

ANALISIS ASPEK RASIO MATA DAN MULUT UNTUK DETEKSI  
KANTUK MENGGUNAKAN ALGORITMA *MULTI TASK CASCADED  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Komputer pada Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



oleh

Fahri Admana Budi

NIM 1908452

PROGRAM STUDI  
REKAYASA PERANGKAT LUNAK  
KAMPUS UPI DI CIBIRU  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2023

## LEMBAR HAK CIPTA

### ANALISIS ASPEK RASIO MATA DAN MULUT UNTUK DETEKSI KANTUK MENGGUNAKAN ALGORITMA *MULTI TASK CASCADED CONVOLUTION NEURAL NETWORK*

oleh  
Fahri Admana Budi  
NIM 1908452

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer pada Kampus Daerah di Cibiru

©Fahri Admana Budi  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

FAHRI ADMANA BUDI

ANALISIS ASPEK RASIO MATA DAN MULUT UNTUK DETEKSI  
KANTUK MENGGUNAKAN ALGORITMA *MULTI TASK CASCADED  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Raditya Muhammad, M.T  
NIP. 920190219920507101

Pembimbing II



Indira Syawanodya, M.Kom  
NIP. 920190219920423201

Mengetahui

Ketua Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



Mochamad Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom.  
NIP. 920190219910328101

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "ANALISIS ASPEK RASIO MATA DAN MULUT UNTUK DETEKSI KANTUK MENGGUNAKAN ALGORITMA *MULTI TASK CASCADED CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 10 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Fahri Admana Budi

NIM. 1908452

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, penguasa alam semesta. Rasa syukur atas rahmat, nikmat, karunia, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Aspek Rasio Mata dan Mulut untuk Deteksi Kantuk Menggunakan Algoritma *Multi Task Cascaded Convolutional Neural Network*”. Selawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada utusan Allah SWT, yakni nabi besar Muhammad SAW, yang mana berkat syafaat dan risalahnya, sehingga manusia dapat hidup dari alam yang gelap ke alam yang terang benderang berilmu seperti sekarang.

Penulisan skripsi ini dimaksud untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak UPI Kampus di Cibiru. Peneliti menyadari bahwa selama proses penyelesaian skripsi ini, banyak pihak yang memberi kontribusi baik langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Budiwarno dan Ibu Rahaniah, orang yang paling berjasa di dalam hidup penulis. Penyemangat dan pemberi arahan serta masukan ketika penulis sedang mengalami rasa kurang percaya diri dan patah semangat.
2. Kakak-kakak dan adikku yang selalu memberikan motivasi dan dukungan dalam segala hal yang tidak merugikan orang lain.
3. Bapak Prof. Dr. M. Solehuddin, M.Pd., MA., selaku Rektor Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Prof. Prof. Dr. Deni Darmawan, M.Si, selaku Direktur UPI Kampus di Cibiru
5. Bapak M. Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom., selaku kepala program studi Rekayasa Perangkat Lunak yang telah memberikan pengarahan dan pelayanan terbaiknya.
6. Bapak Raditya Muhammad, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing skripsi pertama sekaligus dosen pembimbing akademik (PA), yang telah menjadi sosok mentor dan tutor penulis dalam segala proses perkuliahan hingga penulis menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
7. Ibu Indira Syawanodya, M.Kom., selaku dosen pembimbing skripsi kedua, yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan juga meluangkan banyak waktu untuk mengarahkan penelitian penulis.
8. Seluruh Dosen dan Staff Akademik UPI Kampus di Cibiru yang telah memberikan banyak bantuan dan pengalaman kepada penulis.
9. Keluarga besar Abu Kharis dan keluarga besar Bani Hamid yang selalu mendo'akan dan memberikan dorongan semangat untuk menyelesaikan satu tahap perjuangan menuju tahap perjuangan berikutnya.
10. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak Universitas Pendidikan Indonesia, khususnya angkatan pertama.

Fahri Admana Budi, 2023

**ANALISIS ASPEK RASIO MATA DAN MULUT UNTUK DETEKSI KANTUK MENGGUNAKAN ALGORITMA MULTI TASK CASCADED CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

11. Keluarga besar dan dewan guru Pondok Pesantren Al Ihsan yang telah mengajari tentang sikap dalam menjalani hidup, arti hidup, dan pemikiran atas diri sendiri dan orang lain, serta cara membaca kondisi lingkungan cakupan kecil hingga cakupan besar dalam bermasyarakat.
12. Teman-teman asrama putra empat (ASPA 4) di Pondok Pesantren Al Ihsan Cibiru yang selalu mengingatkan dalam hal-hal kebaikan.
13. Sahabat pena, seorang yang pernah mengajari penulis tentang nikmatnya suatu proses dalam menjalani hidup.
14. Para guru yang pernah mengajari penulis tentang hidup dengan senyuman yang ikhlas dan bahagiakan diri setiap hari.
15. Semua pihak yang turut membantu dan mendukung penulis yang tidak bisa disebutkan satu per satu lagi.

Penulis menyadari tidak ada yang sempurna, karna kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT semata. Demikian juga dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga Allah SWT membalas semua amal kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Harapan penulis semoga karya tulis ini menjadi bermanfaat bagi penulis, bagi pembaca dan peneliti selanjutnya.

Bandung, 10 Agustus 2023

Fahri Admana Budi

NIM. 1908452

## ABSTRAK

Pada tahun 2022, lebih 94 ribu kasus kecelakaan lalu lintas di Indonesia yang salah satu penyebabnya adalah *human error* atau kesalahan dari diri manusia. Salah satu kesalahan dari diri manusianya itu yakni memaksakan diri bekerja atau berkendara dalam kondisi kantuk terjadi. Penelitian ini memberikan wawasan tentang bagaimana kita dapat mendeteksi rasa kantuk pada pengemudi. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model deteksi kantuk dengan algoritma *Multi Task Cascaded Convolution Neural Network* (MTCNN). Pemanggilan model deteksi kantuk, menggunakan proses pemanggilan *library python* dalam pembelajaran mesin. Temuan hasil penelitian pada analisis judul Analisis Aspek Rasio Mata dan Mulut untuk Deteksi Kantuk Menggunakan Algoritma *Multi Task Cascaded Convolution Neural Network* dapat diketahui bahwa model MTCNN dasar mencapai akurasi yang baik sebesar 94% terhadap studi kasus dataset yang diberikan. Berdasarkan skor perhitungan didapatkan nilai rata-rata *Eye Aspect Ratio* (EAR) pada kelas mata menutup hingga terbuka adalah 0,2 hingga 0,6 dan nilai rata-rata *Mouth Aspect Ratio* (MAR) pada kelas mulut tertutup hingga terbuka adalah 0,18 hingga 0,82 terhadap dataset studi kasus yang diambil. Pada eksperimen yang dilakukan terdapat beberapa parameter dari kantuk apabila membuka mulut, menutup salah satu mata atau berkedip kedua mata secara terus menerus selama atau lebih dari 4 detik akan dideteksi kantuk apabila melebihi ambang batas dari salah satu parameternya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi masukan dalam pengembangan ilmu pengetahuan terutama dalam pengembangan pendeteksi kantuk dan dalam pengembangan modelnya.

**Kata kunci:** Aspek Rasio Mata (EAR), Aspek Rasio Mulut (MAR), Multi Task Cascaded Convolutional Neural Network (MTCNN), Kantuk

## ***ABSTRACT***

In 2022, more than 94 thousand cases of in Indonesia, one of which is caused by human error. An example of human error is forcing oneself to work or drive while drowsy. This research provides insight into how we can detect drowsiness in drivers. The model used in this research is a drowsiness detection model with the Multi Task Cascaded Convolution Neural Network (MTCNN) algorithm. Calling the drowsiness detection model, using the python library calling process in machine learning. The findings of the research on the analysis of the title Eye and Mouth Ratio Aspect Analysis for Drowsiness Detection Using the Multi Task Cascaded Convolution Neural Network Algorithm can be seen that the basic MTCNN model achieves good accuracy of 94% against the given dataset case study. Based on the calculation score of ratio aspect, the average value of EAR in the closed to open eye class is 0.2 to 0.6 and the average value of MAR in the closed to open mouth class is 0.18 to 0.82 against the case study dataset taken. In the experiments conducted, there are several parameters of drowsiness when opening the mouth, closing one eye or blinking both eyes continuously for or more than 4 seconds will be detected drowsiness if it exceeds the threshold of one of the parameters. The results of this research are expected to provide input in the development of science, especially in the development of drowsiness detection and in the development of its model.

**Keywords:** Eye Aspect Ratio (EAR), Mouth Aspect Ratio (MAR), Multi Task Cascaded Convolutional Neural Network (MTCNN), Drowsiness



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR HAK CIPTA.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Struktur Organisasi Skripsi .....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Penelitian Terkait .....	6
2.2. Kondisi Kantuk pada Pengemudi .....	8
2.3. Pembelajaran Mesin .....	10
2.3.1. Algoritma Deep Learning .....	12
2.4. <i>Multi Task Cascaded Convolutional Neural Network</i> .....	12
2.5. <i>Open Computer Vision</i> .....	15
2.6. <i>DLIB Libraries</i> .....	16
2.7. Kualitas Model .....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1. Desain Penelitian .....	18
3.1.1. Klarifikasi Penelitian .....	19
3.1.2. Studi Deskriptif 1 .....	19
3.1.3. Studi Preskriptif .....	19
3.1.4. Studi Deskriptif 2.....	19

Fahri Admana Budi, 2023

**ANALISIS ASPEK RASIO MATA DAN MULUT UNTUK DETEKSI KANTUK MENGGUNAKAN ALGORITMA MULTI TASK CASCADED CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian .....	22
3.3. Alat dan Bahan Penelitian .....	22
3.4. Instrumen Penelitian.....	23
3.5. Prosedur Penelitian.....	24
3.6. Analisis Data .....	26
<b>BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
4.1. Analisis Tahap Persiapan Data.....	27
4.2. Implementasi Tahapan Penelitian.....	29
4.2.1. Pra-Pemrosesan Gambar.....	29
4.2.2. Pembagian Data Latih dan Data Uji .....	30
4.2.3. Pemodelan dan Evaluasi .....	31
4.3. Penerapan Deteksi untuk Melakukan Perhitungan Aspek Rasio Mata dan Mulut .....	40
4.3.1. Rentang Nilai EAR dan MAR Berdasarkan Dataset .....	40
4.3.2. Penerapan Deteksi Kantuk pada Wajah Manusia .....	41
<b>BAB V SIMPULAN DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>45</b>
5.1. Simpulan.....	45
5.2. Rekomendasi .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu .....	6
Tabel 3.1. <i>Confusion Matrix</i> .....	20
Tabel 4.1 Perolehan Hasil Persentase Kinerja Model .....	38
Tabel 4.2 Gambaran Kinerja Model MTCNN Secara Keseluruhan .....	39
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Berbagai Kondisi .....	44

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Koordinat Perhitungan Eye Aspect Ratio (Burri dkk. 2022) .....	9
Gambar 2.2 Koordinat Perhitungan Mouth Aspect Ratio (Burri dkk. 2022).....	10
Gambar 2.3 Struktur Dasar Algoritma CNN (Singh, 2019).....	13
Gambar 2.4 Struktur Dasar Alur Kerja Algoritma MTCNN (Pnet, Rnet, dan Onet) dalam Deteksi Wajah (Zhang dkk., 2016) .....	14
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	18
Gambar 3.2. Prosedur Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Contoh Gambar dari ‘Yawn Eye Dataset New .....	30
Gambar 4.2 Visualisai Kinerja Model MTCNN pada 15 Epoch dengan Perbandingan Data 70:30 .....	31
Gambar 4.3 Visualisai Kinerja Model MTCNN pada 15 Epoch dengan Perbandingan Data 80:20 .....	32
Gambar 4.4 Visualisai Kinerja Model MTCNN pada 25 Epoch dengan Perbandingan Data 80:20 .....	34
Gambar 4.5 Visualisai Kinerja Model MTCNN pada 40 Epoch dengan Perbandingan Data 80:20 .....	35
Gambar 4.6 Visualisai Kinerja Model MTCNN pada 70 Epoch dengan Perbandingan Data 80:20 .....	36
Gambar 4.7 Visualisai Kinerja Model MTCNN pada 100 Epoch dengan Perbandingan Data 80:20 .....	37
Gambar 4.8 Confusion Matrix .....	39
Gambar 4. 9 Deteksi Kantuk Ketika Perlakuan Mata Berkedip Selama 4 Detik..	42
Gambar 4. 10 Deteksi Kantuk Ketika Perlakuan Mulut Menguap Selama 4 Detik .....	42
Gambar 4. 11 Deteksi Kantuk Ketika Perlakuan Mata Terbuka dan Mulut Menutup .....	43
Gambar 4. 12 Deteksi Kantuk Ketika Salah Satu Mata Menutup.....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perbandingan Banyak Gambar pada Dataset di Setiap Kelasnya.....	50
Lampiran 2. Contoh Gambar pada Dataset di Setiap Kelasnya .....	51

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayodele, Taiwo Oladipupo. (2010). *New Advances in Machine Learning*. InTech. Diakses dari <https://doi.org/10.5772/9385>
- Blessing, Lucienne T.M., & Chakrabarti, Amaresh. (2009). *DRM, a Design Research Methodology*. London : Springer. Diakses dari 10.1007/978-1-84882-587-1
- Bradski, G., & Kaehler, A. (2016). *Learning OpenCV 3*. O'Reilly Media, Inc. 1-2.
- Burri, R. D., Swarupa, K., Dileep Sagar, P., & Thanmayee, K. (2022). Real-Time Driver Drowsiness Detection Using Visual Behaviour and MTCNN Algorithm. Springer 913–921. Diakses dari [https://doi.org/10.1007/978-981-16-7330-6\\_67](https://doi.org/10.1007/978-981-16-7330-6_67)
- Chicco, D., & Jurman, G. (2020). The Advantages Of The Matthews Correlation Coefficient (MCC) Over *F1-Score*. *BMC Genomics*, 21(6). Diakses dari <https://doi.org/10.1186/s12864-019-6413-7>
- Derczynski, Leon. (2016). Complementarity, F-score, and NLP Evaluation. In *Proceedings of the Tenth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'16)*. Portoroz : European Language Resources Association (ELRA), 261–266. Diakses dari <https://aclanthology.org/L16-1040.pdf>
- Fudholi, D. H., Nayoan, R. A. N., Suyuti, M., & Rahmadi, R. (2021). Deteksi Indikasi Kelelahan Menggunakan Deep Learning. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer Dan Informatika)*, 5, 1–9.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, j. (2012). *Data mining: concepts and techniques*, Third. United States of America: Elsevier Inc.,
- Hao, X., Zhang, G., & Ma, Shang. (2016). *Technical Survey Deep Learning*. *International Journal of Semantic Computing*. 10(3), 417. Diakses dari <https://doi.org/10.1142/S1793351X16500045>.
- Hartiansyah, B. (2019). Deteksi dan Identifikasi Kondisi Kantuk Pengendara Kendaraan Bermotor Menggunakan *Eye Detection Analysis*. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 3(1), 59-64.

- Himawan, S. N., Sohiburroyan, R., & Nugraha, N. B. (2022). Deteksi Kantuk Pengemudi Menggunakan Deep Learning. November, 1–8.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021x). An introduction to statistical learning with Applications in R. New York: Springer. 2. Diakses dari <https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1418-1>
- Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine Learning and Deep Learning. *Electron Markets*. Springer. 31, 685–695. Diakses dari <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2>
- Kamilaris, A., & Boldu, F. X. P. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. In: *Computers and Electronics in Agriculture*. 147. 70-90. Institute for Food and Agricultural Research and Technology (IRTA), Spain. Elsevier. Diakses dari <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.016>
- Kelleher, J. D. (2019). *Deep Learning*. In: The MIT press essential knowledge series. Cambridge, MA : The MIT Press.
- Kemendikbud, (2023). Kamus Besar Bahasa Indonesia – Kantuk.
- Ku, H., & Dong, W. (2020). Face Recognition Based on MTCNN and Convolutional Neural Network. *Frontiers in Signal Processing*, 4(1), 37–42. Diakses dari <https://doi.org/10.22606/fsp.2020.41006>
- Kumari, K. (2014) Review on Drowsy Driving : Becoming Dangerous Problem. *International Journal of Science and Research*, 3(1), 49-51.
- Lashkov, I., Kashevnik, A., Shilov, N., Parfenof, V., & Shabaev, A. (2019). *Driver Dangerous State Detection Based on OpenCV & Dlib Libraries Using Mobile Video Processing*. IEEE International Conference on Computational Science and Engineering (CSE), IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC). Diakses dari <https://doi.org/10.1109/CSE/EUC.2019.00024>
- Mahesh, B. (2018). Machine Learning Algorithms - A Review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. Diakses dari <https://doi.org/10.21275/ART20203995>
- Mathew, A., Amudha, P., & Sivakumari, S. (2021). Deep Learning Techniques: An Overview. In: Hassanien, A., Bhatnagar, R., Darwish, A. (eds) *Advanced Machine Learning Technologies and Applications*. AMLTA 2020. Advances

- in *Intelligent Systems and Computing*, vol 1141. Springer, Singapore.  
[https://doi.org/10.1007/978-981-15-3383-9\\_54](https://doi.org/10.1007/978-981-15-3383-9_54)
- Mohri, M., Rostamizadeh, A., & Talwalkar, A. (2018). *Foundations of Machine Learning*. Edisi Kedua. London: MIT Press.
- Mulyana, K.E. (2022) *Korlantas Catat 94 Ribu Kecelakaan Lalu lintas Sepanjang Periode Januari Hingga September 2022*, *KOMPAS.tv*. Diakses dari :  
[kompas.tv/article/350198/korlantas-catat-94-ribu-kecelakaan-lalu-lintas-sepanjang-periode-januari-hingga-september-2022](https://kompas.tv/article/350198/korlantas-catat-94-ribu-kecelakaan-lalu-lintas-sepanjang-periode-januari-hingga-september-2022)
- Naqa, I., E. & Murphy, M. J. (2015). *What Is Machine Learning?*. In: El Naqa, I., Li, R., Murphy, M. (eds) *Machine Learning in Radiation Oncology*, 3-11. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-18305-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-18305-3_1)
- Pandey, N. N., & Muppalaneni, N. B. (2021). Real-Time Drowsiness Identification based on Eye State Analysis. 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS). Diakses dari  
<https://doi.org/10.1109/icaais50930.2021.9395975>
- Priyantoro, D.D. (2021). *Human Error*, Penyebab Kecelakaan Lalu lintas Paling Dominan, *Kompas.com*. Diakses dari  
[otomotif.kompas.com/read/2021/09/21/184200915/human-error-penyebab-kecelakaan-lalu-lintas-paling-dominan](https://otomotif.kompas.com/read/2021/09/21/184200915/human-error-penyebab-kecelakaan-lalu-lintas-paling-dominan)
- Raju, S. (2020). Yawn Eye Dataset New For Drowsiness Detection. Diakses dari  
[kaggle.com/datasets/serenaraju/yawn-eye-dataset-new](https://kaggle.com/datasets/serenaraju/yawn-eye-dataset-new)
- Road Safety. World Health Organization. World Health Organization. Diakses dari  
<https://www.who.int/health-topics/road-safety>
- Sagonas, C., Antonakos, E., Tzimiropoulos, G., Zafeiriou, S., & Pantic, M. (2016). "300 faces In-the-wild challenge: Database and results," *Image and Vision Computing (IMAVIS), Special Issue on Facial Landmark Localisation "In-The-Wild"*. 47(1), 3-18.
- Savas, Burcu K. & Becerikli, Y. (2018). Real Time Driver Fatigue Detection Based on SVM Algorithm. *IEEE*. Diakses dari  
<https://doi.org/10.1109/CEIT.2018.8751886>
- Siebert, J., Joeckel, L., Heidrich, J., Trendowicz, A., Nakamichi, K., Ohashi, K., Namba, I., Yamamoto, R., & Aoyama, M. (2022). Construction of a quality



- model for machine learning systems. *Software Quality Journal*, 30(2), 307–335. Diakses dari <https://doi.org/10.1007/s11219-021-09557-y>
- Singh, H. (2019). *Practical Machine Learning and Image Processing For Facial Recognition, Object Detection, and Pattern Recognition Using Python*. New York : Apress Media LLC.
- Singh, J. (2020). Learning based Driver Drowsiness Detection Model. In: *Proceedings of the Third International Conference on Intelligent Sustainable Systems*. IEEE. Dapat diakses dari <https://doi.org/10.1109/ICISS49785.2020.9316131>
- Torgo, L. & Ribeiro, R. (2009). Precision and Recall for Regression. In *International Conference on Discovery Science : Gama, J., Costa, V.S., Jorge, A.M., Brazdil, P.B. (eds) Discovery Science. DS 2009. Lecture Notes in Computer Science (hal 332-346), vol 5808*. Berlin : Springer. Diakses dari [https://doi.org/10.1007/978-3-642-04747-3\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-642-04747-3_26)
- Yan, Wei Qi. (2021). *Computational Methods for Deep Learning : Theoretic, Practice, and Applications*. Springer. Diakses dari <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61081-4>
- Zhang, K., Zhang, Z., Li, Z., & Qiao Y. (2016). *Joint Face Detection and Alignment Using Multitask Cascaded Convolutional Networks*. In: *IEEE Signal Processing Letters*, 23(10), 1499-1503. Diakses dari <https://doi.org/10.1109/LSP.2016.2603342>.
- Zhou, Zhi Hua. (2021). *Machine Learning*. Springer. Diakses dari <http://doi.org/10.1007/978-981-15-1967-3>