

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Pengenalan Masalah

Mengendarai sepeda motor adalah aktivitas yang membutuhkan kondisi fisik dan mental pengendara dalam keadaan optimal. Jika kondisi tubuh tidak prima, risiko membahayakan diri sendiri maupun orang lain di sekitar menjadi lebih besar. Keadaan tubuh yang kurang baik dapat memperlambat reaksi pengendara dan menyebabkan pengambilan keputusan yang tidak tepat. Hal ini secara signifikan meningkatkan potensi terjadinya kecelakaan lalu lintas, yang merupakan risiko paling serius bagi pengendara [1].

Kelelahan adalah kondisi yang menunjukkan perlunya tubuh untuk beristirahat guna memulihkan energi fisik dan mental. Kelelahan ini sering terjadi dalam aktivitas yang membutuhkan konsentrasi berkelanjutan, terutama pada aktivitas yang monoton dan berulang. Dalam konteks mengendarai sepeda motor, terdapat berbagai faktor yang dapat memengaruhi kondisi tubuh hingga memicu kelelahan. Beberapa di antaranya adalah kurangnya waktu tidur, buruknya kualitas tidur, lamanya durasi berkendara, serta kondisi jalan yang menantang, seperti macet atau medan yang sulit. Selain itu, faktor lingkungan, seperti suhu panas yang ekstrem atau kebisingan, juga dapat mempercepat munculnya rasa lelah. Semua hal ini dapat berdampak pada kemampuan pengendara untuk tetap fokus dan responsif selama perjalanan. [2]

Kelelahan saat mengendarai sepeda motor dapat menimbulkan berbagai efek negatif yang memengaruhi kemampuan pengendara. Gejala yang umum terjadi meliputi sering menguap, gangguan pada mata seperti mata terasa berat atau pandangan kabur, serta kesulitan untuk tetap fokus dan mempertahankan tingkat kewaspadaan yang tinggi. Kondisi ini tidak hanya mengurangi kemampuan pengendara untuk merespons situasi di jalan dengan cepat, tetapi juga dapat menyebabkan pengambilan keputusan yang

tidak tepat. Akibatnya, risiko kecelakaan lalu lintas meningkat secara signifikan, terutama dalam situasi darurat yang membutuhkan reaksi yang cepat [3].

### 1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Sepeda motor menjadi penyumbang jumlah kendaraan bermotor paling banyak di Indonesia. Menurut data BPS [4], sepeda motor menyumbang 125.305.332 dari 148.261.817 total jumlah kendaraan bermotor. Banyaknya pengendara sepeda motor di Indonesia menghadirkan resiko isiko kecelakaan yang signifikan dan dampak lingkungan yang perlu diperhatikan. Tingginya angka kecelakaan lalu lintas yang melibatkan sepeda motor menjadi permasalahan serius yang memerlukan kajian mendalam. Berdasarkan data dari Korlantas Polri [5], angka kecelakaan sepeda motor di Indonesia menunjukkan tren yang mengkhawatirkan, dengan korban jiwa dan kerugian materil yang cukup besar. Data tersebut menunjukkan peningkatan signifikan dalam beberapa tahun terakhir, mengindikasikan perlunya strategi pencegahan yang lebih efektif.

Perilaku pengendara sendiri menjadi faktor dominan dalam tingginya angka kecelakaan. Banyak pengendara yang mengabaikan keselamatan berkendara, seperti tidak menggunakan helm standar SNI, mengemudi dalam keadaan mabuk dan berkendara dalam keadaan lelah. Kelelahan pengendara sepeda motor merupakan salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap risiko kecelakaan lalu lintas. Menurut Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) [6], sekitar 80 persen kecelakaan dipicu oleh kelelahan yang menurunkan kewaspadaan dan memperlambat reaksi pengendara. Hal ini sejalan dengan data dari *US National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) [7], yang mencatat bahwa setiap tahunnya terdapat 100.000 kecelakaan di Amerika Serikat yang disebabkan oleh kelelahan. Data ini mencerminkan bagaimana kelelahan menjadi masalah global yang serius dalam keselamatan lalu lintas.

Ketika pengendara mengalami kelelahan, risiko kecelakaan meningkat secara signifikan, terutama karena hilangnya konsentrasi dan kemampuan untuk membuat

keputusan yang tepat. Studi [8] menunjukkan bahwa pengendara yang lelah memiliki waktu reaksi yang lebih lambat dibandingkan dengan pengendara yang segar. Kelelahan juga dapat menyebabkan kesalahan dalam mengemudi, seperti kehilangan kendali atas sepeda motor dan melakukan manuver berbahaya. Hal ini dapat mengakibatkan kecelakaan lalu lintas dengan tingkat keparahan yang bervariasi, mulai dari cedera ringan hingga kematian.

Salah satu cara mengurangi dampak fatal saat kecelakaan terjadi adalah penggunaan helm. Helm berfungsi sebagai perlindungan utama bagi kepala, bagian tubuh yang paling rentan terhadap cedera serius, yang sering kali menjadi penyebab utama kematian akibat kecelakaan lalu lintas. Sayangnya, banyak pengendara yang cenderung mengabaikan tanda-tanda kelelahan dan aturan penggunaan helm secara bersamaan. Padahal, kombinasi antara kesadaran akan pentingnya beristirahat yang cukup dan disiplin dalam menggunakan helm dapat menjadi langkah mitigasi yang efektif untuk mengurangi tingkat kecelakaan dan fatalitas di jalan.

Kondisi ini menunjukkan perlunya sistem yang dapat mendeteksi kelelahan dan memberikan peringatan dini kepada pengendara. Sistem tersebut diharapkan tidak hanya meningkatkan kewaspadaan pengendara tetapi juga menciptakan lingkungan berkendara yang lebih aman. Ketika digabungkan dengan kepatuhan terhadap penggunaan helm yang benar, langkah ini akan memberikan manfaat signifikan, baik dalam melindungi pengendara maupun mengurangi angka kecelakaan fatal.

**Tabel 1.1 Solusi yang telah ada**

No	Solusi	Kelebihan	Kekurangan	Referensi
1	Beristirahat sebelum berkendara	Kondisi fisik terjaga ketika berkendara	Banyak faktor yang mempengaruhi kurangnya fokus pengendara	[9]

2	Membatasi durasi berkendara	Menjaga kondisi pengemudi agar tetap fit	Kurangnya kesadaran terhadap waktu berkendara	[10]
3	Memberi lokasi untuk beristirahat	Memfasilitasi pengemudi untuk beristirahat apabila kondisi kurang fokus	Fasilitas pada lokasi belum merata sehingga pengemudi cenderung memilih untuk tidak beristirahat	[11]

### 1.1.2 Analisis Masalah

Dalam menganalisis masalah, beberapa aspek harus diperhatikan. Berikut adalah topik yang menjadi konstrain yang harus diperhatikan dalam menganalisis masalah:

#### 1. Konstrain Waktu

Pengembangan sistem dapat dikerjakan dalam waktu 6 bulan oleh satu orang, dengan alokasi waktu kerja 12 jam per minggu. Waktu pengerjaan mencakup dari membuat rancangan hingga pengujian sistem.

#### 2. Konstrain *Manufacturability*

Sistem dirancang menggunakan *single board computer* (SBC) yang dapat ditanamkan pembelajaran mesin dalam mengambil keputusan. Pemilihan *single board computer* ini juga dilandasi oleh dimensinya yang tidak terlalu besar sehingga dapat digunakan ketika berkendara.

#### 3. Konstrain Kenyamanan

Perancangan sistem memperhatikan pengalaman pengemudi. Sistem tidak boleh mengganggu konsentrasi pengemudi agar pengemudi tetap fokus ketika berkendara.

#### 4. Konstrain Keamanan

Sistem dibuat untuk melindungi pengendara ketika berkendara. Pendeteksian kelalahan pengendara harus dilakukan dengan sigap agar keamanan dari pengendara dapat dijaga.

#### 1.1.3 Kebutuhan yang harus dipenuhi

Berdasarkan pengenalan masalah serta informasi pendukung yang telah dianalisa dengan memperhatikan beberapa konstrain seperti waktu, *manufacturability*, kenyamanan, dan kemanan, Maka solusi yang dirancang harus memenuhi beberapa kebutuhan agar hasil yang diharapkan dapat tercapai. Kebutuhan yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Sistem mampu mendeteksi pengendara jika mengalami kelelahan
2. Sistem dapat memberikan peringatan jika mendeteksi kelelahan pada pengemudi
3. Sistem dapat bekerja sekurang-kurangnya 4 jam
4. Sistem tidak mengganggu pengendara ketika berkendara

#### 1.1.4 Tujuan

Dengan kebutuhan yang telah dijabarkan sebelumnya, tujuan yang ingin dicapai dalam pemecahan masalah ini adalah membuat sistem yang memberikan peringatan kepada pengendara jika mengalami kelelahan. Dengan peringatan tersebut pengendara dapat melakukan kegiatan yang memulihkan keadaan pengendara dari kelelahan. Sistem yang dibuat juga tidak mengganggu pengendara ketika berkendara.

#### 1.2 Solusi

Dalam menghadapi permasalahan, solusi diperlukan agar masalah dapat dicegah atau setidaknya dikurangi. Solusi yang ditawarkan harus memperhatikan berbagai aspek yang menjadi konstrain pada pembahasan serta memenuhi kebutuhan yang harus dipenuhi.

## 1.2.1 Karakteristik Produk

### 1. Fitur Dasar

#### a. *Sensing Capability*

Sistem harus dapat mendeteksi kelelahan dari pengendara. Untuk mencapai tujuan tersebut, maka sistem harus dilengkapi sensor yang dapat membaca kondisi dari pengendara yang telah mengalami kelelahan. Sensor yang digunakan harus dapat mengukur parameter parameter yang menjadi acuan dalam menandakan bahwa pengendara tersebut mengalami kelelahan.

#### b. Metode Komputasi

Data yang telah dibaca oleh sensor diolah agar mendapatkan suatu informasi yang penting bagi sistem. Metode komputasi digunakan sebagai metode dalam mengolah data yang telah dibaca oleh sensor

#### c. Sistem Peringatan Dini

Tindak lanjut dari pembacaan kondisi dari pengendara adalah memberikan peringatan bagi pengendara agar dapat melakukan tindakan yang dapat memulihkan keadaan pengendara dari kelelahan.

#### d. *Fast Sensing Capabilities*

Kondisi dari pengendara sangat vital pada keadaan mengendarai sepeda motor. Oleh karena itu sistem harus dapat bekerja dengan waktu yang cepat agar pengendara dapat terhindar dari kecelakaan lalu lintas akibat kelelahan.

#### e. *User Friendly*

Pengalaman pengendara ketika menggunakan sistem dibuat nyaman mungkin agar pengendara nyaman ketika menggunakan sistem. Sistem harus dirancang agar tidak

mengganggu pengendara ketika mengendarai sepeda motor agar pengendara tetap fokus.

## 2. Fitur Tambahan

### a. *Low Power*

Sistem dapat bekerja dengan waktu yang lama agar dapat bekerja selama pengendara mengendarai motor dalam waktu yang panjang

### b. Waktu Pengerjaan < 6 Bulan

Proses perancangan hingga pengembangan sistem harus dapat diselesaikan dalam waktu kurang dari 6 bulan.

### c. *Build Quality*

Sistem akan digunakan pada kondisi yang bermacam macam karena akan dipakai ketika berkendara. Oleh karena itu, sistem harus memiliki ketahanan ketika dipakai. *Build quality* merupakan fitur yang berguna agar sistem memiliki ketahanan ketika sedang berjalan.

## 1.2.2 Usulan Solusi

### 1.2.2.1 Solusi 1

Sistem mendeteksi kelelahan pengendara dengan meletakkan sensor GSR dan EMG yang membaca pergerakan aktifitas elektik yang berada pada saraf. Menurut [12] pola sinyal EMG dapat membuktikan apakah pengendara mengalami kelelahan atau tidak dengan membaca pada bagian tangan pengendara. Sinyal EMG dan respon GSR akan membaca sinyal elektrik pada bagian nadi dan kemudian akan diberikan kepada algoritma pembelajaran mesin untuk membuat klasifikasi biner. Apabila hasil klasifikasi biner tersebut membaca pengendara mengalami kelelahan, maka *buzzer* pada perangkat akan hidup dan peringatan pada aplikasi akan ditampilkan. Pengendara harus membuka aplikasi untuk mematikan peringatan pada perangkat maupun aplikasi.

Aplikasi yang dibuat akan berbasis *mobile* dan digunakan sebagai pengirim notifikasi dan melacak sejauh apa perjalanan telah berlangsung.

### 1.2.2.2 Solusi 2

Sistem mendeteksi kelelahan pengendara dengan menggunakan gelombang yang pada otak pengendara. Pola gelombang otak dapat menunjukkan tingkat kelelahan pengendara. Studi [13] menunjukkan bahwa perubahan gelombang otak dapat merasakan berubahnya kondisi pengendara yang disebabkan oleh berubahnya nilai konsentrasi. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran mesin data diolah dan diklasifikasi menjadi tingkat kelelahan tertentu. Algoritma pembelajaran mesin akan mengklasifikasikan tingkat kelelahan pengguna menggunakan *Karolinska sleepiness scale* (KSS). Apabila tingkat kelelahan pengendara telah mencapai tingkat tertentu maka buzzer akan berbunyi dan berhenti apabila algoritma membaca tingkat kelelahan pengendara telah berkurang.

### 1.2.2.3 Solusi 3

Sistem pendeteksi kelelahan pengendara menggunakan persentase tertutupnya mata pengendara dalam satu waktu. Studi [14] menunjukkan bahwa pengendara yang mengalami kelelahan dapat ditandai dengan banyaknya frekuensi tertutupnya mata pengendara. Dengan hasil studi tersebut maka sistem dapat dibuat dengan memantau frekuensi tertutupnya mata pengendara. *Computer vision* dapat diimplementasikan dengan memantau mata pengendara. Pembacaan kondisi tertutupnya mata dilakukan dengan menggunakan persamaan aspek rasio mata atau *eye aspect ratio* (EAR).

Kalkulasi persentase tertutupnya mata pengendara dilakukan menggunakan persamaan *percentage eyelid closure* (PERCLOS). Sistem digunakan ketika perjalanan berlangsung. Ketika sistem mendeteksi pengendara mengalami kelelahan maka, maka *buzzer* pada perangkat akan hidup dan memberikan notifikasi kepada pengendara sehingga dapat terhindar dari kecelakaan.

### 1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Usulan solusi akan dibandingkan satu dengan lainnya agar dapat memilih solusi yang sesuai dengan fitur yang telah ditetapkan sebelumnya. Perbandingan antar solusi dilakukan menggunakan konsep *house of quality*. *House of quality* adalah konsep yang menunjukkan bagaimana pengaruh dari fitur pada suatu solusi. Penggunaan *house of quality* ditunjukkan pada tabel 1.2.

**Tabel 1.2 House of quality**

	Importance rating	Sensing Capabilities	Metode Komputasi	Sistem Peringatan Dini	Fast Sensing Capabilities	User Friendly		Importance Rating	Percentage of importance rating	Solusi 1	Solusi 2	Solusi 3
Direction Of Development		↑	↑	↑	↑	↑		135	100%	3,296	3,000	3,296
Low Power	5	△	●		●			55	41%	○	○	○
Waktu Pengerjaan < 6	5	●	○	△	○			60	44%	○	○	○
Build Quality	4	△	△			○		20	15%	●	○	●
Importance rating		34	44	5	40	8	131					
Percentage rating		26%	34%	4%	31%	6%	100%					
Solusi 1		○	○	○	●	○	3,611					
Solusi 2		○	○	○	●	●	3,733					
Solusi 3		○	●	●	●	●	4,481					

Tabel *house of quality* digunakan untuk melihat bagaimana solusi memiliki nilai yang layak dengan membandingkannya dengan fitur fitur yang ada. Dalam membandingkan antara fitur dan solusi, digunakan simbol yang merupakan keterkaitan antara fitur dan solusi. Tabel 1.3 merupakan tabel simbol keterkaitan antara simbol dan fitur

**Tabel 1.3 Simbol hubungan antar fitur**

Simbol	Hubungan	Poin
●	Erat	5

	Normal	3
	Kurang	1

Terdapat 3 simbol yang digunakan dalam mendefinisikan relasi antara fitur dan solusi. Simbol lingkaran dengan lingkaran hitam didalamnya menandakan bahwa relasi yang ada bersifat erat dan memiliki poin 5, Lingkaran memiliki hubungan yang normal dan memiliki poin 3, dan segitiga memiliki hubungan kurang dan memiliki poin 1.

Berdasarkan simbol tersebut dan mengkalkulasikan dengan nilai kepentingan atau *importance rating*, maka perhitungan *house of quality* dapat dilakukan. Terdapat 2 jenis fitur yaitu fitur utama dan fitur tambahan. Oleh karena itu, terdapat 2 jenis perhitungan *house of quality* yaitu untuk fitur utama dan fitur tambahan. Berikut adalah perhitungan relasi antara solusi dengan fitur utama:

$$\text{Solusi 1: } [(3 \times 26\%) + (3 \times 34\%) + (3 \times 4\%) + (5 \times 31\%) + (3 \times 6\%)] = 3,611$$

$$\text{Solusi 2: } [(3 \times 26\%) + (3 \times 34\%) + (3 \times 4\%) + (5 \times 31\%) + (5 \times 6\%)] = 3,733$$

$$\text{Solusi 3: } [(3 \times 26\%) + (5 \times 34\%) + (5 \times 4\%) + (5 \times 31\%) + (5 \times 6\%)] = 4,481$$

Sedangkan untuk perhitungan relasi antara solusi dengan fitur tambahan adalah sebagai berikut:

$$\text{Solusi 1: } [(3 \times 41\%) + (3 \times 44\%) + (5 \times 15\%)] = 3,269$$

$$\text{Solusi 2: } [(3 \times 41\%) + (3 \times 44\%) + (3 \times 15\%)] = 3,000$$

$$\text{Solusi 3: } [(3 \times 41\%) + (3 \times 44\%) + (5 \times 15\%)] = 3,269$$

Terdapat 5 fitur utama dan 3 fitur tambahan. Tiap fitur akan dihubungkan antara fitur utama dan fitur tambahan. Perbandingan fitur akan dihubungkan menggunakan konstrain konstrain yang telah ditetapkan sebelumnya. Tiap fitur memiliki bobot yang

berbeda dalam tinjauan konstrain, Oleh karena itu, simbol digunakan dalam pendefinisian hubungan. Tiap fitur memiliki nilai kepentingan atau *importance rating* yang berbeda beda. Nilai tersebut berpengaruh dalam perhitungan untuk pemilihan solusi.

Konstrain waktu memiliki keterkaitan yang erat antara *sensing capabilities* dengan waktu pengerjaan kurang dari 6 bulan. Sistem harus dapat dikembangkan dalam waktu 6 bulan. Dalam waktu tersebut sistem harus telah dikembangkan dengan performa yang baik. Konstrain waktu juga memiliki keterkaitan yang normal antara metode komputasi dengan waktu pengerjaan kurang dari 6 bulan. Pengembangan metode komputasi meliputi pelatihan model dan pengetesan model yang memerlukan tahapan yang memakan waktu. Keterkaitan normal ini juga berlaku pada waktu pengerjaan kurang dari 6 bulan dengan *fast sensing capabilities*. Setelah algoritma untuk mendeteksi kelelahan dapat bekerja, Peninjauan terhadap kecepatan performa kemampuan sistem juga harus dapat dikembangkan dalam waktu 6 bulan.

Konstrain *manufacturability* merupakan penggunaan *single board computer* pada sistem. Konstrain ini memiliki hubungan erat pada tinjauan fitur metode komputasi dengan *low power* serta antara *fast sensing capabilities* dengan *low power*. Pemilihan *single board computer* berpengaruh terhadap kinerja sistem dalam hal metode komputasi dan *fast sensing capabilities*. Ketahanan sistem dalam melakukan pekerjaannya juga berperan penting dalam sistem. *Single board computer* yang dipilih harus bekerja dalam daya yang rendah namun tetap mempertahankan kinerja dari metode komputasi dan *fast sensing capabilities*.

Konstrain kenyamanan digunakan dalam peninjauan antara fitur *user friendly* dan *build quality* yang merupakan memiliki hubungan yang normal. Sistem dikembangkan dengan memperhatikan kenyamanan pengendara namun juga harus tahan dalam berbagai skenario ketika digunakan.

Konstrain keamanan mengharuskan sistem melindungi pengendara ketika berkendara. Konstrain ini menunjukkan hubungan yang normal kurang pada fitur *sensing*

*capabilities* dan metode komputasi dengan *build quality*. Ketahanan sistem dalam bekerja kurang berpengaruh pada *sensing capabilities* dan metode komputasi. Namun, ketahanan sistem juga harus diperhatikan walau hubungannya kurang.

#### 1.2.4 Solusi yang dipilih

Berdasarkan perhitungan tabel *house of quality* atau HOQ pada bagian 1.2.3 didapat solusi yang memiliki nilai keterkaitan antar fitur yaitu solusi 3 atau pendeteksi kelelahan pengendara menggunakan persentase tertutupnya mata pengendara dalam satu waktu. Solusi menggunakan *computer vision* dalam mendeteksi mata pengendara sehingga sistem cocok digunakan dalam tinjauan konstrain *manufacturability*. Waktu pengerjaan sistem juga diprediksi tidak memerlukan waktu yang lama karena algoritma yang digunakan telah banyak dimanfaatkan pada permasalahan lain. Dalam konstrain kenyamanan sistem yang menggunakan kamera untuk memantau mata pengendara tidak mengganggu pengendara ketika sistem digunakan.

Penggunaan *computer vision* akan memanfaatkan model YoloV5. Model akan menerima masukan yang berasal dari kamera *Raspberry Pi Camera Module 2 NoIR* dan kemudian akan dikirimkan kepada model dan diproses menggunakan *Raspberry Pi 4 Model B*. *Raspberry Pi 4 Model B* dipilih karena memiliki dimensi yang relatif kecil namun dapat menjalankan model pembelajaran mesin. Modul kamera juga dapat dihubungkan pada *Raspberry Pi 4 Model B* dengan *connector* atau penghubung yang ada pada board.