Connected");
delay(5000);
}
Serial.println("SIM CONNECTED");
// Connecting GSM to Internet
gprsInit();
gprsConnect();
Connect_Server("/" + PIN + "/" + Perjalanan + String("/.json?auth=") +
FIREBASE_AUTH); // Connecting to Firebase Server
}

void loop()
{
String response;
String testdata;
testdata = Data_Upload();
Upload_Server("POST", testdata, response);
delay(1000);
}

int processMPU6050Data() {
// Dapatkan pembacaan sensor MPU6050
sensors_event_t a, g, temp;
mpu.getEvent(&a, &g, &temp);

// Aplikasi filter low-pass untuk mendapatkan komponen gravitasi
gravityX = (1 - smoothingFactor) * gravityX + smoothingFactor * a.acceleration.x;
gravityY = (1 - smoothingFactor) * gravityY + smoothingFactor * a.acceleration.y;

```

```

gravityZ = (1 - smoothingFactor) * gravityZ + smoothingFactor * a.acceleration.z;

// Hapus komponen gravitasi dari pembacaan akselerometer
float linearAccelerationX = a.acceleration.x - gravityX;
float linearAccelerationY = a.acceleration.y - gravityY;
float linearAccelerationZ = a.acceleration.z - gravityZ;
float gyroX = g.gyro.x;
float gyroY = g.gyro.y;
float gyroZ = g.gyro.z;
float tesdata[] = { linearAccelerationX, linearAccelerationY, linearAccelerationZ,
gyroX, gyroY, gyroZ }; // Contoh fiktif
// Update variabel global hasil
int hasil = predict(tesdata); // Pastikan predict() adalah fungsi yang valid
return hasil;
}

/*****
AT commands stuff
*****/

typedef const __FlashStringHelper* GsmConstStr;

void sendAT(const String& cmd) {
stream->print("AT");
stream->println(cmd);
Serial.println(cmd);
}

uint8_t waitResponse(uint32_t timeout, GsmConstStr r1,
GsmConstStr r2 = NULL, GsmConstStr r3 = NULL)
{
String data;
data.reserve(64);
int index = 0;
for (unsigned long start = millis(); millis() - start < timeout; ) {
while (stream->available() > 0) {
int c = stream->read();
if (c < 0) continue;
data += (char)c;
if (data.indexOf(r1) >= 0) {
index = 1;
goto finish;
} else if (r2 && data.indexOf(r2) >= 0) {
index = 2;
goto finish;
} else if (r3 && data.indexOf(r3) >= 0) {
index = 3;

```

```

goto finish;
}
}
}
finish:
Serial.println(data);
return index;
}

uint8_t waitResponse(GsmConstStr r1,
GsmConstStr r2 = NULL, GsmConstStr r3 = NULL)
{
return waitResponse(1000, r1, r2, r3);
}

uint8_t waitOK_ERROR(uint32_t timeout = 1000) {
return waitResponse(timeout, F("OK¥r¥n"), F("ERROR¥r¥n"));
}

bool SIMInit(){
sendAT("");
if (waitResponse(1000L, F("")) != 1) {
return false;
}
sendAT(F("+CFUN=1"));
waitOK_ERROR();
return true;
}

bool gprsInit()
{
gprsDisconnect();
sendAT(F("E0"));
waitOK_ERROR();

sendAT(F("+SAPBR=3,1,¥"Contype¥",¥"GPRS¥"));
waitOK_ERROR();

sendAT(F("+SAPBR=3,1,¥"APN¥",¥"" apn "¥"));
waitOK_ERROR();

sendAT(F("+CGDCONT=1,¥"IP¥",¥"" apn "¥"));
waitOK_ERROR();
return true;
}

```

```

// Start the GSM connection
bool gprsConnect()
{
    Serial.println("Connecting to GSM...");

    sendAT(F("+CGACT=1,1"));
    waitOK_ERROR(1000L);

    // Open a GPRS context
    sendAT(F("+SAPBR=1,1"));
    waitOK_ERROR(1000L);
    // Query the GPRS context
    sendAT(F("+SAPBR=2,1"));
    if (waitOK_ERROR(1000L) != 1)
        return false;
    Serial.println("GSM connected");
    return true;
}

// Disconnect GSM Connection
bool gprsDisconnect() {
    sendAT(F("+SAPBR=0,1"));
    if (waitOK_ERROR(1000L) != 1)
        return;
    sendAT(F("+CGACT=0"));
    Serial.println("GSM disconnected");
    return true;
}

/*****
Firebase commands stuff
*****/

int Connect_Server(const String& url)
{
    Serial.print(F("  Request: "));
    Serial.print(DATABASE_URL);
    Serial.println(url);

    sendAT(F("+HTTPTERM"));
    waitOK_ERROR();

    sendAT(F("+HTTPIPINIT"));
    waitOK_ERROR();

    sendAT(F("+HTTPPARA=¥"CID¥",1));
    waitOK_ERROR();

```

```

sendAT(String(F("+HTTTPARA=%URL%", %"https://") + DATABASE_URL + url + "%"));
waitOK_ERROR();

sendAT(F("+HTTTPARA=%REDIR%", 1));
waitOK_ERROR();

sendAT(F("+HTTTPSSL=1"));
waitOK_ERROR();
}

int Upload_Server(const String& method,
const String& request,
String& response){
if (request.length()) {
sendAT(F("+HTTTPARA=%CONTENT%", %"application/json%"));
waitOK_ERROR();
sendAT(String(F("+HTTTPDATA=")) + request.length() + "," + 10000);
waitResponse(12000, F("DOWNLOAD%r%n"));
stream->print(request);
waitOK_ERROR();
}

if (method == "GET") {
sendAT(F("+HTTTPACTION=0"));
} else if (method == "POST") {
sendAT(F("+HTTTPACTION=1"));
} else if (method == "HEAD") {
sendAT(F("+HTTTPACTION=2"));
} else if (method == "DELETE") {
sendAT(F("+HTTTPACTION=3"));
}
waitOK_ERROR();

if (waitResponse(30000L, F("+HTTTPACTION:")) != 1) {
Serial.println("HTTTPACTION Timeout Action");
return false;
}

stream->readStringUntil(',');
int code = stream->readStringUntil(',').toInt();
size_t len = stream->readStringUntil('%n').toInt();

if (code != 200) {
delay(10000);
Serial.print("Error Code:");
Serial.println(code);
}

```

```

Connect_Server("/" + PIN + "/" + Perjalanan + String("/.json?auth=") +
FIREBASE_AUTH);
return false;
}

response = "";
if (len > 0) {
response.reserve(len);

sendAT(F("+HTTPREAD"));
if (waitResponse(10000L, F("+HTTPREAD: ")) != 1) {
Serial.println("HTTPREAD Timeout Read");
return false;
}
len = stream->readStringUntil('\n').toInt();

while (len-->0) {
while (!stream->available()) {
delay(1);
}
response += (char)(stream->read());
}
waitOK_ERROR();
}

return true;
}

/*****
Data Collecting stuff
*****/

String Data_Upload(){
JsonDocument doc;
int len = 8;
String dated;

sendAT("+CGNSPWR=1");
waitOK_ERROR();
sendAT("+CGNSINF");
stream->readStringUntil(',');
while(!stream->readStringUntil(',').toInt()){
stream->readStringUntil('\n');
delay(30000);
sendAT("+CGNSINF");

```

```

stream->readStringUntil(',');
}

while (len--) {
while (!stream->available()) {
delay(1);
}
dated += (char)(stream->read());
}

String datetime = stream->readStringUntil(',');
datetime.trim();
int year_1 = dated.toInt() / 10000;
int month_1 = (dated.toInt() / 100) % 100;
int day_1 = dated.toInt() % 100;
int hour_1 = datetime.toInt() / 10000;
hour_1 += UTC_Offset;
if (hour_1 > 24){
hour_1 -= 24;
day_1 += 1;
}
int minute_1 = (datetime.toInt() / 100) % 100;
int second_1 = datetime.toInt() % 100;

String latloc = stream->readStringUntil(',');
String lonloc = stream->readStringUntil(',');
stream->readStringUntil(',');
float wspeed = stream->readStringUntil(',').toFloat() * 1.852;
stream->readStringUntil('\n');
waitOK_ERROR();
// sendAT("+CGNSPWR=0");
// waitOK_ERROR();
int karakter = processMPU6050Data();

int sign;
sendAT("+CSQ");
stream->readStringUntil(' ');
sign = stream->readStringUntil(',').toInt();
stream->readStringUntil('\n');
sign = ((sign-2)*2)-109;

char datetime[20];
sprintf(datetime,"%02d/%02d/%02d %02d:%02d:%02d", year_1, month_1, day_1, hour_1,
minute_1, second_1);
if (wspeed < 5){
wspeed = 0;
}

```

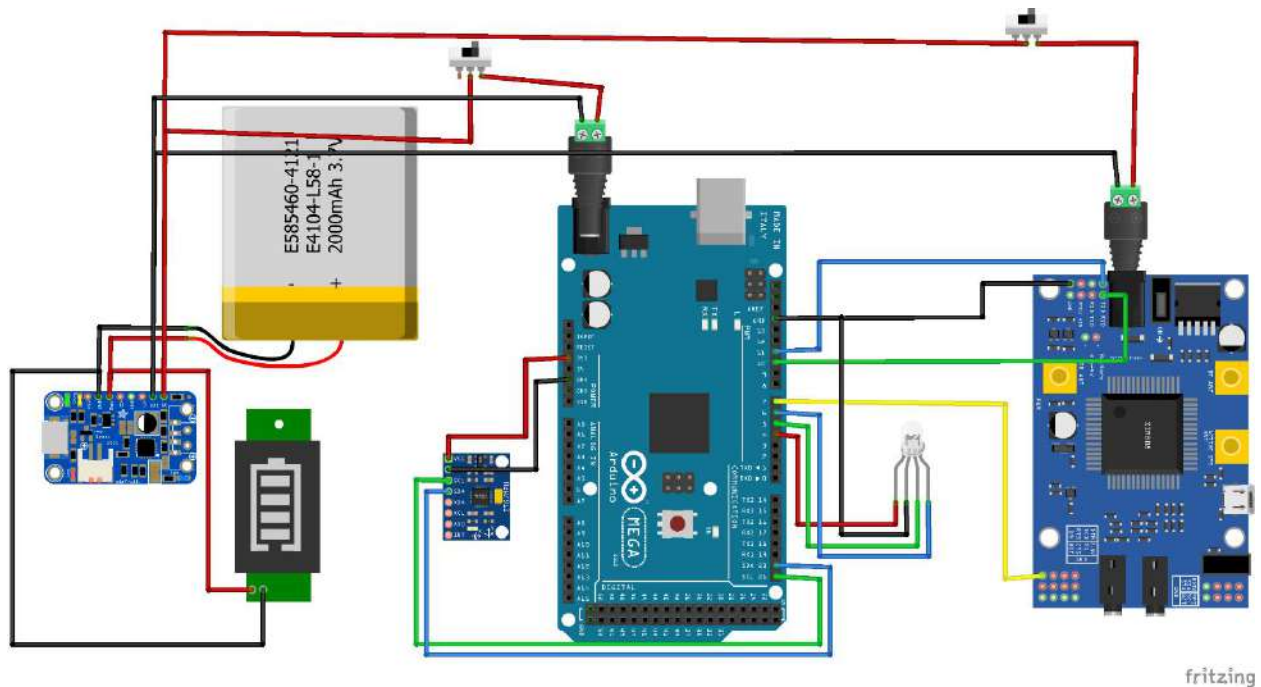
```

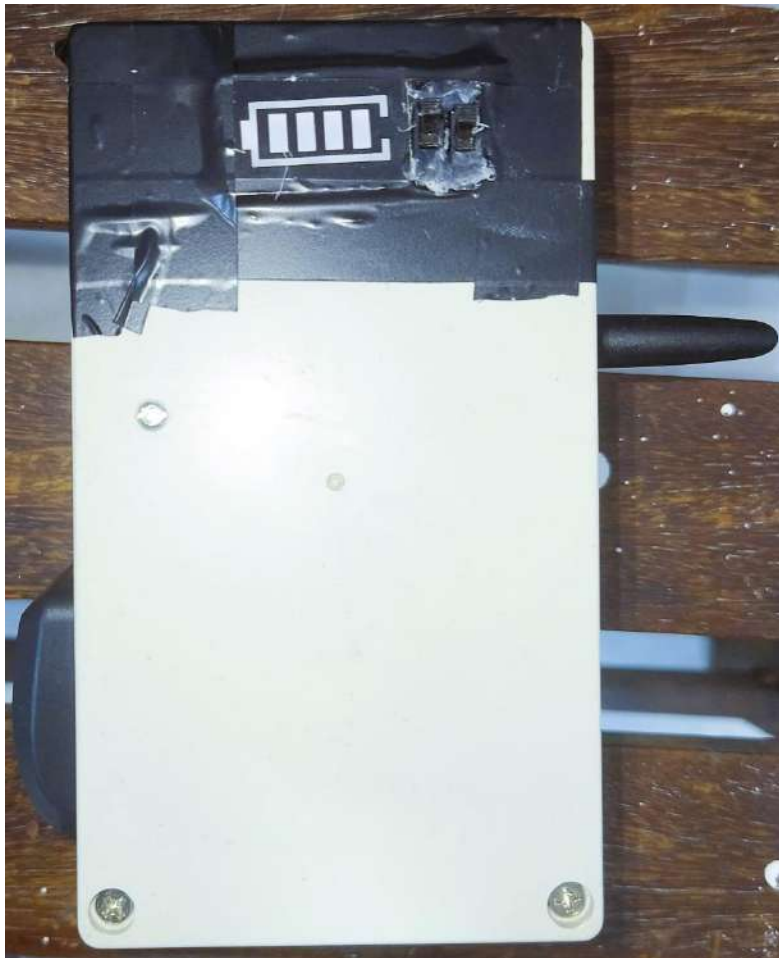
doc["Timestamp"] = datetime;
doc["Latitude"] = latloc;
doc["Longitude"] = lonloc;
doc["Kecepatan"] = wspeed;
doc["Karakter"] = karakter;
doc["Battery_Level"] = "50";
doc["Cellular_Strength"] = sign;

serializeJsonPretty(doc, Serial);
String sendtoserver;
serializeJson(doc, sendtoserver);
return sendtoserver;
}

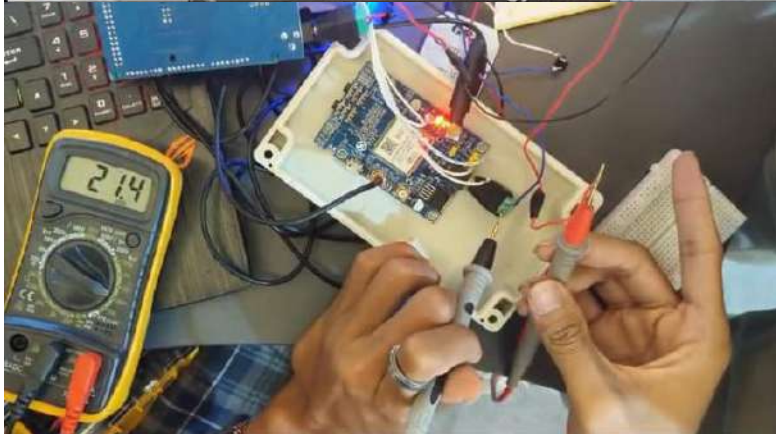
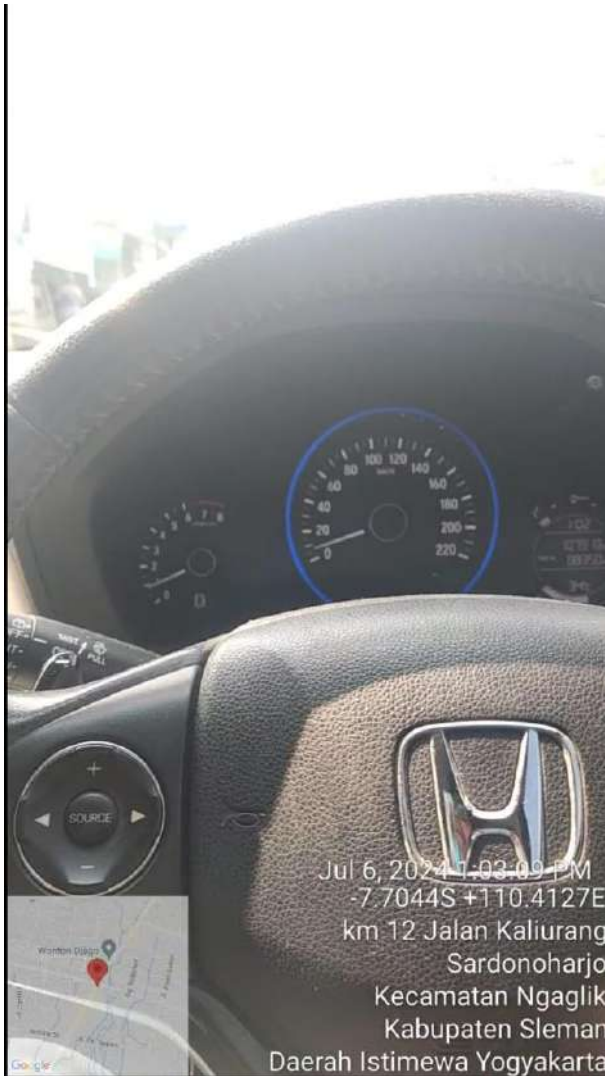
```

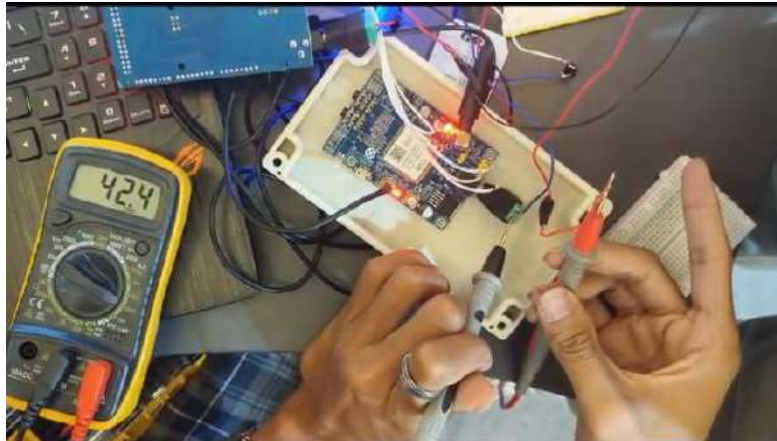
- Foto Alat



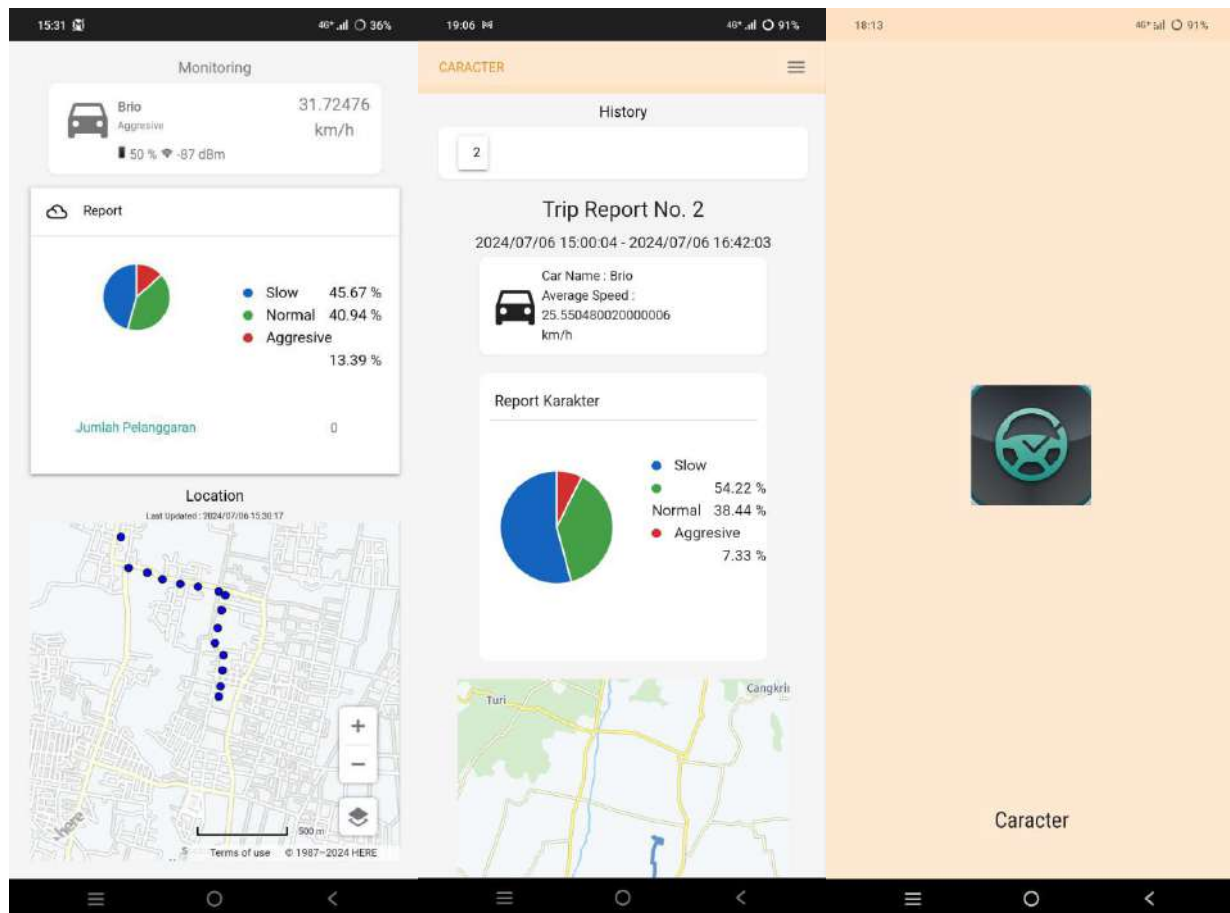


- Foto Selama Pengujian Alat





- Tampilan Aplikasi



TABEL PERBAIKAN LAPORAN AKHIR CAPSTONE

MAHASISWA #1 : 20524011 Rio Naufal Yudhistira :
MAHASISWA #2 : 20524140 Ahmad Fadhlurrahman Sumaryono
JUDUL/TOPIK : Monitoring dan Reporting Karakter Berkendara Pengemudi

No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status
1	Analisis kebutuhan dituangkan dalam bentuk paragraf	Menambahkan penjelasan analisis kebutuhan dalam bentuk paragraf berikut : Berdasarkan survei, terdapat kebutuhan utama terkait pemantauan dan pengawasan berkendara. Pengguna jalan sering menghadapi pengemudi ugal-ugalan, terutama pengendara sepeda motor di kota dan bus di jalan antar kota, menunjukkan perlunya pengawasan lebih ketat. Meski malas melapor, pengguna jalan setuju bahwa pemantauan oleh atasan dapat meningkatkan keselamatan. Supir merasa kurang nyaman diawasi terus-menerus, namun pemantauan perilaku dan kejujuran mereka dinilai baik. Polisi lalu lintas sering menemukan pelanggaran, terutama oleh pengendara roda dua, dan menekankan pentingnya pemantauan kecepatan, posisi, dan cara berbelok. Pemilik rental kendaraan menggunakan GPS dan terbuka terhadap inovasi baru, bersedia mengeluarkan hingga 1 juta rupiah untuk alat pemantau yang efisien. Secara keseluruhan, kebutuhan utama meliputi pengawasan perilaku berkendara, peningkatan kenyamanan dan keamanan melalui pemantauan yang tidak mengganggu, serta adopsi teknologi pemantauan yang lebih efektif.	4-5	In progress
2	Bisa ditingkatkan akurasi pembacaan kecepatan dengan penambahan perangkat keras (optional)	Tidak dilakukan penambahan perangkat keras pada alat		Not started
3	Estimasi biaya pengiriman data dengan modul sim 800 L	Menambahkan metode pengujian kinerja hasil perancangan, menambahkan kesimpulan, dan pada ringkasan tentang estimasi biaya pengiriman data : Uji Biaya Pengiriman Data Alat Pengujian biaya pengiriman data alat dilakukan untuk menentukan jumlah data yang dibutuhkan oleh alat tersebut dalam satu hari. Tujuan pengujian ini adalah agar pengguna dapat menyediakan data yang cukup untuk pengoperasian alat. Proses pengujian dilakukan dengan menghitung biaya pengiriman satu data, kemudian dikalikan dengan jumlah jam dalam satu hari. Dengan mengetahui hasil pengujian ini, pengguna dapat memperkirakan dan	viii, 47-48, 54-55, 65	In progress

No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status		
		menyediakan data yang diperlukan agar alat dapat beroperasi sesuai dengan kebutuhan. Uji Biaya Pengiriman Data Alat Pengukuran biaya data alat dilakukan dengan menghitung biaya pengiriman data dalam satu waktu, kemudian mengalikannya dengan satu menit, satu jam, satu hari, dan satu bulan. Tujuan langkah ini adalah untuk mengetahui total biaya operasional alat dalam satu hari penuh. Alat ini memiliki variasi delay pengiriman antara 4 hingga 7 detik, namun dalam pengujian ini hanya digunakan nilai 4 dan 7 detik sebagai tolok ukur biaya pengiriman data. Biaya pengiriman data dalam satu kali pengiriman adalah 155 byte. Berikut adalah perkiraan biaya selama satu hari berdasarkan pengukuran tersebut. <table><tr><td><u>1 Menit</u> $Min = 155 \times (60 / 4)$ $Min = 2,325 \text{ byte}$ <u>1 Jam</u> $Hour = 2,325 \times 60$ $Hour = 139,500 \text{ byte}$ <u>1 Hari</u> $Hour = 139,500 \times 24$ $Hour = 3,348,000 \text{ byte}$ <u>1 Bulan</u> $Mon = 3,348,000 \times 30$ $Mon = 100,440,000 \text{ byte}$</td><td><u>1 Menit</u> $Min = 155 \times (60 / 7)$ $Min = 1,329 \text{ byte}$ <u>1 Jam</u> $Hour = 1,329 \times 60$ $Hour = 79,740 \text{ byte}$ <u>1 Hari</u> $Hour = 79,740 \times 24$ $Hour = 1,913,760 \text{ byte}$ <u>1 Bulan</u> $Hour = 1,913,760 \times 30$ $Hour = 57,412,800 \text{ byte}$</td></tr></table> Berdasarkan perhitungan biaya yang dilakukan, didapatkan bahwa rentang biaya pengiriman data alat berkisar antara 57 MB hingga 100 MB per bulan. Rentang ini ditentukan oleh variasi interval pengiriman data, di mana data dikirim paling cepat setiap 4 detik dan paling lama setiap 7 detik. Perhitungan ini memberikan gambaran yang jelas mengenai kebutuhan data alat, sehingga pengguna dapat mempersiapkan alokasi data yang cukup untuk memastikan alat beroperasi dengan optimal. Dengan demikian, pengguna dapat menghindari masalah operasional yang disebabkan oleh kekurangan data dan memastikan bahwa alat dapat menjalankan fungsinya dengan efektif. Pada kesimpulan	<u>1 Menit</u> $Min = 155 \times (60 / 4)$ $Min = 2,325 \text{ byte}$ <u>1 Jam</u> $Hour = 2,325 \times 60$ $Hour = 139,500 \text{ byte}$ <u>1 Hari</u> $Hour = 139,500 \times 24$ $Hour = 3,348,000 \text{ byte}$ <u>1 Bulan</u> $Mon = 3,348,000 \times 30$ $Mon = 100,440,000 \text{ byte}$	<u>1 Menit</u> $Min = 155 \times (60 / 7)$ $Min = 1,329 \text{ byte}$ <u>1 Jam</u> $Hour = 1,329 \times 60$ $Hour = 79,740 \text{ byte}$ <u>1 Hari</u> $Hour = 79,740 \times 24$ $Hour = 1,913,760 \text{ byte}$ <u>1 Bulan</u> $Hour = 1,913,760 \times 30$ $Hour = 57,412,800 \text{ byte}$		
<u>1 Menit</u> $Min = 155 \times (60 / 4)$ $Min = 2,325 \text{ byte}$ <u>1 Jam</u> $Hour = 2,325 \times 60$ $Hour = 139,500 \text{ byte}$ <u>1 Hari</u> $Hour = 139,500 \times 24$ $Hour = 3,348,000 \text{ byte}$ <u>1 Bulan</u> $Mon = 3,348,000 \times 30$ $Mon = 100,440,000 \text{ byte}$	<u>1 Menit</u> $Min = 155 \times (60 / 7)$ $Min = 1,329 \text{ byte}$ <u>1 Jam</u> $Hour = 1,329 \times 60$ $Hour = 79,740 \text{ byte}$ <u>1 Hari</u> $Hour = 79,740 \times 24$ $Hour = 1,913,760 \text{ byte}$ <u>1 Bulan</u> $Hour = 1,913,760 \times 30$ $Hour = 57,412,800 \text{ byte}$					

No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status
		●Alat memerlukan data sebanyak 57 MB hingga 100 MB per bulan pada ringkasan : Sistem ini menggunakan AI untuk menentukan karakter berkendara pengemudi. Metode yang digunakan adalah decision tree klasifikasi dengan tingkat akurasi sebesar 87%. Selain itu, lama pengiriman data sistem sekitar antara 4-7 detik, akurasi sensor GPS dalam menentukan posisi kendaraan juga jika dibanding dengan posisi Google Maps hanya kurang dari 2 meter dari posisi asli. Sistem juga memerlukan data sebanyak 57 MB hingga 100 MB per bulan agar dapat digunakan. Namun, perlu diingat bahwa nilai kecepatan yang dihasilkan masih memiliki tingkat kesalahan sebesar 31,6% karena menggunakan nilai kecepatan dari GPS. Sistem ini memiliki dua mode, yaitu mode normal dan siaga. Pada mode normal, sistem dapat bertahan selama 3 hari sebelum perlu diisi ulang, sedangkan pada mode siaga, sistem dapat bertahan selama 4 hari. Meskipun ukuran alat tidak sesuai dengan keinginan penulis, sistem dan kinerja alat sudah sesuai dengan apa yang ingin dicapai.		
4				Not started
5				Not started
6				Not started
7				Not started
8				Not started
9				Not started
10				Not started

Yogyakarta, 05 Agustus 2024

Menyetujui,
Penguji



(Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng.)