

# IMPLEMENTASI DEEP LEARNING MENGGUNAKAN FRAMEWORK TENSORFLOW DENGAN METODE FASTER REGIONAL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK PENDETEKSIAN JERAWAT

<sup>1</sup>Yunita Aulia Hasma, <sup>2</sup>Widya Silfianti

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma  
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat  
<sup>1</sup>yunitahasma@gmail.com, <sup>2</sup>ws11f1@gmail.com

## Abstrak

Jerawat sering dialami oleh kaum wanita maupun pria dari usia remaja hingga dewasa. Banyak rumah sakit dan klinik kecantikan yang dapat di datangi oleh para penderita untuk memeriksakan jerawat tersebut. Penelitian ini merupakan implementasi dari pendeteksian jerawat menggunakan image processing dan secara realtime, lalu sistem akan mengklasifikasikan jerawat yang ada pada wajah. Jerawat yang dapat dikenali oleh sistem ini yaitu jerawat, bekas, dan pus. Sistem deteksi dan klasifikasi ini dibuat dengan metode deep learning dengan menggunakan bahasa pemrograman Python, yang dibantu dengan menggunakan framework TensorFlow dengan model Faster R-CNN. Sistem ini hanya dapat berjalan di laptop dengan memiliki Python versi 3.6 di dalamnya dan telah memiliki library Numpy, TkInter, Matplotlib, dan OpenCV dan juga memiliki kamera pada laptop yang digunakan agar dapat menjalankan sistem secara realtime yang didukung dengan GPU yang memadai. Perancangan alur aplikasi menggunakan flowchart diagram. Hasil uji terhadap sistem menggunakan perbandingan objek yang terdeteksi dengan yang seharusnya lalu dibagi dan dikalikan dengan seratus persen. Hasil yang didapat dari pengujian cukup baik menggunakan metode deep learning.

**Kata Kunci:** Deep Learning, Faster R-CNN, Image Processing, Jerawat, Sistem Deteksi, TensorFlow

## Abstract

Acne is often experienced by women and men from adolescence to adulthood. Many hospitals and beauty clinics can be visited by sufferers to check for acne. This research is an implementation of acne detection using image processing and in realtime, and the system will classify the acne on the face. The type of acne which can be recognized by this system is acne, scars, and pus. This detection and classification system is made with the deep learning method using Python for programming language, which is assisted by using the TensorFlow framework with the Faster R-CNN model. This system can only run on laptops with Python version 3.6 or above and has Numpy, TkInter, Matplotlib, and OpenCV libraries and also has a camera on the laptop that is used to be able to run the system in realtime supported by an adequate GPU. The application's flow designed by using the flowchart diagram. The results on the system use a comparison of detected objects with what should be seen with eyes then divided it and then multiplied by one hundred percent. The results obtained from testing are quite good using the deep learning method.

**Keywords:** Acne, Deep Learning, Detection System, Faster R-CNN, Image Processing, TensorFlow

## PENDAHULUAN

Kulit merupakan organ terluar dari tubuh yang melapisi seluruh tubuh manusia, yang memiliki fungsi sebagai pelindung tubuh, indera peraba, alat ekskresi dan pengatur suhu tubuh [1]. Kulit memiliki kondisi yang berbeda khususnya kulit pada wajah. Terdapat beberapa jenis kulit pada wajah, yakni jenis kulit normal, kulit berminyak, kulit kering, dan jenis kulit wajah sensitif. Sebagian orang juga memiliki jenis kulit kombinasi di area yang berbeda [2]. Terdapat beberapa masalah yang dapat menyerang kulit wajah kita, misalnya berjerawat, minyak yang berlebih pada wajah, dan berkomedo.

Dalam pengenalan masalah pada kulit wajah, manusia dapat mengenalinya dengan mudah seperti mengenali jerawat, namun bagaimana hal tersebut dapat diterapkan pada komputer, sehingga komputer dapat mengenalinya. Supaya komputer dapat mengenali masalah tersebut, diperlukan pengenalan yang dilakukan oleh manusia terhadap mesin dengan menjadikan masalah tersebut menjadi suatu objek dalam pengenalan. Pengenalan objek saat ini menjadi salah satu bidang penelitian yang paling efektif dalam ilmu *computer vision*.

Pengenalan objek pada *computer vision* memiliki tujuan utama untuk membuat keputusan yang berguna tentang objek fisik nyata dan pemandangan (*scenes*) berdasarkan image yang didapat dari sensor. Bidang ini pun telah banyak diterapkan dalam berbagai

teknologi seperti sistem keamanan, navigasi robot, dan analisis medis. Untuk melakukan pengenalan objek tersebut, dikenal dengan teknologi *machine learning*. *Machine Learning* ini akan mencoba menirukan bagaimana proses manusia belajar dan mengeneralisasi melalui proses pelatihan, pembelajaran, atau *training* terhadap data yang disebut dengan data *training* lalu akan mengambil kesimpulan dari hasil data untuk dianalisis [3].

Seiring dengan perkembangan zaman, *machine learning* pun memiliki evolusi selanjutnya yang masih bagian dari *machine learning* yaitu *deep learning*, dengan metode lebih kompleks tetapi lebih canggih. *Deep learning* dapat mempelajari metode komputasinya sendiri menggunakan ‘otak’nya sendiri. Teknologi *deep learning* ini salah satu teknologi yang paling populer untuk mengenali suatu kegiatan atau objek yang memiliki tingkat keakuratan lebih tinggi dibanding dengan metode mesin sebelumnya [4]. Proses pembelajaran mesin dilakukan pada komputer yang berfungsi untuk mengkasifikasinya data citra menjadi hasil klasifikasi berupa prediksi. Teknologi *deep learning* merepresentasikan suatu konsep yang kompleks sebagai rangkaian konsep-konsep yang lebih sederhana. *Deep learning* merupakan algoritma jaringan saraf tiruan yang menggunakan data sebagai *input* dan memprosesnya dengan menggunakan sejumlah lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Setelah itu melakukan transformasi non linier dari data masukan untuk menghitung nilai *output* [5].

Beberapa penelitian telah dilakukan di bidang *deep learning*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Danukusumo membahas mengenai implementasi *deep learning* menggunakan *convolutional neural network* dalam mengklasifikasi citra candi berbasis GPU [6]. Penelitian lain menggunakan *convolutional neural network* dalam pengenalan wajah [7]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Dewi mengenai pendeteksian objek menggunakan TensorFlow dan *convolutional network* untuk melakukan klasifikasi gambar meja dan kursi motif ukiran Jepara [8].

Dalam penelitian ini, dibuat sebuah sistem pengenalan dan pendeteksian kondisi kulit wajah manusia menggunakan *deep learning* pada citra. Pengenalan kondisi kulit wajah manusia dilakukan menggunakan *framework TensorFlow Object Detection GUI*. Jaringan model yang digunakan dalam mendukung pembelajaran mesin untuk mengenali kondisi wajah manusia adalah jaringan model *Faster R-CNN* dengan *inception* untuk mengenali 3 kondisi kulit wajah, yaitu jerawat, bekas dan *pus* (kondisi jerawat yang akan mengeluarkan nanah).

## METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

a Melakukan *training* dengan algoritma *Faster R-CNN* menggunakan *framework TensorFlow Object Detection GUI*. Saat *training* selesai dilakukan, lalu dilakukan

tahap pengkonversian *checkpoint* pada *training* menjadi *graph*.

b Pengujian dari kondisi wajah pada kulit manusia dengan model mencakup pengujian menggunakan hasil dari data latih yang telah di-*training* terhadap data latih dari citra itu sendiri dan akurasi terhadap banyaknya jumlah data latih.

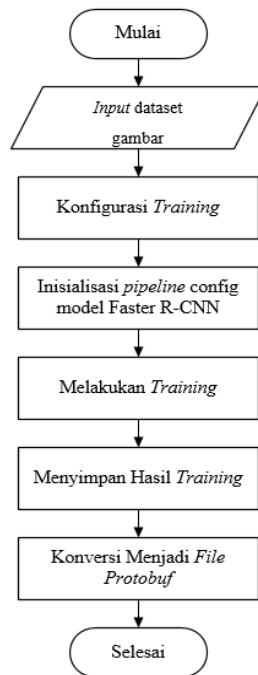
c Hasil dari analisis terhadap pengujian yang sudah dilakukan.

## Alur Proses dari Tahap *Training*

Diagram alur proses ini menampilkan alur dalam melakukan *training* pada *dataset* yang telah di-*input* oleh pengguna. Alur proses tahap *training* dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, proses *training* dimulai dengan meng-*input dataset* gambar yang telah diberikan *label* dengan 3 kelas klasifikasi yaitu jerawat, pus, dan bekas. Selanjutnya yaitu konfigurasi *training* dengan memasukkan jumlah *batch size* bernilai 1, *step*, dan *path configuration*. Selanjutnya, inisialisasi *pipeline training* model *Faster R-CNN (Faster Regional-Convolutional Neural Network)* yang akan digunakan untuk proses *training*. Selanjutnya, proses *training* dari *dataset* yang telah dimasukkan dengan menggunakan model yang telah dikonfigurasi dan dikompilasi. Proses *training* telah berjalan, maka akan tersimpan hasil dari *training* tersebut dengan *file .ckpt (checkpoint step)* yang akan disimpan setiap  $\pm 10$  menit selama proses *training* berjalan. Akhir dari step yaitu mengkonversi *file .ckpt* menjadi *file graph* dengan format

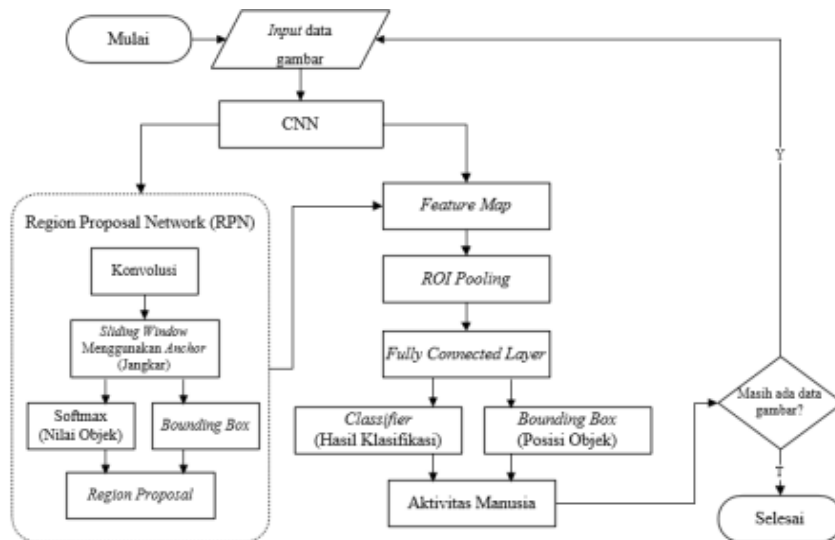
.pb (protobuf), supaya dapat dijalankan untuk proses deteksi dan klasifikasi pada sistem.



Gambar 1. Alur Proses Training

### Alur Proses Training Faster R-CNN

Tahap selanjutnya yaitu proses *training*, yang digunakan untuk melatih seluruh data gambar menggunakan metode *Faster Regional Convolutional Neural Network* untuk dapat memprediksi jerawat yang terdapat pada wajah manusia dengan data gambar ataupun secara *realtime*. Gambar 2 merupakan alur dari proses *training*.

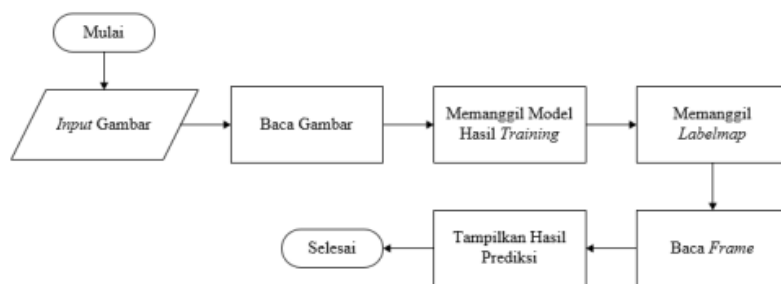


Gambar 2. Alur Training Faster R-CNN

### Alur Proses Prediksi Gambar

Proses dari jalannya prediksi gambar dimulai dengan *input* gambar yang digunakan untuk mendeteksi keadaan kulit. Selanjutnya sistem akan membaca gambar yang telah di-*input* yang kemudian akan diproses untuk mengenali keadaan kulit yang terdeteksi dari gambar tersebut. Lalu memanggil hasil dari proses *training* yang telah dikonversi menjadi

*file* protobuf, dan akan memanggil *labelmap* untuk mendapatkan definisi dari label untuk prediksi keadaan. Langkah selanjutnya yaitu membaca *frame* dari gambar yang dimasukkan, kemudian akan melakukan dan menampilkan hasil prediksi dari keadaan kulit yang terdeteksi. Alur proses prediksi gambar dapat dilihat pada Gambar 3.

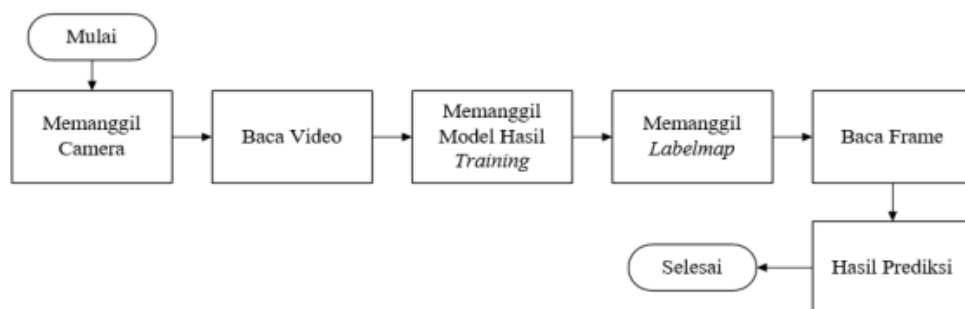


Gambar 3. Alur Proses Prediksi Gambar

### Alur Proses Prediksi *Realtime*

Proses dari jalannya prediksi *realtime* dimulai dengan memanggil kamera yang digunakan untuk mendeteksi keadaan kulit, selanjutnya sistem akan membaca video secara *realtime* yang telah tertangkap kamera kemudian akan diproses untuk mengenali keadaan kulit yang terdeteksi dari gambar tersebut. Memanggil hasil dari proses *training*

yang telah dikonversi menjadi file protobuf, dan akan memanggil *labelmap* untuk mendapatkan definisi dari label untuk prediksi keadaan. Langkah selanjutnya yaitu membaca frame dari masukkan *realtime*, kemudian akan melakukan dan menampilkan hasil prediksi dari keadaan kulit yang terdeteksi. Alur proses prediksi secara *realtime* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur Proses Prediksi *Realtime*

### Pengujian Pengenalan Jerawat

Tahap pengujian untuk pengenalan jerawat ini yaitu melalui pendeteksian menggunakan hasil dari data latih yang telah di-*training* menggunakan metode *transfer learning*. Data sampel yang digunakan adalah gambar wajah manusia yang memiliki masalah pada kulit wajahnya, adapun keadaan pada kulit wajah yang ingin dikenali yaitu jerawat, bekas jerawat, dan pus.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap selanjutnya yaitu melakukan pengujian dari hasil implementasi yang telah dilakukan. Pada pengujian ini, gambar yang digunakan adalah beberapa objek wajah manusia secara dekat dengan memiliki kondisi kulit yang bermasalah, dan hasil pengujian deteksi secara *realtime* menggunakan kamera laptop pada wajah. Objek yang terdeteksi ditandai dengan kotak (*bounding box*) ketika

kondisi dikenali. Kotak yang akan muncul pada tiap kondisi wajah memiliki warna tiap kotaknya yaitu hijau untuk jerawat, kuning untuk bekas dan krem untuk pus.

Nilai persentase pada hasil pengenalan didapatkan dari sebuah *class* yang bernama *graph()*, *class* tersebut bertugas untuk mengkomputasi nilai keluaran pada *neural network* yang merepresentasikan *dataflow* berupa *graph*, *graph* yang dimaksud adalah *graph* yang sudah di-*training* sebelumnya yang berupa *checkpoint* pada saat proses *training* kemudian diekspor ke *graph inference*. Setelah komputasi tersebut selesai, *class* ini akan memanggil tensor berdasarkan nama yang mengembalikan data berupa nama tensor yaitu “*detection\_scores:0*”, skor dari deteksi diinisialisasikan dengan angka 0 agar persentasi hasil yang dikembalikan dimulai dari angka 0% hingga 100%. Contoh hasil deteksi bekas jerawat dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Deteksi Bekas

Berdasarkan Gambar 5, hasil dari kondisi kulit pada wajah manusia diperoleh akurasi prediksi sebesar 98% untuk kelas

bekas terhadap gambar yang dideteksi. Contoh hasil deteksi jerawat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Deteksi Jerawat

Berdasarkan Gambar 6, hasil dari jerawat terhadap gambar yang dideteksi. Kondisi kulit pada wajah manusia diperoleh Contoh hasil deteksi pus dapat dilihat pada akurasi prediksi sebesar 99% untuk kelas Gambar 7.










Gambar 7. Hasil Deteksi Pus

Hasil dari kondisi kulit pada wajah manusia diperoleh akurasi prediksi sebesar 99% untuk kelas pus terhadap gambar yang dideteksi. Percobaan lainnya menggunakan gambar sebanyak 12 gambar pada data latih dari *dataset* untuk tiap-tiap kondisi pada kulit wajah yaitu jerawat, bekas dan pus. Hasil keberhasilan uji coba tersebut terdapat pada Tabel 1.






Hasil uji coba pada Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil rata-rata tingkat akurasi keberhasilan

sebesar 72,4%. Presentase akurasi tersebut diperoleh dengan cara menjumlahkan kondisi yang terdeteksi pada masing-masing objek yang terdeteksi mesin dan pengenalan secara *manual*, lalu hasil dari yang terdeteksi mesin dibagikan dengan hasil yang dikenali secara *manual* lalu dikalikan 100%. Persentase tersebut dapat dikatakan rendah karena masih banyak objek yang tidak dikenali karena intensitas cahaya, dan adanya kemiripan antar kondisi.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Deteksi Terhadap

No	Gambar	Kondisi	Dikenali Mesin	Pengenalan Manual	%
1		Jerawat	1	1	100%
		Bekas	-	-	
		Pus	-	-	
2		Jerawat	2	2	100%
		Bekas	-	-	
		Pus	-	-	
3		Jerawat	3	4	50%
		Bekas	4	10	
		Pus	-	-	
4		Jerawat	-	-	60%
		Bekas	2	4	
		Pus	1	1	
5		Jerawat	-	-	58,3%
		Bekas	7	12	
		Pus	-	-	
6		Jerawat	-	-	100%
		Bekas	-	-	
		Pus	1	1	
7		Jerawat	4	4	87,5%
		Bekas	10	12	
		Pus	-	-	



8		Jerawat	2	3	84,6%
		Bekas	9	10	
		Pus	-	-	
9		Jerawat	6	7	57,1%
		Bekas	2	7	
		Pus	-	-	
10		Jerawat	6	8	76,9%
		Bekas	14	18	
		Pus	-	-	
11		Jerawat	-	-	58,6
		Bekas	-	-	
		Pus	17	29	
12		Jerawat	1	4	36,3%
		Bekas	2	6	
		Pus	1	1	
Rata-rata Akurasi Keberhasilan					72,4%

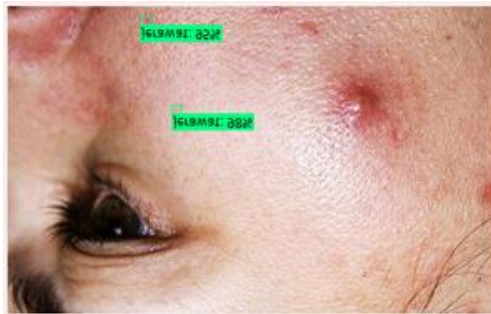
*Positive false rate* merupakan kesalahan dalam mengenali hasil pengujian dimana hasilnya tidak menunjukkan kondisi yang sebenarnya. *Negative false rate* merupakan kesalahan mengenali objek dimana program tidak dapat mengenali kondisi yang seharusnya dikenali. Contoh *positive false rate* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Contoh *Positive False Rate*

Gambar 8 dikatakan *positive false rate* karena terdapat kesalahan dalam mengenali kondisi pus yang seharusnya objek tersebut merupakan objek yang bukan kondisi

sebenarnya. Pada gambar tersebut bukanlah pus melainkan anting yang memiliki kemipiran dengan kondisi pus. Contoh *negative false rate* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Contoh *Negative False Rate*

Gambar 9 merupakan contoh *negative false rate* dimana tidak dapat mengenali kondisi pada kulit wajah yang seharusnya kondisi tersebut merupakan jerawat pada wajah. Uji coba dari pendeteksian secara *realtime* dilakukan dengan tiga kondisi yaitu pertama dilakukan pada siang hari dan dilakukan di dalam ruangan dengan bantuan cahaya

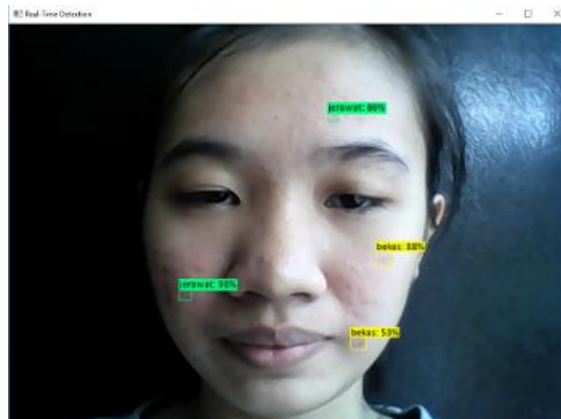
matahari, kedua dilakukan di siang hari dan di luar ruangan dengan bantuan cahaya matahari, dan ketiga dilakukan di malam hari dan di dalam ruangan dengan bantuan cahaya lampu. Gambar 10 merupakan tampilan dari deteksi secara *realtime* pada kondisi pertama yaitu dilakukan pada siang hari di dalam ruangan dengan bantuan cahaya matahari.



Gambar 10. Sampel Deteksi *Realtime* Kondisi Pertama

Gambar 11 merupakan tampilan dari deteksi secara *realtime* pada kondisi kedua

yaitu dilakukan pada siang hari di luar ruangan dengan bantuan cahaya matahari.



Gambar 11. Sampel Deteksi *Realtime* Kondisi Kedua

Gambar 12 merupakan tampilan dari deteksi secara *realtime* pada kondisi ketiga yaitu dilakukan pada malam hari di dalam ruangan dengan bantuan cahaya lampu.



Gambar 12. Sampel Deteksi *Realtime* Kondisi Ketiga

Uji coba secara *realtime* dilakukan selama 1 menit dengan 30 fps dan menghasilkan 10 *frame*. Selanjutnya dilakukan perhitungan dari jumlah kondisi yang terdeteksi dibandingkan dengan jumlah kondisi *manual* atau yang terlihat sebenarnya. Hasil dari uji coba dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Coba Deteksi Secara *Realtime* Siang Hari Dalam Ruangan

Kondisi	Dikenali Mesin	Pengenalan Manual	%
Jerawat	5	8	71,4
Bekas	10	13	
Pus	-	-	

Tabel 2 merupakan hasil dari keberhasilan uji coba secara *realtime* yang dilakukan pada siang hari di dalam ruangan

dan dengan cahaya matahari. Akurasi deteksi pada siang hari di dalam ruangan sebesar 71,4%.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Deteksi Secara *Realtime* Siang Hari Luar Ruangan

Kondisi	Dikenali Mesin	Pengenalan Manual	%
Jerawat	5	8	76,1
Bekas	11	13	
Pus	-	-	

Tabel 3 merupakan hasil dari keberhasilan uji coba secara *realtime* yang dilakukan pada siang hari di luar ruangan dan

dengan cahaya matahari. Akurasi keberhasilan uji coba deteksi pada siang hari di luar ruangan sebesar 76,1%.

Tabel 4. Hasil Uji Coba Deteksi *Realtime* Malam Hari Dalam Ruangan

Kondisi	Dikenali Mesin	Pengenalan Manual	%
Jerawat	3	8	57,1
Bekas	9	13	
Pus	-	-	

Tabel 4 merupakan hasil dari keberhasilan uji coba secara *realtime* yang dilakukan pada malam hari di dalam ruangan dan dengan cahaya lampu. Akurasi keberhasilan deteksi secara *realtime* pada malam hari di dalam ruangan sebesar 57,1%.

Hasil dari ketiga kondisi di atas menghasilkan akurasi keberhasilan yang berbeda-beda, yaitu 71,4%, 76,1%, dan 57,1%. Semua akurasi dari uji coba deteksi dipengaruhi oleh cahaya. Semakin bagus cahaya dalam proses deteksi maka hasil akurasi semakin bagus, tetapi cahaya yang digunakan terlalu besar juga dapat mempengaruhi hasil deteksi, begitu pula halnya apabila cahaya terlalu sedikit dalam proses pendeteksiannya. Selain

dari cahaya, jarak kamera dan wajah yang akan dideteksi pun dapat mempengaruhi proses pendeteksian.

Dalam proses pendeteksian terdapat kesalahan dalam mengenali kondisi wajah pada manusia, kesalahan tersebut dibagi menjadi dua seperti halnya kesalahan dalam proses deteksi terhadap gambar yaitu *positive false rate* dan *negative false rate*. Kesalahan yang ditemui terdapat pada Gambar 13.

Gambar 13 merupakan gambar dari hasil kesalahan dalam proses pendeteksian secara *realtime*. Dalam gambar tersebut terdapat kesalahan *positive false rate* dan *negative false rate*. Untuk kesalahan *positive false rate* yaitu dalam mendeteksi kondisi pus di daerah

daun telinga yang seharusnya kondisi tersebut bukanlah kondisi untuk pus. Kesalahan *negative false rate* ditunjukkan dengan tidak terdeteksinya

kondisi kulit seperti kondisi bekas jerawat yang terdapat pada kulit wajah karena mesin tidak dapat mendeteksi kondisi tersebut.



Gambar 13. Sampel Kesalahan Proses Deteksi *Realtime*

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian dan implementasi terhadap aplikasi serta proses pengujian, pada penelitian ini telah berhasil dibuat sistem pendeteksian dan pengenalan tiga kondisi kulit pada wajah manusia yaitu jerawat, bekas, dan pus, ketiga keadaan tersebut dijadikan kelas objek untuk proses *training*. Proses *training* menggunakan metode *Faster R-CNN* dengan *dataset* berupa gambar yang memiliki kategori dari ketiga kelas deteksi objek dan menjadi acuan alternatif untuk melakukan deteksi dan klasifikasi pada gambar agar hasil yang didapat maksimal dan lebih efisien.

Proses pengenalan kondisi kulit pada wajah manusia dilakukan dengan 2 tahap, pertama melakukan *training* pada *dataset* yang nantinya akan menghasilkan model yang berguna untuk pengklasifikasian kondisi kulit pada wajah manusia. Tahap kedua yaitu dilakukan proses untuk mengenali kondisi

kulit wajah manusia dengan klasifikasi dimana sistem mengambil *frame/gambar*, kemudian inisialisasi model dari hasil *training*, lalu melakukan proses prediksi menggunakan model, mengambil hasil prediksi, hingga menampilkan hasil prediksi beserta *frame/gambar*.

Uji coba dilakukan dengan memasukkan gambar dan secara *realtime*. Pengujian gambar yang pertama dengan menggunakan 1 gambar, hasil dari proses pendeteksian terhadap model memiliki presentasi yang cukup tinggi, yaitu 98% untuk bekas, 99% untuk jerawat dan 99% untuk pus. Uji coba kedua menggunakan gambar/model yang memiliki beberapa objek di dalamnya dan didapatkan akurasi keberhasilan pendeteksian objek sebesar 72,4%.

Uji coba secara *realtime* juga dilakukan dengan 3 kondisi dalam prosesnya yaitu dilakukan di dalam ruangan pada siang hari dengan bantuan cahaya matahari, dilakukan di

luar ruangan pada siang hari dengan bantuan cahaya matahari dan dilakukan pada malam hari di dalam ruangan dengan bantuan cahaya lampu. Pengujian dilakukan dan menghasilkan nilai akurasi yang berbeda, masing-masing yaitu 71,4% di dalam ruangan pada siang hari dengan bantuan cahaya matahari, 76,1% di luar ruangan pada siang hari dengan bantuan cahaya matahari, dan 57,1% di dalam ruangan pada malam hari dengan bantuan cahaya lampu. Teknologi *deep learning* terbukti bekerja secara efisien karena telah menghasilkan nilai akurasi yang cukup besar pada hasil pendeteksian objek.

Pada penelitian lebih lanjut, pendeteksian jerawat dapat menggunakan pendekatan *deep learning* yang lainnya. Selain itu, pada proses pelatihan dapat menggunakan data gambar yang lebih banyak sehingga menghasilkan model yang dapat mengklasifikasikan jerawat dengan lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. J. R. Kalangi, "Histofisiologi kulit," *Jurnal Biomedik (JBM)*, vol. 5, no. 3, hal. S12 – 20, 2013.
- [2] K. Adrian, "Kenali jenis kulit wajah dan cara merawatnya di sini!," *alodokter.com*, September 2017. [Daring]. Tersedia di: <https://www.alodokter.com/kenali-jenis-kulit-wajah-dan-cara-merawatnya-di-sini>. [Diakses 28 Juli 2018].
- [3] A. A. Hania, "Mengenal artificial intelligence, machine learning, neural network, dan deep learning," *Jurnal Teknologi Indonesia*, 2017.
- [4] L. Deng dan D. Yu, "Deep learning: methods and applications," *Foundations and Trends in Signal Processing*, vol. 7, no. 3 – 4, hal. 197 – 387, 2013.
- [5] R. Primartha, *Belajar machine learning teori dan praktek*. Bandung: Informatika, 2018.
- [6] K. P. Danukusumo, "Implementasi deep learning menggunakan convolutional neural network untuk klasifikasi citra candi berbasis GPU," Skripsi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, 2017.
- [7] H. Abhirawa, Jondri, dan A. Arifianto, "Pengenalan wajah menggunakan convolutional neural network," Dalam e-Proceeding of Engineering, 2017, hal. 4907 – 4916.
- [8] S. R. Dewi, "Deep learning object detection pada video menggunakan tensorflow dan convolutional network," Skripsi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2018.