

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Kecelakaan lalu lintas akibat mengemudi dalam kondisi *drowsy driving* merupakan salah satu penyebab utama kecelakaan fatal di berbagai negara, termasuk Indonesia. *Drowsy driving* diartikan sebagai tindakan mengoperasikan kendaraan dalam keadaan tidur atau terganggu oleh rasa kantuk, mengantuk, atau kelelahan [1]. Sebuah studi dari Rahmadiyani dan Widyanti[2] menemukan bahwa 79% pengemudi di Indonesia pernah mengemudi saat mengantuk, dan 32% di antaranya hampir mengalami kecelakaan. Hal ini menjadi isu yang signifikan karena kecelakaan yang terjadi dalam kondisi tersebut seringkali berujung fatal, terutama pada pengemudi yang mengalami *microsleep*. Fenomena *microsleep* adalah kondisi di mana pengemudi tertidur singkat, biasanya hanya beberapa detik, tanpa sadar, dan sering kali terjadi saat mereka merasa lelah, namun masih memaksakan diri untuk tetap mengemudi [3].

Di Amerika Serikat, *drowsy driving* terlibat dalam sekitar 21% dari seluruh kecelakaan fatal, dengan lebih dari 6.400 kecelakaan tahunan disebabkan oleh mengemudi dalam kondisi mengantuk [4]. Menurut Royal Society For the Prevention of Accidents (ROSPA), pada tahun 2022 diperkirakan terjadi kurang lebih 1.300 tabrakan yang mengakibatkan cedera akibat kelelahan pengemudi di Inggris[5]. Lalu di Jepang, studi oleh Kuriyama dan Ohtani [6] menunjukkan bahwa sekitar 3% hingga 7% kecelakaan fatal terkait dengan mengemudi dalam keadaan mengantuk, terutama di antara pengemudi kendaraan komersial seperti truk. Dalam analisis tahun 2019, sekitar 3,9% kecelakaan fatal disebabkan oleh mengemudi mengantuk, dengan kejadian yang lebih tinggi pada jam-jam tertentu. Fakta ini menunjukkan bahwa *drowsy driving* bukanlah masalah regional, melainkan masalah global yang memerlukan perhatian serius. Kecelakaan yang melibatkan *drowsy driving* cenderung lebih berbahaya karena penurunan drastis dalam kemampuan pengemudi untuk bereaksi dan mengambil keputusan tepat waktu [7].

Masalah *drowsy driving* juga menjadi perhatian di Indonesia. Meskipun data spesifik mengenai kecelakaan yang disebabkan oleh mengantuk belum tersedia, fenomena kelelahan pengemudi telah diidentifikasi sebagai salah satu faktor utama kecelakaan di jalan tol. Berdasarkan laporan dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), sekitar 80% kecelakaan di jalan tol disebabkan oleh kelelahan atau mengantuk, terutama pada rentang waktu dini hari hingga pagi dan siang hari, saat pengemudi cenderung mengalami kelelahan

[8]. Berdasarkan data dari Korps Lalu Lintas Polisi Republik Indonesia (Korlantas Polri) yang dipublikasikan Kementerian Perhubungan pada tahun 2021, keterlibatan kasus kecelakaan lalu lintas yang paling tinggi adalah sepeda motor dengan persentase 73%. Urutan kedua adalah angkutan barang dengan persentase 12% [9]. Lalu, statistik korlantas polri pada Januari-Agustus 2024 menyatakan jumlah kecelakaan sepeda motor sebanyak 552.155 unit, minibus sebanyak 54.309 unit, dan truk sebanyak 28.504 unit [10].

Untuk memperdalam gambaran mengenai keterkaitan jenis kendaraan dan dampak kecelakaan, data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi DKI Jakarta tahun 2021 menunjukkan pola yang menarik. Data jumlah pelaku kecelakaan berdasarkan golongan SIM [11] dan jumlah korban kecelakaan berdasarkan jenis kendaraan [12] menggambarkan tentang kategori SIM C, yang mencakup pengemudi sepeda motor, sebagai yang paling dominan dalam kecelakaan, dan kategori SIM B1 dan B2 yang khusus untuk kendaraan besar dan berat, mempunyai jumlah kecelakaan yang sedikit. Kemudian dari analisis data kecelakaan tersebut dapat disimpulkan bahwa setiap kali terjadi kecelakaan sepeda motor, jumlah korban yang terlibat bisa mencapai dua orang, dengan rasio korban 1:2. Sementara itu, untuk kecelakaan yang melibatkan kendaraan berat seperti truk dan bus, satu kecelakaan bisa menghasilkan minimal lima korban, yang menunjukkan rasio 1:5. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun kecelakaan sepeda motor lebih sering terjadi, dampak dari kecelakaan kendaraan berat jauh lebih signifikan. Selain itu, perlu diingat bahwa kerugian akibat kecelakaan ini tidak hanya terbatas pada jumlah korban, tetapi juga mencakup kerugian finansial dan dampak negatif terhadap lingkungan, yang sering kali jauh lebih besar akibat keterlibatan kendaraan yang lebih berat dan lebih besar.

Untuk mendukung klaim diatas, berdasarkan data dari Kementerian Perhubungan, kecelakaan yang melibatkan kendaraan berat seperti bus dan truk rata-rata mencapai 30.000 kejadian per tahun antara 2011 dan 2018, dengan tingkat fatalitas yang meningkat [13]. Pada 2019, kecelakaan kendaraan berat menempati peringkat kedua tertinggi setelah sepeda motor, dengan korban fatal yang terus bertambah. Sebagai contoh, kecelakaan bus yang terjadi di wilayah seperti Sumedang [14] dan Cikidang [15] mengakibatkan sejumlah besar korban meninggal dalam satu kejadian.

Dengan demikian, meskipun *drowsy driving* merupakan risiko bagi semua jenis kendaraan, kecelakaan yang melibatkan kendaraan berat seperti truk dan bus memiliki dampak yang jauh lebih besar dalam hal jumlah korban dan tingkat fatalitas. Fakta ini menunjukkan perlunya perhatian khusus dan tindakan pencegahan yang lebih ketat untuk pengemudi

kendaraan umum dan kendaraan berat, karena potensi kerugian yang dihasilkan jauh lebih besar akibat kecelakaan *drowsy driving*.

1.2 Analisis Masalah

Drowsy driving atau mengemudi dalam keadaan mengantuk adalah masalah serius yang berdampak signifikan pada keselamatan berkendara lalu lintas. Sebuah studi dari Bankrate mencatat bahwa *drowsy driving* bertanggung jawab atas sekitar 328,000 kecelakaan setiap tahun, dengan sekitar 6,400 kematian. Mengemudi dalam keadaan mengantuk dapat mengurangi kemampuan fokus dan memperlambat waktu reaksi, serta meningkatkan risiko kecelakaan [16]. Kondisi ini sangat berbahaya, terutama bagi pengemudi kendaraan berat seperti truk dan bus, yang tidak hanya membahayakan diri mereka sendiri tetapi juga pengguna jalan lainnya dan penumpang di dalam kendaraan tersebut. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) menjelaskan bahwa kendaraan besar, seperti truk, sering kali berbobot 20-30 kali lipat daripada kendaraan pribadi. Hal ini meningkatkan potensi kerusakan saat terjadinya tabrakan karena gaya gesek yang lebih kuat dan dampak energi yang lebih besar [17]. Hal ini sangat luas dan kompleks yang melibatkan berbagai aspek yang saling terkait seperti aspek kesehatan, teknologi, sosial, ekonomi, serta ketenagakerjaan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini kami membahas analisa masalah dalam lima aspek berikut.

1.2.1 Aspek Kesehatan

Kelelahan fisik menjadi salah satu faktor utama terjadinya *microsleep* [18]. Pengemudi yang kurang tidur atau memiliki gangguan tidur cenderung mengalami penurunan konsentrasi saat berada di jalan [16]. Hal ini didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa tidur kurang dari 7 jam per malam dapat menurunkan kinerja kognitif secara drastis [19], membuat pengemudi tidak mampu merespons secara cepat terhadap kondisi darurat di jalan.

Pengemudi yang mengalami kelelahan fisik lebih rentan mengalami *microsleep*. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmadiyahani dan Widyanti [2] menunjukkan bahwa 79% responden pernah mengemudikan kendaraan dalam keadaan mengantuk, dan 32% dari mereka hampir mengalami kecelakaan fatal akibat kondisi tersebut. Penelitian ini menyoroti bahwa *drowsy driving* merupakan faktor signifikan dalam kecelakaan lalu lintas di Indonesia, dengan banyak pengemudi yang tidak menyadari kondisi mengantuk mereka saat berkendara. Hal ini diperparah pada pengemudi kendaraan umum, seperti bus dan truk, yang sering terpaksa bekerja dalam waktu cukup lama tanpa istirahat yang memadai. Lebih dari 60% pengemudi

mengalami kelelahan kerja, dan kebanyakan dari mereka memiliki kuantitas tidur yang buruk[20].

1.2.2 Aspek Teknologi

Banyak kendaraan, terutama yang digunakan untuk transportasi umum dan kendaraan berat seperti bus dan truk, belum dilengkapi dengan teknologi canggih untuk mendeteksi kondisi mengantuk atau *microsleep* pada pengemudi. Meskipun beberapa produsen kendaraan telah memperkenalkan fitur-fitur keamanan seperti *lane departure warning* dan sistem pengereman otomatis (*automatic braking systems*) [21], namun teknologi khusus yang mendeteksi tanda-tanda kantuk masih terbatas penggunaannya.

Kurangnya perangkat untuk memantau tanda-tanda awal kantuk pada pengemudi, seperti *microsleep*, membuat kendaraan tidak mampu memberikan peringatan dini kepada pengemudi. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) melaporkan bahwa pada tahun 2017, terdapat sekitar 91.000 kecelakaan yang disebabkan oleh pengemudi yang mengantuk, mengakibatkan hampir 800 kematian. Ini menunjukkan bahwa banyak pengemudi tidak menyadari risiko yang mereka hadapi saat mengemudi dalam keadaan Lelah [18]. Pengemudi baru akan menyadari kondisi mengantuk mereka ketika sudah mencapai tingkat kelelahan yang sangat tinggi, meningkatkan risiko kecelakaan di jalan. Sistem pendeteksi *microsleep* berbasis teknologi, seperti deteksi gerakan mata atau sensor denyut jantung, masih jarang digunakan secara luas. Hal ini membuat pengemudi lebih rentan terhadap kecelakaan karena mereka tidak mendapatkan peringatan saat mulai kehilangan kesadaran.

1.2.3 Aspek Sosial

Tekanan sosial dan profesional yang tinggi membuat pengemudi kendaraan umum sering kali harus bekerja melebihi batas kemampuan fisik dan mental mereka. Menurut data dari Korlantas Polri, banyak kecelakaan lalu lintas di Indonesia disebabkan oleh faktor manusia, termasuk kelelahan akibat jam kerja yang panjang dan tekanan untuk memenuhi target. Ini menunjukkan bahwa kondisi kerja yang tidak sehat berkontribusi terhadap meningkatnya risiko kecelakaan di jalan raya. Jadwal kerja yang bisa jadi tidak teratur dan tuntutan untuk terus bergerak demi memenuhi target membuat mereka rentan terhadap *drowsy driving*, di mana pengemudi tetap melanjutkan perjalanan meskipun sudah merasa sangat mengantuk [22]. Dampak sosial terjadinya kecelakaan akibat *drowsy driving* pada kendaraan yang memiliki ukuran lebih besar lebih kompleks di mana melibatkan lebih dari sekadar pengemudi itu sendiri.

1.2.4 Aspek Ekonomi

Kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh mengantuk (*drowsy driving*) memiliki korelasi yang kuat dengan kondisi ekonomi. Beban finansial yang tinggi seringkali memaksa individu untuk bekerja lembur atau mengambil pekerjaan sampingan, di mana hal tersebut dapat mengurangi waktu istirahat yang cukup [23]. Kurang tidur kronis ini dapat menyebabkan penurunan kewaspadaan dan konsentrasi saat mengemudi, meningkatkan risiko kecelakaan [16]. Penelitian oleh Rahmadiyani dan Widyanti [2] juga menyatakan bahwa biaya hidup yang tinggi juga dapat mendorong orang untuk melakukan perjalanan jauh dalam waktu singkat, meningkatkan kemungkinan mereka mengemudi dalam keadaan lelah sehingga menyebabkan *drowsy driving*.

Dampak ekonomi dari kecelakaan akibat mengantuk saat mengemudi sangat signifikan. Baik perusahaan transportasi maupun pengemudi individu harus menanggung beban finansial yang berat akibat kecelakaan ini. Biaya perbaikan kendaraan, perawatan medis, peningkatan premi asuransi, dan potensi penurunan pendapatan merupakan beberapa contoh kerugian yang timbul [24]. Selain itu, kecelakaan fatal dapat merusak reputasi perusahaan dan mengurangi kepercayaan masyarakat terhadap layanan transportasi.

1.2.5 Aspek Ketenagakerjaan

Kecelakaan lalu lintas akibat *drowsy driving* merupakan masalah serius yang sering terjadi, namun sayangnya peraturan terkait hal ini masih sangat minim. Meskipun ada beberapa studi yang menunjukkan hubungan antara kelelahan dan kecelakaan, regulasi yang mengatur jam kerja dan kondisi mengemudi bagi pengemudi komersial di Indonesia masih sangat lemah. Banyak pengemudi bekerja hingga 14-16 jam per hari tanpa pengawasan yang memadai [25]. Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan memberikan dasar hukum umum untuk keselamatan berkendara, tetapi tidak menyediakan regulasi spesifik untuk *drowsy driving* [26]. Hal ini membuat penegakan hukum sulit dilakukan, karena tidak ada standar yang jelas untuk menilai atau menghukum pengemudi yang mengantuk. Kurangnya regulasi yang jelas membuat penegakan hukum terhadap pengemudi mengantuk menjadi sulit. Padahal risiko kecelakaan akibat *drowsy driving* tidak kalah besar dengan pelanggaran lalu lintas lainnya.

Menurut studi yang dipublikasikan di National Institutes of Health, kelelahan dan *drowsiness* merupakan penyebab utama peningkatan risiko kecelakaan di sektor transportasi jalan. Sehingga faktor-faktor seperti kualitas tidur dan kebijakan terkait durasi kerja sangat mempengaruhi tingkat kelelahan pengemudi [27]. Meskipun ada peraturan yang mengatur jam

kerja pengemudi, lemahnya pengawasan dan penegakan hukum membuat aturan tersebut sulit diterapkan secara efektif [26]. Akibat lemahnya pengawasan dan penegakan hukum, banyak pengemudi yang kelelahan dan mengantuk saat mengemudi, meningkatkan risiko kecelakaan yang berbahaya. Konsekuensi dari kecelakaan ini tidak hanya berupa kerugian material tetapi juga emosi dan potensi hukum yang berat bagi pengemudi dan operator transportasi [26].

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Penelitian ini didukung oleh informasi yang diperoleh dari situs web yang menyediakan data terkait teknologi deteksi kantuk yang sudah tersedia.

1.3.1 Teknologi *Driver Monitoring System* (DMS) di Kendaraan Roda Empat

Beberapa kendaraan roda empat pada era sekarang mempunyai teknologi *Advanced Driver Assistance System* (ADAS) yang salah satu fiturnya bernama *Driver Monitoring System* (DMS) untuk memantau pengemudi saat tidak fokus atau kelelahan [29]. Berdasarkan portal berita otomotif Gridoto.com, fitur DMS di teknologi ADAS ini terintegrasi langsung dengan fitur *Invigorating Mode* dengan fungsi untuk membantu menyegarkan pengemudi saat terbaca mulai kelelahan atau mengantuk [30]. Misalnya pengemudi terbaca sedang menguap, otomatis fitur *Invigorating Mode* akan aktif dengan ciri-ciri *blower* AC menyala pada level yang lebih tinggi, sehingga setidaknya dengan penyegaran ini bisa meminimalisir kecelakaan [30].

Kekurangan dari teknologi ini ialah kompleksitas pada fitur ADAS dirasa terlalu sensitif dan sistem pengenalan rambu lalu lintas sering kali tidak tepat sehingga membuat peringatan suara dan visual yang terlalu mengganggu yang secara signifikan berdampak pada pengalaman berkendara [31]. Hal ini akan lebih mengganggu pengemudi bahkan bisa membuat pengemudi enggan mempercayai sistem. Selain itu teknologi ini merupakan satu kesatuan dengan fitur-fitur lain di mobil sehingga diharuskan untuk melakukan pembelian kendaraan roda empat ini dengan harga yang terbilang tinggi sekitar Rp. 498.800.000.

1.3.2 Driver Awareness pada Dash Cam

Seiring perkembangan teknologi, kamera dashboard tidak hanya diperuntukan untuk dapat mendokumentasikan perjalanan saja, namun beberapa kamera dashboard telah mengalami peningkatan dengan adanya fitur-fitur yang bisa mendeteksi perilaku kelelahan maupun peringatan saat pengemudi kendaraan mulai menyimpang. Contoh *dash cam* yang memiliki fitur tersebut diantaranya ialah 70mai Smart Dash Cam [32] atau Garmin Dash Cam [33].

Opsi *dash cam* memang menjadi pilihan yang lebih dapat dijangkau karena apabila harganya dibandingkan dengan pembelian 1 unit mobil, tentu jauh lebih murah teknologi *dash cam*. Namun fitur *Driver Awareness* yang tersedia di beberapa tipe *dash cam* ini tidak berfungsi spesifik sebagai alat pendeteksi kantuk, tetapi hanya untuk memberikan peringatan kepada pengemudi ketika kendaraan mulai menyimpang dari jalur yang seharusnya maupun berfungsi untuk mendeteksi potensi tabrakan dengan kendaraan atau objek di depan [33]. Sehingga tidak secara langsung berfungsi sebagai alat pendeteksi kantuk yang akurat.

1.3.3 Teknologi Kacamata Deteksi Kantuk

Tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu penglihatan, namun kacamata juga hadir dengan gaya baru yakni dilengkapi teknologi yang bisa mendeteksi tingkat kelelahan pemakainya bahkan dapat memperingatkan pemakainya jika kondisi mata sudah terlalu lelah [34]. Kacamata pintar ini dilengkapi dengan sensor pada bagian hidung yang dapat disinkronkan dengan aplikasi *smartphone* melalui *bluetooth* yang terpasang pada sensor tersebut. Kemudian aplikasi *smartphone* menganalisis berbagai informasi yang diperoleh oleh sensor-sensor ini guna mengukur kondisi tubuh dan pikiran pemakai [34]. Akan tetapi kacamata pintar ini belum tersedia untuk dijual di Indonesia dan produknya sendiri memakan biaya yang cukup tinggi sekitar Rp.2.000.000.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan pembuatan tugas akhir ini ialah sebagai berikut.

1. Merancang sistem deteksi kantuk bagi pengemudi kendaraan berat yang mampu memberikan peringatan suara *real-time*.
2. Mengembangkan integrasi sistem deteksi kantuk dengan perangkat IoT yang hemat biaya.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Pada penelitian tugas akhir ini, terdapat beberapa batasan yang sengaja ditetapkan untuk mempersempit fokus penelitian agar lebih terarah dan mendalam.

1. Output Berupa Alat Fisik

Proyek ini akan menghasilkan alat fisik yang mampu mendeteksi kantuk pada pengemudi dan memberikan peringatan secara *real-time*.

2. Fokus Pada Pendeteksian Kantuk Pengemudi

Sistem ini terbatas pada pendeteksian kantuk atau kelelahan pengemudi melalui analisis pergerakan mata tertutup atau terbuka tanpa menilai faktor kesehatan lain.

3. Penerapan Pada Kendaraan Berat

Proyek ini fokus pada pengembangan alat yang cocok digunakan pada kendaraan berskala berat dan besar seperti truk dan bus. Implementasi pada jenis kendaraan lain tidak menjadi prioritas.

4. Sistem Peringatan Terbatas Pada Alarm Suara dan Notifikasi

Sistem peringatan hanya mencakup alarm suara dalam kabin dan notifikasi melalui platform Telegram. Integrasi dengan sistem keselamatan tambahan di luar peringatan suara tidak termasuk dalam lingkup proyek ini.

5. Batasan Perangkat dan Kapasitas Pemrosesan

Sistem ini memiliki keterbatasan pada aspek perangkat keras dan kapasitas pemrosesan, sehingga hanya memungkinkan penggunaan algoritma deteksi yang ringan dan sederhana. Keterbatasan ini berdampak pada tingkat akurasi sistem yang belum optimal serta meningkatkan risiko terjadinya kesalahan deteksi.