

Implementasi You Only Look Once Version 5 (Yolov5) Untuk Deteksi Jenis Jerawat Pada Wajah

Nelly Yulia¹; Rizqia Cahyaningtyas^{1*)}; Yasni Djamain¹

1. Institut Teknologi PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng,
Jakarta Barat, DKI Jakarta 11750, Indonesia

^{*)}Email: rizqia@itpln.ac.id

Received: 10 September 2023 | Accepted: 4 Januari 2024 | Published: 7 Juni 2024

ABSTRACT

This research aims to detect acne on the face using the YOLOv5 method. This acne detection model was developed to help users detect the type of acne they are experiencing early. Acne is a problem that interferes with a person's appearance and comfort. Causes of acne include increased sebum production, Propionibacterium bacteria breakout, smoking, excess calories, and stress. The appearance of acne has an impact on psychosocial development and self-confidence. The types of acne in this study were categorized into several categories, namely pimples, blackheads, cystic, folliculitis, millium or milia, papular or papules, conglobata, crystalline, purulent and keloid. The research method is based on the CRISP-DM stages starting with Problem Understanding, Data Understanding, Data Preparation, Modeling, Evaluation, and Deployment. The development of the acne detection model in this research used the YOLOv5 method, this method was chosen because it has superior speed, accuracy and multi-class detection capabilities. Evaluation of model performance using Accuracy, Precision, Recall, and F1-Score, shows fairly good accuracy, with training values reaching 99%, Precision 99%, Recall 100%, and F1-Score 99.5%. This model shows strong ability in predicting facial acne. This research is expected to contribute to the development of better acne detection methods for individual facial care, so that acne problems can be treated more effectively.

Keywords: Acne, Detection, YOLOv5, Accuracy, Precision

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mendeteksi jerawat pada wajah menggunakan metode YOLOv5. Model deteksi jerawat ini dikembangkan agar dapat membantu pengguna untuk dapat deteksi awal jenis jerawat yang dialami. Jerawat adalah masalah yang mengganggu penampilan dan kenyamanan seseorang. Penyebab jerawat termasuk peningkatan produksi sebum, bakteri *Propionibacterium breakout*, merokok, kalori berlebih, dan stress. Timbulnya jerawat berdampak pada perkembangan psikososial dan kepercayaan diri. Jenis jerawat pada penelitian ini dikategorikan menjadi beberapa kategori yaitu pimples, blackhead, cystic, folliculitis, millium atau milia, papular atau papula, conglobata, kristalin, purulen dan keloid. Metode penelitian berdasarkan pada tahapan CRISP-DM dimulai dengan Problem Understanding, Data Understanding, Data Preparation, Modelling, Evaluation, dan Deployment. Pengembangan model deteksi jerawat pada penelitian ini menggunakan Metode YOLOv5, metode ini dipilih karena memiliki kemampuan pada kecepatan, akurasi, dan deteksi multi-kelasnya yang unggul. Evaluasi kinerja model menggunakan *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*, menunjukkan keakuratan yang cukup baik, dengan nilai pelatihan mencapai 99%, *Precision* 99%, *Recall* 100%, dan *F1-Score* 99.5%. Model ini menunjukkan kemampuan kuat dalam prediksi jerawat pada wajah. Penelitian ini diharapkan berkontribusi pada pengembangan metode deteksi jerawat yang lebih baik untuk perawatan wajah individu, sehingga masalah jerawat dapat diatasi secara lebih efektif.

Kata Kunci: Jerawat, Deteksi, YOLOv5, Accuracy, Precision

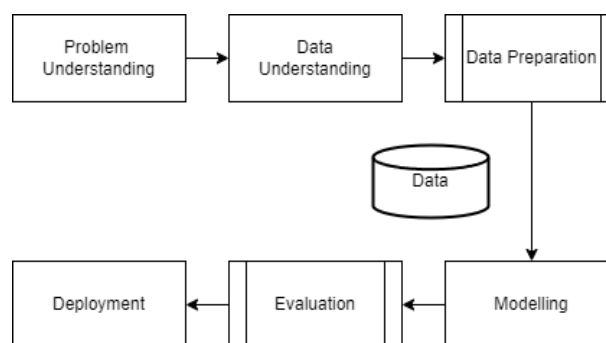
1. PENDAHULUAN

Jerawat merupakan kondisi dermatologis umum yang sering terjadi pada manusia, termasuk di Indonesia. Studi PERDOSKI 2017 menunjukkan bahwa jerawat menduduki peringkat ketiga dalam kunjungan pasien di departemen kulit dan kelamin di Indonesia [1]. Jerawat adalah peradangan kronis pada kulit yang terjadi pada folikel rambut *Sebaceous*. Prevalensi jerawat bervariasi di berbagai negara dan kelompok usia, mencapai 35% hingga hampir 100% pada remaja [2]. Angka prevalensi yang paling tinggi terjadi pada rentang usia 14-17 tahun, dengan tingkat sekitar 83-85% pada wanita dan 95-100% pada pria pada rentang usia 16-19 tahun [3]. Timbulnya jerawat dapat mempengaruhi perkembangan psikososial, terutama tingkat kepercayaan diri individu. Faktor patogenesis jerawat meliputi produksi sebum yang meningkat, bakteri *Propionibacterium breakout*, dan reaksi provokatif [4]. Faktor lingkungan seperti pola makan, stress, kebersihan, merokok, hormon, dan faktor keturunan juga berperan dalam timbulnya jerawat [5]. Semakin parah jerawat, semakin sulit proses pengobatan dan pemulihan bekas jerawat. Sebelum melakukan penanganan atau pengobatan, penting untuk mengetahui jenis jerawat yang ada di wajah. Dalam hal ini, strategi komputerisasi dengan menggunakan prosedur penanganan gambar dan hipotesis *Machine Learning* dapat memberikan bantuan [6]. *Machine Learning* merupakan bidang algoritma komputasi yang berkembang dan bertujuan untuk meniru kecerdasan manusia dengan belajar dari lingkungannya [7].

Deep Learning adalah subbidang dalam *Machine Learning* yang berfokus pada jaringan saraf tiruan (JST) atau merupakan pengembangan dari JST. *Deep Learning* memiliki kemampuan visi komputer yang luar biasa, seperti dalam contoh pengapuran objek citra [8]. Penelitian ini tertarik untuk menggunakan YOLOv5 dalam deteksi jenis jerawat pada wajah. Penulis memilih YOLOv5 karena merupakan algoritma deteksi objek dengan tingkat akurasi tinggi dan kemampuankomputasi inferensi yang cepat. YOLOv5 juga unggul dalam proses implementasi karena menghasilkan model yang lebih ringan dan berukuran lebih kecil dibandingkan versi sebelumnya [9]. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi relevan tentang berbagai jenis jerawat pada wajah. Diharapkan penelitian ini akan membantu ahli dalam mendiagnosis jerawat dengan lebih akurat. Selain itu, penelitian ini juga berpotensi memberikan manfaat bagi remaja dan masyarakat umum dengan memberikan pengetahuan tentang jenis-jenis jerawat yang mungkin mereka alami.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Desain Penelitian



Gambar 1. Rancangan Tahapan Penelitian

Penelitian ini mengadopsi metodologi CRISP-DM, seperti terlihat pada gambar 1, yang umumnya digunakan sebagai pendekatan dalam riset untuk mengatasi masalah tertentu. CRISP-DM terdiri dari 6 (enam) tahap, yang mencakup langkah-langkah berikut:

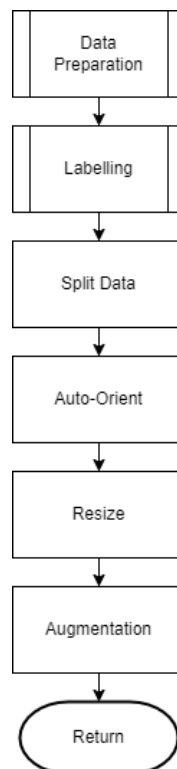
1) *Problem Understanding* (Pemahaman Bisnis)

Dalam penelitian ini, tujuan bisnisnya adalah mengembangkan komputerisasi deteksi jerawat menggunakan metode YOLOv5 untuk mendukung analisis dan perawatan kulit. Untuk mencapai tujuan ini, terdapat beberapa kebutuhan yang harus dipenuhi. Pertama, diperlukan dataset berupa gambar wajah yang telah dianotasi dengan informasi tentang lokasi dan jenis jerawat. Selain itu, tersedia sumber daya seperti informasi tentang lokasi dan jenis jerawat. Selain itu, tersedia sumber daya seperti perangkat keras yang akan digunakan untuk melatih model, ruang penyimpanan data, serta waktu yang diperlukan untuk melatih dan mengevaluasi model.

2) *Data Understanding* (Pemahaman Data)

Untuk melakukan deteksi jerawat menggunakan YOLOv5, dibutuhkan dataset yang terdiri dari gambar wajah yang telah diberi anotasi mengenai jerawat. Data atau dataset yang dikumpulkan untuk deteksi jenis jerawat pada wajah harus mencakup sejumlah besar gambar wajah orang yang memiliki jerawat secara representatif.

3) *Data Preparation*



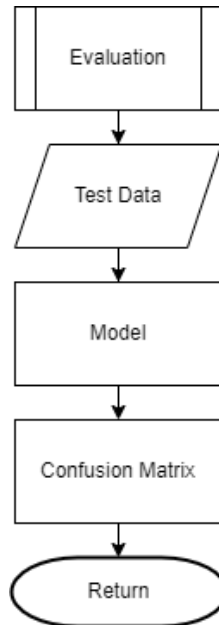
Gambar 2. Rancangan Data Preparation

Pada tahap ini, dilakukan preprocessing seperti *labelling*, *split data*, *auto-orient*, *resize*, dan *augmentation* yang dimana berguna untuk pengembangan dataset akhir. Dengan mengubah data mentah menjadi data yang siap untuk dilatih. Dalam konteks ini, *preprocessing* data menjadi langkah yang penting, yang melibatkan serangkaian teknik dan metode untuk membersihkan, mengubah, dan memformat data agar dapat diproses oleh algoritma *Machine Learning* atau analisis data.

4) *Modelling*

Pada tahap ini, dilakukan pelatihan dan pengujian model YOLOv5 menggunakan dataset yang telah disiapkan sebelumnya. Proses pelatihan melibatkan iterasi berulang untuk menyesuaikan parameter model agar dapat mengenali dan mendeteksi jerawat.

5) Evaluation



Gambar 3. Rancangan Evaluation

Pada tahap ini, model yang telah melalui pelatihan akan dievaluasi untuk mengukur kemampuannya dalam mendeteksi jerawat dengan tingkat Accuracy yang memadai. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metrik-metrik seperti *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* untuk mengukur performa model.

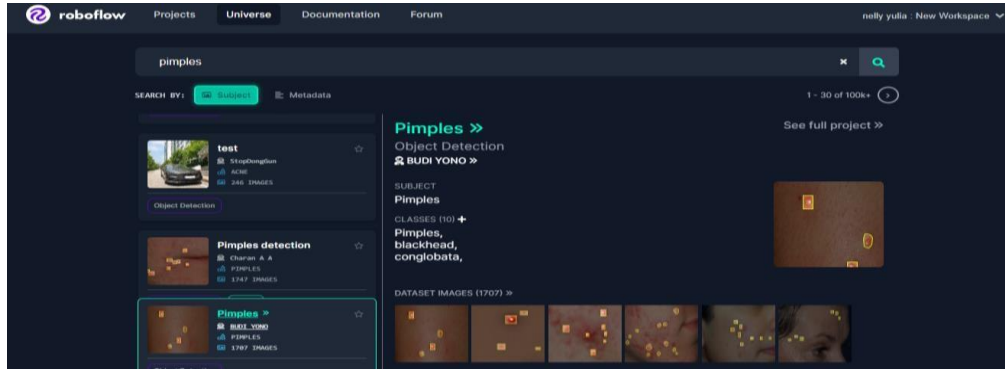
6) Deployment

Tahap terakhir adalah mengimplementasikan model deteksi jerawat yang telah melalui pelatihan ke dalam sistem yang diinginkan. Model yang telah dilatih dapat diintegrasikan ke dalam aplikasi atau platform yang relevan agar dapat digunakan secara praktis. Selain itu, pemeliharaan dan pemantauan model juga harus dilakukan secara berkala untuk memastikan kinerja optimalnya. Dalam penelitian ini, penulis mengintegrasikan atau melakukan deployment model ke dalam aplikasi desktop, yaitu PyCharm.

Dengan menerapkan metodologi CRISP-DM, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dan mengatasi permasalahan terkait identifikasi jenis jerawat pada wajah menggunakan model YOLOv5.

2.2. Dataset

Dataset yang dipergunakan terdiri dari 1.707 citra dalam format .jpg yang menggambarkan 10 variasi jenis jerawat, meliputi *Pimples*, *Blackhead*, *Conglobata*, *Crystanlline*, *Cystic*, *Folliculitis*, *Keloid*, *Millium*, *Papular*, dan *Purulent*. Dataset ini diperoleh melalui platform *Roboflow*, sebuah layanan yang menyediakan alat untuk mengelola dan memproses data citra, serta memberikan antarmuka pemrograman aplikasi (API) untuk mengunduh dataset gambar yang telah diolah.



Gambar 4. Pengumpulan Dataset di Roboflow

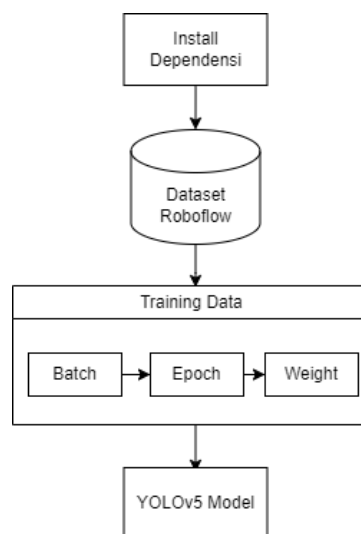
Data tersebut telah diberi label dan dibagi menjadi 3 (tiga) subset, yakni *training set*, *validation set*, dan *testing set*. Untuk *Training set* memiliki jumlah citra sekitar 1.491, *Validation set* memiliki jumlah citra sekitar 103, dan *Testing set* memiliki jumlah citra 113. Pembagian data tidak memiliki persyaratan yang khusus mengenai besar atau kecilnya persentase yang digunakan, tetapi Glenn Jocher, sebagai pengembang YOLO, merekomendasikan untuk menggunakan pengaturan *default* yang telah disediakan.

Tabel 1. Split Data

Split Data	Jumlah
<i>Training set</i>	1.491
<i>Validation set</i>	103
<i>Testing set</i>	113

2.3. Pelatihan YOLOv5 (You Only Look One Version 5)

Pelatihan model YOLOv5 dimulai dengan menginstal dependensi menggunakan perintah `!pip install`. Dependensi ini meliputi perangkat lunak yang diperlukan untuk melatih model YOLOv5, seperti Roboflow. Selanjutnya, dataset gambar jerawat diunduh dari platform Roboflow menggunakan *API Key Roboflow*. Dataset ini telah dianotasi sebelumnya dengan informasi tentang lokasi dan kelas jerawat.



Gambar 5. Rancangan Pelatihan YOLOv5 (You Only Look One Version 5)

Dataset digunakan untuk melatih model YOLOv5 dalam mengenali dan mendeteksi jerawat dengan akurasi. Setelah persiapan dataset selesai, model YOLOv5 diberi pelatihan melalui algoritma pembelajaran mesin. Dalam perintah ini, berbagai parameter seperti *batch*, *epoch*, dan *weight* ditetapkan. Batch mengacu pada jumlah gambar dalam setiap iterasi pelatihan, *epochs* adalah jumlah iterasi pelatihan, dan *weights* merupakan bobot awal untuk memulai proses pelatihan. Dalam penelitian ini, dilatih menggunakan 640 gambar, dengan 16 *batch*, 100 *epoch*, dan bobot awal yolov5s.pt. Setelah pelatihan selesai, dihasilkan model YOLOv5 yang siap digunakan.

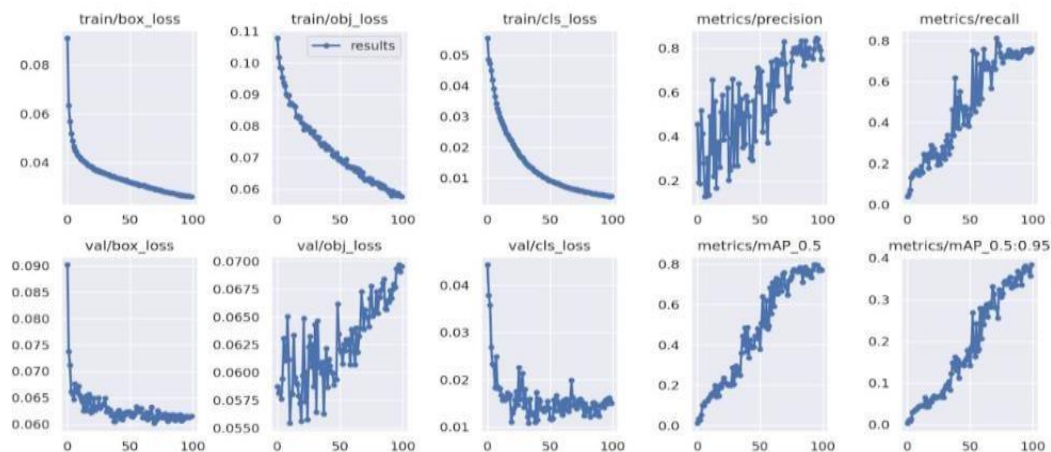
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah arsitektur model dilatih, langkah selanjutnya adalah melatihnya. Model menggunakan arsitektur dengan input 640x640x3, konvolusi filter 64, kernel 6x6, *padding same* (0), dan *stride* 2.

	from	n	params	module	arguments
0	-1	1	3520	models.common.Conv	[3, 32, 6, 2, 2]
1	-1	1	18560	models.common.Conv	[32, 64, 3, 2]
2	-1	1	18816	models.common.C3	[64, 64, 1]
3	-1	1	73984	models.common.Conv	[64, 128, 3, 2]
4	-1	2	115712	models.common.C3	[128, 128, 2]
5	-1	1	295424	models.common.Conv	[128, 256, 3, 2]
6	-1	3	625152	models.common.C3	[256, 256, 3]
7	-1	1	1180672	models.common.Conv	[256, 512, 3, 2]
8	-1	1	1182720	models.common.C3	[512, 512, 1]
9	-1	1	656896	models.common.SPPF	[512, 512, 5]
10	-1	1	131584	models.common.Conv	[512, 256, 1, 1]
11	-1	1	0	torch.nn.modules.upsampling.Upsample	[None, 2, 'nearest']
12	[-1, 6]	1	0	models.common.Concat	[1]
13	-1	1	361984	models.common.C3	[512, 256, 1, False]
14	-1	1	33024	models.common.Conv	[256, 128, 1, 1]
15	-1	1	0	torch.nn.modules.upsampling.Upsample	[None, 2, 'nearest']
16	[-1, 4]	1	0	models.common.Concat	[1]
17	-1	1	90880	models.common.C3	[256, 128, 1, False]
18	-1	1	147712	models.common.Conv	[128, 128, 3, 2]
19	[-1, 14]	1	0	models.common.Concat	[1]
20	-1	1	296448	models.common.C3	[256, 256, 1, False]
21	-1	1	590336	models.common.Conv	[256, 256, 3, 2]
22	[-1, 10]	1	0	models.common.Concat	[1]
23	-1	1	1182720	models.common.C3	[512, 512, 1, False]
24	[17, 20, 23]	1	40455	models.yolo.Detect	[10, [[10, 13, 16, 30, 33, 23], [30, 61, 62, 45, 59, 119], [116, 90, 156, 198, 373, 326]], [128, 256, 512]]

Model summary: 214 layers, 7046599 parameters, 7046599 gradients, 16.0 GFLOPs

Gambar 6. Model Summary



Gambar 7. Grafik Hasil Iterasi Proses Pelatihan Model

Model memiliki 214 lapisan, total 7,046,599 parameter, serta *gradient* 7,046,599 yang dihitung saat *backpropagation*. Parameter (*Params*) adalah variabel yang dipelajari selama pelatihan seperti bobot dan bias. Argumen (*Arguments*) menginisialisasi setiap lapisan dengan konfigurasi dasar seperti ukuran filter, jumlah filter, dan langkah (*stride*). Saat pelatihan, parameter dan argumen

diperbarui untuk meminimalkan kesalahan prediksi. Hasil pelatihan model YOLOv5 ditunjukkan dalam grafik yang mencakup *train loss*, *validation loss*, *precision*, *recall*, mAP50, dan mAP50-95. Dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, model deteksi jerawat yang dibangun memiliki performa baik dalam mengklasifikasikan berbagai jenis jerawat. Meskipun demikian, perlu meningkatkan *recall* untuk mengurangi *False Negatives* dan meningkatkan kemampuan model dalam mengidentifikasi jerawat.

Selanjutnya, hasil evaluasi kinerja model diukur menggunakan *confusion matrix*. Dengan menggunakan nilai TP, TN, FP, dan FN, hitung dari hasil pelatihan *confusion matrix* yang telah dinormalisasi pada Colab. Berikut ini ialah hasil perhit ungan pelatihan *confusion matrix*:

Dengan menggunakan nilai TP, TN, FP, dan FN yang dihitung di atas, dapat menghitung *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*:

1. 1 *Accuracy*

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = \frac{(3.89 + 3.62)}{(3.89 + 3.62 + 0.05 + 0.01)} = \frac{7.51}{7.57} = 0.99 \text{ (atau sekitar 99\%)}$$

1. 2 *Precision*

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} = \frac{(3.89)}{(3.89 + 0.05)} = \frac{3.89}{3.94} = 0.99 \text{ (atau sekitar 99\%)}$$

1. 3 *Recall*

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{(3.89)}{(3.89 + 0.01)} = \frac{3.89}{3.90} = 1.00 \text{ (atau sekitar 100\%)}$$

1. 4 *F1-Score*

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Recall \times Precision}{Recall + Precision} = 2 \times \frac{1.00 \times 0.99}{1.00 + 0.99} = \frac{1.98}{1.99} = 0.995 \text{ (atau sekitar 99.5\%)}$$

Jadi, hasil *confusion matrix* yang telah dinormalisasikan mendapatkan *Accuracy* adalah sekitar 99%, *Precision* adalah 99%, *Recall* 100%, dan *F1-Score* adalah 99.5%. Kemudian dilakukannya perhitungan *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* untuk 10 kelas jerawat. Nilai TP, TN, FP, dan FN digunakan dalam evaluasi model. Ini memberikannilai pelatihan dan pengujian untuk *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*. Sehingga mendapatkan hasil pelatihan dan pengujian *confusion matrix* sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pelatihan dan Pengujian *Confusion Matrix*

Citra	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
es	99%	100%	96%	98%
head	97%	98%	98%	99%
obata	75%	100%	0%	0%
nlline	99%	100%	75%	85%
	100%	100%	99%	99%
ulitis	100%	100%	99%	99%
	0%	0%	0%	0%
m	0%	0%	0%	0%
ar	0%	0%	0%	0%
nt	99%	100%	99%	98%

Hasil evaluasi *confusion matrix* yang terdapat dalam **Tabel 3.1** mengungkapkan variasi dalam nilai *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* F1 untuk setiap kelas. Di samping itu, ditemukan bahwa terdapat angka 0% untuk *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* yaitu pada kelas *Keloid*, *Millium*, dan *Papular*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. KESIMPULAN

Penelitian "Implementasi YOLOv5 (You Only Look Once Version 5) untuk Deteksi Jenis Jerawat pada Wajah" menyimpulkan sebagai berikut:

- 1) Model YOLOv5 berhasil mendeteksi jenis jerawat pada wajah dengan bounding box yang menunjukkan lokasi jerawat. Deteksi ini mampu mengenali beberapa jerawat secara simultan dan memberikan label serta tingkat keyakinan. Model ini dapat mengklasifikasikan jenis jerawat, menghitung jumlahnya, dan menandai lokasi deteksi.
- 2) Tahapan penelitian yang digunakan adalah metodologi data mining CRISP-DM yang terdiri dari 6 (enam) tahapan yaitu Problem Understanding, Data Understanding, Data Preparation, Modelling, Evaluation, dan Deployment.
- 3) Arsitektur model YOLOv5 ini memiliki 64 filter, kernel 6x6, padding (0), dan strides 2. Dilanjut dengan lapisan SiLU, Max pooling, Upsample, dan SPPF. Arsitektur ini telah berhasil deteksi jenis jerawat pada wajah dan memiliki kemampuan yang baik dalam mengidentifikasi seperti pimples, blackhead, cystic, folliculitis, millium atau milia, papular atau papula, conglobata, cristanlline, purulent dan keloid.
- 4) Evaluasi model menggunakan confusion matrix menunjukkan pelatihan dengan *Accuracy* 99%, *Precision* 99%, *Recall* 100%, dan *F1-Score* 99.5%.
- 5) Model YOLOv5 ini, berhasil diimplementasikan dengan baik dan mampu mendeteksi jerawat secara real-time dengan tingkat keakuratan yang memadai menggunakan platform pycharm.

4.2. SARAN

Hasil penelitian ini memberikan beberapa saran pengembangan:

- 1) Perlu penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kinerja model deteksi jerawat dengan metode YOLOv5. Kelas jerawat *Conglobata*, *Crystanlline*, dan *Keloid* memiliki nilai *Accuracy*, *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* 0%, menunjukkan perlunya keseimbangan data pelatihan dan peningkatan metode untuk hasil evaluasi yang lebih baik.

- 2) Eksplorasi integrasi model deteksi jerawat dengan komputerisasi perawatan wajah, seperti pengembangan aplikasi yang memberikan rekomendasi perawatan berdasarkan hasil deteksi jerawat.
- 3) Gabungan deteksi jerawat dengan analisis lebih mendalam, termasuk analisis tekstur dan warna kulit, untuk pemahaman yang lebih kaya tentang kondisi kulit dan jenis jerawat. Hal ini dapat meningkatkan diagnosis dan perawatan wajah secara signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi PLN yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan atau penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. S. Heng and F. T. Chew, "Systematic review of the epidemiology of acne vulgaris," *Sci. Rep.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–29, 2020, doi: 10.1038/s41598-020-62715-3.
- [2] D. F. Saragih, H. Opod, and C. Pali, "Hubungan tingkat kepercayaan diri dan jerawat (Acne vulgaris) pada siswa-siswi kelas XII di SMA Negeri 1 Manado," *J. e-Biomedik*, vol. 4, no. 1, pp. 0–7, 2016, doi: 10.35790/ebm.4.1.2016.12137.
- [3] V. Seth and A. Mishra, "Acne vulgaris management: what's new and what's still true?," *Int. J. Adv. Med.*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2015, doi: 10.5455/2349-3933.ijam20150201.
- [4] D. Agesti, S. D. Astuti, and A. Mustika, "Penanganan Jerawat Sindrom Akumulasi Dahak Menggunakan Akupuntur Dan Herbal Jianghuang," *J. Vocat. Heal. Stud.*, vol. 4, no. 1, p. 15, 2020, doi: 10.20473/jvhs.v4.i1.2020.15-20.
- [5] R. L. Hasanah and M. Hasan, "Deteksi Lesi Acne Vulgaris pada Citra Jerawat Wajah Menggunakan Metode K-Means Clustering," *Indones. J. Softw. Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 46–51, 2022, doi: 10.31294/ijse.v8i1.12966.
- [6] M. J. M. Issam El Naqa, Ruijiang Li, *Machine Learning in Radiation Oncology*. Springer, 2015. [Online]. Available: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-18305-3>
- [7] L. Marifatul Azizah, S. Fadillah Umayah, and F. Fajar, "Deteksi Kecacatan Permukaan Buah Manggis Menggunakan Metode Deep Learning dengan Konvolusi Multilayer," *Semesta Tek.*, vol. 21, no. 2, pp. 230–236, 2018, doi: 10.18196/st.212229.
- [8] B. A. Septyanto, "Implementasi Face Recognition Berbasis Deep Neural Network Sebagai Sistem Kendali Pada Quadcopter Implementation Of Face Recognition Based On Deep Neural Network As Control System On Quadcopter," vol. 8, no. 6, pp. 3036–3050, 2022.
- [9] D. dr. Maria Dwikarya, *Merawat Kulit & Wajah*. Kawan Pustaka.
- [10] R. M. G. dan R. Sridharan, "Factors aggravating or precipitating acne in Indian adults: A hospital-based study of 110 cases," *Indian J. Dermatol.*, vol. vol 63, no. 4, pp. 328–331, 2018, doi: https://doi.org/10.4103/ijd.IJD_565_17.
- [11] N. Sifatullah and Z. Zulkarnain, "Jerawat (Acne vulgaris): Review penyakit infeksi padakulit," *Pros. Semin. Nas. Biol.*, no. November, pp. 19–23, 2021, [Online]. Available: <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/article/view/22212%0Ahttp://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/article/download/22212/12470>
- [12] 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.
- [13] G. J. et Al, "ultralytics / yolov5." Github, 2022. [Online]. Available: <https://github.com/ultralytics/yolov5>

- [14] Roboflow, “What is YOLOv5? A Guide for Beginners,” *Jacob Solawetz*, 2020. <https://blog.roboflow.com/yolov5-improvements-and-evaluation/> (accessed May 09, 2023).
- [15] A. Mondin, “YOLOV5(m): Implementation From Scratch With PyTorch,” *Towards AI*, 2022. <https://pub.towardsai.net/yolov5-m-implementation-from-scratch-with-pytorch-c8f84a66c98b>(accessed Jul. 13, 2023).
- [16] S.-H. Tsang, “Brief Review: YOLOv5 for Object Detection,” *Medium*, 2023. <https://sh-tsang.medium.com/brief-review-yolov5-for-object-detection-84cc6c6a0e3a> (accessed Jul. 17, 2023).