

**CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK PENGENALAN  
EKSPRESI**

**SKRIPSI**



disusun oleh  
**Adhitya Bagasmiwa Permana**  
**17.11.1495**

**PROGRAM SARJANA  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2021**

**CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK PENGENALAN  
EKSPRESI**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai gelar Sarjana  
pada Program Studi Informatika



disusun oleh

**Adhitya Bagasmiwa Permana**

**17.11.1495**

**PROGRAM SARJANA  
PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2021**

**PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK PENGENALAN  
EKSPRESI**

yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Adhitya Bagasmiwa Permana**

**17.11.1495**

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi  
pada tanggal 10 Februari 2021

**Dosen Pembimbing,**



**Dr. Arief Setyanto, S.Si, MT**  
**NIK. 190302036**

**PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK UNTUK PENGENALAN  
EKSPRESI**

yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Adhitya Bagasmitwa Permana**

**17.11.1495**

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 23 Februari 2021

**Susunan Dewan Penguji**

**Nama Penguji**

**Dr. Arief Setyanto, S.Si, MT**  
**NIK. 190302036**

**Uyock Anggoro Saputro, M.Kom**  
**NIK. 190302419**

**Anggit Dwi Hartanto, M.Kom**  
**NIK. 190302163**

**Tanda Tangan**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
Tanggal 11 Maret 2021

**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA**

**Krisnawati, S.Si, MT**  
**NIK. 190302038**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI), dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Yogyakarta, 11 Maret 2021



Adhitya Bagasmiwa Permana

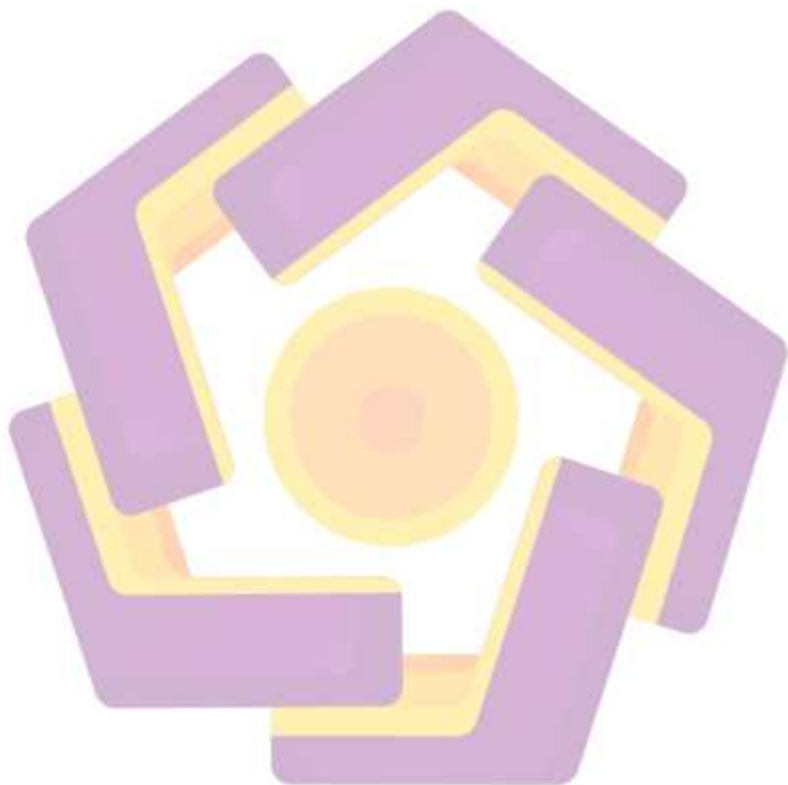
NIM. 17.11.1495

## **MOTTO**

**“Ikuti Prosesnya, Sukses Akan Mengikutinya”**

**“Berhenti Mencoba Merubah Dirimu Menjadi Orang Lain, Tetaplah**

**Menjadi Dirimu Yang Lebih Baik Di Masa Depan”**



## PERSEMBAHAN

Skripsi ini adalah persembahan yang sangat spesial untuk kedua orang tua saya, Ibu dan Bapak yang telah membesarkan dan mendidik saya dari kecil hingga sekarang yang tiap hari memberikan kasih sayangnya, mendoakan saya tiada henti, dan selalu memberikan motivasi yang luar biasa serta dorongan dukungan semangat kepada saya hingga sekarang mampu menyelesaikan kuliah saya. Terima kasih karena selalu menjaga saya dalam doa-doa, selalu mendukung dan memberikan semangat saya dalam mengejar impian saya apapun itu. Semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan dan umur yang panjang kepada orangtua saya.

Terima kasih kepada dosen-dosen yang telah sabar dan ikhlas dalam mendidik saya hingga saya dapat melewati seluruh ujian dari mata kuliah yang saya tempuh, terutama kepada Bapak Dr. Arief Setyanto, S.Si, MT selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing dan memberikan kritikan serta tuntutan yang telah diberikan kepada saya hingga saya menyelesaikan pengerjaan skripsi ini. Semoga ilmu yang beliau amalkan berguna bagi seluruh mahasiswa.

Terimakasih kasih untuk orang yang saya cinta, kamu adalah sosok yang begitu baik bagi saya. Terima kasih telah senantiasa memberikan dukungan dan bantuan kepada saya serta menjadi pendengar yang baik disaat saya sedang dimasa yang sulit.

Terima kasih kepada sahabat seperjuangan yang menemani dan banyak membantu selama kuliah. Kebajikanmu benar – benar tiada bandingnya, saya bersyukur memiliki kalian dalam hidup saya. Semoga kita semua mampu mewujudkan segala cita – cita yang kita impikan.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kehadirat Allah SWT, karena atas segala nikmat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan baik dan lancar. Skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, telah banyak pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, kritik dan saran sehingga skripsi ini dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan doa dan ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. M. Suyanto, M.M., selaku rektor Universitas Amikom Yogyakarta
2. Dr. Arief Setyanto, S.Si, MT, selaku dosen pembimbing skripsi, atas waktu yang telah diberikan untuk membimbing, memotivasi, memberi dukungan, mengarahkan dan memberikan masukan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini hingga akhir.
3. Seluruh dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta, atas segala ilmu pengetahuan dan bimbingannya yang diberikan kepada penulis.
4. Segenap dosen Prodi Informatika Universitas Amikom Yogyakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan kepada penulis selama masa studi.
5. Keluarga penulis, Bapak Widhi Sidik Pramono, Ibu Aniatik dan Adik Faisal Okta Firnandito yang selalu mendoakan, perhatian, dan memberi dukungan kepada penulis.
6. Seluruh teman seperjuangan Prodi Informatika khususnya kelas IF – 09.
7. Seluruh sahabat saya yang telah membantu dan memberikan dukungan.
8. Kepada orang yang saya cintai, Shela Marliya Oktafiyani yang telah memberikan dukungan.

Berbagai kekurangan dan kesalahan yang mungkin pembaca temukan dalam skripsi ini, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Semoga apa yang menjadi kekurangan bisa



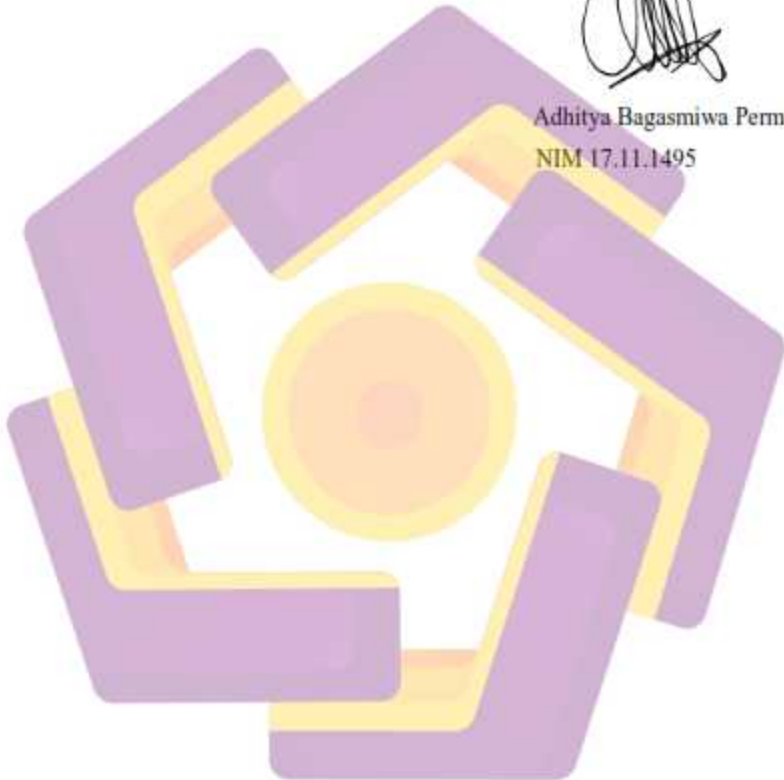
menjadi disempurnakan oleh peneliti selanjutnya dan semoga skripsi ini senantiasa dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan serta pengetahuan bagi para pembaca.

Yogyakarta, 11 Maret 2021



Adhitya Bagasmiwa Permana

NIM 17.11.1495



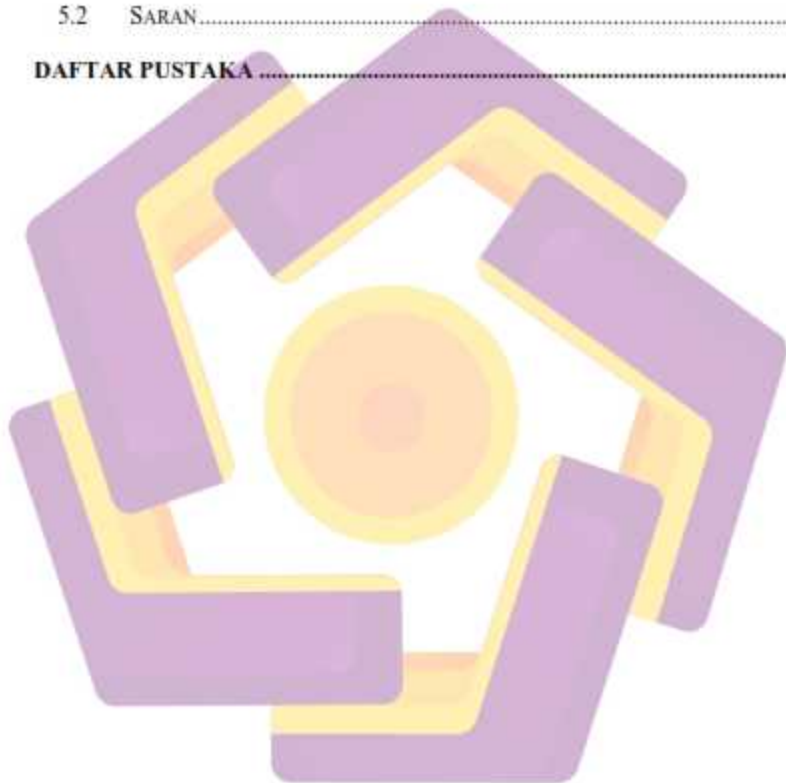
## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
PERSETUJUAN .....	II
PENGESAHAN .....	III
PERNYATAAN .....	IV
MOTTO.....	V
PERSEMBAHAN .....	VI
KATA PENGANTAR.....	VII
DAFTAR ISI .....	IX
DAFTAR TABEL.....	XIII
DAFTAR GAMBAR .....	XIV
DAFTAR ISTILAH.....	XVI
INTISARI .....	XVII
ABSTRACT .....	XVIII
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    LATAR BELAKANG .....	1
1.2    RUMUSAN MASALAH.....	4
1.3    BATASAN MASALAH .....	4
1.4    MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN.....	5
1.5    MANFAAT PENELITIAN.....	6
1.6    METODE PENELITIAN .....	6
1.6.1    Metode Pengumpulan Data .....	6
1.6.1.1    Studi Literatur.....	7
1.6.2    Desain Eksperimen.....	7
1.6.3    Evaluasi .....	8
1.6.4    Metode Pengujian Sistem .....	8

1.7	SISTEMATIKA PENULISAN.....	8
	BAB I PENDAHULUAN.....	9
	BAB II LANDASAN TEORI.....	9
	BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	9
	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	9
	BAB V KESIMPULAN.....	10
	<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>11</b>
2.1	TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.2	DASAR TEORI.....	13
2.2.1	Emosi.....	13
2.2.1.1	Ekspresi.....	13
2.3	MACHINE LEARNING.....	14
2.4	CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK.....	16
2.4.1	Convolutional Layer.....	17
2.4.1.1	Stride.....	19
2.4.1.2	Padding.....	20
2.4.2	Activation Function.....	21
2.4.2.1	Binary Step Function.....	21
2.4.2.2	Linear Activation Function.....	22
2.4.2.3	Sigmoid.....	22
2.4.2.4	Tanh atau Hyperbolic Tangent Function.....	23
2.4.2.5	ReLU Function.....	24
2.4.2.6	Exponential Linear Unit (ELU).....	25
2.4.2.7	Leaky ReLU.....	25
2.4.2.8	Parameterized ReLU.....	26
2.4.2.9	Swish Function.....	26
2.4.3	Softmax.....	27
2.4.4	Dropout.....	27
2.4.5	Batch Normalization.....	28
2.4.6	Pooling Layer.....	29
2.4.7	Fully Connected Layer.....	30
2.5	OPTIMIZATION ALGORITHMS.....	31

2.5.1	Adaptive Momentum (Adam)	32
2.5.2	Stochastic Gradient Descent (SGD)	33
2.5.3	Momentum	33
2.6	VGG	33
2.7	UNDERFITTING DAN OVERFITTING	35
2.8	CONFUSION MATRIX	35
2.9	PYTORCH	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>		<b>38</b>
3.1	KEBUTUHAN SISTEM	38
3.1.1	Hardware	38
3.1.2	Software	38
3.2	GAMBARAN UMUM PENELITIAN	39
3.3	PENGUMPULAN DATASET	40
3.3.1	Dataset Uji	41
3.4	DESAIN EKSPERIMEN	44
3.4.1	Input Citra	45
3.4.2	Preprocessing Citra	45
3.4.3	Eksperimen Hyperparamter	47
3.4.4	Implementasi Algoritma CNN	50
3.4.5	Output	59
3.5	TRAINING DAN TESTING	59
3.5.1	Proses Training	59
3.5.2	Proses Testing	60
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>62</b>
4.1	LANGKAH-LANGKAH EKSPERIMEN	62
4.2	HASIL UJI COBA	63
4.2.1	Hasil Training	63
4.2.2	Hasil Testing	64
4.2.2.1	Hasil Testing Pertama	66
4.2.2.2	Hasil Testing Kedua	68
4.2.3	Pengaruh Parameter Learning Terhadap Akurasi	71

4.2.3.1	Pengaruh Nilai Learning Rate .....	71
4.2.3.2	Pengaruh Jumlah Parameter Model CNN .....	72
4.2.4	Waktu Komputasi .....	73
4.2.5	Analisis Kinerja CNN.....	75
<b>BAB V PENUTUPAN .....</b>		<b>82</b>
5.1	KESIMPULAN .....	82
5.2	SARAN.....	84
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>85</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Variabel Ketetapan.....	5
Tabel 2. 1 Arsitektur VGG [10].....	34
Tabel 3. 1 Jumlah Dataset FER2013.....	41
Tabel 3. 2 Ciri – Ciri Ekspresi Wajah.....	43
Tabel 3. 3 Variabel Ketetapan.....	48
Tabel 3. 4 Variabel Input.....	50
Tabel 3. 5 Desain Arsitektur CNN.....	51
Tabel 4. 1 Hasil Akurasi Training Dan Validation.....	63
Tabel 4. 2 Hasil Identifikasi Testing Kedua.....	68
Tabel 4. 3 Nilai TP, FP, dan FN Tiap Ekspresi.....	69
Tabel 4. 4 Hasil Precision dan Recall Tiap Ekspresi.....	70
Tabel 4. 5 Pengaruh Nilai Learning Rate.....	71
Tabel 4. 6 Pengaruh Jumlah Parameter Model CNN.....	73
Tabel 4. 7 Confusion Matrix CVGG-1.....	75
Tabel 4. 8 Confusion Matrix CVGG-2.....	76
Tabel 4. 9 Confusion Matrix CVGG-3.....	76
Tabel 4. 10 Confusion Matrix CVGG-4.....	77
Tabel 4. 11 Confusion Matrix CVGG-5.....	77
Tabel 4. 12 Confusion Matrix CVGG-6.....	78
Tabel 4. 13 Confusion Matrix CVGG-7.....	78
Tabel 4. 14 Analisa Kinerja CNN.....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur Convolutional Neural Network (sumber : <a href="https://www.mathworks.com/solutions/deep-learning/convolutional-neural-network.html">https://www.mathworks.com/solutions/deep-learning/convolutional-neural-network.html</a> ) .....	17
Gambar 2. 2 Operasi Konvolusi .....	18
Gambar 2. 3 Stride ( $n = 2$ ) pada Convolutional Layer .....	19
Gambar 2. 4 Padding ( $n=1$ ) pada Convolutional Layer .....	20
Gambar 2. 5 Binary Step Function [23] .....	21
Gambar 2. 6 Linear Activation Function [23] .....	22
Gambar 2. 7 Sigmoid Function [23] .....	23
Gambar 2. 8 Tanh Function [23] .....	24
Gambar 2. 9 ReLU Function [23] .....	24
Gambar 2. 10 Exponential Linear Unit (ELU) [24] .....	25
Gambar 2. 11 Leaky ReLU [23] .....	26
Gambar 2. 12 Parameterized ReLU [23] .....	26
Gambar 2. 13 Swish Function [25] .....	27
Gambar 2. 14 Neural Network tanpa Dropout (kiri). Neural Network dengan Dropout (kanan) [26] .....	28
Gambar 2. 15 Operasi Max Pooling (kiri) dan Average Pooling (kanan) [28] .....	30
Gambar 2. 16 Flattening [22] .....	31
Gambar 2. 17 Hubungan Loss dan Model Capacity [24] .....	35
Gambar 2. 18 Confusion Matrix [32] .....	36
Gambar 3. 1 Gambaran Umum Penelitian .....	39
Gambar 3. 2 Contoh Proses Crop Data Uji .....	42
Gambar 3. 3 Desain Eksperimen .....	44
Gambar 3. 4 Proses Resize .....	45
Gambar 3. 5 Hasil Convert Citra .....	46
Gambar 3. 6 Random Crop Augmentasi .....	46
Gambar 3. 7 Horizontal Flip Augmentasi .....	47
Gambar 3. 8 TenCrop Augmentasi .....	47

Gambar 3. 9 Arsitektur CVGG1.....	52
Gambar 3. 10 Arsitektur CVGG2.....	53
Gambar 3. 11 Arsitektur CVGG3.....	54
Gambar 3. 12 Arsitektur CVGG4.....	55
Gambar 3. 13 Arsitektur CVGG5.....	56
Gambar 3. 14 Arsitektur CVGG6.....	57
Gambar 3. 15 Arsitektur CVGG7.....	59
Gambar 3. 16 Alur Training dan Testing .....	60
Gambar 4. 1 Grafik Nilai Akurasi Training dan Validation.....	64
Gambar 4. 2 Dataset Uji FER2013.....	65
Gambar 4. 3 Dataset Uji Indonesia.....	66
Gambar 4. 4 Hasil Testing Pertama.....	67
Gambar 4. 5 Pengaruh Jumlah Parameter dan Nilai Learning Rate Terhadap Waktu Komputasi.....	74
Gambar 4. 6 Grafik Analisa Kinerja CNN.....	79





## DAFTAR ISTILAH

- Deep Learning* : metode pembelajaran yang dilakukan oleh mesin dengan cara meniru bagaimana cara kerja otak manusia atau disebut *neural network*.
- ImageNet* : *dataset* yang terdiri dari 1,2 juta citra *training* dan 100,000 citra *testing*. *Dataset* ini terdiri dari 1,000 *classes*.
- Hidden Layer* : lapisan tersembunyi yang menerima informasi kemudian diproses atau diteruskan ke lapisan selanjutnya.
- Filter* : matriks dua dimensi.
- Feature Map* : output dari proses konvolusi.
- Feature Extraction* : mengubah citra menjadi fitur berisi angka-angka yang mempresentasikan citra tersebut.
- Flattening* : mengubah feature map menjadi vektor 1 dimensi.
- Learning Rate* : *hyperparameter* yang mengontrol seberapa banyak harus mengubah model sebagai respons terhadap perkiraan kesalahan setiap kali bobot model diperbarui.
- Hyperparameter* : variabel yang digunakan untuk proses *training* algoritma CNN.
- Neuron* : pola koneksi yang mirip dengan sel saraf otak manusia.
- Hardware* : perangkat keras
- Software* : perangkat lunak
- Google Colab* : *tools* berbasis *cloud* yang digunakan sebagai *coding environment* berbahasa *Python* dengan format *notebook* atau *jupyter notebook*.

## INTISARI

Ekspresi wajah merupakan alat pendukung dalam berkomunikasi secara langsung untuk menyampaikan kondisi emosional seseorang. Kondisi emosional seseorang tercermin dalam kata-kata, gestur tubuh dan terutama pada wajah. Meski manusia dapat mengenali ekspresi dengan baik, penelitian tentang pengenalan ekspresi secara otomatis dengan *Machine Learning* hingga saat ini terus dilakukan. Metode *Deep Learning* yaitu Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) menjadi salah satu algoritma yang saat ini paling baik dalam melakukan klasifikasi dan identifikasi objek dalam data yang berjumlah banyak.

Pada penelitian ini dilakukan pengenalan ekspresi wajah dengan menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat akurasi algoritma CNN dalam mengenali ekspresi wajah. Terdapat 3 tahap yang digunakan, yaitu *preprocessing*, *training*, dan *evaluation*. Pada tahap *evaluation* menggunakan metode *Eval-1* yaitu tanpa menggunakan *tencrop* augmentasi dan metode *Eval-2* yaitu menggunakan *tencrop* augmentasi. *Dataset* yang digunakan adalah *dataset FER-2013* sebanyak 35,887 citra dan *dataset* yang dibuat oleh penulis sebanyak 100 citra. Pada proses *training* dilakukan dengan menggunakan nilai *learning rate* sebesar 0,1 dan 0,01. Pengenalan ekspresi wajah dilakukan dengan menggunakan tujuh variasi desain arsitektur CNN, yaitu CVGG1-CVGG7 dengan kedalaman *layer* dan jumlah parameter yang berbeda-beda.

Hasil percobaan pada penelitian ini menunjukkan bahwa arsitektur CNN yang memiliki kedalaman *layer* dan jumlah parameter lebih sedikit memberikan akurasi yang lebih unggul. Desain arsitektur CVGG4 yang terdiri dari 10 kedalaman *layer* dan  $\pm 5$  juta parameter dengan menggunakan nilai *learning rate* 0,01 dan metode *Eval-2* menghasilkan akurasi *testing* dan unjuk kerja yang paling baik dibandingkan desain arsitektur lain yang diuji, pada *dataset FER2013* diperoleh *accuracy* 72,95%, *precision* 72,48%, *recall* 73,21% dan *F-1 score* 72,84%, sedangkan pada *dataset* yang dibuat oleh penulis diperoleh *accuracy* 84%, *precision* 78,21%, *recall* 88,99%, dan *F-1 score* 83,25%.

**Kata Kunci:** Pengenalan Ekspresi Wajah, Ekspresi wajah, *Convolutional Neural Network*

## ABSTRACT

*A facial expression is a supporting tool in communicating directly to convey someone's emotional condition. The emotional condition of a person is reflected in words, gestures and especially on the face. Even though humans can recognize expressions well, research on automatic expression recognition with Machine Learning is still being carried out. The Deep Learning method, namely the Convolutional Neural Network (CNN) Algorithm, is one of the best algorithms currently in classifying and identifying objects in large amounts of data.*

*In this research, facial expression recognition was carried out using the Convolutional Neural Network (CNN) algorithm. The purpose of this research was to determine the factors that affect the accuracy of the CNN algorithm in recognizing facial expressions. There are 3 stages used, namely preprocessing, training, and evaluation. At the evaluation stage using the Eval-1 method, namely without using tencrop augmentation and the Eval-2 method using tencrop augmentation. The dataset used is the FER-2013 dataset of 35,887 images and the dataset created by the author is 100 images. The training process is carried out using a learning rate of 0.1 and 0.01. The recognition of facial expressions is carried out using seven variations of the CNN architectural design, namely CVGG1-CVGG7 with different layer depths and number of parameters.*

*The experimental results in this research indicate that the CNN architecture which has less layer depth and parameters provides better accuracy. The CVGG4 architectural design consisting of 10 layers of depth and  $\approx$  5 million parameters using a learning rate of 0.01 and the Eval-2 method produces the best accuracy and test performance compared to other architectural designs tested, the FER2013 dataset obtained an accuracy of 72,95%, 72,48% precision, 73,21% recall and 72,84% F-1 score, while the author's dataset obtained 84% accuracy, 78,21% precision, 88,99% recall, and 83,25% F-1 score.*

**Keyword:** *Facial Expression Recognition, Facial Expression, Convolutional Neural Network*