

## SISTEM KLASIFIKASI PENYAKIT KULIT MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)

### *SKIN DISEASE CLASSIFICATION SYSTEM USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)

Muhammad Atsil Hanin<sup>1</sup>, Raditiana Patmasari, S.T., M.T.<sup>2</sup>, R Yunendah Nur Fu'adah, S.T., M.T.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>matsilhanin@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>raditiana@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>yunendah@telkomuniversity.ac.id

---

#### Abstrak

Kulit pada manusia merupakan organ tubuh paling besar. Seharusnya kulit mendapatkan prioritas agar bebas dari segala macam penyakit. Namun tidak dapat dipungkiri karena kurangnya disiplin pada kebersihan diri sendiri dan lingkungan, perubahan cuaca yang ekstrim dan alergi terhadap zat tertentu hal tersebut menjadi celah terbesar penyebab timbulnya penyakit kulit. Maka salah satu alternatif cara yang tepat untuk mengantisipasinya yaitu proses klasifikasi penyakit kulit dengan memanfaatkan citra digital.

Pada Tugas Akhir ini dirancang sistem klasifikasi penyakit kulit dengan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN digunakan sebagai metode klasifikasi atas kelas kulit normal, penyakit kulit seperti cacar air, campak, jerawat dan skabies. Data masukan berupa citra digital yang sudah mengalami *resize* menjadi 64 x 64 *pixel* berformat *Joint Photographic Group* (JPG) yang diperoleh dari penelitian sebelumnya. Jumlah total data masukan yaitu 1500 citra yang terdiri dari 1125 data citra latih (75%) dan 375 data citra uji (25%).

Metode *Convolutional Neural Network* yang digunakan dalam proses klasifikasi penyakit kulit ini memberikan hasil yang maksimal. Hal tersebut terjadi saat kondisi parameter *hidden layer* berjumlah 5, menggunakan *Adam optimizer*, dan nilai *learning rate* sebesar 0,001 dengan hasil performansi sistem seperti akurasi, *precision*, *recall*, *f1-score* dan *loss* berturut-turut sebesar 96,53%, 95%, 95%, 95% dan 0,2486.

**Kata Kunci :** *Convolutional Neural Network*, penyakit kulit

---

#### Abstract

Human's skin is the largest organ in the body. The skin should get priority to be free from all kinds of diseases. However, it cannot be denied that because of the lack of discipline on personal and environmental hygiene, extreme weather changes and allergies to certain substances, these are the biggest gaps in the development of skin diseases. So one of the right alternative ways to anticipate it is the classification process of skin diseases by utilizing digital images.

In this final project, a skin disease classification system was designed using the *Convolutional Neural Network* (CNN) method. CNN is used as a classification method for normal skin, skin diseases such as chickenpox, measles, acne and scabies. The input data is in the form of a digital image that has been resized to 64 x 64 pixels in the *Joint Photographic Group* (JPG) format obtained from previous research. The total number of input data is 1500 images consisting of 1125 training image data (75%) and 375 test image data (25%).

The *Convolutional Neural Network* method used in the classification process for skin diseases provides maximum results. This happens when the hidden layer parameter conditions are 5, using the *Adam optimizer*, and the learning rate is 0.001 with the results of system performance such as accuracy, *precision*, *recall*, *f1-score* and *loss*, respectively, 96.53%, 95%, 95. %, 95% and 0.2486.

**Keywords :** *Convolutional Neural Network*, skin disease

---

#### 1. Pendahuluan

Menempati peringkat ketiga dari sepuluh besar penyakit yang diderita pada pasien rawat jalan di rumah sakit se Indonesia, seharusnya penyakit kulit tidak dianggap sebelah mata [16]. Beberapa hal dari luar penyebab timbulnya penyakit kulit yaitu kurangnya kesadaran akan kebersihan lingkungan sekitar, perubahan iklim yang ekstrim, udara, serta alergi terhadap sesuatu hal [17]. Namun faktor kebersihan lingkungan berperan besar terhadap penyakit kulit tersebut jika dikaitkan data dari Badan Pusat Statistik Republik Indonesia tahun 2020 yang menyatakan bahwa terdapat peningkatan penduduk miskin menjadi 26,42 juta jiwa dari sebelumnya pada tahun 2019 sebesar 26,07 juta jiwa [18]. Selaras dengan *World Health Organization* yang merilis penyakit skabies/kudis menyerang lebih dari 200 juta jiwa secara global yang sebagian besar terdapat pada negara berkembang yang beriklim tropis-panas, dengan tingkat kepadatan dan kemiskinan penduduk yang tinggi [19].

Namun dewasa ini, sistem identifikasi penyakit kulit berbasis pengolahan citra digital merupakan salah satu solusi alat bantu yang dapat digunakan oleh tenaga medis dalam menentukan diagnosa penyakit kulit. Melalui

metode identifikasi ini pasien dapat diberikan penanganan yang tepat dalam waktu yang relatif singkat dan dapat meminimalisir penularan penyakit tersebut kepada tenaga medis yang menangani kasus tersebut.

Pada penelitian dengan topik “Identifikasi Penyakit Kulit Menggunakan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) Dan *K-Nearest Neighbor* (K-NN)” dengan kelas campak, jerawat, cacar air, dan dermatitis kontak alergi, akurasi yang didapat hanya 55,26% [1] dan topik tentang “Identifikasi Penyakit Kulit Berdasarkan Kombinasi Segmentasi Warna dan Analisis Tekstur dengan *Deteksi Binary Large Object* (BLOB) menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan-*Learning Vector Quantization*” [2] menunjukkan bahwa rata-rata akurasinya hanya 41,42% dengan kelas yang diteliti meliputi jerawat, cacar air, campak, dermatitis kontak alergi, dan skabies/kudis. Sedangkan metode *Convolutional Neural Network* yang digunakan dalam penelitian tentang Identifikasi kanker kulit menghasilkan akurasi sebesar 99% [3].

Pada penelitian Tugas Akhir ini dikembangkan sistem indentifikasi penyakit kulit yang dapat mengklasifikasikan kondisi cacar air, campak, skabies, dan jerawat menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Metode CNN terbukti memberikan performansi akurasi yang tinggi dalam klasifikasi citra mengungguli metode *machine learning* lainnya.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Kulit dan Jenis Penyakit Kulit

Pada manusia kulit memiliki beberapa fungsi dan lapisan. Merupakan organ tubuh terbesar dimana pada orang dewasa umumnya kulit memiliki luas permukaan antara 1,5-2,0 m<sup>2</sup>, tebal antara 2-3 mm (bergantung pada letak, usia, jenis kelamin), 650 kelenjar keringat, 20 pembuluh darah, serta lebih dari 1.000 ujung saraf terdapat di dalamnya [4]. Terletak pada bagian paling luar, menjadikan kulit sering mengalami kontak langsung dengan berbagai macam bakteri, kuman, dan virus. Mengingat pentingnya peran kulit dalam menjalankan fungsinya dan melindungi organ internal tubuh dari cedera maupun serangan organisme penyebab penyakit (pantogen), kulit patut mendapat prioritas perhatian dari segi kesehatan [5].

Penyakit kulit memiliki berbagai macam kelas. Beberapa kelas penyakit kulit yang dibahas pada penelitian ini yaitu:

#### a. Cacar Air

*Varicella* atau *Chickenpox* adalah penyakit kulit yang disebabkan oleh *Varicella Zoster Virus* (VZV). Penularannya terjadi akibat kontak langsung maupun dari udara yang sembilan puluh persen kasusnya terjadi pada anak dibawah umur 10 tahun [6]. Ruam cacar air muncul dengan area penyebaran pada bagian wajah, lengan dan tungkai kaki yang membutuhkan waktu 7 – 14 hari untuk proses penyembuhannya [2].

#### b. Campak

Berasal dari infeksi *Paramyxovirus* atau di Indonesia biasa disebut penyakit campak atau *rubeola*, penyakit kulit ini sangat menular hingga dapat mengancam nyawa penderitanya [7]. *Paramyxovirus* dapat menyebar dari percikan ludah penderita maupun udara bebas yang terhirup masuk dalam tubuh kita. Campak biasanya akan berlangsung sekitar 7 – 10 Hari dan hanya menyerang sekali seumur hidup yang membuat penderita yang sudah pernah terjangkit virus ini menjadi kebal [8].

#### c. Jerawat

Jerawat adalah suatu kondisi inflamasi umum pada pada unit *polisebaseus* yang berhubungan dengan produksi minyak (*sebum*) berlebih pada remaja dan dewasa muda [9]. Gangguan kulit ini dapat terjadi di bagian tubuh dengan kelenjar minyak terbanyak, yaitu di wajah, leher, bagian atas dada, dan punggung [10]

#### d. Skabies

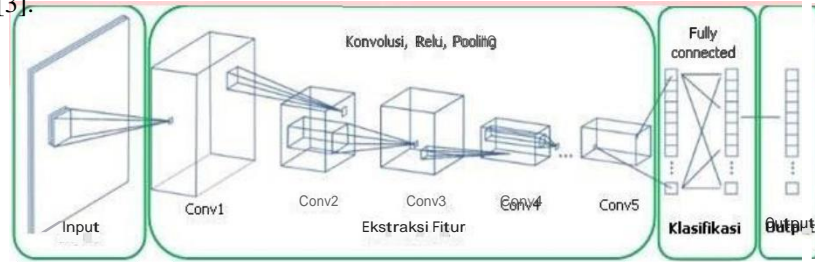
Bersasal dari bakteri *sarcoptes scabiei* (sejenis tungau/kutu). Berkembangnya bakteri *sarcoptes scabiei* dalam tubuh kita disebabkan oleh tungau betina yang berhasil membuat terowongan di bawah lapisan kulit paling atas dan meletakkan telurnya. Kudis ditandai dengan rasa gatal hebat yang merupakan reaksi alergi tubuh pada tungau yang dirasakan saat malam hari[11].

## 2.2 Pengolahan Citra Digital

Citra digital dibentuk oleh kumpulan titik yang dinamakan piksel (*pixel* atau “*picture element*”). Setiap piksel digambarkan sebagai satu kotak kecil di mana setiap piksel mempunyai koordinat posisi dan intensitas (nilai)-nya sendiri. Pengolahan citra digital sendiri adalah ilmu yang mempelajari tentang teknik mengolah citra digital. Citra yang dimaksud adalah gambar dua dimensi (foto), sedangkan digital mempunyai maksud bahwa pengolahan citra/gambar dilakukan secara digital menggunakan computer.

**2.3 Convolutional Neural Network (CNN)**

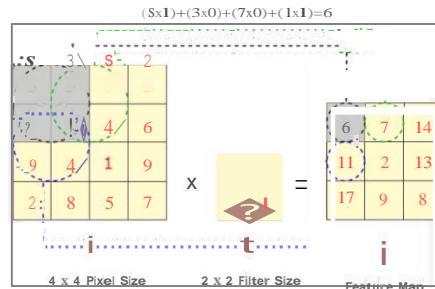
Merupakan sebuah pengembangan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang diperuntukan sebagai pengubah data dua dimensi. CNN masuk dalam jenis *Deep Neural Network* dikarenakan mempunyai kedalaman jaringan yang tinggi dan sudah banyak di aplikasikan pada data citra[13]. Secara garis besar CNN tidak jauh berbeda dengan *neural network*, *neuron* pada CNN memiliki *weight*, *bias*, dan *activation function*. Adapun lapisan penyusun dari sebuah CNN terdiri dari *Convolution Layer*, *Activation ReLU Layer*, *Pooling Layer*, dan *Fully Connected Layer*[3].



Gambar 1. Arsitektur *Convolutional Neural Network* [12]

**a. Convolution Layer**

*Convolution Layer* merupakan proses konvolusi yang menjadi bagian penting dalam arsitektur CNN, karena menjadi lapisan pertama yang akan memproses sebuah citra masukan pada sistem. Citra tersebut akan mengalami operasi konvolusi dan filtrasi untuk mendapatkan fitur ekstraksi dari citra masukan yang disebut *feature map* atau *activation map* [3].



Gambar 2. Ilustrasi Proses Konvolusi [3]

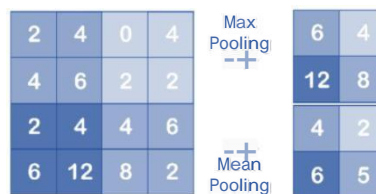
**b. Activation Rectified Linear Units (ReLU)**

Aktivasi ReLU berfungsi sebagai pengubah nilai piksel menjadi nol jika terdapat piksel pada citra tersebut memiliki nilai kurang dari nol dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas dengan meminimalisir kesalahan.

$$f(x) = \begin{cases} x, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

**c. Pooling Layer**

Merupakan lapisan pada metode CNN yang menggunakan fungsi dimana *feature map* atau *activation map* sebagai masukan dan diteruskan untuk diolah dengan berbagai macam operasi statistik berdasarkan nilai piksel terdekat. Kelebihan dari *pooling layer* yaitu dapat secara progresif mengurangi ukuran *volume output* pada *feature map* yang dapat berguna untuk mengendalikan *overfitting* [13].



Gambar 3. Ilustrasi Proses *Pooling* [3]

#### d. Fully Connected Layer

*Fully connected layer* merupakan kumpulan dari proses konvolusi [14]. *Neuron* pada lapisan ini terhubung dengan semua *neuron* pada lapisan sebelumnya, dimana semua *neuron* di lapisan masukan perlu diubah menjadi data satu dimensi [15][3]. Lapisan ini mendapatkan input dari lapisan aktivasi sebelumnya untuk menentukan fitur mana yang paling berkorelasi dengan kelas tertentu berdasarkan set data pelatihan.

#### e. Softmax

*Softmax Activation* merupakan bentuk lain dari *Logistic Regression* yang dapat digunakan untuk mengklasifikasi lebih dari dua kelas [3]. *Softmax* berguna untuk mengubah keluaran dari lapisan terakhir menjadi distribusi probabilitas dasarnya. Berikut adalah persamaan aktivasi *softmax* :

$$f_i(\vec{x}) = \frac{e^{x_i}}{\sum_{j=1}^k e^{x_j}} \quad (2)$$

Di mana  $i = 1, 2, 3, \dots, k$

Pada persamaan di atas terdapat notasi  $f_i$  yang merupakan hasil fungsi untuk setiap elemen  $k$ - $i$  pada keluaran vektor kelas. Sedangkan  $x$  adalah vektor yang berisi nilai yang didapatkan dari *fully connected layer* terakhir. *Softmax* dapat menghitung probabilitas dari semua kelas lalu akan diambil vektor yang bernilai riil dan diubah kedalam nilai dengan rentang nol sampai dengan satu yang jika dijumlah semuanya akan bernilai satu.

### 3. Model dan Perancangan Sistem

#### 3.1 Diagram Alur Sistem

Pada Tugas Akhir ini dirancang suatu sistem pengolahan citra digital guna meng-klasifikasi penyakit kulit dengan metode *Convolutional Neural Network*. Berikut diagram alur sistem yang dirancang :



Gambar 4. Diagram Alur Sistem

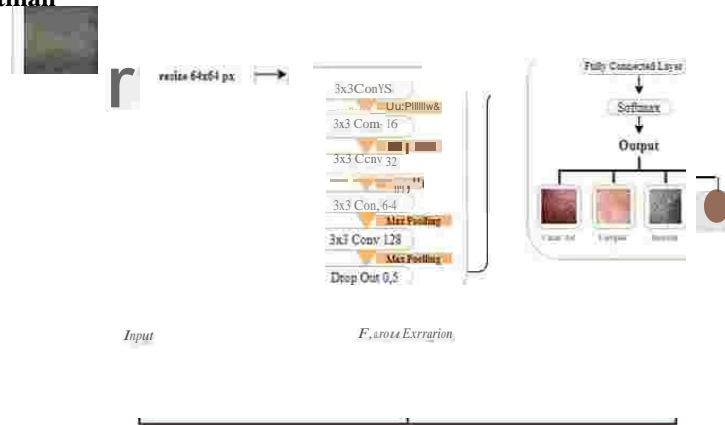
#### a. Dataset

Dataset merupakan proses pengambilan data latih dan data uji yang didapat dari penelitian sebelumnya yaitu berupa citra kulit [2]. Data diambil sebanyak 1500 citra dengan format JPG. Banyak data latih sebesar 75% atau 1125 citra dan sisanya sebesar 25% atau 375 citra digunakan sebagai data validasi dimana keseluruhan pembagian tersebut digunakan dalam perancangan arsitektur dari CNN.

#### b. Preprocessing

*Preprocessing* pada penelitian ini hanya melewati satu tahap yaitu *resize* (mengubah resolusi) pada citra penyakit kulit dari ukuran sebelumnya, dimana ukuran citra yang tidak sama diubah menjadi  $64 \times 64$  *pixel*. *Preprocessing* bertujuan agar data citra lebih mudah untuk diproses pada langkah selanjutnya.

c. Model Pelatihan



Gambar 5. Model Sistem CNN Usulan

Gambar di atas adalah model sistem CNN yang diusulkan oleh peneliti yang akan digunakan dalam mengklasifikasi penyakit kulit. Pada *input*, data citra terdapat empat kelas penyakit kulit pada manusia, yaitu : cacar air, campak, jerawat dan skabies di mana masing-masing kelas terdiri dari 300 data citra dengan data latih dan data uji, sebanyak 75% dan 25%. Ukuran data citra akan disamakan menjadi 64x64 *pixel* karena data citra tidak sama rata. Tahap selanjutnya, *input* citra akan masuk ke dalam tahap *feature extraction learning* di mana akan dilakukan proses konvolusi, aktivasi ReLU, dan *pooling*. Setiap lapisan konvolusi akan digunakan ukuran kernel yang sama yaitu 3x3. Pada setiap *hidden layer* jumlah kanal *output* masing-masing sebesar 8, 16, 32, 64, 128. Setiap *layer* pada proses konvolusi menggunakan *activation ReLU* dan akan dilakukan proses *max pooling* yang hasil dari *max pooling* adalah citra yang telah direduksi . Setelah proses *max pooling* selesai, selanjutnya masuk pada tahap *classification*. Dimulai dengan proses *flattening* atau bisa disebut juga tahap perampingan. Maksudnya mengubah *feature map* hasil *pooling layer* menjadi sebuah *vector* atau 1 dimensi. Proses terakhir pada tahap ini adalah fungsi aktivasi *softmax* yang akan digunakan untuk mengklasifikasi data citra menjadi empat kelas *output* penyakit kulit pada manusia.

3.2 Performansi Sistem

Setelah semua tahapan pada data latih dan data uji selesai, selanjutnya adalah tahap performansi sistem. Tahap ini memiliki empat hal yang digunakan sebagai acuan penentu baik buruknya suatu sistem, yaitu akurasi, *recall*, *precision* dan *f1 score*

$$Accuracy = \frac{P + N}{P + N + FP + FN} \tag{3}$$

$$Precision = \frac{P}{P + FN} \tag{4}$$

$$Recall = \frac{P}{P + FP} \tag{5}$$

$$F1\ score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$



(6)

## 4. Pengujian, Hasil dan Analisis

### 4.1 Pengujian

Pada penelitian ini *dataset* akan diuji menggunakan tiga skenario. Skenario pertama dilakukan pengujian terhadap jumlah *hidden layer*, kedua terhadap pengaruh *optimizer* yang digunakan, dan terakhir dilakukan pengujian terhadap pengaruh nilai *learning rate*. Parameter dengan hasil performansi sistem terbaik dari masing-masing skenario pengujian akan digunakan sebagai acuan untuk skenario pengujian selanjutnya. Untuk mempermudah maka penulis menentukan parameter awal pengujian sistem seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Parameter Awal Pengujian

Parameter	Jumlah/Ukuran
<i>Dataset</i>	1500 Citra ( 1125 data uji, 375 data latih)
<i>Dataset Size</i>	64x64 <i>pixel</i>
<i>Outputchannel</i>	8, 16, 32
<i>Fiter</i>	3x3
<i>Pool Size</i>	2x2
<i>Strides</i>	2x2
<i>Fungsi Aktivasi</i>	<i>Softmax</i>
<i>Optimizer</i>	<i>Adam</i>
<i>Learning rate</i>	0,001
<i>Epoch</i>	100
<i>Batch Size</i>	32

#### a. Skenario Pertama

Tabel 2. Hasil Pengujian Jumlah *Hidden Layer*

<i>Hidden layers</i>	<b>Output Channel</b>	<b>Performansi</b>				
		<b>Akurasi</b>	<b>Precission</b>	<b>Recall</b>	<b>F1 Score</b>	<b>Loss</b>
3	8, 16, 32	94,93%	95%	95%	95%	0,2409
4	8, 16, 32, 64	95,20%	95%	95%	95%	0,1799
5	8, 16, 32, 64, 128	96,53%	95%	95%	95%	0,2486
6	8, 16, 32, 64,128, 256	94,67	95%	95%	95%	0,3282

Dari tabel 2 dapat disimpulkan bahwa skenario dengan menguji jumlah *hidden layer* mendapatkan performansi sistem terbaiknya pada kondisi jumlah *hidden layer* adalah 5 dengan akurasi sebesar 96,53% dan *loss* hanya 0,2486

#### b. Skenario Kedua

Tabel 3. Hasil Pengujian *Optimizer*

<i>Optimizer</i>	<b>Performansi</b>				
	<b>Akurasi</b>	<b>Precission</b>	<b>Recall</b>	<b>F1 Score</b>	<b>Loss</b>
Adam	96,53%	95%	95%	95%	0,2486
Nadam	92,80%	93%	93%	93%	0,4625

SGD	31,20%	39%	31%	22%	1,5487
RMSprop	93,07%	93%	93%	93%	0,5369

Dari tabel 3 dapat disimpulkan bahwa skenario pemilihan *optimizer* mendapatkan performansi sistem terbaiknya tetap pada saat penggunaan *Adam optimizer* dengan akurasi sebesar 96,53% dan *loss* yang hanya 0,2486

**c. Skenario Ketiga**

Tabel 4. Hasil Pengujian Nilai *Learning Rate*

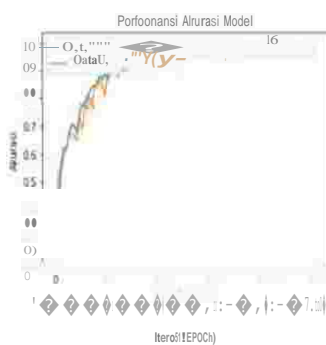
<i>Learning rate</i>	Parameter				
	Akurasi	Precision	Recall	F1 Score	<i>Loss</i>
0,001	96,53%	95%	95%	95%	0,2486
0,01	83,47%	84%	83%	83%	1,6923
0,1	19,47%	4%	20%	7%	1,6101

Dari tabel 4 dapat disimpulkan bahwa skenario mengubah *learning rate* akan menyebabkan sistem mendapatkan performansi terbaiknya pada *learning rate* 0,001 dengan nilai akurasi sebesar 96,53% dan *loss* 0,2486.

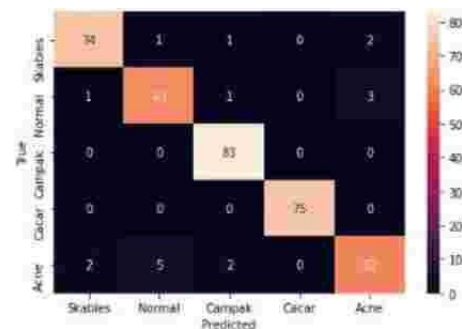
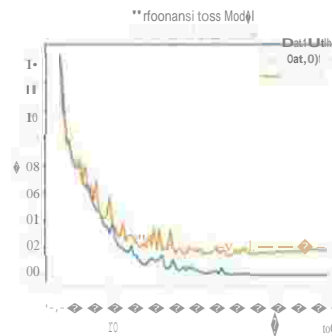
**4.2 Hasil Terbaik**

Tabel 5. Hasil Terbaik

Parameter				Performansi				
Output Channel	Jumlah <i>Hidden layer</i>	<i>Optimizer</i>	<i>Learning rate</i>	Akurasi	Precision	Recall	F1-Score	<i>Loss</i>
8, 16, 32, 64, 128	5	Adam	0,001	96,53%	95%	95%	95%	0,2486



Gambar 6. Hasil Grafik Performansi Akurasi dan *Loss* skenario Terbaik



Gambar 7. *Confusion matrix* skenario terbaik

Karena sistem yang digunakan pada penelitian ini memiliki akurasi yang tinggi seperti pada tabel 5, maka grafik pada gambar 6 jarak untuk data latih dengan data uji saling berdekatan satu dengan yang lain dan tidak mengalami *overfitting* maupun *underfitting*. Gambar 7 menunjukkan bahwa dari total 375 citra data uji, sistem yang digunakan pada penelitian ini mampu mendeteksi sebanyak 357 citra dengan benar sesuai dengan kelasnya



## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem klasifikasi penyakit kulit menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dapat berfungsi dengan baik. Hasil performansi sistem terbaik pada penelitian ini berdasarkan keseluruhan skenario pengujian parameter didapatkan saat *hidden layer* berjumlah 5, menggunakan *adam optimizer*, dan nilai *learning rate* sebesar 0,001 dengan sistem dapat mencapai akurasi sebesar 96,53%, *precision* 95%, *recall* 95%, *f1-score* 95% dan *loss* hanya 0,2486.

## Reference

- [1] Ganefi, Fadel A. "Identifikasi Penyakit Kulit Menggunakan Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) Dan K-Nearest Neighbor (K-NN)". Universitas Telkom Bandung. Agustus 2020.
- [2] P, Setiyowibowo Aditya. "Identifikasi Penyakit Kulit Berdasarkan Kombinasi Segmentasi Warna Dan Analisis Tekstur Dengan Deteksi Binary Large Object (BLOB) Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan-Learning Vector Quantization". Institut Teknologi Telkom Bandung. Januari 2012.
- [3] Nur Fu'adah, Yunendah; dkk. "Sistem Identifikasi Kanker Kulit Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN)". Proposal Penelitian Dasar Dan Terapan Tahap II. Universitas Telkom Bandung. Agustus 2020.
- [4] A. Maton. "Human Biology and Health". Englewood Cliffs, New Jearsey, USA. 1993. [Online]. Tersedia pada: [https://id.wikipedia.org/wiki/Kulit\\_manusia#cite\\_ref-Proksch\\_3-0](https://id.wikipedia.org/wiki/Kulit_manusia#cite_ref-Proksch_3-0). [Diakses 31 Agustus 2020].
- [5] E. Proksch, dkk. "The Skin: an indispensable barrier". *Experimental Dermatology*. 2008. [Online]. Tersedia pada: [https://id.wikipedia.org/wiki/Kulit\\_manusia#cite\\_ref-Proksch\\_3-0](https://id.wikipedia.org/wiki/Kulit_manusia#cite_ref-Proksch_3-0). [Diakses 31 Agustus 2020].
- [6] Theresia, Hadinegoro. "Terapi asiklovir pada anak dengan varisela tanpa penyulit". 2010.
- [7] Vesikari T, Sadzot-Delvaux C, Rentier B, Gershon A (2007). "Increasing coverage and efficiency of measles, mumps, and rubella vaccine and introducing universal varicella vaccination in Europe: a role for the combined vaccine". *Pediatr Infect Dis J*. 26 (7): 632–8. [Online]. Tersedia pada: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17596807/>. [Diakses 2 September 2020].
- [8] Gershon AA. "Measles virus (rubeola)". In: Bennett JE, Dolin R, Mandell GL, eds. *Principles and Practice of Infectious Diseases*. 8th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2014:chap 162. [Online]. Tersedia Pada: <https://www.docdoc.com/id/info/condition/campak>. [Diakses 5 September].
- [9] Afriyanti, R.N. "Akne vulgaris pada remaja". *Jurnal Majority*, 4(6), pp.10-17. 2015. [Online]. Tersedia pada: <http://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/kesehatan/article/view/2286>. [Diakses 6 September 2020].
- [10] "Jerawat". [Online]. Tersedia pada: <https://www.halodoc.com/kesehatan/jerawat>. [Diakses 6 September 2020].
- [11] Mading, Majematang dan P. B. Sopi, Ira I. "Kajian Aspek Epidemiologi Skabies Pada Manusia. *Jurnal Penyakit Bersumber Binatang*". Vol. 2, No.2 Maret 2015, hlm. 9 – 17.
- [12] N. A, Erlyna. "Implementasi Metode *Convolutional Neural Network* Untuk Klasifikasi Tanaman Pada Citra Resolusi Tinggi". Universitas Gajah Mada. D. I. Yogyakarta. 2018. [Online]. Tersedia pada: <http://jurnal.big.go.id/index.php/GM/article/view/810>. [Diakses 20 September 2020].
- [13] P, Kim. "MATLAB Deep Learning: With Machine Learning, Neural Networks and Artificial Intelligence". 2017.
- [14] Hijazi, S; dkk. "Using *Convolutional Neural Networks* for Image Recognition". 2015.
- [15] Albelwi, S. "A Framework for Designing the Architectures of Deep *Convolutional Neural Networks*". 2017.
- [16] Kementerian Kesehatan Indonesia. "Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2009". Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. 2010
- [17] Pardiansyah, R. "Association Between Personal Protective Equipment With the Irritant Contact Dermatitis in Scavengers". Faculty of Medicine. Lampung University. 2015
- [18] Badan Pusat Statistik Indonesia. "Preseantase Penduduk Miskin Maret 2020". 2020. [Online]. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/pressrelease/2020/07/15/1744/persentase-penduduk-miskin-maret-2020-naik-menjadi-9-78-persen.html#:~:text=Jumlah%20penduduk%20miskin%20pada%20Maret,38%20persen%20pada%20Maret%202020>. [Diakses 8 September 2020]
- [19] World Health Organization. "Scabies". Agustus 2020. [Online]. Tersedia pada: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/scabies>. [Diakses 8 September 2020]