

# Kamera Pintar Untuk Pengawasan Penggunaan Masker Di Rumah Sakit

Deppi Linda\*<sup>1</sup>, Isnandar Agus<sup>2</sup>, Indera<sup>3</sup>, Zulkarnaini<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Sistem Informasi, Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya, Bandar Lampung

e-mail: [\\*deepilinda@darmajaya.ac.id](mailto:*deepilinda@darmajaya.ac.id), [2isnandaragus@darmajaya.ac.id](mailto:2isnandaragus@darmajaya.ac.id),

[3indera@darmajaya.ac.id](mailto:3indera@darmajaya.ac.id), [4zulkarnaini@darmajaya.ac.id](mailto:4zulkarnaini@darmajaya.ac.id)

## Abstrak

Rumah sakit memiliki potensi tinggi sebagai sumber penyebaran penyakit menular, termasuk virus dan bakteri. Penggunaan masker oleh staf medis, pasien, dan pengunjung merupakan langkah penting untuk meminimalkan risiko infeksi. Namun, pengawasan manual terhadap kepatuhan penggunaan masker di rumah sakit sulit dilakukan. Dengan perkembangan kecerdasan buatan, sistem pengawasan otomatis dapat diterapkan untuk memantau kepatuhan penggunaan masker secara lebih efisien dan efektif. Penelitian ini menggunakan YOLOv8 dan IP Camera untuk deteksi penggunaan masker di rumah sakit. Dataset yang digunakan terdiri dari 2130 gambar pelatihan, 34 gambar validasi, dan 27 gambar pengujian. Model dilatih dengan parameter 300 epoch, batch size 8, dan patience 128 untuk mencegah overfitting. Hasil uji coba menunjukkan bahwa model mencapai precision dan recall masing-masing sebesar 98.3%, dengan tingkat akurasi keseluruhan mencapai 97%. Kurva Precision-Recall dan F1-Confidence menunjukkan bahwa model ini sangat efektif dalam mendeteksi penggunaan masker dengan sedikit kesalahan. Confusion matrix mengindikasikan bahwa 97% dari semua kasus penggunaan masker terdeteksi dengan benar, sementara hanya 3% yang terlewat. Sistem deteksi penggunaan masker berbasis YOLOv8 dan IP Camera ini menunjukkan potensi besar untuk diterapkan di rumah sakit, meningkatkan kepatuhan penggunaan masker dan membantu dalam pencegahan penyebaran penyakit.

**Kata kunci**—Rumah Sakit, Deteksi Masker, IP Kamera, YOLOv8

## Abstract

A Hospitals have a high potential as sources for the spread of infectious diseases, including viruses and bacteria. The use of masks by medical staff, patients, and visitors is a crucial measure to minimize the risk of infection. However, manually monitoring mask compliance in hospitals is challenging. With the development of artificial intelligence, automated monitoring systems can be implemented to more efficiently and effectively monitor mask compliance. This study employs YOLOv8 and IP Cameras for mask detection in hospitals. The dataset used consists of 2130 training images, 34 validation images, and 27 test images. The model was trained with parameters of 300 epochs, a batch size of 8, and a patience of 128 to prevent overfitting. Experimental results indicate that the model achieved a precision and recall of 98.3%, with an overall accuracy of 97%. The Precision-Recall and F1-Confidence curves demonstrate that the model is highly effective in detecting mask usage with minimal errors. The confusion matrix indicates that 97% of all mask usage cases were correctly detected, while only 3% were missed. This YOLOv8 and IP Camera-based mask detection system shows great potential for application in hospitals, enhancing mask compliance and aiding in the prevention of disease spread.

**Keywords**—Hospitals, Mask Detection, IP Camera, YOLOv8

## 1. PENDAHULUAN

Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya merupakan lingkungan yang memiliki potensi tinggi sebagai sumber penyebaran berbagai jenis penyakit menular [1], termasuk virus [2] dan bakteri [3]. Dalam upaya untuk meminimalkan risiko infeksi, penggunaan masker oleh staf medis, pasien, dan pengunjung menjadi salah satu langkah pencegahan yang sangat penting. Namun, pengawasan manual terhadap kepatuhan penggunaan masker di rumah sakit memerlukan sumber daya yang signifikan dan dapat mengalami berbagai kendala, termasuk keterbatasan jumlah pengawas dan potensi kesalahan manusia. Dengan perkembangan pesat dalam teknologi kecerdasan buatan dan visi komputer, sistem pengawasan otomatis kini dapat diimplementasikan untuk memantau kepatuhan penggunaan masker secara lebih efisien dan efektif.

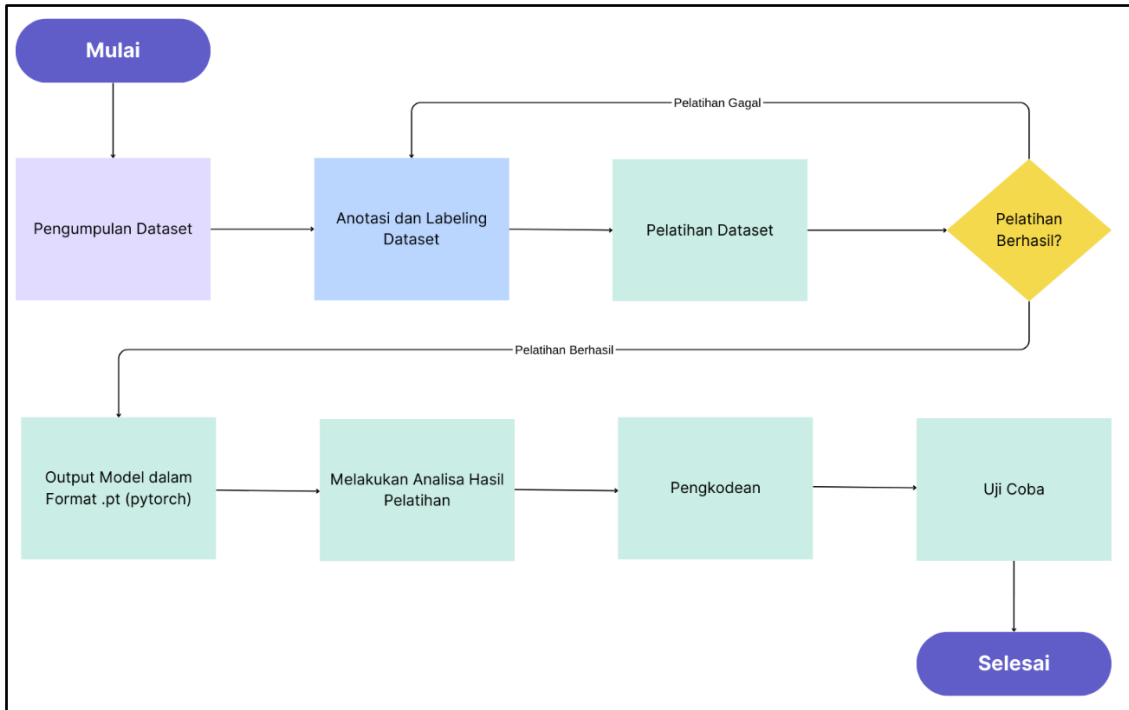
Salah satu teknologi yang menjanjikan dalam hal ini adalah penggunaan kamera pintar yang didukung oleh algoritma deteksi objek canggih. Seperti penelitian pada tahun 2024 Sarawat *et al* mengembangkan model untuk mendeteksi penggunaan rumah sakit dengan algoritma *FaceNet Convolutional Neural Network* dan juga menggunakan KNN [4]. Selanjutnya di tahun yang sama Gao *et al* mengembangkan model untuk deteksi penggunaan masker di berbagai lingkungan dengan menggunakan algoritma *deformable state-of-the-art* (DSOTA) yang merupakan basis dari *Deformable ConvNets v2* (DCNv2) dan YOLOv8 [5]. Pada tahun 2023 Gunturi *et al* juga mengembangkan model untuk deteksi penggunaan masker secara *real time* dengan menggunakan *few shot learning*, dengan menggabungkan LFW *dataset* dan MLFW *dataset* [6]. Prabha *et al* dalam penelitiannya di tahun 2023 juga mengembangkan deteksi penggunaan masker secara *real time* dengan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Networks* (CNNs) [7].

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah berhasil menerapkan berbagai algoritma untuk deteksi masker, belum ada yang mengimplementasikan model YOLO dengan menggunakan hardware IP Camera untuk pengawasan di rumah sakit. Penggunaan IP Camera dapat menawarkan fleksibilitas yang lebih tinggi dan memungkinkan pemantauan di berbagai area rumah sakit tanpa keterbatasan infrastruktur kabel [8]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model yang menggunakan YOLOv8 dan IP Camera untuk deteksi penggunaan masker di rumah sakit, yang mampu mengidentifikasi objek dalam waktu nyata [9] dengan tingkat akurasi yang tinggi [10]. Dengan demikian, rumah sakit dapat memiliki sistem kamera canggih yang dapat mendeteksi penggunaan masker dengan cepat [11] dan efisien [12]. Selain itu, dengan kamera jaringan (IP Camera), sistem dapat memantau berbagai area di rumah sakit tanpa keterbatasan infrastruktur kabel.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Alur Penelitian

Gambar 1 pada penelitian ini menggambarkan alur penelitian yang menggunakan YOLOv8 dan IP Camera untuk melakukan deteksi dan kontrol terhadap penggunaan masker di lingkungan rumah sakit. Pada gambar 1, tahapan penelitian pertama adalah pengumpulan *dataset* yang kami ambil dari *dataset people counter* [13] yang dipublish di *universe robotow*. *Dataset* tersebut memiliki gambar sebanyak 2130 *train dataset* digunakan untuk YOLOv8 belajar mengenali objek masker [14], 34 *validation set* akan digunakan untuk validasi pengujian selama pelatihan [15] dan evaluasi dan 27 *test set* [16] yang digunakan untuk menguji akurasi YOLOv8. Selanjutnya pada tahap ketiga kami melakukan pelatihan *dataset* dengan parameter 300 *epoch* dan 12 *batch*, serta 128 *patience* untuk mencegah *overfitting* saat pelatihan [17].

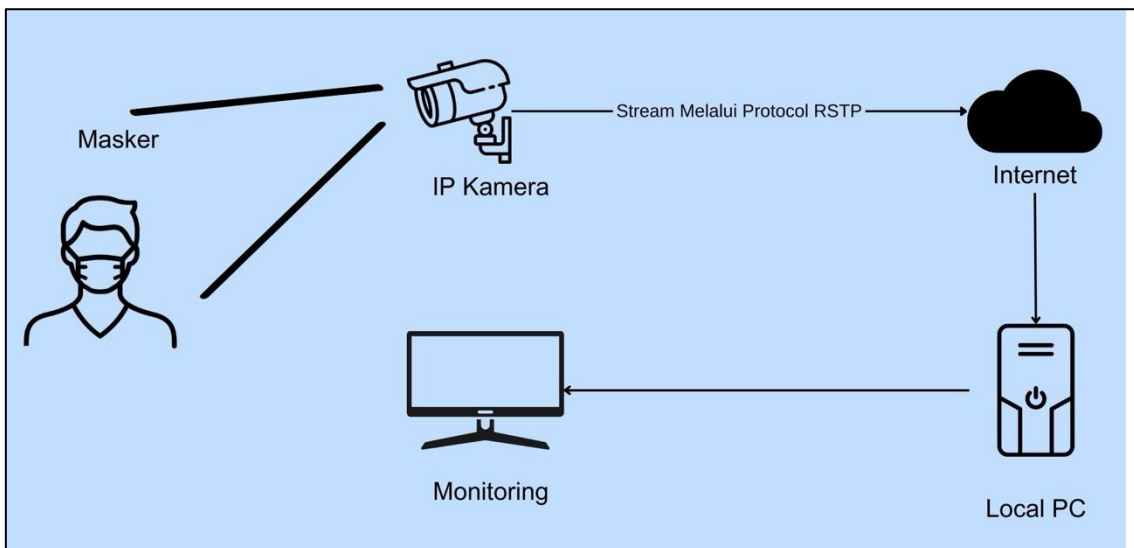


Gambar 1. Alur Penelitian

Jika pelatihan berhasil maka model YOLO akan dikonversi menjadi format `.pt` atau `pytorch` [18]. Pada tahap selanjutnya, akan dilakukan juga analisa hasil pelatihan dengan melihat *metric* hasil pelatihan untuk mengukur akurasi dan presisi hasil deteksi. Terakhir, akan dilakukan pengkodean dan uji coba hasil riset.

## 2.2 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang dikembangkan pada riset ini diilustrasikan pada gambar 2. Pada gambar 2, dapat dijelaskan bahwa model dijalankan pada lokal komputer yang mengambil *feed stream* dengan protokoler *real time streaming protocol* (RTSP) [19].



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Pada gambar 2 dapat dijelaskan bahwa IP Kamera akan mendeteksi pasien dan personil rumah sakit yang menggunakan masker, jika menggunakan masker maka akan diproses oleh YOLO dan dilaporkan ke bagian pengawas rumah sakit, sehingga yang tidak menggunakan masker akan mudah diidentifikasi.

### 2.3 Algoritma YOLO

Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) adalah salah satu metode deteksi objek yang efisien dan cepat, yang mampu mendeteksi beberapa objek dalam sebuah gambar dalam satu kali pemrosesan [20]. Berbeda dengan metode deteksi objek lainnya yang membagi gambar menjadi beberapa bagian [21] dan memprosesnya secara terpisah, YOLO memproses keseluruhan gambar secara simultan, yang memungkinkan deteksi objek dilakukan dengan kecepatan tinggi [22]. Adapun cara kerja YOLO diilustrasikan pada gambar 3.



Gambar 3. Metode Proses Pada YOLO

1. Pada tahap pertama, YOLO membagi gambar input menjadi grid berukuran  $S \times S$ . Setiap sel dalam grid bertanggung jawab untuk mendeteksi objek yang pusatnya berada di dalam sel tersebut.
2. Selanjutnya, setiap sel *grid* memprediksi sejumlah  $B$  *bounding boxes* dan tingkat kepercayaan (*confidence score*) untuk setiap *bounding box* [23]. *Confidence score* ini didefinisikan sebagai:

$$Confidence = P(object) \times IOU_{pred}^{truth} \quad (1)$$

di mana:

$P(object)$  adalah probabilitas adanya objek di dalam bounding box.

$IOU_{pred}^{truth}$  adalah *intersection over union* antara *bounding box* dan *ground truth*.

3. Kemudian pada tahap ketiga, Untuk setiap sel grid, YOLO juga memprediksi kelas  $C$  dari objek yang berada dalam sel tersebut [24]. Prediksi ini menghasilkan vektor probabilitas kelas:  $P(Class_i | Object)$  (2)  
Dimana  $i$  adalah indeks kelas dan  $C$  adalah jumlah kelas.

Dilanjutkan pada tahap keempat, dimana skor kelas untuk setiap *bounding box* dihitung dengan mengalikan *confidence score* dengan vektor probabilitas kelas [25]

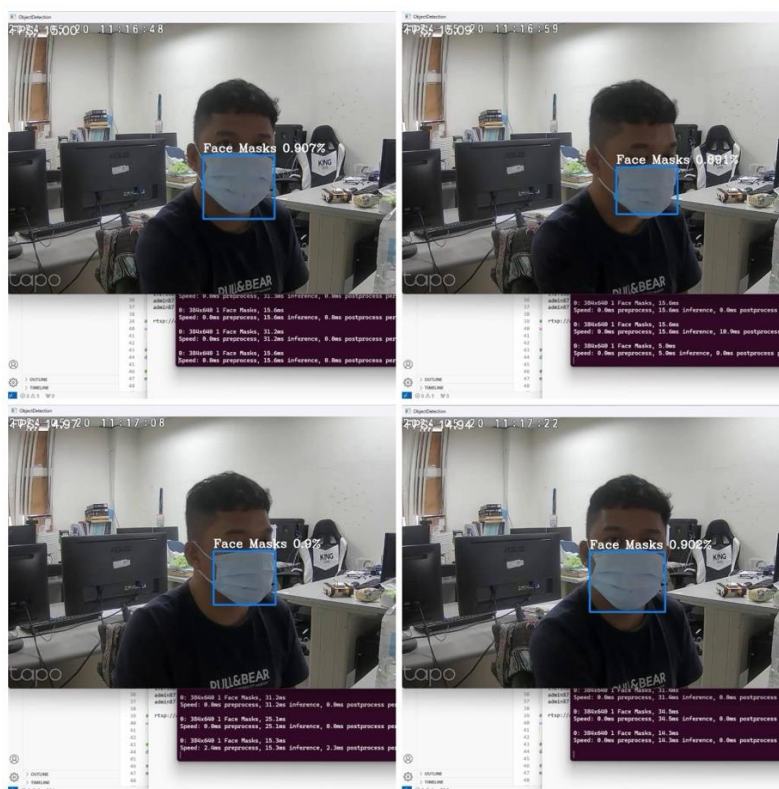
$$\text{Class Score} = P(\text{Class}_i|\text{Object}) \times \text{Confidence} \quad (3)$$

4. Untuk menghilangkan redundansi dan memastikan hanya satu *bounding box* per objek yang dipertahankan, YOLO menggunakan teknik *Non-Maximum Suppression* [26]. *Bounding boxes* dengan skor tertinggi dipilih.
5. Luaran hasil objek yang terdeteksi akan tampil beserta dengan *confidence score* di setiap prediksi [27].

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Uji Coba Hasil Penelitian

Untuk menguji hasil deteksi kami mengambil alamat IP dari IP Kamera yang digunakan dan mengalirkan feed streaming melalui protokol RTSP (*Real-Time Streaming Protocol*). Pada gambar 4 dapat dilihat, YOLO berhasil deteksi penggunaan masker dengan IP Kamera.

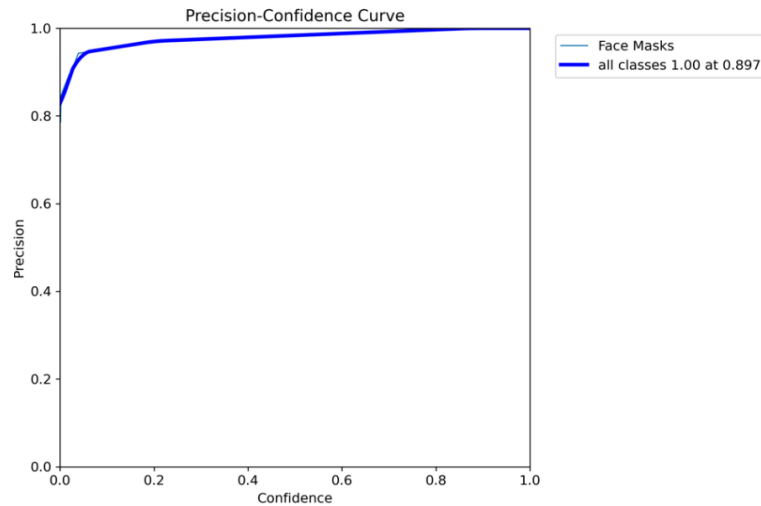


Gambar 4. Hasil Deteksi

Dari gambar 4, kami menggunakan IP Kamera dari Tapo TP-Link untuk mengalirkan *stream feed* ke model kami. Selanjutnya, dapat dilihat juga bahwa model yang kami latih mampu mendeteksi penggunaan masker dengan *confidence score* antara 0.89 – 0.90.

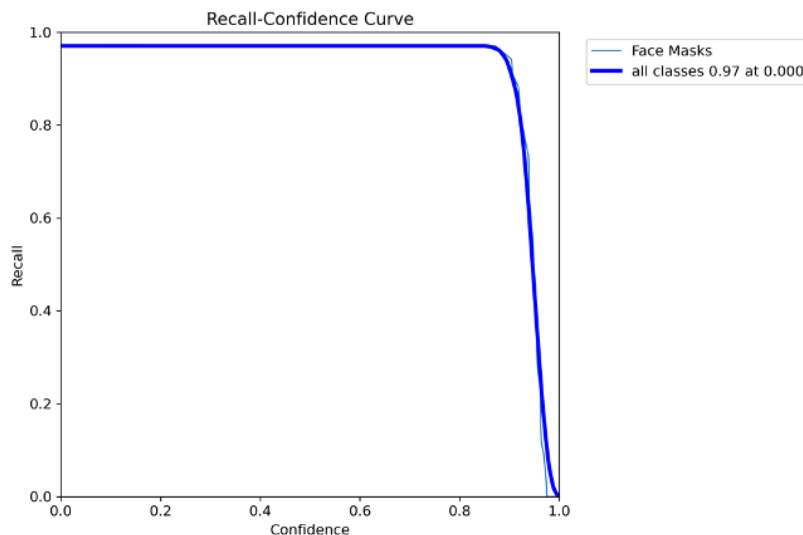
### 3.2 Metrik Presisi, Recall dan F1-Score

Pengujian pertama adalah melihat kurva presisi hasil pelatihan. Berdasarkan gambar 5, dapat dilaporkan bahwa ketika *confidence score* mencapai sekitar 0.897, presisi mencapai 1.00, yang menunjukkan bahwa semua prediksi pada tingkat kepercayaan tersebut adalah benar tanpa *false positives*.



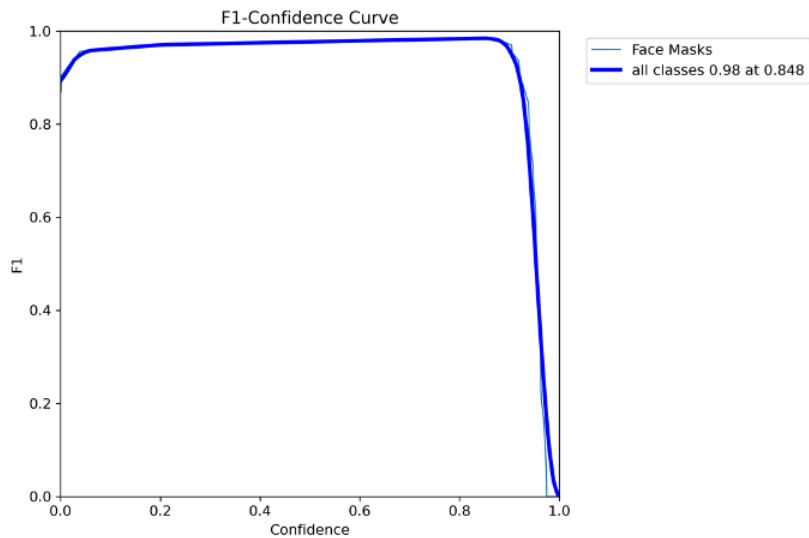
Gambar 5. Presisi pada *Confidence Score*

Pada grafik di gambar 6, terlihat bahwa *recall* tetap tinggi pada berbagai tingkat kepercayaan rendah hingga menengah, dengan nilai mendekati 1.0 pada *confidence* sekitar 0.000. Namun, *recall* menurun tajam ketika *confidence* mendekati 1.0, menunjukkan bahwa model semakin ketat memprediksi objek dengan benar, namun secara keseluruhan *recall* pada model kami mencapai 97%.



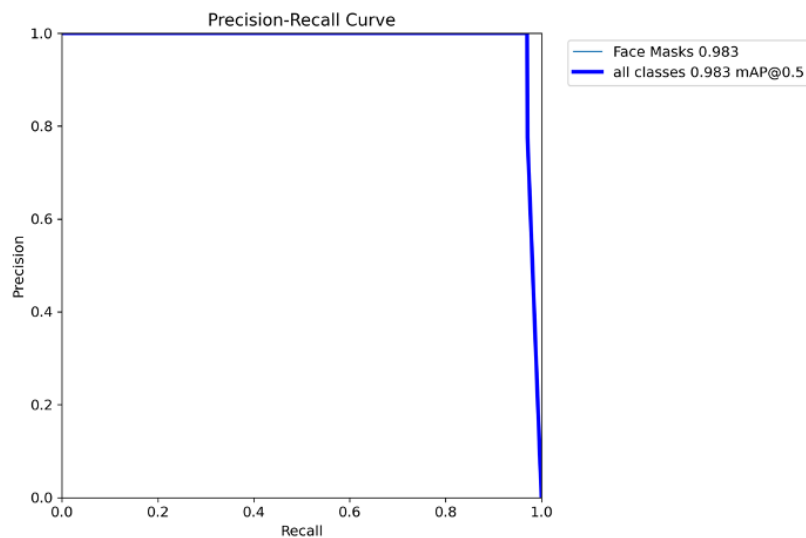
Gambar 6. *Recall* pada *Confidence Score*

Selanjutnya di grafik di gambar 7, menunjukkan bahwa pada *confidence score* 0.848, model kami mencapai *F1-Score* 0.98, yang menandakan *precision* dan *recall* masing-masing mendekati 98%. Hal ini menunjukkan bahwa model sangat efektif dalam mendeteksi penggunaan masker dengan baik.



Gambar 7. F1-Confidence Curve

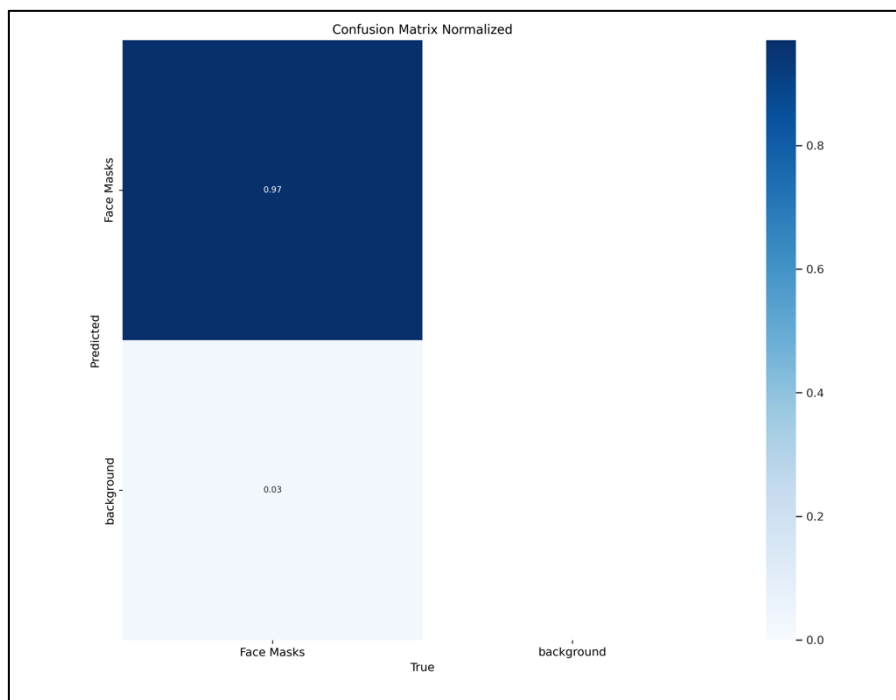
Terakhir, grafik *precision-recall Curve* pada gambar 8 juga menunjukkan bahwa model kami mencapai nilai *precision* dan *recall* sebesar 0.983 atau 98.30%. Hal ini menunjukkan model kami memiliki kinerja yang sangat baik dalam mendeteksi penggunaan masker dengan sedikit kesalahan.



Gambar 8. Precision-Recall Curve

### 3.3 Metrik Confusion

*Confusion matrix* yang ditampilkan pada Gambar 9 menunjukkan bahwa performa model YOLOv8 kami dalam mendeteksi penggunaan masker mencapai tingkat akurasi yang sangat tinggi. Sebanyak 97% dari semua kasus penggunaan masker terdeteksi dengan benar, dan hanya 3% yang terlewat (*false negatives*). Hal ini menunjukkan bahwa model sangat efektif dan andal dalam mendeteksi penggunaan masker di rumah sakit, dengan tingkat kesalahan yang sangat rendah.

Gambar 9. *Confusion Metrix*

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan sistem deteksi penggunaan masker di rumah sakit menggunakan teknologi YOLOv8 dan IP Camera. Dengan hasil evaluasi sebagai berikut:

1. Model YOLOv8 kami mencapai *precision* dan *recall* masing-masing sebesar 98.3%.
2. *Confusion matrix* menunjukkan bahwa 97 - 98% dari semua kasus penggunaan masker terdeteksi dengan benar, sementara hanya 3% yang terlewat.
3. Akurasi dan presisi Model yang kami kembangkan dapat bersaing dari penelitian sebelumnya yaitu seperti Sarawat *et al* yang menggunakan algoritma *FaceNet Convolutional Neural Network* dan KNN dengan akurasi 97% [4]. Gao *et al* dengan model deteksi masker dengan akurasi 94 – 97% [5], Gunturi *et al* dengan model *few shot* yang mendapatkan akurasi 92 – 97%. Dan Prabha *et al* yang mendapatkan model untuk deteksi penggunaan masker dengan menggunakan CNN sebesar 98% [7].
4. Model kecerdasan untuk deteksi penggunaan masker berbasis YOLOv8 dan IP Kamera menunjukkan potensi besar untuk diterapkan di rumah sakit.

#### 5. SARAN

Penelitian selanjutnya, perlu menambah kelas “non-masker” dan “masker tidak terpakai dengan benar”, serta menambahkan fitur perhitungan jumlah pelanggaran pengunjung, pasien dan *staff* rumah sakit yang tidak menggunakan masker, sehingga bisa ditindaklanjuti untuk kedepannya.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Sistem Informasi Institut Informatika dan Bisnis Darmajaya yang telah mendukung penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Haque *et al.*, “Strategies to Prevent Healthcare-Associated Infections: A Narrative Overview,” *Risk Manag Healthc Policy*, vol. 13, p. 1765, 2020, doi: 10.2147/RMHP.S269315.
- [2] A. Jabłońska-Trypuć *et al.*, “Inanimate Surfaces as a Source of Hospital Infections Caused by Fungi, Bacteria and Viruses with Particular Emphasis on SARS-CoV-2,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 19, no. 13, Jul. 2022, doi: 10.3390/IJERPH19138121.
- [3] F. Cruz-López, A. Martínez-Meléndez, and E. Garza-González, “How Does Hospital Microbiota Contribute to Healthcare-Associated Infections?,” *Microorganisms*, vol. 11, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.3390/MICROORGANISMS11010192.
- [4] S. Saraswat, S. Singh, P. Middha, P. Thirwani, and H. Rohilla, “Revolutionizing Pandemic Healthcare: Mask Detection and Patient Face Recognition,” *Proceedings of the 14th International Conference on Cloud Computing, Data Science and Engineering, Confluence 2024*, pp. 888–892, Jan. 2024, doi: 10.1109/Confluence60223.2024.10463246.
- [5] X. Gao, M. Nguyen, and W. Q. Yan, “A High-Accuracy Deformable Model for Human Face Mask Detection,” *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 14403, pp. 96–109, Jan. 2024, doi: 10.1007/978-981-97-0376-0\_8.
- [6] S. K. Gunturi, M. Alugubelly, M. Jayabalan, and S. Aggarwal, “Real-Time Masked Face Recognition in the Wild with few shots,” *Proceedings - International Conference on Developments in eSystems Engineering, DeSE*, pp. 303–310, Jan. 2023, doi: 10.1109/DeSE60595.2023.10469038.
- [7] M. Prabha, P. Saraswathi, M. Karuppasamy, M. JansiRani, J. K. Durkesh, and V. Karthikeyan, “Accurate Face Mask Detection Using CNN,” *2023 IEEE International Conference on Blockchain and Distributed Systems Security, ICBDS 2023*, p. Raipur, doi: 10.1109/ICBDS58040.2023.10346244.
- [8] A. C. Tran, L. Nguyen-Van, and N. Duong-Trung, “Towards real-time secured IP camera via state machine architecture,” *International Journal of Information Technology (Singapore)*, vol. 16, no. 1, pp. 329–336, Jan. 2024, doi: 10.1007/s41870-023-01573-4.
- [9] J. Terven, D. M. Córdova-Esparza, and J. A. Romero-González, “A Comprehensive Review of YOLO Architectures in Computer Vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS,” *Machine Learning and Knowledge Extraction 2023, Vol. 5, Pages 1680-1716*, vol. 5, no. 4, pp. 1680–1716, Nov. 2023, doi: 10.3390/MAKE5040083.
- [10] M. Hussain, “YOLO-v1 to YOLO-v8, the Rise of YOLO and Its Complementary Nature toward Digital Manufacturing and Industrial Defect Detection,” *Machines 2023, Vol. 11, Page 677*, vol. 11, no. 7, p. 677, Jun. 2023, doi: 10.3390/MACHINES11070677.
- [11] E. Casas, L. Ramos, E. Bendek, and F. Rivas-Echeverria, “YOLOv5 vs. YOLOv8: Performance Benchmarking in Wildfire and Smoke Detection Scenarios,” *Journal of Image and Graphics*, vol. 12, no. 2, pp. 127–136, Jan. 2024, doi: 10.18178/joig.12.2.127-136.
- [12] U. Sirisha, S. P. Praveen, P. N. Srinivasu, P. Barsocchi, and A. K. Bhoi, “Statistical Analysis of Design Aspects of Various YOLO-Based Deep Learning Models for Object Detection,” *International Journal of Computational Intelligence Systems*, vol. 16, no. 1, pp. 1–29, Dec. 2023, doi: 10.1007/S44196-023-00302-W/TABLES/21.

- 
- [13] P. Counter, "Face Masks Detector Dataset." Sep. 2023. [Online]. Available: <https://universe.roboflow.com/people-counter-aa0us/face-masks-detector>
- [14] B. Kim *et al.*, "Automated Detection of Surgical Implants on Plain Knee Radiographs Using a Deep Learning Algorithm," *Medicina (Kaunas)*, vol. 58, no. 11, p. 1677, Nov. 2022, doi: 10.3390/medicina58111677.
- [15] Y. ; Li *et al.*, "RDD-YOLO: Road Damage Detection Algorithm Based on Improved You Only Look Once Version 8," *Applied Sciences 2024, Vol. 14, Page 3360*, vol. 14, no. 8, p. 3360, Apr. 2024, doi: 10.3390/APP14083360.
- [16] Y. Luo, Y. Ci, S. Jiang, and X. Wei, "A novel lightweight real-time traffic sign detection method based on an embedded device and YOLOv8," *J Real Time Image Process*, vol. 21, no. 2, p. 24, Apr. 2024, doi: 10.1007/s11554-023-01403-7.
- [17] I. Agustian, R. Faurina, S. I. Ishak, F. P. Utama, K. Dinata, and N. Daratha, "Deep learning pest detection on Indonesian red chili pepper plant based on fine-tuned YOLOv5," *International Journal of Advances in Intelligent Informatics*, vol. 9, no. 3, pp. 383–401, Nov. 2023, doi: 10.26555/ijain.v9i3.864.
- [18] Y. Kryvenchuk and A. Marusyk, "Plastic Waste on Water Surfaces Detection Using Convolutional Neural Networks," *CEUR Workshop Proc*, vol. 3668, pp. 169–185, Jan. 2024.
- [19] A. Dunne, J. Romero-Canas, S. Caulfield, S. Romih, and J. L. Espinosa-Aranda, "Intelligent Space Camera for On-Orbit AI-Driven Visual Monitoring Applications," *Proceedings of the 2023 European Data Handling and Data Processing Conference for Space, EDHPC 2023*, 2023, doi: 10.23919/EDHPC59100.2023.10396125.
- [20] M. Hussain, "YOLO-v1 to YOLO-v8, the Rise of YOLO and Its Complementary Nature toward Digital Manufacturing and Industrial Defect Detection," *Machines 2023, Vol. 11, Page 677*, vol. 11, no. 7, p. 677, Jun. 2023, doi: 10.3390/MACHINES11070677.
- [21] P. Azevedo and V. Santos, "Comparative analysis of multiple YOLO-based target detectors and trackers for ADAS in edge devices," *Rob Auton Syst*, vol. 171, p. 104558, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.robot.2023.104558.
- [22] S. Vikruthi, M. Archana, and R. C. Tanguturi, "A Novel Framework for Vehicle Detection and Classification Using Enhanced YOLO-v7 and GBM to Prioritize Emergency Vehicle," *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, vol. 12, no. 1s, pp. 302–312, Jan. 2024.
- [23] Y. Tian, G. Yang, Z. Wang, H. Wang, E. Li, and Z. Liang, "Apple detection during different growth stages in orchards using the improved YOLO-V3 model," *Comput Electron Agric*, vol. 157, pp. 417–426, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.compag.2019.01.012.
- [24] N. F. Alhussainan, B. Ben Youssef, and M. M. Ben Ismail, "A Deep Learning Approach for Brain Tumor Firmness Detection Based on Five Different YOLO Versions: YOLOv3–YOLOv7," *Computation*, vol. 12, no. 3, p. 44, Mar. 2024, doi: 10.3390/computation12030044.
- [25] Z. Dou *et al.*, "An Improved YOLOv5s Fire Detection Model," *Fire Technol*, vol. 60, no. 1, pp. 135–166, Jan. 2024, doi: 10.1007/S10694-023-01492-7/FIGURES/21.
- [26] D. Zhang, "A Yolo-based Approach for Fire and Smoke Detection in IoT Surveillance Systems," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 15, no. 1, pp. 87–94, Jan. 2024, doi: 10.14569/IJACSA.2024.0150109.
- [27] R. S. Hussein, A. T. Sadiq, and N. J. Ibrahim, "Surveillance System to Detect Dangerous Objects for Children Using YOLOv3 Algorithm," *AIP Conf Proc*, vol. 2977, no. 1, p. 020072, Dec. 2023, doi: 10.1063/5.0182291.