

LAPORAN TUGAS AKHIR 2 VERSI 0.2

Sistem Notifikasi Kecelakaan Berupa Pesan dan Lokasi Kejadian Kecelakaan



Penyusun:

Rizal Mulia Insani (20524200)

Ikhsan Maulana Ivandhi (20524206)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Sistem Notifikasi Kecelakaan Berupa Pesan dan Lokasi Kejadian Kecelakaan

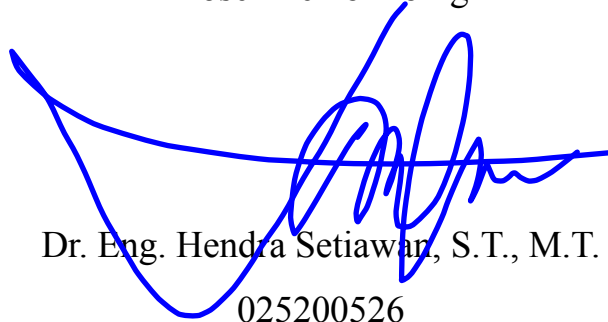
Penyusun:

Rizal Mulia Insani (20524200)

Ikhsan Maulana Ivandhi (20524206)

Yogyakarta, 10 Juli 2024

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Hendra Setiawan', is written over the text of the supervisor's name and ID number.

Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.
025200526

**Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta
2024**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

JUDUL KARYA TUGAS AKHIR



Disusun oleh:

Rizal Mulia Insani 20524200

Ikhsan Maulana Ivandhi 20524206

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 19 dan 31 Juli 2024

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

Anggota Penguji 1

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

Anggota Penguji 2

: Dr. Sayuri Egaravanda, S.Kom, M.Eng.

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

Tanggal: 06 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, 03 Agustus 2024



Rizal Mulia Insani (20524200)



Ikhsan Maulana Ivandhi (20524206)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	2
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	3
PERNYATAAN.....	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR TABEL.....	7
DAFTAR GAMBAR.....	8
BAB 1. PENDAHULUAN.....	9
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah.....	9
1.2 Rumusan Masalah.....	13
1.3 Tujuan.....	13
1.4 Batasan Masalah.....	14
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan.....	14
1.6 Standar Keteknikan Sistem.....	14
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM.....	16
2.1 Studi Literatur dan Observasi.....	16
2.2 Dasar Teori.....	23
2.2.1 Motor.....	23
2.2.2 Kecelakaan.....	25
2.2.3 Internet Of Things.....	26
2.3 Analisis Stakeholder.....	28
2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem.....	28
2.5 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Desain.....	29
2.6 Spesifikasi Sistem.....	30
BAB 3. USULAN SOLUSI.....	31
3.1 Usulan Solusi 1.....	31
3.1.1 Desain Sistem 1.....	31
3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1.....	35
3.1.3 Analisis Risiko Desain 1.....	36
3.1.4 Pengukuran Performa.....	36
3.2 Usulan Solusi 2.....	37
3.2.1 Desain Sistem 2.....	38
3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2.....	42
3.2.3 Analisis Risiko Desain 2.....	43
3.2.4 Pengukuran Performa.....	43
3.3 Usulan Solusi 3.....	44
3.3.1 Desain Sistem 3.....	45
3.3.2 Rencana Anggaran Desain 3.....	48
3.3.3 Analisis Risiko Desain 3.....	49
3.3.4 Pengukuran Performa.....	49

3.4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).....	50
3.5 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik.....	51
3.6 Gantt Chart.....	53
3.7 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1.....	54
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN.....	62
4.1 Hasil Rancangan Sistem.....	62
4.1.1 Rangkaian Elektronik.....	62
4.1.2 Desain 3D.....	65
4.1.3 Software atau interface.....	65
4.1.4 Foto Hasil Akhir Perancangan.....	66
4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan.....	68
4.2.1 Pengujian Mengaplikasikan Sistem pada Motor.....	68
4.2.2 Pengujian Sistem dalam Mengidentifikasi Kecelakaan.....	69
4.2.3 Pengujian Kecepatan Notifikasi dan Keakuratan Titik Lokasi Kejadian.....	69
4.2.4 Pengujian Kelengkapan Notifikasi.....	70
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS.....	71
5.1. Analisis Hasil.....	71
5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator.....	71
5.1.1.1 Dapat Diaplikasikan pada Sistem Motor.....	71
5.1.1.2 Dapat Mengidentifikasi Kecelakaan.....	72
5.1.1.3 Memiliki Kecepatan Pengiriman Notifikasi dan Keakuratan Lokasi yang Baik.....	75
5.1.1.4 Dapat Mengirim Notifikasi secara Lengkap.....	78
5.1.1.5 Perbandingan performa antara sistem yang dibuat dengan sistem lain.....	79
5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem.....	81
5.1.3 Pengalaman Pengguna.....	82
5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya.....	83
5.2 Dampak Implementasi Sistem.....	90
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	92
6.1 Kesimpulan.....	92
6.2 Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....	94
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....	97

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil survei antara pengembang dan pengguna.....	12
Tabel 2. Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis.....	18
Tabel 3.1 Ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum. (a) Proses cara kerja sistem, (b) gambaran komponen-komponen yang digunakan, (c) desain model sistem.....	33
Tabel 3.2 Inventarisasi kebutuhan sistem usulan solusi 1.....	34
Tabel 3.3 Rencana anggaran pengembangan sistem usulan solusi 1.....	35
Tabel 3.4 Ilustrasi usulan rancangan sistem usulan solusi 2. (a) Proses cara kerja sistem, (b) gambaran komponen-komponen yang digunakan, (c) desain model sistem, (d) gambaran pemasangan sensor benturan.....	40
Tabel 3.5 Inventarisasi kebutuhan sistem usulan solusi 2.....	41
Tabel 3.6 Rencana anggaran pengembangan sistem usulan solusi 2.....	42
Tabel 3.7 Ilustrasi usulan rancangan sistem usulan solusi 2. (a) Proses cara kerja sistem, (b) gambaran komponen-komponen yang digunakan, (c) desain model sistem, (d) gambaran pemasangan sensor benturan.....	47
Tabel 3.8 Inventarisasi kebutuhan sistem usulan solusi 3.....	48
Tabel 3.9 Rencana anggaran pengembangan sistem usulan solusi 3.....	49
Tabel 3.10 Keterangan faktor yang mempengaruhi pemilihan dan klasifikasi tiap poin.....	51
Tabel 3.11 Decision matrix.....	52
Tabel 3.12 Gantt Chart pelaksanaan Tugas Akhir.....	53
Tabel 3.13 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1.....	55
Tabel 4.1 Rangkaian Elektronik Sistem. (a) Rangkaian Elektronik Menggunakan Aplikasi, (b) Rangkaian Elektronik dalam Desain Printed Circuit Board, (c) Rangkaian Elektronik Real.....	63
Tabel 4.2 Foto Hasil Akhir Perancangan. (a) Rangkaian pada bagasi motor, (b) Tampilan sensor benturan sisi depan dan belakang, (c) Tampilan sensor benturan sisi kanan dan kiri.....	67
Tabel 5.1 Kemampuan Sensor Kemiringan dalam Mengidentifikasi Kecelakaan.....	73
Tabel 5.2 Kemampuan Sensor Benturan dalam Mengidentifikasi Kecelakaan.....	75
Tabel 5.3 Kecepatan Pengiriman Notifikasi.....	76
Tabel 5.4 Keakuratan Lokasi.....	77
Tabel 5.5 Kelengkapan Notifikasi.....	78
Tabel 5.6 Perbandingan Sistem yang Dibuat dengan Sistem Lain.....	79
Tabel 5.7 Perbandingkan usulan dan hasil perancangan sistem.....	81
Tabel 5.8 Perbandingkan usulan dan hasil perancangan sistem.....	82
Tabel 5.9 Kesesuaian antara usulan dan realisasi timeline pengerjaan Tugas Akhir 2.....	84
Tabel 5.10 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi.....	85
Tabel 5.11 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2.....	86

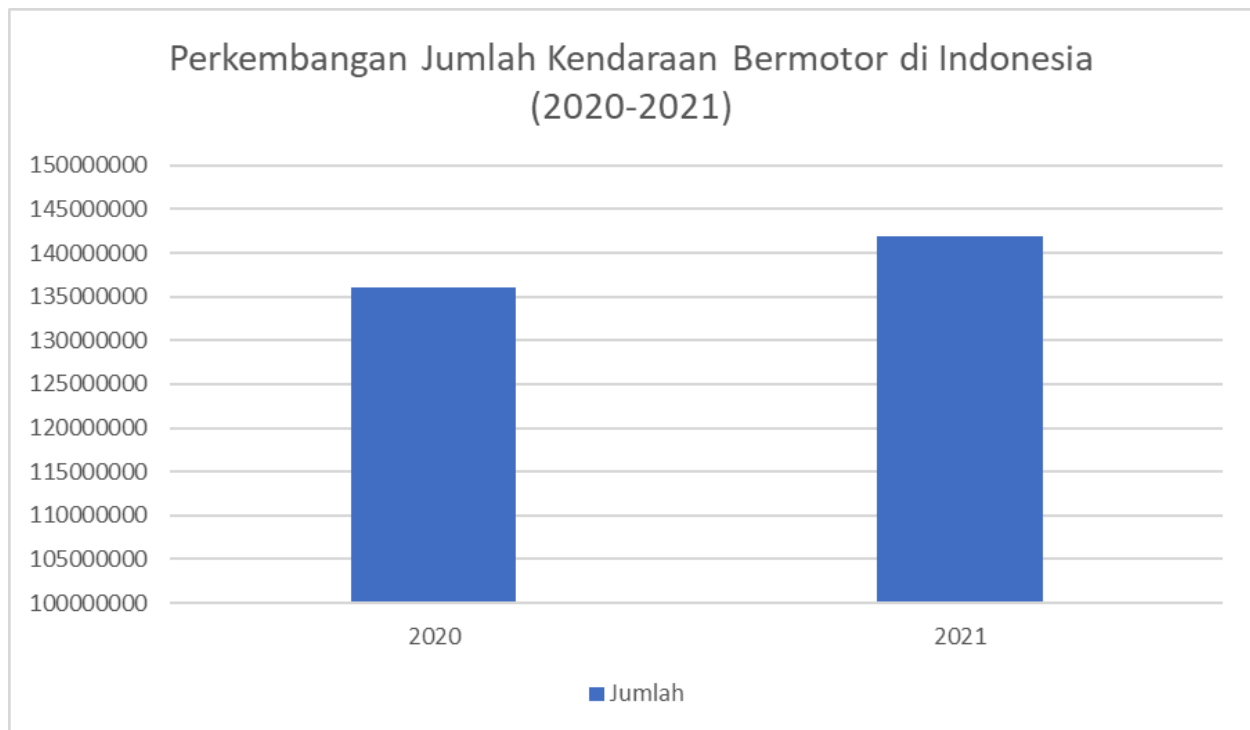
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik perkembangan kendaraan bermotor di Indonesia (2020-2021).....	9
Gambar 1.2 Grafik perkembangan kecelakaan di Indonesia (2020-2021).....	10
Gambar 2.1 Motor [7].....	24
Gambar 2.2 Kecelakaan [8].....	25
Gambar 2.3 Internet of Things [9].....	27
Gambar 3.1 Diagram alir usulan solusi 1.....	32
Gambar 3.2 Diagram alir usulan solusi 2.....	39
Gambar 3.3 Diagram alir usulan solusi 3.....	46
Gambar 4.1 Desain 3D.....	65
Gambar 4.2 Interface SMS.....	66
Gambar 5.1 Sistem tidak mengganggu fungsi bagasi.....	72
Gambar 5.2 Sistem dapat beroperasi sesuai kondisi nyala-mati motor.....	72
Gambar 5.3 Kesesuaian nilai yang dibaca sensor dengan nilai sudut busur.....	74

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Indonesia merupakan negara yang luas dan beriklim tropis, sehingga banyak dari masyarakat masih bergantung dengan kendaraan untuk berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain. [1] Sehingga seiring berjalannya waktu semakin berkembang pula jumlah pengguna kendaraan di Indonesia. Menurut data dari Korlantas Polri yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik, data kendaraan di Indonesia pada 2020 mencapai 136.137.451 unit. Angka jumlah kendaraan ini meningkat 4,3 persen pada tahun 2021 menjadi 141.992.573 unit. Dari data jumlah kendaraan pada tahun 2020 dan 2021, 85 persen jumlah kendaraan tersebut merupakan sepeda motor. [2]

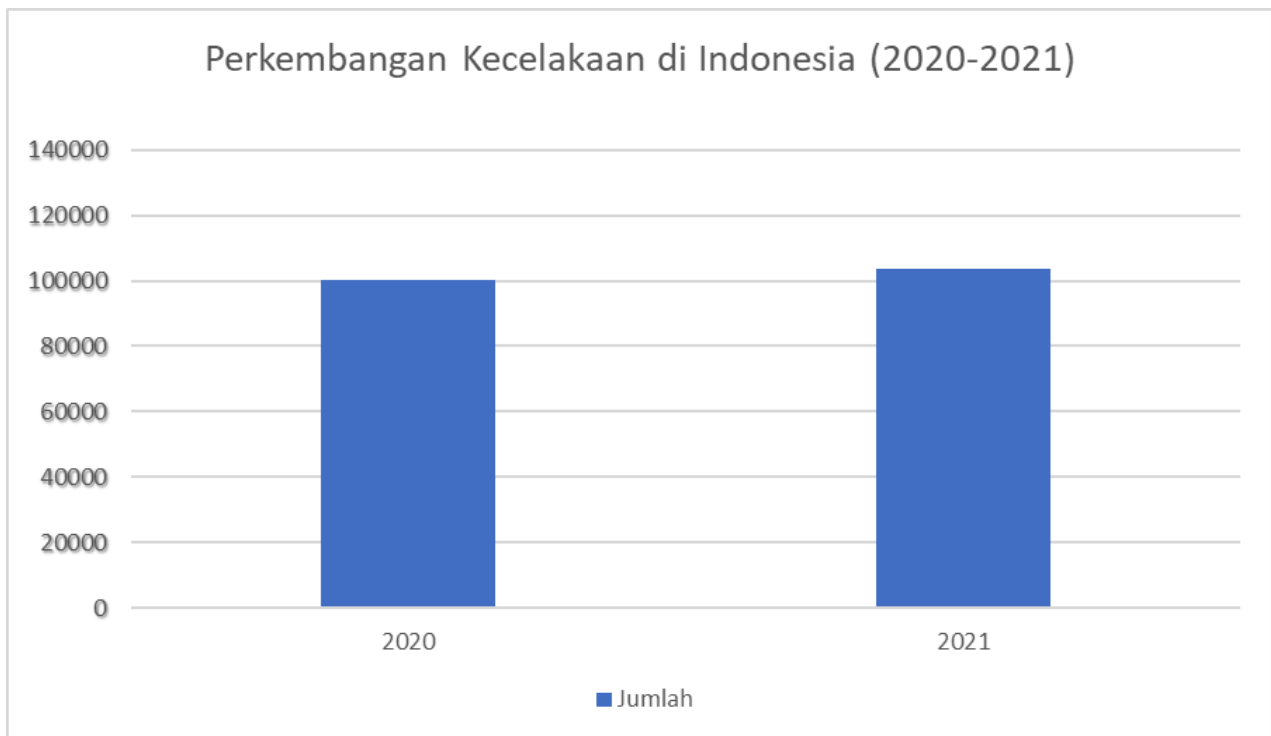


Gambar 1.1 Grafik perkembangan kendaraan bermotor di Indonesia (2020-2021)

Meski telah terdapat peraturan yang mengatur tata tertib lalu lintas, yaitu Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, angka kecelakaan masih terus bertambah tiap tahunnya. Kecelakaan adalah suatu peristiwa yang tidak dapat dihindari. Terlepas dari beberapa individu yang dengan sengaja melanggar peraturan, bagi mereka yang patuh terhadap peraturan pun masih terdapat kemungkinan mengalami kecelakaan. Menurut data Korlantas Polri yang dirilis oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika terdapat sejumlah faktor yang menjadi penyebab kecelakaan lalu lintas. Sebanyak 61 persen disebabkan oleh faktor manusia, seperti kemampuan

serta karakter pengemudi. Banyak sekali kasus kecelakaan terjadi bukan karena seseorang melanggar peraturan, namun karena orang lain yang tidak mematuhi peraturan dan orang yang telah mematuhi peraturan juga menjadi korban. Faktor lain yaitu prasarana dan lingkungan seperti kondisi permukaan jalan, infrastruktur jalan, dan kondisi cuaca, sebanyak 30 persen. Terakhir, faktor kondisi kendaraan yang digunakan juga memiliki peran penting dalam berkendara, sebanyak 9 persen. [3]

Berdasarkan data dari Korlantas Polri yang dipublikasikan Kementerian Perhubungan, angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia mencapai 103.645 Kasus pada tahun 2021. Jumlah tersebut lebih tinggi dibandingkan data tahun 2020 yang sebanyak 100.028 kasus. Adapun, kasus kecelakaan lalu lintas pada tahun 2021 telah menewaskan 25.266 korban jiwa dengan kerugian materi mencapai Rp246 miliar. Angka ini sangat tinggi dan terus meningkat dari waktu ke waktu. Pengendara sepeda motor seringkali menjadi jenis kendaraan yang terlibat dalam kecelakaan. [4]



Gambar 1.2 Grafik perkembangan kecelakaan di Indonesia (2020-2021)

Jika dilihat profil korban kecelakaan berdasarkan usia pada tahun 2020, korban kecelakaan pada usia 10-19 tahun sebanyak 26.906 orang, usia 20-29 tahun sebanyak 29.281 orang, usia 30-39 sebanyak 18.553 orang, usia 40-49 sebanyak 17.980 orang, dan usia 50 tahun keatas

sebanyak 31.740 orang. Banyak dari korban kecelakaan lalu lintas merupakan kelompok pelajar, mahasiswa, dan pekerja muda. [5]

Beberapa kasus kecelakaan berakhir menjadi kematian karena korban tidak segera mendapatkan penanganan, seperti kecelakaan yang terjadi di daerah terpencil yang jarang dilalui kendaraan. Menurut Dokter spesialis ortopedi Siloam Hospitals Jember, dr Hantonius, 80 persen kegagalan penanganan pada kecelakaan akibat lalai. Kemudian juga karena terlalu lama dibawa ke rumah sakit oleh warga di lokasi kejadian. [6] Kasus lain, yaitu kasus di mana penolong korban kecelakaan tidak dapat segera menghubungi keluarga atau kerabat korban karena kondisi korban yang tidak sadarkan diri, sedangkan hal tersebut dibutuhkan dalam administrasi pada rumah sakit sehingga korban dapat segera mendapatkan perawatan maksimal dari rumah sakit. Karena dalam beberapa kasus, pihak rumah sakit memerlukan keputusan dari pihak keluarga dalam menangani luka pada korban, dan hal ini memperumit situasi ketika komunikasi dengan keluarga terkendala.

Berdasarkan penjelasan tentang jumlah korban kecelakaan lalu lintas, terdapat banyak kasus yang melibatkan kelompok pelajar, mahasiswa, dan pekerja muda yang kemungkinan telah pindah tempat tinggal dan tinggal sendiri. Situasi ini menjadikan permasalahan semakin kompleks karena mereka terpisah jauh dari keluarga, sehingga jika suatu saat mereka menjadi korban kecelakaan, akan sulit untuk menghubungi anggota keluarganya.

Dari permasalahan diatas diperlukan inovasi guna memberikan notifikasi otomatis berupa pesan dan lokasi kejadian kecelakaan kepada keluarga pengguna, ketika pengguna mengalami kecelakaan. Oleh karena itu, Peneliti menciptakan suatu inovasi dengan membuat alat yang dapat memberikan notifikasi berupa pesan dan lokasi kejadian ketika seseorang mengalami kecelakaan kepada keluarga korban agar korban dapat segera ditangani oleh petugas medis.

Dari permasalahan tersebut, dilakukan survei kepada para pengendara motor dan keluarga pengendara motor terkait sistem yang akan dibuat.

Tabel 1. Hasil survei antara pengembang dan pengguna

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
1. Dalam pengalaman Anda, seberapa pentingnya waktu respons cepat dalam penanganan kecelakaan?	Respons cepat dalam penanganan kecelakaan sangat penting.
2. Apakah Anda memiliki pengalaman pribadi dalam menghadapi kecelakaan yang memerlukan pertolongan darurat? Jika ya, bagaimana pengalaman tersebut memengaruhi Anda dan apa yang Anda harapkan dalam situasi tersebut?	Segera mendapatkan pertolongan dan ingin kabar tersebut segera tersampaikan kepada keluarga atau kerabat.
3. Apakah Anda merasa bahwa kemampuan untuk memberi tahu keluarga atau kontak darurat secara cepat saat terjadi kecelakaan akan menjadi solusi yang bermanfaat?	Iya, karena dengan begitu keluarga dapat segera mengetahui kabar korban dan korban segera mendapatkan pertolongan secara maksimal.
4. Dalam pengalaman Anda, seberapa pentingnya memiliki akses cepat ke informasi terkait kecelakaan yang melibatkan anggota keluarga Anda?	Jika anggota keluarga sedang mengalami kecelakaan, semakin cepat informasi tersampaikan semakin baik, sehingga hal tersebut sangat penting.
5. Apakah Anda pernah mengalami situasi di mana Anda tidak dapat dengan cepat mengetahui atau merespons kecelakaan yang melibatkan anggota keluarga? Bagaimana hal tersebut memengaruhi Anda?	Merasa khawatir dan mengganggu aktivitas.

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
6. Apakah Anda merasa bahwa notifikasi segera tentang kecelakaan akan membantu Anda merespons lebih efektif dan memberikan dukungan yang diperlukan?	Semakin cepat korban mendapatkan pertolongan yang baik, semakin baik. Sehingga notifikasi tersebut sangat membantu.
7. Bagaimana Anda ingin menerima notifikasi, dan dalam bentuk apa (misalnya, pesan teks, panggilan telepon, notifikasi aplikasi, atau media lainnya)?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Notifikasi pesan. 2. Notifikasi nada dering. 3. Memberikan lokasi kejadian kecelakaan.
8. Apakah Anda bersedia membayar lebih untuk kendaraan motor yang dilengkapi dengan fitur keselamatan tambahan?	Keselamatan merupakan hal utama dalam berkendara, saya bersedia.
9. Apakah Anda memiliki saran atau masukan lain terkait pengembangan fitur keselamatan pada kendaraan motor?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem dapat diaplikasikan pada kendaraan tanpa mengganggu fitur motor lain. 2. Sensor untuk mendeteksi kecelakaan lebih dari satu, agar sistem dapat mengidentifikasi berbagai kondisi kecelakaan.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana cara mendeteksi keadaan motor yang teridentifikasi kecelakaan?
- b. Bagaimana cara memberikan notifikasi kecelakaan kepada keluarga korban dengan cepat dan lokasi yang akurat?

1.3 Tujuan

- a. Merancang alat pendeteksi kecelakaan motor yang dapat mengidentifikasi kecelakaan.

- b. Merancang alat pendeteksi kecelakaan motor yang dapat mengirim notifikasi pesan dan titik lokasi kejadian kecelakaan kepada keluarga korban secara otomatis.

1.4 Batasan Masalah

- a. Alat ini dirancang untuk mendeteksi kecelakaan pada kendaraan motor dengan kondisi jatuh atau tabrakan.
- b. Sistem bekerja secara *realtime*.
- c. Notifikasi pesan dan lokasi kejadian kecelakaan hanya akan dikirimkan kepada keluarga korban yang didaftarkan.
- d. Sistem akan diaplikasikan pada motor yang berbahan bakar bensin.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

- a. Keandalan sistem dalam mengidentifikasi kecelakaan.
- b. Keandalan sistem dalam mengirimkan notifikasi pesan dan titik lokasi kejadian kecelakaan dengan cepat dan akurat.
- c. Keandalan sistem dalam mendeteksi lokasi kejadian.
- d. Notifikasi pesan dan lokasi kejadian kecelakaan hanya dapat dikirimkan jika alat terhubung dengan jaringan seluler atau internet.
- e. Sistem bekerja ketika kendaraan menyala.
- f. Sistem mudah dipasang di kendaraan motor.
- g. Kemampuan alat untuk beroperasi dalam berbagai kondisi cuaca, termasuk hujan, panas, dan dingin, serta dalam berbagai kondisi lingkungan, seperti jalan berlubang atau berdebu.

1.6 Standar Keteknikan Sistem

- a. ISO 18091:2019 - *Road vehicles - Privacy protection for automated vehicle systems*: Standar ini digunakan untuk memastikan bahwa pemberitahuan kepada keluarga korban melibatkan perlindungan privasi yang memadai. Informasi sensitif, seperti lokasi dan kondisi korban, harus diatur dengan cermat untuk menghormati privasi dan keamanan data.
- b. ISO 21217:2019 - *Intelligent transport systems - Emergency information system (EIS) - Message sets and structures*: Standar ini dapat memberikan panduan mengenai format dan struktur pesan yang digunakan dalam sistem pemberitahuan kecelakaan. Hal ini

membantu memastikan bahwa informasi yang disampaikan kepada keluarga korban dapat dengan jelas dan efektif dipahami.

- c. ITU-T E.161.1 - *Arrangement of digits, letters and symbols on telephones and other devices that can be used for gaining access to a telephone network - Part 1: Telephone set symbols and letters*: Standar ini digunakan sebagai panduan penataan simbol dan huruf pada perangkat telepon, yang dapat menjadi relevan untuk desain antarmuka atau pesan yang digunakan dalam sistem pemberitahuan.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Sebelum merencanakan suatu sistem, perlu dilakukan studi literatur dan observasi untuk mencari informasi terkait penelitian atau proyek yang serupa. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui perkembangan terkini terkait proyek yang serupa, sehingga tidak terjadi kesamaan penelitian. Dengan begitu, terjadi perkembangan atau peningkatan penelitian. Dengan dilakukannya studi literatur dan observasi, peneliti dapat mengetahui kesenjangan pengetahuan atau pertanyaan pada penelitian sebelumnya yang masih perlu dijawab atau bahkan muncul masalah baru yang perlu diselesaikan oleh penelitian selanjutnya. Pada Tabel 2. merupakan hasil dari studi literatur yang telah dilakukan.

Pada studi literatur pertama, Sistem Notifikasi Kecelakaan pada Sepeda Motor Berbasis Arduino. Penelitian ini mengembangkan sebuah alat pendeteksi kecelakaan yang secara kontinu memantau kemiringan sepeda motor menggunakan sensor kemiringan (GY-61 ADXL335) dengan batas 35° . Sistem ini juga mengumpulkan data koordinat lokasi kecelakaan dan mengirimkan tautan lokasi kejadian melalui SMS menggunakan GPS Shield dan GSM Shield. Arduino UNO digunakan sebagai mikrokontroler, dengan sumber tenaga dari aki motor. Hasil pengembangan menunjukkan bahwa alat ini dapat mengirimkan notifikasi kecelakaan sebanyak 10 kali dengan interval setiap 5 menit. Kelebihan sistem ini adalah kemudahan penggunaan dengan notifikasi yang langsung terhubung ke Google Maps. Namun, sistem hanya menggunakan satu buah input, yaitu data kemiringan sepeda motor, dan pengujian dilakukan hanya di sekitar smartphone penerima notifikasi, sehingga jangkauan sistem belum diketahui. Selain itu, tidak dijelaskan sistem bekerja secara terus menerus atau bekerja sesuai kondisi motor. [10]

Selanjutnya, Rancang Bangun Alat Deteksi Kecelakaan Sepeda Motor Berbasis Exponential Smoothing. Penelitian ini mengembangkan alat pendeteksi kecelakaan sepeda motor berbasis pada dua sensor: sensor kemiringan (SW420) dan sensor getaran (GY521 MPU6050). Sistem ini menggunakan modul GPS untuk mendeteksi lokasi kecelakaan dan aplikasi Telegram untuk mendapatkan notifikasi. ESP8266 NodeMCU digunakan sebagai mikrokontroler karena membutuhkan koneksi internet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengiriman notifikasi melalui Telegram memiliki rata-rata delay 4,5 detik. Kelebihan sistem ini adalah delay notifikasi

yang lebih singkat dan penggunaan metode Exponential Smoothing untuk mengurangi error pada sensor kemiringan. Namun, pengujian alat hanya dilakukan pada jarak kurang dari 10 km antara lokasi kejadian dan penerima notifikasi, dan sumber tenaga sistem tidak dijelaskan. Selain itu tidak dijelaskan pula sumber internet yang digunakan sistem. [11]

Studi literatur selanjutnya adalah, Prototipe Sistem Notifikasi Kecelakaan dan Wiper Otomatis pada Helm dengan Mikrokontroler Arduino. Penelitian ini menawarkan solusi berupa sistem notifikasi kecelakaan dan wiper otomatis berbasis dua sensor: sensor getaran (piezoelektrik) dan sensor hujan. Sensor getaran mendeteksi kecelakaan dan mengirimkan notifikasi SMS ke keluarga korban, sementara sensor hujan mengaktifkan wiper otomatis pada helm. Sistem ini menggunakan Arduino UNO dan GSM SIM800L untuk mengirim notifikasi. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata waktu kirim notifikasi adalah 6,4 detik. Kelebihan sistem ini adalah adanya wiper otomatis yang aktif saat hujan. Namun, kinerja alat kurang optimal karena mengalami beberapa kegagalan selama uji coba, dan penempatan sistem pada helm berpotensi menyebabkan notifikasi palsu jika helm jatuh secara tidak sengaja. [12]

Selanjutnya adalah Perancangan Sistem Tracking untuk Mendeteksi Kecelakaan Sepeda Motor Berdasarkan Kemiringan dan Getaran. Penelitian ini merancang sistem yang mengidentifikasi kecelakaan menggunakan sensor kemiringan (Gyroscope/GY521) dan sensor getaran (SW420), serta mengirimkan notifikasi menggunakan SIM800L melalui SMS berdasarkan perintah dari Arduino UNO. Lokasi kejadian dilacak menggunakan modul GPS Neo 6M, dengan sumber tenaga dari aki motor. Hasil menunjukkan sistem ini berjalan dengan baik, dengan rata-rata delay notifikasi 6,4 detik dan batas kemiringan 40° . Kelebihan sistem ini adalah keakuratan GPS dalam membaca titik lokasi kecelakaan, dengan rata-rata kesalahan hanya 5,48 meter. Namun, tidak ada informasi terkait batasan jarak sistem dapat bekerja. [13]

Studi literatur terakhir, Rancang Bangun Alat Pemberitahuan Kecelakaan Pada Sepeda Motor Berbasis IoT. Penelitian ini mengembangkan sistem notifikasi kecelakaan berbasis IoT menggunakan sensor getar (SW-420) dan sensor kemiringan (MPU-6050). Sistem ini menggunakan Arduino UNO dan ESP8266 sebagai mikrokontroler, dengan notifikasi dikirim melalui Telegram dan lokasi dilacak menggunakan modul GPS Neo. Hasil pengujian menunjukkan sistem berjalan baik, dengan notifikasi terkirim dalam 5 detik dan pengendalian kondisi sepeda motor juga dalam 5 detik. Kelebihan sistem ini adalah penggunaan dua input data (getaran dan kemiringan) dan fungsi kontrol untuk mematikan sepeda motor guna mencegah

pencurian. Namun, tidak dijelaskan apakah sistem dapat mengirimkan lokasi kejadian kecelakaan ke penerima pesan. Hanya mengirimkan pesan saja tidak dengan lokasi kejadian kecelakaan. [14]

Tabel 2. Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis

No.	Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
1.	Sistem Notifikasi Kecelakaan Pada Sepeda Motor Berbasis Arduino [10]	Solusi yang dikembangkan oleh peneliti adalah mengembangkan sebuah alat pendeteksi kecelakaan dengan kontinu memantau kemiringan sepeda motor menggunakan sensor kemiringan (GY-61 ADXL335) dengan batas 35° dan mengumpulkan data koordinat lokasi kecelakaan dengan memberikan tautan lokasi kejadian melalui SMS. Lokasi dilacak menggunakan GPS Shield dan pengiriman SMS menggunakan GSM Shield. Sistem ini menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler. Sumber tenaga sistem menggunakan aki motor.	<p>Hasil : Dari hasil pengembangan sistem notifikasi kecelakaan pada sepeda motor berbasis arduino berhasil dirancang.. Alat ini akan mengirimkan notifikasi kecelakaan sebanyak 10 kali dengan selang waktu tiap 5 menit.</p> <p>Kelebihan : Kemudahan penggunaan sistem ini terletak pada notifikasi yang langsung menghasilkan tautan yang terhubung dengan google maps</p> <p>Kekurangan : Hanya menggunakan satu buah sensor untuk mengidentifikasi kecelakaan, yaitu sensor kemiringan sepeda motor. Selain itu pengujian tidak memvariasikan jarak atau</p>

No.	Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
			kondisi. Sehingga tidak diketahui berapa jauh sistem dapat bekerja. Tidak dijelaskan sistem bekerja secara terus menerus atau hanya bekerja sesuai kondisi motor.
2.	Rancang Bangun Alat Deteksi Kecelakaan Sepeda Motor Berbasis <i>Exponential Smoothing</i> [11]	Solusi yang diajukan oleh peneliti adalah pengembangan alat pendeteksi kecelakaan sepeda motor yang berbasis pada dua sensor, yaitu sensor kemiringan (SW420) dan sensor getaran (GY521 MPU6050). Sistem ini menggunakan modul GPS untuk mendeteksi lokasi kecelakaan dan menggunakan aplikasi telegram untuk mendapatkan notifikasi. Sistem ini menggunakan ESP8266 NodeMCU sebagai mikrokontroler karena membutuhkan internet.	<p>Hasil : Pengiriman data atau informasi lokasi kecelakaan dilakukan melalui aplikasi telegram, dengan rata-rata delay pengiriman sebesar 4,5 detik. Batas getaran adalah 700 dalam nilai ADC dan batas kemiringan adalah 40°.</p> <p>Kelebihan : Pengiriman notifikasi pada alat ini memiliki delay yang lebih singkat dibandingkan alat-alat sebelumnya. Lalu pada penelitian ini menggunakan metode <i>Exponential Smoothing</i> untuk mengurangi error pada sensor kemiringan.</p>

No.	Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
			<p>Kekurangan : Pengujian alat dilakukan hanya ketika jarak antara lokasi kejadian dengan lokasi penerima notifikasi berada dibawah 10 km. Tidak dijelaskan sumber tenaga sistem. Selain itu tidak dijelaskan pula sumber internet yang digunakan sistem.</p>
3.	<p>Prototipe Sistem Notifikasi kecelakaan dan Wiper Otomatis pada Helm dengan Mikrokontroler Arduino [12]</p>	<p>Solusi yang ditawarkan oleh peneliti adalah merancang sebuah sistem notifikasi kecelakaan dan wiper otomatis berbasis pada dua sensor, yaitu sensor getaran (piezoelektrik) dan sensor hujan . Sensor getaran untuk mendeteksi getaran lalu jika sensor mengidentifikasi kecelakaan akan menghubungi keluarga korban dan sensor hujan untuk mendeteksi hujan, ketika hujan turun wiper (motor servo) akan otomatis menyala dan menyeka air</p>	<p>Hasil : Prototipe membutuhkan rata-rata 6,4 detik untuk kirim notifikasi setelah terjadi benturan. Prototipe memenuhi kebutuhan dan sudah dapat berjalan sesuai fungsi semestinya. Batas getaran adalah 2 (tidak dijelaskan satuannya).</p> <p>Kelebihan : Alat ini dilengkapi dengan sistem wiper otomatis yang aktif ketika sedang terjadi hujan</p> <p>Kekurangan : Kinerja alat kurang optimal dikarenakan adanya beberapa kegagalan</p>

No.	Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		<p>pada kaca helm. Sistem ini di aplikasikan pada helm pengendara. Sistem ini menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler. Sistem menggunakan GSM SIM800L untuk mengirimkan notifikasi berupa SMS. Notifikasi hanya berupa pesan, tidak terdapat lokasi kejadian.</p>	<p>selama uji coba alat. Sistem diletakkan pada helm, sehingga besar kemungkinan terjadi jatuh secara tidak sengaja, dan mengirimkan notifikasi kecelakaan palsu.</p>
4.	<p>Perancangan Sistem Tracking untuk Mendeteksi Kecelakaan Sepeda Motor Berdasarkan Kemiringan dan Getaran. [13]</p>	<p>Solusi yang ditawarkan oleh peneliti adalah merancang sebuah sistem yang dapat mengidentifikasi kecelakaan menggunakan sensor kemiringan (<i>Gyroscope/GY521</i>) dan sensor getaran (SW420) Lalu mengirimkan notifikasi menggunakan SIM800L melalui SMS atas perintah dari Arduino UNO. Sistem melacak lokasi kejadian menggunakan modul GPS Neo 6M. Sumber tenaga</p>	<p>Hasil : Pembuatan sistem notifikasi kecelakaan pada sepeda motor berjalan dengan baik. Pemberitahuan berhasil terkirim melalui SMS dengan rata-rata waktu delay selama 6,4 detik. Batas kemiringan adalah 40°.</p> <p>Kelebihan : Pada literatur ini mencantumkan informasi tentang keakuratan GPS dalam membaca titik lokasi kejadian kecelakaan, dengan rata-rata kesalahan</p>

No.	Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		sistem adalah aki pada motor.	pembacaan hanya 5,48 meter. Kekurangan : Tidak mencantumkan informasi terkait batasan jarak sistem dapat bekerja. Selain itu tidak dijelaskan pula sistem bekerja secara terus menerus atau hanya bekerja sesuai kondisi motor.
5.	Rancang Bangun Alat Pemberitahuan Kecelakaan Pada Sepeda Motor Berbasis IoT [14]	Solusi yang ditawarkan oleh peneliti adalah merancang sebuah sistem notifikasi kecelakaan berbasis IoT dengan mengambil data getaran dengan sensor getar (SW-420) dan kemiringan menggunakan sensor (MPU-6050) pada sepeda motor. Sistem ini menggunakan Arduino UNO dan ESP8266 sebagai mikrokontroler. Mengirim notifikasi melalui telegram dan melacak lokasi menggunakan Modul GPS Neo.	Hasil : Pembuatan sistem pemberitahuan kecelakaan pada sepeda motor berjalan dengan baik. Pemberitahuan berhasil terkirim ke aplikasi Telegram dengan waktu penundaan 5 detik, dan pengendalian kondisi sepeda motor berhasil dilakukan dengan waktu penundaan yang sama, yaitu 5 detik. Batas kemiringan adalah 80°. <i>Range</i> getaran adalah 14450 hingga 53484. Kelebihan : input yang dilibatkan melibatkan dua data, yaitu data getaran dan

No.	Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
			<p>data kemiringan pada sepeda motor. Alat ini juga dilengkapi dengan fungsi kontrol untuk mematikan sepeda motor, bertujuan mencegah potensi terjadinya pencurian motor.</p> <p>Kekurangan : Tidak dijelaskan sistem dapat mengirimkan lokasi antara lokasi kejadian kecelakaan dengan penerima pesan. Hanya mengirimkan pesan saja tidak dengan lokasi kejadian kecelakaan.</p>

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Motor

Motor merupakan adalah salah satu bentuk transportasi yang digunakan oleh banyak orang di seluruh dunia. Motor merupakan kendaraan yang sangat efektif untuk mengatasi kemacetan lalu lintas. Motor dapat digerakkan oleh mesin bensin atau mesin listrik dan biasanya memiliki dua roda dengan dimensi yang lebih kecil dan ringan.



Gambar 2.1 Motor [7]

Motor memiliki berbagai spesifikasi yang diklasifikasikan berdasarkan kapasitas mesin (cc), seperti motor sport, moge (motor besar), dan motor *matic*. Terutama untuk motor *matic*, terdapat beragam spesifikasi yang melibatkan dimensi cc dan lainnya untuk membedakan satu dengan yang lain. Penggunaan notifikasi kecelakaan sebaiknya ditujukan pada motor *matic* dengan kapasitas cc berkisar antara 100 hingga 160. Ukuran bagasi juga bervariasi, mulai dari 8 hingga 30 liter. Dengan demikian, pengguna memiliki cukup ruang untuk menyimpan berbagai barang bawaan seperti mantel, helm, dan barang-barang lainnya sesuai dengan kapasitasnya.

Motor juga memiliki berbagai sistem seperti sistem pengapian, sistem penerangan, dan sistem kelistrikan lainnya. Aki merupakan salah satu komponen penting dalam sistem kelistrikan pada motor. Fungsinya adalah untuk menyimpan energi listrik dan menyuplai daya pada perangkat seperti lampu, klakson, dan komponen lainnya saat mesin mati. Tegangan aki bervariasi tergantung pada kondisinya, dan tegangan yang optimal berkisar antara 12,4 hingga 14,4 volt. Saat mesin mati, aki seharusnya masih menghasilkan tegangan sekitar 12,4 volt. Jika tegangan aki motor turun di bawah 12 volt atau naik di atas 15 volt, itu menandakan bahwa aki tidak dalam kondisi optimal. Jika hasil pengukuran tegangan tetap di bawah 12 volt atau di atas 15 volt setelah pengecekan berkelanjutan, maka aki tersebut perlu diganti.

Keunggulan sepeda motor seperti kemampuannya untuk menghindari kemacetan serta efisiensi dan hemat bahan bakar. Namun, motor juga memiliki risiko dan memerlukan kesadaran dan keselamatan berkendara yang tinggi. Kecelakaan pada sepeda motor dapat memiliki dampak yang lebih serius dibandingkan dengan jenis transportasi lainnya karena kurangnya pelindung pada motor. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk menggunakan perlengkapan pelindung saat berkendara, seperti jaket, celana panjang, helm, sarung tangan, dan sepatu.

2.2.2 Kecelakaan

Kecelakaan adalah sebuah peristiwa yang tak terduga atau tidak diinginkan yang mengakibatkan kerusakan, cedera, atau kerugian. Kecelakaan dapat terjadi dalam berbagai konteks, seperti di jalan raya, lingkungan kerja, rumah tangga, atau bahkan selama aktivitas rekreasi. Kecelakaan seringkali disebabkan oleh faktor-faktor seperti kelalaian, kesalahan manusia, kondisi lingkungan yang berbahaya, atau faktor lain yang tidak dapat diprediksi.



Gambar 2.2 Kecelakaan [8]

Kecelakaan sepeda motor dapat dibagi menjadi dua kategori utama: kecelakaan tunggal dan kecelakaan ganda. Kecelakaan tunggal terjadi ketika hanya satu kendaraan terlibat, seperti menabrak pohon atau terpeleset. Sementara itu, kecelakaan ganda melibatkan dua atau lebih kendaraan. Selain itu, kecelakaan dapat mengakibatkan cedera fisik, kerusakan properti, atau kerugian ekonomi. Selain itu, kecelakaan juga dapat memiliki dampak psikologis dan sosial yang signifikan bagi individu atau komunitas yang terlibat. Cedera pada pengendara atau tidak ada cedera sama sekali, yang mempengaruhi pendekatan penanganannya.

Kecelakaan dapat terjadi di mana saja saat kendaraan beroperasi, dan perlu diingat bahwa risiko kecelakaan selalu ada. Beragam faktor dapat menjadi penyebab kecelakaan, termasuk pengaruh alkohol dan narkoba, kelelahan, kecepatan berlebihan, serta kondisi jalan dan kendaraan yang tidak memadai untuk menjaga keselamatan.

Pemahaman tentang penyebab, dampak, dan metode pencegahan kecelakaan adalah aspek penting di berbagai bidang, seperti keselamatan jalan raya, keselamatan kerja, keselamatan transportasi, keselamatan industri, dan banyak lagi. Ada banyak teori dan pendekatan yang telah dikembangkan untuk memahami dan mengatasi masalah kecelakaan dalam berbagai konteks ini.

Untuk mengurangi tingkat kecelakaan dan mengantisipasi potensi bahaya, pemerintah mengeluarkan peraturan lalu lintas yang dikeluarkan pada Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (UU LLAJ).

Tujuan peraturan lalu lintas adalah untuk mencegah kecelakaan, mengatur arus lalu lintas, dan memfasilitasi pergerakan kendaraan secara aman dan efisien. Peraturan lalu lintas biasanya mencakup beberapa aspek, diantaranya aturan berkendara, rambu lalu lintas, kendaraan dan persyaratan lisensi, denda dan hukuman, keselamatan berkendara, dan peraturan khusus. Keberlakuan peraturan lalu lintas sangat penting untuk menjaga keselamatan dan ketertiban di jalan raya. Pelanggaran terhadap peraturan lalu lintas dapat mengakibatkan denda, pengurangan poin pada lisensi mengemudi, atau bahkan penangkapan, terutama jika pelanggaran tersebut sangat serius. Mengikuti peraturan lalu lintas adalah tanggung jawab setiap pengemudi dan penting untuk keselamatan dan kesejahteraan semua pengguna jalan.

2.2.3 *Internet Of Things*

Internet of Things (IoT) adalah konsep revolusioner yang telah mengubah cara kita berinteraksi dengan objek-objek di sekitar kita dan bagaimana kita memahami dunia yang mengelilingi kita. Dengan IoT, objek-objek sehari-hari, mulai dari perangkat rumah pintar hingga kendaraan terhubung, serta peralatan industri, dilengkapi dengan sensor, perangkat keras, dan kemampuan konektivitas jaringan seperti internet. Hal ini memungkinkan mereka untuk mengumpulkan data tentang kondisi mereka sendiri dan lingkungan sekitarnya, serta berkomunikasi dengan perangkat lain dan platform komputasi eksternal. Dengan cara ini, IoT memungkinkan penggunaan data yang real-time dan otomatis untuk mengoptimalkan operasi, meningkatkan keamanan, dan memberikan kenyamanan yang belum pernah terjadi sebelumnya.



Gambar 2.3 *Internet of Things* [9]

Salah satu komponen penting untuk menjalankan sebuah program IoT yaitu sensor. Sensor merupakan perangkat atau komponen elektronik yang dirancang untuk mendeteksi, mengukur, atau mengidentifikasi berbagai parameter fisik atau kimia dalam lingkungan sekitarnya. Fungsi utama sensor adalah mengubah parameter seperti suhu, tekanan, kelembaban, cahaya, suara, pergerakan, medan magnet, dan banyak lainnya menjadi sinyal listrik yang dapat diukur, diproses, dan digunakan dalam berbagai aplikasi. Sensor cukup bervariasi tergantung dimana kita akan menggunakannya. Sensor dapat digunakan dalam berbagai industri dan aplikasi, termasuk otomotif, perangkat medis, lingkungan, industri, dan elektronik konsumen. Sensor dapat kita gunakan untuk mendeteksi kecelakaan dengan menggunakan sensor kemiringan, sensor kecepatan, sensor tekanan, dan sensor getar. Sensor-sensor ini, bekerja sama untuk mendeteksi benturan atau tabrakan yang dapat membahayakan pengemudi dan penumpang. Ketika sensor ini mendeteksi perubahan tiba-tiba dalam kecepatan, percepatan, atau sudut kendaraan yang mengindikasikan kecelakaan, mereka akan memicu notifikasi atau respons, seperti mengaktifkan airbag, mematikan pompa bahan bakar, menghubungi layanan darurat, atau memberikan peringatan kepada pengemudi. Dengan menggunakan teknologi sensor ini, kendaraan modern dapat memberikan peringatan dini dan tindakan yang dapat menyelamatkan nyawa serta mengurangi dampak kecelakaan.

Salah satu aspek pendukung untuk menjalankan sistem tersebut yaitu dengan sistem navigasi atau GPS. GPS memberikan kemampuan untuk menentukan lokasi dengan akurasi yang tinggi, seringkali dalam kisaran beberapa meter. Ini membuka berbagai peluang dalam hal navigasi, pelacakan, dan pemetaan. GPS juga merupakan teknologi yang penting dalam

manajemen logistik, bantuan dalam pencarian dan penyelamatan, dan dalam menyediakan layanan lokasi dalam aplikasi sehari-hari, seperti menemukan arah di peta digital atau menemukan tempat-tempat di sekitar kita.

2.3 Analisis Stakeholder

Pemangku kepentingan utama dalam sistem notifikasi kecelakaan adalah pengguna sepeda motor dan keluarga mereka. Kondisi korban dapat segera diketahui dan keluarga akan mendapatkan informasi mengenai kondisi korban, sehingga perawatan medis dapat segera diberikan. Dalam situasi darurat, notifikasi yang akurat dan cepat dapat sangat menentukan antara keselamatan hidup dan risiko yang lebih tinggi. Selain pengguna sepeda motor dan keluarga mereka, sistem ini juga melibatkan polisi dan tenaga medis. Polisi dapat segera menangani kasus kecelakaan, dan tenaga medis dapat segera menuju lokasi kejadian dengan cepat dan tepat.

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

Untuk menjamin kesuksesan proyek sistem notifikasi kecelakaan pada kendaraan motor, penting untuk mempertimbangkan berbagai aspek yang dapat mempengaruhi kemampuan sistem tersebut.

1. Aspek Ekonomi

- Implementasi sistem notifikasi kecelakaan memerlukan biaya dalam perangkat keras, perangkat lunak, infrastruktur komunikasi, dan pengujian sistem. Biaya ini dapat mempengaruhi kualitas dan spesifikasi sistem.

2. Aspek Sosial

- Tingkat penggunaan kendaraan motor dalam masyarakat adalah faktor penting. Di negara di mana motor adalah alat transportasi utama, sistem ini sangat penting.

3. Aspek Teknologi

- Ketersediaan dan keandalan infrastruktur komunikasi, seperti jaringan seluler, internet, dan teknologi terkait, dapat mempengaruhi kemampuan sistem untuk mengirim notifikasi.

- Kemajuan teknologi dalam sensor, perangkat keras, dan perangkat lunak dapat mempengaruhi efektivitas dan aksesibilitas sistem notifikasi kecelakaan.

2.5 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Desain

Desain adalah elemen kunci dalam pengembangan suatu alat. Desain yang optimal adalah desain yang mampu mendukung kemampuan alat agar dapat beroperasi secara maksimal. Integrasi berbagai aspek dalam desain alat menjadi kunci untuk menciptakan solusi yang efektif, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna serta lingkungan di sekitarnya.

1. Aspek Keamanan

- Pemilihan lokasi untuk penempatan alat menjadi penting dan menjadi aspek yang mempengaruhi desain sistem. Agar alat tidak mudah dicuri atau dijangkau orang yang dapat menimbulkan risiko kerusakan pada alat, alat perlu diletakkan pada bagian motor yang aman.

2. Aspek Keselamatan

- Mengemudi motor merupakan aktivitas yang memiliki tingkat tinggi risiko kecelakaan, sehingga pengemudi diharuskan fokus secara penuh saat mengemudi. Gangguan sedikit pada pengemudi dapat mengakibatkan kerugian tidak hanya bagi pengemudi, namun dapat merugikan pengguna jalan lain ataupun keluarga. Sehingga agar alat tidak mengganggu aktivitas mengemudi, alat harus diletakkan pada bagian motor yang jarang atau bahkan tidak pernah dijangkau pengemudi saat mengemudi.

3. Aspek Kekuatan dan Ketahanan

- Kendaraan motor merupakan suatu alat transportasi yang dapat memudahkan mobilitas manusia dari satu tempat ketempat lainnya. Dalam melakukan mobilitas Motor dapat melewati jalan yang berlubang yang dapat menggetarkan motor. Kondisi tersebut dapat mengganggu kinerja dari sensor yang bertugas untuk mengidentifikasi kecelakaan, seperti sensor kemiringan, sensor getaran, dsb. Sehingga alat harus memiliki desain fisik dan pelindung yang cukup untuk menahan guncangan dan meminimalisir getaran yang tidak perlu selama berkendara.

2.6 Spesifikasi Sistem

Sistem ini dirancang untuk mendeteksi kecelakaan pada kendaraan motor dan mengirim notifikasi kepada kontak darurat yang telah ditentukan. Berikut adalah spesifikasi sistem:

- Dapat diaplikasikan pada motor.
- Dapat mengidentifikasi kecelakaan motor.
- Sumber tenaga yang memiliki keandalan.
- Sistem dapat mengirimkan notifikasi pesan dan tautan lokasi kepada keluarga korban secara cepat dan akurat.
- Notifikasi yang dikirim berupa pesan dan tautan lokasi kejadian kecelakaan.

BAB 3. USULAN SOLUSI

3.1 Usulan Solusi 1

Pada usulan solusi yang pertama, sistem akan mengidentifikasi suatu kecelakaan menggunakan dua jenis sensor, yaitu sensor kemiringan dan sensor getaran. Alasan kami memilih kedua sensor tersebut karena kondisi motor saat mengalami kecelakaan pada umumnya pengemudi akan sulit mempertahankan keseimbangan motor atau bahkan sudah lepas kendali dari motor, sehingga kondisi motor terjatuh merupakan kondisi umum yang terjadi saat motor mengalami kecelakaan. Selain sensor kemiringan, digunakan juga sensor getaran. Alasan kami memilih sensor tersebut karena kondisi motor saat mengalami kecelakaan yang umumnya juga mengalami getaran yang diakibatkan oleh benturan. Kedua sensor tersebut akan menjadi komponen utama sistem pada usulan solusi pertama dalam mengidentifikasi kecelakaan motor.

Sistem pada usulan solusi pertama menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler, alasan pemilihan ESP32 sebagai mikrokontroler karena pada usulan solusi pertama ini notifikasi dikirimkan menggunakan jaringan internet, dan ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki kemampuan WiFi terintegrasi. Sehingga ESP32 merupakan mikrokontroler sangat cocok untuk spesifikasi tersebut. Untuk mengirimkan notifikasi, ESP32 memerlukan akses internet, sehingga pada usulan solusi pertama menggunakan modem WiFi untuk memberikan akses internet kepada ESP32

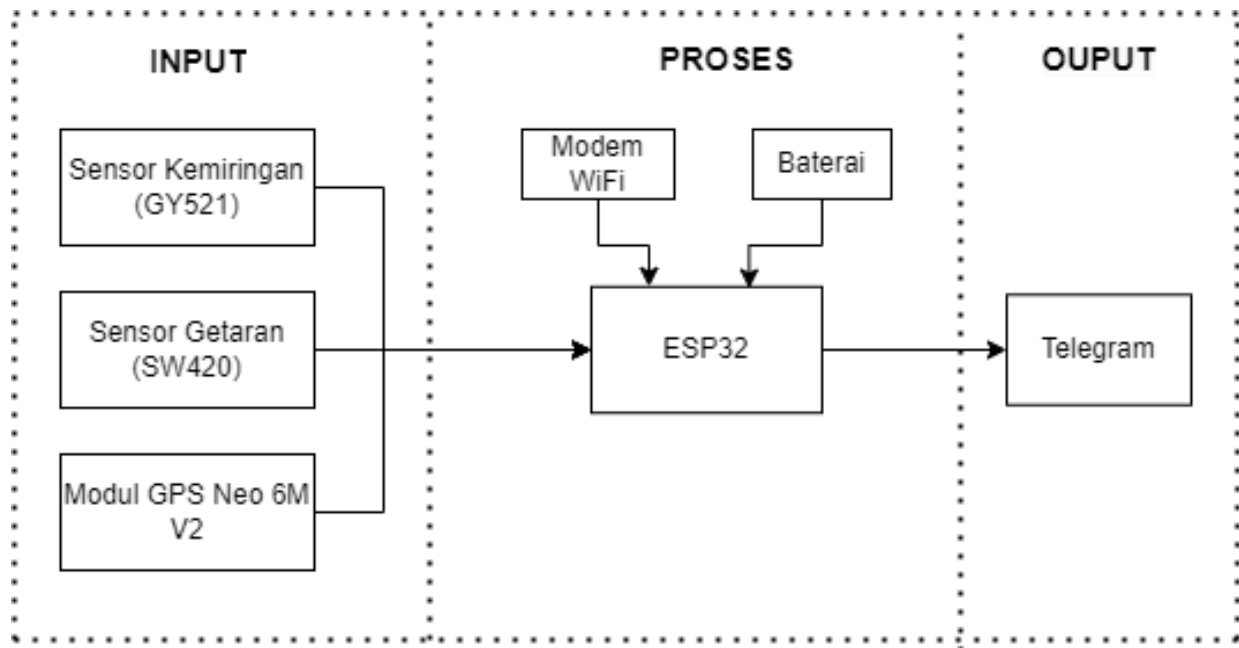
Selanjutnya sistem pada usulan solusi pertama akan menggunakan baterai sebagai sumber tenaga sistem, sistem akan berdiri sendiri tanpa mengganggu atau bergantung pada sistem motor. Untuk melacak lokasi kejadian kecelakaan, sistem ini menggunakan modul GPS Neo 6M V2.

3.1.1 Desain Sistem 1

Dari komponen-komponen yang telah dibahas, dapat digambarkan diagram alir untuk usulan solusi 1 yang terlihat pada Gambar 3.1. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa terdapat 3 komponen yang berfungsi sebagai input yaitu sensor kemiringan untuk membaca kondisi kemiringan motor, sensor getaran untuk membaca data getaran motor, dan modul gps untuk memberikan data lokasi kejadian. Setelah itu data-data tersebut akan diolah oleh mikrokontroler ESP32 yang memiliki sumber tenaga dari baterai dan mendapatkan akses internet dari modem WiFi. Ketika data yang diolah ternyata melewati batas yang ditentukan (*threshold*),

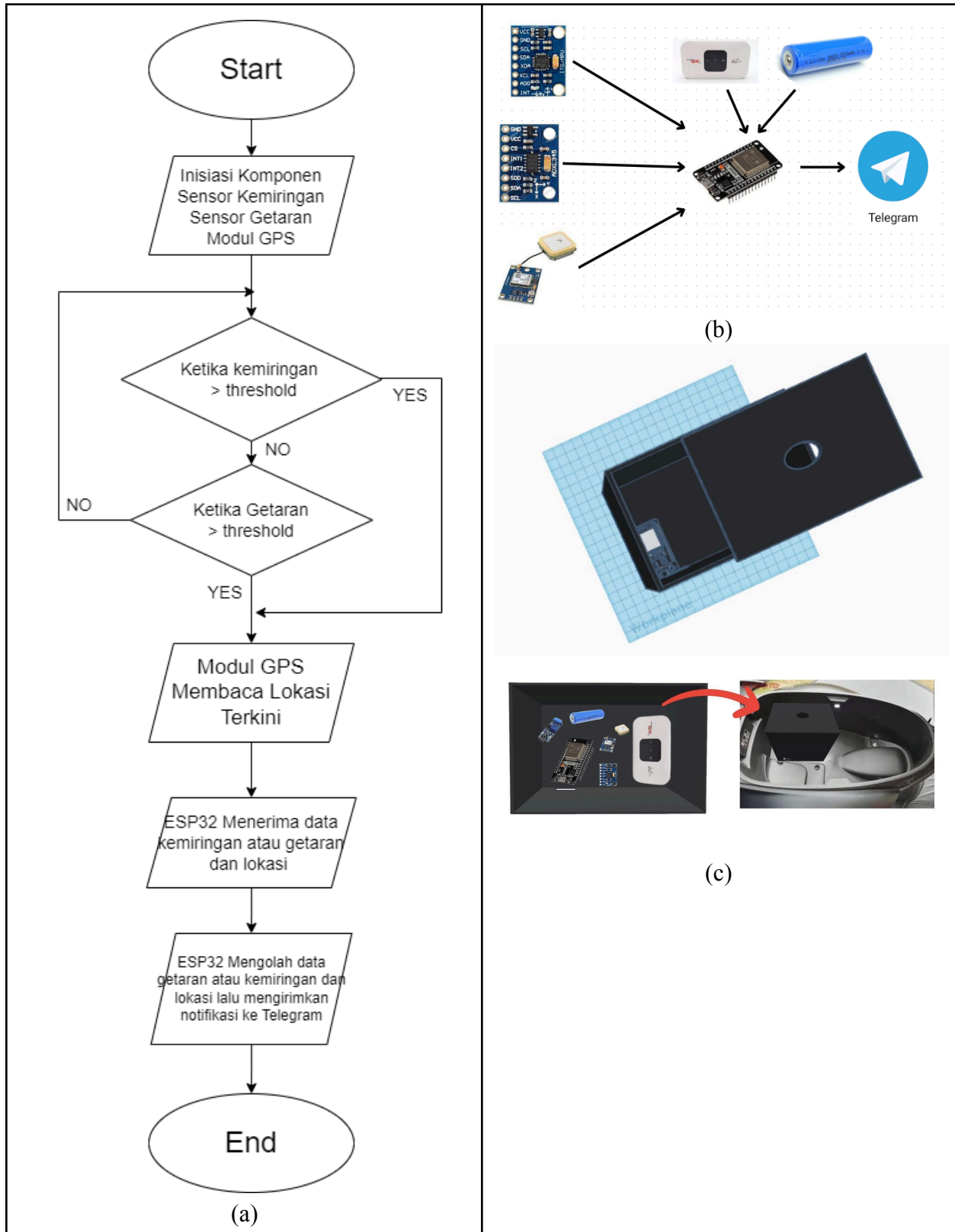
mikrokontroler akan mengirimkan notifikasi berupa pesan dan lokasi kejadian melalui telegram. Notifikasi tersebut merupakan output dari sistem usulan solusi 1.

Selanjutnya pada Tabel 3.1 terdapat flowchart cara kerja sistem usulan solusi 1, gambaran komponen-komponen yang digunakan sistem pada usulan solusi 1, dan desain alatnya. Penjelasan inventaris kebutuhan sistem usulan solusi 1 terdapat pada Tabel 3.2



Gambar 3.1 Diagram alir usulan solusi 1

Tabel 3.1 Ilustrasi usulan rancangan sistem secara umum. (a) Proses cara kerja sistem, (b) gambaran komponen-komponen yang digunakan, (c) desain model sistem



Tabel 3.2 Inventarisasi kebutuhan sistem usulan solusi 1

No	Nama Alat	Keterangan
1.	Sensor Kemiringan (GY521 MPU6050)	Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi kecelakaan pada motor dengan cara membaca kemiringan nya. Sensor ini adalah sensor kemiringan 6-axis yang menggabungkan accelerometer dan gyroscope. Digunakan untuk mengukur kemiringan objek pada tiga sumbu (x, y, z). Komunikasi melalui I2C, kompatibel dengan Arduino. Rentang tegangan keluaran: 0.2–4.7V. Berguna dalam aplikasi kontrol gerakan dan orientasi objek. Perlu kalibrasi untuk hasil yang akurat.
2.	Sensor Getaran (SW420)	Sensor Getaran SW420 berfungsi untuk mendeteksi kecelakaan pada motor dengan cara membaca getaran yang terjadi. Prinsip kerjanya melibatkan perubahan resistansi ketika terjadi getaran, menghasilkan sinyal output yang dapat dibaca oleh mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32. Sensor ini memberikan sinyal logika tinggi ketika terjadi getaran dan logika rendah ketika kondisi tenang.
3.	ESP32	ESP32 merupakan mikrokontroler pada usulan solusi pertama. ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang memiliki fitur wifi dan bluetooth sehingga cocok digunakan untuk proyek <i>Internet of Things</i> yang membutuhkan konektivitas nirkabel.
4.	Baterai Li-on	Baterai digunakan sebagai sumber daya pada usulan desain sistem pertama.
5.	Modul GPS NEO-6M V2	Modul GPS NEO-6M V2 dapat menerima sinyal GPS dan memberikan data lokasi dalam format koordinat lintang dan bujur. Modul ini berkomunikasi melalui antarmuka serial (UART) dan dapat dihubungkan dengan mudah ke mikrokontroler. Selain itu, NEO-6M V2 memiliki konsumsi daya yang rendah. Pada usulan solusi pertama, Modul Modul

No	Nama Alat	Keterangan
		GPS NEO-6M V2 digunakan untuk melacak lokasi kejadian kecelakaan.
6	Modem MiFi (MIFI K300)	Modem merupakan perangkat keras yang memfasilitasi penyediaan koneksi internet kepada perangkat lain yang memiliki fitur Wi-Fi. Modem ini bertindak sebagai perantara antara perangkat tersebut dan penyedia layanan internet, mengubah sinyal dari penyedia internet menjadi sinyal Wi-Fi yang dapat diakses oleh perangkat lain. Dengan demikian, modem menjadi kunci untuk mendapatkan akses internet tanpa kabel, memungkinkan perangkat dengan kemampuan Wi-Fi untuk terhubung dan berinteraksi dengan jaringan online. Pada usulan solusi pertama, modem MiFi digunakan untuk memberikan akses koneksi internet untuk ESP32.

3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Pada bagian ini akan dijelaskan rencana anggaran pengembangan dari sistem usulan solusi 1. Pada Tabel 3.3 dijelaskan harga dari setiap komponen, jumlah yang dibutuhkan dari setiap komponennya, dan total rencana anggaran dari sistem usulan solusi 1.

Tabel 3.3 Rencana anggaran pengembangan sistem usulan solusi 1

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Sensor Kemiringan (GY521 MPU6050)	Buah	Rp20.000	1	Rp20.000
2	Sensor Getaran (SW420)	Buah	Rp30.000	1	Rp30.000
3	ESP32	Buah	Rp60.000	1	Rp60.000
4	Baterai Li-on	Buah	Rp50.000	2	Rp100.000
5	Modul GPS NEO-6M V2	Buah	Rp60.000	1	Rp60.000

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
6	Modem MiFi (MIFI K300)	Buah	Rp300.000	1	Rp300.000
7	3D Print	Buah	Rp200.000	1	Rp200.000
8	<i>Printed Circuit Board</i>	Buah	Rp65.000	1	Rp65.000
9	Bot Telegram	Bulan	Rp50.000	1	Rp50.000
Total Belanja					Rp 885.000

3.1.3 Analisis Risiko Desain 1

Pada desain sistem usulan solusi pertama, terdapat beberapa risiko yang dimiliki dalam realisasinya, yaitu:

- Penentuan *threshold* yang susah, karena kondisi normal motor ketika dinyalakan memiliki getaran dari mesin, lalu ketika melewati jalan yang berbatu. Sehingga memerlukan ketelitian yang tinggi dalam menentukan *threshold*, agar sistem tidak salah dalam mengidentifikasi kecelakaan.
- Membutuhkan ruang yang lebih luas, karena membutuhkan *space* untuk baterai dan modem WiFi.
- Perlu pengecekan rutin terhadap kondisi kesehatan baterai karena sangat rentan dengan cuaca panas dan kuota internet modem WiFi yang memiliki masa berlaku.

3.1.4 Pengukuran Performa

Dalam merancang usulan solusi pertama, sangat penting untuk memastikan bahwa sistem dan komponen yang dipilih mendukung spesifikasi yang diinginkan. Sehingga diperlukan pengukuran performa usulan solusi pertama pada setiap spesifikasi sistem.

1. Pengujian mengaplikasikan sistem pada motor :

- Gunakan bagasi motor, lalu letakkan barang-barang umum untuk dibawa berkendara seperti jas hujan, payung, dan kanebo. Sehingga sistem tidak mengganggu fungsi bagasi.
- Aplikasikan sistem pada motor dan pastikan sistem dapat bekerja dengan baik.

2. Pengujian sistem dalam mengidentifikasi kecelakaan:

- Persiapkan motor yang sesuai spesifikasi yaitu berbahan bakar bensin, dan lokasi aki terdapat pada *step floor*. Lalu pasang sistem pada bagasi.
- Lakukan pengujian pada motor, buatlah situasi seperti benar-benar terjadi kecelakaan. Jatuhkan dan tabrakan motor, lakukan percobaan tersebut berkali-kali.
- Catat persentase keberhasilan sistem dalam mengidentifikasi kecelakaan.
- Keberhasilan didapat ketika sistem dapat mengidentifikasi kecelakaan yaitu ketika sensor membaca data kondisi yang melebihi *threshold*.

3. Pengujian keandalan sumber tenaga:

- Melakukan perhitungan yang tepat seperti besar konsumsi tenaga yang diperlukan sistem, sehingga dalam penentuan kapasitas baterai yang digunakan tepat dengan yang diinginkan.
- Lakukan pengujian sistem diletakkan pada bagasi motor yang diparkirkan dibawah sinar matahari.
- Periksa kondisi kesehatan baterai sebelum dan sesudah pengujian.

4. Pengujian kecepatan notifikasi dan keakuratan titik lokasi kejadian;

- Persiapkan situasi seperti sedang terjadi kecelakaan.
- Lakukan hal tersebut dalam beberapa kali pengujian di lokasi yang berbeda-beda.
- Hitung berapa lama notifikasi terkirim dari awal kecelakaan terjadi.
- Hitung tingkat keakuratan lokasi yang dikirim melalui notifikasi dengan lokasi kejadian kecelakaan sebenarnya.

5. Pengujian kelengkapan notifikasi;

- Persiapkan situasi seperti sedang terjadi kecelakaan.
- Lakukan hal tersebut dalam beberapa kali pengujian di lokasi yang berbeda-beda.
- Hitung persentase keberhasilan notifikasi terkirim dengan lengkap, yaitu pesan dan tautan lokasi.

3.2 Usulan Solusi 2

Pada usulan solusi yang kedua, sistem akan mengidentifikasi suatu kecelakaan menggunakan dua jenis sensor yaitu sensor kemiringan dan sensor benturan. Seperti yang dijelaskan pada usulan solusi pertama, suatu motor yang sedang mengalami kecelakaan umumnya kondisi motor akan terjatuh. Sehingga dengan menggunakan sensor kemiringan

merupakan komponen yang tepat untuk mengidentifikasi kecelakaan pada motor. Selain sensor kemiringan, digunakan juga sensor benturan. Alasan kami memilih sensor tersebut karena untuk mengantisipasi kondisi kecelakaan khusus yang tidak terbaca oleh sensor kemiringan, contohnya seperti motor yang mengalami kecelakaan dan masuk ke dalam aliran air yang membuat motor tidak mengalami kemiringan. Pada usulan solusi kedua, kedua sensor tersebut akan menjadi komponen yang bertanggung jawab untuk mengidentifikasi kecelakaan motor.

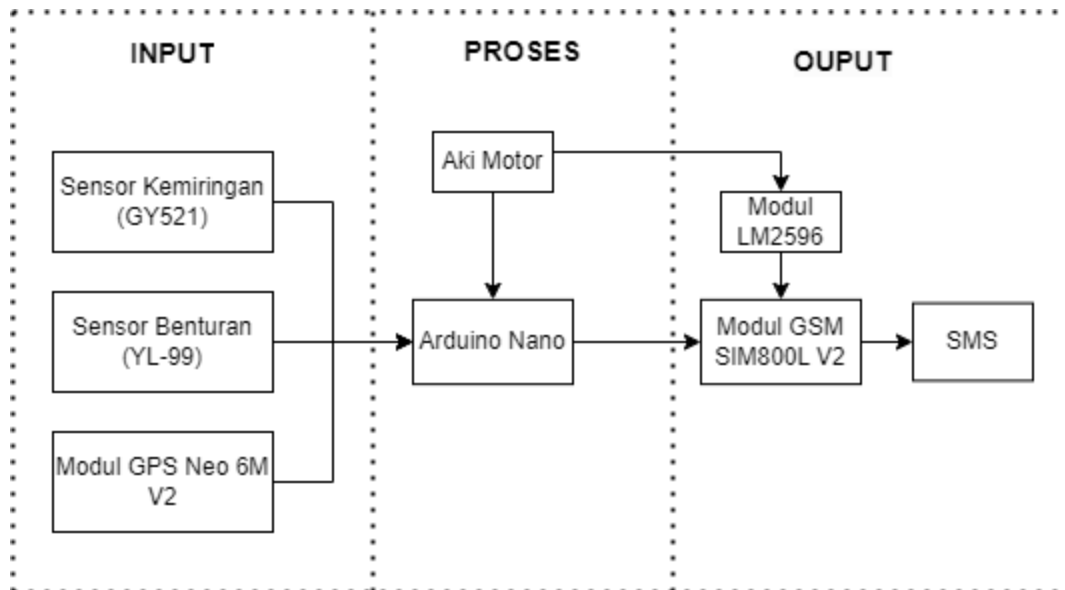
Sistem ini menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler, alasan kami memilih Arduino Nano karena memiliki stabilitas dan keandalan yang lebih dibandingkan dengan ESP32. Selain itu, pada usulan solusi kedua notifikasi akan dikirim oleh Modul GSM SIM800L V2 melalui SMS. Modul GSM SIM800L V2 memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui SMS karena memiliki akses jaringan.

Selanjutnya pada usulan solusi kedua, sistem akan bersumber tenaga menggunakan aki pada motor. Sistem ini akan nyala atau mati secara otomatis sesuai dengan kondisi motor. Untuk melacak lokasi kejadian kecelakaan, sistem ini menggunakan modul GPS Neo 6M V2.

3.2.1 Desain Sistem 2

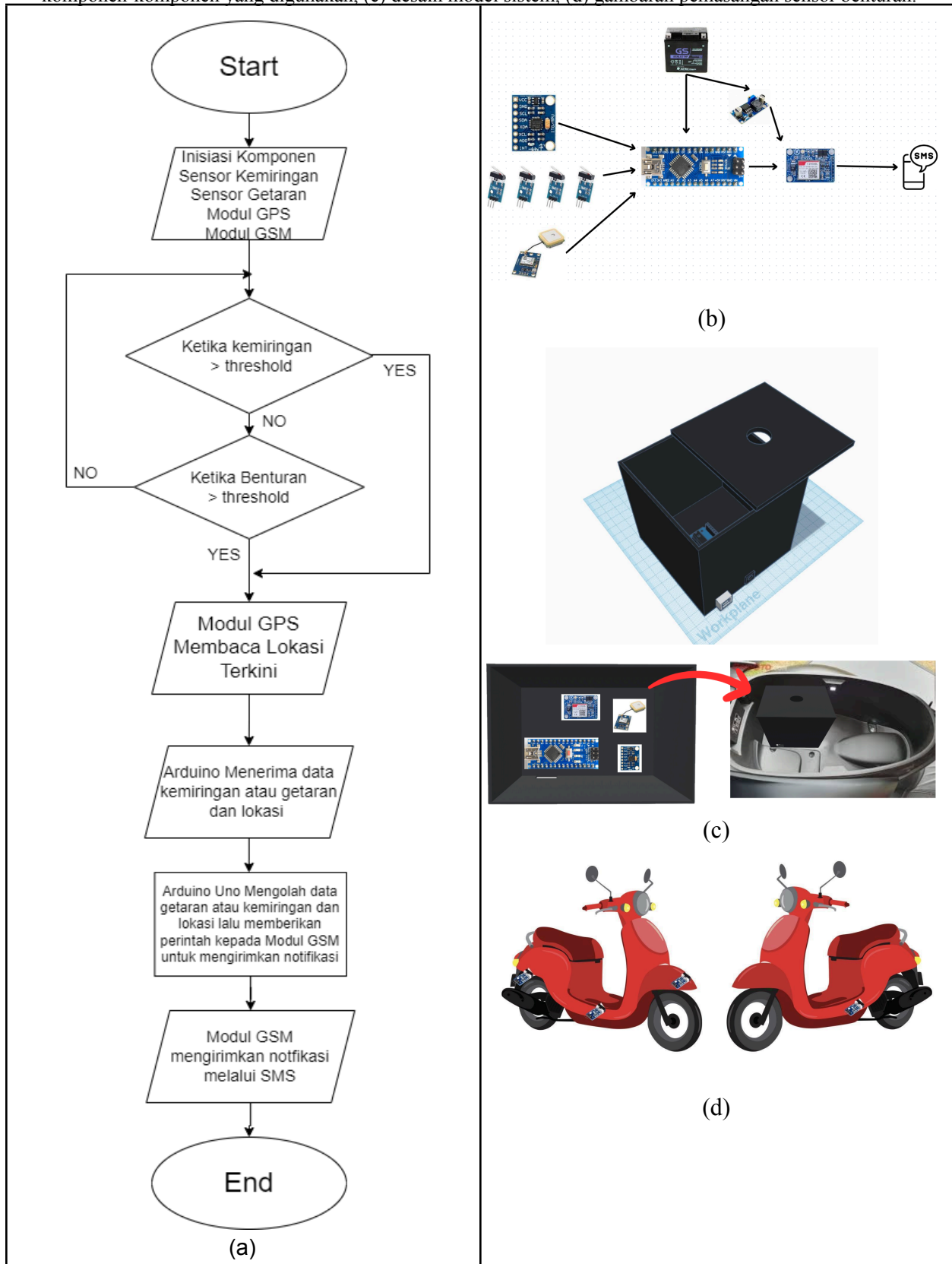
Dari komponen-komponen yang telah dibahas, dapat digambarkan diagram alir untuk usulan solusi 2 yang terlihat pada Gambar 3.2. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa terdapat 3 komponen yang berfungsi sebagai input yaitu sensor kemiringan untuk memberikan data kemiringan motor, sensor benturan untuk memberikan data jumlah sisi motor yang mengalami benturan, dan modul gps untuk memberikan data lokasi kejadian. Setelah itu data-data tersebut akan diolah oleh mikrokontroler Arduino Nano yang memiliki sumber tenaga dari aki motor, modul GSM SIM800L V2 membutuhkan tegangan yang stabil untuk mendapatkan sinyal karena tegangan pada aki motor tinggi maka pada usulan ini menggunakan LM2596 sebagai regulator tegangan, maka diperlukan *power supply* yang terpisah dari Arduino. Setelah itu, Modul GSM SIM800L V2 akan melanjutkan data tersebut melalui SMS berupa notifikasi pesan dan lokasi kejadian.

Selanjutnya pada Tabel 3.4 terdapat flowchart cara kerja sistem usulan solusi 2, gambaran komponen-komponen yang digunakan sistem pada usulan solusi 2, dan desain alatnya. Penjelasan inventaris kebutuhan sistem usulan solusi 2 terdapat pada Tabel 3.5



Gambar 3.2 Diagram alir usulan solusi 2

Tabel 3.4 Ilustrasi usulan rancangan sistem usulan solusi 2. (a) Proses cara kerja sistem, (b) gambaran komponen-komponen yang digunakan, (c) desain model sistem, (d) gambaran pemasangan sensor benturan.



Tabel 3.5 Inventarisasi kebutuhan sistem usulan solusi 2

No	Nama Alat	Keterangan
1.	Sensor Kemiringan (GY521 MPU6050)	Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi kecelakaan pada motor dengan cara membaca kemiringan nya. Sensor ini adalah sensor kemiringan 6-axis yang menggabungkan accelerometer dan gyroscope. Digunakan untuk mengukur kemiringan objek pada tiga sumbu (x, y, z). Komunikasi melalui I2C, kompatibel dengan Arduino. Rentang tegangan keluaran: 0.2–4.7V. Berguna dalam aplikasi kontrol gerakan dan orientasi objek. Perlu kalibrasi untuk hasil yang akurat.
2.	Sensor Benturan (YL-99)	Sensor benturan merupakan sebuah komponen yang dapat mendeteksi sebuah perubahan percepatan sudut yang dihasilkan oleh sebuah benturan atau getaran
3.	Arduino Nano	Arduino Nano adalah mikrokontroler yang berbasis mikrokontroler ATmega328P dan dilengkapi dengan antarmuka yang kompak dan ramah pengguna. Arduino Nano memiliki sejumlah pin input/output digital dan analog, serta fitur-fitur seperti USB mini untuk pemrograman dan komunikasi dengan komputer, serta papan sirkuit kecil yang dapat dihubungkan dengan berbagai sensor dan perangkat. Dengan menggunakan Arduino IDE, pengguna dapat menulis program menggunakan bahasa pemrograman yang sederhana dan memprogramnya ke dalam papan Arduino Nano. Pada usulan solusi kedua, Arduino Nano digunakan sebagai mikrokontroler sistem.
4.	Modul GPS NEO-6M V2	Modul GPS NEO-6M V2 dapat menerima sinyal GPS dan memberikan data lokasi dalam format koordinat lintang dan bujur. Modul ini berkomunikasi melalui antarmuka serial (UART) dan dapat dihubungkan dengan mudah ke mikrokontroler. Selain itu, NEO-6M V2 memiliki konsumsi daya yang rendah. Pada usulan solusi kedua, Modul Modul GPS

No	Nama Alat	Keterangan
		NEO-6M V2 digunakan untuk melacak lokasi kejadian kecelakaan.
5.	Modul GSM SIM800L V2	Modul GSM SIM800L V2, dengan dukungan konektivitas 2G (GSM/GPRS), memainkan peran penting dalam memberikan akses internet pada berbagai komponen dalam berbagai aplikasi. Meskipun teknologi 2G mungkin dianggap usang di beberapa wilayah, SIM800L V2 tetap menjadi pilihan yang relevan untuk sejumlah kebutuhan aplikasi tertentu.
6.	Modul LM2596	Modul LM2596 adalah modul regulator tegangan yang menggunakan chip LM2596. Chip LM2596 sendiri adalah regulator tegangan step-down (buck) yang dapat mengubah tegangan masukan yang lebih tinggi menjadi tegangan keluaran yang lebih rendah dengan efisiensi tinggi.

3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Pada bagian ini akan dijelaskan rencana anggaran pengembangan dari sistem usulan solusi 2. Pada Tabel 3.6 dijelaskan harga dari setiap komponen, jumlah yang dibutuhkan dari setiap komponennya, dan total rencana anggaran dari sistem usulan solusi 2.

Tabel 3.6 Rencana anggaran pengembangan sistem usulan solusi 2

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Sensor Kemiringan (GY521 MPU6050)	Buah	Rp 20.000	1	Rp 20.000
2	Sensor Benturan (YL-99)	Buah	Rp 4.500	4	Rp 18.000
3	Arduino Nano	Buah	Rp 90.000	1	Rp 90.000
4	Modul GPS NEO-6M V2	Buah	Rp60.000	1	Rp 60.000
5	Modul GSM SIM800L	Buah	Rp80.000	1	Rp 80.000

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
6	Modul LM2596	Buah	Rp20.000	1	Rp 10.000
7	3D Print	Buah	Rp200.000	1	Rp 200.000
8	<i>Printed Circuit Board</i>	Buah	Rp65.000	1	Rp 65.000
9	Masa Aktif SIM card	Bulan	Rp38.000	1	Rp38.000
Total Belanja					Rp 581.000

3.2.3 Analisis Risiko Desain 2

Pada desain sistem usulan solusi kedua, terdapat beberapa risiko yang dimiliki dalam realisasinya, yaitu:

- Memiliki tingkat kesulitan dalam instalasi, karena menggunakan aki motor sebagai sumber tenaga yang terletak pada *step floor*, lalu sensor benturan yang harus dipasang di empat sisi motor, yaitu depan, belakang, samping kanan, dan samping kiri.

3.2.4 Pengukuran Performa

Dalam merancang usulan solusi kedua sangat penting untuk memastikan bahwa sistem dan komponen yang dipilih mendukung spesifikasi yang diinginkan. Sehingga diperlukan pengukuran performa usulan solusi pertama pada setiap spesifikasi sistem.

1. Pengujian mengaplikasikan sistem pada motor :

- Gunakan bagasi motor, lalu letakkan barang-barang umum untuk dibawa berkendara seperti jas hujan, payung, dan kanebo. Sehingga sistem tidak mengganggu fungsi bagasi.
- Lakukan percobaan menggunakan aki motor, buat simulasi agar sistem dapat nyala-mati sesuai kondisi motor.

2. Pengujian sistem dalam mengidentifikasi kecelakaan:

- Persiapkan motor yang sesuai spesifikasi berbahan bakar bensin, dan lokasi aki terdapat pada *step floor*. Lalu pasang sistem pada bagasi.
- Lakukan pengujian pada motor, buatlah situasi seperti benar-benar terjadi kecelakaan. Jatuhkan dan tabrakan motor, lakukan percobaan tersebut berkali-kali.

- Catat persentase keberhasilan sistem dalam mengidentifikasi kecelakaan.
- Keberhasilan didapat ketika sistem dapat mengidentifikasi kecelakaan yaitu ketika sensor membaca data kondisi yang melebihi *threshold*

3. Pengujian kecepatan notifikasi dan keakuratan titik lokasi kejadian:

- Persiapkan situasi seperti sedang terjadi kecelakaan.
- Lakukan hal tersebut dalam beberapa kali pengujian di lokasi yang berbeda-beda.
- Hitung berapa lama notifikasi terkirim dari awal kecelakaan terjadi.
- Hitung tingkat keakuratan lokasi yang dikirim melalui notifikasi dengan lokasi kejadian kecelakaan sebenarnya.

4. Pengujian kelengkapan notifikasi:

- Persiapkan situasi seperti sedang terjadi kecelakaan.
- Lakukan hal tersebut dalam beberapa kali pengujian di lokasi yang berbeda-beda.
- Hitung persentase keberhasilan notifikasi terkirim dengan lengkap, yaitu pesan dan tautan lokasi.

3.3 Usulan Solusi 3

Pada usulan solusi ini, sistem akan mengidentifikasi suatu kecelakaan menggunakan 2 jenis sensor, yaitu sensor kemiringan GY521, sensor benturan YL-99. Pemilihan kedua sensor ini memiliki alasan karena kondisi kendaraan saat mengalami kecelakaan pada umumnya mengalami kemiringan dan terjadi benturan. Ketika seseorang sedang mengalami kecelakaan, mereka akan sulit mempertahankan keseimbangan motor atau bahkan sudah lepas kendali dari motor, sehingga kondisi terjatuh merupakan kondisi umum yang terjadi saat mengalami kecelakaan motor. Selain sensor kemiringan, digunakan juga sensor benturan. Alasan kami memilih sensor tersebut karena untuk mengantisipasi kondisi kecelakaan khusus yang tidak terbaca oleh sensor kemiringan, contohnya seperti motor yang mengalami kecelakaan dan masuk kedalam aliran air yang membuat motor tidak mengalami kemiringan. Pada usulan solusi kedua, kedua sensor tersebut akan menjadi komponen yang bertanggung jawab untuk mengidentifikasi kecelakaan motor.

Sistem pada usulan solusi ketiga menggunakan LilyGo TTGO yang memiliki ESP32 sebagai mikrokontroler, alasan pemilihan LilyGO TTGO yang memiliki ESP32 sebagai mikrokontroler pada usulan solusi ketiga karena LilyGO TTGO selain memiliki ESP32, terdapat juga Modul GSM SIM7000G dan Modul GPS. Notifikasi akan dikirimkan oleh Modul GSM

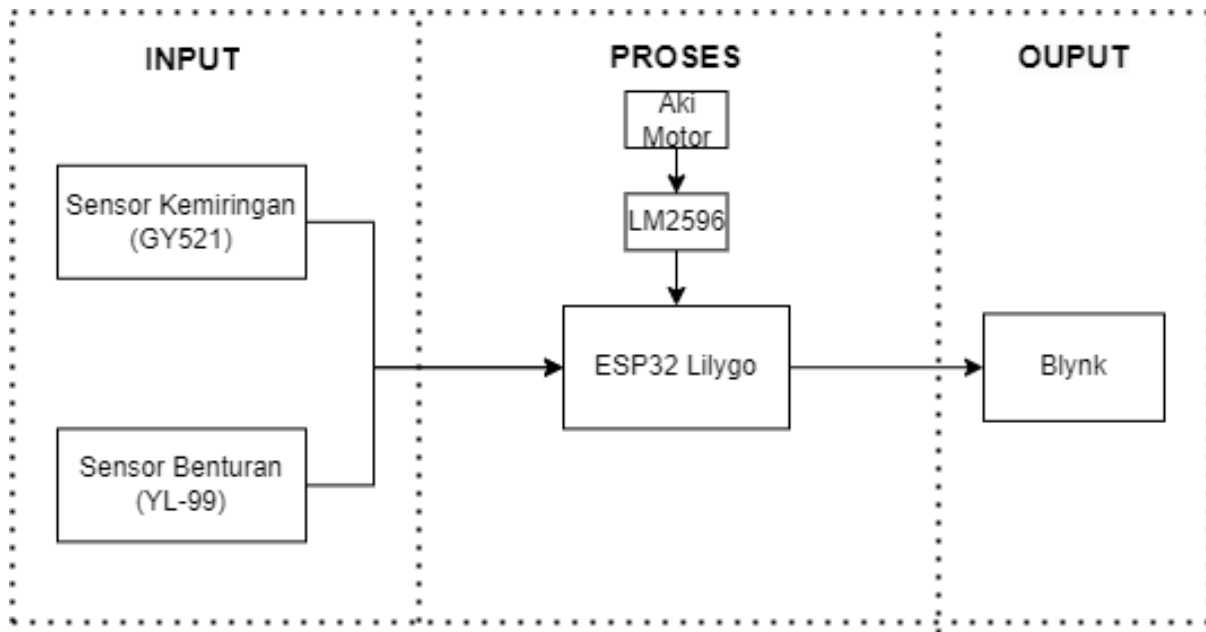
SIM7000G kepada aplikasi Blynk. Selain itu, pada ESP32 LilyGO memiliki fitur Modul GPS yang dapat membantu sistem untuk melacak lokasi kecelakaan motor.

Selanjutnya pada usulan solusi ketiga menggunakan Aki sebagai sumber tenaga sistem, sistem tersebut akan bergantung pada sistem motor. Sehingga membutuhkan regulator step-down agar tegangan listrik dari aki motor dapat diturunkan dan tegangannya sesuai dengan kebutuhan listrik pada ESP32.

3.3.1 Desain Sistem 3

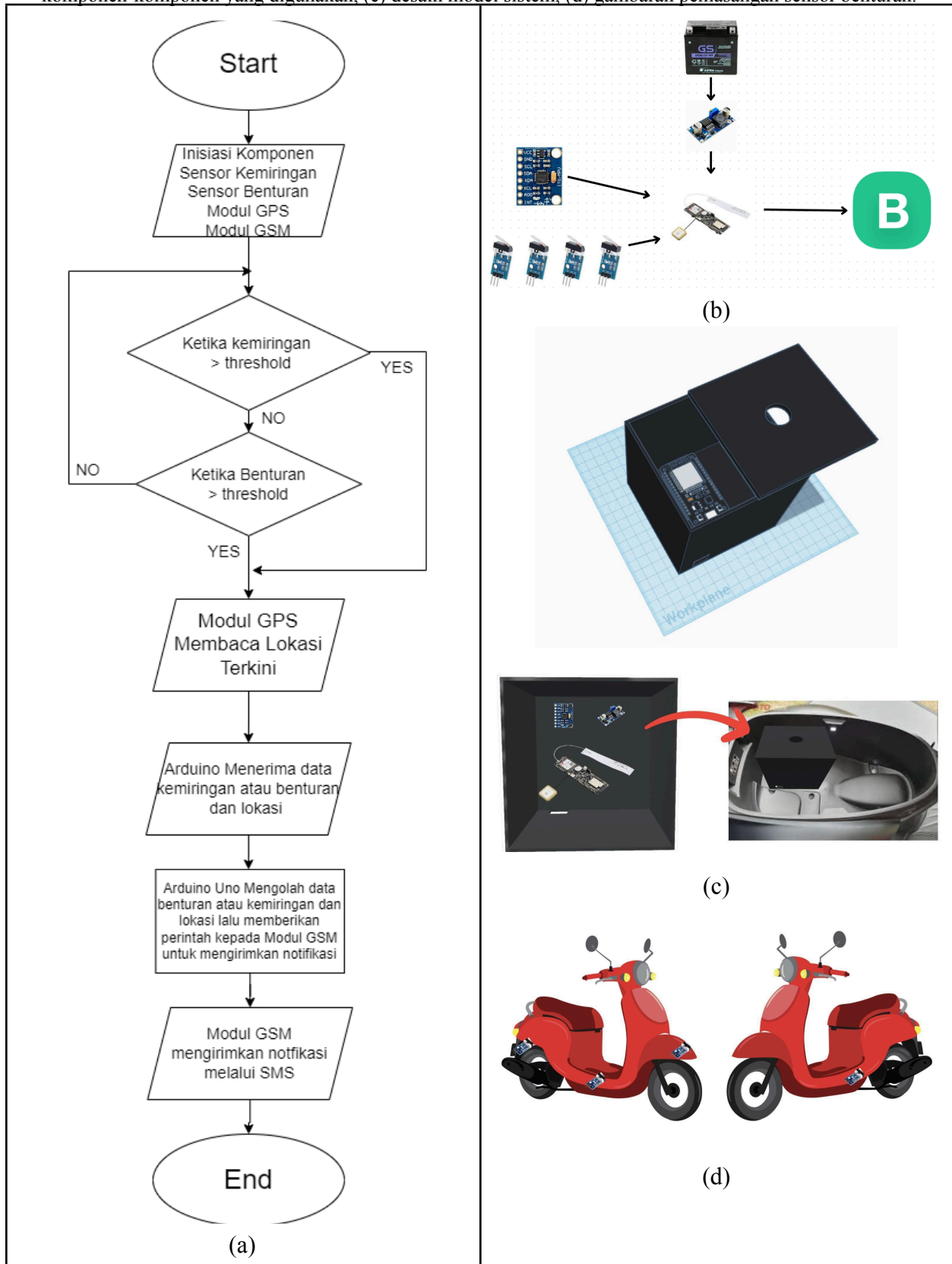
Dari komponen-komponen yang telah dibahas, dapat digambarkan diagram alir untuk usulan solusi 3 yang terlihat pada Gambar 3.3. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa terdapat 3 komponen yang berfungsi sebagai input yaitu sensor kemiringan untuk memberikan data kemiringan motor, sensor benturan untuk memberikan data benturan motor, dan Modul GPS yang terdapat pada komponen LilyGo untuk memberikan data lokasi kejadian. Setelah itu data-data tersebut akan diolah oleh mikrokontroler ESP32 yang terdapat pada komponen LilyGO yang memiliki sumber tenaga dari aki motor, karena tegangan pada aki motor tinggi maka pada usulan ini menggunakan LM2596 sebagai regulator tegangan agar tegangan dapat sesuai dengan kebutuhan ESP32. Ketika data yang diolah ternyata melewati batas yang ditentukan (*threshold*), mikrokontroler ESP32 akan mengirimkan notifikasi berupa pesan dan lokasi kejadian kepada Modul GSM SIM7000G yang terdapat pada komponen LilyGO yang memiliki akses internet. Setelah itu, Modul GSM SIM7000G akan melanjutkan data tersebut kepada aplikasi Blynk berupa notifikasi pesan dan lokasi kejadian.

Selanjutnya pada Tabel 3.7 terdapat flowchart cara kerja sistem usulan solusi 3, gambaran komponen-komponen yang digunakan sistem pada usulan solusi 3, dan desain alatnya. Penjelasan inventaris kebutuhan sistem usulan solusi 3 terdapat pada Tabel 3.8.



Gambar 3.3 Diagram alir usulan solusi 3

Tabel 3.7 Ilustrasi usulan rancangan sistem usulan solusi 2. (a) Proses cara kerja sistem, (b) gambaran komponen-komponen yang digunakan, (c) desain model sistem, (d) gambaran pemasangan sensor benturan.



Tabel 3.8 Inventarisasi kebutuhan sistem usulan solusi 3

No	Nama Alat	Keterangan
1	LilyGO TTGO T-SIM 7000g	LilyGO TTGO T-SIM 7000g merupakan mikrokontroler pada usulan solusi ketiga. LilyGO TTGO T-SIM 7000g merupakan mikrokontroler ESP32 yang sudah terintegrasi dengan modul GPS serta SIM yang sudah support 4G. LilyGO TTGO T-SIM 7000g merupakan sebuah terobosan baru untuk membuat sebuah sistem IoT.
2	Sensor Kemiringan (GY521 MPU6050)	Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi kecelakaan pada motor dengan cara membaca kemiringan nya. Sensor ini adalah sensor kemiringan 6-axis yang menggabungkan accelerometer dan gyroscope. Digunakan untuk mengukur kemiringan objek pada tiga sumbu (x, y, z). Komunikasi melalui I2C, kompatibel dengan Arduino. Rentang tegangan keluaran: 0.2–4.7V. Berguna dalam aplikasi kontrol gerakan dan orientasi objek. Perlu kalibrasi untuk hasil yang akurat.
3	Sensor Benturan (YL-99)	Sensor benturan merupakan sebuah komponen yang dapat mendeteksi sebuah perubahan percepatan sudut yang dihasilkan oleh sebuah benturan atau getaran
4	Modul LM2596	Modul LM2596 adalah modul regulator tegangan yang menggunakan chip LM2596. Chip LM2596 sendiri adalah regulator tegangan step-down (buck) yang dapat mengubah tegangan masukan yang lebih tinggi menjadi tegangan keluaran yang lebih rendah dengan efisiensi tinggi.

3.3.2 Rencana Anggaran Desain 3

Pada bagian ini akan dijelaskan rencana anggaran pengembangan dari sistem usulan solusi 3. Pada Tabel 3.9 dijelaskan harga dari setiap komponen, jumlah yang dibutuhkan dari setiap komponennya, dan total rencana anggaran dari sistem usulan solusi 3.

Tabel 3.9 Rencana anggaran pengembangan sistem usulan solusi 3

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	LilyGO TTGO T-SIM 7000g	Buah	Rp 800.000	1	Rp 1.000.000
2	Sensor Kemiringan (GY521 MPU6050)	Buah	Rp 20.000	1	Rp 20.000
3	Sensor Benturan (YL-99)	Buah	Rp 4.500	4	Rp 18.000
4	Sensor percepatan (ADXL345)	Buah	Rp 20.000	1	Rp 20.000
5	Modul LM2596	Buah	Rp 10.000	1	Rp 10.000
6	3D Print	Buah	Rp 200.000	1	Rp 200.000
7	<i>Printed Circuit Board</i>	Buah	Rp65.000	1	Rp65.000
Total Belanja					Rp 1.333.000

3.3.3 Analisis Risiko Desain 3

Pada desain sistem usulan solusi kedua, terdapat beberapa risiko yang dimiliki dalam realisasi nya, yaitu:

- Memiliki biaya yang mahal, dibandingkan dengan usulan solusi pertama dan kedua, usulan solusi ketiga memiliki biaya yang jauh lebih mahal hingga hampir dua kali lipat.
- Memiliki tingkat kesulitan dalam instalasi, karena menggunakan aki motor sebagai sumber tenaga yang terletak pada *step floor*, lalu sensor benturan yang harus di pasang di empat sisi motor, yaitu depan ,belakang, samping kanan, dan samping kiri.
- Komponen LilyGO TTGO T-SIM 7000g masih jarang ditemukan di toko komponen elektronik di Indonesia, baik di offline maupun online. Sehingga harus membeli nya dari luar Indonesia.

3.3.4 Pengukuran Performa

Dalam merancang usulan solusi kedua sangat penting untuk memastikan bahwa sistem dan komponen yang dipilih mendukung spesifikasi yang diinginkan. Sehingga diperlukan pengukuran performa usulan solusi pertama pada setiap spesifikasi sistem.

1. Pengujian mengaplikasikan sistem pada motor:

- Gunakan bagasi motor, lalu letakkan barang-barang umum untuk dibawa berkendara seperti jas hujan, payung, dan kanebo. Sehingga sistem tidak mengganggu fungsi bagasi.
- Lakukan percobaan menggunakan aki motor, buat simulasi agar sistem dapat nyala-mati sesuai kondisi motor.

2. Pengujian sistem dalam mengidentifikasi kecelakaan:

- Persiapkan motor yang sesuai spesifikasi yaitu berbahan bakar bensin, dan lokasi aki terdapat pada *step floor*. Lalu pasang sistem pada bagasi.
- Lakukan pengujian pada motor, buatlah situasi seperti benar-benar terjadi kecelakaan. Jatuhkan dan tabrakan motor, lakukan percobaan tersebut berkali-kali.
- Catat persentase keberhasilan sistem dalam mengidentifikasi kecelakaan.
- Keberhasilan didapat ketika sistem dapat mengidentifikasi kecelakaan yaitu ketika sensor membaca data kondisi yang melebihi *threshold*

3. Pengujian kecepatan notifikasi dan keakuratan titik lokasi kejadian:

- Persiapkan situasi seperti sedang terjadi kecelakaan.
- Lakukan hal tersebut dalam beberapa kali pengujian di lokasi yang berbeda-beda.
- Hitung berapa lama notifikasi terkirim dari awal kecelakaan terjadi.
- Hitung tingkat keakuratan lokasi yang dikirim melalui notifikasi dengan lokasi kejadian kecelakaan sebenarnya.

4. Pengujian kelengkapan notifikasi:

- Persiapkan situasi seperti sedang terjadi kecelakaan.
- Lakukan hal tersebut dalam beberapa kali pengujian di lokasi yang berbeda-beda.
- Hitung persentase keberhasilan notifikasi terkirim dengan lengkap, yaitu pesan dan tautan lokasi.

3.4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan, kesehatan, dan keamanan (K3) adalah aspek kritis yang harus diperhatikan dalam pengembangan sistem notifikasi kecelakaan untuk kendaraan motor.

1. Desain Minimalis:

Sistem dirancang seminimalis mungkin dengan volume terbesar adalah sekitar 2L pada usulan solusi pertama. Dengan demikian, ukuran yang kecil tidak hanya tidak

mengganggu fungsi motor tetapi juga memastikan tidak mengganggu pengemudi saat mengemudi.

2. Lokasi Penempatan Sistem:

Sistem diletakkan di bagian yang tidak mudah dijangkau orang untuk mengurangi risiko pencurian atau tersenggol yang dapat menimbulkan risiko kerusakan pada alat.

3. Radiasi dan Emisi yang Aman:

Sistem dirancang agar tidak menghasilkan radiasi atau emisi yang berbahaya bagi pengemudi atau tangki bensin.

4. Energi dan Sumber Daya:

Pada usulan solusi dua dan tiga, sumber tenaga menggunakan aki motor. Sehingga sistem memiliki regulator *step-down* agar tegangan dari aki dapat digunakan dengan aman oleh sistem.

3.5 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Dari ketiga usulan solusi yang dibuat, setiap usulan memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing. Terdapat beberapa faktor yang dapat membantu dalam penentuan usulan solusi terbaik. Pada Tabel 3.10 dijelaskan faktor-faktor yang menjelaskan keunggulan dan risiko dari setiap usulan solusi. Penentuan usulan solusi terbaik berfungsi untuk memperlancar dalam pembuatan alat dan meminimalisir kendala yang dihadapi. Pada Tabel 3.11 telah ditampilkan setiap keunggulan dan kekurangan dari setiap usulan solusi.

Tabel 3.10 Keterangan faktor yang mempengaruhi pemilihan dan klasifikasi tiap poin

Faktor	Point dan Keterangan		
	1	2	3
Kesulitan Pembuatan Sistem	Penentuan <i>threshold</i> pada sensor sulit dan sensor memerlukan kalibrasi	Penentuan <i>threshold</i> pada sensor mudah dan sensor memerlukan kalibrasi atau sebaliknya	Penentuan <i>threshold</i> pada sensor mudah dan sensor tidak memerlukan kalibrasi
Kesulitan Instalasi Sistem	Terdapat banyak komponen sistem yang terletak diluar bagasi sehingga memerlukan lebih	Terdapat satu komponen sistem yang terletak di luar bagasi sehingga memerlukan satu	Keseluruhan sistem berada di bagasi motor

	dari 3 kabel yang menghubungkan sistem ke komponen	hingga dua kabel untuk menghubungkan sistem ke komponen	
Biaya	Rp 2.000.000 ≥ Biaya > Rp 1.000.000	Rp 1.000.000 ≥ Biaya > Rp 500.000	Rp 500.0000 ≥ Biaya
Perawatan	Memerlukan pengecekan rutin kondisi sistem setiap bulan sekali khususnya pada sumber tenaga sistem dan akses komunikasi sistem	Memerlukan pengecekan rutin beberapa bulan sekali terhadap kondisi sistem khususnya pada sumber tenaga sistem dan akses komunikasi sistem	Tidak memerlukan pengecekan rutin, cukup sesekali untuk memastikan akses komunikasi sistem
Ukuran	Ukuran > 3L	3 ≥ Ukuran > 1L	1 L ≥ Ukuran
Kesulitan dalam Mendapatkan Komponen	Komponen dijual di negara yang jauh dari Indonesia	Komponen dijual di negara dekat Indonesia	Komponen banyak dijual Indonesia
Media Notifikasi	Berbayar dan perlu mengunduh aplikasi	Gratis dan perlu mengunduh aplikasi atau sebaliknya	Gratis dan tidak perlu mengunduh aplikasi

Tabel 3.11 *Decision matrix*

Faktor	Usulan Solusi		
	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 3
Kesulitan Pembuatan Sistem	1	2	2
Kesulitan Instalasi Sistem	3	1	1
Biaya	2	2	1
Perawatan	1	2	2
Ukuran	2	3	3
Kesulitan dalam	3	3	1

Mendapatkan Komponen			
Media Notifikasi	1	2	1
Total Point	13	15	11

Setelah mempertimbangkan berbagai faktor yang krusial, telah diputuskan bahwa usulan terbaik adalah usulan solusi kedua. Usulan solusi kedua memiliki total poin tertinggi dibanding usulan solusi pertama dan kedua. Keputusan ini didasarkan pada beberapa faktor utama, usulan solusi kedua tidak memiliki banyak keunggulan yang paling menonjol dibanding kedua usulan solusi. Namun, dari ketiga usulan solusi, usulan solusi kedua merupakan usulan solusi yang paling sedikit memiliki risiko. Sehingga usulan solusi kedua memiliki poin tertinggi.

3.6 Gantt Chart

Agar Tugas Akhir ini berjalan tepat waktu, diperlukan Gantt Chart untuk manajemen jadwal kegiatan/capaian Tugas Akhir secara kronologis. Pada Tabel 3.12 dijelaskan jadwal kegiatan/capaian Tugas Akhir kami.

Tabel 3.12 Gantt Chart pelaksanaan Tugas Akhir

No.	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -										
		1 Sep	2 Okt	3 Nov	4 Des	5 Jan	6 Feb	7 Mar	8 Apr	9 Mei	10 Jun	11 Jul
1	Penentuan judul Tugas Akhir dan identifikasi permasalahan.	R, I										
2	Survei literatur yang memiliki permasalahan serupa.	R, I										
3	Pengerjaan Pendahuluan	R, I	R, I									
4	Identifikasi Kebutuhan Sistem		R, I									

No.	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -										
		1 Sep	2 Okt	3 Nov	4 Des	5 Jan	6 Feb	7 Mar	8 Apr	9 Mei	10 Jun	11 Jul
5	Pengerjaan Usulan Solusi dan Penyelesaian Laporan			R, I	R, I							
6	Pengumpulan Laporan Tugas Akhir 1/ <i>Capstone Project</i> dan seminar				R, I							
7	Pembelian kebutuhan alat dan bahan project					R, I	R, I					
8	Perancangan sistem sesuai Laporan						R, I	R, I	R, I			
9	Testing Validasi, dan pengumpulan laporan akhir								R, I	R, I	R, I	
10	Expo											R, I
11	Revisi laporan akhir											R, I

Ket. : PIC – *Person in Charge* (Pihak yang bertanggung untuk kegiatan tersebut) R : Rizal, I : Ivan

3.7 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir 1, pengerjaan dilakukan secara bertahap dari satu bab ke bab lainnya, serta dari 1 sub-bab ke sub-bab lainnya dikerjakan secara urut agar saling terhubung. Konsultasi secara rutin dilakukan kepada dosen pembimbing guna memastikan bahwa pengerjaan berlangsung dengan terarah dan sesuai panduan yang telah ditetapkan. Tabel 3.13 menjelaskan setiap aktivitas yang dilakukan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir 1, memberikan gambaran detail mengenai aktivitas-aktivitas yang dilakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir 1.

Tabel 3.13 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 1

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Jumat, 15 September 2023 (1 jam)	Bimbingan pertama (Penentuan judul dan membahas timeline)	Rizal Ivan
2	Senin, 25 September 2023 (3 jam)	Penyusunan BAB 1 (Penentuan judul, pembuatan latar belakang, dan survei literatur)	Rizal Ivan
3	Selasa, 26 September 2023 (2 jam)	Bimbingan kedua (konsultasi judul dan latar belakang)	Rizal Ivan
4	Selasa, 26 September 2023 (2 jam)	Pembuatan form survei	Rizal
5	Rabu, 27 September 2023 (30 menit)	Membagikan tautan form survei	Ivan
6	Senin, 2 Oktober 2023 (4 jam)	Revisi pada latar belakang dan melanjutkan menyusun BAB 1 (Penyusunan Rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, batasan realistik aspek keteknikan, dan memasukan hasil survei)	Rizal Ivan
7	Selasa, 3 Oktober 2023 (2 jam)	Bimbingan ketiga (Konsultasi Rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, batasan realistik aspek keteknikan, dan survei)	Rizal Ivan

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
8	Senin, 9 Oktober 2023 (3 jam)	Revisi Rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, batasan realistik aspek keteknikan	Rizal
9	Kamis, 12 Oktober (3 jam)	Penyusunan BAB 2 (studi literatur dan observasi)	Rizal Ivan
10	Jumat, 13 Oktober 2023 (2 jam)	Bimbingan Keempat (Konsultasi studi literatur dan hasil revisi Rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan batasan realistik aspek keteknikan)	Rizal Ivan
11	Jumat, 13 Oktober 2023 (2 jam)	Penyusunan BAB 2 (Dasar Teori dan Analisis Stakeholder)	Ivan
12	Sabtu, 14 Oktober 2023 (1 jam)	Penyusunan BAB 2 (Analisis Stakeholder, Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem, dan Spesifikasi Sistem)	Rizal
13	Selasa, 17 Oktober 2023 (2 jam)	Bimbingan Kelima (Konsultasi BAB 2)	Rizal Ivan
14	Jumat, 20 Oktober 2023 (1 jam)	Revisi Dasar Teori	Ivan
15	Senin, 23 Oktober 2023 (2 jam)	Merapikan <i>heading</i> dan membuat daftar isi, sitasi dan daftar pustaka	Rizal

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
16	Kamis, 2 November 2023 (1 jam)	Merevisi studi literatur dan observasi	Rizal
17	Selasa, 7 November 2023 (2 jam)	Merevisi BAB 2 (Analisis Stakeholder, Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem, dan Spesifikasi Sistem)	Rizal
18	Selasa, 7 November 2023 (2 jam)	Bimbingan Kelima (Konsultasi hasil revisi keseluruhan BAB 2)	Rizal Ivan
19	Selasa, 14 November 2023 (4 jam)	Penyusunan BAB 3 (usulan solusi, desain sistem, dan rencana anggaran desain sistem)	Rizal
20	Selasa, 14 November 2023 (2 jam)	Penyusunan BAB 3 (<i>flowchart</i> , diagram blok, dan desain model sistem)	Ivan
21	Selasa, 14 November 2023 (2 jam)	Bimbingan Keenam (Konsultasi usulan solusi, desain sistem, rencana anggaran desain sistem, <i>flowchart</i> , diagram blok, dan desain model sistem)	Rizal Ivan
22	Minggu, 19 November 2023 (4 jam)	Revisi usulan solusi, desain sistem, dan rencana anggaran desain sistem	Rizal
23	Minggu, 19 November 2023 (4 jam)	Revisi <i>flowchart</i> , diagram blok, dan desain model sistem	Ivan

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
24	Senin, 20 November 2023 (3 jam)	Revisi usulan solusi, desain sistem, dan rencana anggaran desain sistem Penyusunan analisis risiko desain	Rizal
25	Selasa, 21 November 2023 (2 jam)	Bimbingan Ketujuh (Konsultasi solusi, desain sistem, rencana anggaran desain sistem, <i>flowchart</i> , diagram blok, desain model sistem, dan analisis risiko desain)	Rizal Ivan
26	Rabu, 22 November 2023 (2 jam)	Revisi <i>flowchart</i> , diagram blok, dan desain model sistem	Ivan
27	Senin, 27 November 2023 (5 jam)	Revisi usulan solusi, desain sistem, rencana anggaran desain sistem, analisis risiko desain, <i>flowchart</i> , diagram blok, dan desain model sistem.	Rizal
28	Selasa, 28 November 2023 (2 jam)	Menambah usulan solusi ketiga bagian usulan desain, <i>flowchart</i> , diagram blok, rencana anggaran desain sistem	Ivan
29	Selasa, 28 November 2023 (1 jam)	Penyusunan Pengukuran Performa	Rizal

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
30	Selasa, 28 November 2023 (2 jam)	Bimbingan Kedelapan (Konsultasi hasil revisi usulan solusi, desain sistem, rencana anggaran desain sistem, analisis risiko desain, <i>flowchart</i> , diagram blok, desain model sistem dan penyusunan pengukuran performa)	Rizal Ivan
31	Kamis, 7 Desember 2023 (5 jam)	Revisi keseluruhan BAB 3	Rizal
32	Jumat, 8 Desember 2023 (2 jam)	Bimbingan Kesembilan (konsultasi keseluruhan hasil revisi BAB 3)	Rizal
33	Senin, 11 Desember 2023 (2 jam)	Revisi BAB 1 (penambahan grafik dan bagian survei antara pengembang dan pengguna)	Rizal
34	Kamis, 14 Desember 2023 (30 menit)	Penyusunan analisis dan penentuan usulan solusi/desain terbaik	Ivan
35	Kamis, 14 Desember 2023 (1 jam)	Revisi analisis risiko dan pengukuran performa	Rizal
36	Jumar, 15 Desember 2023 (3 jam)	Revisi diagram blok, analisis risiko, pengukuran performa, analisis dan penentuan usulan solusi/desain terbaik.	Rizal

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
		Penyusunan Gantt <i>Chart</i> dan realisasi pelaksanaan Tugas Akhir 1.	
37	Jumat, 15 Desember 2023 (2 jam)	Bimbingan Kesebelas (konsultasi analisis risiko, pengukuran performa, dan analisis dan penentuan usulan solusi/desain terbaik.)	Rizal
38	Minggu, 17 Desember 2023 (2 jam)	Penyusunan <i>power point</i>	Ivan
39	Minggu, 17 Desember 2023 (2 jam)	Mengerjakan realisasi pelaksanaan Tugas Akhir 1.	Rizal
40	Senin, 18 Desember 2023 (1 jam)	Mengerjakan analisis dan penentuan usulan solusi/desain terbaik dan realisasi pelaksanaan Tugas Akhir 1.	Rizal
41	Kamis, 21 Desember 2023 (6 jam)	Penambahan ilustrasi, review BAB 3, membuat daftar tabel, membuat daftar isi, menambahkan caption pada tabel dan gambar, membuat Gantt <i>Chart</i> , merapikan studi literatur, menyelesaikan realisasi pelaksanaan Tugas Akhir dan membuat daftar pustaka.	Rizal

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
42	Jumat, 22 Desember 2023 (2 jam)	Merevisi <i>power point</i> untuk seminar	Rizal
43	Jumat, 22 Desember 2023 (1 jam)	Pengumpulan Laporan Tugas Akhir 1/ <i>Capstone Project</i> dan seminar	Rizal Ivan

BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

Pada sub bab ini, hasil rancangan sistem akan diuraikan secara detail yang terdiri dari 3 bagian, yaitu Rangkaian Elektronik menguraikan keseluruhan rangkaian elektronik yang terdapat pada sistem. Kedua, *software* atau *interface* menguraikan tentang *software* atau *interface* pada sistem. Ketiga, hasil akhir perancangan menguraikan perancangan final dari sistem.

4.1.1 Rangkaian Elektronik

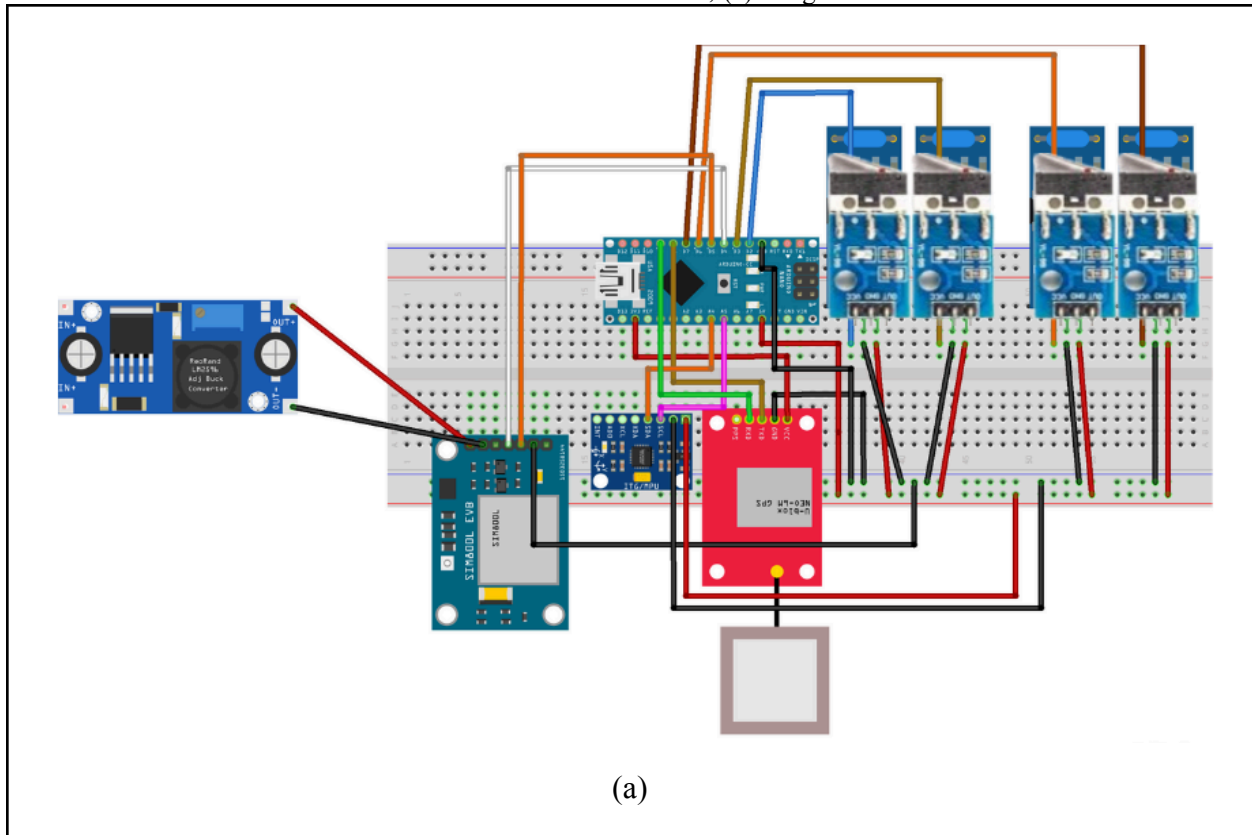
Rangkaian elektronik sistem yang telah disusun menghasilkan solusi notifikasi kecelakaan berupa pesan dan tautan lokasi kejadian kecelakaan melalui SMS kepada keluarga atau kerabat korban. Sistem ini menggunakan sensor kemiringan GY521 MPU6050 sebagai sensor utama untuk mendeteksi kecelakaan. Selain itu, digunakan juga sensor benturan YL-99 untuk mendeteksi jenis kecelakaan yang tidak dapat dideteksi oleh sensor kemiringan. Sensor benturan ini akan bekerja optimal ketika dapat membaca benturan di empat sisi motor, sehingga sistem membutuhkan empat buah sensor benturan untuk setiap sisi motor.

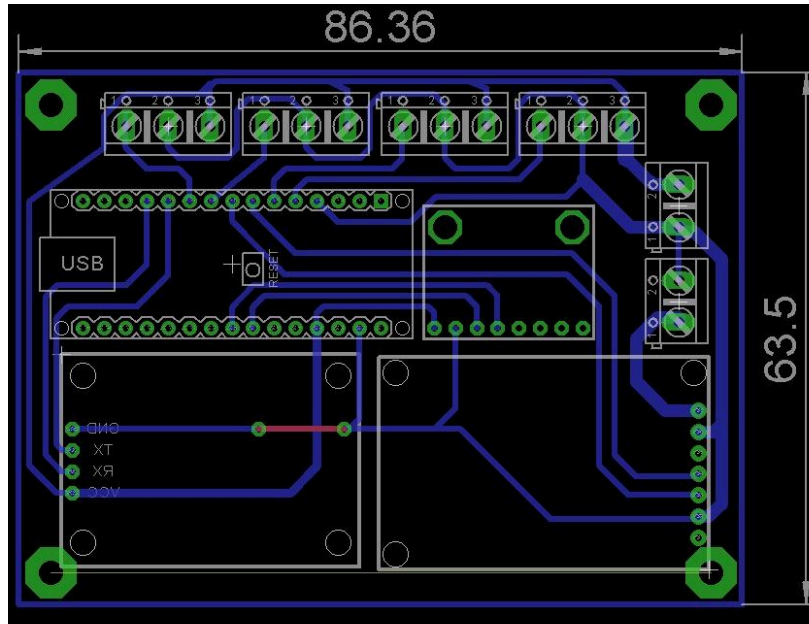
Ketika sensor mendeteksi kondisi yang melebihi ambang batas (*threshold*), Arduino Nano sebagai mikrokontroler pada sistem akan memerintahkan modul GPS Neo-6M V2 untuk membaca lokasi terkini. Selanjutnya, Arduino Nano akan memberi perintah kepada modul GSM SIM800L V2 untuk mengirimkan pesan dan tautan lokasi yang dibaca oleh modul GPS berupa tautan *Google Maps* kepada keluarga atau kerabat korban melalui SMS. Notifikasi hanya akan dikirimkan kepada nomor telepon yang didaftarkan pada sistem

Sistem ini mendapatkan sumber daya dari aki pada motor, selain untuk Arduino Nano, pada sistem ini modul GSM SIM800L V2 membutuhkan *power supply* terpisah dari Arduino Nano sebesar 5V, agar kinerja modul GSM SIM800L V2 dalam mendapatkan sinyal optimal. Sistem akan dihubungkan dengan kelistrikan motor agar dapat menyala dan mati sesuai dengan kondisi motor. Hal ini penting agar sistem tidak terus menyala ketika motor sedang tidak digunakan, karena dapat menyebabkan aki mengeluarkan daya tanpa adanya pengisian ulang. Untuk mengirimkan SMS, sistem menggunakan SIM card IoT yang terpasang pada modul GSM SIM800L V2. SIM card ini perlu diperpanjang setiap 12 bulan, 6 bulan, 3 bulan, atau 1 bulan tergantung pilihan pengguna.

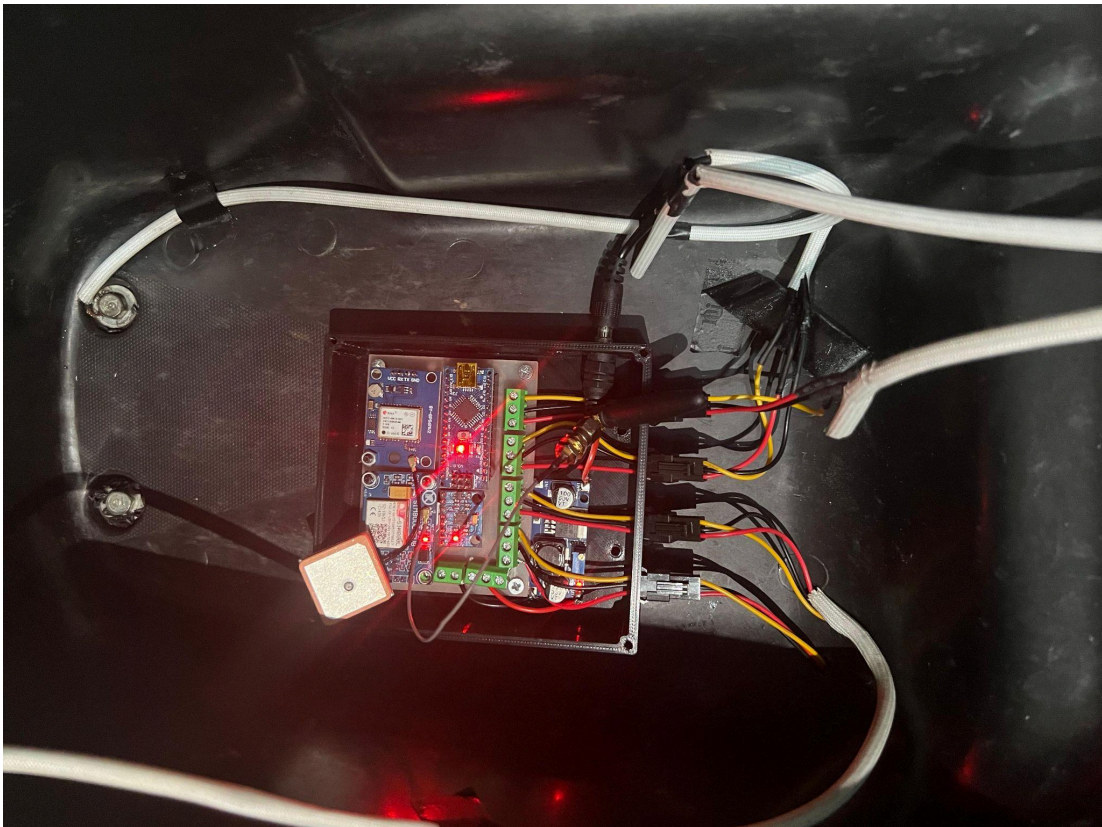
Rancangan sistem dilengkapi dengan *casing* berupa *box* sebagai pelindung dari faktor eksternal yang dapat merusak ataupun mengganggu kerja sistem. Seperti yang terlihat pada Tabel 4.1 bagian (c) sistem dibaut pada kotak (*box*) untuk mengurangi rangkaian komponennya sensor kemiringan berubah-ubah posisi, yang dapat mengganggu ketepatan pembacaan kondisi kecelakaan. Kotak (*box*) juga dipasang tetap pada kendaraan untuk menghindari kemungkinan kesalahan pembacaan kondisi kecelakaan.

Tabel 4.1 Rangkaian Elektronik Sistem. (a) Rangkaian Elektronik Menggunakan Aplikasi, (b) Rangkaian Elektronik dalam Desain *Printed Circuit Board*, (c) Rangkaian Elektronik *Real*.





(b)



(c)

4.1.2 Desain 3D

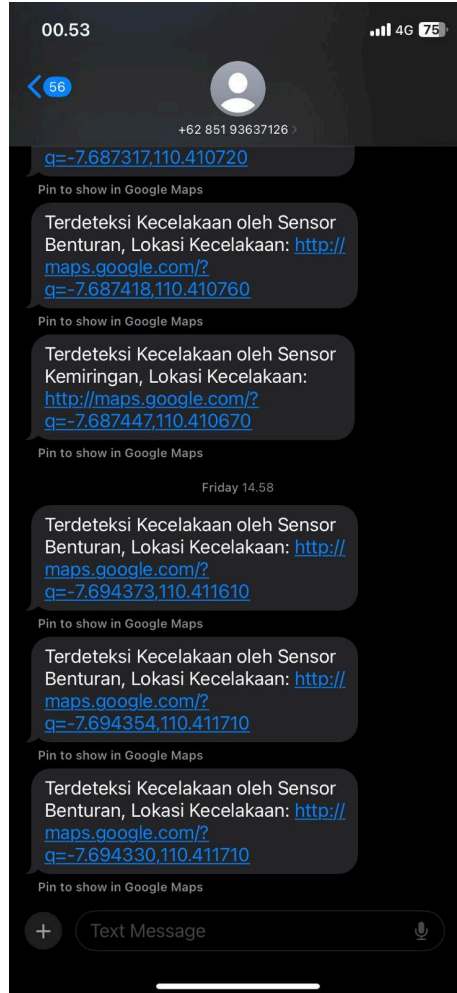
Memastikan sistem bekerja dengan baik merupakan hal penting. Untuk mewujudkan hal tersebut, salah satu aspek penting yang diperlukan adalah pembuatan desain 3D dari sistem. Desain 3D ini berfungsi untuk membantu memvisualisasikan bentuk dan tata letak komponen, sehingga dapat mengoptimalkan kinerja sistem secara keseluruhan. Dengan adanya desain 3D, kita dapat memastikan bahwa setiap komponen terpasang dengan tepat dan efisien, serta mengidentifikasi potensi masalah sebelum implementasi sebenarnya. Desain 3D dari sistem ini dapat dilihat pada Gambar 4.1. Terdapat tiga bagian desain yaitu bagian wadah, bagian tutup, dan bagian tombol untuk reset.



Gambar 4.1 Desain 3D

4.1.3 *Software* atau *interface*

Sistem ini dirancang tidak untuk pemantauan secara terus-menerus, informasi mengenai kemiringan atau benturan pada motor tidak perlu dipantau secara berkala. Oleh karena itu, SMS merupakan antarmuka yang cocok dalam sistem ini. Antarmuka ini berfungsi sebagai penerima notifikasi dalam bentuk pesan teks dan tautan lokasi kecelakaan. Contoh tampilan antarmuka notifikasi SMS ini dapat dilihat pada Gambar 4.

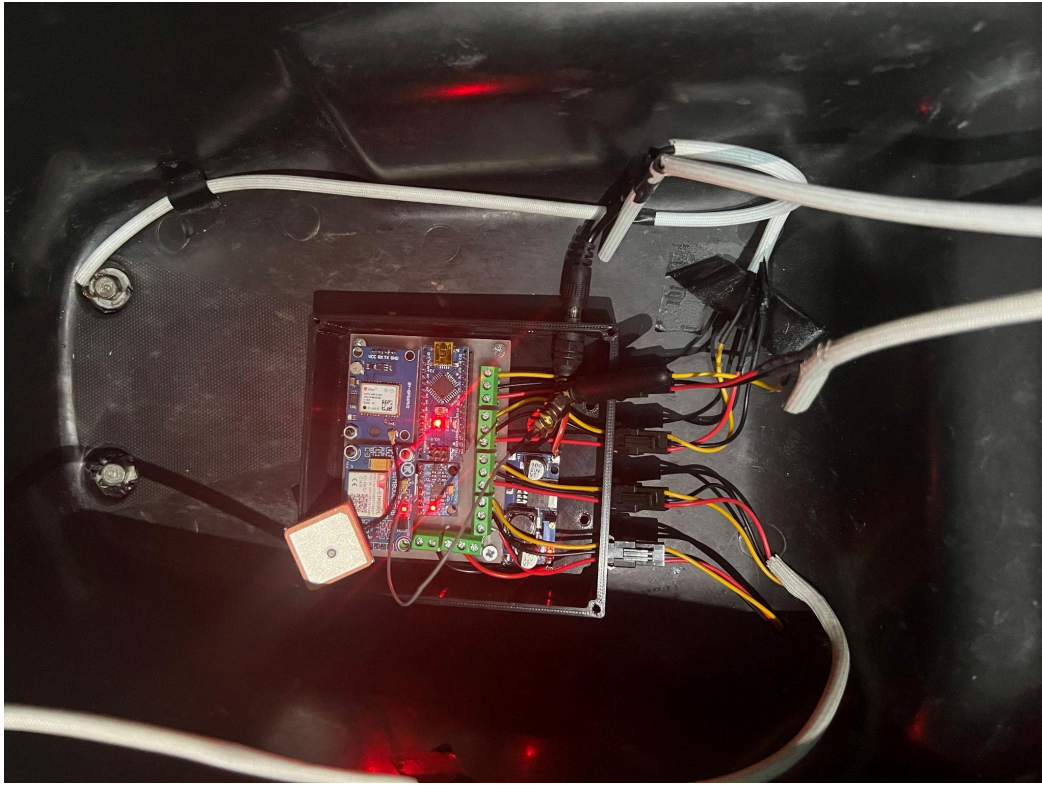


Gambar 4.2 Interface SMS

4.1.4 Foto Hasil Akhir Perancangan

Hasil akhir dari perancangan sistem ini adalah sebuah kotak (*box*) yang dipasang pada bagian bagasi motor. Sistem ini terhubung dengan aki motor, yang berfungsi sebagai *power supply* untuk seluruh komponen sistem. Pada sistem ini, terdapat empat sensor benturan yang dipasang di empat sisi motor, dan sensor-sensor ini terhubung dengan sistem melalui kabel. Perlu dicatat bahwa sensor benturan adalah satu-satunya komponen sistem yang terletak di luar kotak. Pada Tabel 4.2 merupakan tampilan hasil akhir dari perancangan sistem.

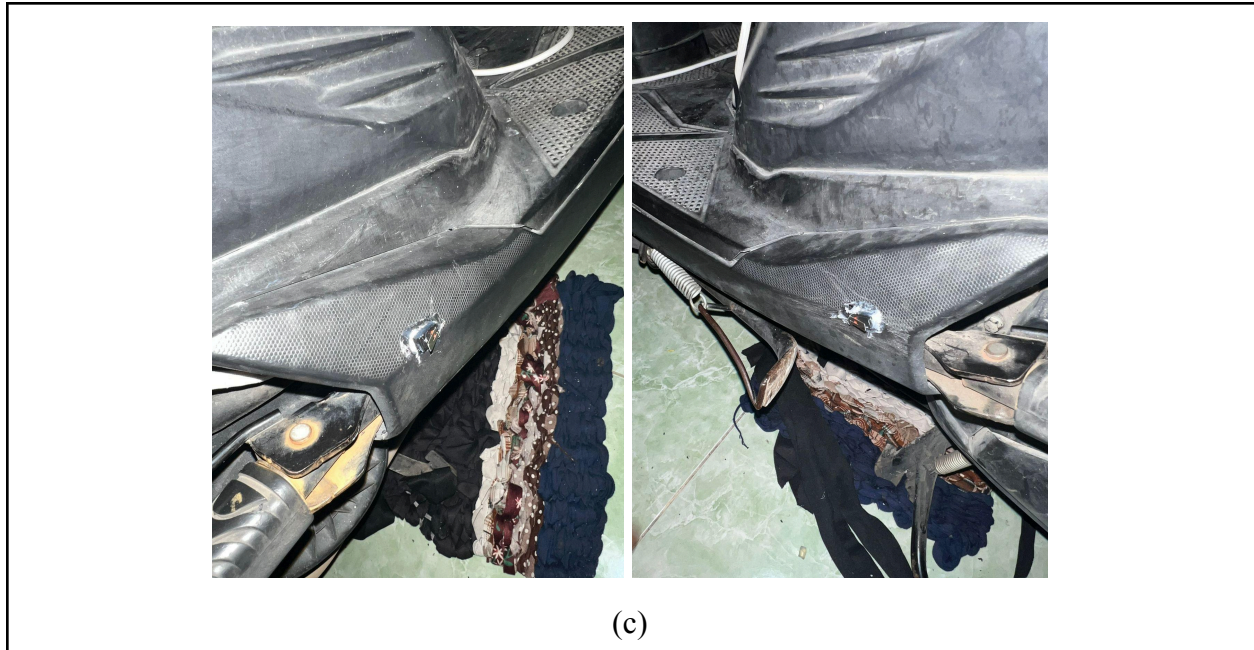
Tabel 4.2 Foto Hasil Akhir Perancangan. (a) Rangkaian pada bagasi motor, (b) Tampilan sensor benturan sisi depan dan belakang, (c) Tampilan sensor benturan sisi kanan dan kiri



(a)



(b)



4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan adalah sub bab yang penting dalam memastikan bahwa sistem yang telah dirancang berfungsi sesuai dengan tujuan dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pada bagian ini, akan dijelaskan secara rinci mengenai berbagai pengujian yang dilakukan untuk menilai kinerja dan efektivitas sistem. Pengujian-pengujian tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen dan keseluruhan sistem bekerja secara optimal dan dapat diandalkan dalam kondisi nyata. Selain itu, pengujian ini juga membantu mengidentifikasi dan memperbaiki potensi masalah atau kelemahan dalam desain sistem. Dengan demikian, sub bab ini akan memberikan gambaran yang komprehensif tentang bagaimana kinerja sistem diukur dan dievaluasi melalui serangkaian tes yang telah dirancang khusus untuk menilai berbagai aspek fungsionalitas sistem.

4.2.1 Pengujian Mengaplikasikan Sistem pada Motor

Pada pengujian ini, sistem diuji dalam berbagai kondisi motor. Pengujian pertama melibatkan penempatan sistem ke dalam bagasi motor. Selanjutnya, barang-barang yang biasa dibawa oleh pengendara motor, seperti jas hujan, payung, dan kanebo, dimasukkan ke dalam bagasi bersama dengan sistem. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa ukuran sistem tidak mengganggu fungsi utama bagasi motor.

Pengujian kedua melibatkan simulasi kondisi nyala-mati sistem yang sesuai dengan kondisi motor. Sistem diuji dengan menghubungkan sistem dengan sistem kelistrikan motor. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dalam kelistrikan motor. Selain itu, pengujian ini juga bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk mulai beroperasi setelah dinyalakan dari kondisi mati. Hal ini penting untuk memastikan bahwa sistem tidak dirancang untuk terus menyala saat motor tidak digunakan, karena dapat menyebabkan aki bekerja tanpa adanya pengisian daya.

Parameter yang diukur:

- Fungsi bagasi tidak terganggu: barang-barang yang umum berada di dalam bagasi tetap bisa dimasukkan ke dalam bagasi meskipun sistem telah dipasang pada motor.
- Kinerja sistem: Sistem dapat bekerja sesuai dengan kondisi motor.
- Delay kinerja sistem: Waktu yang diperlukan sistem dapat bekerja secara normal, dari kondisi mati ke kondisi menyala.

4.2.2 Pengujian Sistem dalam Mengidentifikasi Kecelakaan

Pada pengujian kedua, sistem diuji kemampuannya dalam mengidentifikasi kecelakaan dari data yang dibaca oleh sensor kemiringan GY521 MPU6050 dan sensor benturan YL-99. Pengujian ini dilakukan menggunakan motor yang sesuai dengan spesifikasi yaitu berbahan bakar bensin, dan lokasi aki terdapat pada *step floor*. Pengujian dilakukan beberapa kali, untuk didapatkan persentase keberhasilan sistem dalam mengidentifikasi kecelakaan.

Parameter yang diukur:

- Keakuratan sensor kemiringan GY521 MPU6050 dalam mengidentifikasi kecelakaan: ketika kemiringan motor telah melewati *threshold* yaitu 45° , maka terbaca kecelakaan. Namun ketika sudut kemiringan masih dibawah 45° , maka tidak terbaca kecelakaan.
- Keakuratan sensor benturan YL-99 dalam mengidentifikasi kecelakaan: ketika benturan motor telah melewati *threshold* yaitu 1 sisi, maka terbaca kecelakaan.

4.2.3 Pengujian Kecepatan Notifikasi dan Keakuratan Titik Lokasi Kejadian

Pada pengujian ketiga, sistem akan diuji kecepatannya dalam mengirim notifikasi melalui SMS oleh modul GSM SIM800L V2 dan keakuratan titik lokasi yang dibaca oleh modul GPS

Neo 6M V2. Kecepatan notifikasi diperlukan karena ketika kecelakaan terjadi hal tersebut dapat membantu korban kecelakaan dalam mendapatkan penanganan maksimal. Sedangkan keakuratan lokasi diperlukan karena untuk mendapatkan bantuan medis segera, diperlukan titik lokasi yang akurat untuk menemukan korban.

Parameter yang diukur:

- Delay notifikasi diterima: Waktu yang diperlukan terkirim nya notifikasi kepada keluarga atau kerabat pengguna motor.
- Akurasi lokasi kejadian: Jarak lokasi yang dibaca oleh sistem (modul GPS) dengan lokasi yang dibaca oleh ponsel pada aplikasi *Google Maps*.

4.2.4 Pengujian Kelengkapan Notifikasi

Pada pengujian terakhir, sistem akan diuji kelengkapan notifikasi yang dikirim melalui SMS. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan notifikasi yang dikirim lengkap, yaitu pesan keterangan terjadi nya kecelakaan dan tautan *Google Maps* lokasi kejadian kecelakaan

Parameter yang diukur:

- Kelengkapan notifikasi: Notifikasi berisikan pesan dan tautan lokasi.

BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1. Analisis Hasil

Sub bab ini akan membahas secara mendalam analisis dari hasil yang telah diperoleh selama pengujian sistem. Bagian ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kinerja dan efektivitas sistem berdasarkan berbagai indikator pengujian. Dalam sub bab ini, akan diuraikan hasil dan analisis dari beberapa aspek penting, antara lain:

5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

Pada sub bab ini, akan dipaparkan hasil dan analisis dari berbagai pengujian yang telah dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem yang dikembangkan. Pengujian pertama adalah untuk memastikan bahwa sistem dapat diaplikasikan pada motor, memastikan sistem tidak mengganggu fitur yang terdapat pada motor dan sistem dapat bekerja pada kelistrikan motor. Selanjutnya, dilakukan pengujian untuk mengidentifikasi kecelakaan, yang bertujuan menilai kemampuan sistem dalam mendeteksi kejadian dengan akurat. Pengujian ketiga fokus pada kecepatan pengiriman notifikasi dan keakuratan lokasi, dua faktor krusial dalam situasi darurat yang menuntut respons cepat dan tepat. Pengujian terakhir mengevaluasi kemampuan sistem dalam mengirim notifikasi lengkap, memastikan notifikasi berisi pesan pemberitahuan terjadi kecelakaan dan tautan lokasi kecelakaan.

Hasil dan analisis dari setiap pengujian ini memberikan gambaran yang jelas mengenai kelebihan dan kekurangan sistem, serta area yang memerlukan perbaikan. Dengan demikian, dapat diidentifikasi langkah-langkah yang perlu diambil untuk meningkatkan performa dan keandalan sistem.

5.1.1.1 Dapat Diaplikasikan pada Sistem Motor

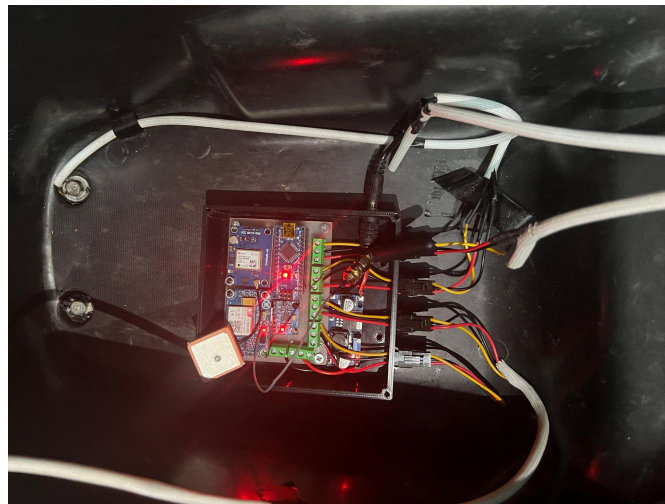
Pada Pengujian pertama, Sistem diuji dapat diaplikasikan pada sistem motor. Parameter dari pengujian ini adalah bagasi motor atau lokasi penempatan sistem tidak terganggu fungsi sebenarnya. Pada Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa barang-barang yang umum dibawa dan diletakkan pada bagasi motor, seperti jas hujan, payung, kanebo, dan jas hujan untuk tas.

Parameter kedua pada pengujian ini adalah sistem dapat bekerja sesuai dengan kondisi motor. Karena sumber daya sistem berasal dari aki pada motor, jika sistem dirancang untuk

terus-menerus menyala meskipun motor dalam kondisi mati atau tidak digunakan, maka aki pada motor dapat habis daya. Sehingga sistem perlu dirancang agar dapat menyala ketika motor sedang digunakan saja. Pada Gambar 5.2 merupakan tampilan sistem yang bekerja sesuai dengan kondisi motor. Pada bagian belakang bagasi motor, terdapat soket yang menjadi penghubung injeksi motor dengan aki yang sudah dapat bekerja ketika motor dinyalakan. Sehingga sistem ini dihubungkan dengan penghubung tersebut agar sistem dapat bekerja ketika motor dinyalakan saja.



Gambar 5.1 Sistem tidak mengganggu fungsi bagasi



Gambar 5.2 Sistem dapat beroperasi sesuai kondisi nyala-mati motor.

5.1.1.2 Dapat Mengidentifikasi Kecelakaan

Pada pengujian kedua adalah pengujian sistem dapat mengidentifikasi kecelakaan. Pengujian ini memiliki dua parameter yaitu menguji dengan kondisi kecelakaan jatuh dan terbentur. Parameter pertama, yaitu pengujian sistem mengidentifikasi kecelakaan dengan

kondisi terjatuh. Terdapat 4 jenis percobaan yang dilakukan, pertama adalah menjatuhkan motor ke sisi kanan dengan menggunakan busa sebagai alas, dari pengujian yang dilakukan dapat hasil bahwa sistem mendeteksi kecelakaan. Hasil yang sama didapatkan dengan pengujian menjatuhkan motor ke sisi kiri. Selain kedua pengujian menjatuhkan motor, dilakukan juga pengujian mengendarai motor pada belokan dan pada bundaran. Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk memastikan motor tidak mendeteksi kecelakaan ketika motor dalam keadaan miring dengan nilai tertentu. Dari percobaan yang dilakukan, didapatkan hasil bahwa motor tidak mendeteksi kecelakaan pada kedua kondisi tersebut. Karena spesifikasi motor yang dapat diaplikasikan pada sistem adalah motor berbahan bakar bensin, sehingga kemiringan motor spesifikasi tersebut memiliki batas kemiringan normal, hal itu yang digunakan sebagai penentu *threshold* sensor. Pada Tabel 5.1 dapat dilihat hasil dari setiap pengujian.

Pada sensor kemiringan, kemiringan yang digunakan tidak dalam bentuk satuan derajat ($^{\circ}$), namun sistem menggunakan nilai percepatan gravitasi pada sumbu y, karena ketika nilai tersebut diubah menjadi satuan derajat ($^{\circ}$), nilai justru tidak sinkron dengan kemiringan yang diukur menggunakan busur. Sehingga nilai yang digunakan adalah nilai percepatan gravitasi pada sumbu y. Hal tersebut tidak mengganggu kinerja sistem, karena nilai kemiringan hanya digunakan sistem untuk mendeteksi kecelakaan. Nilai kemiringan tidak diperlukan *user*, karena yang diperlukan *user* adalah kejadian kecelakaannya. Nilai percepatan gravitasi tersebut telah disesuaikan dengan nilai satuan derajat ($^{\circ}$), seperti pada Gambar 5.3.

Tabel 5.1 Kemampuan Sensor Kemiringan dalam Mengidentifikasi Kecelakaan

No.	Tanggal	Kondisi	Terdeteksi Kecelakaan
1	12/07/2024	Jatuh ke Sisi Kanan	Iya
2	12/07/2024	Jatuh ke Sisi Kiri	Iya
3	12/07/2024	Mengendarai Motor di Belokan	Tidak
4	12/07/2024	Mengendarai Motor di Bunderan	Tidak

-22000	=	-90	derajat
-20188,9	=	-80	derajat
-18377,8	=	-70	derajat
-16566,7	=	-60	derajat
-14755,6	=	-50	derajat
-12944,4	=	-40	derajat
-11133,3	=	-30	derajat
-9322,22	=	-20	derajat
-7511,11	=	-10	derajat
-5700	=	0	derajat
-3911,11	=	10	derajat
-2122,22	=	20	derajat
-333,333	=	30	derajat
1455,556	=	40	derajat
3244,444	=	50	derajat
5033,333	=	60	derajat
6822,222	=	70	derajat
8611,111	=	80	derajat
10400	=	90	derajat

Gambar 5.3 Kesesuaian nilai yang dibaca sensor dengan nilai sudut busur

Parameter kedua adalah pengujian sistem dalam mengidentifikasi kecelakaan benturan. Terdapat tujuh jenis benturan yang merupakan kondisi benturan yang mungkin dialami motor ketika terjadi kecelakaan. Pertama adalah tertabrak, motor memiliki empat sisi yang memungkinkan tertabrak, yaitu sisi depan, belakang, kanan, dan kiri. Pada pengujian ini, kami menabrakkan keempat sisi motor. Motor ditabrakkan menggunakan busa yang cukup tebal agar tidak merusak motor. Dari percobaan tersebut, sistem mendeteksi kecelakaan pada keseluruhan sisi. Namun, pada sisi kanan dan kiri, karena permukaannya yang luas, jika tabrakan tidak mengenai bagian sensor, benturan tidak terbaca.

Pengujian selanjutnya, yaitu ketika motor menabrak sesuatu. Pada pengujian ini kami menabrakan motor ke pohon yang dilapisi busa. Hasil dari pengujian ini, sistem dapat mendeteksi benturan. Lalu pada pengujian terakhir, yaitu menjatuhkan motor ke sisi kanan dan kiri. Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui sensor yang mendeteksi kecelakaan lebih dulu ketika motor dalam kondisi jatuh kemiringan atau benturan. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa ketika motor jatuh kecelakaan terdeteksi oleh sensor kemiringan terlebih dahulu. Hasil dari keseluruhan pengujian sensor benturan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Kemampuan Sensor Benturan dalam Mengidentifikasi Kecelakaan

No.	Tanggal	Jenis Benturan	Terdeteksi Kecelakaan
1	12/07/2024	Tertabrak pada Sisi Depan	iya
2	12/07/2024	Tertabrak pada Sisi Belakang	iya
3	12/07/2024	Tertabrak pada Sisi Kanan	iya
4	12/07/2024	Tertabrak pada Sisi Kiri	iya
5	12/07/2024	Menabrakan Sisi Depan Motor	iya
6	12/07/2024	Jatuh ke Sisi Kanan	Tidak
7	12/07/2024	Jatuh ke Sisi Kiri	Tidak

5.1.1.3 Memiliki Kecepatan Pengiriman Notifikasi dan Keakuratan Lokasi yang Baik

Pada pengujian ketiga adalah menguji kecepatan pengiriman notifikasi dan keakuratan lokasi yang baik. Sistem ini merupakan sistem yang dirancang untuk mendeteksi kecelakaan dan mengirimkan notifikasi berupa pesan dan lokasi kejadian kecelakaan. Sehingga kecepatan notifikasi dan keakuratan lokasi yang dibaca, perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui kemungkinan-kemungkinan yang terjadi. Semakin cepat notifikasi dikirim dan akurat lokasi yang dibaca, semakin baik untuk korban kecelakaan mendapatkan penanganan segera.

Parameter pertama pada pengujian ini adalah kecepatan notifikasi dikirim, pada pengujian ini dilakukan percobaan waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirimkan notifikasi kepada keluarga atau kerabat korban. Dilakukan variasi percobaan dari jarak kejadian kecelakaan dengan penerima notifikasi, lalu status sinyal pada lokasi kecelakaan dengan status sinyal pada lokasi penerima. Status sinyal didapatkan dari status sinyal pada ponsel. Dari Tabel 5.3 didapatkan hasil bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengirim notifikasi dibawah sepuluh detik meskipun dengan jarak dan status yang berbeda-beda. Untuk percobaan kelima, walaupun waktu yang dibutuhkan lebih dari sepuluh detik, namun kelebihan waktu dari sepuluh detik tidak lebih dari satu detik.

Tabel 5.3 Kecepatan Pengiriman Notifikasi

No.	Tanggal	Waktu yang dibutuhkan untuk Mengirim Notifikasi (detik)	Jarak Kejadian Kecelakaan dengan Penerima Notifikasi (kilometer)	Status Sinyal pada Lokasi Kecelakaan	Status Sinyal pada Lokasi Penerima
1	30/06/2024	Waktu < 10	7,2	3	2
2	11/07/2024	Waktu < 10	0,75	4	4
3	11/07/2024	Waktu < 10	8,1	4	1
4	11/07/2024	Waktu < 10	40	4	4
5	11/07/2024	10 < Waktu < 20	30	4	2
6	11/07/2024	Waktu < 10	15	4	3

Pada parameter selanjutnya, yaitu keakuratan lokasi yang dibaca sistem. Pengujian ini dilakukan di sekitar Universitas Islam Indonesia dan beberapa tempat yang kami kunjungi. Pada pengujian ini kami menggunakan ponsel dan aplikasi *Google Maps* untuk mengukur selisih jarak lokasi yang dibaca oleh sistem dan lokasi yang dibaca oleh ponsel. Dari sepuluh percobaan yang dilakukan, selisih jarak terjauh adalah sepuluh meter. Pada Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa selisih jarak yang dibaca cukup akurat. Jika dihitung error menggunakan cara *Root Mean Square Error* (RMSE) error yang didapatkan sebesar 6,6 meter. Alasan menggunakan cara RMSE untuk mencari nilai error karena memastikan kemungkinan selisih terjauh yang dapat dibaca sensor. Modul GPS Neo 6M V2 memiliki sedikit kelemahan dalam mendapatkan sinyal, memerlukan setidaknya 1-2 menit agar modul mendapatkan sinyal dari kondisi mati lalu dinyalakan. Namun ketika sudah mendapatkan sinyal, lalu dimatikan, dan tidak lama kemudian dinyalakan kembali modul langsung mendapatkan sinyal. Sehingga lama waktu modul GPS mencari sinyal hanya ketika sebelumnya dalam kondisi mati yang lama.

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} =$$

$$\sqrt{\frac{1}{10} (10^2 + 0^2 + 0^2 + 1^2 + 10^2 + 10^2 + 10^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2)} = \sqrt{\frac{1}{10} (401)} \approx 6,33$$

Tabel 5.4 Keakuratan Lokasi

No.	Tanggal	Lokasi	Lokasi yang dibaca Sistem	Selisih Jarak Lokasi yang dibaca Sistem dan Lokasi yang Dibaca Ponsel (Meter)
1	28/06/2024	Depan Gedung Fakultas Ilmu Agama Islam	http://maps.google.com/?q=-7.687891,110.414749	10
2	28/06/2024	Boulevard UII	http://maps.google.com/?q=-7.687603,110.418235	0
3	28/06/2024	Makam UII	http://maps.google.com/?q=-7.690119,110.415023	0
4	28/06/2024	Depan Gedung Fakultas Hukum UII	http://maps.google.com/?q=-7.689133,110.413406	1
5	28/06/2024	Sebelah Timur Gedung Fakultas Teknologi Industri UII	http://maps.google.com/?q=-7.686542,110.411369	10
6	28/06/2024	Belakang GOR UII	http://maps.google.com/?q=-7.687134,110.409538	10
7	28/06/2024	Depan Gedung Lab Terpadu FMIPA UII	http://maps.google.com/?q=-7.688244,110.412094	10
8	28/06/2024	Rumah Warna Hijau, Candi Winangun, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta 55581	http://maps.google.com/?q=-7.694437,110.411712	0
9	30/06/2024	Jl. Karanganyar, Widodomartani, Kec. Ngemplak,	http://maps.google.com/?q=-7.707774,110.458145	0

		Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55584		
10	07/07/2024	Laboratorium Capstone Gedung Kh. A. Wahid Hasyim UII	http://maps.google.com/?q=-7.68725,110.41083 <u>33</u>	0

5.1.1.4 Dapat Mengirim Notifikasi secara Lengkap

Pengujian terakhir, adalah pengujian kelengkapan notifikasi yang dikirim, Hal ini perlu diuji karena dari percobaan yang dilakukan menggunakan beberapa modul GSM dan GPS terdapat beberapa percobaan yang hanya mengirimkan pesan kosong. Contoh nya, SIM808 yang memiliki fitur GSM dan GPS, karena *library* yang tersedia sedikit bermasalah sehingga notifikasi yang dikirim hanya pesan kosong. Pada Tabel 5.5 dapat dilihat dari enam percobaan yang dilakukan, dengan jarak kejadian kecelakaan dengan penerima notifikasi berbeda-beda, semua notifikasi berisi pesan dan tautan lokasi kejadian kecelakaan.

Tabel 5.5 Kelengkapan Notifikasi

No.	Tanggal	Jarak Kejadian Kecelakaan dengan Penerima Notifikasi (kilometer)	Pesan	Tautan Lokasi kejadian kecelakaan
1	30/06/2024	7,2	✓	✓
2	11/07/2024	0,75	✓	✓
3	11/07/2024	8,1	✓	✓
4	11/07/2024	40	✓	✓
5	11/07/2024	30	✓	✓
6	11/07/2024	15	✓	✓

5.1.1.5 Perbandingan performa antara sistem yang dibuat dengan sistem lain

Suatu penelitian atau percobaan dapat dikatakan baik ketika memiliki perkembangan dari penelitian atau percobaan sebelumnya. Pada bagian ini fitur-fitur dari sistem dibandingkan dengan beberapa penelitian atau percobaan sejenis sebelumnya. Pada tabel 5.5 dijelaskan perbedaan dari sistem yang dibuat dengan sistem sejenis sebelum-sebelumnya yang juga menjadi referensi dari sistem yang dibuat. Sistem yang digunakan sebagai perbandingan adalah Rancang Bangun Alat Deteksi Kecelakaan Sepeda Motor Berbasis *Exponential Smoothing* [11], Perancangan Sistem Tracking untuk Mendeteksi Kecelakaan Sepeda Motor Berdasarkan Kemiringan dan Getaran [13], dan Rancang Bangun Alat Pemberitahuan Kecelakaan Pada Sepeda Motor Berbasis IoT [14].

Tabel 5.6 Perbandingan Sistem yang Dibuat dengan Sistem Lain

No	Fitur/ Komponen	Sistem yang dibuat	Sistem A	Sistem B	Sistem C
1	Mendeteksi Kecelakaan	Kemiringan dan Benturan	Kemiringan dan Getaran	Kemiringan dan Getaran	Kemiringan dan Getaran
2	Sumber Daya	Menggunakan aki motor dan sudah beroperasi sesuai kondisi motor	Menggunakan <i>Powerbank</i>	Tidak dijelaskan	Menggunakan aki motor, namun tidak dijelaskan sistem menyala terus-menerus atau sesuai kondisi motor
3	Media Notifikasi	SMS	Telegram (mikrokontroler pada sistem ini menggunakan ESP8266)	Telegram (mikrokontroler pada sistem ini menggunakan ESP8266)	SMS
4	Kesulitan dalam Instalasi	Sulit	Mudah	Mudah	Sedikit Sulit
5	Pengambilan Data	Dilakukan dalam kondisi semirip mungkin dengan kecelakaan	Pengambilan data tidak dilakukan dalam kondisi yang semirip mungkin dengan kecelakaan	Tidak dijelaskan	Pengambilan data tidak dilakukan dalam kondisi yang semirip mungkin dengan kecelakaan

Pada fitur pertama, sistem dirancang menggunakan sensor benturan karena setelah melakukan percobaan menggunakan sensor getaran ditemukan ketidaksesuaian dengan spesifikasi yang diinginkan. Terdapat kekurangan pada sensor getaran yang menjadi faktor tidak dipilihnya sensor ini. Pertama, memiliki output *high* dan *low* yang membuat kesulitan dalam menentukan *threshold*. Kedua, sensor ini akan mudah terpancing jika pemilihan *threshold* tidak tepat.

Pada fitur kedua yaitu sumber daya, sumber daya merupakan komponen penting karena sistem tidak menetap disatu tempat, namun harus terdapat pada sepeda motor. Penggunaan aki motor sebagai sumber daya merupakan keputusan matang yang dibuat, namun memiliki kekurangan yaitu memastikan sistem tidak membuat aki habis daya. Penggunaan baterai atau *powerbank* dirasa kurang cocok dikarenakan pengguna diharuskan mengisi daya secara rutin, sedangkan sistem ini memiliki fungsi yang tidak rutin namun fatal.

Pada fitur ketiga yaitu media notifikasi, media notifikasi yang digunakan pada sistem yang dibuat menggunakan SMS. Pemilihan ini memiliki beberapa pertimbangan, pertama pengguna tidak perlu mengunduh aplikasi, sedangkan SMS rata-rata terdapat pada setiap ponsel. Kedua, tidak perlu mengeluarkan biaya untuk aplikasi. Pada sistem A dan B menggunakan telegram sebagai media notifikasi dan menggunakan ESP8266 yang memiliki fitur terhubung pada Wi-Fi. Namun pada laporan tidak dijelaskan darimana ESP8266 mendapatkan akses internet. Jika menggunakan modem, diperlukan pengecekan rutin kuota dan memerlukan space lebih pada desain.

Pada fitur keempat yaitu kesulitan instalasi, sistem yang dibuat memiliki kesulitan tertinggi. Dengan kelebihan ketiga fitur sebelumnya membuat meningkatnya kesulitan instalasi sistem. Dari pemasangan sensor benturan dan penggunaan aki motor sebagai sumber daya sistem. Sistem A dan sistem B memiliki kemudahan karena keseluruhan komponen terdapat pada box. Sedangkan sistem C memiliki sedikit kesulitan karena menggunakan aki motor sebagai sumber daya.

Pada fitur terakhir yaitu pengambilan data atau percobaan sistem, sistem yang dibuat telah diuji dengan kondisi yang dibuat mendekati kondisi kecelakaan sungguhan. Walaupun

menggunakan busa sebagai pelindung dari tabrakan, hal ini merupakan kelebihan sistem yang dibuat dengan sistem lainnya.

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Sistem Notifikasi Kecelakaan Berupa Pesan dan Lokasi Kejadian Kecelakaan merupakan sistem yang dirancang untuk mendeteksi kecelakaan pada kendaraan motor berdasarkan kemiringan motor dan benturan yang terjadi pada motor, lalu mengirimkan notifikasi kepada keluarga atau kerabat korban. Pada sub bab 2.6, yaitu Spesifikasi Sistem, dijelaskan bahwa terdapat 5 usulan spesifikasi pada sistem. Kelima spesifikasi tersebut telah terpenuhi seluruhnya, seperti yang dijelaskan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.7 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dapat diaplikasikan pada motor.	<ul style="list-style-type: none"> ● Fungsi bagasi pada motor tidak terganggu. ● Sistem dapat bekerja sesuai dengan sistem kelistrikan motor. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fungsi bagasi pada motor tidak terganggu. ● Sistem bekerja sesuai dengan sistem kelistrikan motor.
2	Dapat mengidentifikasi kecelakaan motor.	Kecelakaan yang memiliki kondisi jatuh dan terbentur dapat terdeteksi oleh sistem.	Kecelakaan yang memiliki kondisi jatuh dan terbentur terdeteksi oleh sistem. Namun kemampuan dari sensor benturan hanya membaca benturan di posisi tertentu, karena bentuk sensor yang kecil.
3	Memiliki sumber tenaga yang memiliki keandalan.	Sistem dapat bekerja dengan sumber daya dari aki motor.	Sistem bekerja dengan sumber daya dari aki motor.
4	Sistem dapat mengirimkan notifikasi pesan dan tautan lokasi kepada keluarga korban secara cepat dan akurat.	Notifikasi pesan dan tautan lokasi dapat dikirim secara cepat dan akurat.	Notifikasi pesan dan tautan lokasi terkirim secara cepat dan akurat.

5	Notifikasi yang dikirim berupa pesan dan tautan lokasi kejadian kecelakaan.	Notifikasi yang dikirim berupa keterangan pemberitahuan kecelakaan dan tautan lokasi kejadian kecelakaan.	Notifikasi terkirim berupa pesan dan tautan lokasi kejadian.
---	---	---	--

Pada spesifikasi kedua, yaitu sistem dapat mengidentifikasi kecelakaan motor memiliki ketidaksesuaian pada sensor benturan yang memiliki ukuran kecil, sehingga hanya membaca benturan di range area yang dapat terbaca oleh sensor benturan saja.

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Dalam sub bab ini, dijelaskan hasil pengalaman pengguna selama implementasi sistem yang telah diterapkan. Pengalaman pengguna merupakan aspek yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan suatu sistem. Oleh karena itu, kami melakukan evaluasi menyeluruh terhadap berbagai fitur dan komponen yang terdapat dalam sistem untuk memastikan bahwa kebutuhan dan harapan pengguna dapat terpenuhi. Pada Tabel 5.7 dijelaskan fitur atau komponen yang terdapat pada sistem dan capaian yang dicapai. Dari capaian yang dicapai, fitur atau komponen diberikan aksi atau dipertahankan

Tabel 5.8 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Deteksi kecelakaan	Fungsi sebagai deteksi kecelakaan sudah cukup baik, namun pada sensor benturan bisa lebih dikembangkan agar <i>range</i> area yang dapat mendeteksi benturan lebih luas.	Memperluas range area sensor benturan
2	Kemudahan	Penggunaan sistem ini cukup mudah, pengguna hanya perlu memasukkan nomor ponsel pada sistem, nomor tersebut adalah nomor penerima notifikasi.	Dipertahankan

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
3	Keamanan data	Keamanan data sudah cukup baik karena baik data lokasi pengguna dan nomor ponsel keluarga atau kerabat pengguna tidak disimpan dalam penyimpanan, sehingga tidak akan tersebar.	Dipertahankan
4	Kecepatan notifikasi terkirim	Notifikasi dapat terkirim dalam <i>range</i> waktu yang cukup baik, asal terdapat sinyal di lokasi. Dari percobaan yang dilakukan, ketika kondisi sinyal hanya terdapat satu bar (sinyal terendah), notifikasi dapat terkirim dalam waktu 11 detik.	Dipertahankan
5	Keakuratan lokasi	Lokasi yang dibaca oleh modul GPS Neo-6M V2 cukup akurat, dari percobaan yang dilakukan, kesalahan terjauh yang dibaca sejauh 10 meter saja.	Dipertahankan
6	Keamanan <i>hardware</i>	<i>Hardware</i> tersimpan pada bagasi motor, sehingga selagi kunci motor pengguna aman, <i>hardware</i> sistem aman.	Dipertahankan
7	Ketahanan	Sistem belum dirancang untuk tahan terhadap air.	<i>Box</i> alat bisa dilapisi lapisan yang dapat menghalangi air masuk ke <i>box</i> . Untuk sensor dan termasuk kabel yang terdapat pada luar <i>box</i> , bisa dipasang lapisan agar tahan terhadap air.

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Pada bagian ini, dijelaskan kesesuaian perencanaan manajemen kerja tim terkait pengerjaan usulan rancangan sistem serta realisasinya. Rencana kerja yang detail telah disusun dalam Laporan Tugas Akhir dengan menggunakan Gantt Chart sebagai panduan timeline

pengerjaan. Dalam pelaksanaannya, diupayakan agar semua kegiatan berjalan sesuai rencana, meskipun terdapat beberapa penyesuaian yang harus dilakukan seiring dengan dinamika pengerjaan. Penjelasan mengenai kesesuaian antara perencanaan dan realisasi tersebut akan disajikan melalui berbagai tabel yang mencakup timeline pengerjaan pada Tabel 5.8, rencana anggaran belanja (RAB) pada Tabel 5.9, dan realisasi aktivitas pelaksanaan Tugas Akhir 2 pada Tabel 5.10. Penyesuaian perencanaan dan realisasi dilakukan untuk memastikan kegiatan berjalan sesuai rencana dan juga untuk mengetahui jika terdapat perubahan yang disebabkan oleh perencanaan yang kurang matang, sehingga dapat dijadikan pelajaran untuk proyek sejenis selanjutnya.

Pada realisasi pengerjaan Tugas Akhir 2 terdapat banyak sekali kemunduran jadwal seperti pada Tabel 5.9, hal ini dapat terjadi karena terdapat banyak sekali faktor. Pertama terdapat jeda waktu libur di pertengahan waktu pengerjaan Tugas Akhir. Kedua kurang riset komponen sehingga terhambat pada komponen-komponen tertentu. Terakhir, terdapat kesalahan pencetakan *Printed Circuit Board* yang dilakukan oleh vendor tidak bertanggung jawab.

Tabel 5.9 Kesesuaian antara usulan dan realisasi timeline pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Januari – Februari	Februari – Juli
2	Perancangan sistem dengan usulan	Februari – April	April – Juni
3	Testing dan Validasi	April – Juni	Mei – Juli
4	Expo dan Pengumpulan Laporan Akhir	Juli	Juli
5	Revisi Laporan Akhir	Juli	Juli

Pada bagian kesesuaian Rencana Anggaran Belanja (RAB), terdapat perbedaan yang antara anggaran yang diusulkan dengan realisasinya. Perbedaan ini terletak pada Printed Circuit Board (PCB). Untuk *Printed Circuit Board*, terdapat ketidaksesuaian karena harga pada usulan merupakan harga minimal dari pihak vendor. Sehingga untuk harga Rp 65.000 mendapatkan dua buah *Printed Circuit Board*.

Tabel 5.10 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Sensor Kemiringan (GY521 MPU6050)	1	Rp 20.000	1	Rp 20.000
2	Sensor Benturan (YL-99)	4	Rp 18.000	4	Rp 18.000
3	Arduino Nano	1	Rp 90.000	1	Rp 90.000
4	Modul GPS NEO-6M V2	1	Rp 60.000	1	Rp 60.000
5	Modul GSM SIM800L	1	Rp 80.000	1	Rp 80.000
6	Modul LM2596	1	Rp 10.000	1	Rp 10.000
7	Box	1	Rp 200.000	1	Rp 170.000
8	<i>Printed Circuit Board</i>	1	Rp 65.000	1	Rp 32.500
9	Masa Aktif SIM card	1	Rp 38.000	1	Rp38.000
Total			Rp 581.000	Total	Rp518.500

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir 2, pengerjaan dilakukan secara bertahap dari satu tahap ke tahap lainnya, serta dikerjakan secara urut agar saling terhubung. Konsultasi secara rutin dilakukan kepada dosen pembimbing guna memastikan bahwa pengerjaan berlangsung dengan terarah dan sesuai panduan yang telah ditetapkan. Tabel 5.10 menjelaskan setiap aktivitas yang dilakukan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir 2, memberikan gambaran detail mengenai aktivitas-aktivitas yang dilakukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir 2.

Tabel 5.11 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Jumat, 23 Februari 2024	Membeli komponen.	Rizal Ikhsan
2	Kamis, 7 Maret 2024	Mencoba mengoperasikan sensor benturan, serta memastikan komponen dapat bekerja sesuai spesifikasi yang diinginkan.	Rizal Ikhsan
3	Jumat, 8 Maret 2024	Mencoba mengoperasikan sensor kemiringan, serta memastikan komponen dapat bekerja sesuai spesifikasi yang diinginkan.	Rizal Ikhsan
4	Kamis, 14 Maret 2024	Mencoba mengoperasikan modul GPS, serta memastikan komponen dapat bekerja sesuai spesifikasi yang diinginkan.	Rizal Ikhsan
5	Jumat, 15 Maret 2024	Mencoba lagi mengoperasikan sensor kemiringan, serta memastikan komponen dapat bekerja sesuai spesifikasi yang diinginkan.	Rizal Ikhsan
6	Kamis 25 April 2024	Mencoba kemiringan agar output sesuai dengan yang diinginkan	Rizal Ikhsan
7	Kamis 2 Mei 2024	Mengkalibrasi sensor kemiringan untuk menyesuaikan dengan sudut menggunakan busur.	Rizal Ikhsan
8	Jumat 3 Mei 2024	Mengatur keluaran gps agar langsung dalam bentuk tautan <i>Google Maps</i> .	Rizal Ikhsan

9	Minggu 5 Mei 2024	Menghubungkan sensor kemiringan dan benturan ketika mendeteksi kecelakaan mengirimkan lokasi GPS pada serial monitor	Rizal Ikhsan
10	Senin 6 Mei 2024	Seminar Kemajuan	Rizal Ikhsan
11	Kamis 9 Mei 2024	Membeli simcard IOT	Rizal Ikhsan
12	Jumat 10 Mei 2024	Registrasi dan aktivasi simcard IOT	Rizal Ikhsan
13	Kamis 15 Mei 2024	Mencoba modul GSM SIM800L V2	Rizal Ikhsan
14	Kamis 23 Mei 2024	Menghubungkan sensor kemiringan dan benturan ketika mendeteksi kecelakaan mengirimkan lokasi GPS berupa tautan pada serial monitor	Rizal Ikhsan
15	Jumat 24 Mei 2024	Membeli aki motor	Rizal Ikhsan
16	Senin 27 Mei 2024	Mencoba modul GSM SIM800L V2	Rizal Ikhsan
17	Selasa 28 Mei 2024	Mencoba menghubungkan sistem menggunakan Aki	Rizal Ikhsan
18	Kamis 30 Mei 2024	Membeli kekurangan komponen	Rizal Ikhsan
19	Jumat 31 Mei 2024	Mencoba SIM808 karena SIM800L V2 belum bisa	Rizal Ikhsan
20	Senin 3 Juni 2024	Mencoba GPS yang terdapat pada SIM808	Rizal Ikhsan

21	Senin 10 Juni 2024	Mencoba menghubungkan keseluruhan sistem (Sensor benturan, kemiringan, SIM808 (GPS dan GSM))	Rizal Ikhsan
22	Rabu 19 Juni 2024	Konsultasi ke kelompok lain yang menggunakan modul GSM, karena modul SIM800L V2 dan SIM808 masih belum bisa.	Rizal Ikhsan
23	Kamis 21 Juni 2024	Mencoba menggunakan SIM800L	Rizal Ikhsan
24	Jumat 22 Juni 2024	Karena keseluruhan modul GSM yang sudah dicoba masih belum bisa, mencoba lagi SIM800L V2	Rizal Ikhsan
25	Kamis 27 Juni 2024	Mendesain <i>Printed Circuit Board</i>	Rizal Ikhsan
26	Kamis 27 Juni 2024	Mengirim Desain <i>Printed Circuit Board</i> vendor	Rizal Ikhsan
27	Jumat 28 Juni 2024	Mengambil data dari performa GPS untuk mengecek keakuratan GPS	Rizal Ikhsan
28	Minggu 30 Juni 2024	Mengambil data dari performa GPS untuk mengecek keakuratan GPS	Rizal Ikhsan
29	Senin 1 Juli 2024	Mengambil <i>Printed Circuit Board</i>	Rizal Ikhsan
30	Senin 1 Juli 2024	Membeli kekurangan komponen	Rizal Ikhsan
31	Selasa 2 Juli 2024	Memasang rangkaian di <i>Printed Circuit Board</i>	Rizal Ikhsan

32	Rabu 3 Juli 2024	Memasang rangkaian di <i>Printed Circuit Board</i> dan memastikan komponen dapat bekerja	Rizal Ikhsan
33	Kamis 4 Juli 2024	Mengerjakan laporan BAB 4	Rizal Ikhsan
34	Jumat 5 Juli 2024	Memastikan komponen dapat bekerja pada <i>Printed Circuit Board</i>	Rizal Ikhsan
35	Sabtu 6 Juli 2024	Mencoba lagi memasang di <i>Printed Circuit Board</i> kedua dan memastikan komponen dapat bekerja	Rizal Ikhsan
36	Minggu 7 Juli 2024	Membeli GPS Neo 6M V2 karena komponen tersebut sebelum nya mengalami gangguan <i>short circuit</i>	Rizal Ikhsan
37	Minggu 7 Juli 2024	Mencoba merangkai GPS Neo 6M V2 pada rangkaian yang telah terdapat pada <i>Printed Circuit Board</i>	Rizal Ikhsan
38	Senin 8 Juli 2024	Membeli <i>box</i> dan komponen-komponen lain untuk perancangan terakhir sistem	Rizal Ikhsan
39	Senin 8 Juli 2024	Merancang bagian akhir sistem yaitu diaplikasikan pada <i>box</i>	Rizal Ikhsan
40	Senin 8 Juli 2024	Mengerjakan laporan BAB 5	Rizal Ikhsan
42	Selasa 9 Juli 2024	Memastikan sistem dapat bekerja pada <i>box</i>	Rizal Ikhsan
43	Selasa 9 Juli 2024	Mengerjakan laporan BAB 5	Rizal Ikhsan

44	Rabu 10 Juli 2024	Menyelesaikan Laporan dan Menyerahkan kepada Dosen Pembimbing untuk Ditandatangani	Rizal Ikhsan
45	Rabu 10 Juli 2024	Mengumpulkan Laporan	Rizal
46	Kamis 11 Juli 2024	Membuat <i>Power Point</i> dan latihan presentasi dengan dosen pembimbing	Rizal Ikhsan
47	Jumat 12 Juli 2024	Mengaplikasikan sistem pada Motor sungguhan	Rizal Ikhsan
48	Sabtu 13 Juli 2024	Mengaplikasikan sistem pada Motor sungguhan	Rizal Ikhsan
49	Minggu 14 Juli 2024	Memperbaiki <i>Power Point</i> dan mengumpulkan <i>Power Point</i>	Rizal Ikhsan

5.2 Dampak Implementasi Sistem

Sistem notifikasi kecelakaan berupa pesan dan tautan lokasi kejadian memiliki berbagai aspek yang terdampak dari implementasi sistem tersebut, seperti aspek keamanan untuk memberikan respon penanganan yang cepat bagi korban. Lalu aspek Sosial, Sistem ini membantu pihak kepolisian dan medis untuk segera datang ke lokasi kejadian, sehingga kasus kecelakaan dapat segera ditangani dan pihak medis dapat segera memberikan penanganan kepada korban. Selain itu terdapat juga aspek teknologi, implementasi sistem menggabungkan berbagai teknologi yang mendemonstrasikan kemajuan dalam penggunaan teknologi untuk keamanan publik.

- Aspek Keamanan

Implementasi sistem notifikasi kecelakaan secara signifikan meningkatkan keamanan bagi pengguna jalan. Dengan adanya notifikasi real-time mengenai kecelakaan dan tautan lokasi yang akurat, tim penanggulangan kecelakaan dapat merespons dengan cepat dan

efisien. Hal ini meminimalisir waktu respons dan memastikan bahwa bantuan dapat tiba lebih cepat, mengurangi risiko cedera lebih lanjut atau komplikasi bagi korban kecelakaan.

- Aspek Sosial

Secara sosial, sistem ini memberikan manfaat besar dengan memfasilitasi koordinasi yang lebih baik antara pihak kepolisian dan layanan medis. Informasi yang cepat dan tepat mengenai lokasi kecelakaan memungkinkan kedua pihak tersebut untuk tiba di lokasi dalam waktu singkat. Akibatnya, korban kecelakaan mendapatkan penanganan medis lebih cepat dan situasi kecelakaan dapat segera dikelola, yang pada gilirannya dapat mengurangi dampak sosial negatif dari kecelakaan lalu lintas

- Aspek Teknologi

Dari segi teknologi, implementasi sistem ini menunjukkan kemajuan signifikan dalam integrasi teknologi untuk tujuan keamanan publik. Penggunaan teknologi seperti sensor untuk mendeteksi kecelakaan, sistem GPS untuk menentukan lokasi, dan layanan SMS untuk notifikasi menunjukkan bagaimana berbagai teknologi dapat digabungkan untuk menciptakan solusi yang efektif. Sistem ini tidak hanya mencerminkan inovasi dalam bidang teknologi, tetapi juga menunjukkan bagaimana teknologi dapat diterapkan secara praktis untuk meningkatkan keselamatan dan kesejahteraan masyarakat.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Sistem notifikasi kecelakaan yang memberikan pesan peringatan dan lokasi kejadian kecelakaan telah berhasil dirancang dan diimplementasikan untuk mendeteksi kecelakaan motor. Sistem ini telah dievaluasi berdasarkan lima spesifikasi yang diusulkan, dan hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini berhasil memenuhi semua spesifikasi tersebut. Sistem memiliki kecepatan dalam pengiriman notifikasi kurang dari 10 detik, dan tingkat keakuratan lokasi kecelakaan adalah sekitar 6,6 meter. Sistem juga memiliki keandalan sumber daya, yaitu menggunakan aki pada motor dan dapat beroperasi ketika motor dinyalakan dan berhenti beroperasi ketika motor dimatikan atau tidak digunakan.

Namun, meskipun sistem ini menunjukkan performa yang baik, masih terdapat beberapa kelemahan. Salah satu kelemahan terletak pada sensor benturan yang digunakan. Bentuk sensor yang kecil menyebabkan beberapa benturan tidak terdeteksi, terutama jika benturan yang dialami motor tidak cukup kuat untuk dibaca oleh sensor. Hal ini menunjukkan bahwa ada kebutuhan untuk pengembangan lebih lanjut pada bagian sensor agar mampu mendeteksi benturan dengan lebih akurat, tanpa mengabaikan kejadian kecelakaan yang lebih ringan. Selain itu, modul GPS yang lama mendapatkan sinyal, perlu setidaknya 1 hingga 2 menit agar modul GPS mendapatkan sinyal.

6.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang dapat diberikan terkait hasil dari sistem yang telah dibuat, baik dari spesifikasi usulan sistem yang belum terpenuhi atau perkembangan baru untuk meningkatkan kinerja sistem.

1. **Sensor Benturan:** Dari sekian banyak sensor yang ada, sensor benturan merupakan sensor kedua yang dirasa sangat cocok untuk mendeteksi kecelakaan setelah sensor kemiringan. Jika sensor benturan diperluas range sensor nya atau diletakkan di lokasi yang lebih efektif dapat meningkatkan kinerja sistem dalam mendeteksi kecelakaan.
2. **Ketahanan Sistem:** Pada usulan solusi, ketahanan belum menjadi prioritas utama pada sistem, karena terdapat banyak celah dari penelitian atau percobaan sebelumnya yang perlu diperbaiki. Sehingga untuk penelitian dan percobaan selanjutnya, ketahanan sistem

merupakan spesifikasi yang sangat diperlukan sistem. Mengingat motor sering digunakan dalam kondisi hujan, sistem harus dirancang agar tahan terhadap air sehingga pengguna tidak perlu mencopot sistem ketika mencuci motor.

- 3. Modul GPS:** Modul GPS yang digunakan dalam sistem ini adalah GPS Neo 6M V2, yang memiliki keakuratan cukup baik namun membutuhkan waktu untuk mendapatkan sinyal. Terdapat modul GPS lain dengan spesifikasi yang lebih baik, namun harganya juga lebih tinggi. Evaluasi lebih lanjut terhadap modul GPS yang lebih baik ini perlu dilakukan untuk meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad Hafidz. "Liputan 6." *5 Hal Ini Bikin Orang Indonesia Malas Jalan Kaki*, 25 October 2022,
<https://www.liputan6.com/citizen6/read/5106726/5-hal-ini-bikin-orang-indonesia-malas-jalan-kaki?page=4>. Accessed 25 September 2023.
- [2] Badan Pusat Statistik, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2019-2021." *Website Badan Pusat Statistik*,
<https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/jumlah-kendaraan-bermotor.html>. Accessed 25 September 2023.
- [3] Kementerian Komunikasi dan Informatika. "Rata-rata Tiga Orang Meninggal Setiap Jam Akibat Kecelakaan Jalan." *Website Kementerian Komunikasi dan Informatika*,
https://www.kominfo.go.id/index.php/content/detail/10368/rata-rata-tiga-orang-meninggal-setiap-jam-akibat-kecelakaan-jalan/0/artikel_gpr. Accessed 25 September 2023.
- [4] Dihni, Vika Azkiya. "Angka Kecelakaan Lalu Lintas di Indonesia Meningkatkan di 2021, Tertinggi dari Kecelakaan Motor." *Website Databoks*, 24 March 2022,
<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/03/24/angka-kecelakaan-lalu-lintas-di-indonesia-meningkat-di-2021-tertinggi-dari-kecelakaan-motor>. Accessed 25 September 2023.
- [5] Ditjen Perhubungan Darat Kemenhub. "Korban Kecelakaan Lalin di Dominasi Usia Produktif, Menteri Hubungan Ajak para Pelajar Selalu Disiplin Berlalu Lintas dan Utamakan Aspek Keselamatan." *Website Kementerian Perhubungan Republik*

- Indonesia*, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 9 March 2021,
<https://dephub.go.id/post/read/korban-kecelakaan-lalin-didominasi-usia-produktif,-menhub-ajak-para-pelajar-selalu-disiplin-berlalu-lintas-dan-utamakan-aspek-keselamatan>.
Accessed 25 September 2023. web.
- [6] Hantoni. "Telat Dibawa ke RS, Picu Kegagalan Penanganan Korban Kecelakaan - Jawa Pos." *Website JawaPos.com*, 16 January 2022,
<https://www.jawapos.com/kesehatan/01364733/telat-dibawa-ke-rs-picu-kegagalan-penanganan-korban-kecelakaan>. Accessed 25 September 2023. web.
- [7] Honda. "Spesifikasi Motor Honda BeAT | Wahana Honda." *Website Wahana honda*,
<https://www.wahanahonda.com/produk/honda-beat>. Accessed 21 December 2023. Web.
- [8] Polsek Balong, Ponorogo. "Sepeda Motor Paling Rawan Alami Kecelakaan di Indonesia, Ternyata Gegara Ini." *Website detikOto*, 14 September 2022,
<https://oto.detik.com/motor/d-6291918/duh-sepeda-motor-paling-rawan-alami-kecelakaan-di-indonesia-ternyata-gegara-ini>. Accessed 21 December 2023. web.
- [9] PT. Karya Solusi Unggul. "Teknologi *Internet of Things* (IoT) yang Membuat Benda Cerdas." | *Website E2 Consulting.co.id*, 27 August 2020,
<https://e2consulting.co.id/2020/08/27/teknologi-internet-of-things-iot-yang-membuat-benda-cerdas>. Accessed 21 December 2023. web.
- [10] Hafidz, Abd S. "Sistem Notifikasi Kecelakaan pada Sepeda Motor Berbasis Arduino." *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 8, no. 3, 2016, pp. 112-125. Accessed 12 October 2023.

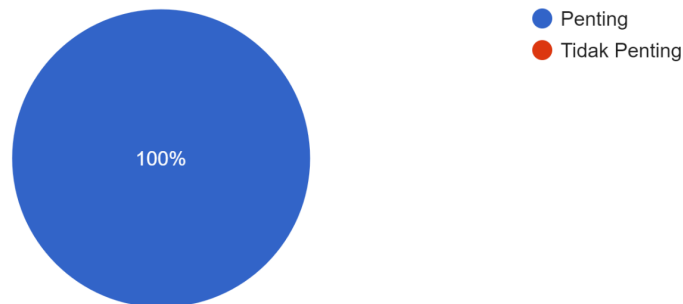
- [11] Alifah, Titania Nur, et al. "Rancang Bangun Alat Deteksi Kecelakaan Sepeda Motor Berbasis Exponential Smoothing." *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, vol. 1, no. 2, 2020, pp. 2721-4842. Accessed 12 October 2023.
- [12] Wardhani, Luh Kesuma, et al. "Prototipe Sistem Notifikasi Kecelakaan dan Wiper Otomatis pada Helm dengan Mikrokontroler Arduino." *Jurnal Sistem Kontrol dan Elektronika*, vol. 12, no. 2, 2020, pp. 2085-4315. Accessed 12 October 2023.
- [13] Junior, Febry Dharmawan. "Perancangan Sistem Tracking untuk Pendeteksi Kecelakaan Sepeda Motor Berdasarkan Kemiringan dan Getaran." *Jurnal Informatika dan Sistem Komputer*, vol. 7, no. 1, 2021. Accessed 12 October 2023.
- [14] Yustina, Taritsa Fatima. "Rancang Bangun Alat Pemberitahuan Kecelakaan pada Sepeda Motor Berbasis Internet of Things (IoT)." *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 10, no. 4, 2022. Accessed 12 October 2023.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

BAB 1

Survey melalui *Google Forms*

1. Dalam pengalaman Anda, seberapa pentingnya waktu respons cepat dalam situasi kecelakaan?
11 responses

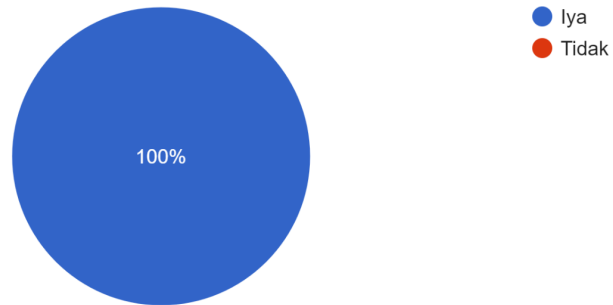


2. Apakah Anda memiliki pengalaman pribadi dalam menghadapi kecelakaan yang memerlukan pertolongan darurat? Jika ya, bagaimana pengalam... apa yang Anda harapkan dalam situasi tersebut?
11 responses



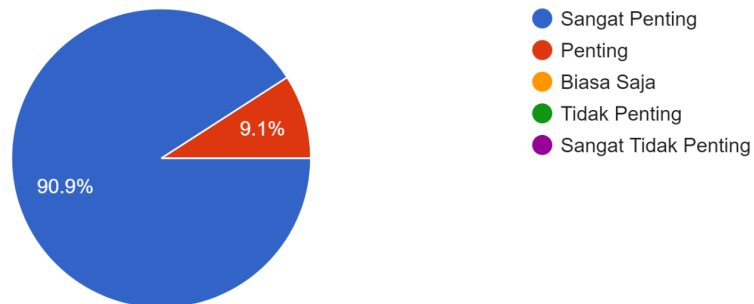
3. Apakah Anda merasa bahwa kemampuan untuk memberi tahu keluarga atau kontak darurat secara cepat saat terjadi kecelakaan akan menjadi solusi yang bermanfaat?

11 responses



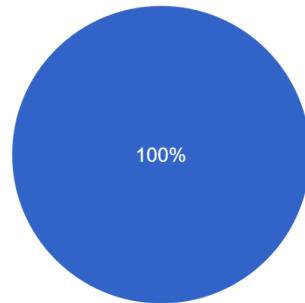
4. Dalam pengalaman Anda, seberapa pentingnya memiliki akses cepat ke informasi terkait kecelakaan yang melibatkan anggota keluarga Anda?

11 responses



5. Apakah Anda pernah mengalami situasi di mana Anda tidak dapat dengan cepat mengetahui atau merespons kecelakaan yang melibatkan angg... Bagaimaimana hal tersebut memengaruhi Anda?

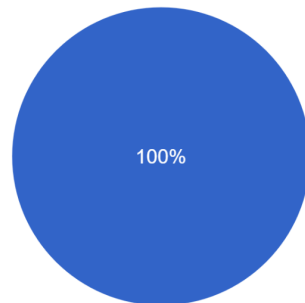
11 responses



- Merasa Khawatir, hingga mengganggu aktivitas
- Biasa saja
- Tidak Peduli

6. Apakah Anda merasa bahwa notifikasi segera tentang kecelakaan akan membantu Anda merespons lebih efektif dan memberikan dukungan yang diperlukan?

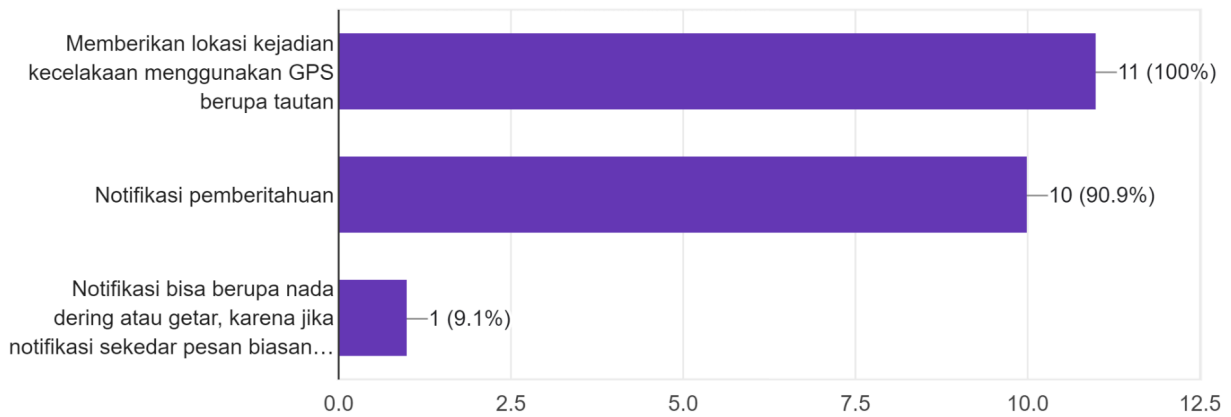
10 responses



- Iya
- Tidak

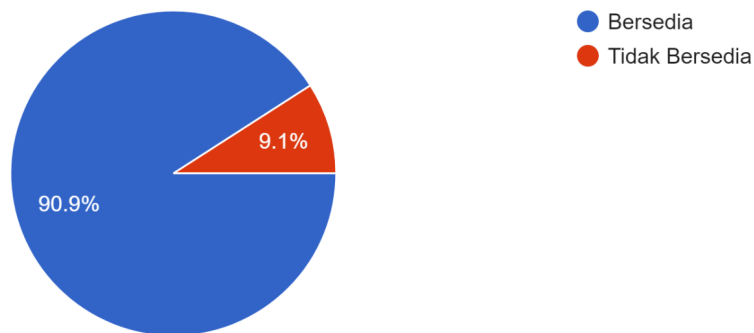
7. Bagaimana Anda ingin menerima notifikasi, dan dalam bentuk apa (misalnya, pesan teks, panggilan telepon, notifikasi aplikasi, atau media lainnya)? (Jawaban Bisa Lebih dari Satu)

11 responses



8. Apakah Anda bersedia membayar lebih untuk kendaraan motor yang dilengkapi dengan fitur keselamatan tambahan?

11 responses



9. Apakah Anda memiliki saran atau masukan lain terkait pengembangan fitur notifikasi kecelakaan pada kendaraan motor ini?

Cukup seperti jawaban nomor 7

untuk mengirim notifikasi kan butuh kuota atau pulsa, karena kecelakaan bukan merupakan sesuatu yang terjadi secara rutin, jangan sampai customer keberatan karena harus membayar kuota/pulsa perbulan yang mahal. kalau bisa buat sekali bayar dalam 6 bulan atau setahun sekali

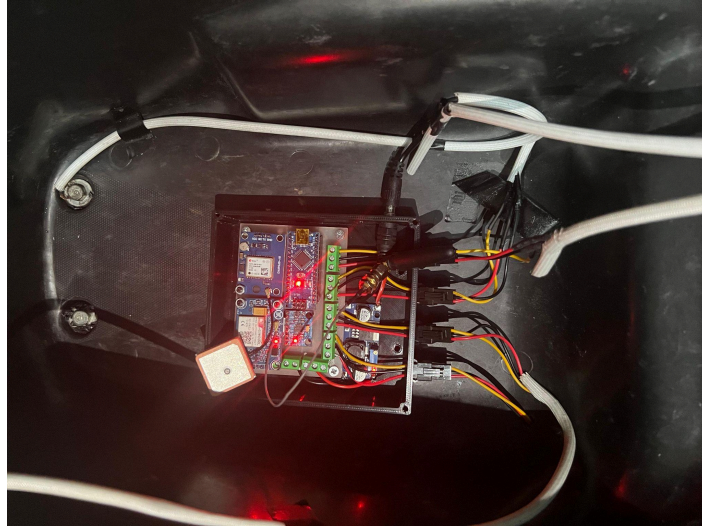
Sumber daya sistem harus diperhatikan, jika menggunakan baterai harus diperhitungkan agar user tidak repot men charge berulang ulang hingga mengganggu, jika menggunakan aki perhitungkan jangan sampai sistem membuat aki pada motor tekor

dari cerita yang saya dengar, sistem-sistem sebelum nya ada yang menggunakan 1 sensor saja untuk mendeteksi kecelakaan. saran saya sensor untuk mendeteksi kecelakaan lebih dari satu, agar sistem dapat mengidentifikasi berbagai kondisi kecelakaan.

BAB 5

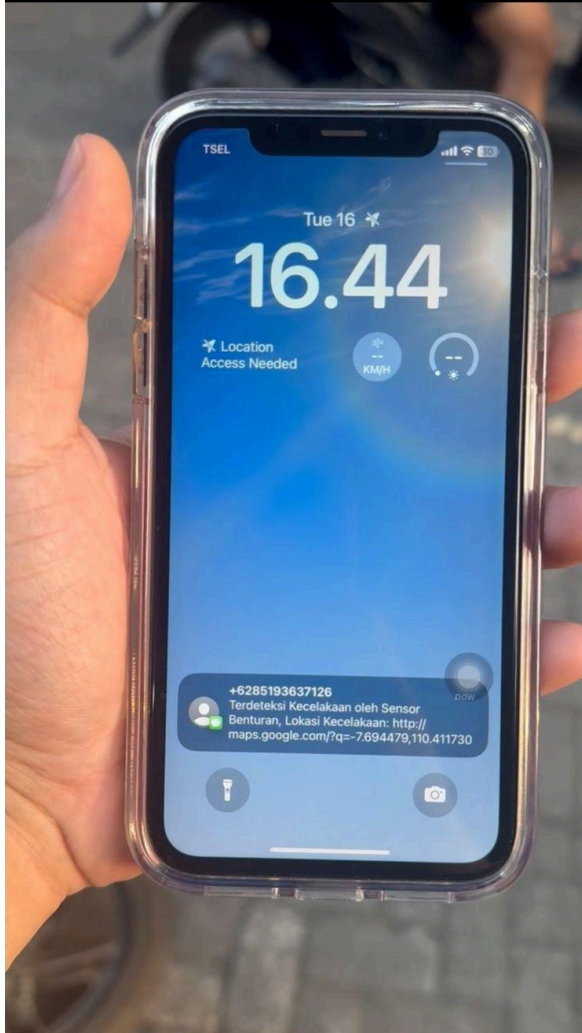
1. Dapat Diaplikasikan pada Sistem Motor





2. Dapat Mengidentifikasi Kecelakaan





3. Memiliki Kecepatan Pengiriman Notifikasi dan Keakuratan Lokasi yang Baik

<p>Hasil Tangkap Layar Menghitung Waktu yang dibutuhkan untuk Mengirim Notifikasi</p>	<p>Hasil Tangkap Layar Mengukur Jarak Kejadian Kecelakaan dengan Penerima Notifikasi</p>
---	--

9,46

Best 14 min 13 min 11 to 10 11 to 35

Zepia Kost 2, Zepia kost 2, Gg. Sadewa, Ci...

Jl. Karanganyar, Widodomartani, Kec. Nge...

Add destination

Leave now Options

Send directions to your phone Copy link

via Jl. Besi Jangkang 13 min
Fastest route, the usual traffic 7.2 km
Details

via Jl. Besi Jangkang 14 min
Fastest route, the usual traffic 7.2 km

via Jl. Besi Jangkang and Jangkang - Koroulon/Jl. Cangkringan 14 min
7.6 km

Explore nearby Jl. Karanganyar

7,49

Best 3 min 3 min 11 min

Candi Winangun, Sardonoharjo, Ngaglik, Si...

Mahliga Coffee and Space, BC58+39G, Tj...

Add destination

Leave now Options

Send directions to your phone Copy link

via Jl. Bonjotan 3 min
Fastest route 750 m
Details

Explore nearby Mahliga Coffee and Space

Restaurants Hotels Bars Coffee More

9

Best 15 min 13 min 58 min 1 hr 41 min

Candi Winangun, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

7C4M+6CC, Kenayan, Wedomartani, Kec. Kenayan, Sleman

Add destination

Leave now Options

Send directions to your phone Copy link

- via Jl. Raya Tajem 13 min 8.1 km
Fastest route, the usual traffic
Details
- via Jl. Raya Krapyak 16 min 10.7 km
Details
- via Jl. Kaliurang/Yogyakarta - Kaliurang 16 min 10.0 km
Details

Explore nearby 7C4M+6CC

9,2

Best 57 min 51 min 3 hr 39 min 8 hr

Candi Winangun, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

TOKO MBAK IDA, Jl. Ketepeng Raya, Tidar

Add destination

Leave now Options

Send directions to your phone Copy link

- via Jl. Magelang/Ul. Magelang - Yogyakarta/Ul. Semarang - Yogyakarta and Jl. Semarang - Yogyakarta 51 min 39.9 km
Fastest route, the usual traffic
Details
- via Jl. Tempel - Turi/Ul. Turi/Tempel - Pakem, Jl. Magelang/Ul. Magelang - Yogyakarta/Ul. Semarang - Yogyakarta and Jl. Semarang - Yogyakarta 54 min 39.6 km
Details
- via Blondo - Mendut/Ul. Soekarno Hatta 1 hr 6 min 46.9 km
Details

10,86

Best 44 min 44 min 6 hr

Candi Winangun, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

665Q+3G8, RT.06/RW.21, Kembangan II, Sleman

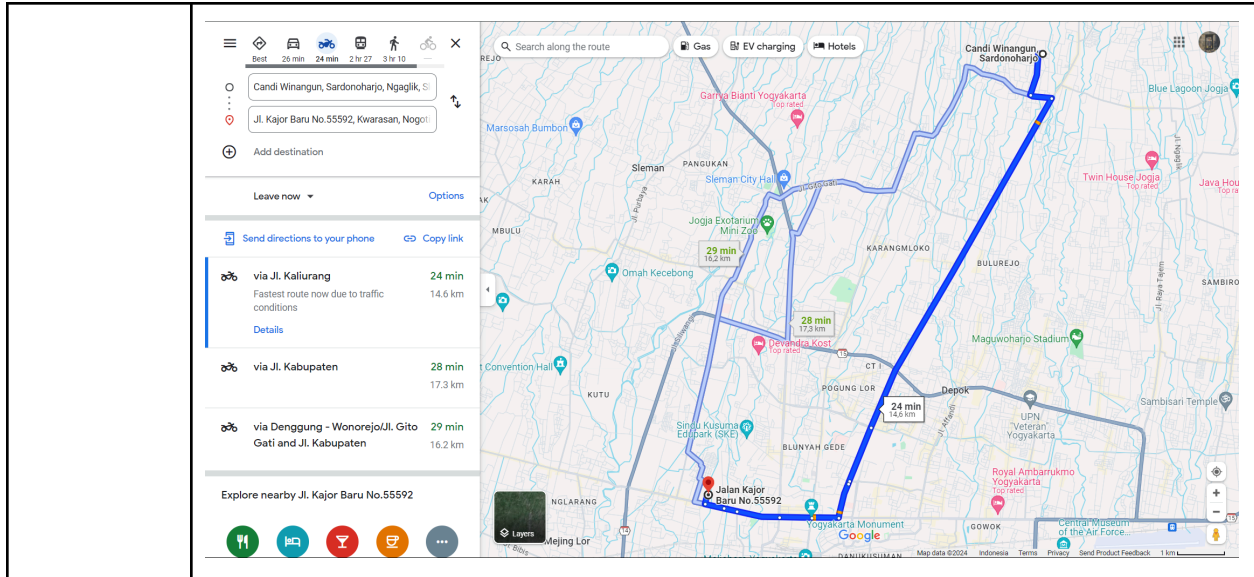
Add destination

Leave now Options

Send directions to your phone Copy link

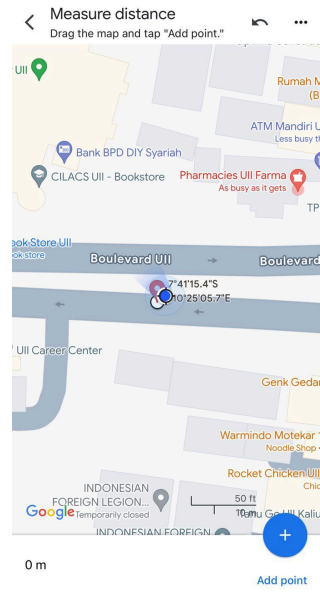
- via Jl. Godean/Ul. Ngapak - Kentheng/Yogyakarta - Kb. Agung 1 44 min 29.9 km
Best route now due to traffic conditions
Details
- via Jl. Ring Road Bar. and Jl. Godean/Ul. Ngapak - Kentheng/Yogyakarta - Kb. Agung 1 44 min 30.2 km
Details
- via Jl. Kiangon-Tempel 46 min 32.1 km
Details

Explore nearby 665Q+3G8

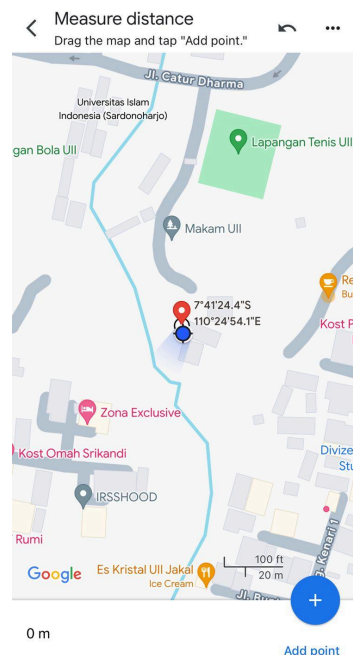


Lokasi	Hasil Tangkap Layar Pengukuran Lokasi yang Dibaca Sistem dan Lokasi yang Dibaca ponsel
<p>Depan Gedung Fakultas Ilmu Agama Islam</p>	

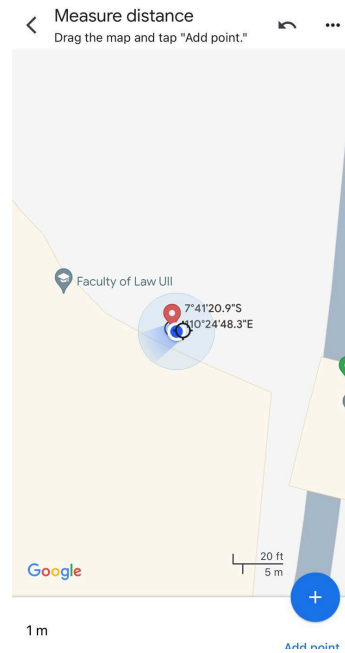
Boulevard UII



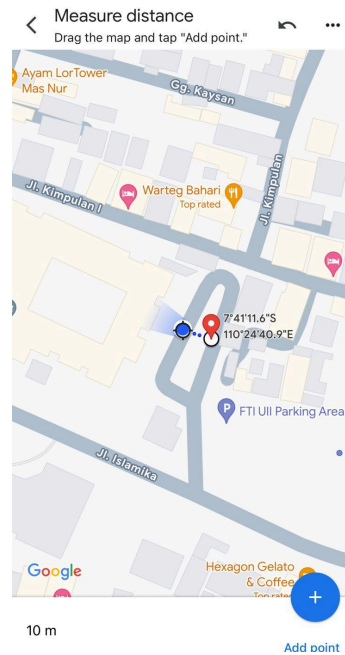
Makam UII



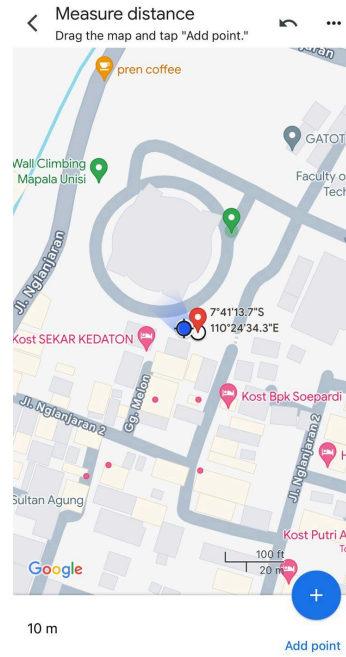
Depan Gedung Fakultas Hukum
UII



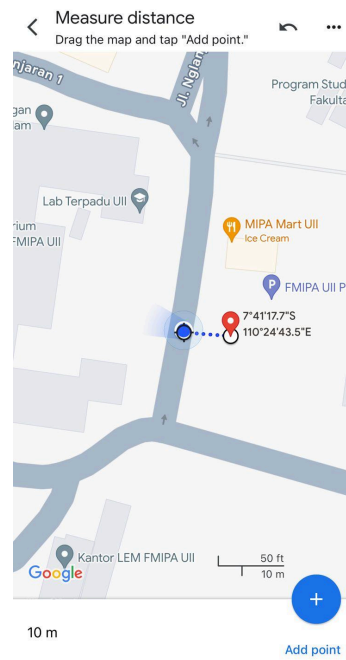
Sebelah Timur Gedung Fakultas
Teknologi Industri UII



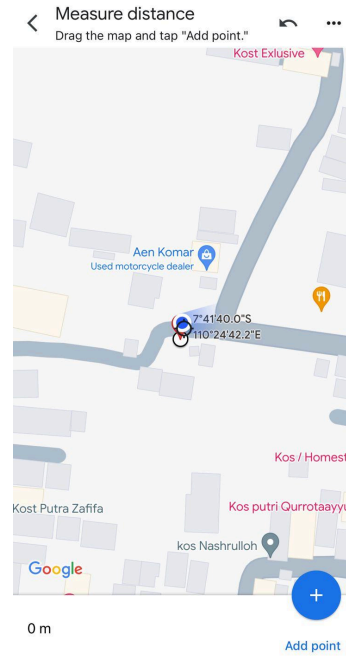
Belakang GOR UII



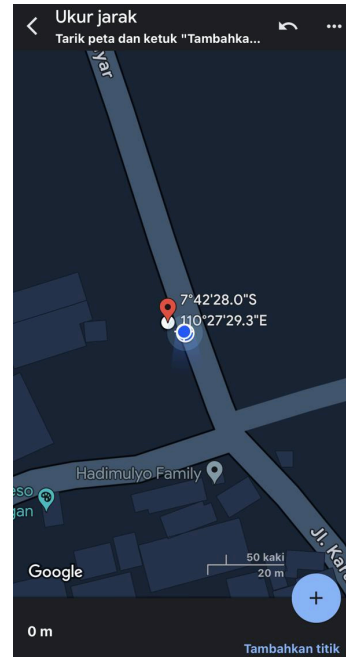
Depan Gedung Lab Terpadu
FMIPA UII



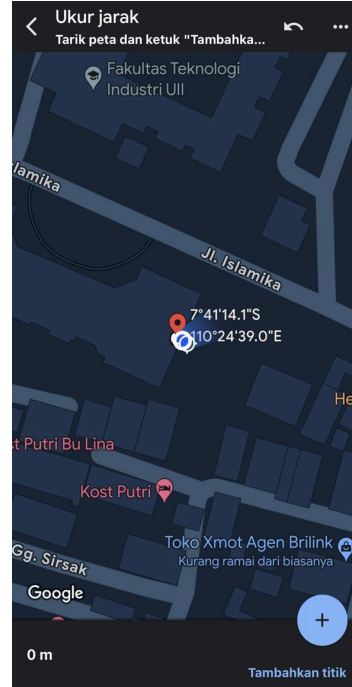
Rumah Warna Hijau, Candi Winangun, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta 55581



Jl. Karanganyar, Widodomartani, Kec. Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55584



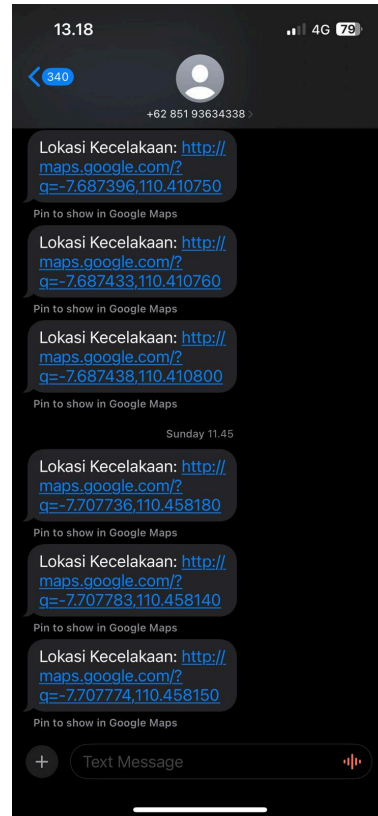
Laboratorium Capstone Gedung
Kh. A. Wahid Hasyim UII



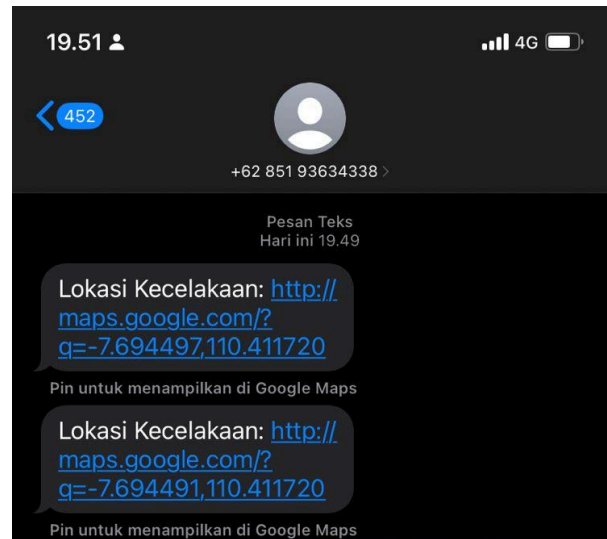
4. Dapat mengirim Notifikasi secara Lengkap (Jarak pada bagian ini sama seperti Lampiran BAB 5 Nomor 3 (Memiliki Kecepatan Pengiriman Notifikasi dan Keakuratan Lokasi yang Baik))

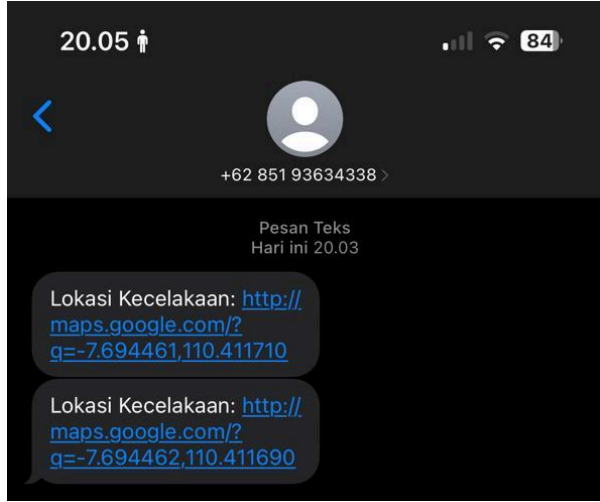
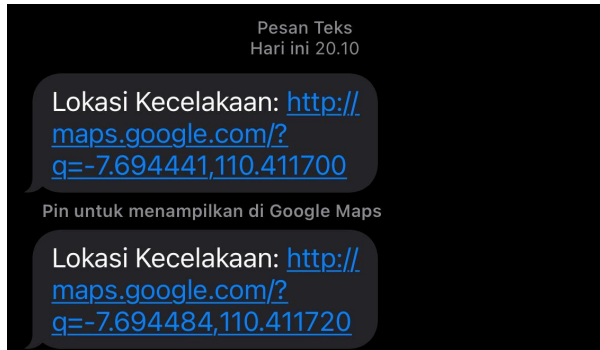
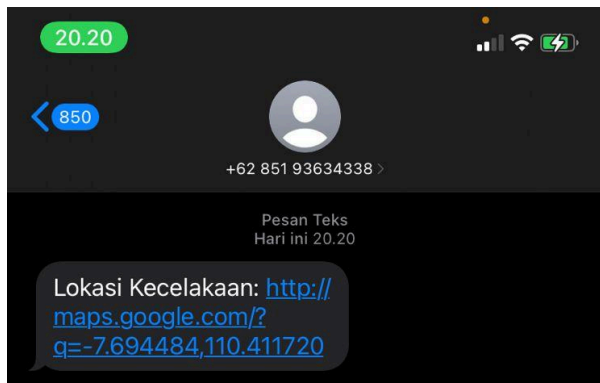
Jarak Kejadian Kecelakaan dengan Penerima Notifikasi	Tampilan Notifikasi yang Diterima
--	-----------------------------------

7,2

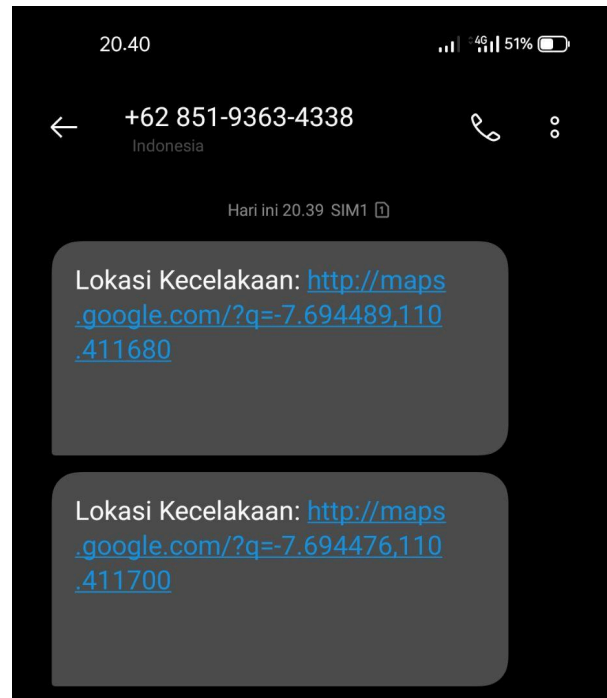


0,75

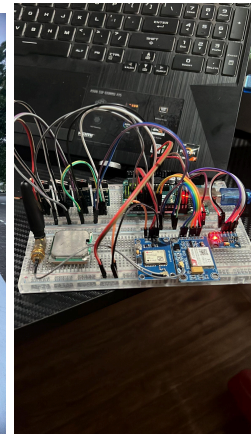


<p>8,1</p>	 <p>20.05</p> <p>< [Profile Icon]</p> <p>+62 851 93634338 ></p> <p>Pesan Teks Hari ini 20.03</p> <p>Lokasi Kecelakaan: http://maps.google.com/?q=-7.694461,110.411710</p> <p>Lokasi Kecelakaan: http://maps.google.com/?q=-7.694462,110.411690</p>
<p>40</p>	 <p>Pesan Teks Hari ini 20.10</p> <p>Lokasi Kecelakaan: http://maps.google.com/?q=-7.694441,110.411700</p> <p>Pin untuk menampilkan di Google Maps</p> <p>Lokasi Kecelakaan: http://maps.google.com/?q=-7.694484,110.411720</p>
<p>30</p>	 <p>20.20</p> <p>< 850 [Profile Icon]</p> <p>+62 851 93634338 ></p> <p>Pesan Teks Hari ini 20.20</p> <p>Lokasi Kecelakaan: http://maps.google.com/?q=-7.694484,110.411720</p>

15



Proses Pengerjaan



Kode Program

```
#include <Wire.h>
#include <TinyGPSPlus.h>
#include <SoftwareSerial.h>

// Definisi pin untuk sensor benturan
const int sensor1Pin = 2;
const int sensor2Pin = 3;
const int sensor3Pin = 6;
```

```

const int sensor4Pin = 7;

const int MPU_ADDR = 0x68; // Alamat I2C dari MPU-6050
int16_t accelerometer_y;
bool gps_read = false;
char Lokasi[140];

// Mendefinisikan pin 8 sebagai RX dan pin 9 sebagai TX untuk komunikasi dengan GPS
SoftwareSerial serial_gps(8, 9);
SoftwareSerial sim808(4, 5); // RX, TX

// Objek TinyGPSPlus untuk pemrosesan data GPS
TinyGPSPlus gps;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  serial_gps.begin(9600);
  Wire.begin();
  Wire.beginTransmission(MPU_ADDR);
  Wire.write(0x6B); // Akses register PWR_MGMT_1
  Wire.write(0); // Setel ke 0 untuk membangunkan sensor
  Wire.endTransmission(true);

  // Inisialisasi pin sensor benturan sebagai input
  pinMode(sensor1Pin, INPUT);
  pinMode(sensor2Pin, INPUT);
  pinMode(sensor3Pin, INPUT);
  pinMode(sensor4Pin, INPUT);
}

void loop() {
  // Membaca data GPS yang tersedia dari pin RX (pin 3)
  while (serial_gps.available()) {
    gps.encode(serial_gps.read());
  }
  // Memeriksa apakah lokasi GPS telah diperbarui dan accelerometer_y dalam rentang tertentu
  if (gps.location.isUpdated() && !gps_read) {
    accelerometer_y = readAccelerometerY();

    // Membaca status sensor benturan
    int sensor1State = digitalRead(sensor1Pin);
    int sensor2State = digitalRead(sensor2Pin);
    int sensor3State = digitalRead(sensor3Pin);
    int sensor4State = digitalRead(sensor4Pin);
  }
}

```

```

// Menghitung jumlah sensor yang mendeteksi benturan
int shockCount = 0;
if (sensor1State == LOW) shockCount++;
if (sensor2State == LOW) shockCount++;
if (sensor3State == LOW) shockCount++;
if (sensor4State == LOW) shockCount++;

// Menampilkan status kecelakaan
if((accelerometer_y < -12944 || accelerometer_y > 1455)) {
  gps_read = true;
  // Mencetak nilai latitude dan longitude ke serial monitor
  double latid = gps.location.lat();
  double longi = gps.location.lng();
  char lat[12];
  char lon[12];
  dtostrf(latid, 4, 6, lat);
  dtostrf(longi, 4, 6, lon);
  sprintf(Lokasi, "Terdeteksi Kecelakaan oleh Sensor Kemiringan, Lokasi :
http://maps.google.com/?q=%s,%s\n", lat, lon);
  sendSMS("+6285229960418", Lokasi);
} else if (shockCount >= 1) {
  gps_read = true;
  // Mencetak nilai latitude dan longitude ke serial monitor
  double latid = gps.location.lat();
  double longi = gps.location.lng();
  char lat[12];
  char lon[12];
  dtostrf(latid, 4, 6, lat);
  dtostrf(longi, 4, 6, lon);
  sprintf(Lokasi, "Terdeteksi Kecelakaan oleh Sensor Benturan :
http://maps.google.com/?q=%s,%s\n", lat, lon);
  sendSMS("+6285229960418", Lokasi);
} else {
  Serial.println("\nTidak ada kecelakaan.");
}

delay(2000); // Delay untuk menghindari pembacaan yang terlalu sering
}
}

int16_t readAccelerometerY() {
  Wire.beginTransmission(MPU_ADDR);
  Wire.write(0x3D); // Mulai pembacaan dari register ACCEL_YOUT_H
  Wire.endTransmission(false);

```

```

Wire.requestFrom(MPU_ADDR, 2, true); // Baca 2 byte data (Y)

return Wire.read() << 8 | Wire.read();
}

void sendCommand(const char* cmd) {
  sim808.println(cmd);
  delay(1000); // Tunggu respon
  while (sim808.available()) {
    Serial.write(sim808.read());
  }
}

void sendSMS(const char* phoneNumber, const char* message) {
  sim808.begin(9600);
  sendCommand("AT+CMGF=1"); // Set mode SMS ke teks
  delay(1000);
  sim808.print("AT+CMGS=\"");
  sim808.print(phoneNumber);
  sim808.println("\");
  delay(1000);
  sim808.println(message);
  delay(1000);
  sim808.write(26); // CTRL+Z untuk mengirim SMS
  delay(1000);

  Serial.println("SMS terkirim!");
}

```

TABEL PERBAIKAN LAPORAN AKHIR CAPSTONE

MAHASISWA #1 : 20524200 Rizal Mulia Insani
MAHASISWA #2 : 20524206 Ikhsan Maulana Ivandhi
JUDUL/TOPIK : Sistem Notifikasi Kecelakaan Berupa Pesan dan Lokasi Kejadian Kecelakaan

No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status
1	Bisa dibuat lebih kecil lagi	Alat telah dibuat menjadi jauh lebih kecil dari sebelum, ukuran awal 200 × 120 × 75 mm atau 1,8 liter dicecilkan menjadi 130 × 120 × 30 mm atau 0,468 liter	saat expo, Pak Medila selaku penguji telah mendatangi booth kami untuk mengecek revisi ukuran alat	Approved -
2	lihat pada laporan	Ukuran alat telah disesuaikan agar fungsi motor khususnya bagasi tidak terganggu.	saat expo, Pak Medila selaku penguji telah mendatangi booth kami untuk mengecek revisi ukuran alat	Approved -
3	Pemborosan perangkat keras (regulator tegangan)	Regulator tegangan dikurangi menjadi 1 buah, untuk <i>power supply</i> arduino langsung dari aki, sedangkan regulator digunakan hanya untuk modul GSM.	saat expo, Pak Medila selaku penguji telah mendatangi booth kami untuk mengecek revisi penggunaan komponen	Approved -
4	Desain perangkat bisa lebih dimaksimalkan	Desain telah diperbaiki agar kabel tidak mudah lepas, pada desain awal terdapat kabel yang langsung dihubungkan ke PCB menggunakan solder, hal tersebut membuat kabel mudah	saat expo, Pak Medila selaku penguji telah mendatangi booth	Approved -

No	Saran penguji	Perbaiki oleh mahasiswa	Halaman	Status
		terlepas dari pcb karena kabel sering bergerak, sehingga pada desain kami perbaiki, agar penghubung antara kabel dan pcb menggunakan soket sehingga kabel tidak mudah terlepas.	kami untuk mengecek revisi desain	
5	Kesimpulan bisa dibuat lebih ringkas	Pada bagian kesimpulan, telah kami buat lebih ringkas dengan menghilangkan bagian yang tidak perlu	92	Approved

Yogyakarta, 03 Agustus 2024

Menyetujui,
Penguji



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