JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga) p-ISSN: 2774-7972
Vol. 4, No. 1, Maret 2024, pp. 45-56 e-ISSN: 2775-6696
DOI: https://doi.org/10.35313/jitel.v4.i1.2024.45-56

Prototype alat pendeteksi kantuk menggunakan sensor MAX30102 dan kamera dengan metode *eye aspect ratio*

Sri Nur Marshella[1], Rahmawati Hasanah[2*], Endang Habinuddin[3]
[1,2,3]Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung,
Jl. Gegerkalong Hilir Ds. Ciwaruga, Kabupaten Bandung Barat, Indonesia
[1]sri.nur.tkom20@polban.ac.id, [2*]rahmawati.hasanah@polban.ac.id, [3]endang.habinuddin@polban.ac.id

ABSTRAK

Indonesia memiliki tingkat kecelakaan yang cukup tinggi, WHO mencatat pada 2013-2016 kecelakaan lalu lintas menjadi pembunuh terbesar ketiga salah satunya karena mengantuk. Beberapa penelitian telah mengkaji sistem pendeteksi kantuk, seperti menggunakan sensor MAX30102 untuk mendeteksi nilai detak jantung sebagai indikasi mengantuk, serta menggunakan metode *eye aspect ratio* (EAR). Namun, penelitian-penelitian tersebut belum mempertimbangkan faktor *gender* dan sistem EAR belum dapat menyimpan gambar saat pengemudi mengantuk. Berdasarkan hal tersebut, diusulkan alat pendeteksi kantuk dengan pengukuran detak jantung dan kamera dengan metode EAR yang bekerja secara bersamaan untuk mendeteksi detak jantung dan kedipan mata pengemudi. Hasil dari penelitian, sistem telah berjalan, untuk sistem EAR dari 16 data uji didapat nilai akurasi yang baik dengan pencahayaan cukup (sekitar 800-1000 lumens) dan dengan pencahayaan redup (sekitar 400 lumens). Pada sistem pendeteksi kantuk dengan nilai detak jantung dari 8 data uji, diperoleh nilai error 3,33% saat subjek tidak mengantuk dan 3,55% saat subjek mengantuk. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan beberapa bpm antara nilai detak jantung yang diukur dengan nilai detak jantung yang sebenarnya. Pada pengujian sistem keseluruhan, didapat komunikasi serial antara sistem EAR dan sistem detak jantung sudah berjalan baik, dimana sistem EAR dimulai jika nilai detak jantung pengguna dibawah 81 bpm yang diambil dari rata-rata detak jantung manusia dalam kondisi istirahat. Namun perlu pengkajian lebih lanjut untuk penentuan nilai *threshold* kantuk.

Kata kunci: deteksi kantuk, detak jantung, *eye aspect ratio*

ABSTRACT

Indonesia has a fairly high accident rate, WHO noted that in 2013-2016 traffic accidents became the third largest killer, one of which was due to drowsiness. Several studies have examined drowsiness detection systems, such as using the MAX30102 sensor to detect heart rate values as an indication of drowsiness, and using the Eye Aspect Ratio (EAR) method. However, these studies have not considered the gender factor, and the EAR system has not been able to store images when the driver is sleepy. Based on this, a drowsiness detection tool is proposed by measuring heart rate and a camera with the EAR method that works simultaneously to detect the driver's heart rate and eye blink. The results of the research, the system has been running, for the EAR system from 16 test data obtained a good accuracy value with sufficient lighting (around 800-1000 lumens) and with dim lighting (around 400 lumens). In the drowsiness detection system with heart rate values from 8 test data, an error value of 3.33% is obtained when the subject is not sleepy, and 3.55% when the subject is sleepy. This indicates that there is a difference of several bpm between the measured heart rate value and the actual heart rate value. In the overall system test, it was found that serial communication between the EAR system and the heart rate system was running well, where the EAR system starts if the user's heart rate value is below 81 bpm which is taken from the average human heart rate in resting conditions. However, further study is needed to determine the threshold value of drowsiness.

Keywords: *drowsiness detection, heart rate, eye aspect ratio*

1. PENDAHULUAN

Dewasa kini, keselamatan dan keamanan dalam berkendara menjadi suatu hal penting yang perlu diperhatikan. Rawannya kecelakaan yang terjadi merupakan hal yang menakutkan karena kecelakaan dapat terjadi tanpa terduga. Menurut *Global Status Report on Road Safety* (2013), sebanyak 1,24 juta korban meninggal setiap tahun di seluruh dunia dan 20–50 juta orang mengalami luka akibat

Naskah diterima tanggal 14 Juli 2023, disetujui tanggal 4 Maret 2023
*E-mail korespondensi

kecelakaan lalu lintas [1]. Tak terkecuali di Indonesia, Indonesia memiliki tingkat kecelakaan yang cukup tinggi, dimana tercatat bahwa dalam rentang tahun 2013-2016 kecelakaan lalu lintas menjadi pembunuh terbesar ketiga setelah penyakit jantung koroner dan *tuberculosis* berdasarkan penilaian oleh WHO [2]. Bahkan, menurut informasi yang diterbitkan oleh Kementerian Perhubungan, berdasarkan data dari Korlantas Polri, terdapat 103.645 kejadian kecelakaan lalu lintas di Indonesia pada tahun 2021. Angka ini mengalami peningkatan jika dibandingkan jumlah kecelakaan pada tahun 2020 yang mencapai 100.028 kasus [3]. Tingkat kecelakaan tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, dengan faktor terbesar adalah faktor manusia yaitu sebesar 61%, faktor kendaraan 9%, dan faktor lingkungan 30%. Faktor manusia yang dominan yaitu karena kelelahan dan mengantuk dalam perjalanan [4].

Penelitian dalam bidang pendeteksi kantuk telah cukup banyak dikaji dengan berbagai metode yang digunakan. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu rancang bangun alat pendeteksi kantuk menggunakan sensor detak jantung untuk pengemudi. Sensor berfungsi untuk membaca nilai detak jantung yang diambil dengan melihat perubahan voleme darah sesuai pancaran cahaya yang diterima oleh sensor [5], [6]. Nilai detak jantung akan diproses pada Arduino dan disesuaikan dengan ambang batas yang ditetapkan. Jika nilainya kurang atau lebih dari ambang batas maka alarm akan berbunyi sebagai pertanda pengemudi mengantuk. Penelitian ini menghasilkan sebuah alat yang dapat digunakan untuk pengemudi berupa *smartwatch*, gelang, dan dalam penelitian lain ada juga yang menghasilkan aplikasi yang dapat diakses pada *smartphone* sebagai media monitoring [7], [8]. Selain itu, dalam penelitian lain, digunakan sistem pendeteksi kantuk dengan metode *Eye Aspect Ratio* (EAR) [9], [10]. Sistem pendeteksi kantuk ini menggunakan kamera sebagai pengolahan citranya dan teknologi *facial Landmark* dengan metode EAR. Sistem bekerja dengan menggunakan *webcam* yang memantau area mata, kemudian diproses oleh Raspberry Pi, jika pengendara terdeteksi menutupkan mata dengan nilai EAR < 0,25 selama 5 detik maka Raspberry Pi akan menyalakan alarm peringatan kepada pengendara bahwa pengemudi mengantuk.

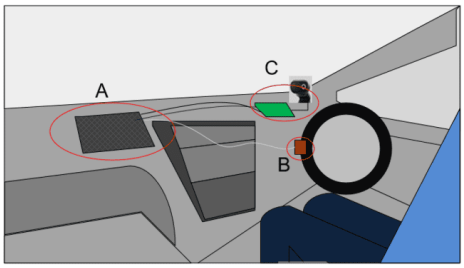
Tujuan penelitian ini adalah membuat rancangan alat pendeteksi kantuk dengan menggunakan sensor detak jantung MAX30102 dan kamera pendeteksi berdasarkan kedipan mata dengan metode EAR. Hal yang baru dari penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya yaitu alat yang dirancang merupakan kombinasi dari sistem detak jantung dan sistem EAR yang bekerja secara serial. Alat pendeteksi kantuk ini merupakan sebuah alat dengan sensor detak jantung dan kamera yang akan mengirimkan pesan pada pengemudi jika pengemudi mulai mengantuk. Sistem pendeteksi detak jantung akan bekerja terlebih dahulu untuk melihat nilai detak jantung pengemudi apakah dibawah *threshold* atau tidak. *Threshold* untuk pengemudi dibagi berdasarkan gendernya, dimana untuk wanita ditetapkan *threshold*-nya 81 Bpm, dan untuk pria ditetapkan 76 Bpm. Jika nilai detak jantung di bawah *threshold* maka sistem akan memanggil sistem kedua yaitu pendeteksian dengan kedipan mata berdasarkan metode EAR. Jika nilai EAR < 0,25 selama 30 *frame* maka sistem akan menyalakan *speaker* menandakan pengemudi mengantuk. Kombinasi kedua sistem ini ditujukan agar didapat alat pendeteksi kantuk yang akurat, karena terdapat pendeteksian ganda dalam sistem.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, penulis melakukan perancangan sistem pendeteksi kantuk dengan 2 metode yaitu pembacaan detak jantung dan kedipan mata dengan prinsip EAR yang dapat dijalankan secara serial.

2.1 Kerja Sistem

Gambar 1 merupakan ilustrasi dari sistem yang dibuat. Dari Gambar 1 terlihat bahwa ada 3 bagian penting dalam sistem kerja alat pendeteksi kantuk ini, dimana bagian A merupakan sistem pendeteksi kantuk pertama yang berisi Arduino Mega dan NodeMCU sebagai prosesor utamanya, selain itu, alat pada bagian A terhubung dengan bagian B yang merupakan sensor MAX30102 yang saat digunakan jari harus ditempelkan dengan jari pengemudi untuk melihat detak jantung pengemudi. Bagian A juga terhubung dengan bagian C, dimana bagian C ini merupakan sistem pendeteksi kantuk kedua yaitu menggunakan laptop dan kamera.



Gambar 1. Ilustrasi penggunaan sistem

Sistem kerja alat, mula mula pengemudi harus memilih klasifikasi *gender* terlebih dahulu agar sistem dapat menyesuaikan *range* detak jantung pengemudi sesuai *gender*. Pemilihan *gender* ini diperlukan karena kondisi detak jantung dalam kondisi istirahat (*Resting Pulse Rate*) antara pria dan wanita berbeda. Pada prototipe ini, untuk wanita, *threshold* detak jantung pada kondisi istirahatnya yang dipilih yaitu 81 BPM, dan untuk pria *threshold* detak jantung pada kondisi istirahatnya yang dipilih yaitu 76 BPM, yang diambil dari data departemen kesehatan dan pelayanan manusia Amerika Serikat [11], [12], sebagai antisipasi dini pengemudi hendak istirahat.

Tabel 1. Klasifikasi detak jantung manusia pada kondisi istirahat (*resting pulse rate*)

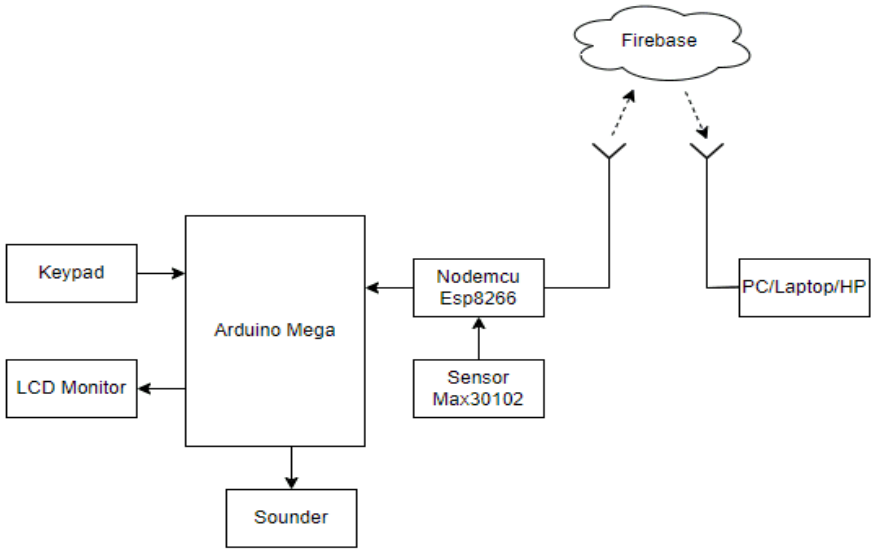
Pria			Wanita		
Usia (tahun)	**Atlet (bpm)**	**Rata-Rata (bpm)**	**Usia (tahun)**	**Atlet (bpm)**	**Rata-Rata (bpm)**
20-39	47-54	69-75	20-39	52-59	74-81
40-59	46-54	68-76	40-59	51-58	71-78
60-79	45-53	67-74	60-79	52-58	70-77

Setelah *gender* dipilih, kemudian sensor MAX30102 mendeteksi detak jantung pengemudi secara *real time*, sistem mendeteksi detak jantung pengemudi berapa *beat* dalam satu menit, jika ternyata detak jantung pengemudi dibawah *threshold* maka sistem mendeteksi pengemudi mengantuk dan alarm peringatan berbunyi. Setelah sistem pertama mendeteksi pengemudi mengantuk (nilai bpm lebih dari 50 bpm dan < 81 bpm), maka sistem kedua menyala akibat adanya komunikasi serial dari sistem 1 bahwa pengemudi mengantuk. Kamera kemudian menyala dan memantau pengemudi secara *real time*, untuk mengecek kedipan mata pengemudi. Jika pengemudi menutup mata dalam jumlah waktu yang lama dan disertai dengan nilai EAR yang semakin kecil, maka sistem mendeteksi pengemudi mengantuk dan mengirimkan alarm peringatan kembali melalui *speaker*.

2.2 Rancangan Sistem

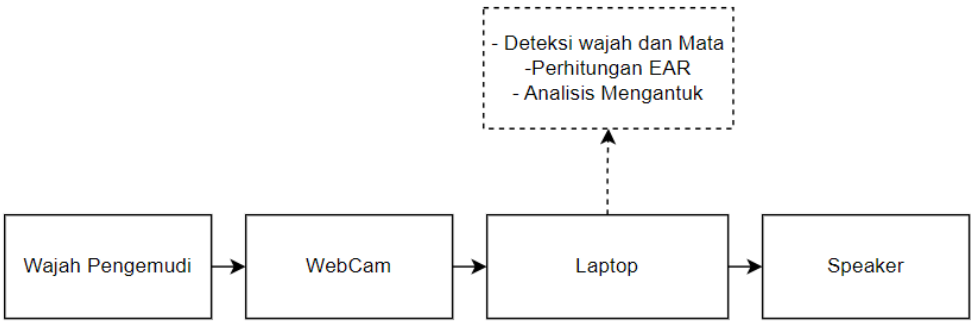
Diagram blok rancangan sistem dibagi menjadi tiga bagian. Bagian pertama merupakan diagram blok dari sistem pendeteksi kantuk dengan sensor MAX30102 yang dapat dilihat pada Gambar 2. Sistem ini bekerja dengan sensor MAX30102 dimana cara kerja alat yaitu saat alat dinyalakan maka pada bagian LCD monitor muncul tampilan pilihan mengenai *gender* dari pengemudi yang dapat dipilih dengan menekan tombol keypad. Pilihan menu diproses pada Arduino Mega, sedangkan sensor dihubungkan dengan NodeMCU ESP8266 untuk membaca nilai detak jantung pengemudi yang terhubung juga pada *firebase* sebagai media monitoring. Setelah pengemudi memilih *gender* maka komunikasi serial antara NodeMCU dan Arduino Mega akan aktif, dimana nilai detak jantung yang diperoleh dari jari pengemudi di NodeMCU akan dikirimkan kepada Arduino Mega untuk dideteksi nilai detak jantungnya, apakah aman atau berada di luar batas yang ditentukan.

Nilai *threshold* atau ambang batas detak jantung antara pria dan wanita, ditetapkan mengikuti nilai rata rata terbesar dari tabel 1, dimana untuk pria ditetapkan 76 bpm dan untuk wanita ditetapkan 81 bpm, yang merupakan nilai detak jantung istirahat sehingga sistem dapat mengantisipasi kantuk lebih dini. Jika nilai detak jantung di bawah batas yang ditentukan maka *sounder* akan berbunyi sebagai peringatan antisipasi mengantuk.



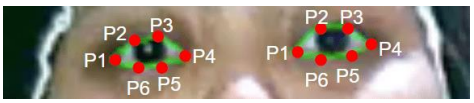
Gambar 2. Diagram blok pendeteksi kantuk dengan detak jantung

Diagram blok kedua pada Gambar 3 merupakan diagram blok perancangan sistem pendeteksi kantuk dengan kamera. Sistem dibuat menggunakan kamera *webcam* untuk menangkap gambar wajah pengemudi dan memprosesnya dalam menghitung nilai EAR. *Library* yang digunakan untuk pendeteksi kantuk ini adalah Python, OpenCV, dan Dlib [13]. Pada alat juga digunakan laptop sebagai media untuk memproses program, didalamnya ada proses deteksi wajah dan mata, dari deteksi mata itu maka langsung dihitung nilai EAR nya oleh progam dan memberikan indikasi apakah mengantuk atau tidak. Sistem bekerja untuk mendeteksi pengemudi mengantuk atau tidak berdasarkan lamanya pengemudi menutup mata. Adapun pengemudi terindikasi mengantuk jika nilai EAR < 0,25 (mata terindikasi menutup) dan jika menutup dalam rentang 30 *frame*, maka speaker alarm berbunyi.



Gambar 3. Diagram blok kamera *real-time*

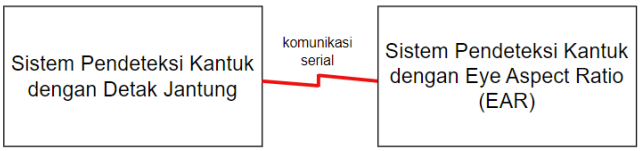
Nilai EAR dihitung mengikuti titik-titik pada bagian mata seperti pada gambar 4, dengan perhitungan berdasarkan persamaan (1). Titik-titik ini merepresentasikan bagian mata tertentu. Titik p2, p3, p5 dan p6 digunakan untuk mengukur tinggi mata sedangkan p1 dan p4 digunakan untuk mengukur lebar mata. Hasil keluaran persamaan inilah yang dijadikan acuan untuk mendeteksi pengemudi sedang menutup mata atau tidak, karena ketika mata terbuka nilai EAR akan memiliki nilai yang tinggi dengan lebih besar dari 0. Namun, ketika mata tertutup atau setengah tertutup, nilai EAR akan memiliki nilai yang rendah bahkan mendekati 0 [14].



Gambar 4. Metode EAR terhadap kedipan mata

$$\text{EAR} = \frac{\|p2-p6\| + \|p3-p5\|}{2\|p1-p4\|} \quad (1)$$

Diagram blok ketiga merupakan diagram blok dari kedua sistem yang digabungkan menjadi satu kesatuan seperti pada gambar 5. Penggabungan kedua sistem dilakukan melalui komunikasi serial antara Arduino dan Python pada laptop, dimana sistem pendeteksi detak jantung bekerja terlebih dahulu jika terdeteksi nilai detak jantung kurang dari 81 bpm maka kamera menyala dan memantau secara *real time*. Nilai *threshold* diambil 81 bpm, dikarenakan nilai *threshold* yang ditetapkan antara wanita dan pria yang tertinggi adalah 81 bpm, sehingga sistem dalam komunikasi serial pun menggunakan nilai 81 bpm agar mencakup kedua *gender* sehingga dapat mengantisipasi kantuk lebih dini.



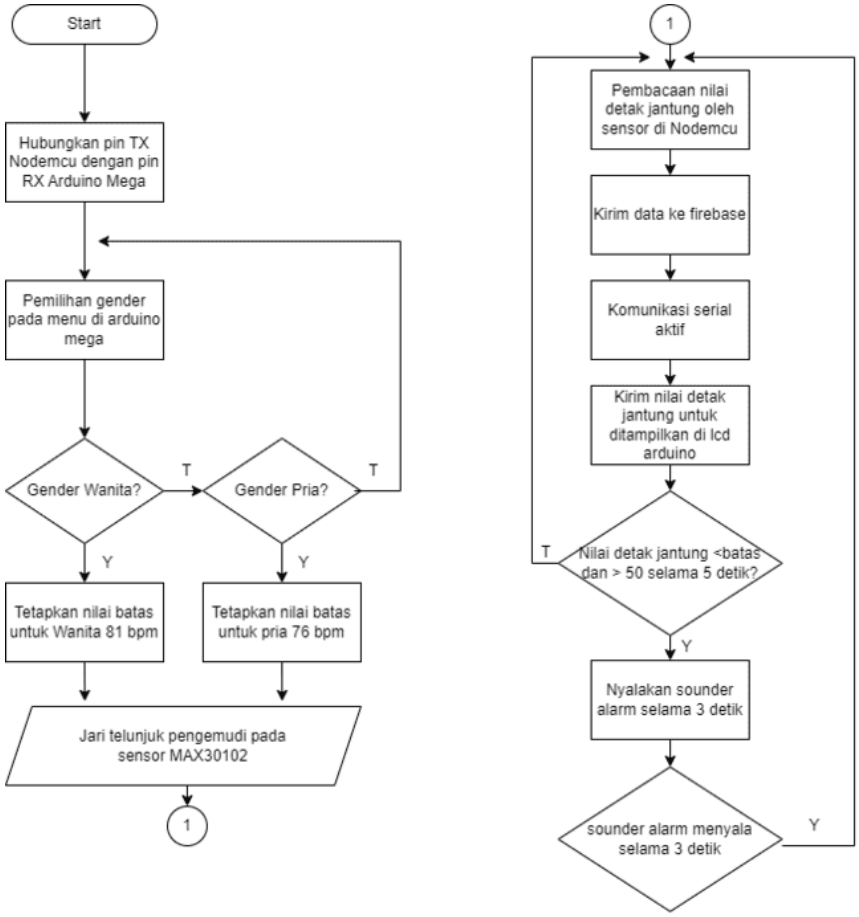
Gambar 5. Diagram blok keseluruhan

2.3 Rancangan Algoritma

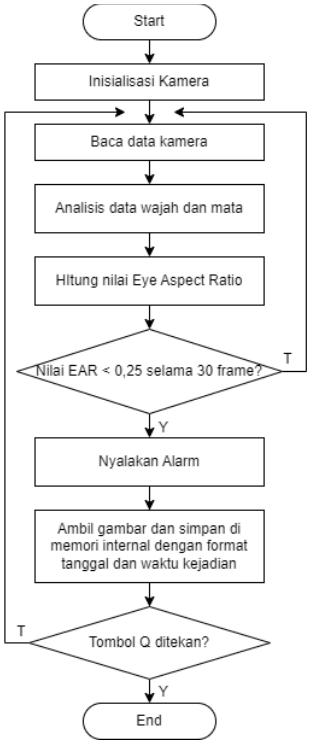
Algoritma atau diagram alir pada perancangan sistem dibagi menjadi tiga bagian. Bagian pertama merupakan diagram alir dari sistem pendeteksi kantuk dengan sensor MAX30102 yang dapat dilihat pada Gambar 6. Untuk menjalankan sistem maka rangkaian sistem harus terhubung dengan catu daya yang sesuai, kemudian untuk proses komunikasi serial antara Arduino Mega dan NodeMCU maka perlu 0dihubungkan pin Tx NodeMCU ke pin Rx Arduino Mega. Pengguna harus memilih salah satu dari pilihan menu *gender* yang tersedia, apakah pria atau wanita. Pilihan *gender* berfungsi untuk mengatur nilai batas detak jantung pada sistem. Setelah itu letakkan jari sebagai input, maka otomatis sistem membaca nilai detak jantung dan mengirimkan nilai kepada *firebase*, diwaktu itu pula komunikasi serial akan terjalin dan NodeMCU akan mengirimkan nilai detak jantung ke Arduino Mega. Arduino Mega mendeteksi nilai yang masuk apakah lebih besar dari 50 dan kurang dari *threshold* selama 5 detik, jika kondisi benar maka alarm akan berbunyi selama 3 detik, dan pendeteksian akan berlanjut, Sistem akan berhenti jika catu daya sudah dimatikan atau tidak terhubung dengan sistem.

Diagram alir kedua merupakan diagram alir sistem pendeteksi kantuk dengan metode EAR seperti pada Gambar 7. Sistem ini terhubung pada laptop dan kamera. Mula-mula sistem akan membaca data dari kamera dan menganalisis bagian wajah khususnya bagian mata untuk mendeteksi nilai EARnya. Jika nilai EAR < 0,25 selama 30 *frame*, maka alarm akan berbunyi dan sistem mengambil gambar kemudian menyimpannya pada memori internal, jika tidak maka sistem akan terus berulang melakukan pendeteksian. Sistem akan berhenti jika tombol Q ditekan.

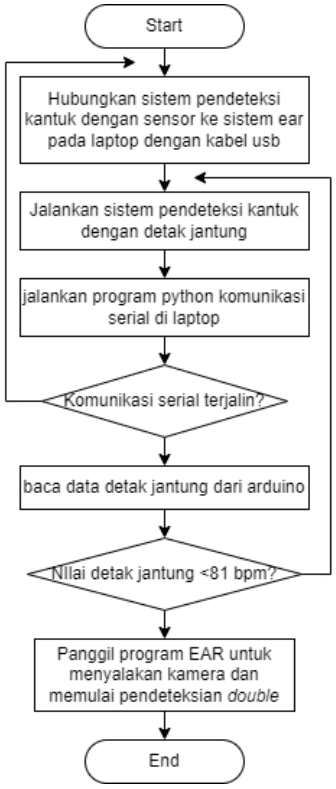
Diagram alir ketiga seperti pada Gambar 8 merupakan diagram alir dari sistem secara keseluruhan yaitu penggabungan antara sistem pendeteksi kantuk dengan detak jantung dan sistem pendeteksi kantuk dengan EAR. Sistem berjalan dengan komunikasi serial antara kedua program, karena itu harus dipastikan bahwa kabel USB pada Arduino tersambung dengan *port* di laptop. Mula mula sistem pendeteksi kantuk akan bekerja terlebih dahulu, juga program komunikasi serial Python perlu dijalankan untuk menerima data detak jantung dari Arduino. Jika data detak jantung berhasil diterima, maka data diperiksa, jika nilainya dibawah 81 bpm, maka dipanggil program EAR, sebagai sistem kedua dari rancangan keseluruhan.



Gambar 6 Diagram Alir sistem pendeteksi kantuk dengan sensor MAX30102



Gambar 7. Diagram alir sistem pendeteksi kantuk EAR



Gambar 8. Diagram alir sistem keseluruhan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem dibagi menjadi tiga bagian. Bagian pertama seperti pada Gambar 9(a), merupakan implementasi sistem pendeteksi kantuk dengan sensor MAX30102, dimana di bagian atas alat dipasang *sounder* dan lubang untuk menampilkan wifi dari NodeMCU. Kemudian di bagian depan di pasang LCD dengan saklar sebagai keypad disebelahnya agar memudahkan pemilihan menu. Di bagian samping merupakan tempat keluarnya kabel baik kabel NodeMCU maupun kabel Arduino Mega, di bagian ini juga terdapat lubang untuk tempat keluarnya sensor sebagai input nilai detak jantung. Kemudian sistem ini juga digunakan untuk memlih *gender* dari pengemudi, dimana *gender* dapat dipilih dengan menekan tombol yang ada pada sistem dengan menu pilihan tertera pada layer LCD.

(a) **(b)**

(c)

Gambar 9. Implementasi sistem: (a) tampak luar, (b) menu pemilihan *gender*, (c) *hardware* sistem EAR

Pemilihan *gender* seperti pada Gambar 9(b) memperlihatkan tampilan menu saat dalam pemilihan klasifikasi *gender*. Tombol sebelah kiri berfungsi untuk menaikkan kursor, tombol tengah untuk menurunkan kursor dan tombol kanan untuk mengklik pilihan *gender*. Implementasi sistem kedua seperti pada Gambar 9(c) merupakan implementasi dari sistem pendeteksi kantuk dengan EAR, dimana terlihat bahwa ada tiga buah alat penting dari sistem yaitu laptop, kamera, dan speaker. Sistem detak jantung di sambungkan dengan sistem EAR melalui kabel USB dan komunikasi serial.

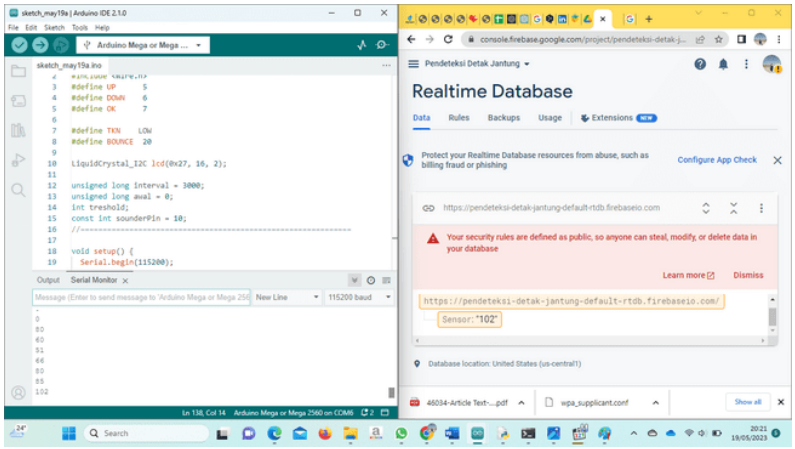
3.2 Pengujian Sensor MAX301012

Pengujian pendeteksi kantuk dengan sensor MAX30102 dilakukan kepada 8 orang subjek dengan 3 pria dan 5 wanita. Pengujian dilakukan dengan mencocokkan nilai rata rata pada sensor dengan nilai pada Oximeter. Dari pengujian yang dilakukan didapat hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji coba pendeteksi kantuk sensor

No.	Subjek	Usia	Jenis Kelamin	Tidak Mengantuk		% error	Mengantuk		% error
				Sensor (bpm)	Oximeter (bpm)		Sensor (bpm)	Oximeter (bpm)	
1	1	12	L	91	87	4,59	63	67	6,73
2	2	53	L	90	91	1,09	75	73	5
3	3	50	L	90	87	3,44	70	68	2,94
4	4	48	P	80	83	3,61	67	68	1,47
5	5	19	P	79	82	3,65	67	67	0
6	6	21	P	94	98	4,08	71	75	5,33
7	7	22	P	86	82	4,87	53	56	5,35
8	8	49	P	90	91	1,09	74	75	1,67
Rata-rata %error						**3,3**			**3,55**

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai error saat pengguna tidak mengantuk adalah 3,3% dan saat pengguna mengantuk sebesar 3,55%. Nilai error yang didapat masih tergolong kecil karena kurang dari 5%. Hasil yang didapatkan sesuai dengan parameter yang diinginkan, bahwa sensor dapat membaca nilai detak jantung dengan baik. Pengujian selanjutnya, untuk melihat keakuratan *threshold* detak jantung sesuai *gender*. Berdasarkan Tabel 1 *threshold* yang digunakan untuk wanita adalah 81 bpm, dan untuk pria adalah 76 bpm. Dari Pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa saat nilai detak jantung wanita kurang dari 81 bpm pada oximeter, keadaannya sedang mengantuk. Begitupun dengan pria saat detak jantung dibawah 76 maka dalam kondisi mengantuk. Namun, hal ini perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Selanjutnya, pengujian media penyimpanan data kantuk dari sensor yaitu pada Firebase seperti pada Gambar 10. Dari gambar di bawah terlihat bahwa nilai yang muncul pada serial monitor arduino berhasil dikirimkan pada Firebase secara *real time*. Data yang tampil dalam Firebase hanya berupa nilai detak jantung pengguna secara *realtime* saat alat sedang digunakan.



Gambar 10. Data pada *real time* Firebase

3.3 Pengujian Metode *Eye Aspect Ratio*

Pengujian dilakukan dalam 2 kondisi yaitu dengan pencahayaan cukup (sekitar 800-1000 lumens) dan agak redup (sekitar 400 lumens). Hasil dari pengujian yang dilakukan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian EAR

Kondisi	Pencahayaan Cukup	Pencahayaan Redup
Tidak Mengantuk		
Mengantuk		

Tabel 3 merupakan hasil pengujian sistem EAR. Dari pengujian yang dilakukan, kamera dapat mendeteksi bagian mata pengguna yang akan menjadi objek pengujian. Pada saat pencahayaan cukup bagian mata yang terdeteksi lebih presisi dibandingkan dengan pencahayaan redup. Dari gambar saat kondisi tidak mengantuk disertai pencahayaan cukup nilai ear terdeteksi lebih besar yaitu 0,31 sedangkan saat pencahayaan redup didapat nilai 0,28. Saat nilai EAR < 0,25 sistem akan mendeteksi pengguna mengantuk dan mengirimkan alarm, dari gambar hasil pengujian baik dengan pencahayaan redup maupun cukup, saat nilai EAR < 0,25 maka sistem berhasil memunculkan tanda bahwa pengemudi mengantuk, yang berarti bahwa kamera berhasil bekerja secara *real time*. Namun, dalam kondisi pencahayaan redup terkadang nilai ear tidak sesuai dan memberikan informasi yang salah.

Pengujian selanjutnya adalah menguji keakuratan sistem berdasarkan sudut rotasi putaran kepala, dan jarak dengan 2 parameter utama yaitu cahaya redup dan cukup melihat nilai akurasi sistem. Rentang sudut yang digunakan adalah antara 0 hingga 45 derajat, sudut ini diambil untuk dapat melihat keakuratan data ketika sudut pandang pengguna mengarah ke arah spion atau ke luar kaca jendela. Rentang jarak yang diuji berkisar antara 30 hingga 60 cm. Rentang ini dipilih sebagaimana *National Highway Traffic Safety Administration* merekomendasikan agar jarak antara pengemudi dan setir mobil minimal 10 inci lebih atau sekitar 25 cm lebih untuk keselamatan berkendara. Namun, pengujian dilakukan dari 30 cm hingga 60 cm untuk memastikan keamanan jika jarak antara pengemudi dan setir melebihi 30 cm [15].

Tabel 4 merupakan hasil pengujian dari sistem pendeteksi kantuk dengan pencahayaan yang cukup. Dari hasil yang diperoleh pengujian dilakukan 16 kali percobaan dengan 16 kondisi benar dan 0 kondisi salah maka sistem sudah berjalan dengan baik karena tidak terdapat kesalahan dalam 16 kali percobaan. Tabel 5 merupakan hasil pengujian dari sistem pendeteksi kantuk dengan pencahayaan redup. Hasil yang didapatkan saat kamera mendeteksi dengan jarak 60 cm dan sudut 45, sistem tidak dapat mendeteksi mata pengguna. Adapun nilai akurasi yang didapatkan adalah 93,75% sebagaimana perhitungan nilai akurasi:

$$\text{Akurasi} = \frac{Jumlah\ data\ benar}{Jumlah\ data\ keseluruhan} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Akurasi} = \frac{15}{16} \text{ x } 100\% = 93{,}75\ \%$$

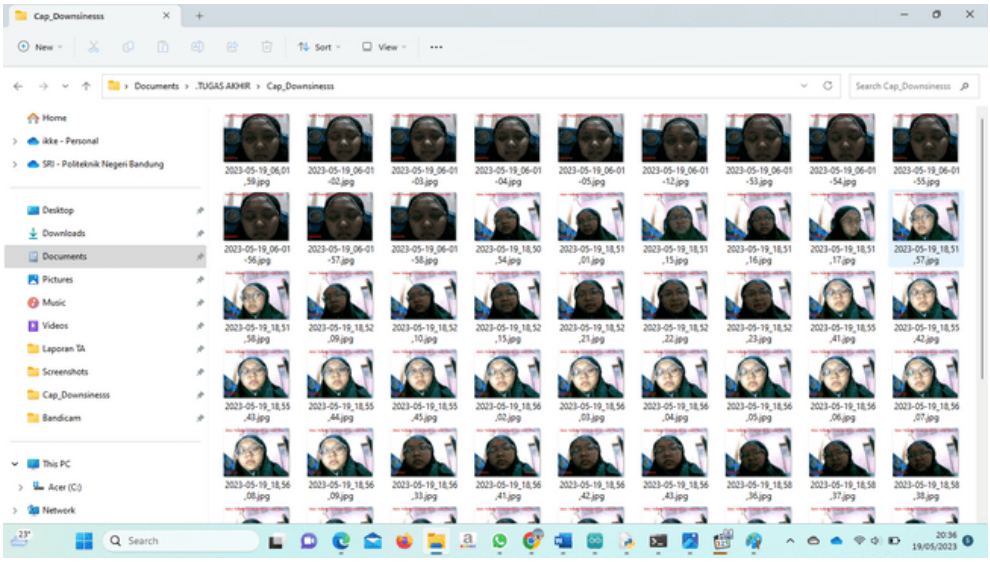
Tabel 4. Hasil pengujian EAR dengan cahaya cukup

Percobaan	Jarak (cm)	Sudut (°)	Deteksi Mata	Deteksi kantuk	*Speaker*
1	30	0	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
2	40	0	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
3	50	0	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
4	60	0	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
5	30	15	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
6	40	15	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
7	50	15	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
8	60	15	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
9	30	30	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
10	40	30	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
11	50	30	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
12	60	30	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
13	30	45	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
14	40	45	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
15	50	45	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
16	60	45	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi

Tabel 5. Hasil pengujian EAR dengan cahaya redup

Percobaan	Jarak (cm)	Sudut (°)	Deteksi Mata	Deteksi kantuk	*Speaker*
1	30	0	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
2	40	0	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
3	50	0	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
4	60	0	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
5	30	15	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
6	40	15	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
7	50	15	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
8	60	15	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
9	30	30	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
10	40	30	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
11	50	30	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
12	60	30	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
13	30	45	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
14	40	45	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
15	50	45	Terdeteksi	Terdeteksi	Berbunyi
16	60	45	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Tidak Berbunyi

Dari kedua pengujian, didapat bahwa akurasi sistem lebih dari 90%, hal ini sesuai dengan parameter yang diharapkan, yaitu nilai akurasi lebih besar dari 90%. Pengujian selanjutnya yaitu menguji penyimpanan gambar saat sistem mendeteksi mengantuk, dimana sistem akan mengambil gambar dan menyimpannya pada internal memori dengan format nama, tanggal dan waktu, untuk melihat pengemudi mengantuk pada tanggal dan pukul berapa. Dilihat pada Gambar 11, pengujian program berhasil dalam mengambil gambar dan menyimpannya pada internal memori.



Gambar 10 Penyimpanan gambar saat mengantuk

3.4 Pengujian Sistem Pendeteksi Kantuk Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan untuk melihat komunikasi serial yang terjadi antara Arduino dan program Python pada laptop.

Tabel 6. Hasil pengujian keseluruhan

Percobaan	Detak Jantung (bpm)	Pemanggilan program EAR	Kondisi Kamera	Deteksi Mata	Status
1	66	Terjalin	Menyala	Ya	*True*
2	71	Terjalin	Menyala	Ya	*True*
3	77	Terjalin	Menyala	Ya	*True*
4	90	Tidak Terjalin	Tidak Menyala	Tidak	*True*
5	50	Tidak Terjalin	Tidak Menyala	Tidak	*True*
6	92	Tidak Terjalin	Tidak Menyala	Tidak	*True*
7	79	Tidak Terjalin	Tidak Menyala	Tidak	*True*

Tabel 6 merupakan hasil pengujian sistem keseluruhan. Pengujian sistem keseluruhan dilakukan untuk mendeteksi akurasi komunikasi serial antara Arduino dengan Python. Alat menjalankan sistem pendeteksi kantuk berdasarkan nilai detak jantung terlebih dahulu dari Arduino jika nilai detak jantung lebih dari 50 bpm dan kurang dari 81 bpm, maka sistem akan memanggil program EAR dan menjalankannya secara bersamaan dengan sistem detak jantung, namun jika nilai detak jantung tidak lebih dari 50 bpm dan tidak kurang dari 81 bpm maka sistem akan melanjutkan proses pembacaan sensor. Hal ini dilakukan untuk menghemat penggunaan daya yang digunakan oleh kamera. Dari tabel di atas setelah dilakukan percobaan dengan nilai detak jantung yang berbeda-beda, didapatkan hasil yaitu komunikasi serial dapat membaca dengan baik nilai detak jantung serta program EAR juga berjalan dengan baik sehingga status pengujiannya benar.

Oleh karena itu, dapat disimpulkan, bahwa sistem dapat membaca data dan memanggil program dengan baik. Namun perlu diperhatikan *delay* saat proses pemanggilan program EAR, karena pemanggilan membutuhkan waktu beberapa saat. *Delay* ini bisa berbeda beda bergantung dengan kapasitansi alat dan media pemrosesan yang digunakan.

4. KESIMPULAN

Dalam rangka mencapai tujuan penelitian, penelitian ini telah berhasil membuat *prototype* sistem pendeteksi kantuk dengan sensor MAX30102 dan kamera dengan metode EAR. Akurasi yang didapatkan dalam penelitian ini sesuai dengan parameter yang diharapkan, nilai akurasi sistem pendeteksi kantuk berdasarkan detak jantung dengan pengujian kepada 8 subjek didapatkan akurasi sebesar 96,7% dengan error sebesar 3,3% ketika pengguna tidak mengantuk, dan akurasi sebesar

96,45% dengan error sebesar 3,55% ketika pengguna mengantuk. Kemudian, untuk sistem pendeteksi kantuk dengan EAR dari 16 pengujian didapat bahwa sistem berjalan dengan baik karena tidak ada kesalahan dalan 16 percobaan dengan keadaan pencahayaan cukup, dan untuk percobaan dengan keadaan pencahayaan redup didapat akurasi 93,75%. Pada pengujian sistem keseluruhan, komunikasi serial antara sistem sistem detak jantung dan EAR sudah dapat berjalan dengan baik.

Meskipun demikian, sistem pendeteksi kantuk ini, khususnya pada sistem pendeteksi kantuk dengan sensor detak jantung, perlu pengembangan lebih lanjut untuk dapat digunakan oleh pengemudi. Hal ini berkaitan dengan ambang batas nilai detak jantung pengemudi berdasarkan klasifikasi *gender* (pria dan wanita) yang perlu dilakukan analisis dan pengkajian lebih lanjut untuk memperoleh data yang lebih akurat dan terpercaya. Selain itu, perlu diuji juga *delay* yang terdapat pada kedua sistem serta *delay* pada saat integrasi sistem. Adapun dari segi alat yang digunakan untuk menjalankan program EAR, dapat digunakan Raspberry Pi agar penggunaan alat lebih praktis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Bandung khususnya bidang akademik, atas bantuan yang diberikan pada penulis melalui Bantuan Dana Tugas Akhir 2023.

REFERENSI

[1] A. Tito and D. Lestari, "KNKT: 80 Persen Kecelakaan di Tol Akibat Mengantuk dan letih," Viva. [Daring]. Tersedia pada: https://www.viva.co.id/berita/nasional/1427758-knkt-80-persen-kecelakaan-di-tol-akibat-mengantuk-dan-letih?page=all

[2] A. Hidayati and L. Y. Hendrati, "Traffic Accident Risk Analysis by Knowledge, the Use of Traffic Lane, and Speed," *Jurnal Berkala Epidemiologi*, vol. 4, no. 2, pp. 275, 2017.

[3] V. A. Dihni, "Angka Kecelakaan Lalu Lintas di Indonesia Meningkat di 2021, Tertinggi dari Kecelakaan Motor." [Daring]. Tersedia pada: https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/03/24/angka-kecelakaan-lalu-lintas-di-indonesia-meningkat-di-2021-tertinggi-dari-kecelakaan-motor

[4] Marroli, "Rata-rata Tiga Orang Meninggal Setiap Jam Akibat Kecelakaan Jalan," kementrian informasi dan komunikasi. [Daring]. Tersedia pada: https://www.kominfo.go.id/index.php/content/detail/10368/rata-rata-tiga-orang-meninggal-setiap-jam-akibat-kecelakaan-jalan/0/artikel_gpr

[5] S. Purwiyanti, FX. A. Setyawan, and H. Fitriyawan, "Pengukuran Jumlah Detak Jantung Menggunakan Sensor Detak Jantung Berbasis Arduino," 2018.

[6] I. F. Faisal, A. P. Kharisma, and Sutrisno, "Pengembangan Aplikasi Pendeteksi Kantuk Pada Pengendara Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan Sensor Detak Jantung Pada Smartwatch," *Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 10, pp. 9568–9578, 2019.

[7] A. Zakiyyatuddin, Aldo, D. Afif, and A. Ramelan, "Wristband Inovatif Penghilang Kantuk Saat Belajardengan Sensor Detak Jantung Berbasis Iot," *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, vol. 2, no. 2, pp. 108–116, 2018.

[8] N. Z. Nafila, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kantuk Untuk Meminimalisir Resiko Kecelakaan Berbasis Internet of Things," *Tugas Akhir Politeknik Negeri Bandung*, 2022.

[9] C. K. U. Nggiku, A. Rabi, dan Subairi, "Deteksi Kantuk Pada Pengemudi Mobil Menggunakan Eye Aspect Ratio Dengan Metode Facial Landmark," *SinarFe7*, vol. 5, no. 1, pp. 72–78, 2022.

[10] C. K. U. Nggiku, A. Rabi, and Subairi, "Deteksi Kantuk Untuk Keamanan Berkendara Berbasis Pengolahan Citra," *JEETech*, pp. 48–56, 2023.

[11] Y. Ostchega, K. S. Porter, J. Hughes, C. F. Dillon, and T. Nwankwo, "Resting Pulse Rate Reference Data for Children, Adolescents, and Adults: United States, 1999-2008," *Natl Health Stat Report*, no. 41, 2011.

[12] C. Meserve, "What is a Good Resting Heart Rate by Age and Gender?," Whoop. [Daring]. Tersedia pada: https://www.whoop.com/thelocker/resting-heart-rate-by-age-and-gender/

[13] A. Zein, "Pendeteksian Kantuk Secara Real Time Menggunakan Pustaka OPENCV dan DLIB PYTHON," *Sainstech: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi*, vol. 28, no. 2, pp. 22–26, 2018.

[14] N. Kamarudin, "Implementation of haar cascade classifier and eye aspect ratio for driver drowsiness detection using raspberry Pi," *Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering*, vol. 6, no. 5, pp. 67–75.

[15] "Can Sitting Too Close to the Steering Wheel Be Dangerous?," Strong Law, P.C. [Daring]. Tersedia pada: https://www.stronglaw.com/blog/2015/october/can-sitting-too-close-to-the-steering-wheel-be-d/