

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Pengenalan Masalah

Jalan tol adalah jenis jalan umum yang merupakan bagian dari sistem jaringan jalan nasional di Indonesia, di mana pengguna diwajibkan membayar biaya tol untuk mengaksesnya. Berdasarkan PP No. 15 Tahun 2005 tentang jalan tol, dijelaskan bahwa definisi jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol. Tol merupakan sejumlah uang tertentu yang dibayarkan untuk penggunaan jalan tol. Besarnya tarif tol berbeda untuk setiap golongan kendaraan dan ketentuan tersebut telah ditetapkan berdasarkan keputusan presiden. Sedangkan ruas jalan tol adalah bagian atau penggal dari jalan tol tertentu yang pengusahaannya dapat dilakukan oleh badan usaha tertentu [1]. Jalan tol biasanya memiliki infrastruktur yang lebih baik dan dirancang untuk memberikan perjalanan yang baik, efisien, dan cepat. Jalan tol biasanya juga digunakan untuk menghubungkan antar kota ataupun antar daerah yang ada di Indonesia. Jalan tol bertujuan untuk mengurangi waktu perjalanan, meningkatkan keselamatan lalu lintas, serta mendukung pemerataan pembangunan dan keseimbangan wilayah [2].

Berkendara di jalan tol tidak bisa dilakukan dengan sembarangan karena, ada aturan yang harus diikuti demi keselamatan pengemudi dan pengguna jalan lainnya. Jalan tol dirancang khusus untuk kendaraan yang mengendarai kendaraannya dengan kecepatan tinggi, sehingga pengemudi diharapkan untuk selalu waspada dan mematuhi batas kecepatan yang sudah ditetapkan oleh pihak jalan tol. Ketentuan batas kecepatan di setiap jalan tol berbeda beda, Dalam aturan tersebut tertulis bahwa batas kecepatan di jalan bebas hambatan atau tol paling rendah 60 Km/Jam sampai tertinggi 100 Km/Jam. Untuk berkendara di tol dalam kota sendiri kecepatan minimal berkendara (60 Km/Jam), maksimal berkendara yaitu (80 Km/Jam). Kemudian untuk berkendara di tol luar kota yakni minimal (60 Km/Jam) dan maksimal (100 Km/Jam) [3].

Namun, masih banyak pengemudi yang tidak memperhatikan kecepatan kendaraan mereka saat melaju di jalan tol meskipun hal ini sangat penting untuk mencegah

terjadinya potensi kecelakaan dan menjaga keselamatan semua pengguna jalan. Jika mengendarai mobil dengan kecepatan tinggi, tentunya akan berbahaya bagi diri sendiri maupun pengendara lain. Melaju di jalan bebas hambatan, bukan berarti seorang pengemudi dapat bebas melajukan kendaraannya melampaui batas kecepatan kendaraan yang sudah ditentukan. Jika kecepatan kendaraan yang dikendarai sudah melebihi dari batas kecepatan yang sudah ditentukan, maka potensi kecelakaan pada pengemudi sangat besar dan tinggi.

Selain masalah kecepatan yang sering melebihi batas, banyak pengemudi yang juga terdistraksi karena kondisi jalan tol yang lurus dan cenderung monoton. Jalan yang tidak banyak belokan atau perubahan pemandangan bisa membuat pengemudi merasa bosan dan kurang fokus. Banyak hal yang dapat membuat pengemudi menjadi terdistraksi seperti pengemudi yang senang mengatur perangkat pada mobil seperti *DVD player*, *audio*, pengemudi yang mengantuk [4], pengemudi yang melakukan kebiasaan *multitasking* [4], makan dan minum ketika mengemudi [4], meraih barang [5], dan bermain *handphone* pada saat sedang mengemudi [5]. Akibat distraksi-distraksi tersebut, tidak sedikit kecelakaan yang terjadi di jalan tol yang disebabkan oleh pengemudi yang terganggu fokusnya dan masih banyak pengemudi yang mengira distraksi-distraksi tersebut hal yang tidak berbahaya dilakukan dan meremehkannya karena jalan tol yang cenderung lurus.

Dengan semakin banyaknya jalan tol yang dibangun, muncul tantangan baru dalam menjaga keselamatan berkendara. Meskipun jalan tol dirancang untuk mempercepat perjalanan, masih banyak pengemudi yang melanggar peraturan berkendara yang ada pada jalan tol. Kebiasaan buruk tersebut tidak hanya mengancam keselamatan pengemudi itu sendiri, tetapi juga mengancam pengguna jalan lainnya.

Oleh sebab itu, fokus utama dalam permasalahan ini adalah pengemudi itu sendiri, karena masih banyak pengemudi yang tidak mematuhi aturan lalu lintas yang ada pada jalan tol. Meskipun sudah ada aturan yang jelas baik di jalan tol maupun di hukum, masih banyak pengemudi yang mengabaikannya seperti, melanggar batas kecepatan atau terdistraksi oleh hal-hal lain pada saat sedang mengemudi, yang

pada akhirnya akan menimbulkan risiko kecelakaan baik untuk pengemudi sendiri ataupun untuk pengguna jalan lain.

Peringatan ketika pengemudi melebihi kecepatan kendaraan yang dikemudikan dan ketika pengemudi terdistraksi hal-hal lain pada saat sedang mengemudi adalah hal yang sangat penting untuk mencegah terjadinya potensi kecelakaan untuk pengemudi maupun pengguna jalan lainnya. Dengan adanya peringatan tersebut, pengemudi diharapkan untuk mengubah perilaku berkendara mereka untuk mencegah potensi terjadinya risiko kecelakaan. Hal ini tidak hanya berfungsi untuk keselamatan pengemudi itu sendiri, tetapi juga melindungi pengguna jalan lainnya yang dapat terkena dampak akibat kelalaian dari seorang pengemudi yang melanggar aturan lalu lintas yang ada di jalan tol.

Maka dari itu, diperlukannya teknologi yang canggih dan modern sebagai pengingat untuk pengemudi apakah kecepatan mobil yang dikendarai melebihi batas yang ditentukan atau pengemudi yang terdistraksi ketika sedang mengemudi.

1.1.1. Informasi Pendukung Masalah

Dari pengenalan masalah yang sudah dipaparkan sebelumnya, dibutuhkan informasi pendukung masalah yang dapat memberikan gambaran lebih mendalam mengenai masalah pengemudi yang masih mengemudi dengan kecepatan yang berlebih dan masih banyaknya pengemudi yang terdistraksi akibat kurang fokus selama mengemudi.

Berkendara dengan kecepatan tinggi merupakan penyebab utama kematian dan cedera serius di jalan raya terutama jalan tol. Hal ini tercermin dalam semua aspek kehidupan, termasuk mengemudi. Dikutip dari laman resmi badan Pengatur Jalan Tol Kementerian PUPR, batas kecepatan di jalan tol telah diatur dalam Peraturan Menteri Perhubungan tentang Tata Cara Penetapan Batas Kendaraan pasal 3 ayat 4 pada pasal 23 ayat 4. Dalam peraturan tersebut, disebutkan bahwa batas kecepatan jalan tol di dalam kota minimal 60 km/jam dan maksimal 80 km/jam sedangkan batas kecepatan jalan tol di luar kota minimal 80 km/jam dan maksimal 100 km/jam [6]. Kebijakan ini difokuskan pada dua jenis pelanggaran yang sering terjadi di jalan tol, yaitu pelanggaran batas kecepatan (*over speed*) dan pelanggaran muatan berlebih (*over load*), aturan mengenai kecepatan berkendara di jalan tol sendiri

telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2013 tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (LLAJ). Jika pemilik kendaraan terbukti melanggar batas kecepatan di jalan tol, sanksi yang diberlakukan adalah denda sejumlah Rp500 ribu atau kurungan selama 2 bulan [6].

Korlantas Polri mencatatkan 27.791 kendaraan yang melanggar batas kecepatan di jalan tol. Angka ini merupakan akumulasi dari tiga ruas Tol dari awal pemberlakuan tilang elektronik di Jalan Tol pada 1 April hingga 12 April 2022 [7]. Di hari kedua atau pada 2 April, tercatat terjadi penurunan jumlah pelanggaran. Yakni, 153 pelanggaran di jalan tol wilayah Polda Metro Jaya, 926 pelanggaran di ruas tol Trans Jawa-Jawa Tengah, dan 1.683 pelanggaran di Tol Trans Sumatera [8]. Pelanggaran banyak terjadi di Tol Trans Sumatera akibat masih banyaknya pengemudi di daerah Sumatera yang tidak mematuhi aturan lalu lintas yang sudah ditetapkan di jalan tol.

Selain kecepatan yang melebihi batas aturan, faktor lain yang juga menjadi perhatian adalah distraksi yang dialami oleh pengemudi saat mengemudi. Distraksi ini baik disebabkan oleh pengemudi yang mengantuk, pengemudi yang kebiasaan melakukan kegiatan *multitasking*, meraih barang, makan dan minum ketika mengemudi, dan bermain *handphone* ketika mengemudi. Distraksi ini biasanya terjadi karena banyak pengemudi yang meremehkan jalan tol yang lurus dan monoton sehingga pengemudi mengira ketika melakukan distraksi ini merupakan tindakan yang aman.

Badan Pusat Statistik melaporkan angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia mengalami kenaikan rata-rata 4,87% per tahun selama kurun waktu 2015-2019. Kenaikan ini diikuti dengan kenaikan jumlah korban meninggal dunia dan luka ringan (1,41% dan 6,26%), serta kenaikan nilai kerugian materi akibat kecelakaan (4,23% per tahun) [9]. Menurut data yang diambil dari MTI total angka kecelakaan lalu lintas Indonesia sepanjang 2023 tercatat mencapai 116.000 kasus. Jumlah ini meningkat 6,8% dibandingkan tahun lalu [10]. Dari catatan Korlantas Polri juga dijelaskan penyebab dari musibah laka lantas di Indonesia diakibatkan oleh beberapa hal, yaitu 61% kecelakaan disebabkan faktor manusia atau *human error* seperti masalah ketidakmampuan/keterampilan mengemudi serta karakter

pengemudi misal lalai, malas, ceroboh, dan ugal-ugalan, selanjutnya sebanyak 9% disebabkan faktor kendaraan (terkait dengan pemenuhan persyaratan teknik laik jalan), dan 30% disebabkan oleh faktor prasarana dan lingkungan [11]. Hasil penelitian mengidentifikasi 755 kejadian kritis keselamatan dan 27 jenis aktivitas sekunder yang berpotensi menyebabkan distraksi pengemudi, dengan 20 di antaranya dapat dihitung risikonya. Aktivitas yang paling sering mengganggu adalah lirik internal non- spesifik (27,54% kejadian) dan *secondary task* lain yang diketahui (19,99%), yang didominasi oleh kebiasaan pengemudi Indonesia dalam menggaruk atau memijat anggota tubuh. Aktivitas dengan peningkatan risiko kejadian kritis keselamatan tertinggi meliputi lirik internal non-spesifik (risiko 3,53 kali lebih tinggi), menyisir/menyikat/merapikan rambut (2,81 kali lebih tinggi), dan berbicara/bernyanyi tanpa audiens yang diketahui (2,69 kali lebih tinggi) [12].

Selain tingginya angka kecelakaan yang disebabkan oleh kecepatan kendaraan yang berlebih, faktor distraksi pengemudi juga menjadi salah satu penyebab utama risiko terjadinya kecelakaan di lalu lintas terutama pada jalan tol. Distraksi dapat terjadi dalam berbagai bentuk seperti pengemudi yang kelelahan karena perjalanan yang jauh, pengemudi yang bermain *handphone* ketika mengemudi, hingga kurang kewaspadaan karena monotonitas jalan tol. Faktor-faktor ini, jika tidak dikelola dengan baik, dapat memperburuk situasi dan meningkatkan potensi kecelakaan di jalan tol.

1.1.2. Analisa Masalah

Analisa masalah merupakan pengkajian dan pemahaman dari akar masalah terkait rumusan masalah yang telah dirancang, masalah yang disampaikan harus berdasarkan berbagai aspek. Perencanaan untuk mengatasi kecepatan kendaraan yang berlebih dan distraksi pengemudi saat mengemudi dari solusi yang akan dirancang yaitu sebuah alat yang mana dapat mengukur kecepatan mobil yang dikemudikan dan dapat mendeteksi apabila pengemudi mengalami distraksi ketika sedang mengemudi. Berdasarkan rumusan masalah tersebut, berikut analisa dari rumusan masalah:

1. Aspek Ekonomi

Kecelakaan lalu lintas membawa dampak ekonomi yang signifikan, termasuk biaya perawatan medis, kerugian properti, dan penurunan produktivitas akibat cedera atau kematian. Mengurangi kecelakaan melalui kontrol kecepatan dan pengurangan terjadinya distraksi pengemudi dapat mengurangi beban ekonomi ini.

2. Aspek Lingkungan

Terdistraksi ketika sedang mengemudi dapat menyebabkan pengemudi mengemudikan mobil dengan tidak konsisten (seperti memperlambat, mempercepat tiba-tiba, atau melaju tidak sesuai dengan jalur), yang mengurangi efisiensi bahan bakar dan meningkatkan emisi.

Kecelakaan besar juga dapat merusak infrastruktur jalan seperti pembatas jalan, tiang lampu, dan rambu lalu lintas, yang membutuhkan bahan dan energi untuk perbaikan atau penggantian. Pembangunan kembali ini berdampak pada lingkungan melalui penggunaan material konstruksi yang memerlukan sumber daya alam.

3. Aspek Etika

Mengemudi dengan aman merupakan tanggung jawab setiap pengemudi. Perilaku yang berisiko seperti pengemudi yang mudah terdistraksi dan mengendarai mobil dengan kecepatan yang berlebih saat mengemudi menunjukkan kurangnya kesadaran tentang tanggung jawab ini, yang dapat menempatkan diri dan orang lain dalam bahaya.

Ada berbagai kampanye keselamatan jalan yang menekankan pentingnya mengemudi dengan fokus dan dalam batas kecepatan, untuk mencegah perilaku berbahaya yang dapat mengakibatkan kecelakaan.

4. Aspek Hukum

Aturan mengenai kecepatan berkendara di jalan tol sendiri telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2013 tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (LLAJ). Jika pemilik kendaraan terbukti melanggar batas kecepatan di jalan tol, sanksi yang diberlakukan adalah denda sejumlah Rp500 ribu atau kurungan selama 2 bulan [6].

Aturan pengemudi harus tetap fokus selama mengemudi juga telah diatur dalam undang-undang lalu lintas, khususnya Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, yang mengatur bahwa pengemudi harus berkendara dengan penuh konsentrasi [13].

1.1.3. Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisa yang telah dipaparkan, perancangan alat dari solusi yang akan dirancang akan membutuhkan beberapa kebutuhan yang akan dipenuhi supaya tercapainya hasil yang dituju. Berikut adalah kebutuhan yang harus dipenuhi:

1. Pengukuran Kecepatan Kendaraan

Alat yang dirancang harus mampu mengukur kecepatan kendaraan secara tepat dan akurat untuk memastikan kendaraan tetap berada dalam batas kecepatan yang telah ditentukan.

2. Deteksi Distraksi Pengemudi

Alat yang dirancang harus dapat mendeteksi distraksi pengemudi, seperti penggunaan *handphone*, mengantuk, atau perilaku lain yang dapat mengganggu konsentrasi pengemudi saat mengemudi.

3. Pemberian Peringatan Keselamatan

Alat yang dirancang harus dapat memberikan peringatan secara audio atau visual ketika kendaraan melampaui batas kecepatan yang sudah ditentukan atau pengemudi yang terdeteks mengalami distraksi ketika sedang mengemudi.

4. Integrasi dengan Kendaraan

Alat yang dirancang harus dapat diintegrasikan dengan kendaraan tanpa mengganggu fungsi utama kendaraan serta mendukung pemasangan yang mudah dan aman.

5. Pencatatan Data

Alat yang dirancang harus mampu mencatat data kecepatan kendaraan dan frekuensi distraksi pengemudi sebagai bahan evaluasi dan analisis lebih lanjut.

6. Pemrosesan Waktu Nyata

Alat yang dirancang harus memproses data secara waktu nyata untuk memberikan respons peringatan dengan cepat dan tepat.

1.1.4. Tujuan

Berdasarkan kebutuhan yang harus dipenuhi dapat ditarik sebuah tujuan yang akan menentukan suatu solusi dari permasalahan atas rumusan masalah yang akan diselesaikan. Beberapa tujuan yang akan menentukan solusi yang akan diusulkan dalam menyelesaikan permasalahan yaitu, sistem yang dapat mendeteksi kecepatan mobil yang berlebih, sistem yang dapat mendeteksi pengemudi jika mengalami distraksi, sebuah sistem yang dapat digunakan untuk mobil dan untuk pengemudi dan sebuah sistem yang dapat mendeteksi dengan pemrosesan waktu nyata.

1.2. Solusi

Dari permasalahan diatas dapat diajukan beberapa buah solusi untuk mencegah agar permasalahan tersebut tidak terjadi. Usulan solusi yang ditawarkan bertujuan untuk memastikan bahwa rancangan sistem yang diusulkan sesuai dengan batasan realistis yang ditentukan serta telah mengakomodasi kebutuhan awal prototyping yang telah disesuaikan dengan keinginan pengguna. Solusi yang akan ditawarkan haruslah memiliki beberapa fitur atau spesifikasi agar tercapainya tujuan dikemudian hari. Untuk mencapai tujuan yang diinginkan, perlunya mengetahui tentang karakteristik produk yang akan dirancang.

1.2.1. Karakteristik Produk

1. Fitur Dasar

Fitur dasar merupakan fitur yang menjadi kemampuan utama dari rancangan solusi alat yang akan diciptakan nantinya, berikut fitur dasar yang harus ada pada rancangan alat tersebut:

A. Keakuratan pendeteksian perilaku berkendara: Sistem yang dirancang harus dapat mendeteksi perilaku berkendara seperti kecepatan kendaraan yang berlebih dan mengidentifikasi perilaku pengemudi yang sedang mengalami distraksi ketika mengemudi secara tepat dan akurat. Keakuratan sangat penting untuk memastikan bahwa data yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar dalam memberikan notifikasi ke pengemudi secara relevan dengan waktu nyata.

B. Sistem Pemberian Notifikasi: Sistem akan memberikan notifikasi ketika kecepatan mobil atau pengemudi yang sedang terdistraksi

terdeteksi. Sistem notifikasi bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dari pengemudi dan mengurangi terjadi risiko kecelakaan.

C. Pemrosesan data secara waktu nyata: Sistem harus dapat memproses data secara waktu nyata sehingga dapat memberikan respons yang cepat terhadap kondisi aktual.

D. Responsivitas sistem dan pemrosesan data: Sistem yang dirancang mampu merespons perubahan kondisi dengan cepat, termasuk dalam memproses data pendeteksian kecepatan mobil atau pendeteksi distraksi pada pengemudi. Hal ini memastikan agar notifikasi dapat diberikan secara tepat waktu tanpa adanya jeda yang signifikan.

2. Fitur Tambahan

Fitur tambahan merupakan sebuah fitur yang bukan fitur utama yang berfungsi untuk meningkatkan nilai atau fungsionalitas dari alat yang akan dirancang. Berikut ini fitur tambahan yang akan ditambahkan pada perencanaan solusi:

A. *Low power consumption*: Sistem yang dirancang akan menggunakan sumber daya yang rendah. Hal ini membuat sistem memiliki daya hidup dengan jangka waktu yang lama.

B. Pengaturan batas kecepatan yang otomatis: Sistem akan secara otomatis menyesuaikan kecepatan kendaraan dengan batas kecepatan yang sudah ditentukan secara otomatis. Hal ini berfungsi karena batas kecepatan yang ada di jalan tol berbeda-beda, jadi dengan ini dapat menyesuaikan sesuai dengan batas kecepatan yang sudah ditentukan.

C. Sistem notifikasi berupa visual: Sistem akan menampilkan visualisasi terhadap RPM atau kecepatan mobil yang terdeteksi melebihi kecepatan yang sudah ditentukan.

D. Mode berkendara malam hari: Sistem akan menyesuaikan sensitivitas deteksi kecepatan mobil dan distraksi pengemudi berdasarkan waktu. Hal ini membuat sistem lebih *aware* terhadap perilaku pengemudi pada malam hari.

1.2.2. Usulan solusi

Skenario dari perancangan alat yang akan diajukan sebagai solusi yaitu alat yang dapat mendeteksi kecepatan mobil yang berlebih menggunakan sistem diagnostik, selanjutnya alat dapat mendeteksi pengemudi jika bermain handphone pada saat sedang mengemudi menggunakan sensor. Sistem diagnostik yang digunakan harus dapat mendiagnostik kecepatan mobil yang dikendarai oleh pengemudi, kemudian setelah kecepatan mobil di diagnostik, maka didapatkan hasil kecepatan mobil yang sedang dikendarai. Lalu, sensor yang digunakan harus dapat mendeteksi pergerakan mata pengemudi. Informasi pendeteksi kecepatan mobil yang berlebih dan pengemudi yang sedang bermain handphone saat mengemudi akan diberikan pengingat berupa notifikasi yang mengeluarkan suara. Terdapat 3 buah usulan solusi skenario perancangan alat yang akan ditawarkan.

1.2.2.1. Solusi 1: Mendeteksi kecepatan mobil dan pengemudi yang mengantuk dengan memanfaatkan sistem diagnostik OBD-II dan sensor gas kopi.

Alat ini memanfaatkan sistem diagnostik OBD-II untuk mendeteksi kecepatan mobil yang dikendarai oleh pengemudi. OBD (*On Board Diagnostic*) merupakan sistem untuk mendapatkan informasi mengenai kendaraan. Tes emisi, diagnostik, dan data mesin *real-time* dapat dengan mudah diperoleh dengan cara ini. OBD juga dapat memberikan informasi mengenai RPM mesin pada kendaraan [14]. Dengan memanfaatkan OBD-II, sistem akan memberikan output berupa indikasi bahwa mobil yang dikendarai sudah melewati batas kecepatan yang sudah ditentukan.

Alat ini juga memanfaatkan sensor gas kopi untuk mencegah pengemudi yang mengantuk. Sensor gas kopi bermanfaat untuk mencegah pengemudi yang terdeteksi mengantuk, hal ini karena kopi mengandung kafein didalamnya, Kafein merupakan zat stimulan yang merangsang kerja dan aktivitas sistem saraf [15]. Efek dari kafein itu sendiri mencapai puncaknya sekitar 30–60 menit setelah dikonsumsi. Lalu, Durasi kafein untuk bekerja di dalam tubuh adalah 5 jam atau maksimal 9 jam [16]. Sehingga dengan memanfaatkan sensor ini, pengemudi akan terhindar dari rasa kantuk dan akan mencegah terjadinya potensi kecelakaan.

1.2.2.2. Solusi 2: Mendeteksi kecepatan mobil dan pengemudi yang bermain *handphone* menggunakan algoritma YOLO.

Alat ini memanfaatkan sistem diagnostik OBD-II untuk mendeteksi kecepatan mobil yang dikendarai oleh pengemudi. OBD (*On Board Diagnostic*) merupakan sistem untuk mendapatkan informasi mengenai kendaraan. Tes emisi, diagnostik, dan data mesin *real-time* dapat dengan mudah diperoleh dengan cara ini. OBD juga dapat memberikan informasi mengenai RPM mesin pada kendaraan [14]. Dengan memanfaatkan OBD-II, sistem akan memberikan output berupa indikasi bahwa mobil yang dikendarai sudah melewati batas kecepatan yang sudah ditentukan.

Alat ini juga memanfaatkan kamera sebagai sumber pendeteksi *handphone* pengemudi. *Handphone* pengemudi akan di deteksi menggunakan algoritma YOLO. Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) adalah pendekatan deteksi objek *real-time* yang memungkinkan kita untuk mendeteksi objek dalam satu kali pengamatan sekaligus, tanpa perlu proses komputasi yang berulang-ulang. YOLO memahami tampilan gambar sebagai masalah regresi dan menerapkan *deep learning* untuk menghasilkan *bounding box* (kotak batas) yang mengelilingi objek-objek yang ada dalam gambar, berserta dengan label dan tingkat keyakinan (*confidence score*) [17]. Dengan memanfaatkan algoritma YOLO, pendeteksian *handphone* dapat dilakukan secara efisien dalam satu kali proses (*one shot*) [17], sehingga notifikasi yang diberikan kepada pengemudi akan lebih cepat dan tepat waktu.

1.2.2.3. Solusi 3: Mendeteksi kecepatan mobil dan pengemudi yang mengatur perangkat pada mobil ketika sedang mengemudi dengan memanfaatkan *Motion Detection Algoritim*.

Alat ini memanfaatkan sistem diagnostik OBD-II untuk mendeteksi kecepatan mobil yang dikendarai oleh pengemudi. OBD (*On Board Diagnostic*) merupakan sistem untuk mendapatkan informasi mengenai kendaraan. Tes emisi, diagnostik, dan data mesin *real-time* dapat dengan mudah diperoleh dengan cara ini. OBD juga dapat memberikan informasi mengenai RPM mesin pada kendaraan [14]. Dengan memanfaatkan OBD-II, sistem akan memberikan output berupa indikasi bahwa mobil yang dikendarai sudah melewati batas kecepatan yang sudah ditentukan.

Alat ini juga memanfaatkan kamera sebagai pendeteksi gerakan perilaku pengemudi. Pendeteksi perilaku pengemudi menggunakan *motion detection algorithm*. *Motion detection algorithm* mengacu pada kemampuan sistem pengawasan untuk mendeteksi pergerakan objek di sekitarnya seperti manusia, hewan, atau benda padat lainnya [18]. Dengan mendeteksi gerakan perilaku pengemudi, sistem ini berpotensi signifikan dalam mengurangi risiko kecelakaan. Pemantauan perilaku pengemudi, seperti interaksi dengan perangkat atau gerakan yang tidak fokus pada jalan, dapat mengidentifikasi gangguan lebih awal. Peringatan yang diberikan secara langsung akan membantu pengemudi untuk tetap fokus dan menghindari tindakan yang bisa membahayakan keselamatan mereka dan pengguna jalan lainnya. Melalui deteksi dini dan respon cepat, sistem ini tidak hanya meningkatkan kesadaran pengemudi, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan angka kecelakaan yang disebabkan oleh kelalaian dan gangguan lainnya.

1.2.3. Analisa Usulan Solusi

Analisa solusi merupakan proses analisa serta pemilihan solusi yang telah ditawarkan, solusi dipilih melalui perhitungan *House of Quality*. Perhitungan pemilihan solusi melibatkan *Customer Requirement* serta karakteristik produk sebagai variabel perhitungannya. Kemudian pada perhitungan HOQ tersebut juga terdapat perhitungan dalam menentukan solusi yang akan dipilih dari ketiga solusi yang ditawarkan.

Tabel 1. 1 *House of Quality*

		Fitur Dasar					
Fitur Tambahan	Relationships: ○ Strong= 5 ○ Fair= 3 △ Weak= 1 No relationship	Importance Weight Factor	Driving Monitoring Accuracy	Notification Capability	Real-Time Data Processing	Responsivitas Sistem dan Pemrosesan Data	
			↑	↑	↑	↓	
	Low Power Consumption	5	○	△	○	○	
	Pengaturan yang Otomatis	3	△	○	○	○	
	Notifikasi Berupa Visual	3	△	○	△	○	
	Mode Berkendara Malam hari	4	○	△	○	○	
	Importance Rating		32	28	48	56	
	Percent of Importance		5.46%	5.71%	3.73%	2.84%	
	Solusi 1		○	○	○	○	64.14
	Solusi 2		○	○	○	○	70.32
	Solusi 3		○	○	○	△	58.46

Tabel 1.1 merupakan tabel dari HoQ (*House of Quality*) yang mana HoQ ini untuk menunjukkan presentasi tingkat *importance* dari sebuah solusi yang akan diambil. HoQ juga digunakan untuk menunjukkan hubungan antara kebutuhan pelanggan dengan kemampuan teknis yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Dilakukan Analisis *House of Quality* dengan menghitung poin akhir dari setiap solusi yang ada, sebagai berikut:

$$\text{Solusi 1: } (5 \times 5.46\%) + (3 \times 5.71\%) + (5 \times 3.73\%) + (3 \times 2.84\%) = 0.0546 + 0.0571 + 0.0373 + 0.0284 = 64.14$$

$$\text{Solusi 2: } (5 \times 5.46\%) + (3 \times 5.71\%) + (5 \times 3.73\%) + (5 \times 2.84\%) = 0.0546 + 0.0571 + 0.0373 + 0.142 = 70.32$$

$$\text{Solusi 3: } (5 \times 5.46\%) + (3 \times 5.71\%) + (5 \times 3.73\%) + (1 \times 2.84\%) = 0.0546 + 0.0571 + 0.0373 + 0.0284 = 58.46$$

1.2.4. Solusi yang Dipilih

Berdasarkan hasil dari *House of Quality*, didapatkan nilai total untuk masing-masing usulan solusi. Setiap usulan solusi mendapatkan total nilai yang berbeda-beda.

Untuk solusi 1 yaitu “Mendeteksi kecepatan mobil dan pengemudi yang mengantuk dengan memanfaatkan sistem diagnostik OBD-II dan sensor gas kopi” mendapatkan total nilai sebesar 64.14 yang mana ini merupakan nilai yang cukup besar untuk sebuah solusi. Solusi ini nantinya menggunakan sistem diagnostik OBD-II dan Sensor Gas Kopi yang mana solusi ini nantinya untuk mendeteksi kecepatan mobil dan pengemudi yang mengantuk ketika mengemudi. Komputasi yang digunakan pada solusi ini dikategorikan ke komputasi berat karena harus memproses data dari berbagai sumber seperti OBD-II, Sensor gas, kamera, dan sistem notifikasi.

Untuk solusi 2 yaitu “Mendeteksi kecepatan mobil dan pengemudi yang bermain handphone menggunakan algoritma YOLO” mendapatkan total nilai sebesar 70.32 yang mana ini merupakan total nilai yang cukup besar untuk sebuah solusi. Solusi ini nantinya menggunakan sistem diagnostik OBD-II untuk mendeteksi kecepatan kendaraan dan algoritma YOLO untuk mendeteksi pengemudi yang bermain *handphone* ketika sedang mengemudi. Komputasi yang digunakan untuk solusi ini dikategorikan ke komputasi sedang karena hanya memerlukan beberapa data sensor untuk dianalisis secara bersamaan.

Untuk solusi 3 yaitu “Mendeteksi kecepatan mobil dan pengemudi yang mengatur perangkat pada mobil ketika sedang mengemudi dengan memanfaatkan *Motion Detection Algoritim*” mendapatkan total nilai sebesar 58.46 yang mana ini merupakan total nilai yang tidak terlalu besar untuk sebuah solusi. Solusi ini nantinya akan menggunakan sistem diagnostik OBD-II untuk mendeteksi kecepatan dari sebuah mobil dan *Motion Detection Algoritim* untuk mendeteksi perilaku pengemudi yang suka mengatur perangkat-perangkat yang ada di mobilnya seperti *DVD Player* dan *Audio*. Komputasi yang digunakan untuk solusi ini dikategorikan ke komputasi berat karena, membutuhkan lebih banyak daya komputasi dan data harus dikeluarkan dalam bentuk *real-time*.

Dari analisis ketiga solusi tersebut, penulis memilih solusi 2 karena solusi ini mendapatkan nilai prioritas yang lebih tinggi dibandingkan solusi 1 dan solusi 3. Solusi 2 memiliki keunggulan karena tidak hanya dapat mendeteksi kecepatan mobil, tetapi juga mampu mengidentifikasi perilaku pengemudi yang sedang bermain *handphone*. Hal ini sangat relevan untuk meningkatkan keselamatan di jalan raya terutama di jalan tol. Selain itu, solusi ini menggunakan metode komputasi dengan tingkat kompleksitas sedang, yang memastikan sistem dapat bekerja secara efisien dengan penggunaan sumber daya yang tidak terlalu berat, tetapi tetap efektif dalam mendeteksi dan memberikan respons secara *real-time*. Oleh karena itu, Solusi 2 merupakan pilihan yang tepat untuk mencapai tujuan utama dalam proyek ini.

