

DETEKSI HELMET DAN VEST KESELAMATAN SECARA REALTIME MENGUNAKAN METODE YOLO BERBASIS WEB FLASK

Muhammad Hatami¹, Tukino², Fitria Nurapriani³, Widiyawati⁴, Wresti Andriani⁵

,^{1,2,3} Universitas Buana Perjuangan Karawang, Indonesia, ⁴STMIK Bani Saleh,
Indonesia, ⁵STMIK YMI Tegal, Indonesia.

e-mail: si19.muhammadhatami@mhs.ubpkarawang.ac.id

Abstract: More than 250 million occupational accidents occur annually, according to the International Labor Organization (ILO). Nearly 80% of workplace mishaps may be attributed to employee error, most notably dangerous acts such as not donning protective gear. The need for supervision of workers is important in reducing workplace accidents. However, this supervision is still manual, so it will take a long time. The method that can be used for object recognition in helmet and safety vest images is deep learning. YOLOv2 is a deep-learning model that can be used for object recognition. Given these problems, it is necessary to create a realtime helmet and vest detection system based on a web flask. The stages in this research include data acquisition or image data collection, data exploration or annotation of image data, modeling, or data training is carried out, and the last process is deployment using a flask. The system that has been made successfully detects not using a helmet and safety vest with a red bounding box and using a helmet and safety vest with a green bounding box with an average accuracy of 81.60% and an avg loss value of 0.173 and an mAP (mean Average Precision) validation value of 76.68%

Keywords: YOLOv2, Personal Protective Equipment, Deep learning

Abstrak: Menurut ILO, lebih dari 250 juta kecelakaan kerja terjadi setiap tahun. Sekitar 80% kecelakaan adalah akibat dari kecerobohan pekerja, seperti perilaku berisiko seperti tidak mengenakan APD. Perlunya pengawasan terhadap pekerja merupakan hal penting dalam mengurangi kecelakaan kerja. Namun pengawasan tersebut masih manual, sehingga akan memakan waktu lama. Deep learning adalah teknik yang dapat digunakan untuk deteksi objek pada helm dan gambar rompi pengaman. YOLOv2 merupakan salah satu model identifikasi objek deep learning. Mengingatnya permasalahan tersebut, maka perlu dibuat sistem deteksi helm dan vest secara realtime berbasis web flask. Tahapan pada penelitian ini di antara lain data acquisition atau pengumpulan data citra, selanjutnya data exploration atau anotasi data citra, selanjutnya dilakukan Modelling atau training data, dan proses terakhir yaitu deployment menggunakan flask. Sistem yang telah dibuat berhasil mendeteksi tidak menggunakan helm dan vest keselamatan dengan bounding box merah dan menggunakan helm dan vest keselamatan dengan bounding box hijau dengan akurasi rata-rata 81.60% dan memiliki nilai avg loss 0.173 dan nilai validasi mAP (mean Average Precision) 76.68%

Kata kunci: YOLOv2, Alat Pelindung Diri, Deep learning

Copyright (c) 2022 The Authors. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

PENDAHULUAN

Perusahaan memiliki tanggung jawab untuk memastikan keselamatan karyawannya dalam bekerja, dan Pasal 86 UU No. 13 Tahun 2003 menjabarkan hak-hak karyawan dalam hal ini.

Ini termasuk hak atas lingkungan yang bebas dari bahaya bagi kesehatan dan moral dan perlakuan yang adil yang memperhitungkan martabat individu (Heryadi et al., 2021; Heryawan & Heryana, 2018). Lebih dari 250 juta kecelakaan kerja dilaporkan setiap tahun, data ILO menunjukkan. Hingga 80% kecelakaan kerja dapat dikaitkan dengan kesalahan karyawan, seperti kegagalan untuk menggunakan alat pelindung diri yang tepat (Alat Pelindung Diri) (Edigan, 2019; Septianto & Wardhani, 2020).

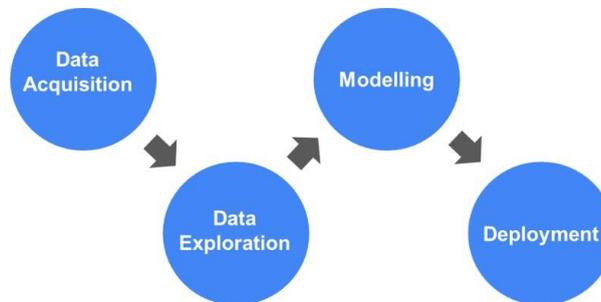
Perlunya pengawasan terhadap pekerja merupakan hal penting dalam mengurangi kecelakaan kerja (Jatmiko et al., 2017). Dimana pengawasan merupakan bagian dari faktor penguat perubahan perilaku pekerja. Sebagian besar perusahaan di Indonesia masih menggunakan proses manual untuk melakukan pengawasan (Shintya et al., 2021). Secara umum, sistem tersebut memiliki kekurangan dalam hal efisiensinya dimana sistem tersebut masih melibatkan manusia untuk proses pengawasannya dimana akan berakibat jangka waktu yang cukup lama (Trismayanti et al., 2021).

Hasil penelitian tentang metode YOLOv2 telah banyak dilakukan dan diketahui bahwa model YOLOv2-voc_mul memiliki akurasi rata-rata 92,09% dan 89,64% untuk deteksi objek tunggal (Li et al., 2021). Metode ini juga telah diterapkan pada penelitian untuk mendeteksi penggunaan helm keselamatan dan menghasilkan nilai F1-score yang diperoleh sebesar 0,79 (Widodo et al., 2021). Berbeda dengan penelitian ini yaitu pada penelitian ini untuk membangun sebuah web untuk pendeteksian helm dan vest keselamatan secara realtime dengan metode YOLOv2. Penerapan ini nantinya akan mendeteksi objek yang ada di dalam jangkauan kamera webcam terlebih dahulu, kemudian objek yang terdeteksi akan dibandingkan dengan data yang sudah ditraining sebelumnya. Nantinya objek yang terdeteksi memiliki kemiripan dengan dataset hasil training, maka nantinya objek yang terdeteksi tersebut akan ditandai. Setelah objek yang terdeteksi berhasil ditandai maka akan ada proses selanjutnya yaitu melakukan peringatan bagi yang tidak sesuai dengan dataset yang sudah ditraining tadi. Hal ini tentunya akan bisa mempermudah mengurangi beban kerja dan meningkatkan efisiensi dalam pengecekan pelanggaran helm dan vest keselamatan pada pekerja.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan tentang deteksi helm dan vest keselamatan secara realtime berbasis WEB flask dengan menggunakan metode YOLOv2. Penelitian dimulai dengan Data Acquisition atau pengumpulan data citra selanjutnya Data Exprolation atau anotasi data data cita, selanjutnya dilakukan

Modelling atau mentraining data, dan proses terakhir yaitu deployment menggunakan flask yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

You Only Look Once

YOLO adalah algoritma yang dirancang untuk deteksi objek real-time. Metode deteksi yang digunakan menggunakan repurposed classifier atau localizer untuk melakukan deteksi. Model diterapkan di berbagai tempat dan skala ke gambar. Wilayah dengan peringkat gambar terbesar akan dianggap sebagai zona deteksi (Jupiyandi et al., 2019). Untuk membuat himpunan data sebelum fase pelatihan, penting untuk melakukan langkah anotasi. Setiap data berisi nama kelas, titik koordinat X, titik koordinat Y, panjang kotak pembatas, dan lebar kotak pembatas. *YOLO* mendeteksi objek dalam gambar menggunakan metode JST (Jena et al., 2021). Jaringan mengelompokkan gambar ke dalam wilayah dan memprediksi kotak pembatas dan probabilitas masing-masing wilayah. Kotak pembatas ini kemudian dibandingkan dengan setiap probabilitas yang diproyeksikan. *YOLO* menawarkan berbagai manfaat dibandingkan sistem berorientasi pengklasifikasi, seperti yang dapat ditunjukkan dengan membandingkan gambaran lengkap pada saat pengujian dengan prediksi gambar yang diinformasikan secara global. *YOLO* menggunakan arsitektur yang sebanding dengan jaringan saraf Konvolusional. *YOLO* hanya menggunakan lapisan konvolusi dan pooling. Untuk lapisan konvolusi akhir, jumlah kelas dan jumlah kotak prekliti yang diperlukan dimodifikasi. (Yang & Deng, 2020).

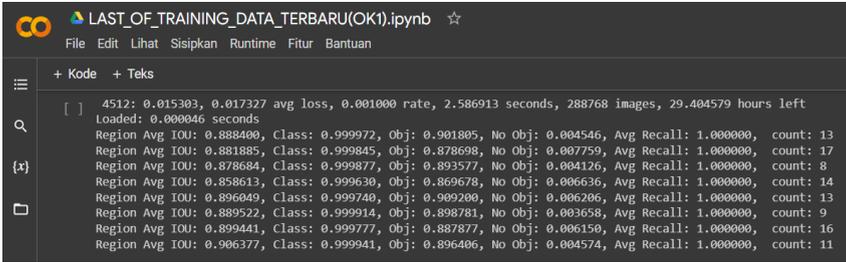
Data Acquisition

Data acquisition atau pengumpulan data citra yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini. Data yang dikumpulkan berupa *dataset image helmet, vest* dan *person* untuk deteksi yang akan dikategorikan menjadi 4

Proses anotasi ini dilakukan untuk melatih membedakan objek yang menggunakan helm dan vest keselamatan dengan lengkap atau tidak.

Modelling

Semua gambar dengan file txt akan dikonversi ke file daftar dengan ekstensi csv selama langkah ini; Setelah file daftar selesai, file akan dibuat menjadi file "train.txt" dan "test.txt" yang berisi semua informasi tentang gambar dan lokasi objek kotak pembatas di setiap gambar; File ini akan digunakan selama fase pelatihan dan pengujian proses perekaman data. Kedua dokumen ini akan berfungsi sebagai dasar untuk data pelatihan sistem (Tukino & Baenil Huda, 2019). Fase pelatihan melibatkan instruksi sistem tentang cara memanfaatkan data yang telah diberikan. Algoritma yang digunakan adalah model YOLOv2. Ketika proses *training* sudah selesai akan menghasilkan *file weight* yang akan digunakan untuk *testing* model (Baenil Huda & Saepul Apriyanto, 2019). Tahap *training*, dilakukan untuk melatih *machine learning* dengan data yang sudah di proses. Dibawah ini adalah proses training di Google colaboratory :



```
LAST_OF_TRAINING_DATA_TERBARU(OK1).ipynb
File Edit Lihat Sisipkan Runtime Fitur Bantuan

+ Kode + Teks

[ ] 4512: 0.015303, 0.017327 avg loss, 0.001000 rate, 2.586913 seconds, 288768 images, 29.404579 hours left
Loaded: 0.000046 seconds
Region Avg IOU: 0.888400, Class: 0.999972, Obj: 0.901805, No Obj: 0.004546, Avg Recall: 1.000000, count: 13
Region Avg IOU: 0.881885, Class: 0.999845, Obj: 0.878698, No Obj: 0.007759, Avg Recall: 1.000000, count: 17
Region Avg IOU: 0.878684, Class: 0.999877, Obj: 0.893577, No Obj: 0.004126, Avg Recall: 1.000000, count: 8
Region Avg IOU: 0.858613, Class: 0.999630, Obj: 0.869678, No Obj: 0.006636, Avg Recall: 1.000000, count: 14
Region Avg IOU: 0.896049, Class: 0.999740, Obj: 0.909200, No Obj: 0.006206, Avg Recall: 1.000000, count: 13
Region Avg IOU: 0.889522, Class: 0.999914, Obj: 0.898781, No Obj: 0.003658, Avg Recall: 1.000000, count: 9
Region Avg IOU: 0.899441, Class: 0.999777, Obj: 0.887877, No Obj: 0.006150, Avg Recall: 1.000000, count: 16
Region Avg IOU: 0.906377, Class: 0.999941, Obj: 0.896406, No Obj: 0.004574, Avg Recall: 1.000000, count: 11
```

Gambar 4 Proses training

Pada proses ini termasuk pengujian langsung berbasis webcam. Setelah pengembangan selesai, sistem dimasukkan melalui langkahnya dengan menggunakan kamera yang dapat mengambil gambar secara real time dan mengirimkan ke sistem untuk dianalisis. Analisis akurasi berbasis confusion matrix. Sensitivitas dan spesifisitas dihitung dengan pengujian dan analisis. Akurasi dapat ditentukan dengan pengujian sensitivitas dengan membandingkan jumlah klasifikasi actual di dalam kelas dengan total klasifikasi yang termasuk dalam kelas tersebut. Pengujian spesifisitas, di sisi lain, melibatkan perbandingan jumlah kategori yang tidak terkait tetapi sesuai dengan jumlah total klasifikasi terkait. Confusion matrix akan digunakan untuk menentukan banyaknya kelas dalam putaran perhitungan. Berikut Tabel 1 menampilkan bentuk dari confusion matrix

Tabel 1. Confusion Matrix

		Actual Class	
		Positive	Negative
Prediction Class	Positive	True Positive (TP)	False Positive (FP)
	Negative	False Negative (FN)	True Negative (TN)

Dua kolom informasi tentang penghitungan confusion matrix yang terdapat pada tabel 1: jenis data yang digunakan dan hasil kategorisasi. Jika helm dan rompi keselamatan ditemukan dan jika system mampu mengidentifikasi keduanya dengan benar maka temuan tersebut diklasifikasi sebagai True Positif (TP). Temuan kategorisasi konsisten dengan harapan, dan pengelompokan didasarkan pada hasil deteksi yang menunjukkan keberadaan helm dan rompi yang tepat (positif). Temuan deteksi dianggap sebagai False Positif (FP) jika barang tersebut bukan helm dan rompi keselamatan tetapi diidentifikasi seperti itu oleh system. Klasifikasi ini didasarkan pada hal hal yang bukan helm dan rompi keselamatan (False) namun tetap diberi label seperti itu (Positif). Ketika objek helm dan rompi keselamatan dideteksi sebagai bukan helm dan rompi keselamatan, maka akan dikelompokkan menjadi false negatif(FN). Pengelompokan tersebut dapat didasari dari adanya objek helm dan rompi keselamatan namun system mendeteksi bukan helm dan rompi keselamatan. Serta apabila objek bukan helm dan rompi keselamatan terdeteksi sebagai bukan helm dan rompi keselamatan, maka akan dikelompokkan ke True Negatif(TN). Untuk mendapatkan hasil akurasi maka dari akumulasi tersebut akan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

Untuk menghitung Precision digunakan rumus:

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP}$$

Untuk menghitung Recall digunakan rumus:

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN}$$

Deployment

Setelah mendapatkan model yang tepat dan menyimpannya dalam bentuk *pickle*, model tersebut akan diubah menjadi sebuah *prototipe web deployment* yang dapat mengenali helm dan rompi. Dalam penelitian ini, *web deployment* dilakukan dengan menggunakan *flask*. *Flask* adalah semacam *microframework web* yang dibangun dengan *python* dikategorikan sebagai kerangka kerja web (Shrivastava, 2021).

Perancangan User Interface pada sistem dapat diilustrasikan pada gambar 6. Perancangan user Interface dibuat dengan sederhana yaitu halaman “realtime safety detection” yang berisi Navigasi Bar, Running Text, dan hasil deteksi secara realtime.



Gambar 5 Perancangan user Interface

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

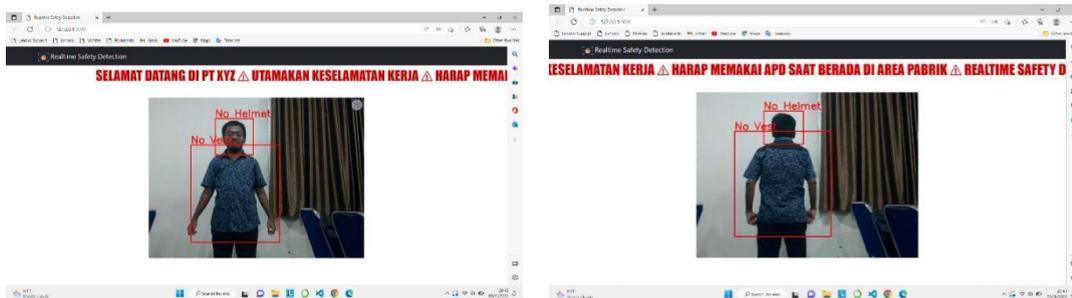
Pada penelitian ini menghasilkan sebuah web untuk mendeteksi Alat Pelindung Diri pada pekerja menggunakan algoritma YOLO secara realtime. Data yang digunakan sebanyak 1.142 data gambar yang terdiri dari data *training* dan data validasi dimana data training berjumlah 847 *gambar* dan data validasi sebanyak 295 *gambar* yang dibagi menjadi 4 class yaitu helmet, vest, no_helmet, no_vest. Ada sebanyak 4.512 iterasi pelatihan, yang menghasilkan sebuah model baru. Tabel 2. Menunjukkan bahwa model akhir memiliki loss sebesar 0,173 dan peringkat validasi mAP sebesar 76,68%, skor tersebut menunjukkan bahwa akurasi deteksi objek model YOLOv2 pada helm dan rompi keselamatan sudah maksimal.

Tabel 2. YOLOv2 Training Result

Iteration	4.512
Batch Size	64
mAP	76,68%
Avg IoU	87,93%
Avg loss	0,173

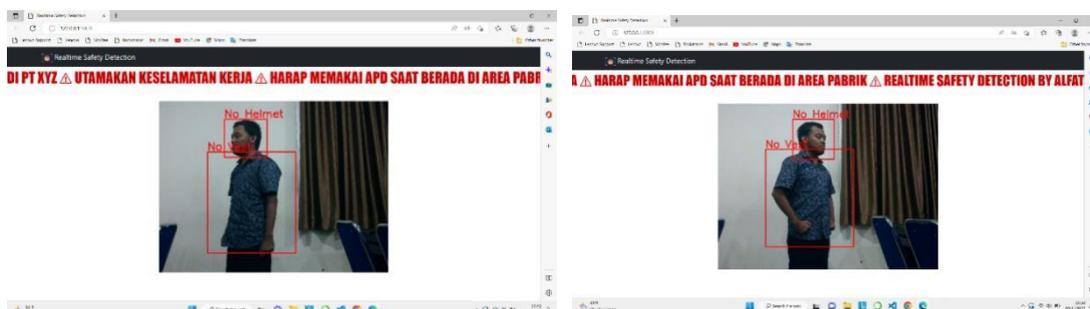
Halaman pendeteksian tidak menggunakan helm dan vest

Pada gambar 6 merupakan hasil deteksi secara realtime tidak menggunakan helm dan vest keselamatan dengan menghadap depan dan belakang, pada pengujian berhasil mendeteksi dan menghasilkan bounding box warna merah dengan keterangan no_helmet dan no_vest



gambar 6 tampilan deteksi realtime tidak menggunakan helm dan vest dengan menghadap depan dan belakang

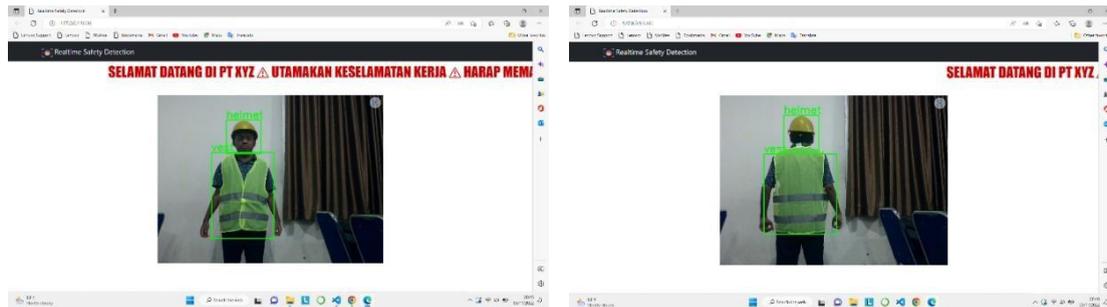
Pada gambar 7 merupakan hasil deteksi secara realtime tidak menggunakan helm dan vest keselamatan dengan menghadap samping kanan dan samping kiri, pada pengujian berhasil mendeteksi dan menghasilkan bounding box warna merah dengan keterangan no_helmet dan no_vest



Gambar 7 tampilan deteksi realtime tidak menggunakan helm dan vest dengan menghadap samping kanan dan samping kiri

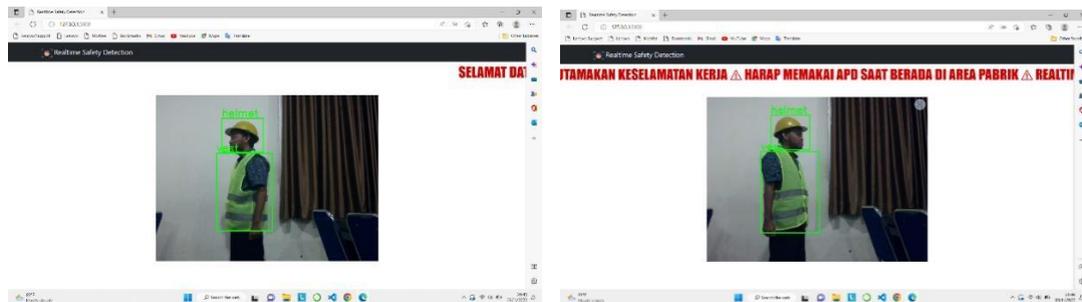
Halaman pendeteksian menggunakan helmet dan vest

Pada gambar 8 merupakan hasil deteksi secara realtime menggunakan helmet dan vest keselamatan dengan menghadap depan dan belakang, pada pengujian berhasil mendeteksi dan menghasilkan bounding box warna hijau dengan keterangan helmet dan vest



Gambar 8 tampilan deteksi realtime menggunakan helmet dan vest dengan menghadap depan dan belakang

Pada gambar 9 merupakan hasil deteksi secara realtime menggunakan helmet dan vest keselamatan dengan menghadap samping kanan dan samping kiri, pada pengujian berhasil mendeteksi dan menghasilkan bounding box warna hijau dengan keterangan helmet dan vest



Gambar 10 tampilan deteksi realtime menggunakan helmet dan vest dengan menghadap depan dan belakang

Pembahasan

Precision dan recall adalah dua perhitungan yang banyak digunakan untuk mengukur kinerja sistem (Azhar et al., 2019; Fibrianda & Bhawiyuga, 2018). Dalam penelitian ini, presisi dihitung untuk menetapkan jumlah akurasi antara informasi yang diminta dan respon dari sistem, recall adalah kemampuan sistem untuk menemukan informasi dan akurasi adalah tingkat kedekatan antara nilai prediksi dan nilai akurasi, menggunakan confusion matrix dan persamaan 1, 2, dan 3. Perhitungan dilakukan untuk menilai akurasi.

. Nilai confusion matrix dihitung, berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan seperti yang ditunjukkan pada table dibawah ini , nilai akurasi terbaik ditunjukkan pada gambar no 1, akurasi sebesar 88.8%, untuk recall sebesar 100% dan precision sebesar 88,8% dengan TP yaitu 8 dan FP hanya 1

Gambar	TP	TN	FP	FN	Recall	Precision	Accuracy
1	8	0	1	0	100%	88.8%	88.8%
3	7	1	0	2	77.7%	100%	80%
5	6	1	0	1	71.5%	100%	87.5%
7	5	4	0	5	62.5%	100%	64.2%
8	6	1	0	1	71.5%	100%	87,5%

Rata-rata akurasi = $\frac{\text{Jumlah akurasi}}{\text{Total akurasi}}$

$$\text{Rata-rata akurasi} = \frac{88,8+80+87,5+64,2+87,5}{5} = 81.60\%$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan nilai akhir akurasi deteksi pada program “Deteksi Helmet Dan Vest Keselamatan Secara Realtime Menggunakan Metode Yolo Berbasis WEB Flask” adalah sebesar 81.60%

SIMPULAN

Pada penelitian ini, algoritma YOLOv2 untuk deteksi ada atau tidaknya pelanggaran APD. Data yang digunakan sebanyak 1.142 data gambar yang terdiri dari data *training* dan data validasi. dimana data training berjumlah 847 *gambar* dan data validasi sebanyak 295 *gambar* yang dibagi menjadi 4 class yaitu helmet, vest, no_helmet, no_vest. Dataset tersebut digunakan untuk data training dan data testing. Training data dilakukan sampai pada iteration 4.512. Penelitian ini telah berhasil membangun sebuah sistem deteksi helmet dan vest keselamatan secara realtime berbasis web flask dan dapat berhasil mendeteksi dengan baik dan benar citra menggunakan helm dan vest keselamatan dan citra tidak menggunakan helm dan vest keselamatan dengan akurasi dari 64,2% hingga 88,8% dan memiliki akurasi rata rata 81,60% dengan validasi mAP sebesar 76,68 dan avg loss sebesar 0,173%. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil deteksi, yaitu pencahayaan, posisi objek kamera, tinggi /jarak onjek

DAFTAR RUJUKAN

- Azhar, Masrurroh, S. U., Wardhani, L. K., & Okfalisa. (2019). Perbandingan Kinerja Algoritma Naive Bayes Dan K-Nn Pendekatan Lexicon Pada Analisis Sentimen Di Media. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV, September*.
- Baenil Huda, & Saepul Apriyanto. (2019). APLIKASI SISTEM INFORMASI LOWONGAN PEKERJAAN BERBASIS ANDROID DAN WEB MONITORING (Penelitian dilakukan di Kab. Karawang). *BUANA ILMU*, 4(1). <https://doi.org/10.36805/bi.v4i1.808>
- Edigan, F. (2019). HUBUNGAN ANTARA PERILAKU KESELAMATAN KERJA TERHADAP PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI (APD) PADA KARYAWAN PTSURYA AGROLIKA REKSA DI SEI. BASAU. *JURNAL SAINTIS*, 19(2). [https://doi.org/10.25299/saintis.2019.vol19\(2\).3741](https://doi.org/10.25299/saintis.2019.vol19(2).3741)
- Fibrianda, M. F., & Bhawiyuga, A. (2018). Analisis Perbandingan Akurasi Deteksi Serangan Pada Jaringan Komputer Dengan Metode Naïve Bayes Dan Support Vector Machine (SVM). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, II(9).
- Heryadi, J., Safarudin, & Franca, M. L. (2021). Evaluasi Pelaksanaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dan Penggunaan Alat Pelindung Diri pada Karyawan PT.Semen Baturaja (Persero) Tbk. di Baturaja. *Jurnal Kotamo*, 1(21).
- Heryawan, H., & Heryana, A. (2018). Analisis Penyebab Ketidapatuhan Penggunaan APD pada pekerja Manual handling PT X Tahun 2018. *Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Esa Unggul*.
- Jatmiko, F., Setiyawan, H., & Atmojo, T. B. (2017). Hubungan antara Tingkat Pengetahuan dan Pengawasan terhadap Perilaku Pemakaian APD pada

- Pekerja Konstruksi PT Wika Beton Boyolali. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*, 2(1).
- Jena, S. R., George, S. T., & Ponraj, D. N. (2021). Modeling an effectual multi-section *You only look once* for enhancing lung cancer prediction. *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 31(4). <https://doi.org/10.1002/ima.22584>
- Jupiyandi, S., Saniputra, F. R., Pratama, Y., Dharmawan, M. R., & Cholissodin, I. (2019). Pengembangan Deteksi Citra Mobil untuk Mengetahui Jumlah Tempat Parkir Menggunakan CUDA dan Modified YOLO. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(4). <https://doi.org/10.25126/jtiik.2019641275>
- Li, X., Shi, B., Nie, T., Zhang, K., & Wang, W. (2021). Multi-object recognition method based on improved yolov2 model. *Information Technology and Control*, 50(1). <https://doi.org/10.5755/J01.ITC.50.1.25094>
- Moselhi, O., Bardareh, H., & Zhu, Z. (2020). Automated data acquisition in construction with remote sensing technologies. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/APP10082846>
- Samourkasidis, A., Papoutsoglou, E., & Athanasiadis, I. N. (2019). A template framework for environmental timeseries data acquisition. *Environmental Modelling and Software*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.10.009>
- Septianto, A., & Wardhani, A. R. (2020). PENERAPAN ANALISIS RESIKO TERHADAP KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA(K3) PADAPT. X. *JURNAL APLIKASI DAN INOVASI IPTEKS "SOLIDITAS" (J-SOLID)*, 3(1). <https://doi.org/10.31328/js.v3i1.1385>
- Shintya, S. R., Gloria Purba, C. V., Gloria Purba, C. V., & Edigan, F. (2021). Analisis Penerapan Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K) di PT. X. *Media Kesmas (Public Health Media)*, 1(2). <https://doi.org/10.25311/kesmas.vol1.iss2.65>
- Shrivastava, H. (2021). Symptomatic Assistance. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 9(VII). <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.37132>
- Tauzin, G., Lupo, U., Tunstall, L., Perez, J. B., Caorsi, M., Medina-Mardones, A.

- M., Dassatti, A., & Hess, K. (2021). giotto-tda: A topological data analysis toolkit for machine learning and data exploration. *Journal of Machine Learning Research*, 22.
- Trismayanti, D., Muhammad Ikhtiar, & Andi Nurlinda. (2021). Hubungan Kemampuan Penanganan P3K oleh Karyawan Bagian Produksi dengan Kecelakaan Kerja di PT. Sermani Steel. *Window of Public Health Journal*. <https://doi.org/10.33096/woph.v2i2.185>
- Widodo, B., Armanto, H. A., & Setyati, E. (2021). Deteksi Pemakaian Helm Proyek Dengan Metode Convolutional Neural Network. *Journal of Intelligent System and Computation*, 3(1). <https://doi.org/10.52985/insyst.v3i1.157>
- Yang, Y., & Deng, H. (2020). Gc-yolov3: *You only look once* with global context block. *Electronics (Switzerland)*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/electronics9081235>
- Yu, B., & Silva, C. T. (2020). FlowSense: A natural language interface for visual data exploration within a dataflow system. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(1). <https://doi.org/10.1109/TVCG.2019.2934668>
- Tukino, T., & Huda, B. (2019). PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS UNTUK MENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PEMILIHAN TEMA TUGAS AKHIR PADA PRODI SISTEM INFORMASI UNIVERSITAS BUANA PERJUANGAN KARAWANG. *Techno Xplore: Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 4(1). <https://doi.org/10.36805/technoexplore.v4i1.542>