Repeater : Publikasi Teknik Informatika dan Jaringan
Vol. 2 No. 1 Januari 2024
e-ISSN : 3046-7276, p-ISSN : 3046-7284, Hal. 10-21
DOI: https://doi.org/10.62951/repeater.v2i3.124
Available online at: https://journal.aptii.or.id/index.php/Repeater

Sistem Pendeteksi Penyakit Kanker Kulit Menggunakan Convolutional Neural Network Arsitektur YOLOv8 Berbasis Website

Egga Naufal Daffa Tanadi [1], Dhian Satria Yudha Kartika [2], Abdul Rezha Efrat Najaf [3]
[1,2,3] Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Indonesia

Jl. Rungkut Madya No.1, Surabaya
Korespondensi penulis: 20082010074@student.upnjatim.ac.id

Abstract. *Skin cancer has high incidence and fatality rates, making accurate and rapid detection crucial. This study developed a web-based skin cancer detection system using YOLOv8. The model detects seven types of skin cancer using a dataset of 17.366 annotated images. Methods included data collection, pre-processing, augmentation, model training, and performance evaluation using precision, recall, and mean Average Precision (mAP). Results show that the YOLOv8 model achieved a precision of 0.975 and a recall of 0.969. Evaluation with a confusion matrix demonstrated strong detection capabilities. A web interface was developed to allow users to upload images and view detection results in real-time. The YOLOv8-based skin cancer detection system provides accurate results and can be used as a tool for early diagnosis.*

Keywords: *Skin Cancer, YOLOv8, CNN, Skin Cancer Detection Application, Roboflow*

Abstrak. Kanker kulit memiliki tingkat kejadian dan fatalitas tinggi, sehingga penting untuk mendeteksinya dengan akurat dan cepat. Penelitian ini mengembangkan sistem deteksi kanker kulit berbasis web menggunakan YOLOv8. Model ini mendeteksi tujuh jenis kanker kulit dengan dataset 17.366 gambar yang dianotasi. Metode meliputi pengumpulan data, pre-processing, augmentasi, pelatihan model, dan evaluasi kinerja menggunakan precision, recall, dan mean Average Precision (mAP). Hasil menunjukkan model YOLOv8 memiliki precision 0.975 dan recall 0.969. Evaluasi dengan confusion matrix menunjukkan kemampuan deteksi yang baik. Pengembangan antarmuka web memungkinkan pengguna mengunggah gambar dan melihat hasil deteksi langsung. Sistem deteksi kanker kulit berbasis YOLOv8 memberikan hasil akurat dan dapat digunakan sebagai alat bantu diagnosis dini.

Kata kunci: Kanker Kulit, YOLOv8, CNN, Aplikasi Deteksi Kanker Kulit, Roboflow

1. LATAR BELAKANG

Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi telah menjadi pendorong utama perubahan dalam masyarakat. Dampak positif dari perkembangan teknologi telah masuk ke dalam berbagai aspek kehidupan sehari-hari, mulai dari komunikasi hingga aktivitas ekonomi. Kemajuan teknologi ini telah membuat masyarakat menjadi lebih terkoneksi dan kompetitif, menciptakan lingkungan yang dinamis dan penuh inovasi. Era modern ini tidak hanya membuka peluang baru, tetapi juga menghadirkan tantangan unik. Oleh karena itu, kemampuan untuk beradaptasi dan memahami perubahan global yang sedang berlangsung menjadi sangat penting. Salah satu pendorong utama dari perkembangan zaman ini adalah teknologi machine learning (ML), yang telah membuka berbagai kemungkinan baru dalam analisis data dan pengambilan keputusan berbasis data.

Machine learning merupakan cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk belajar dari data dan pengalaman tanpa perlu diprogram

Received: Mei 12, 2024; Revised: Juni 17 2024;Accepted: Juli 7, 2024; Published: Juli 9 2024;

secara eksplisit. Dengan kemampuannya mengenali pola-pola kompleks dan membuat keputusan berdasarkan data, machine learning telah mencakup berbagai bidang seperti analisis data, pengenalan pola, dan prediksi. Teknologi ini tidak hanya menjadi alat penting dalam mengoptimalkan proses bisnis, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap perkembangan solusi cerdas di bidang kesehatan. Dalam konteks ini, machine learning memungkinkan analisis mendalam terhadap data medis, meningkatkan akurasi diagnosa, dan memungkinkan deteksi dini yang akurat, khususnya dalam kasus penyakit serius seperti kanker kulit.

Kanker kulit adalah salah satu kondisi yang memerlukan perhatian serius. Pada tahun 2018, terdapat sekitar 6.170 kasus kanker kulit non-melanoma dan 1.392 kasus kanker kulit melanoma yang terjadi di Indonesia. Dua tipe kanker kulit yang paling umum adalah karsinoma sel basa dan karsinoma sel skuamosa, sementara melanoma adalah tipe yang lebih berbahaya dan dapat menyebabkan kematian. Kanker kulit umumnya diakibatkan oleh paparan sinar UV dan memiliki ciri-ciri seperti benjolan pada tubuh, perubahan pada tahi lalat, dan munculnya bercak-bercak aneh pada kulit. Deteksi dini menjadi sangat penting dalam menangani kanker kulit, dan teknologi memainkan peran besar dalam hal ini.

Kemajuan terbaru dalam teknologi, termasuk pengembangan sistem menggunakan machine learning untuk analisis citra kulit, telah membuka peluang untuk mendeteksi potensi risiko kanker kulit lebih dini, meningkatkan proses diagnosis, dan akhirnya meningkatkan peluang kesembuhan. Model deteksi objek seperti You Only Look Once (YOLO) versi 8, yang menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) sebagai bagian dari arsitektur utamanya, telah menunjukkan kinerja unggul dalam deteksi objek secara real-time. YOLOv8 memungkinkan deteksi objek yang cepat dan akurat, yang sangat penting dalam konteks deteksi kanker kulit.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem deteksi kanker kulit berbasis machine learning, khususnya menggunakan arsitektur YOLOv8. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas diagnosis kanker kulit dan mendukung upaya global dalam menghadapi tantangan kesehatan yang kompleks ini.

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian ini disusun dengan menyertakan teori-teori dasar yang berkaitan dengan lingkup permasalahan yang tersedia.

2.1 Kanker Kulit

Kanker kulit terjadi ketika sel-sel kulit berubah menjadi ganas dan berkembang secara tidak terkendali. Pada 2018, terdapat sekitar 6.170 kasus kanker kulit non-melanoma dan 1.392 kasus melanoma di Indonesia (Indonesia Cancer Care Community, n.d.). Meskipun melanoma memiliki insiden lebih rendah, tingkat kematiannya lebih tinggi dibanding non-melanoma (The ASCO Post, 2023). Deteksi dini meningkatkan peluang kesembuhan hingga 90%, sedangkan penanganan terlambat hanya 50% (Nurlitasari et al., 2022). Faktor risiko termasuk paparan sinar matahari, trauma kulit, bahan kimia, jenis kulit, usia, dan jenis kelamin (Tarisa et al., 2022).

2.2 Machine Learning

Machine Learning (ML) adalah cabang kecerdasan buatan yang memungkinkan sistem belajar dari data untuk membuat keputusan atau prediksi (Diana et al., 2017). ML dibagi menjadi Supervised Learning, Unsupervised Learning, dan Reinforcement Learning (Somvanshi et al., 2016). Pre-trained model membantu dalam menghemat waktu dan sumber daya, sangat berguna dalam klasifikasi kanker kulit.

2.3 Deep Learning

Deep Learning adalah bagian dari ML yang menggunakan serangkaian fungsi non-linear untuk membuat representasi tingkat tinggi dari data (Cholissodin et al., 2020). CNN adalah algoritma deep learning yang sangat efektif dalam mendeteksi kanker kulit dan menyediakan diagnosis yang akurat melalui analisis gambar medis (Gouda et al., 2022).

2.4 Convolutional Neural Network (CNN)

CNN adalah algoritma deep learning yang unggul dalam pengenalan dan klasifikasi gambar (P et al., 2016). CNN memproses gambar melalui tahapan convolution, pooling, ReLU, dan fully-connected layer untuk mengklasifikasikan gambar dengan akurasi tinggi. CNN sangat penting dalam visi komputer dan pengolahan citra.

2.5 You Only Look Once (YOLO)

YOLO adalah algoritma deep learning untuk deteksi objek yang dikembangkan pada tahun 2016. YOLO memproses gambar sekali dan membaginya menjadi grid,

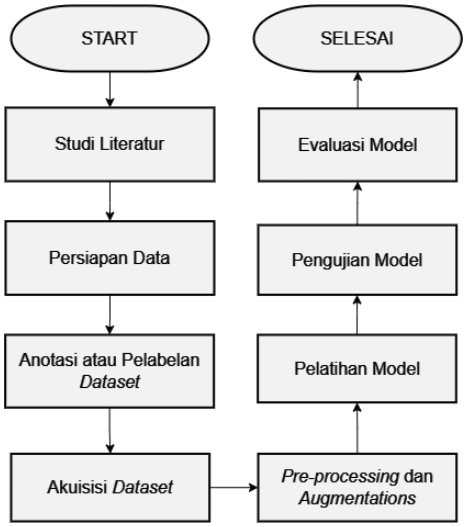
memprediksi bounding box dan probabilitas objek (Redmon et al., 2016). Algoritma ini cepat dan akurat dalam deteksi objek.

2.6 Confusion Matrix

Confusion Matrix adalah tabel untuk menggambarkan kinerja model klasifikasi pada data uji, membantu menganalisis performa model. Ukuran evaluasi utama termasuk accuracy, precision, dan recall (Rina, 2023).

3. METODE PENELITIAN

Alur penelitian yang dilalui di dalam penelitian ini terbagi dalam beberapa tahap yang digambarkan pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1. Alur Penelitian

3.1 Persiapan Data

Tahap ini merupakan tahap pertama dalam melakukan pemodelan yaitu mempersiapkan data untuk penelitian dalam deteksi penyakit kanker kulit. Dalam penelitian ini, menggunakan dataset berupa gambar penyakit kanker kulit. Dataset terdiri dari 6.946 gambar citra kulit yang memilik ekstensi JPG yang berasal dari website *roboflow*. Kemudian, dataset dilakukan pengunduhan dan dikumpulkan menjadi sebuah folder untuk disimpan dan diolah pada tahapan penelitian berikutnya

3.2 Anotasi Dataset

Setelah dataset terkumpul, langkah selanjutnya adalah melakukan pelabelan atau anotasi untuk menentukan letak objek yang akan dideteksi. Tujuan anotasi adalah memberikan informasi berupa nama kelas, posisi objek, serta detail tambahan seperti jenis, ukuran, dan pose objek. Anotasi dapat dilakukan dengan menggambar kotak pembatas dan memberi label pada objek, menghasilkan dataset berkualitas tinggi yang

meningkatkan performa model. Dalam studi ini, anotasi objek dibagi menjadi 7 kelas: nv, mel, bkl, bcc, akiec, vasc, dan df. Proses ini dilakukan menggunakan aplikasi berbasis web, Roboflow.

3.3 Akuisisi Dataset

Setelah anotasi dataset, langkah berikutnya adalah membagi dataset menjadi data training, validation, dan test dari total 6.946 data. Data training digunakan untuk melatih model, data validation untuk mengoptimasi model selama pelatihan, dan data test untuk menguji model. Pembagian dilakukan menggunakan Roboflow dengan rasio 90% untuk data training, 6% untuk data validation, dan 4% untuk data test. Proses otomatis ini membantu menghemat waktu dan memastikan distribusi yang sesuai.

Tabel 3.1 Tabel Pembagian *Dataset*

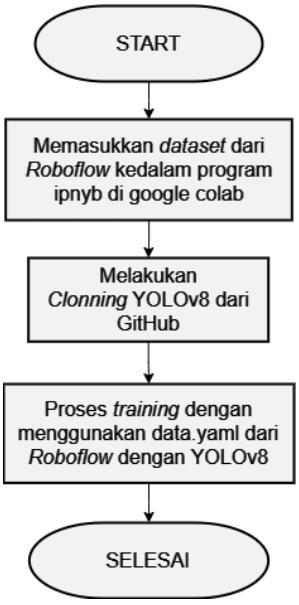
Jenis Data	Rasio	Jumlah Data
Data *Training*	75%	5.210
Data *Validation*	15%	1.042
Data *Testing*	10%	694
Total Data		6.946

3.4 Pre-processing dan Augmetations

Setelah anotasi gambar, langkah selanjutnya adalah melakukan pre-processing dengan mengubah ukuran gambar menjadi 320x320 piksel sesuai dengan model YOLOv8. Untuk meningkatkan jumlah data dan performa model, dilakukan augmentasi menggunakan fitur di Roboflow yang memperluas dataset dengan membuat data baru dari data yang sudah ada. Roboflow menyediakan berbagai filter untuk augmentasi, dan dalam penelitian ini digunakan beberapa filter dan parameter spesifik yang ditampilkan pada gambar di bawah ini. Setelah augmentasi, jumlah data meningkat menjadi 17.366. Dataset kemudian dibagi lagi untuk data training dan validation. Tahap terakhir adalah mengekspor dataset dalam format YOLO v5 PyTorch untuk digunakan dalam model YOLOv8.

3.5 Pelatihan Model

Pada tahap pelatihan model dilakukan melalui training *dataset* yang sebelumnya telah diolah pada *Roboflow*. Fitur ekspor *dataset* pada *Roboflow* menghasilkan file bernama data.yaml dengan format yang didukung oleh YOLOv8



Gambar 3.2. Alur Proses *Training*

Proses *training dataset* dapat dijalankan dengan mengatur konfigurasi *image size*, *batch size*, *epoch*, *data source*, dan *weight*. Konfigurasi yang digunakan dalam proses *training* dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 3.2 Tabel Konfigurasi Parameter

Parameter	Nilai
Image Size	320
Batch Size	16
Epoch	50
Data Source	data.yaml
Weight	YOLOv8n.pt

3.6 Pengujian Model

Proses pengujian model menggunakan *google colab* sebagai platform untuk menjalankan program. Proses *training* memerlukan *setup* beberapa parameter, di antaranya mengatur nilai *batch* dan *epoch* seperti yang sudah dijelaskan pada proses pelatihan model. Hasil dari pengujian model berupa *confidence score*, label, dan disertai dengan *bounding box*nya

3.7 Evaluasio Model

Dalam evaluasi performa model, confusion matrix digunakan untuk mengukur precision, recall, akurasi, dan mAP (Mean Average Precision). Precision mengukur keakuratan prediksi model, recall mengukur seberapa banyak objek yang berhasil ditemukan, akurasi mengukur keakuratan total prediksi, dan mAP adalah metrik untuk mengevaluasi performa model secara keseluruhan.

3.8 Skenario Pengujian

Skenario pengujian akan dilakukan perbandingan antara dua versi YOLOv8: YOLOv8s dan YOLOv8n. Kedua versi akan diuji melalui skenario pengujian berikut ini:

1. Pelatihan dan pengujian YOLOv8n menggunakan 16 *batch* pada resolusi 320x320.
2. Pelatihan dan pengujian YOLOv8n menggunakan 32 *batch* pada resolusi 640x640.
3. Pelatihan dan pengujian YOLOv5n menggunakan 16 *batch* pada resolusi 320x320.
4. Pelatihan dan pengujian YOLOv5n menggunakan 32 *batch* pada resolusi 640x640.
5. Pengujian dengan masing-masing hasil pelatihan menggunakan 694 data *test* yang dikelompokkan berdasarkan jumlah objek pada citra.

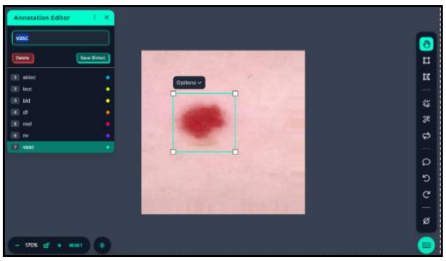
3.9 Pengembangan Website

Tahap pengembangan website akan mencangkup integrasi model YOLOv8 kedalam aplikasi website agar dapat melakukan deteksi gambar dengan akurasi tinggi. Pada tahap ini juga dilakukan tahap pengamatan hasil deteksi pada aplikasi untuk memastikan keandalan dan akurasi dari model pada platform website.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Anotasi Data

Pada tahap ini, data akan dianotasi atau dilakukan pelabelan sesuai dengan format YOLO menggunakan platform Roboflow. Langkah untuk melakukan proses anotasi yang pertama adalah membuat *bounding box* pada objek (penyakit kanker kulit) yang ingin dideteksi. Setelah itu, membuat dan memilih label pada gambar sesuai dengan kelas yang sudah dibuat seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Proses Anotasi Data

Hasil proses pembuatan *bounding box* pada gambar dan memilih kelas akan disimpan dalam bentuk *text file* untuk setiap gambar yang telah dilakukan *bounding box* dan pelabelan.

4.2 Hasil Akuisisi Dataset

Setelah proses anotasi data, tahap selanjutnya adalah akuisisi dataset dan pembagiannya. Dataset yang digunakan terdiri dari 17.366 gambar yang dibagi menjadi tiga kategori: data training (90%), data validation (6%), dan data testing (4%). Pembagian ini dilakukan menggunakan fitur Roboflow untuk efisiensi. Dengan demikian, terdapat 15.630 gambar untuk data training, 1.024 gambar untuk data validation, dan 694 gambar untuk data testing.

4.3 Hasil Pre-processing dan Augmentations

Pada tahap pre-processing dilakukan penyesuaian orientasi otomatis dan pengubahan ukuran gambar menjadi 320x320 piksel sesuai model YOLOv8. Setelah itu, proses augmentations bertujuan memperbanyak data dan meningkatkan kualitas model dengan menambahkan filter seperti 90º Rotate, Rotation, Grayscale, Hue, Saturation, Brightness, Exposure, dan Noise.

4.4 Hasil Pelatihan Model

Pada tahap ini dilakukan pelatihan model melalui *training dataset* Proses pelatihan model ini terbagi menjadi 3 proses yakni sebagai berikut:

1. Import *dataset* Roboflow kedalam program di Google Colab

Proses ini melibatkan pengambilan dataset yang telah dianotasi dan dilabeli dari platform Roboflow menggunakan API keys dalam format YOLOv5 PyTorch. Dataset ini kemudian diunduh dan disimpan ke direktori di Google Colab saat program dijalankan, seperti pada Gambar 4.

```
!pip install roboflow

from roboflow import Roboflow
rf = Roboflow(api_key="5maZwvEFlaqxBD404kCb")
project = rf.workspace("skripsi-93krj").project("kulit-kanker")
version = project.version(3)
dataset = version.download("yolov5")
```

Gambar 4.2 Kode Program Import *Dataset*

2. Menginstall Arsitektur YOLOv8

Proses ini melibatkan instalasi paket arsitektur YOLOv8 dari Ultralytics, pengembang arsitektur YOLO. Setelah instalasi selesai, akan muncul output yang menunjukkan paket arsitektur YOLOv8. Proses ini juga mencakup verifikasi paket yang diinstal dan memberikan peringatan jika terjadi masalah.

3. Training Data

Pada proses ini file data.yaml yang berisi konfigurasi *dataset* dari Roboflow akan disesuaikan terlebih dahulu untuk path direktori untuk data *training*, data *validation*, data *test*, dan kelas yang digunakan untuk pelatihan model.

data.yaml

```
names:
- akiec
- bcc
- bkl
- df
- mel
- nv
- vasc
nc: 7
roboflow:
  license: Private
  project: kulit-kanker
  url: https://app.roboflow.com/skripsi-93krj/kulit-kanker/3
  version: 3
  workspace: skripsi-93krj
test: ../test/images
train: Kulit-Kanker-3/train/images
val: Kulit-Kanker-3/valid/images

```

Gambar 4.3. Data data.yaml

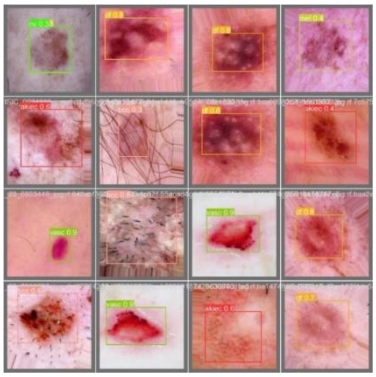
Pada training model terdapat parameter *batch*, *epochs*, dan *imgsz* (*image size*) seperti pada Gambar 6. Argumen *imgsz* digunakan untuk menyesuaikan resolusi dari gambar *dataset*, argumen *batch* adalah jumlah sampel data yang diproses bersamaan pada setiap *epochs*, argumen *epochs* adalah jumlah siklus pelatihan, argumen model digunakan untuk menentukan model yang digunakan.

```
%cd {HOME}
!yolo task=detect mode=train model=yolov8n.pt data={dataset.location}/data.yaml
batch=16 epochs=50 imgsz=320 plots=True
```

Gambar 4.4. Kode Program *Training* Model

4.5 Hasil Pengujian Model

Proses pengujian bertujuan untuk mengevaluasi kinerja model yang telah dilatih, memastikan bahwa model mampu mengenali dan mengklasifikasikan data dengan akurasi yang memadai. Dalam hasil pengujian model akan ditampilkan sebuah gambar yang memuat beberapa elemen penting, seperti label yang menunjukkan kelas dari objek yang terdeteksi, *confidence score*, serta *bounding box*.

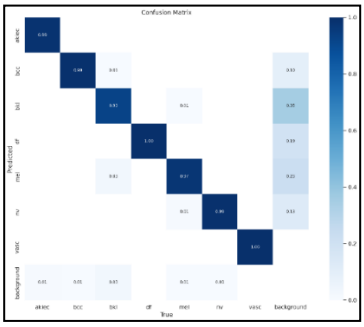


Gambar 4.5. Hasil Pengujian Model

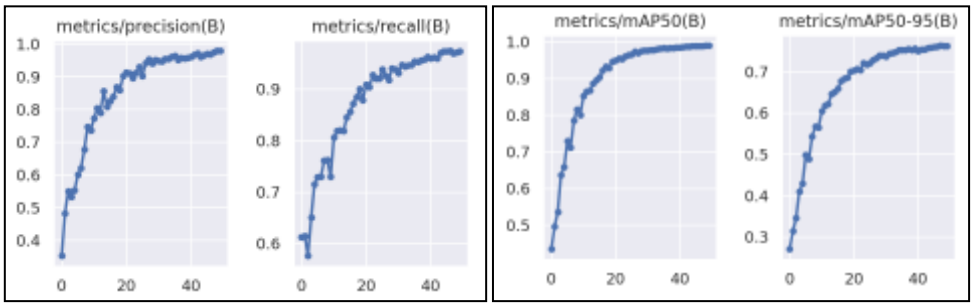
Gambar 4.5 menunjukkan hasil deteksi dari pengujian model dengan tujuh kelas, yaitu nv, df, akiec, bcc, bkl, mel, dan vasc.

4.6 Hasil Evaluasi Model

Hasil performa dari model akan ditampilkan sekaligus menjadi bahan evaluasi atas performa model dengan metode yang umum digunakan yaitu *confusion matrix* dan *precision, recall, dan curve*. Evaluasi performa yang digunakan pada program ini adalah *confusion matrix* dan grafik performa seperti pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 4.6. Grafik Confusion Matrix



Gambar 4.7. Grafik Performa *Precision*, *Recall,* dan mAP

4.7 Hasil Skenario Pengujian

melakukan uji perbandingan hasil keakuratan antara metode YOLOv8 dan YOLOv5 dengan hyperparameter yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan melalui beberapa skenario:

1. Skenario Pengujian Pertama

Dilakukan pengujian menggunakan YOLOv8n dengan *batch size* 16 dan resolusi 320x320. Pengujian ini melibatkan 694 data uji yang telah disiapkan sebelumnya. Model dilatih dan diuji untuk mengevaluasi performanya dalam mendeteksi objek pada berbagai kondisi citra dengan resolusi yang lebih rendah, memberikan gambaran awal tentang tingkat keakuratan dan efisiensi model dengan konfigurasi hyperparameter ini.

2. Skenario Pengujian Kedua

Dilakukan pengujian menggunakan YOLOv8n dengan *batch size* 32 dan resolusi 640x640. Pengujian ini melibatkan 694 data uji yang telah disiapkan sebelumnya. Model dilatih dan diuji untuk mengevaluasi performanya dalam mendeteksi objek pada berbagai kondisi citra dengan resolusi yang lebih rendah, memberikan gambaran awal tentang tingkat keakuratan dan efisiensi model dengan konfigurasi hyperparameter ini.

3. Skenario Pengujian Ketiga

Dilakukan pengujian menggunakan YOLOv5n dengan *batch size* 16 dan resolusi 320x320. Pengujian ini melibatkan 694 data uji yang telah disiapkan sebelumnya. Model dilatih dan diuji untuk mengevaluasi performanya dalam mendeteksi objek pada berbagai kondisi citra dengan resolusi yang lebih rendah, memberikan gambaran awal tentang tingkat keakuratan dan efisiensi model dengan konfigurasi hyperparameter ini.

4. Skenario Pengujian Keempat

Dilakukan pengujian menggunakan YOLOv5n dengan *batch size* 32 dan resolusi 640x640. Pengujian ini melibatkan 694 data uji yang telah disiapkan sebelumnya. Model dilatih dan diuji untuk mengevaluasi performanya dalam mendeteksi objek pada berbagai kondisi citra dengan resolusi yang lebih rendah, memberikan gambaran awal tentang tingkat keakuratan dan efisiensi model dengan konfigurasi hyperparameter ini.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan algoritma YOLOv8 dalam sistem deteksi kanker kulit dengan hasil memuaskan. Model yang dibangun mampu mendeteksi tujuh jenis kanker kulit dengan akurasi 89%, presisi 0,975, dan recall 0,969. Evaluasi menggunakan confusion matrix menunjukkan kemampuan model dalam mengklasifikasikan dan mendeteksi dengan tingkat kesalahan rendah. Pengembangan antarmuka web memungkinkan pengguna mengunggah gambar dan melihat hasil deteksi secara langsung, memudahkan mereka mendapatkan informasi mengenai kemungkinan penyakit kulit. Penggunaan YOLOv8 memungkinkan deteksi real-time yang cepat dan efisien, sangat penting dalam aplikasi medis yang membutuhkan respon cepat dan akurasi tinggi.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan dataset yang lebih besar dan beragam untuk meningkatkan generalisasi dan akurasi deteksi pada berbagai kondisi kulit. Meningkatkan resolusi gambar input dapat membantu model mendeteksi fitur kecil penting dalam identifikasi kanker kulit. Pengembangan fitur tambahan pada antarmuka

web, seperti rekomendasi langkah medis berdasarkan hasil deteksi, dapat meningkatkan nilai praktis sistem ini. Integrasi dengan sistem rekam medis elektronik (EMR) akan membantu pengelolaan data pasien dan memberikan informasi lebih komprehensif kepada tenaga medis. Uji klinis untuk menguji keandalan dan efektivitas sistem dalam lingkungan medis sebenarnya sangat disarankan untuk memastikan penggunaan yang praktis dan aman dalam diagnosis kanker kulit.

6. DAFTAR REFERENSI

Cholissodin, I., Sutrisno, Soebroto, A. A., Hasanah, U., & Febiola, Y. I. (2020). AI, Machine Learning, & Deep Learning (Teori & Implementasi).

Diana, R., Warni, H., & Sutabri, T. (2017). Penggunaan Teknologi Machine Learning untuk Pelayanan Monitoring Kegiatan Belajar Mengajar pada SMK Bina Sriwijaya Palembang. *Jurnal Teknik Informatika, 5*(1), 41–50. https://jurnal.stmik-dci.ac.id/index.php/jutekin/article/view/709/630

Indonesia Cancer Care Community. (n.d.). SEKILAS KANKER KULIT. Retrieved from https://iccc.id/sekilas-kanker-kulit

Nurrlitasari, D. A., Magdalena, R., & Fu'adah, R. Y. N. (2022). Analisis Performansi Sistem Klasifikasi Kanker Kulit Menggunakan Convolutional Neural Network. *Journal of Electrical and System Control Engineering, 5*(2), 91–99.

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. In *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 779–788). https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91

Somvanshi, M., Chavan, P., Tambade, S., & Shinde, S. (2016). A review of machine learning techniques using decision tree and support vector machine. Retrieved from https://doi.org/10.1109/ICCUBEA.2016.7860040

Tarisa, R. E. D., Rustam, R., & Elmatris, E. (2022). Hubungan Jenis Pekerjaan dengan Kanker Kulit di RSUP Dr. M. Djamil Padang Tahun 2015 - 2020. *Jurnal Ilmu Kesehatan Indonesia, 3*(1), 67–73. https://doi.org/10.25077/jikesi.v3i1.739

The ASCO Post. (2023). Nonmelanoma Skin Cancers May Have Higher Mortality Rate Than Melanoma. Retrieved from https://ascopost.com/news/october-2023/nonmelanoma-skin-cancers-may-have-higher-mortality-rate-than-melanoma/