

Deteksi Kelelahan Wajah Pada Pekerja Beresiko Tinggi Menggunakan YOLOV4

Oleh:

Ahmad Rendra Fajaresta

Rohman Dijaya

Progam Studi

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Juli, 2023

01

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Rumusan dan
Tujuan

Batasan dan
Manfaat

Latar Belakang

Pada sebuah perusahaan proses deteksi kelelahan wajah pekerja masih **secara manual dengan analisis visual melalui pengamatan langsung**. Metode pendeteksian yang demikian memiliki beberapa kelemahan, antara lain membutuhkan ketelitian dan waktu yang relatif lama bahkan akurasi yang tidak maksimal.

Kelelahan kerja merupakan suatu kondisi dimana kemampuan dan daya tahan seseorang dalam bekerja mengalami penurunan (Gaol, Camelia and Rahmiwati, 2018)

Kelelahan pekerja diklasifikasikan sebagai kelelahan ringan dengan gejala seperti mata lelah, mengantuk, dan sakit kepala, sedangkan kelelahan yang terlihat ditandai dengan wajah pucat, menguap dan haus

Oleh karena itu, Perlu dilakukan pemantauan kelelahan kerja pekerja **secara real time** untuk menghindari penurunan kinerja atau resiko kecelakaan kerja

Solusi untuk masalah ini adalah menggunakan **Image Processing (pengolahan citra)** dengan memanfaatkan kamera **CCTV atau Webcam**

Latar Belakang



Sumber : <https://seraresa.wordpress.com/>



Sumber : <https://ekonomi.bisnis.com/>

Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang sistem pendeteksi kelelahan wajah pada pekerja beresiko tinggi menggunakan YOLOv4?
2. Bagaimana cara mengembangkan sistem pendeteksi kelelahan wajah pada pekerja beresiko tinggi menggunakan YOLOv4?

Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem pendeteksi kelelahan wajah pada pekerja beresiko tinggi menggunakan YOLOv4.
2. Mengembangkan sistem pendeteksi kelelahan wajah pada pekerja beresiko tinggi menggunakan YOLOv4

Batasan dan Manfaat

Batasan Masalah

1. Wajah yang dideteksi harus berada di jangkauan kamera WebCam atau CCTV dan terlihat jelas.
2. Pengujian menggunakan kamera WebCam dan Droid Cam sebagai simulasi CCTV.
3. Pengujian dilakukan uji citra baru dan secara Real-time.
4. Sistem deteksi menggunakan framework YOLOv4.

Manfaat Penelitian

Penulis

- ✓ Bisa menerapkan dan mengembangkan sebuah ilmu yang di pelajari di masa perkuliahan di bidang Image Processing (Pengolahan Citra).
- ✓ Penulis dapat memanfaatkan algoritma YOLOv4 untuk mendeteksi kelelahan pada pekerja berdasarkan ekspresi wajah.

Universitas

Sebagai penambah referensi penelitian yang berhubungan dengan Image Processing (Pengolahan Citra).

Perusahaan

Sebagai sistem pengawasan pada pekerja untuk menghindari kelelahan berlebihan khususnya membantu pihak pengawas dalam pemantauan pekerja

02

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka

Dasar Teori

Tinjauan Pustaka

Deteksi Mata Mengantuk Pada Pengemudi Mobil Menggunakan Metode Viola Jones

Penulis : Imanuddin, I., Alhadi, F., Oktafian, R. dan Ihsan, A.(2019)

Metode : Viola Jones

Hasil : Dalam penelitian ini, **deteksi mata mengantuk** pada pengemudi mobil menggunakan metode Viola Jones yang membuat klasifikasi biner dengan dua nilai, mengantuk atau tidak. **Didapatkan hasil pengujian memakai level BW 0.225**

Deteksi Indikasi Kelelahan Menggunakan Deep Learning

Penulis : Fudholi, D.H., Nayoan, R.A.N., Suyuti, M. dan Rahmadi, R.(2021).

Metode : ResNet CNN

Hasil : Dalam penelitian ini, **deteksi kelelahan siswa** menggunakan metode ResNet50 CNN dengan dataset video yang membuat klasifikasi biner dengan dua kategori hasil, mulut diam dan menguap. Didapatkan hasil berlabel 0 atau **mulut diam** dengan nilai **f1-score sebesar 79%** dan berlabel 1 atau **mulut terbuka** dengan **f1-score sebesar 74%**.

Pengenalan Objek Makanan Cepat Saji Pada Video Dan Real Time Webcam Menggunakan Metode You Look Only Once (YOLO)

Penulis : Karlina, O.E, dan Indarti, D.(2019)

Metode : YOLOv2

Hasil : Dalam penelitian ini, **deteksi objek** pada citra **makanan cepat saji** menggunakan metode YOLOv2 dengan dataset **468 citra dari tiga jenis makanan cepat saji**. Didapatkan hasil pengujian menggunakan video dan real time webcam dengan **akurasi sebesar 63% sampai 100%**.

Implementasi Algoritma You Look Only Once (YOLO) untuk Deteksi Korban Bencana Alam

Penulis : Sarosa, M. Dan Muna, N.(2021)

Metode : YOLOv3 dan YOLOv3-Tiny

Hasil : Dalam penelitian ini, **deteksi objek** pada **korban bencana alam** menggunakan metode YOLOv3 dan YOLOv3-Tiny dengan **100 gambar data training dan 100 gambar data uji** yang membuat klasifikasi biner dengan dua kategori hasil, ada atau tidaknya korban. Didapatkan hasil pengujian yang dilakukan **training sampai pada 3000 step** dengan nilai **f1-score sebesar 95.3%** pada YOLOv3 dan nilai **f1-score sebesar 94,2%** pada YOLOv3-Tiny

Tinjauan Pustaka

Judul

Deteksi Kelalaian Alat Pelindung Diri (APD) Pada Pekerja Kontruksi Bangunan

Penulis

Nurfirmansyah, A. dan Dijaya, R.(2022)

Metode

YOLOv4

Hasil

Dalam penelitian ini, deteksi objek dilakukan pada pekerja kontruksi bangunan menggunakan metode YOLOv4 dengan 450 citra data training dan 50 citra data uji yang membuat klasifikasi dengan 5 jenis APD dan 10 class. Didapatkan hasil pengujian yang dilakukan training sampai pada 8000 step dengan nilai akurasi rata-rata 80%.

Dasar Teori

Image Processing

Image processing merupakan proses komputer dalam hal manipulasi dan analisis informasi suatu gambar. Adapun informasi gambar yang dimaksud adalah gambar visual dalam dua dimensi, dimana image processing merupakan operasi yang dapat dilakukan untuk memperbaiki, menganalisis, atau mengubah suatu gambar(Reynaldi, 2021)

YOLOv4

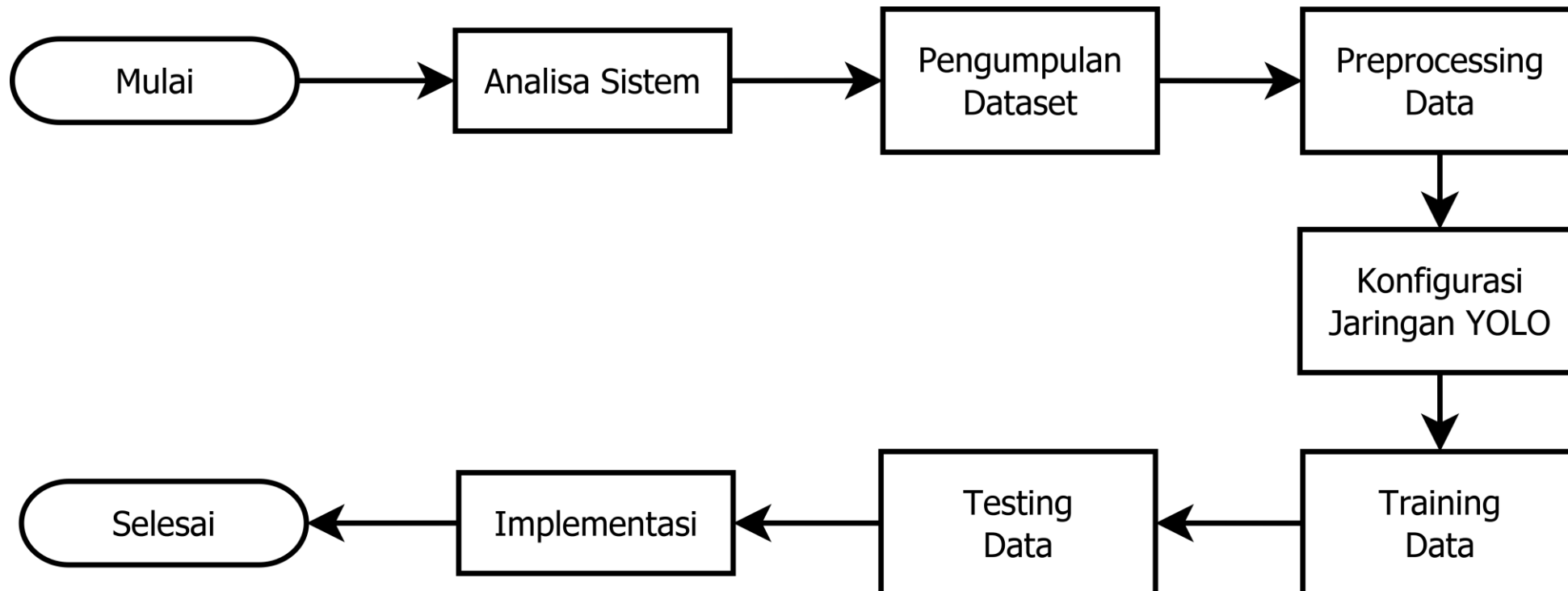
YOLO (You Only Look Once) adalah sebuah algoritma yang dikembangkan untuk deteksi objek secara real-time. Sistem deteksi yang digunakan adalah dengan menggunakan classifier atau locator yang digunakan kembali untuk deteksi(Jupiyandi et al., 2019). Area citra yang sudah terdeteksi akan memiliki skor masing-masing dengan skor tertinggi akan dianggap terdeteksi

03

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan Sistem

Rancangan Sistem



Rancangan Sistem

Analisa Sistem

Tabel 1. Spesifikasi Perangkat Keras

No	Aspek	Spesifikasi
1	Processor	Intel(R) Core(TM) i5-8265U CPU @ 1.60GHz
2	Memory	4 GB RAM
3	Storage	SSD 512 GB
4	Graphics Card	Nvidia GeForce MX230
5	Operating System	Windows 11 Home Single Language 64-bit

Tabel 2. Spesifikasi Perangkat Lunak

No	Aspek	Perangkat Lunak
1	Bahasa Pemrograman	Python versi 3.10.11
2	Software pelatihan dan uji Data	Google Colaboratory
3	Open Source Dataset	Kaggle

Pengumpulan Dataset

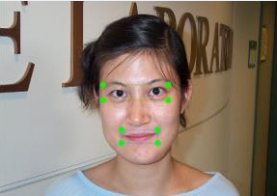
Pada tahap pengumpulan data untuk proses pelatihan, dilakukan dengan memperoleh data citra **ekspresi wajah yang terlihat jelas** terutama pada **area mata dan mulut** melalui situs **web Kaggle**. Dataset yang diambil berjumlah **500 file(tanpa label)** dengan format jpg[12]. Dataset dibagi menjadi 2 kategori yang terdiri dari **data latih** dengan jumlah **450 citra** dan **data uji** dengan jumlah **50 citra**. Tujuan dari pengambilan data ini adalah untuk memperoleh dataset yang beragam dan mencakup variasi ekspresi wajah yang berbeda untuk melatih model deteksi kelelahan menggunakan YOLOv4.

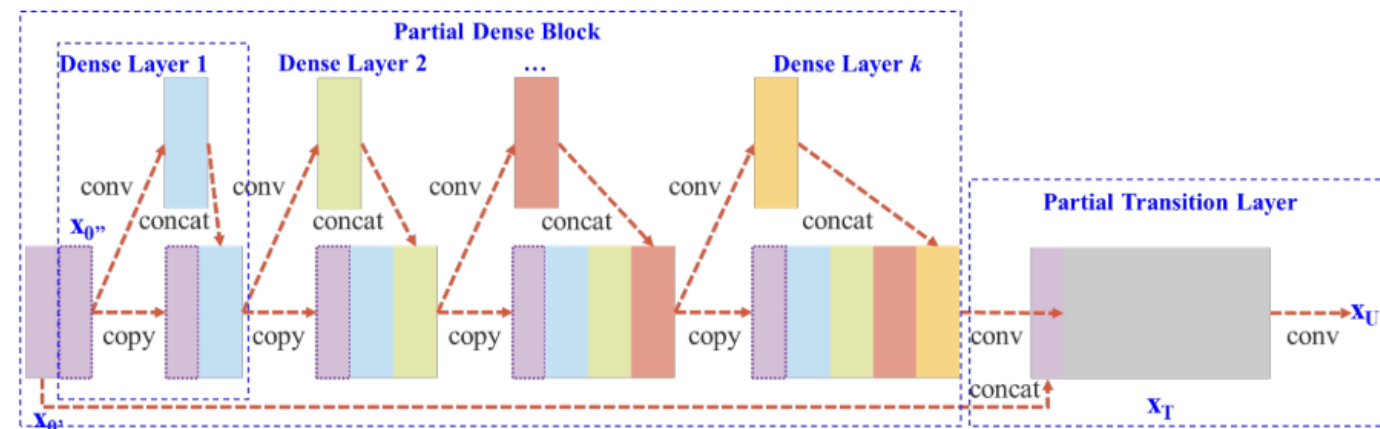
Rancangan Sistem

Preprocessing Data

Anotasi data merupakan **proses pemberian label pada citra** untuk menyimpan informasi citra tersebut. Proses anotasi data dilakukan dengan cara **melabeli mata dan mulut** sesuai kriteria label yang ditentukan, yaitu **mata lelah, mata normal, mulut normal, dan mulut menguap**. Pelabelan menggunakan *Labellmg*. Hasil anotasi berupa kotak pembatas (*bounding box*) dan nama label dari setiap objek citra.

Pada tahap ini, dilakukan **pengambilan kode sumber (source code) CSPDarknet53** dari repositori yang telah disediakan. Selain itu, juga diambil **file konfigurasi yolo.cfg** yang berisi pengaturan arsitektur model YOLOv4, serta **file yolo.conv** yang berisi parameter-parameter awal yang digunakan dalam proses pelatihan model.

No	Gambar	Koordinat box	Target label	
			Biner	Teks Label
1		0.426852 0.414323 0.246296 0.061979	0	Mata lelah
		0.439352 0.514583 0.156481 0.076042	3	Mulut menguap
2		0.489955 0.462838 0.234375 0.077703	2	Mata normal
		0.504464 0.686655 0.129464 0.065878	1	Mulut normal



Rancangan Sistem

Konfigurasi YOLO

Konfigurasi YOLO pada file yolo.cfg yang sudah diambil dari proses kloning CSPDarknet53 sebelumnya. Dalam penelitian ini, konfigurasi *hyperparameter* pada file yolo.cfg disesuaikan.

Model dilatih untuk mendeteksi **4 kelas** yang terkait dengan kelelahan wajah pekerja sesuai label yang telah ditentukan.

Hasil dari konfigurasi disimpan dalam file **yolov4_custom.cfg**.

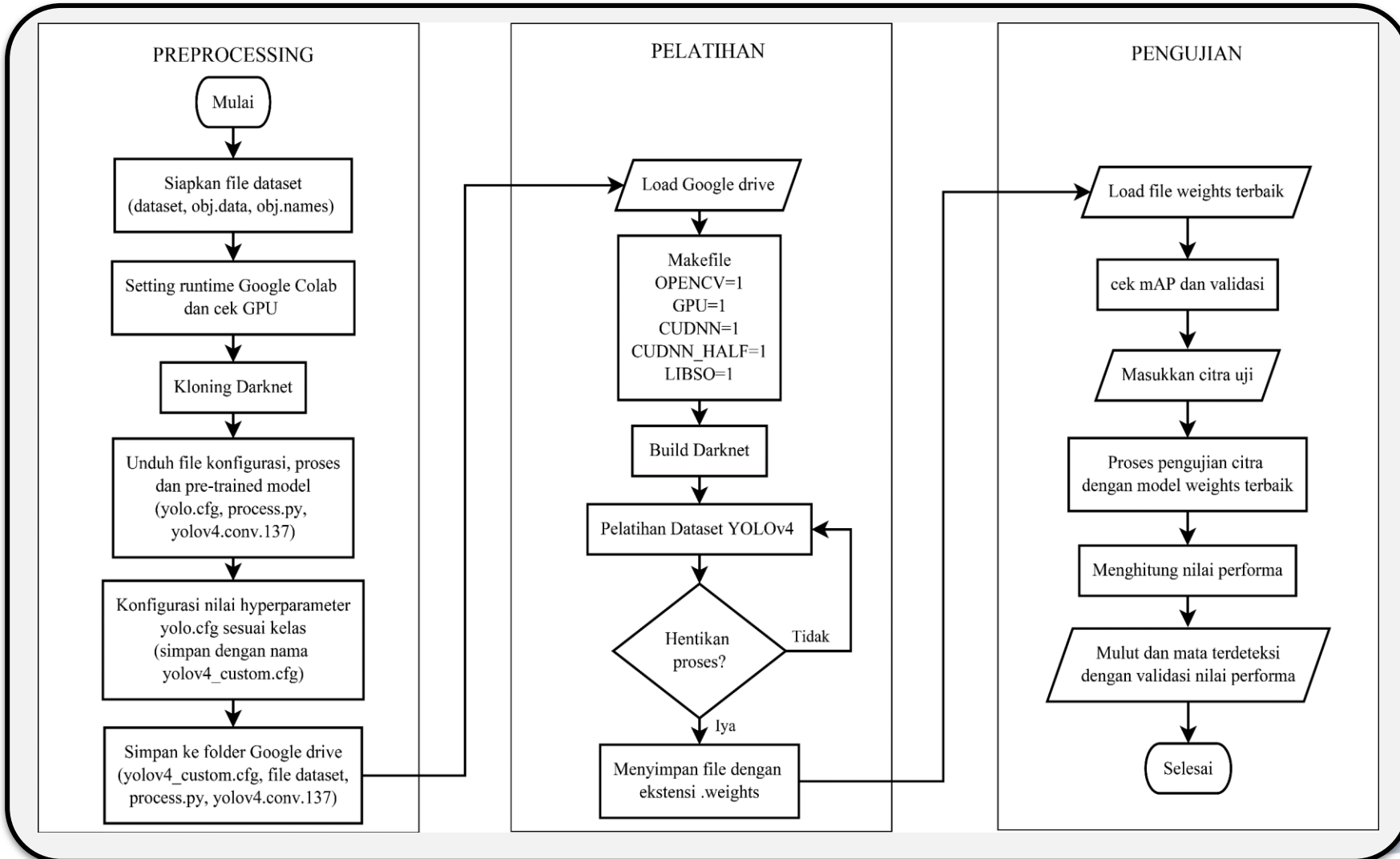
No	Hyperparameter	Konfigurasi Hyperparameter YOLO
1	Batch size	24
2	Subdivisions	16
3	Width	416
4	Height	416
5	Channels	3
6	Angle	0
7	Saturation	1.5
8	Exposure	1.5
9	Hue	0.1
10	Learning rate	0.001
11	Momentum	0.949
12	Burn in	1000
13	Max batches	6000
14	Steps	4800, 5400
15	Scales	0.1, 0.1
16	Cutmix	1
17	Mosaic	1
18	Size	1
19	Stride	1
20	Pad	1
21	Filters	27
22	Mask	0,1,2; 3,4,5; 6,7,8
23	Anchors	12, 16, 19, 36, 40, 28, 36, 75, 76, 55, 72, 146, 142, 110, 192, 243, 459, 401
24	Classes	4

Rancangan Sistem

Training Dataset

Pelatihan dataset YOLOv4 berdasarkan model Darknet yang telah dibangun.

Proses training disimpan dalam bentuk weights file(.weights). Proses menyimpan weights file dimulai pada **1000 iterasi pertama**, selanjutnya akan disimpan setiap **112 iterasi** sebagai last_weights (yolov4_custom_last.weights)



Rancangan Sistem

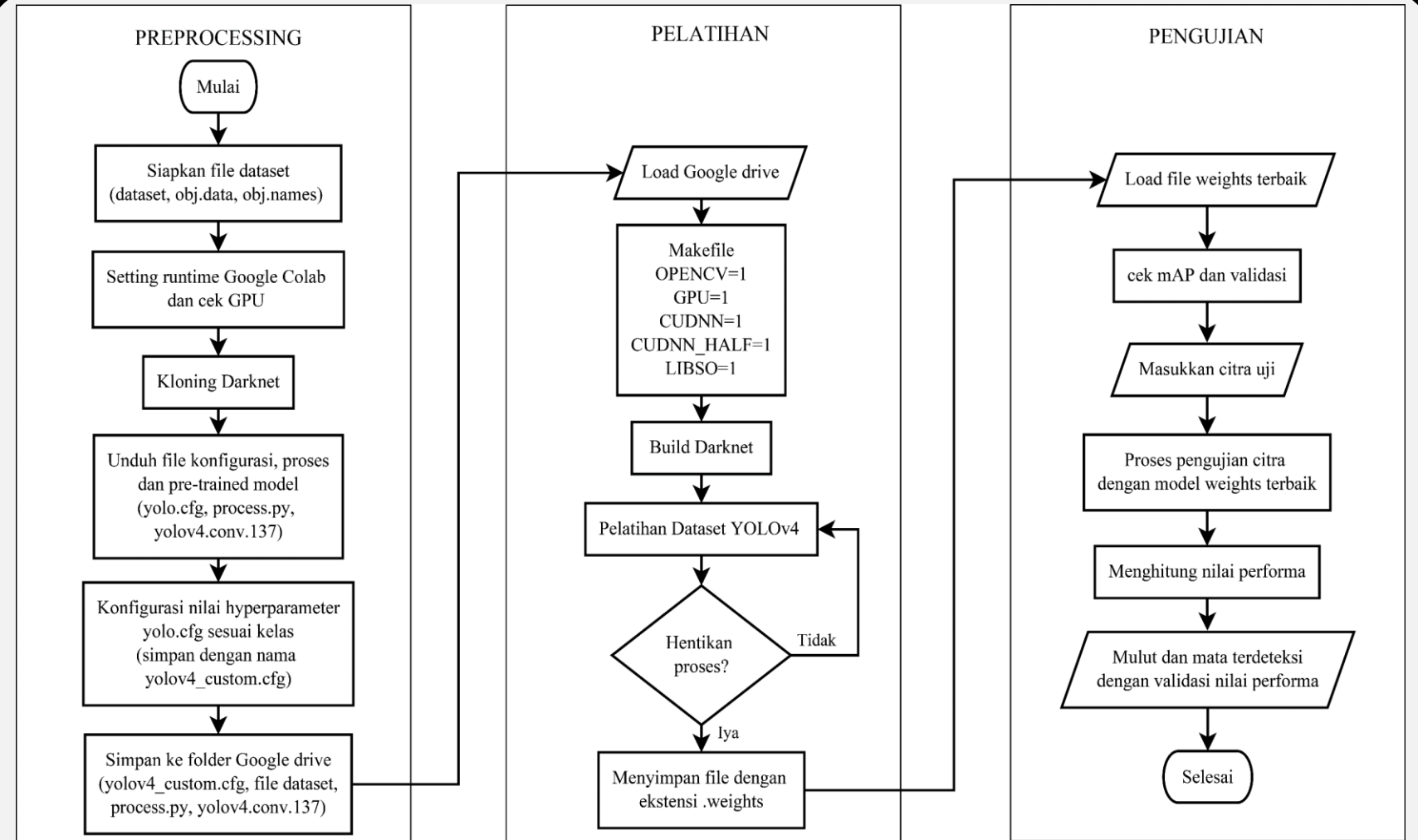
Testing Dataset

Dimulai dengan memuat **file weights terbaik** yang dihasilkan dari tahap pelatihan.

Evaluasi mAP dan validasi model dilakukan untuk memastikan kualitas dan keandalannya.

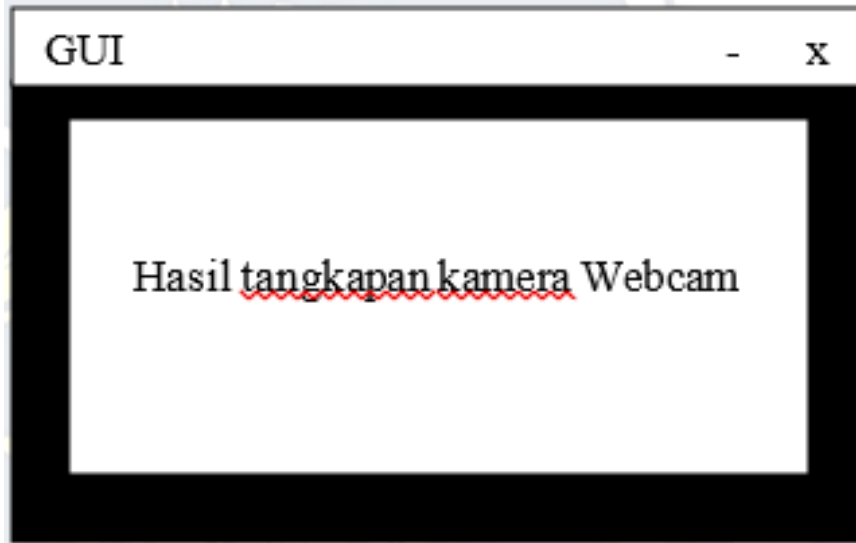
Setelah terdeteksi, **performa model dievaluasi** berdasarkan **hasil validasi** dan dilakukan perhitungan **nilai performa**.

Tujuan : Model yang dilatih dapat dengan **akurat dan efektif** mendeteksi tanda-tanda kelelahan pada wajah pekerja

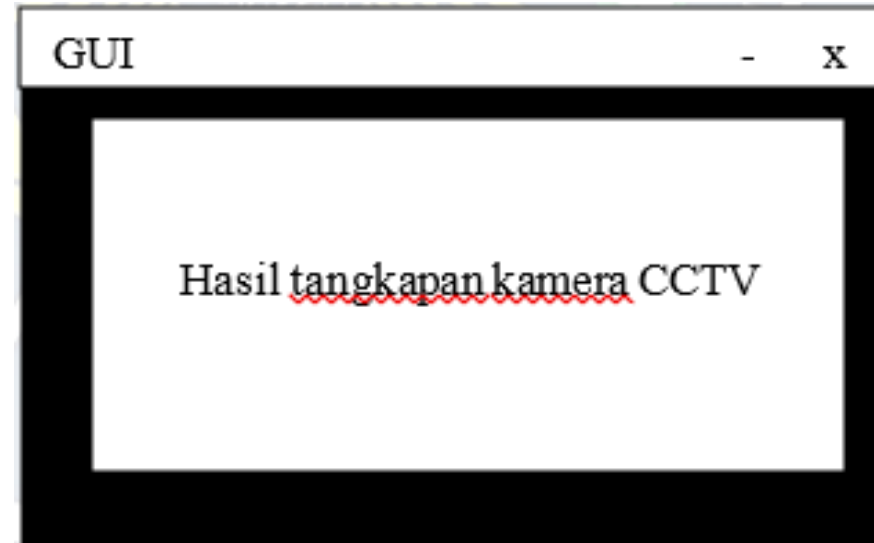


Rancangan Sistem

Implementasi
(Perancangan GUI)



Tampilan Tangkapan Webcam



Tampilan Tangkapan CCTV

04

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pelatihan

Hasil Pengujian

Hasil Pelatihan

Tabel Pelatihan

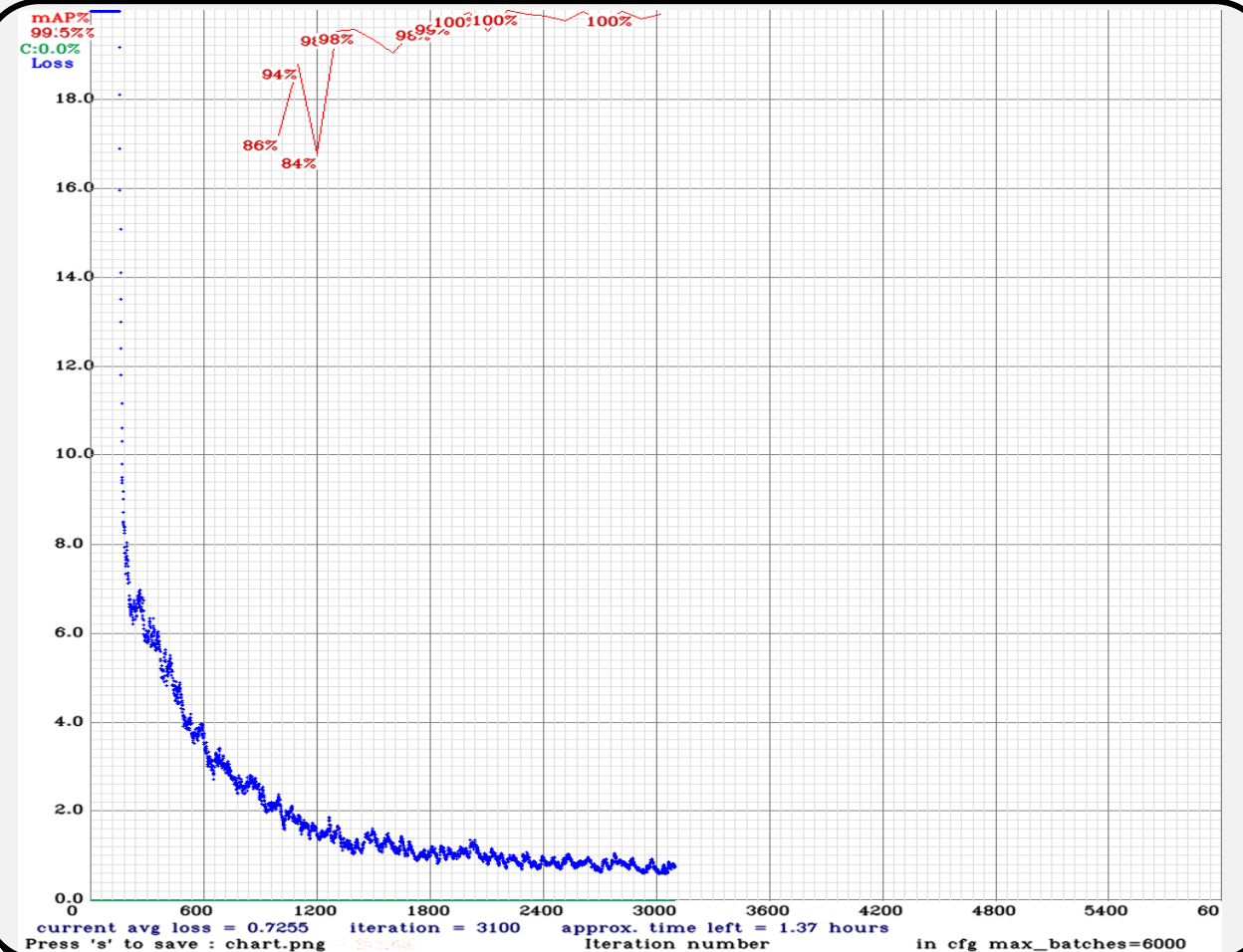
No	Hasil	Skor
1	Iterasi	3100
2	Max batches	6000
3	Average Loss	0.7255
4	mAP@0.50	99.5%
5	Precision	96%
6	Recall	99.9%
7	F1-score	98%
8	Average IoU	78.73%

Pelatihan dilakukan menggunakan **Google Colaboratory** yang berlangsung selama **10 jam** untuk menghasilkan model file **yolov4_custom_last.weights**.

Estimasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pelatihan pada iterasi ke-6000 adalah sekitar **1.37 jam**.

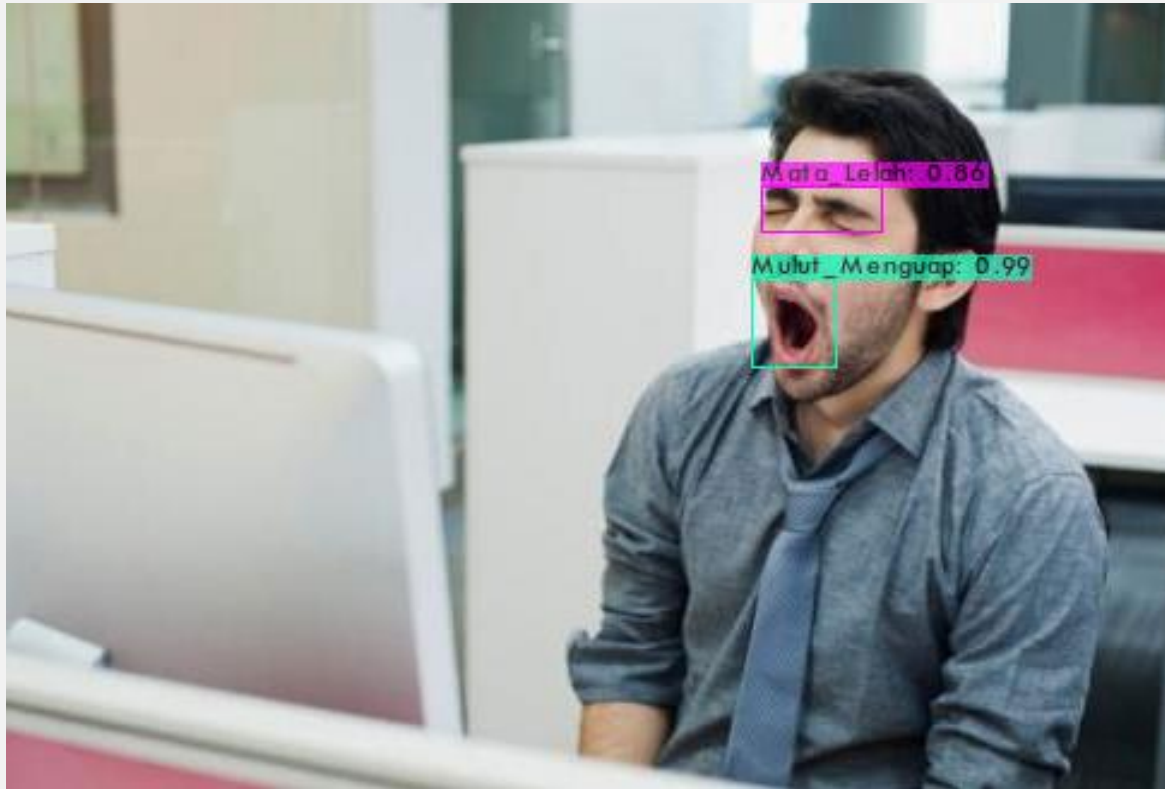
Skor yang tinggi menunjukkan kemampuan algoritma siap dalam mengenali dan mendeteksi objek secara akurat

Grafik Pelatihan



Hasil Pengujian (Uji Citra)

Hasil Pengujian Wajah Kelelahan



Hasil Pengujian Wajah Normal



Hasil Pengujian (Uji Citra)

Tabel Hasil Pengujian

No	Gambar	Label terdeteksi	Skor (%)
1	Gambar 1	Mata_Lelah	86%
		Mulut_Menguap	99%
2	Gambar 2	Mata_Normal	73%
		Mulut_Normal	89%

Gambar 1

Dengan keluaran **mata lelah** sebesar **86%** dan **mulut menguap** sebesar **99%**, hasil tersebut menunjukkan bahwa algoritma YOLOv4 memiliki tingkat **keberhasilan yang tinggi** dalam mendeteksi **tanda-tanda kelelahan pada wajah**. Mata lelah dan mulut menguap dapat mengindikasikan **tingkat kelelahan yang tinggi** pada pekerja sehingga perlu penanganan.

Gambar 2

Dengan keluaran **mata normal** sebesar **73%** dan **mulut normal** sebesar **89%**, hasil tersebut menunjukkan bahwa model YOLOv4 juga dapat **membedakan** antara **kelelahan** dan kondisi **normal** pada wajah pekerja. Mata dan mulut normal dapat mengindikasikan **pekerja tersebut dalam keadaan normal** sehingga pekerja tidak memerlukan tindakan khusus.

Hasil Pengujian (Realtime)

Hasil Pengujian Wajah Normal

Hasil Pengujian Wajah Kelelahan

Status Capturing...



Pekerja Dalam Kondisi Aktif

When finished, click here or on the video to stop this demo

Status Capturing...



Pekerja Dalam Kondisi Lelah!

When finished, click here or on the video to stop this demo

Hasil Pengujian (Realtime)

Tabel Hasil Pengujian

No	Gambar	Label terdeteksi	Skor (%)	Hasil Klasifikasi
1	Gambar 3	Mata_Normal	98.30%	Pekerja Dalam Kondisi Aktif
		Mulut_Normal	98.07%	
2	Gambar 4	Mata_Lelah	98.28%	Pekerja Dalam Kondisi Lelah
		Mulut_Menguap	98.04%	

Gambar 3

algoritma berhasil memperoleh **mAP** mata normal sebesar **98.30%** dan **mAP** mulut normal sebesar **98.07%**. Hasil ini menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi keadaan **mata dan mulut pekerja dalam keadaan normal**. Selain itu, sistem juga mampu memberikan **klasifikasi yang tepat**, yaitu "**pekerja dalam kondisi aktif**", yang menunjukkan bahwa pekerja sedang dalam kondisi baik

Gambar 4

algoritma berhasil mencapai **mAP** mata lelah sebesar **98.28%** dan **mAP** mulut menguap sebesar **98.04%**. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan sistem deteksi **YOLOv4** dalam mendeteksi keadaan **mata lelah dan mulut menguap** pada pekerja dengan tingkat akurasi yang tinggi. Selain itu, **klasifikasi yang tepat** dihasilkan oleh sistem, yaitu "**pekerja dalam kondisi lelah**", sesuai dengan kondisi yang sebenarnya (kelelahan).

05

Kesimpulan

Kesimpulan

Referensi

Kesimpulan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa algoritma **YOLOv4** memiliki performa yang baik. Proses pelatihan dengan tingkat akurasi yang tinggi, ditunjukkan oleh **presisi, recall, F1-Score, Average IoU, dan mAP@0.50**. Hasil pengujian yang dilakukan juga menunjukkan kemampuan algoritma dalam mengenali dan mengklasifikasikan tanda-tanda kelelahan dengan tingkat akurasi yang signifikan. Algoritma **YOLOv4** mencapai **mAP tertinggi sebesar 99%** ketika pengujian pada citra baru dan mencapai **mAP tertinggi sebesar 98.30%** ketika pengujian secara **realtime**. Dengan demikian, algoritma **YOLOv4** memiliki potensi besar untuk dijadikan sebagai alat yang efektif untuk meningkatkan pengawasan kelelahan pekerja, kesehatan dan keselamatan kerja pekerja, serta mengurangi risiko kecelakaan yang disebabkan oleh kelelahan.

Saran

Diharapkan melanjutkan pengembangan algoritma **YOLOv4** dengan melibatkan lebih banyak data pelatihan yang representatif, termasuk variasi kondisi kelelahan pada wajah pekerja.

Melakukan evaluasi kinerja secara berkala dan memperbarui model dengan dataset yang lebih baru untuk memastikan performa yang optimal.

Implementasi algoritma **YOLOv4** dapat dikombinasikan dengan sistem monitoring (berbasis web aplikasi/mobile) dan alarm yang dapat memberikan peringatan dini kepada pekerja dan pengawas ketika tanda-tanda kelelahan terdeteksi.

Referensi

- [1] M. J. L. Gaol, A. Camelia, and A. Rahmiwati, “Analisis Faktor Risiko Kelelahan Kerja Pada Karyawan Bagian Produksi PT. Arwana Anugrah Keramik, Tbk,” *J. Ilmu Kesehat. Masy.*, vol. 9, no. 1, pp. 53–63, Mar. 2018, doi: 10.26553/jikm.2018.9.1.53-63.
- [2] B. A. Deyulmar, Suroto, and I. Wahyuni, “Analisis Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Pembuat Kerupuk Opak Di Desa Ngadikerso, Kabupaten Semarang,” *J. Kesehat. Masy.*, vol. 6, no. 4, pp. 278–285, 2018, doi: 10.14710/jkm.v6i4.21428.
- [3] S. Firdaus and K. D. Artika, “Deteksi Kelelahan Pengemudi Mobil Menggunakan Citra Wajah,” *Elem. J. Tek. MESIN*, vol. 8, no. 1, p. 16, Jun. 2021, doi: 10.34128/je.v8i1.154.
- [4] L. Lady and A. S. Wiyanto, “TINGKAT KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA LUAR RUANGAN DAN PENGARUH LINGKUNGAN FISIK TERHADAP PENINGKATAN KELELAHAN,” *J. Ind. Serv.*, vol. 5, no. 1, pp. 58–64, Oct. 2019, doi: 10.36055/jiss.v5i1.6504.
- [5] F. O. Reynaldi, “Analisa Performa Arsitektur Mobilenetv1 Dan Resnet Menggunakan Meta-Learning Dalam Mendeteksi Objek Hewan Kucing,” *Indones. J. Bus. Intell.*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.21927/ijubi.v4i1.1686.
- [6] N. Irtija, M. Sami, and M. A. R. Ahad, “Fatigue Detection Using Facial Landmarks,” *Int. Symp. Affect. Sci. Eng.*, vol. ISASE2018, no. November, pp. 1–6, 2018, doi: 10.5057/isase.2018-C000041.
- [7] J. Redmon and A. Farhadi, “YOLOv3: An Incremental Improvement,” Apr. 2018, doi: 10.48550/arXiv.1804.02767.
- [8] A. Bochkovskiy, C.-Y. Wang, and H.-Y. M. Liao, “YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection,” Apr. 2020, doi: 10.48550/arXiv.2004.10934.
- [9] D. H. Fudholi, R. A. N. Nayoan, M. Suyuti, and R. Rahmadi, “Deteksi Indikasi Kelelahan Menggunakan Deep Learning,” *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.)*, vol. 5, pp. 1–9, 2021, doi: 10.30645/j-sakti.v5i1.292.
- [10] E. R. Setyaningsih and M. S. Edy, “YOLOv4 dan Mask R-CNN Untuk Deteksi Kerusakan Pada Karung Komoditi,” *Teknika*, vol. 11, no. 1, pp. 45–52, 2022, doi: 10.34148/teknika.v11i1.419.
- [11] D. J. P. Manajang, S. R. U. A. Sompie, and A. Jacobus, “Implementasi Framework Tensorflow Object Detection Dalam Mengklasifikasi Jenis Kendaraan Bermotor,” *J. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 4, pp. 1821–1831, Dec. 2021, doi: doi.org/10.35793/jti.15.3.2020.29775.
- [12] Timj, “Fatigue Dataset,” *Kaggle*, 2021. <https://www.kaggle.com/datasets/timmjy/fatigue-detection>.

Referensi

- [13] M. Sarosa and N. Muna, "Implementasi Algoritma You Only Look Once (Yolo) Untuk Implementation of You Only Look Once (Yolo) Algorithm for," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 4, pp. 787–792, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184407.
- [14] C.-Y. Wang, H.-Y. Mark Liao, Y.-H. Wu, P.-Y. Chen, J.-W. Hsieh, and I.-H. Yeh, "CSPNet: A New Backbone that can Enhance Learning Capability of CNN," in *2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*, Jun. 2020, vol. 2020-June, pp. 1571–1580, doi: 10.1109/CVPRW50498.2020.00203.
- [15] K. Khairunnas, E. M. Yuniarno, and A. Zaini, "Pembuatan Modul Deteksi Objek Manusia Menggunakan Metode YOLO untuk Mobile Robot," *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 1, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v10i1.61622.
- [16] N. Chen, Y. Man, and Y. Sun, "Abnormal Cockpit Pilot Driving Behavior Detection Using YOLOv4 Fused Attention Mechanism," *Electronics*, vol. 11, no. 16, p. 2538, Aug. 2022, doi: 10.3390/electronics11162538.
- [17] C.-Y. Wang, A. Bochkovskiy, and H.-Y. M. Liao, "Scaled-YOLOv4: Scaling Cross Stage Partial Network," in *2021 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Jun. 2021, pp. 13024–13033, doi: 10.1109/CVPR46437.2021.01283.
- [18] R. S. Huda, R. Wulanningrum, and D. Swanjaya, "PEMANFAATAN YOLOV4 UNTUK DETEKSI PELANGGARAN HELM DAN MASKER SERTA IDENTIFIKASI PELAT NOMOR MENGGUNAKAN TESSERACT-OCR," *JOUTICA*, vol. 7, no. 2, p. 596, Sep. 2022, doi: 10.30736/informatika.v7i2.873.
- [19] Q. Chen and Q. Xiong, "Garbage Classification Detection Based on Improved YOLOV4," *J. Comput. Commun.*, vol. 08, no. 12, pp. 285–294, 2020, doi: 10.4236/jcc.2020.812023.
- [20] S. Jupiyandi, F. R. Saniputra, Y. Pratama, M. R. Dharmawan, and I. Cholissodin, "Pengembangan Deteksi Citra Mobil Untuk Mengetahui Jumlah Tempat Parkir Menggunakan Cuda Dan Modified Yolo Development of Car Image Detection To Find Out the Number of Parking Space Using Cuda and Modified Yolo," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 4, pp. 413–419, 2019, doi: 10.25126/jtiik.201961275.
- [21] A. F. Fandisyah, N. Iriawan, and W. S. Winahju, "Deteksi Kapal di Laut Indonesia Menggunakan YOLOv3," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 10, no. 1, 2021, doi: 10.12962/j23373520.v10i1.59312.
- [22] T. A. A. H. Kusuma, K. Usman, and S. Saidah, "PEOPLE COUNTING FOR PUBLIC TRANSPORTATIONS USING YOU ONLY LOOK ONCE METHOD," *J. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 57–66, Feb. 2021, doi: 10.20884/1.jutif.2021.2.2.77.
- [23] A. K. A. Tianto, I. Qadrijati, and S. Haryati, "Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Keluhan Kelelahan Mata Pada Pekerja Kantor X Karanganyar," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 1, no. 2, pp. 58–66, 2023, doi: 10.14710/jkm.v1i1.36786.

Link Projek

<https://colab.research.google.com/drive/10Yq2l0LsUhE6ylEta9uEke8cGS8GR50l?usp=sharing>

