

SISTEM DETEKSI KELELAHAN PENGEMUDI BERDASARKAN PENGUKURAN KEDIPAN MATA

Ressa Ardiansya Putra, Fajar Astuti Hermawati*

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

E-Mail: *fajarastuti@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Pendeteksian kelelahan pada pengemudi sangatlah penting untuk keamanan dalam berkendara, terutama pada saat perjalanan jauh atau mudik sekalipun. Penelitian ini mengajukan sebuah sistem deteksi kelelahan pengemudi berbasis video berdasarkan pada pengukuran kedipan mata (*eye blinking detection*). Data yang digunakan direkam menggunakan kamera smartphone dengan posisi pengemudi menghadap kamera (*frontal face*). Proses penentuan kondisi pengemudi dimulai dengan pendeteksian lokasi wajah dari pengemudi menggunakan metode Viola-Jones. Jika wajah sudah terdeteksi, dilanjutkan dengan deteksi mata pada citra wajah tersebut menggunakan metode yang sama. Hasil deteksi mata ini digunakan untuk menentukan kondisi mata terbuka atau mata tertutup. Deteksi dilakukan pada setiap frame gambar video. Seorang pengemudi dikatakan berada pada kondisi kelelahan atau mengantuk jika mata tertutup selama minimal 9 frame berturut-turut atau selama 0.3 detik. Dari hasil pengujian, wilayah mata terdeteksi dengan cukup baik dengan akurasi rata-rata dari hasil deteksi kedipan mata yaitu kondisi mata tertutup atau terbuka adalah sebesar 98.73%.

Kata Kunci: Pengenalan wajah, pengenalan mata, deteksi kelelahan pengemudi, deteksi kedipan mata (*eye blinking detection*), sistem transportasi cerdas.

1. Pendahuluan

Penelitian di bidang sistem transportasi cerdas (*intelligent transportation system*) terus dikembangkan dalam beberapa dekade terakhir ini diantaranya penelitian deteksi plat nomor kendaraan [1][2][3], penelitian deteksi rambu batas kecepatan [4], serta penelitian deteksi kelelahan pengemudi pada saat mengendarai kendaraan. Untuk mengurangi kecelakaan lalu lintas banyak negara mulai memperhatikan masalah keselamatan mengemudi, yang tingkat kecelakan cukup tinggi. Yang dkk [5] menyelidiki pengaruh tingkat kekurangan tidur seorang pengemudi terhadap kinerjanya selama melakukan pekerjaan mengemudi.

Dalam penelitian tersebut diketahui bahwa kurang tidur memiliki efek terhadap terjadinya kecelakaan daripada permasalahan kurangnya ketrampilan mengemudi. Ketika driver kurang tidur, kinerja respon mereka terhadap gangguan yang tidak terduga akan menurun, meskipun mereka cukup kuat untuk melanjutkan tugas mengemudi rutin. Selanjutnya banyak peneliti lain telah mengusulkan berbagai mekanisme tambahan untuk meningkatkan keselamatan selama berkendara.

Dalam penelitiannya, Teyeb dkk [6] merancang sebuah kursi mobil khusus untuk meningkatkan kesigapan pengemudi dengan menyesuaikan suhu dan kelembaban dari paha

pengemudi dan pinggul untuk mengurangi tingkat mengantuk, dipantau dari perubahan gaya pengemudi dari roda pengemudi untuk mendeteksi kelelahan. Dianalisis oleh jaringan saraf untuk memantau kewaspadaan. Seseorang meneliti juga serupa untuk mendeteksi kantuk. Namun, metode ini membutuhkan beberapa sensor khusus yang berpegang pada tubuh manusia, yang tampaknya tidak praktis selama mengemudi. Penelitian lain berbasis sensor juga dilakukan oleh Yin dkk [7], yang menerapkan multisensor berupa kamera Kinect2.0 dan PPG *pulse sensor* untuk mendeteksi kelelahan pengemudi.

Sedangkan penelitian lain yang berbasis pada pengolahan citra dan computer vision diantaranya adalah dengan sistem yang mendeteksi keadaan mata tertutup atau terbuka (*eye blinking detection*) [8][9] dan/atau mengenali kondisi pengemudi menguap atau tidak (*mouth detection*) [10][11]. Sedangkan Gu&Ji [12] menggunakan deteksi kelelahan menggunakan pengenalan ekspresi wajah secara keseluruhan.

Dalam penelitian ini dibuat sebuah sistem deteksi kelelahan secara *realtime* berbasis video melalui pengukuran kedipan mata (*eye blinking detection*) menggunakan algoritma Viola-Jones. Dengan adanya sistem deteksi kelelahan pengemudi ini, diharapkan mampu mengurangi angka kecelakaan yang cukup tinggi di Indonesia.

2. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian untuk deteksi kelelahan pengemudi dalam sistem transportasi cerdas berbasis pengolahan citra digital dan *computer vision* sudah banyak dilakukan. Secara umum deteksi kelelahan berbasis citra

adalah mengenali gejala kelelahan pada wajah pengemudi, seperti ekspresi wajah mengerut, menguap (*mouth detection*) atau memejamkan mata secara berulang (*blinking detection*).

Penelitian deteksi kelelahan melalui ekspresi wajah diajukan oleh Gu&Ji [12]. Dalam penelitiannya, Gu&Ji menerapkan Dynamic Bayesian Network (DBN) yang diintegrasikan dengan *general facial expression language* (FACS) untuk membedakan ekspresi mengantuk sampai tertidur.

Chellappa dkk [10] mengajukan sebuah sistem deteksi gejala kantuk dengan mempertimbangkan tanda-tanda fisiologis dan fisik. Faktor fisiologis termasuk suhu tubuh inti dan denyut nadi dimonitor dengan menggunakan sensor somatik. Isyarat fisik termasuk menguap, kelopak mata terkulai, mata tertutup dan durasi berkedip yang meningkat, dideteksi menggunakan metode Haar-Cascade dan deteksi *blob*. Setelah sistem mendeteksi bahwa pengemudi mengantuk dengan menggunakan kombinasi faktor-faktor ini, pengemudi akan memberi tahu pengemudi di beberapa tahap tergantung pada tingkat keparahan gejala.

Dalam penelitiannya, Kong dkk [8] mengusulkan strategi yang lebih baik dan sistem praktis untuk mendeteksi kelelahan berkendara berdasarkan *machine vision* dan algoritma Adaboost. Jenis-jenis penggolong wajah dan mata dilatih dengan baik oleh algoritma Adaboost sebelumnya. Strategi yang diusulkan pertama mendeteksi wajah secara efisien oleh pengklasifikasi wajah depan dan wajah yang dibengkokkan. Kemudian, wilayah calon mata ditentukan berdasarkan distribusi geometrik organ-organ wajah.

Akhirnya, pengklasifikasi terlatih mata terbuka dan mata tertutup digunakan untuk mendeteksi mata di wilayah kandidat dengan cepat dan akurat. Indeks yang terdiri dari PERCLOS dan durasi kondisi tertutup diekstraksi dalam frame video real time.

Sistem pendeteksi mengantuk pengemudi yang diajukan oleh Bharambe & Mahajan [9] adalah metode berbasis visi real-time diusulkan untuk memonitor kelelahan pengemudi. Pendekatan penelitian ini mengadopsi metode klasifikasi Viola-Jones untuk mendeteksi fitur wajah pengemudi. Kedua, mendeteksi mata dengan menggunakan metode template matching. Keadaan mata terbuka / tertutup ditentukan, dan kemudian kelelahan dideteksi berdasarkan rangkaian keadaan mata. Metode *correlation coefficient template matching* diterapkan untuk menetapkan kondisi setiap fitur pada tiap frame.

Sementara itu, Kuamr & Barwar [11] melakukan simulasi dan analisis metode fusi. Metode deteksi kedipan mata dan menguap ini didasarkan pada perubahan fitur geometrik mulut. Metode Haar-cascade digunakan untuk mendeteksi fitur wajah dan metode active contour digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas mulut.

3. Metode

3.1 Pengumpulan Data

Sistem deteksi kelelahan ini menggunakan gambar video yang diambil secara real-time pada saat mengemudi. Sampel gambar wajah yang akan digunakan dalam proses pengujian dalam penelitian ini, seperti pada Gambar 1, diambil dengan menggunakan kamera smartphone dalam beberapa kondisi pencahayaan, kondisi wajah dan kedipan mata. Adapun skenario pengambilan gambar

yaitu wajah normal menghadap kamera dengan mata berkedip sebanyak 5 kali serta mata terpejam selama 10 frame.

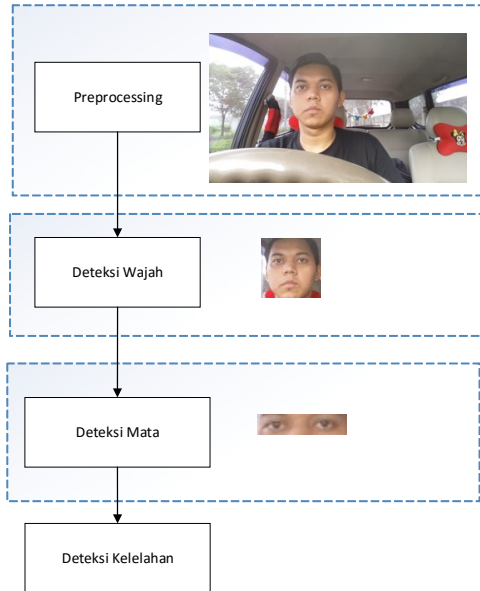


Gambar 1. Contoh gambar video yang digunakan

3.2 Perancangan Sistem

Sistem deteksi kelelahan sistem terdiri beberapa langkah utama seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. Tahap preprocessing adalah tahap merubah ukuran citra input ke ukuran yang lebih kecil yaitu 180x320 untuk mempercepat proses selanjutnya. Langkah berikutnya adalah mendeteksi lokasi wajah dengan menggunakan metode Viola-Jones. Dari gambar wajah pengemudi yang diperoleh, dideteksi posisi mata. Metode deteksi mata yang menerapkan algoritma Cascade akan mendeteksi mata yang terbuka. Jika mata terpejam, maka sistem deteksi mata tidak akan menghasilkan area mata yang diinginkan. Dari hasil deteksi mata akan diperoleh kondisi mata terbuka atau mata terpejam pada setiap frame. Rangkaian frame-frame dengan kondisi mata terpejam selama kurang lebih 0.3 detik akan terindikasi

sebagai kondisi kelelahan atau mengantuk. Sehingga sistem akan mengeluarkan peringatan bahwa pengemudi dalam kondisi mengantuk.



Gambar 2. Blok diagram sistem deteksi kelelahan pengemudi

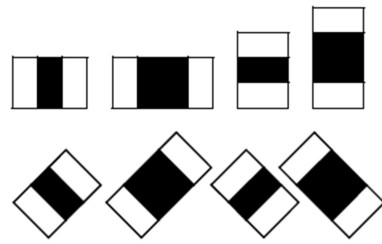
3.3. Deteksi Wajah

Deteksi wajah dilakukan dengan menerapkan metode Viola Jones. Model klasifikasi yang digunakan bertujuan untuk mendeteksi wajah yang tegak dan menghadap ke depan. Model ini terdiri dari pengklasifikasi lemah (*weak classifier*), berdasarkan pada klasifikasi dan analisis pohon regresi (CART). Pengklasifikasi ini menggunakan fitur Haar untuk menyandikan fitur wajah. dan menyediakan kemampuan untuk memodelkan ketergantungan tingkat tinggi antar fitur wajah. Fitur-fitur yang digunakan berdasarkan pada penelitian Lienhart dkk [13] terdiri dari :

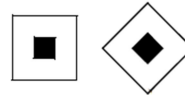
1. Fitur tepi



2. Fitur garis



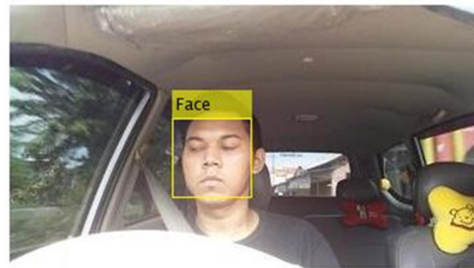
3. Fitur sekitar pusat



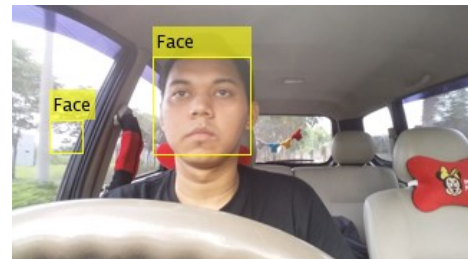
4. Fitur garis diagonal khusus



Gambar 3 menunjukkan contoh hasil deteksi wajah pada gambar yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3. Hasil deteksi wajah yang benar



Gambar 4. Hasil deteksi wajah yang lebih dari satu

Namun demikian tidak semua frame memberikan hasil deteksi true positive. Ada beberapa frame yang juga memberikan hasil deteksi lebih dari satu, seperti terlihat pada Gambar 4. Pada gambar tersebut ada hasil deteksi yang true negative. Untuk menentukan daerah wajah yang true

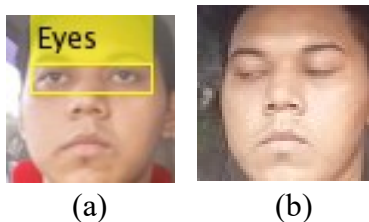
positive, dilakukan proses seleksi dengan menentukan ukuran minimum dari area wajah yaitu 60x60 piksel.

3.4. Deteksi Mata

Metode deteksi mata yang digunakan untuk mendeteksi sepasang mata sama dengan metode yang digunakan dalam deteksi wajah, yaitu Viola-Jones dengan fitur Haar. Menurut penelitian [14], area mata akan dideteksi pada area wajah yang dihasilkan pada langkah sebelumnya. Ada tiga langkah untuk mendeteksi lokasi mata pada wajah [14], yaitu :

1. Mendeteksi area yang gelap dimana secara umum area mata atau bola mata lebih gelap dari area sekitarnya.
2. Karena posisi mata dapat diperkirakan secara kasar dan karenanya dibatasi, detektor mata berbasis Viola-Jones akan dapat memberikan kinerja yang cepat. Detektor mencari mata dengan ukuran minimal 16x12 piksel.
3. Jika detektor lain gagal, detektor sepasang mata berbasis Viola-Jones dapat memberikan estimasi lain dari posisi mata dengan menerapkan kembali langkah-langkah sebelumnya (langkah 1 dan langkah 2). Ukuran pola minimum yang dicari adalah 22x5.

Gambar 5(a) adalah contoh hasil deteksi mata pada citra wajah dengan mata terbuka. Sedangkan pada Gambar 5(b) adalah contoh hasil deteksi mata pada citra wajah dengan mata tertutup.



Gambar 5. Hasil deteksi mata (a) terbuka (b) tertutup

3.5. Deteksi Kelelahan

Untuk menentukan kondisi kelelahan pengemudi saat mengemudikan kendaraan adalah dengan mengukur durasi lamanya kondisi mata tertutup. Batas kondisi mata tertutup yang membahayakan dapat dihitung melalui simulasi berikut. Jika kecepatan rata-rata kendaraan adalah 70km/jam, maka pada waktu 0.1 detik, kendaraan dapat menempuh jarak sejauh 1.9 meter. Sehingga untuk waktu 0.3 detik, kendaraan sudah berjalan sejauh 5.7 meter. Kendaraan yang berjalan sejauh itu tanpa pengawasan dari pengemudi, akan sangat berbahaya apalagi pada keadaan lalu lintas yang ramai. Berdasarkan pada analisa tersebut, batas minimal kondisi mata terpejam yang dapat menimbulkan kecelakaan adalah sekitar 0.3 detik. Jika gambar input adalah video dengan *framerate* 30 fps, maka waktu 0.3 detik dapat ditentukan pada jumlah frame minimal adalah 9 frame.

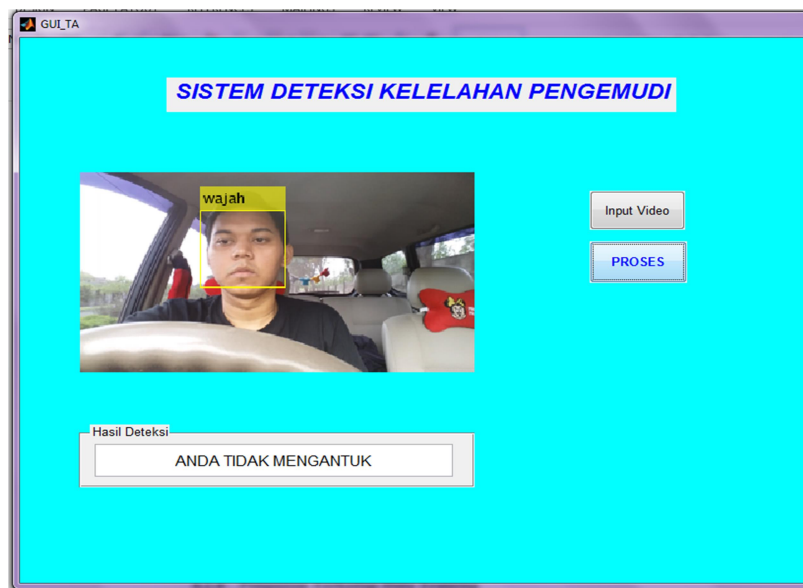
4. Hasil dan Pembahasan

Sistem deteksi kelelahan pengemudi berbasis video ini dilengkapi dengan antarmuka sistem seperti yang terlihat pada Gambar 6. Input dari sistem ini berupa gambar video dengan framerate sebesar 30.04 fps. Sistem deteksi akan mendeteksi kondisi pengemudi pada setiap frame dan akan memberikan keluaran atau peringatan 'ANDA MENGANTUK! SEGERA BERISTIRAHAT' jika kondisi kelelahan yang disyaratkan terpenuhi.

Data percobaan yang dilakukan secara real-time dengan menggunakan gambar video pengemudi dapat dilihat pada Tabel 1. Dengan framerate sebesar 30 frame per second, maka mata terpejam selama 0.3 detik dapat terjadi pada jumlah frame sepanjang 9

frame yang berturutan, atau kondisi mata terpejam dan terbuka dengan durasi yang tidak terlalu jauh. Gambar 7 menunjukkan rangkaian kedipan mata atau kondisi mata tertutup (bernilai 0) dan terbuka (bernilai 1) pada setiap frame dalam sebuah gambar video. Pada setiap gambar pada Gambar 7, diberikan tanda lingkaran merah yang menunjukkan kondisi mengantuk. Gambar 7(a) adalah pola kedipan mata untuk file 'video 1' dimana kondisi mengantuk

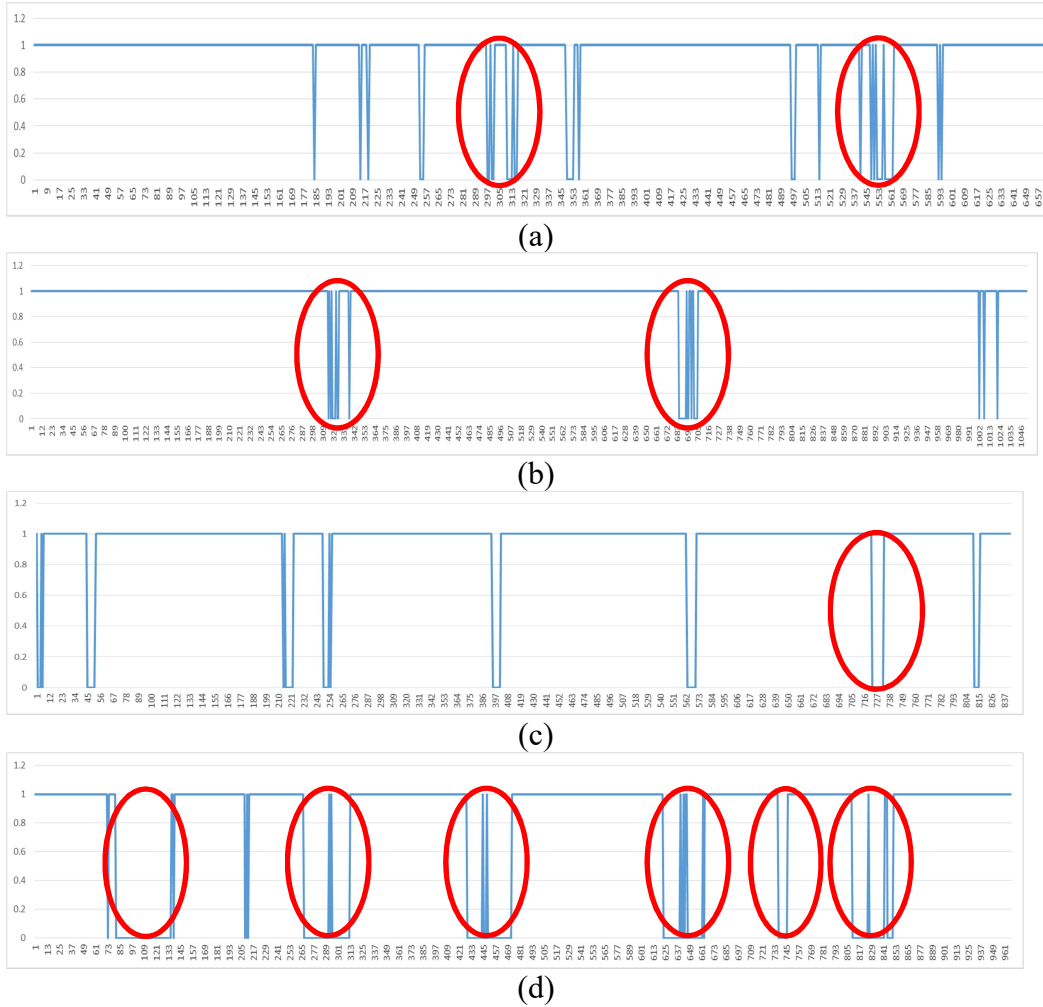
dicapai pada panjang kedipan mata sebanyak 10 frame dan 12 frame. Sedangkan pada Gambar 7(b) yang merupakan pola kedipan untuk file 'video 2', kondisi mengantuk dicapai pada panjang kedipan selama 9 frame dan 15 frame. Untuk pola kedipan dari file 'video 3' pada Gambar 7(c) hanya terdapat satu kondisi sepanjang 10 frame. Dan yang paling banyak adalah pada pola kedipan dari file 'video 4' yaitu 55 frame, 42 frame, 43 frame, 37 frame, 10 frame dan 39 frame.



Gambar 6. Antarmuka sistem deteksi kelelahan pengemudi

Tabel 1. Data hasil percobaan

Video name	Numframe	Framerate	Duration (sec)	Length of Closing eyes (frame)	Length of closing eyes > 0.3 sec (frame)
Video 1	890	30.04	29.696	57	10 frame dan 12 frame
Video 2	1052	30.04	35.015	27	9 frame dan 15 frame
Video 3	842	30.04	28.0133	55	10 frame
Video 4	967	30.04	32.299	228	55 frame, 42 frame, 43 frame, 37 frame, 10 frame, 39 frame



Gambar 7. Rangkaian pola kedipan mata

Tabel 2. Akurasi Hasil Pengenalan Kedipan Mata

PENGUJIAN	TOTAL FRAME	PELACAKAN GAGAL	AKURASI (%)
I Video 1 Wanita dengan menggunakan jilbab berwarna coklat, dengan warna kulit putih yang sedang mengemudikan mobil pada sore hari	842	5	99,4%
II Video 2 Seorang lelaki yang mempunyai rambut ikal, dan berkulit sawo matang yang sedang mengemudikan mobil pada sore hari	890	19	97,8%
III Video 3 Seorang wanita yang tidak memakai jilbab, dengan kulit berwarna putih yang sedang mengemudikan mobil pada siang hari	721	7	99,0%
Rata-rata			98.73%

5. Penutup

Dari hasil percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kelelahan pengemudi pada gambar video dapat dideteksi berdasarkan kedipan mata untuk menentukan kondisi pengemudi mengantuk atau tidak. Kondisi pengemudi dikatakan mengantuk jika terdeteksi menutup mata selama minimal 0.3 detik atau sepanjang 9 frame. Akurasi hasil pengenalan kondisi mata tertutup atau terbuka mencapai 98.73%, dengan menerapkan metode Viola-Jones dalam mendeteksi wajah dan mata.

6. Daftar Pustaka

- [1] F. A. Hermawati, G. Kusnanto, and E. Sadewa, "Pengenalan Lokasi Plat Nomor Kendaraan Indonesia dengan Transformasi Fourier," in *National Conference on Computer Science & Information Technology*, 2007, pp. 389–393.
- [2] F. A. Hermawati and R. Koesdijarto, "A Real-Time License Plate Detection System," *TELKOMNIKA: Indonesian Journal of Electrical Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 97–106, 2010.
- [3] F. A. Hermawati and H. Budianto, "A Video Based License Plate Detection System Using Viola-Jones Method," in *Proc. 2nd SciTech Internasional Seminar*, 2013, pp. 63–69.
- [4] F. A. Hermawati and N. Sholeh, "Pengenalan Rambu Batas Kecepatan Pada Sebuah Citra Dengan Metode Template Matching," *KONVERGENSI*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2010.
- [5] J. H. Yang, Z. Mao, L. Tijerina, T. Pilutti, J. F. Coughlin, and E. Feron, "Detection of Driver Fatigue Caused by Sleep Deprivation," *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART A: SYSTEMS AND HUMANS*, vol. 39, no. 4, pp. 694–705, 2009.
- [6] I. Teyeb, O. Jemai, M. Zaied, and C. Ben Amar, "Towards a Smart Car Seat Design for Drowsiness Detection Based on Pressure Distribution of the Driver 's Body," in *ICSEA 2016: The Eleventh International Conference on Software Engineering Advances*, 2016, pp. 217–222.
- [7] H. Yin, Y. Su, Y. Liu, and D. Zhao, "A Driver Fatigue Detection Method Based on Multi-Sensor Signals," in *2016 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*, 2016.
- [8] W. Kong, L. Zhou, Y. Wang, J. Zhang, J. Liu, and S. Gao, "A System of Driving Fatigue Detection Based on Machine Vision and Its Application on Smart Device," *Journal of Sensors*, vol. 2015, pp. 1–11, 2015.
- [9] S. S. Bharambe and P. M. Mahajan, "Implementation of Real Time Driver Drowsiness Detection System," *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 4, no. 1, pp. 2202–2206, 2015.
- [10] Y. Chellappa, N. N. Joshi, and V. Bharadwaj, "Driver Fatigue Detection System," in *2016 IEEE International Conference on Signal and Image Processing*, 2016, pp. 655–660.
- [11] N. Kuamr and N. C. Barwar, "Analysis of Real Time Driver Fatigue Detection Based on Eye and Yawning," *International*

- Journal of Computer Science and Information Technologies*, vol. 5, no. 6, pp. 7821–7826, 2014.
- [12] H. Gu and Q. Ji, “An Automated Face Reader for Fatigue Detection,” in *The Sixth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FGR’04)*, 2004, pp. 1–6.
- [13] R. Lienhart, A. Kuranov, and V. Pisarevsky, “Empirical Analysis of Detection Cascades of Boosted Classifiers for Rapid Object Detection,” in *Pattern Recognition. 25th DAGM Symposium, Magdeburg, Germany, September 10-12, 2003, Proceedings*, B. Michaelis and G. Krell, Eds. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2003, pp. 297–304.
- [14] C. Guerra, M. Herna, and M. Castrillo, “ENCARA2 : Real-time detection of multiple faces at different resolutions in video streams,” *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 18, no. 2, pp. 130–140, 2007.