

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) DENGAN *OPTIMIZER ADAM* DALAM
DETEKSI EMOSIONAL PADA WAJAH MANUSIA**

SKRIPSI

Oleh:

**STEVEN
NIM.2044029**



**JENJANG PENDIDIKAN STRATA-1
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
STMIK TIME
MEDAN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) DENGAN *OPTIMIZER ADAM* DALAM
DETEKSI EMOSIONAL PADA WAJAH MANUSIA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Guna
Mendapat Gelar Sarjana Strata Satu
Program Studi Teknik Informatika

Oleh:

STEVEN

NIM.2044029

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I



Robet, M.Kom

Dosen Pembimbing II



Octara Pribadi, M.Kom

Medan, 31 Juli 2024

Diketahui dan Disahkan Oleh:

Ketua STMIK TIME

Dr. Edi Wijaya, S.Kom., M.Kom., M.M

Ketua Program Studi



Robet, M.Kom

Kepada

Yth Ketua STMIK TIME

Dr. Edi Wijaya, S.Kom., M.Kom., M.M

di Medan

Hal : **Surat Pernyataan Bebas Plagiat**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Steven
NIM	: 2044029
Program Studi	: Teknik Informatika
Angkatan	: 2020
Judul Skripsi	: Implementasi Algoritma <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) Dengan <i>Optimizer Adam</i> Dalam Deteksi Emosional Wajah Pada Manusia

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang Saya tulis adalah karya ilmiah asli dari pikiran saya sendiri.

Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi tersebut merupakan Plagiat, maka saya bersedia gelar dan ijazah yang saya peroleh ditinjau kembali.

Demikian surat pernyataan ini Saya perbuat dengan pikiran yang sehat, tanpa tekanan dari siapapun.

Medan, **31 Juli 2024**

Yang membuat pernyataan



Steven

Diketahui oleh,



Hendri, M.Kom

Pembantu Ketua 1 STMIK TIME

ABSTRAK

Deteksi emosional pada wajah manusia adalah bidang penting dalam pemrosesan citra dan pemahaman emosi. Penelitian ini mengembangkan aplikasi deteksi emosi menggunakan algoritma *Haar Cascade Classifier* untuk mendeteksi wajah dan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan *optimizer Adam* untuk menganalisis emosi. Aplikasi yang dikembangkan berhasil mendeteksi tujuh jenis emosi dasar (marah, jijik, takut, senang, netral, sedih, dan terkejut) secara *real-time* dengan akurasi keseluruhan sebesar 90%. Kombinasi CNN dan *optimizer Adam* menunjukkan performa yang baik dengan peningkatan akurasi dan penurunan *loss* yang konsisten seiring bertambahnya epoch, meskipun terdapat indikasi *overfitting*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat diandalkan untuk mendeteksi berbagai ekspresi wajah dan memberikan solusi yang efektif dan akurat dalam deteksi emosional.

Kata Kunci: Deteksi Emosi, *Convolutional Neural Network*, *Optimizer Adam*

ABSTRACT

Emotion detection on human faces is a crucial field in image processing and emotional understanding. This research developed an emotion detection application using the Haar Cascade Classifier algorithm for face detection and a Convolutional Neural Network (CNN) with the Adam optimizer for emotion analysis. The developed application successfully detected seven basic emotions (angry, disgusted, fearful, happy, neutral, sad, and surprised) in real-time with an overall accuracy of 90%. The combination of CNN and the Adam optimizer demonstrated good performance with consistent accuracy improvement and loss reduction as the epochs increased, although there are indications of overfitting. The results indicate that this system is reliable for detecting various facial expressions and provides an effective and accurate solution for emotional detection.

Keywords: *Emotion Detection, Convolutional Neural Network, Adam Optimizer*

KATA PENGANTAR

Ucapan puji dan syukur kepada hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, hikmat, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini tepat pada waktunya.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Program Strata I pada STMIK TIME. Penulis berharap agar hasil dari penelitian yang dilakukan ini dapat membawa banyak manfaat bagi berbagai pihak.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Robet, M.Kom, selaku Pembimbing I dan Ketua Program Studi Teknik Informatika STMIK TIME Medan yang telah membimbing penulis selama mengerjakan skripsi ini.
2. Bapak Octara Pribadi, M.Kom, selaku Pembimbing II yang telah membimbing penulis selama mengerjakan skripsi ini.
3. Bapak Simon Kangga Lee, selaku Ketua Yayasan STMIK TIME Medan.
4. Bapak Dr. Edi Wijaya, S.Kom., M.Kom., M.M, selaku Ketua STMIK TIME Medan.
5. Bapak Hendri, M.Kom., selaku Pembantu Ketua I STMIK TIME Medan.
6. Seluruh Dosen STMIK TIME Medan yang telah mendidik dan membimbing penulis selama masa perkuliahan.
7. Teristimewa kepada orang tua dan keluarga tercinta, yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materi kepada penulis selama ini.
8. Seluruh teman yang telah banyak membantu penulis dan memberikan dorongan serta semangat dalam menyelesaikan skripsi ini
9. Semua yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu

Penulis menyadari dalam proses penyelesaian skripsi yang berjudul “Implementasi Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) Dengan *Optimizer Adam* Dalam Deteksi Emosional Pada Wajah Manusia” masih jauh dari sempurna, mengingat keterbatasan kemampuan yang penulis miliki dan terbatasnya waktu yang digunakan. Untuk itu, penulis mengharapkan saran, kritikan, dan masukan yang membangun demi perkembangan dan kemajuan penelitian selanjutnya. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan.

Akhir kata penulis berharap agar laporan penulisan Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca.

Medan, 31 Juli 2024

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be the name 'Steven' written in a stylized, cursive-like font.

Steven

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
LAMPIRAN.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
1.5 Metodologi Penelitian.....	5
1.6 Analisis Sistem	6
1.7 Perancangan Sistem	7
1.8 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Digital Image	9
2.2 Digital Image Processing.....	12
2.3 Computer Vision	15
2.4 Kecerdasan Buatan	17
2.5 Machine Learning.....	21
2.6 Knowledge Discovery	23
2.7 Data Mining	25
2.8 Convolutional Neural Network (CNN).....	28
2.9 Optimizer Adam	31
2.10 Penelitian Terdahulu	33

BAB III METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Analisis Masalah.....	34
3.1.1 Analisis Proses Yang Berjalan Sesuai di Lapangan.....	34
3.1.2 Analisis Algoritma Yang Digunakan	37
3.1.3 Analisis Sistem Usulan.....	44
3.2 Perancangan	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Hasil	48
4.2 Pembahasan	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi Citra RGB dan Kanal Warna Penyusunnya [6]	9
Gambar 2.2 Representasi piksel dengan kombinasi warna R, G, dan B [6]	10
Gambar 2.3 Citra Hasil Konversi RGB Menjadi <i>Grayscale</i> [6]	11
Gambar 2.4 Citra Hasil Konversi RGB Menjadi Biner [6].....	12
Gambar 2.5 Ilustrasi Cara Komputer Melihat Citra [6]	17
Gambar 2.6 Perbedaan <i>Supervised Learning</i> dan <i>Unsupervised Learning</i> [8].....	22
Gambar 2.7 Proses <i>Knowledge Discovery</i> Pada <i>Database</i> [9]	24
Gambar 2.8 Bagian Dari <i>Data Mining</i> [9].....	26
Gambar 2.9 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i> [11]	28
Gambar 2.10 Ilustrasi Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i> [11]	29
Gambar 2.11 Contoh Operasi Matematis Proses Konvolusi [11]	30
Gambar 2.12 Contoh Penerapan Aktivasi ReLU [11]	30
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Analisis Algoritma Yang Digunakan	38
Gambar 3.2 Dataset Penelitian.....	39
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Cara Kerja Algoritma CNN + <i>Optimizer Adam</i>	40
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Proses <i>Training</i>	41
Gambar 3.5 Pemodelan <i>Use Case Diagram</i> Sistem Usulan Aplikasi.....	44
Gambar 3.6 Rancangan Tampilan Menu Utama.....	46
Gambar 3.7 Rancangan Tampilan Pendeteksian Emosional Wajah	47
Gambar 4.1 Tampilan Menu Utama.....	48
Gambar 4.2 Tampilan Pendeteksian Emosional Wajah.....	49
Gambar 4.3 Hasil Pengujian Grafik <i>Epoch</i>	53

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jadwal Penelitian.....	5
Tabel 3.1 Tabel Proses Pelatihan Setiap <i>Layer</i>	42
Tabel 3.2 Skenario <i>Use Case</i> Melakukan <i>Training</i> Dataset	45
Tabel 3.3 Skenario <i>Use Case</i> Mencoba Pendeteksian Emosional Wajah.....	45
Tabel 4.1 Hasil Pengujian	50
Tabel 4.2 Hasil Pengujian <i>Epoch</i>	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 Surat Keputusan Dosen Pembimbing Skripsi

Lampiran 3 Formulir Bimbingan Dosen I

Lampiran 4 Formulir Bimbingan Dosen II

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Deteksi emosional pada wajah manusia adalah bidang yang berkembang pesat dalam pengolahan citra dan pemahaman emosi manusia. Emosi adalah bagian integral dari interaksi sosial dan komunikasi manusia [1]. Emosi manusia dapat dilihat melalui ekspresi wajah, namun terkadang manusia salah menganalisis emosi seseorang hanya dari ekspresi wajah. Untuk itu, diperlukan pendekatan supaya dapat memahami emosi seseorang dengan lebih baik [2]. Perkembangan teknologi informasi yang semakin cepat membuat kemampuan mesin untuk mendeteksi emosi dari wajah manusia diterapkan dalam sistem pengenalan emosi. Sistem pengenalan emosi merupakan salah satu contoh pemrosesan citra yang termasuk pada ranah *Computer Vision* [3].

Dalam dunia *Computer Vision*, penelitian mengenai deteksi emosional pada wajah manusia sudah dilakukan pada tahun 2018 dimana penelitian ini mengimplementasikan metode *Local Binary Pattern* (LBP) dalam pengenalan emosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode LBP dapat mengenali emosi berdasarkan ekspresi mikro dengan akurasi sebesar 70,21% [4]. Selanjutnya, penelitian berikutnya dilakukan pada tahun 2022 yang mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network* dalam deteksi emosional pada wajah manusia. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa dari perhitungan

40 *epochs* didapat akurasi sebesar 81.92% untuk pelatihan dan 81.69% untuk pengujian [2].

Pada penelitian ini algoritma yang diimplementasikan dalam deteksi emosional pada wajah manusia adalah algoritma *Haar Cascade Classifier* dan *Convolutional Neural Network* (CNN). Pertama, kita menggunakan *Haar Cascade Classifier* untuk mendeteksi wajah dalam gambar. Algoritma ini membantu mengisolasi area wajah yang akan digunakan untuk analisis lebih lanjut. Setelah wajah terdeteksi, gambar wajah akan dilakukan segmentasi untuk memastikan bahwa hanya wajah yang ada dalam gambar. Kemudian, gambar wajah akan di-*preprocess* untuk memastikan kualitas yang baik, termasuk normalisasi intensitas piksel, penyesuaian ukuran, dan lain-lain. Setelah *preprocessing*, gambar wajah akan di-*input*-kan ke dalam CNN yang telah dilatih sebelumnya untuk deteksi emosi. CNN akan memproses gambar wajah dan menghasilkan prediksi tentang emosi yang ada dalam gambar [5].

Kontribusi pada penelitian ini, untuk meningkatkan akurasi dari hasil pelatihan algoritma CNN maka pada penelitian ini akan dikombinasikan dengan salah satu algoritma optimasi yang telah banyak digunakan dalam pelatihan jaringan saraf tiruan, termasuk CNN, yaitu *Adam (Adaptive Moment Estimation)*. Dengan menggabungkan algoritma CNN dan *optimizer Adam*, deteksi emosional pada wajah manusia diharapkan dapat dilakukan dengan lebih efektif dan akurat. CNN mampu mengekstraksi fitur-fitur visual yang penting dari wajah manusia, sementara *optimizer Adam* membantu model beradaptasi dengan cepat untuk mengoptimalkan fungsi kerugian yang sesuai dengan tugas deteksi emosi [5].

Berdasarkan uraian dari paragraf-paragraf sebelumnya, maka dilakukan penelitian dengan mengambil judul “**IMPLEMENTASI ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN OPTIMIZER ADAM DALAM DETEKSI EMOSIONAL PADA WAJAH MANUSIA**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang diuraikan sebelumnya, maka dirumuskan permasalahan pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana membangun sebuah aplikasi deteksi emosional pada wajah manusia?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan *optimizer Adam* dalam mendeteksi emosi seseorang?

1.3 Batasan Masalah

Berikut ini akan dilakukan pembatasan masalah penelitian dengan tujuan agar penelitian dapat diselesaikan tepat pada waktu yang ditentukan antara lain:

1. Data *training* yang digunakan pada penelitian ini adalah dataset dari internet <https://www.kaggle.com/datasets/jonathanoheix/face-expression-recognition-dataset>.
2. Jenis emosi yang dibahas pada penelitian ini terdiri dari 7 emosi yaitu marah, jijik, takut, senang, netral, sedih dan terkejut [3].
3. *Output* disajikan secara *real time* melalui *Web Cam* sesuai dengan objek emosi yang ditunjukkan.
4. Aplikasi yang dibangun berbasis *desktop*.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk membangun sebuah aplikasi deteksi emosional pada wajah manusia.
2. Untuk menguji dan menganalisis akurasi dari algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan *optimizer Adam* dalam mendeteksi emosi seseorang

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian bermanfaat dalam meningkatkan akurasi deteksi emosi pada wajah manusia dengan menggabungkan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *optimizer Adam*. Hal ini akan menghasilkan hasil yang lebih akurat dalam mengenali emosi, memiliki implikasi positif dalam analisis sentimen, pengawasan kesehatan mental, dan interaksi manusia-mesin.
2. Memberikan kontribusi nyata bagi masyarakat dalam memahami emosi manusia secara lebih baik. Dengan aplikasi praktis di berbagai bidang seperti pelayanan pelanggan yang lebih baik, dukungan kesehatan mental yang lebih efektif, dan pengembangan interaksi yang lebih manusiawi dengan teknologi, penelitian ini memberikan dampak positif dalam kehidupan sehari-hari.
3. Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang *Computer Vision* dengan menerapkan algoritma CNN dan *optimizer Adam* dalam deteksi emosi. Kontribusi ini memperluas pemahaman kita tentang kemampuan model-model ini dalam pengolahan citra dan membuka pintu bagi pengembangan lebih lanjut dalam bidang pemrosesan emosi dan interaksi manusia-mesin.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Jadwal Penelitian

Berikut ini akan diuraikan tabel jadwal penelitian dari awal penelitian hingga penelitian selesai yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Jadwal Penelitian

NO	Waktu Ket.	2023								2024															
		November				Desember				Januari				Februari				Maret				April			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Rumusan Masalah																								
2	Pengumpulan Data																								
3	Analisis Sistem																								
4	Perancangan Sistem																								
5	Uji Coba Sistem																								
6	Penulisan Laporan																								

2. Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan diuraikan dalam bentuk *hardware* dan *software* yang digunakan dalam mendukung proses penelitian.

Hardware yang digunakan yaitu sebuah laptop dengan spesifikasi:

- Processor Intel® Core™ i7-10750H CPU @ 2,60GHz
- RAM 8GB.
- Perangkat *keyboard*.
- Perangkat *touchpad*.
- Display* dengan resolusi 1920 x 1080 pixel.

- f. *Webcam* dengan spesifikasi resolusi 1080p/ 30 fps, *auto focus*, lensa *full HD Glass*, *field of view* (sudut pandang) 78°, dan *microphone stereo*.

Software yang digunakan yaitu:

- a. Sistem Operasi Windows 11 64 Bit.
- b. *IDLE Python*.
- c. Python versi 3.8.
- d. *Library OpenCV, Tensorflow* dan Keras.

3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- a. Metode Observasi

Melakukan observasi secara langsung untuk mengumpulkan data-data emosi dari internet pada dataset Kaggle.

- b. Metode Studi Pustaka

Mengumpulkan data-data teori melalui jurnal, media cetak, ataupun sumber-sumber referensi dari internet.

1.6 Analisis Sistem

Analisis sistem pada penelitian ini terbagi menjadi 3 tahapan proses yaitu:

1. Analisis proses yang berjalan sesuai di lapangan yaitu melakukan analisis sistem berjalan yang digunakan saat ini khususnya sistem berjalan yang digunakan dalam mendeteksi emosi seseorang.

2. Analisis algoritma yang digunakan yaitu menguraikan tahapan penelitian beserta implementasi dari algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *optimizer Adam* dalam mendeteksi emosi seseorang.
3. Analisis sistem usulan yaitu menggambarkan sistem usulan yang akan dibangun beserta fitur-fitur yang tersedia yang dimodelkan dengan menggunakan *tools* pemodelan sistem *Use Case Diagram*.

1.7 Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian ini dilakukan dengan merancang *prototype* tampilan dengan menggunakan *software* Balsamiq Mockup 3.

1.8 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah memahami permasalahan yang dibahas, maka skripsi ini akan disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai landasan dan kajian teori-teori yang berhubungan dengan judul penulisan skripsi serta penelitian terdahulu yang sudah dilakukan sebelumnya.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang tahapan-tahapan metode penelitian yang dilakukan dengan poin utama yaitu pada analisis dan perancangan. Analisis ini akan menguraikan tentang analisis sistem berjalan, analisis metode yang digunakan serta analisis sistem usulan. Perancangan menguraikan tentang gambaran rancangan tampilan sistem dan basis data sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan tahapan yang penulis lakukan dalam mengembangkan sistem, desain, hasil *testing* dan implementasinya. Dari hasil yang didapat akan dilakukan pembahasan yang berisikan tentang hasil penelitian yang didapatkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan mengenai kesimpulan yang didapatkan setelah melakukan penelitian dengan proses analisa terhadap teori dan hasil pengujian. Dan juga terdapat saran yang berisikan hal-hal yang belum berhasil dan masih mengalami masalah berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan.

BAB II

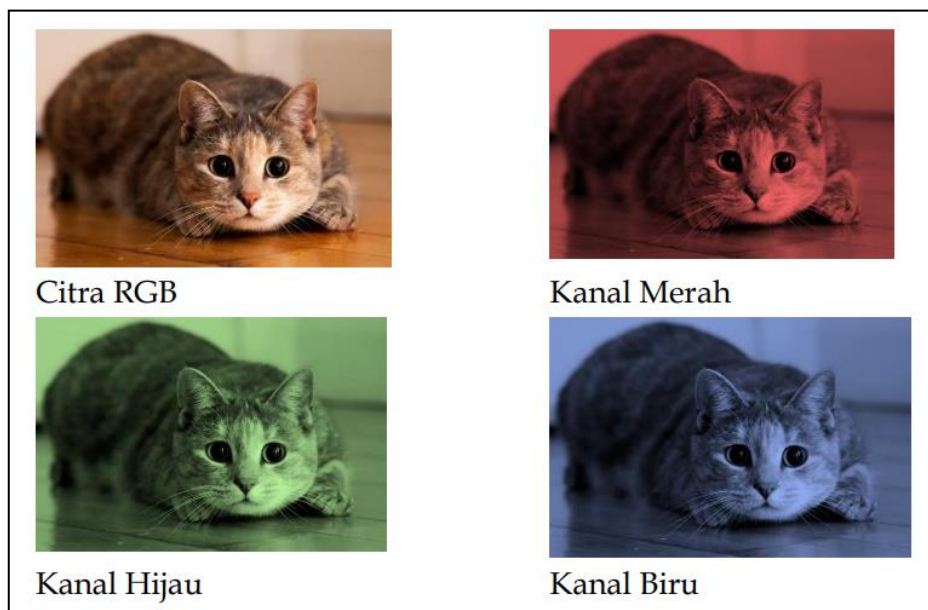
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Digital Image

Citra digital atau digital *image* adalah gambar yang terdiri dari elemen gambar, juga dikenal sebagai piksel, masing-masing dengan jumlah representasi numerik yang terbatas dan diskrit untuk intensitas atau tingkat keabuannya [6]. Kombinasi warna pada sebuah piksel dalam citra dapat diuraikan menjadi tiga bagian antara lain [6]:

1. Citra RGB

Citra RGB ini disusun oleh tiga warna utama yaitu warna merah, hijau dan biru. Pada warna ini, masing-masing memiliki nilai intensitas pada pikselnya yang masing-masing memiliki 8-bit atau 2^8 atau 256 variasi warna.



Gambar 2.1 Representasi Citra RGB dan Kanal Warna Penyusunnya [6]

Kombinasi warna dalam sebuah piksel yang mungkin dapat terbentuk pada citra RGB yaitu sebanyak $256^3 = 16.777.216$. Pada Gambar 2.2 dapat dilihat contoh-contoh kombinasi warna yang dapat terbentuk dengan nilai RGB yang berbeda.

Yellow R = 255 G = 255 B = 0	Orange R = 255 G = 102 B = 0	Green R = 0 G = 255 B = 0
Cyan R = 0 G = 255 B = 255	Violet R = 204 G = 102 B = 204	White R = 255 G = 255 B = 255
Black R = 0 G = 0 B = 0	Turquoise R = 102 G = 255 B = 204	Brown R = 153 G = 102 B = 51

Gambar 2.2 Representasi piksel dengan kombinasi warna R, G, dan B [6]

2. Citra *Grayscale*

Citra *grayscale* adalah citra yang dihitung nilai intensitas pada pikselnya berdasarkan tingkat keabuan. Dalam sebuah citra *grayscale* yang memiliki nilai 8-bit, tingkat keabuan tersebut dibagi menjadi 256 tingkat keabuan dimana nilai 255 merupakan putih total dan nilai 0 merupakan hitam total. Sebuah citra RGB dapat dibuat menjadi satu kanal warna dengan cara mengkonversikan citra tersebut menjadi citra *grayscale*. Cara mengkonversi citra RGB menjadi citra *grayscale* yaitu dengan menggunakan formula:

$$\text{Grayscale} = 0,2989 * R + 0,5870 * G + 0,1140 * B$$

dimana:

- Grayscale* merupakan nilai intensitas citra *grayscale*.

- b. R merupakan nilai intensitas merah pada piksel.
- c. G adalah nilai intensitas hijau pada piksel.
- d. B adalah nilai intensitas biru pada piksel.

Pada Gambar 2.3 terdapat hasil konversi Gambar 2.1 yang merupakan citra RGB menjadi citra *grayscale*.

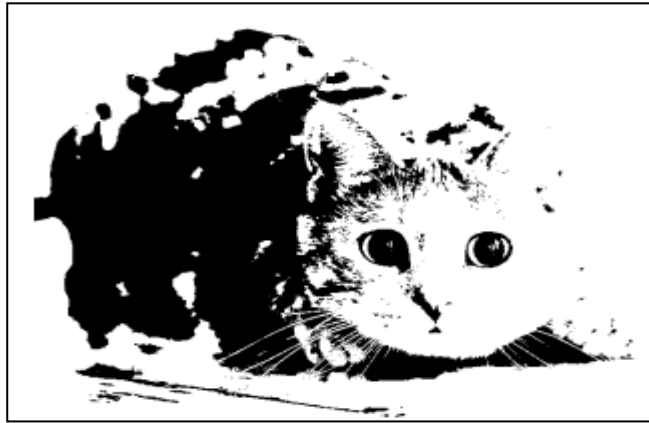


Gambar 2.3 Citra Hasil Konversi RGB Menjadi *Grayscale* [6]

3. Citra Biner

Citra biner ini hanya memiliki dua nilai intensitas dan nilai bit sebesar 1. Oleh karena itu citra ini memiliki dua nilai intensitas yaitu warna hitam ataupun 0 dan warna putih ataupun 1. Citra biner didapatkan melalui konversi citra *grayscale* yang dinamakan proses *thresholding*. Dalam proses ini, akan diambil sebuah nilai *threshold* yang akan dijadikan sebagai acuan untuk proses konversi. Jika nilai intensitas sebuah piksel sama dengan atau lebih besar dari nilai *threshold*, maka nilai intensitas piksel tersebut akan dikonversi menjadi 1. Dan sebaliknya jika nilai intensitas piksel kurang dari nilai *threshold*, maka nilai intensitas piksel tersebut akan dikonversi menjadi 0. Sebagai contoh, 128 akan ditetapkan sebagai nilai *threshold*, jika piksel memiliki nilai intensitas sama dengan atau lebih dari 128, maka akan

dikonversikan menjadi 1 atau putih. Dan sebaliknya jika piksel tersebut memiliki nilai intensitas kurang dari 128, maka akan dikonversikan menjadi 0 atau hitam. Pada Gambar 2.4 akan ditunjukkan Gambar 2.3 yang telah dikonversikan menjadi citra biner.



Gambar 2.4 Citra Hasil Konversi RGB Menjadi Biner [6]

2.2 Digital Image Processing

Pengolahan citra digital (*digital image processing*) mempelajari cara sebuah citra dibentuk, dianalisis, dan diolah sedemikian rupa agar menghasilkan data-data atau informasi yang dapat dipahami secara manusiawi. Salah satu kegunaan pengolahan citra yaitu untuk memperbaiki kesalahan sinyal pada gambar atau piksel yang rusak yang disebabkan oleh adanya gangguan pada saat pembuatan gambar tersebut. Pengolahan citra digunakan untuk mempermudah manusia untuk melihat suatu gambar yang kabur agar terlihat lebih manusiawi dan gampang dilihat. Pengolahan citra dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu: *Image Enhancement*, *Image Restoration*, dan *Image Compression* [6].

Image Enhancement atau peningkatan kualitas gambar merupakan tahap dimana kontras pada gambar diperbaiki agar tingkat keabuaannya berada pada titik

yang normal sehingga lebih gampang untuk diinterpretasikan manusia. Dalam proses *image enhancement* terdapat beberapa teknik yaitu [6]:

1. Operasi titik

Operasi titik dalam peningkatan kualitas gambar dilakukan dengan cara menggantikan data-data dari citra dengan data-data yang baru secara manual agar sesuai dengan hasil yang diinginkan.

2. Operasi spasial

Operasi spasial dalam peningkatan kualitas gambar dilakukan dengan cara menggantikan nilai sebuah piksel yang akan diganti berdasarkan nilai-nilai median piksel lain yang disekitarnya sehingga diperoleh sebuah nilai piksel baru.

3. Operasi transformasi

Operasi transformasi dalam peningkatan kualitas gambar digunakan dengan cara memindahkan suatu citra asal ke tempat yang baru sesuai dengan keinginan.

Pada saat ini, teknologi pengolahan citra digital banyak digunakan dimanfaatkan dalam AI ataupun dalam kehidupan sehari-hari. Contoh beberapa aplikasi pengolahan citra digital yaitu [6]:

1. Aplikasi deteksi, klasifikasi dan identifikasi objek.

Aplikasi ini digunakan untuk dalam pendeteksi, pengklasifikasi dan pengidentifikasi objek, seperti aplikasi yang dipakai untuk mendeteksi objek seperti mobil atau sepeda .

2. Aplikasi pengenalan pola.

Aplikasi ini merupakan aplikasi yang digunakan digunakan untuk mengklasifikasi objek berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki citra ke dalam beberapa kategori atau kelas.

3. *Machine vision*

Aplikasi ini mengembangkan secara lanjut aplikasi pengenalan pola. Mesin ini menggunakan kamera untuk mengambil gambar dari sebuah objek dengan tujuan untuk menganalisa dan mendeskripsikan objek yang diambil kamera.

4. *Character recognition (OCR)*

OCR juga mengembangkan aplikasi pengenalan pola. OCR ini biasanya digunakan dalam bidang informasi dan otomatisasi. Sistem OCR ini dibangun dengan alat-alat yang berubah lensa *sscanner*, pembangkit cahaya dan detektor.

5. *Computer aided diagnosis*

Computer aided diagnosis biasanya digunakan untuk mendiagnosa atau mengambil keputusan untuk membantu dokter

6. *Speech recognition*

Speech recognition atau pengenalan pola suara manusia digunakan agar komputer dapat mengenali bahasa manusia. Aplikasi ini biasa diterapkan dalam industri untuk meningkatkan efisiensi.

7. *Face recognition*

Face recognition atau pengenalan wajah merupakan aplikasi yang digunakan untuk mengenali wajah manusia. Aplikasi ini biasanya digunakan dalam bidang keamanan.

8. *Biometrics*

Biometrics dipakai untuk mengidentifikasi sebuah karakteristik unik yang dimiliki setiap individual.

9. *Image Database Retrieval*

Image database retrieval merupakan sistem komputer untuk menelusuri, mencari, dan mengambil gambar dari *database* besar gambar digital. Metode yang paling umum digunakan adalah menambahkan metadata ke teks, kata kunci, dan sebagainya.

10. *Data Mining*

Data mining adalah proses yang digunakan oleh perusahaan untuk mengubah data mentah menjadi informasi yang berguna. Dengan menggunakan perangkat lunak untuk mencari pola dalam kumpulan data yang besar, bisnis dapat mempelajari lebih lanjut tentang pelanggan mereka untuk mengembangkan strategi pemasaran yang lebih efektif, meningkatkan penjualan, dan menurunkan biaya.

2.3 ***Computer Vision***

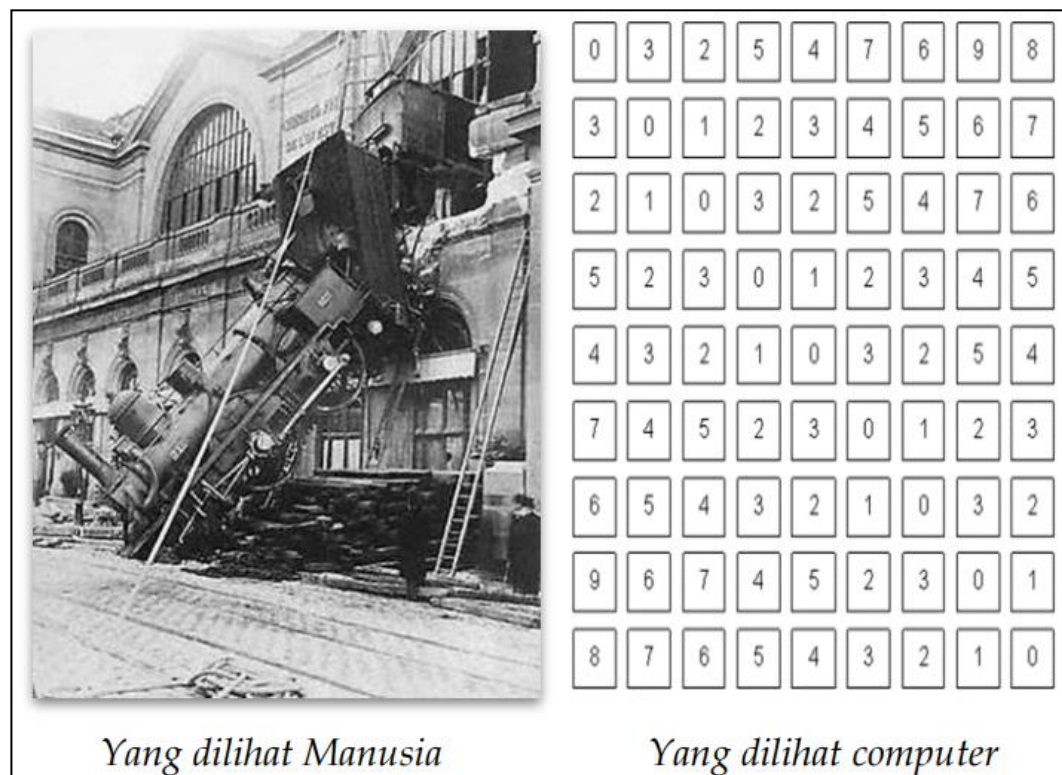
Computer vision atau visi komputer adalah bidang ilmu komputer yang berfokus pada replikasi bagian dari kompleksitas sistem penglihatan manusia dan memungkinkan komputer untuk mengidentifikasi dan memproses objek dalam gambar dan video dengan cara yang sama seperti yang dilakukan manusia. Dari perspektif teknik, *computer vision* dapat digunakan untuk melakukan tugas-tugas yang dilakukan oleh penglihatan manusia secara otomatis. Tugas *computer vision* yaitu meliputi metode untuk memperoleh, memproses, menganalisis dan memahami gambar digital, serta ekstraksi data dimensi tinggi dari dunia nyata

untuk menghasilkan informasi numerik atau simbolis, misalnya, dalam bentuk keputusan [6].

Sensor ini melampaui mata manusia karena mereka dapat melihat hal-hal yang tidak terlihat oleh manusia tetapi terbatas dalam aspek lain. Komputer dapat diprogram untuk memahami cukup banyak dari gambar yang diambil, seringkali hal-hal yang tidak dilihat atau dipedulikan manusia. Namun, komputer masih jauh dari kemampuan otak manusia. Kesenjangan menjadi semakin kecil seiring kemajuan teknologi dan sains. Aplikasi *computer vision* sangat luas dan mencakup semua aspek kegiatan sosial dan ekonomi: pengenalan pola, penilaian kualitas tak rusak untuk berbagai jenis produk, deteksi objek 3D, pertanian, cuaca, perawatan kesehatan, identifikasi, pengawasan, keselamatan publik, pembantu mengemudi, kendaraan *self-driving*, dll. Komputer sudah dapat memperkirakan cacat dan sifat produk/objek seperti warna, bentuk, ukuran, permukaan, kontaminasi, dan mereka dapat mengidentifikasi orang dan melacaknya. Batas ke mana visi komputer dapat pergi tidak dapat ditentukan, tetapi perkembangan saat ini menunjukkan batas hanya diberikan oleh imajinasi manusia dan segera komputer bahkan mungkin melihat lebih baik daripada mata manusia [6].

Transformasi gambar secara visual biasanya membutuhkan input yang memiliki ciri-ciri gambar agar dapat berinteraksi dengan proses pemikiran sistem agar tindakan yang sesuai dapat dieksekusi. Transformasi gambar ini melibatkan data gambar yang diperoleh melalui model yang dibangun dengan menggunakan campuran dari ilmu-ilmu lain, contohnya yaitu: geometri, statistika, dan juga algoritma komputer [6].

Computer vision ini terbagi menjadi beberapa sub bagian yaitu deteksi peristiwa, perkiraan gambar 3D, perkiraan gerakan, pengenalan objek dan juga pemulihan gambar. Gambar dibawah ini merupakan ilustrasi cara komputer melihat sebuah citra [6].



Gambar 2.5 Ilustrasi Cara Komputer Melihat Citra [6]

2.4 Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan atau yang sering dikenal dengan *Artificial Intelligence* (AI) merupakan kemampuan mesin atau sistem komputer untuk meniru atau menunjukkan kecerdasan manusia. Definisi ini melibatkan kemampuan sistem untuk mengumpulkan informasi, memahami konteks, melakukan analisis, membuat keputusan, dan belajar dari pengalaman untuk menghadapi tugas-tugas yang kompleks. Tujuan utama AI adalah untuk mengembangkan sistem yang

dapat melakukan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia. Beberapa tujuan utama AI meliputi [7]:

1. Pengolahan Bahasa Alami (*Natural Language Processing*).

AI bertujuan untuk mengembangkan sistem yang mampu memahami, menghasilkan, dan berinteraksi dengan bahasa manusia secara alami. Hal ini melibatkan kemampuan sistem untuk memahami konteks, sintaksis, semantik, dan pragmatik dalam bahasa manusia.

2. Pembelajaran Mesin (*Machine Learning*).

AI bertujuan untuk mengembangkan algoritma dan teknik yang memungkinkan mesin untuk belajar dari data dan pengalaman, tanpa diprogram secara eksplisit. Pembelajaran mesin melibatkan identifikasi pola, membuat prediksi, dan mengoptimalkan kinerja sistem berdasarkan data yang diberikan.

3. Pengenalan Pola (*Pattern Recognition*).

AI bertujuan untuk mengembangkan sistem yang dapat mengenali pola dan fitur dalam data, seperti pengenalan wajah, pengenalan suara, dan pengenalan tulisan tangan. Ini melibatkan penggunaan algoritma dan teknik untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan pola-pola yang ada dalam data.

4. Penalaran dan Pengambilan Keputusan (*Reasoning and Decision Making*).

AI bertujuan untuk mengembangkan sistem yang dapat menganalisis informasi, melakukan penalaran, dan membuat keputusan berdasarkan pemahaman konteks dan aturan yang ditentukan. Ini melibatkan penggunaan logika formal, inferensi, dan pemodelan pengetahuan untuk memungkinkan sistem AI untuk mengambil keputusan yang masuk akal.

Komponen utama dalam sistem AI meliputi [7]:

1. Basis Pengetahuan (*Knowledge Base*).

Tempat penyimpanan informasi dan pengetahuan yang digunakan oleh sistem AI. Basis pengetahuan dapat berisi fakta, aturan, konsep, dan model yang relevan dengan domain atau tugas yang sedang dihadapi.

2. Mesin Inferensi (*Inference Engine*).

Mesin inferensi bertanggung jawab untuk melakukan proses logika dan inferensi berdasarkan informasi yang ada dalam basis pengetahuan. Ini melibatkan penerapan aturan, penalaran, dan manipulasi pengetahuan untuk mencapai kesimpulan atau membuat keputusan.

3. Antarmuka Pengguna (*User Interface*).

Antarmuka pengguna memungkinkan interaksi antara pengguna manusia dan sistem AI. Ini dapat berupa antarmuka grafis, perintah suara, atau interaksi berbasis teks yang memungkinkan pengguna untuk memberikan input, menerima output, dan berkomunikasi dengan sistem AI.

4. Algoritma dan Teknik Kecerdasan Buatan (*AI Algorithms and Techniques*).

Ada berbagai algoritma dan teknik yang digunakan dalam AI, termasuk pembelajaran mesin, jaringan saraf tiruan, logika proposisional, pemrosesan bahasa alami, dan banyak lagi. Algoritma ini memungkinkan sistem AI untuk memproses data, mengenali pola, belajar dari pengalaman, dan membuat keputusan.

Ada beberapa jenis AI yang digunakan dalam berbagai konteks dan aplikasi. Dalam hal ini, kita akan menjelajahi beberapa jenis utama AI, termasuk sistem berbasis aturan, sistem pakar, pembelajaran mesin, jaringan saraf tiruan,

dan AI yang terkait dengan robotika. Berikut adalah beberapa jenis AI yang umum [7]:

1. Sistem Berbasis Aturan.

Jenis AI ini menggunakan aturan-aturan yang ditentukan sebelumnya untuk menghasilkan output berdasarkan input yang diberikan. Sistem berbasis aturan terdiri dari himpunan aturan dan basis pengetahuan yang menggambarkan hubungan antara *input* dan *output*. Sistem ini bekerja dengan mencocokkan input dengan aturan yang sesuai untuk menghasilkan *output* yang diinginkan.

2. Sistem Pakar.

Sistem pakar adalah jenis AI yang menggabungkan pengetahuan ahli manusia dengan kemampuan komputasi untuk memecahkan masalah yang kompleks dalam domain tertentu. Sistem ini beroperasi dengan mengumpulkan pengetahuan dari para ahli manusia dan memanfaatkannya dalam membuat keputusan atau memberikan nasihat yang sesuai. Sistem pakar digunakan dalam bidang-bidang seperti kedokteran, keuangan, dan teknik.

3. Pembelajaran Mesin.

Pembelajaran mesin adalah cabang AI yang melibatkan pengembangan algoritma dan model statistik yang memungkinkan sistem untuk belajar dari data dan pengalaman. Dalam pembelajaran mesin, sistem menganalisis data untuk mengidentifikasi pola dan membuat prediksi atau keputusan berdasarkan informasi yang diberikan. Algoritma pembelajaran mesin dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, termasuk pembelajaran terawasi, pembelajaran tak terawasi, dan pembelajaran penguatan.

4. Jaringan Saraf Tiruan.

Jaringan saraf tiruan (*artificial neural networks*) adalah jenis AI yang terinspirasi oleh struktur dan fungsi jaringan saraf dalam otak manusia. Jaringan saraf tiruan terdiri dari banyak unit pemrosesan sederhana yang disebut neuron buatan, yang saling terhubung dan berinteraksi untuk memproses informasi. Jaringan saraf tiruan dapat digunakan untuk tugas-tugas seperti pengenalan pola, pengenalan wajah, dan pemrosesan bahasa alami.

5. AI dalam Robotika.

AI juga digunakan dalam pengembangan robotika, di mana sistem AI dikombinasikan dengan fisik robot untuk menghasilkan perilaku yang cerdas dan adaptif. Robotika AI melibatkan penggunaan algoritma pengolahan sensorik, perencanaan gerakan, dan pembelajaran untuk memungkinkan robot berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya dan melakukan tugas-tugas tertentu.

2.5 *Machine Learning*

Machine Learning (ML) adalah cabang ilmu komputer yang berkembang dari bidang pengenalan pola dan teori pembelajaran komputer dalam kecerdasan buatan. ML mempelajari konstruksi dan analisis algoritma pembelajaran dan prediksi data. Algoritma ML membangun model berdasarkan *input* model untuk mendapatkan sebuah prediksi atau keputusan yang didasarkan dari data daripada mengikuti instruksi program statis secara ketat. ML dikategorikan dalam 3 kategori besar yaitu [8]:

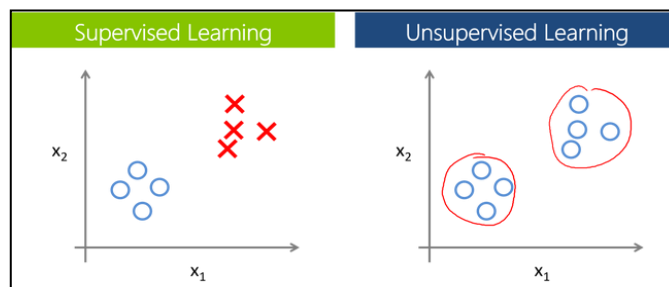
1. *Supervised Learning*.

Model atau algoritma disajikan dengan contoh masukan dan keluaran yang diinginkan kemudian dicari pola dan hubungan antara masukan dan keluaran tersebut. Tujuannya adalah untuk mempelajari aturan umum yang memetakan *input* ke *output*. Proses pelatihan berlanjut hingga model mencapai tingkat akurasi yang diinginkan pada data pelatihan. Beberapa contoh implementasi dari *Supervised Learning* di kehidupan nyata adalah:

- a. Klasifikasi gambar dimana dilakukan pelatihan dengan menggunakan gambar beserta label yang sesuai. Tujuannya adalah agar komputer dapat mengenali objek pada gambar yang baru di masa yang akan datang.
- b. Prediksi dimana komputer dilatih menggunakan data harga saham sebelumnya untuk menghasilkan prediksi harga di masa depan.

2. *Unsupervised Learning*.

Pada *Unsupervised Learning* data tidak diberikan label pada algoritma pembelajaran, dimana algoritma tersebut berusaha menemukan pola sebagai masukannya. Implementasi *Unsupervised Learning* dapat dimanfaatkan dalam mengelompokkan populasi yang memiliki perbedaan. *Unsupervised Learning* dapat mengelompokkan data tersendiri dan menemukan pola tersembunyi yang berada di dalam data.



Gambar 2.6 Perbedaan *Supervised Learning* dan *Unsupervised Learning* [8]

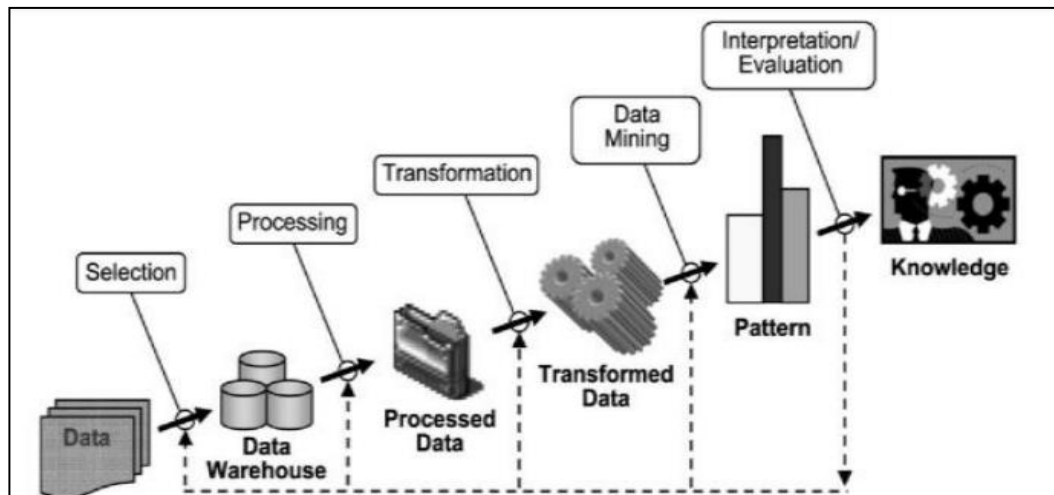
Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.6, data dalam *Supervised Learning* diberi label, sedangkan data dalam *Unsupervised Learning* tidak diberi label.

3. *Reinforcement Learning*.

Suatu bidang interdisipliner dalam pemelajaran mesin dan kontrol optimal yang berkaitan dengan bagaimana suatu agen cerdas dapat mengambil aksi di lingkungan yang dinamis dalam rangka untuk memaksimalkan penghargaan kumulatif. Dalam *Reinforcement Learning*, pengembang merancang metode untuk menghargai perilaku yang diinginkan dan menghukum perilaku negatif. Metode ini memberikan nilai positif pada tindakan yang diinginkan untuk mendorong agen dan nilai negatif pada perilaku yang tidak diinginkan. Metode ini memprogram agen untuk mencari imbalan keseluruhan jangka panjang dan maksimum untuk mencapai solusi yang optimal.

2.6 *Knowledge Discovery*

Knowledge Discovery atau *Knowledge Discovery in Database* (KDD) adalah salah satu metode untuk memperoleh pengetahuan dari basis data yang memiliki tabel-tabel yang saling berhubungan atau berelasi. Hasil dari pengetahuan yang didapatkan dari proses tersebut menjadi dasar sebagai basis pengetahuan (*Knowledge Base*) dalam pengambilan keputusan. Berikut ini Gambar 2.7 menunjukkan proses *Knowledge Discovery* pada database [9].



Gambar 2.7 Proses Knowledge Discovery Pada Database [9]

Secara detail setiap tahapan proses pada *Knowledge Discovery* dapat dijelaskan sebagai berikut [9]:

1. *Data Selection.*

Tahapan pertama untuk menggali informasi menggunakan KDD yaitu dengan memilih atau menyeleksi beberapa data yang dibutuhkan dari sekumpulan data yang banyak. Data yang telah dipilih akan digunakan pada tahapan data mining. Untuk memudahkan penggunaan dan pencarian kembali data yang sudah diseleksi, data tersebut akan disimpan pada suatu berkas yang dibedakan dengan data lainnya.

2. *Pre-processing (Cleaning).*

Untuk memastikan data yang disimpan merupakan data yang bermutu dan akurat, dilakukan tahapan ini yaitu dengan membuang data yang tidak lengkap atau tidak valid. Tahapan ini penting agar proses data mining nanti dapat menghasilkan data yang bermutu dan valid sesuai dengan data yang dimasukkan.

3. *Transformation.*

Pada tahapan transformasi data, data akan disesuaikan dengan teknik data mining yang akan dipakai. Diterapkan suatu format pada data sehingga nanti data yang tidak sesuai dengan format akan disingkirkan dan menyisakan data yang sesuai untuk digunakan pada tahapan selanjutnya dengan kualitas data yang tepat.

4. Data Mining.

Pada proses data *mining*, digunakan beberapa teknik atau metode tertentu untuk menganalisis data yang ada sehingga didapatkan hasilnya yaitu data yang berisi pengetahuan penting atau tersembunyi. Pemilihan teknik harus sesuai dengan tujuan KDD dilakukan sehingga hasilnya akan relevan.

5. Evaluasi Pola (*Pattern Evaluation*).

Hasil data yang didapatkan dari proses data mining akan diidentifikasi sehingga didapatkan suatu pola yang akan dimasukkan ke dalam *knowledge based* untuk kemudian dilakukan analisis.

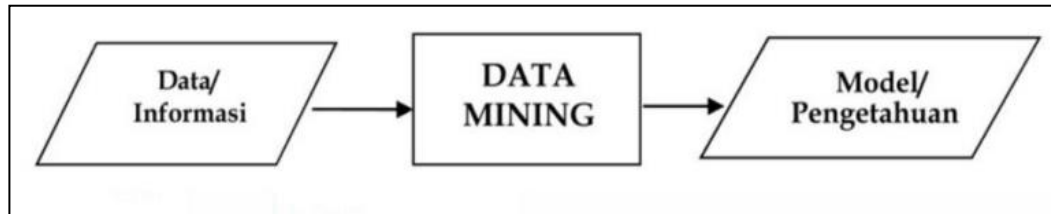
6. Presentasi Pengetahuan (*Knowledge Presentation*).

Pada tahapan ini, data yang ada di dalam *knowledge based* tersebut akan ditampilkan atau diperlihatkan terkait metode yang digunakan untuk memperolehnya kepada pengguna yang melakukan *Knowledge Discovery* tersebut.

2.7 Data Mining

Data *mining* adalah proses penggalian informasi dan pola yang bermanfaat dari suatu data yang sangat besar. Proses data *mining* terdiri dari pengumpulan data, ekstraksi data, analisa data, dan statistik data. Empat proses dalam data

mining ini akan menghasilkan model/pengetahuan yang sangat berguna. Data *mining* termasuk ke dalam *Knowledge Discovery* di dalam *database* (KDD). Berikut ini, Gambar 2.8 menunjukkan bagian dari data *mining* [9].



Gambar 2.8 Bagian Dari Data Mining [9]

Data mining dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok, sesuai tugas yang dapat dilakukan yaitu [9]:

1. Deskripsi.

Data *mining* digunakan dalam mencari metode sederhana untuk penggambaran pola dan kecenderungan yang terdapat pada data. Deskripsi dari pola dan kecenderungan akan memberikan kemungkinan penjelasan untuk suatu pola atau kecenderungan.

2. Estimasi.

Hampir sama dengan klasifikasi, variabel target pada estimasi lebih cenderung ke arah numerik dibandingkan ke arah kategori. Untuk pembangunan model digunakan rekor lengkap yang menyediakan nilai dari variabel target sebagai nilai prediksi. Kemudian pada peninjauan seterusnya, estimasi nilai dari variabel target dilakukan berdasarkan nilai variabel prediksi.

3. Prediksi.

Memiliki kemiripan dengan klasifikasi dan estimasi, prediksi dapat meramalkan nilai dari hasil yang akan ada di masa mendatang. Terdapat

beberapa metode serta teknik yang digunakan dalam klasifikasi dan estimasi yang dapat digunakan untuk keadaan yang tepat untuk prediksi.

4. Klasifikasi.

Target variabel kategori dijabarkan dalam klasifikasi. Di antara model-model yang telah dikembangkan adalah:

- a. Pohon keputusan.
- b. Pengklasifikasi *bayes/naïve bayes*.
- c. *Neural network*.
- d. Analisis statistik.
- e. Algoritma genetik.
- f. *Rough sets*.
- g. Pengklasifikasi *k-nearest neighbour*.
- h. Metode berbasis aturan.
- i. *Memory based reasoning*.
- j. *Support vector machine*.

5. Pengklusteran.

Dalam pengelompokan rekor, pengamatan atau memperhatikan dan membentuk kelas objek-objek yang memiliki kemiripan dilakukan secara pengklusteran. Kluster merupakan kumpulan rekor yang memiliki ketidakmiripan dengan rekor-rekor dalam kluster lain. Berbeda dengan klasifikasi, pengklusteran tidak memiliki variabel target. Pengklusteran tidak mencoba untuk melakukan klasifikasi, mengestimasi atau memprediksi nilai dari variabel target. Namun, algoritma pengklusteran dicoba untuk membagi keseluruhan data menjadi kelompok-kelompok yang memiliki kemiripan atau

homogen, di mana kemiripan rekor dalam satu kelompok akan bernilai maksimal, sedangkan kemiripan dengan rekor dalam kelompok lain bernilai minimal.

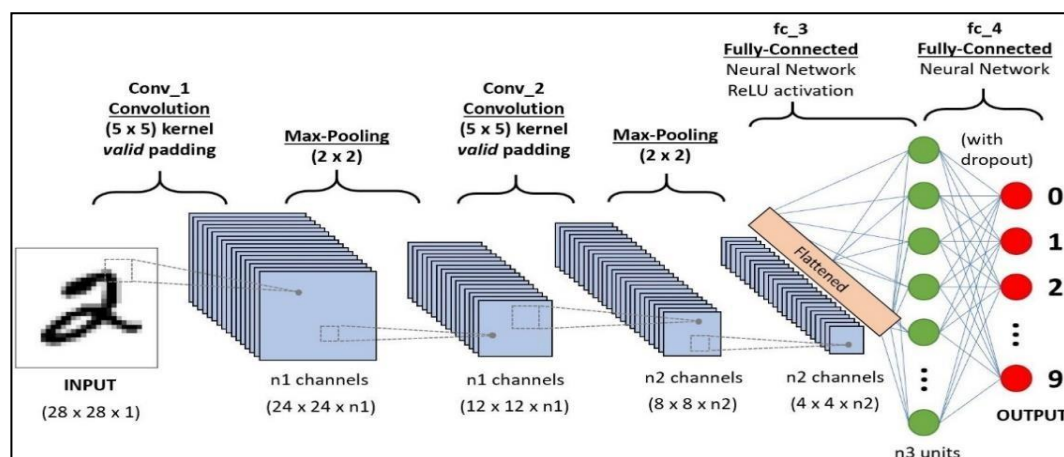
6. Asosiasi.

Asosiasi pada data *mining* bertugas untuk menemukan atribut yang muncul dalam suatu waktu.

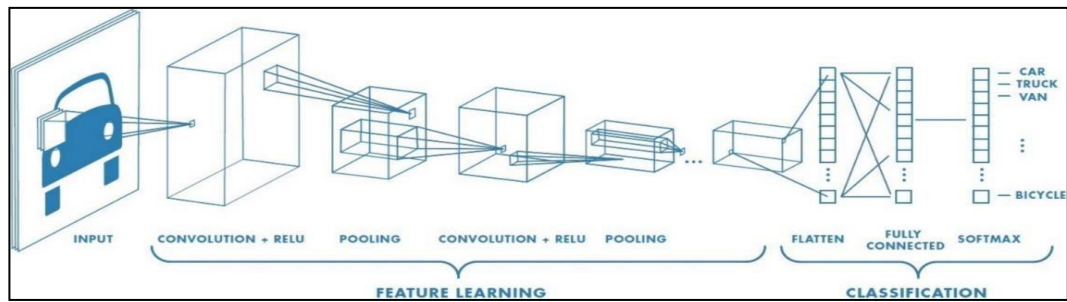
2.8 Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) adalah bagian dari *deep learning* yang membuat gambar untuk dikenali dan diklasifikasi. Metode CNN adalah sebuah kelas pada *neural network* yang berjalan dalam bidang pemrosesa data-data yang memiliki topologi dalam bentuk *grid*, contohnya yaitu gambar. Metode CNN dapat biasanya digunakan dalam analisa dokumen, klasifikasi gambar dan video, pengenalan wajah, dan lain lain [10].

Secara garis besar, CNN terdiri dari *neuron* yang memiliki *weight*, bias dan *activation function*. Arsitektur Convolutional Neural Network dapat dilihat pada Gambar 2.9 [11].



Gambar 2.9 Arsitektur Convolutional Neural Network [11]



Gambar 2.10 Ilustrasi Arsitektur *Convolutional Neural Network* [11]

Dari Gambar 2.9 dan Gambar 2.10, dapat dilihat bahwa arsitektur CNN terbagi dalam dua bagian yaitu yang pertama *Feature Extraction layer* dan yang kedua yaitu *Fully Connected Layer*. Dalam *Feature Extraction Layer*, sebuah gambar akan dilakukan *encoding* untuk menjadi *feature map* yang memiliki nilai dan angka yang mewakili citra tersebut atau proses ini disebut juga *Feature Extraction*. *Feature Extraction Layer* ini kemudian dibagi menjadi dua yaitu *Convolution Layer* dan *Pooling Layer*. *Convolution Layer* merupakan bagian penting yang membedakan metode CNN dengan metode *neural network* lainnya dan *layer* ini juga merupakan bagian utama dari metode CNN. Pada *Convolution Layer*, citra yang dimasukkan akan diekstraksi ciri-cirinya sehingga dapat dikenali. Proses konvolusi (*Convolution*) menggunakan fungsi matematika antara matriks citra dengan *filter* atau *kernel* yang terdapat dalam *layer* ini. *Layer* ini mempelajari ciri citra dengan menjaga hubungan antara setiap *pixel*. *Kernel* merupakan operator yang dipakai untuk memperoleh sebuah *array* dari citra. Cara kerja *kernel* yaitu dengan diterapkan dalam seluruh citra. Ukuran matriks pada *kernel* biasanya berukuran 3*3 atau 5*5 yang berisi nilai acak antara -1 dan 1. Pada Gambar 2.11 ditunjukkan proses konvolusi pada sebuah gambar [11].

131	162	232	84	91	207
104	-1	109	+1	237	109
243	-2	202	+2	135	26
185	-15	200	+1	61	225
157	124	25	14	102	108
5	155	116	218	232	249

Gambar 2.11 Contoh Operasi Matematis Proses Konvolusi [11]

Hasil konvolusi matriks citra dengan *filter (kernel)* tersebut disebut *Feature Map*. Kemudian nilai negative pada *feature map* akan diganti menjadi nilai positif. Proses ini disebut ReLU atau *Rectified Linear Unit*, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.12 [11].

Input			ReLU		
-249	-91	-37	0	0	0
250	-134	101	250	0	101
27	61	-153	27	61	0

Gambar 2.12 Contoh Penerapan Aktivasi ReLU [11]

Dalam *Pooling Layer* atau *Max-Pooling*, ukuran spasial akan dikurangi agar dapat jumlah parameter dapat berkurang untuk ukuran citra-citra yang besar. *Pooling Layer* dijalankan pada setiap *feature map* secara independen. *Fully Connected Layer* adalah bagian dari *feature map* dari *Feature Extraction Layer* yang diubah menjadi vektor dalam bentuk *neural network* dari *array* multidimesi, proses pengubahan ini disebut juga *Flatten*. *Neural network* yang dibentuk kemudian akan dikombinasikan menjadi sebuah model. Akhirnya, dengan fungsi

aktivasi *softmax* atau *sigmoid*, output dapat diklasifikasikan menjadi wajah manusia, ataupun hewan seperti kucing, anjing, dan sebagainya [11].

Secara singkat, dengan melalui serangkaian proses, CNN dapat melatih (*training*) dan menguji (*testing*) gambar agar dapat dikenali. Gambar yang dilatih akan diubah menjadi pecahan gambar yang lebih kecil. Kemudian gambar yang lebih kecil tersebut akan melalui *layer* yang akan menyimpan hasil dari gambar yang sudah diperkecil dalam serangkaian *array* untuk mengurangi ukuran gambar dan jumlah parameter ketika perhitungan dilakukan. Kemudian akan dilakukan prediksi untuk mengklasifikasi gambar tersebut [11].

Metode CNN sering dipakai karena metode ini dapat mengekstraksi ciri-ciri penting dari sebuah gambar secara otomatis dan juga merupakan metode yang paling efisien dibandingkan metode *neural network* yang lain, utamanya dalam masalah kompleksitas dan juga memori. Namun metode ini juga memiliki kekurangan yaitu memerlukan banyak waktu melatih sebuah model, memerlukan banyak *data training* dan *data testing*, dan juga dapat terjadi *overfitting*. *Overfitting* terjadi ketika model tidak mampu melakukan generalisasi pada gambar karena banyaknya *noise* dalam gambar, model memiliki variasi yang tinggi, *data training* yang terlalu banyak ataupun model yang terlalu kompleks. [11].

2.9 *Optimizer Adam*

Optimizer Adam adalah salah satu algoritma optimasi yang umum digunakan dalam pelatihan model dalam *Machine Learning* dan *Deep Learning*. Nama "Adam" sendiri merupakan singkatan dari "*Adaptive Moment Estimation*".

Algoritma ini menggabungkan konsep dari algoritma optimasi momentum dan algoritma RMSprop [12].

Pada dasarnya, Adam menghitung gradien dari fungsi kerugian terhadap parameter model, seperti halnya optimasi stokastik gradien turun (SGD). Namun, Adam juga mempertimbangkan momen pertama (*mean*) dan momen kedua (*uncentered variance*) dari gradien. Momen-momen ini dihitung secara adaptif untuk setiap parameter [12].

Langkah-langkah dalam algoritma Adam dapat diuraikan sebagai berikut [12]:

1. Penghitungan gradien: algoritma Adam menghitung gradien dari fungsi kerugian terhadap parameter model dengan menggunakan pendekatan stokastik gradien turun atau variasinya.
2. *Update* momen pertama dan kedua: Adam menghitung momen pertama (*mean*) dan momen kedua (*uncentered variance*) dari gradien dengan memperhitungkan faktor eksponensial penyatuan (*exponential decay rates*). Algoritma ini menyesuaikan skala momen-momen tersebut.
3. Koreksi bias: dilakukan koreksi bias pada momen pertama dan kedua untuk mengompensasi efek awal dari momen-momen yang dihitung dari nol.
4. *Update* parameter: parameter model diperbarui dengan mempertimbangkan momen pertama dan kedua yang telah dihitung serta *learning rate* yang telah ditentukan.

Keunggulan dari algoritma Adam adalah kemampuannya dalam menyesuaikan *learning rate* secara adaptif untuk setiap parameter. Hal ini membuatnya cocok untuk berbagai tugas dan arsitektur model, serta memiliki

kecepatan konvergensi yang baik pada banyak masalah. Namun, ada situasi di mana algoritma Adam mungkin tidak memberikan hasil yang optimal, seperti pada data yang tidak terdistribusi secara merata atau pada masalah dengan ruang parameter yang kompleks. Dalam kasus tersebut, penyesuaian parameter atau penggunaan *optimizer* lain mungkin diperlukan [12].

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai deteksi emosional pada wajah manusia sudah dilakukan pada tahun 2018 dimana penelitian ini mengimplementasikan metode *Local Binary Pattern* (LBP) dalam pengenalan emosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode LBP dapat mengenali emosi berdasarkan ekspresi mikro dengan akurasi sebesar 70,21% [4]. Selanjutnya, penelitian berikutnya dilakukan pada tahun 2022 yang mengimplementasikan algoritma *Convolutional Neural Network* dalam deteksi emosional pada wajah manusia. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa dari perhitungan 40 *epochs* didapat akurasi sebesar 81.92% untuk pelatihan dan 81.69% untuk pengujian [2].

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Analisis Masalah

Dalam sub bab ini, akan dilakukan analisis secara mendalam terhadap masalah yang sedang dihadapi. Memahami esensi permasalahan adalah langkah krusial dalam merancang solusi yang tepat dan efektif. Melalui pendekatan ini, akan diuraikan akar permasalahan, faktor-faktor yang mempengaruhi, serta dampak yang ditimbulkannya. Dengan pemahaman yang mendalam terhadap masalah, diharapkan solusi yang diusulkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam penyelesaian masalah yang dihadapi. Analisis masalah pada penelitian ini dibagi menjadi 3 yaitu analisis proses yang berjalan sesuai di lapangan, analisis algoritma yang digunakan, dan analisis sistem usulan.

3.1.1 Analisis Proses Yang Berjalan Sesuai di Lapangan

Analisis proses yang berjalan sesuai di lapangan menguraikan sistem berjalan yang digunakan saat ini khususnya sistem berjalan yang digunakan seorang manusia dalam mendeteksi emosi seseorang. Berikut ini uraian sistem berjalannya antara lain:

1. Pengamatan Non-verbal.

Manusia sering menggunakan pengamatan non-verbal untuk mendeteksi emosi seseorang. Ini mencakup memperhatikan ekspresi wajah, gerakan tubuh, postur, dan bahasa tubuh secara keseluruhan. Contohnya, senyum

mungkin menandakan kebahagiaan, sedangkan alis yang berkerut bisa menunjukkan kekhawatiran atau kemarahan.

2. Pengamatan Verbal.

Manusia juga menggunakan pengamatan verbal, seperti intonasi suara dan penggunaan kata-kata tertentu, untuk mendeteksi emosi. Misalnya, nada suara yang tinggi atau penekanan kata-kata tertentu bisa menunjukkan kegembiraan atau kecemasan.

3. Konteks dan Pengalaman.

Manusia juga memperhitungkan konteks dan pengalaman saat mendeteksi emosi seseorang. Misalnya, reaksi seseorang terhadap suatu peristiwa atau situasi tertentu dapat mempengaruhi bagaimana emosi mereka diinterpretasikan. Pengalaman sebelumnya dengan orang tersebut juga dapat membantu dalam mengidentifikasi emosi yang mungkin mereka rasakan.

4. Empati dan Keterampilan Sosial.

Keterampilan sosial dan kemampuan empati memainkan peran penting dalam mendeteksi emosi seseorang. Kemampuan untuk membaca dan memahami perasaan orang lain secara intuitif bisa membantu dalam mengidentifikasi emosi dengan lebih baik.

5. Komunikasi dan Konfirmasi.

Manusia juga menggunakan komunikasi verbal dan non-verbal untuk mengkonfirmasi atau memvalidasi pemahaman mereka tentang emosi seseorang. Misalnya, dengan bertanya langsung tentang apa yang mereka rasakan atau menyampaikan dukungan secara verbal.

Berdasarkan hasil analisis sistem berjalan yang dilakukan ditemukan beberapa permasalahan-permasalahan dan kelemahan terkait sistem berjalan yang digunakan dalam mendeteksi ekspresi wajah antara lain:

1. Keterbatasan Subjektivitas.

Interpretasi emosi seseorang sering kali dipengaruhi oleh pengalaman, persepsi, dan pendekatan pribadi. Hal ini dapat menyebabkan ketidakpastian dan variasi dalam penilaian emosi, terutama jika orang yang mengamati memiliki bias tertentu.

2. Keterbatasan dalam Penyesuaian.

Manusia tidak selalu mampu menyesuaikan respons atau interaksi mereka secara efektif berdasarkan emosi orang lain yang mereka deteksi. Hal ini dapat mengarah pada situasi di mana respons yang diberikan tidak sesuai atau kurang mendukung.

3. Keterbatasan dalam Memahami Emosi Kompleks.

Emosi sering kali kompleks dan multidimensional. Manusia mungkin kesulitan dalam mendeteksi atau memahami emosi yang lebih kompleks, seperti perasaan campuran atau emosi yang bertentangan.

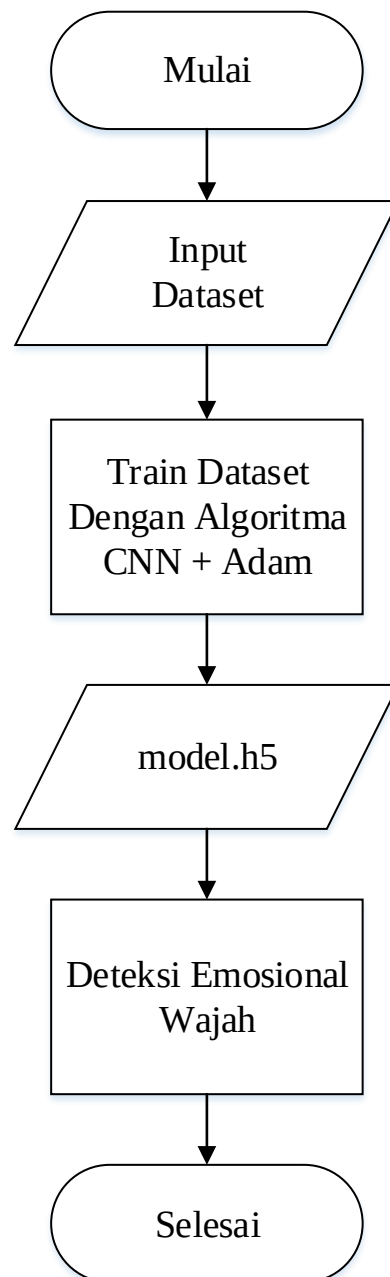
Solusi untuk menyelesaikan kekurangan pada sistem berjalan yang digunakan dalam deteksi emosional pada wajah manusia adalah melalui perkembangan teknologi informasi. Perkembangan teknologi informasi yang semakin cepat membuat kemampuan mesin untuk mendeteksi emosi dari wajah manusia diterapkan dalam sistem pengenalan emosi. Sistem pengenalan emosi merupakan salah satu contoh pemrosesan citra yang termasuk pada ranah *Computer Vision*. Pada penelitian ini algoritma yang diimplementasikan dalam

deteksi emosional pada wajah manusia adalah algoritma *Haar Cascade Classifier* dan *Convolutional Neural Network* (CNN). Pertama, kita menggunakan *Haar Cascade Classifier* untuk mendeteksi wajah dalam gambar. Algoritma ini membantu kita mengisolasi area wajah yang akan digunakan untuk analisis lebih lanjut. Setelah wajah terdeteksi, gambar wajah akan dilakukan segmentasi untuk memastikan bahwa hanya wajah yang ada dalam gambar. Kemudian, gambar wajah akan di-*preprocess* untuk memastikan kualitas yang baik, termasuk normalisasi intensitas piksel, penyesuaian ukuran, dan lain-lain. Setelah *preprocessing*, gambar wajah akan di-*input*-kan ke dalam CNN yang telah dilatih sebelumnya untuk deteksi emosi. CNN akan memproses gambar wajah dan menghasilkan prediksi tentang emosi yang ada dalam gambar. Selain itu, algoritma CNN pada penelitian ini akan dikombinasikan dengan salah satu algoritma optimasi yang telah banyak digunakan dalam pelatihan jaringan saraf tiruan, termasuk CNN, yaitu Adam (*Adaptive Moment Estimation*). Dengan menggabungkan algoritma CNN dan *optimizer Adam*, deteksi emosional pada wajah manusia diharapkan dapat dilakukan dengan lebih efektif dan akurat.

3.1.2 Analisis Algoritma Yang Digunakan

Dalam sub bab ini, akan dijelaskan secara mendalam tentang algoritma yang digunakan dalam sistem usulan pada penelitian ini. Analisis algoritma menjadi bagian yang sangat penting dalam pengembangan sistem usulan karena algoritma merupakan inti dari proses pemrosesan data dan pengambilan keputusan. Pada sub bab ini akan dibahas dengan detail bagaimana algoritma-algoritma yang diterapkan dirancang, beroperasi, dan bagaimana kinerjanya dalam

menyelesaikan tugas-tugas yang diberikan. Berikut ini, Gambar 3.1 menunjukkan *flowchart* dari analisis algoritma yang digunakan pada penelitian ini dalam mendeteksi emosional pada wajah manusia.

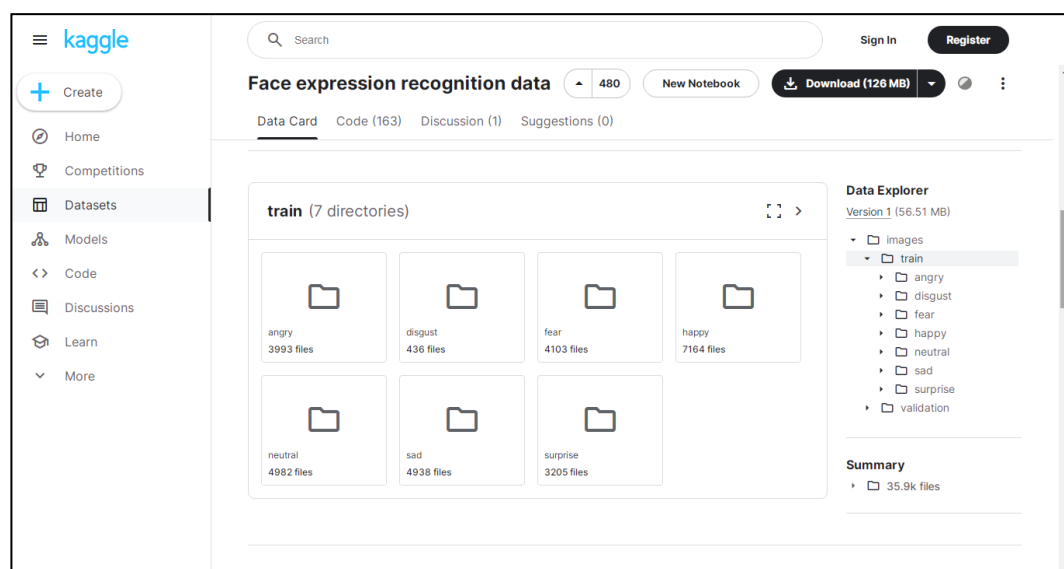


Gambar 3.1 Flowchart Analisis Algoritma Yang Digunakan

Berikut ini adalah uraian dari tahapan-tahapan yang ada pada *flowchart* di Gambar 3.1 antara lain:

1. *Input dataset.*

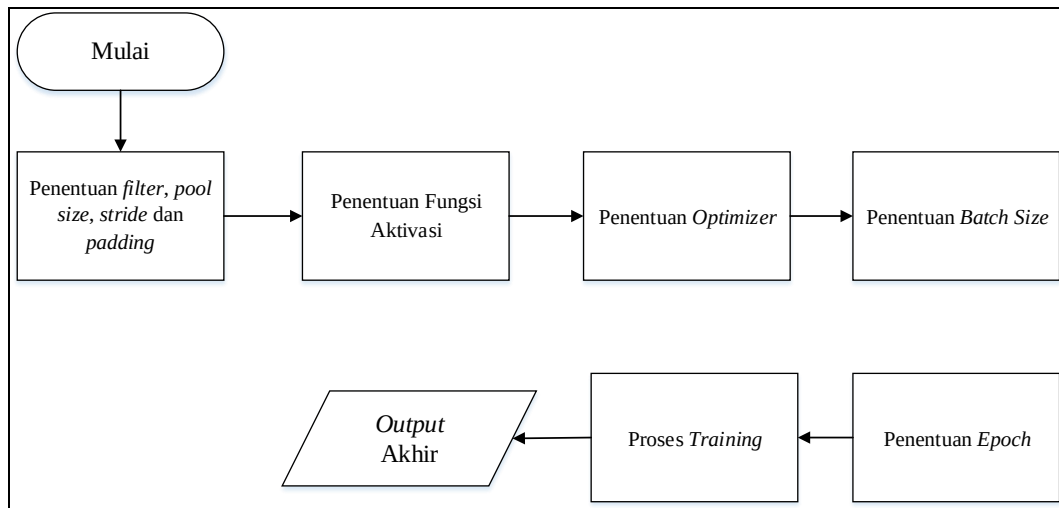
Dataset yang digunakan pada penelitian ini diambil dari *Face Expression Recognition Dataset* di website Kaggle yang dapat diakses di <https://www.kaggle.com/datasets/jonathanoheix/face-expression-recognition-dataset>. Dataset yang telah diunduh diletakkan pada *folder* proyek sistem agar dapat dilakukan proses selanjutnya. Pembagian dataset dibagi menjadi 2 yaitu data *training* sebanyak 80% dan data *testing* sebanyak 20%.



Gambar 3.2 Dataset Penelitian

2. *Train dataset dengan algoritma CNN + Adam.*

Algoritma yang digunakan pada proses *train* dataset adalah algoritma *Convolutional Neural Network (CNN) + optimizer Adam*. Berikut ini, Gambar 3.8 menunjukkan *flowchart* cara kerja dari algoritma CNN + *optimizer Adam*.



Gambar 3.3 Flowchart Cara Kerja Algoritma CNN + Optimizer Adam

a. Penentuan *filter*, *pool size*, *stride* dan *padding*

Filter yang digunakan adalah 3×3 , sedangkan *pool size* yang digunakan 2×2 . Pengaturan *Stride* dan *Padding* di *set default*, yaitu 1 dan 0.

b. Penentuan fungsi aktivasi

Hasil perhitungan antara *input*, *weight* dan bias akan dihitung lagi dengan persamaan dari fungsi aktivasi untuk mendapatkan output dari setiap layer. Pada penelitian ini, penulis menggunakan fungsi aktivasi *relu* pada *Convolutional Layer* dan fungsi aktivasi *softmax* yaitu dengan algoritma *Random Forest Classifier* pada *output layer* untuk mendapatkan hasil yang merupakan data kategori.

c. Penentuan *Optimizer*

Optimizer adalah algoritma untuk menentukan *weight* yang optimal. Pada penelitian ini, optimizer yang digunakan adalah *Adam*.

d. Penentuan *Batch Size*

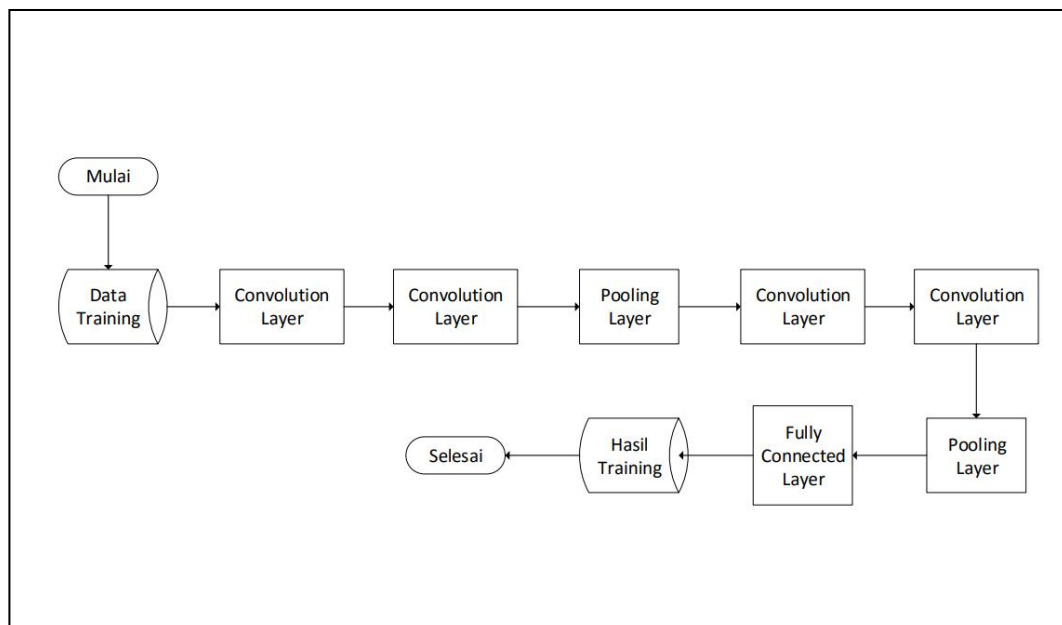
Batch size digunakan untuk menentukan jumlah observasi yang dilakukan sebelum melakukan perubahan *weight*, yang ditentukan relatif

berdasarkan spesifikasi komputer. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa *batch size* yaitu *batch size* dengan nilai 32 dan *batch size* dengan nilai 128.

e. Penentuan *Epoch*

Epoch adalah jumlah literasi yang digunakan untuk mengulangi proses pembelajaran. Jumlah *epoch* yang semakin besar akan menaikkan tingkat hasil pembelajaran. Ada beberapa nilai *epoch* yang digunakan penulis pada penelitian ini. Jumlah *epoch* yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai epoch 50, 100, 200 dan 300.

f. Proses *Training*



Gambar 3.4 Flowchart Proses Training

Pada proses pelatihan, *real time* ekspresi citra masukan berukuran 48 x 48 x 1 pertama kali akan diproses oleh *Convolutional Layer* Pertama dengan *filter* 64 kernel berukuran 3 x 3 x 1 dengan hasil ukuran 46 x 46 x 64. Pada *pooling layer* pertama, ukuran dimensi di perkecil dari 46

menjadi 23. Pada setiap *pooling layer*, parameter tidak berubah. Kemudian, hasil dari *Convolutional Layer* Pertama berukuran $23 \times 23 \times 64$ akan di proses oleh *Convolutional Layer* Kedua dengan filter 128 kernel berukuran $3 \times 3 \times 64$ dengan hasil ukuran $21 \times 21 \times 128$. Pada *pooling layer* kedua, dimensi ukuran diperkecil dari 21 menjadi 10. Hasil dari *Convolutional Layer* Kedua dengan ukuran $10 \times 10 \times 128$ akan di proses oleh *Convolutional Layer* Ketiga dengan filter 256 kernel berukuran $3 \times 3 \times 128$ dengan hasil ukuran $8 \times 8 \times 256$. Pada *pooling layer* ketiga, dimensi ukuran diperkecil dari 8 menjadi 4. Hasil dari *Convolutional Layer* Ketiga dengan ukuran $4 \times 4 \times 256$ akan di proses oleh *Convolutional Layer* Keempat dengan filter 256 kernel berukuran $3 \times 3 \times 256$ dengan hasil ukuran $2 \times 2 \times 256$. Pada *pooling layer* keempat, dimensi ukuran diperkecil dari 2 menjadi 1. Setelah proses *Convolutional Layer*, maka dihasilkan 2 *fully connected layers* yang memiliki 256 *neuron* pada *layer* pertama dan 4 *neuron* pada *layer* kedua. Proses Pelatihan Setiap *Layer* menggunakan *Deep Convolutional Neural Network* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Tabel Proses Pelatihan Setiap Layer

Layer	Ukuran	Parameter
<i>Input</i>	48x48x1	0
Conv 1 + ReLu	46x46x64	$(3 \times 3 \times 1 + 1) \times 64 = 640$
Pool 1	23x23x64	0
Norm	23x23x64	$64 \times 4 = 256$

Conv 2 + ReLu	21x21x128	$(3 \times 3 \times 64 + 1) \times 128 = 73.856$
Pool 2	10x10x128	0
Norm	10x10x128	$128 \times 4 = 512$
Conv 3 + ReLu	8x8x256	$(3 \times 3 \times 128 + 1) \times 256 = 295.168$
Pool 3	4x4x256	0
Norm	4x4x256	$256 \times 4 = 1.024$
Conv 4 + ReLu	2x2x512	$(3 \times 3 \times 256 + 1) \times 512 = 1.180.160$
Pool 4	1x1x512	0
Norm	1x1x512	$512 \times 4 = 2.048$
Dropout	1x1x512	0
Flatten	512	0
FC + Softmax	7	$(512 + 1) \times 7 = 3.599$

g. *Output Akhir*

Output akhir berupa hasil *training* emosional wajah secara *realtime* yang disimpan dalam *file* model.h5.

3. *Output model.h5.*

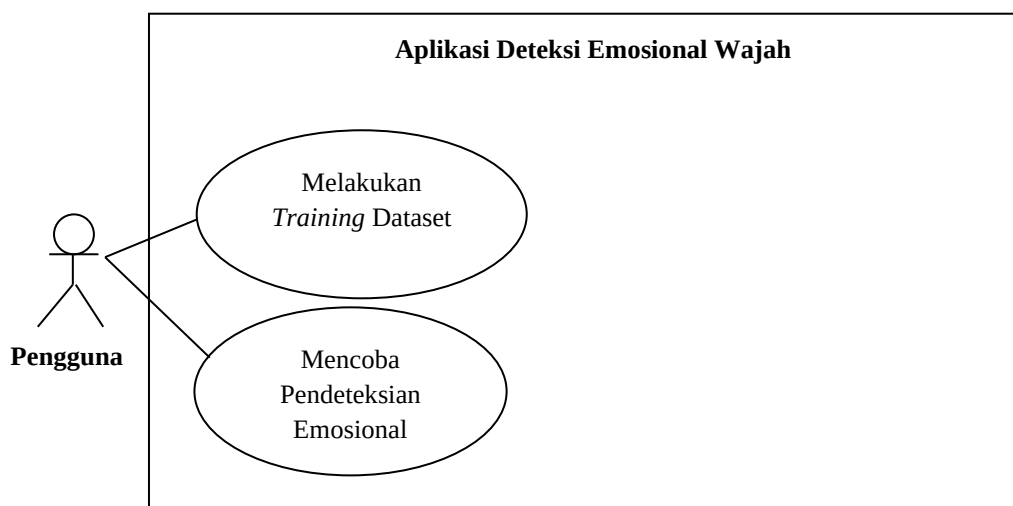
File "model.h5" adalah hasil dari pelatihan model *Convolutional Neural Network (CNN)* + *optimizer Adam* yang telah dilakukan untuk deteksi emosi pada wajah manusia. Model ini merupakan representasi dari arsitektur CNN yang telah disesuaikan dan dilatih menggunakan data pelatihan yang sesuai.

4. Deteksi emosional wajah.

Setelah model arsitektur deteksi emosional wajah berhasil dibuat maka berikutnya melakukan deteksi secara *real time* melalui *Webcam* dengan menggunakan model.h5 yang telah terbentuk.

3.1.3 Analisis Sistem Usulan

Dalam sub bab ini, akan dilakukan analisis mendalam terhadap sistem yang diusulkan, yaitu implementasi algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan *optimizer Adam* dalam deteksi emosional pada wajah manusia. Analisis ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana sistem ini diharapkan bekerja, potensi kelebihan dan kekurangannya, serta dampaknya terhadap tujuan dan kebutuhan proyek secara keseluruhan. Analisis sistem usulan pada penelitian ini menggunakan *Use Case Diagram* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5 Pemodelan Use Case Diagram Sistem Usulan Aplikasi

Berikut ini berdasarkan Gambar 3.5 ditunjukkan seluruh skenario dari setiap *Use Case* pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3.2 Skenario *Use Case* Melakukan *Training Dataset*

Mencoba Pendeteksian Emosional Wajah		Nama <i>Use Case</i>
Pengguna		Aktor
Mencoba pendeteksian emosional wajah secara <i>real time</i>		Deskripsi
Aksi Aktor	Respon Sistem	
1. Memilih menu <i>training dataset</i> dengan menekan menu 1		Normal Flow Event
	2. Melakukan <i>proses training dataset</i> dan menyimpan hasil <i>training dataset</i> ke <i>file model.h5</i>	

Tabel 3.3 Skenario *Use Case* Mencoba Pendeteksian Emosional Wajah

Mencoba Pendeteksian Emosional Wajah		Nama <i>Use Case</i>
Pengguna		Aktor
Mencoba pendeteksian emosional wajah secara <i>real time</i>		Deskripsi
Aksi Aktor	Respon Sistem	
1. Memilih menu pendeteksian emosional wajah secara <i>real time</i> dengan menekan menu 2		Normal Flow Event
	2. Meminta izin untuk menyalakan kamera <i>webcam</i>	
3. Memberikan izin untuk menyalakan kamera <i>webcam</i>		
	4. Sistem akan menampilkan video pengguna aplikasi secara <i>realtime</i> yang berasal dari rekaman <i>webcam</i>	
5. Mencoba beberapa emosional wajah		
	6. Menjalankan metode CNN + <i>optimizer Adam</i> dan kemudian menampilkan hasil emosional wajah beserta	

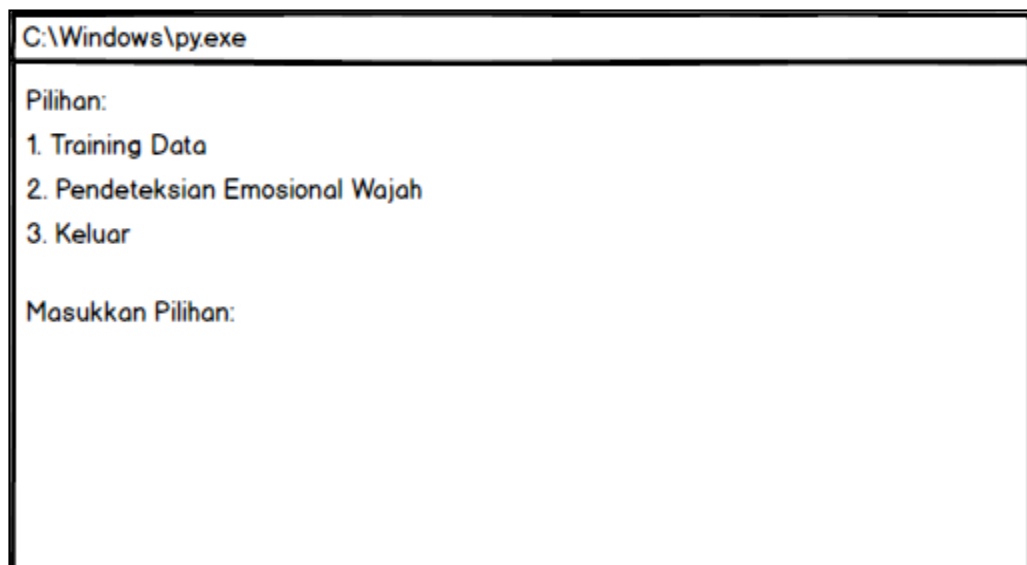
	kesimpulan emosional wajah yang dibuat oleh aktor	
--	---	--

3.2 Perancangan

Tahap perancangan merupakan bagian kunci dalam proses pengembangan suatu proyek atau inisiatif. Pada sub bab ini, kita akan membahas secara rinci langkah-langkah perencanaan yang diperlukan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Dengan merancang secara sistematis, dapat dipastikan bahwa setiap langkah dijalankan dengan efisien dan efektif, sehingga meminimalkan risiko dan meningkatkan peluang keberhasilan dalam menyelesaikan permasalahan secara keseluruhan. Berikut ini diuraikan rancangan tampilan dari sistem usulan deteksi emosional wajah yang dikembangkan pada penelitian ini.

1. Rancangan Tampilan Menu Utama.

Tampilan menu utama berisikan pilihan menu-menu yang dapat dipilih oleh pengguna untuk menjalankan fitur-fitur aplikasi.



```

C:\Windows\py.exe

Pilihan:
1. Training Data
2. Pendeteksian Emosional Wajah
3. Keluar

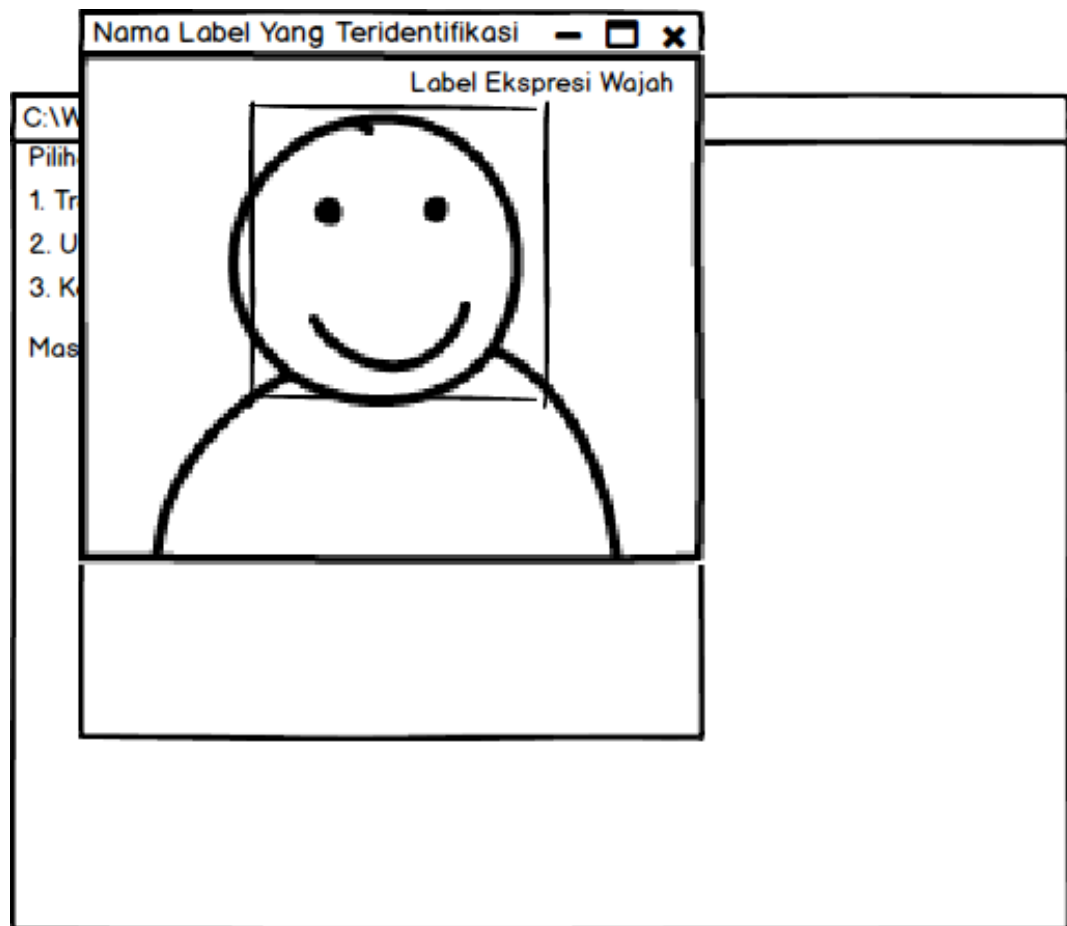
Masukkan Pilihan:

```

Gambar 3.6 Rancangan Tampilan Menu Utama

2. Rancangan Tampilan Pendeteksian Emosional Wajah.

Tampilan pendeteksian emosional wajah berisikan sebuah *Webcam* kamera yang menyala dimana secara otomatis disimpulkan hasil emosional wajah di depan layar *Webcam* tersebut.



Gambar 3.7 Rancangan Tampilan Pendeteksian Emosional Wajah

BAB IV

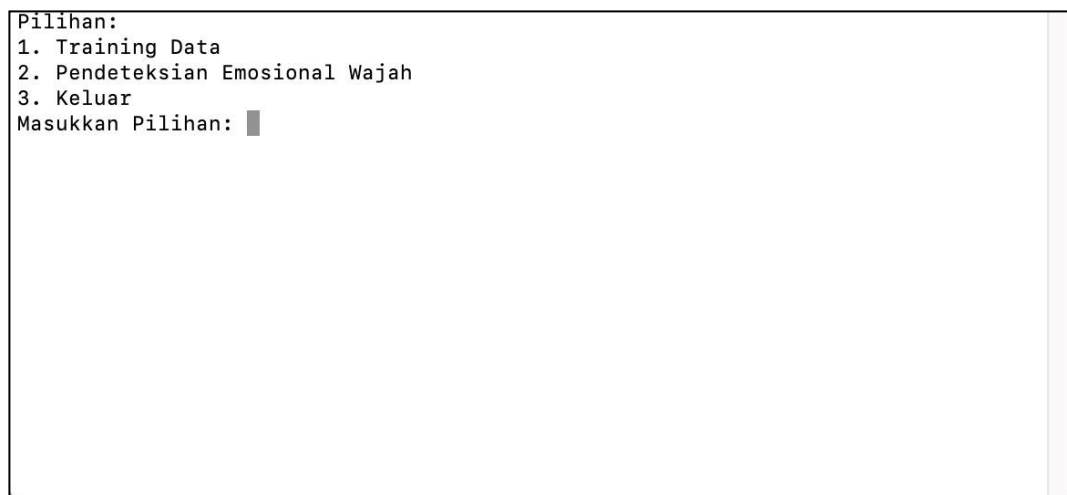
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil penelitian ini berupa deteksi emosional wajah pada manusia menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan *optimizer Adam*. Berikut ini diuraikan rancangan tampilan dari sistem usulan deteksi emosional wajah yang dikembangkan pada penelitian ini.

1. Tampilan Menu Utama.

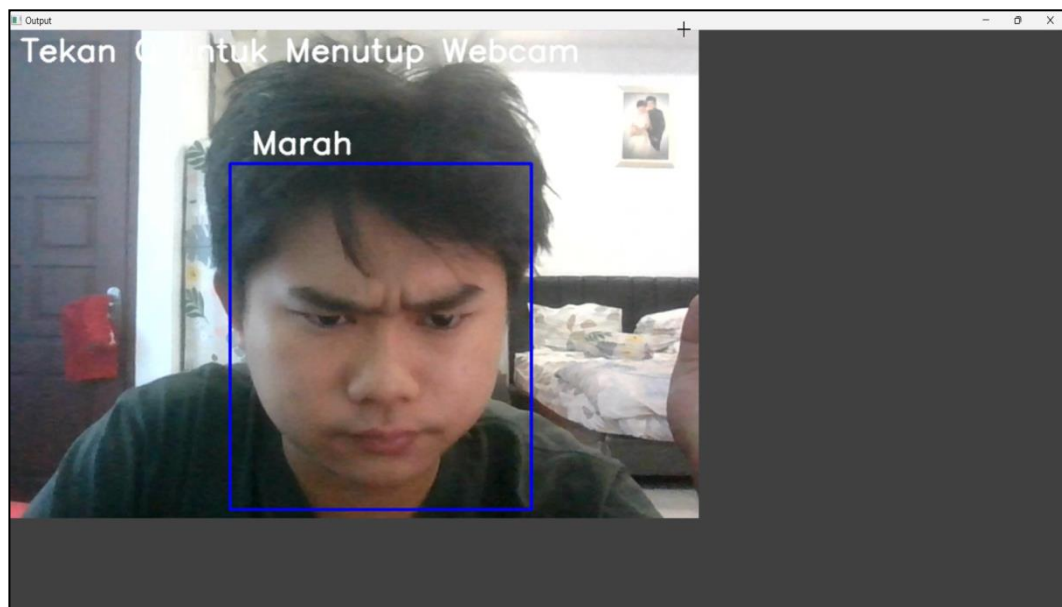
Tampilan menu utama berisikan pilihan menu-menu yang dapat dipilih oleh pengguna untuk menjalankan fitur-fitur aplikasi.



Gambar 4.1 Tampilan Menu Utama

2. Tampilan Pendeteksian Emosional Wajah.

Tampilan pendeteksian emosional wajah berisikan sebuah *Webcam* kamera yang menyala dimana secara otomatis disimpulkan hasil emosional wajah di depan layar *Webcam* tersebut.

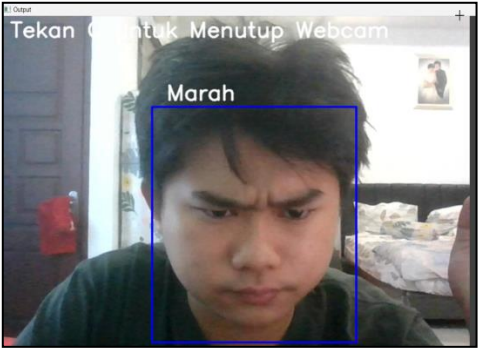
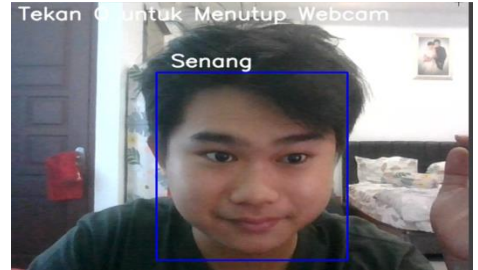


Gambar 4.2 Tampilan Pendeteksian Emosional Wajah

4.2 Pembahasan

Berikut ini diuraikan pembahasan terkait model yang diusulkan pada penelitian ini. Pengujian dilakukan dalam beberapa skenario dimana pada penelitian ini model yang diusulkan dapat mendeteksi 7 ekspresi emosional wajah manusia. Berikut ini, Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian dari aplikasi yang dibangun.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian

Skenario	Hasil Pengujian	Hasil	Kesimpulan
Emosional Marah 1 Orang di Depan Webcam		Terdeteksi Marah	Gagal
Emosional Jijik 1 Orang di Depan Webcam		Terdeteksi Jijik	Berhasil
Emosional Takut 1 Orang di Depan Webcam		Terdeteksi Takut	Berhasil
Emosional Senang 1 Orang di Depan Webcam		Terdeteksi Senang	Berhasil

Emosional Netral 1 Orang di Depan Webcam		Terdeteksi Netral	Berhasil
Emosional Sedih 1 Orang di Depan Webcam		Terdeteksi Sedih	Berhasil
Emosional Terkejut 1 Orang di Depan Webcam		Terdeteksi Terkejut	Berhasil
Percobaan Deteksi Emosional Senang Dengan Wajah Yang Berbeda		Terdeteksi Senang	Berhasil
Percobaan Deteksi Emosional Terkejut Dengan Wajah Yang Berbeda		Terdeteksi Senang	Gagal

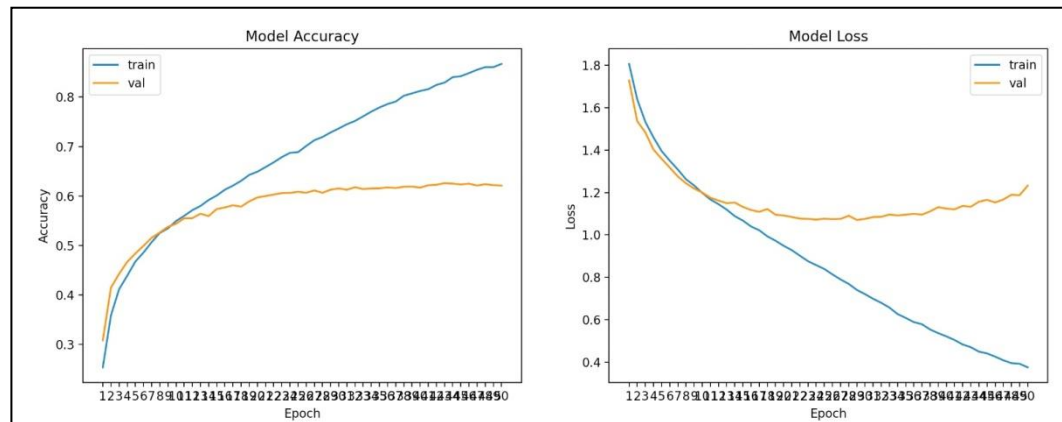
Percobaan Deteksi Emosional Netral Dengan 2 Wajah Sekaligus		Terdeteksi Netral	Berhasil
---	---	----------------------	----------

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Akurasi} &= (\text{Jumlah Berhasil} / \text{Total Pengujian}) * 100\% \\
 &= (9/10) * 100\% \\
 &= (0,9) * 100\% \\
 &= 90\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada Tabel 4.1, algoritma berhasil mendeteksi enam dari tujuh emosi yang diuji (marah, jijik, takut, senang, netral, sedih, terkejut) di depan *webcam*. Selain itu, pengujian dengan variasi wajah yang berbeda menunjukkan keberhasilan dalam mendeteksi emosi senang, namun gagal mendeteksi emosi terkejut dikarenakan ekspresi terkejut dan senang yang hampir mirip.

Dalam pengujian dengan dua wajah sekaligus, algoritma berhasil mendeteksi emosi netral dengan akurasi yang baik. Secara keseluruhan, algoritma CNN yang diimplementasikan dengan *optimizer Adam* menunjukkan persentase akurasi sebesar 90%, yang menunjukkan bahwa metode ini cukup efektif dalam mendeteksi emosi pada wajah manusia. Namun, perlu adanya peningkatan dan penyesuaian lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi deteksi terutama pada emosi yang memiliki tingkat keberhasilan rendah dan pada kondisi dengan variasi wajah yang lebih kompleks.

Berikutnya dilakukan pengujian *epoch* sebanyak 10 kali untuk menguji akurasi dari model yang diusulkan pada penelitian ini. Hasil pengujian grafik *epoch* ditunjukkan pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Hasil Pengujian Grafik *Epoch*

Selanjutnya, Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian *epoch* dari model pada penelitian ini.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian *Epoch*

<i>Epoch</i>	<i>Training Loss</i>	<i>Training Accuracy</i>	<i>Validation Loss</i>	<i>Validation Accuracy</i>
1/50	1,8068	0,2538	1,7292	0,3085
2/50	1,6402	0,3587	1,5369	0,4149
3/50	1,5334	0,4117	1,4835	0,4428
4/50	1,4600	0,4390	1,4027	0,4669
5/50	1,3956	0,4676	1,3589	0,4838
6/50	1,3501	0,4858	1,3175	0,4994
7/50	1,3080	0,5068	1,2755	0,5155
8/50	1,2621	0,5253	1,2431	0,5264
9/50	1,2329	0,5346	1,2185	0,5378
10/50	1,1977	0,5495	1,1995	0,5439
11/50	1,1667	0,5599	1,1750	0,5550
12/50	1,1446	0,5714	1,1616	0,5552
13/50	1,1189	0,5799	1,1493	0,5643
14/50	1,0881	0,5919	1,1523	0,5596
15/50	1,0670	0,6010	1,1317	0,5737
16/50	1,0393	0,6128	1,1172	0,5770
17/50	1,0216	0,6211	1,1085	0,5813
18/50	0,9929	0,6308	1,1221	0,5785
19/50	0,9721	0,6427	1,0949	0,5893

20/50	0,9483	0,6492	1,0913	0,5971
21/50	0,9276	0,6585	1,0842	0,6000
22/50	0,9013	0,6680	1,0766	0,6030
23/50	0,8755	0,6787	1,0752	0,6060
24/50	0,8569	0,6872	1,0717	0,6064
25/50	0,8387	0,6887	1,0762	0,6085
26/50	0,8132	0,7012	1,0739	0,6067
27/50	0,7893	0,7128	1,0753	0,6113
28/50	0,7682	0,7193	1,0903	0,6066
29/50	0,7400	0,7285	1,0703	0,6129
30/50	0,7200	0,7365	1,0752	0,6154
31/50	0,6980	0,7451	1,0840	0,6127
32/50	0,6789	0,7518	1,0850	0,6179
33/50	0,6566	0,7611	1,0957	0,6141
34/50	0,6261	0,7706	1,0915	0,6154
35/50	0,6078	0,7789	1,0950	0,6157
36/50	0,5880	0,7859	1,0992	0,6175
37/50	0,5780	0,7909	1,0952	0,6162
38/50	0,5532	0,8027	1,1106	0,6189
39/50	0,5359	0,8074	1,1308	0,6191
40/50	0,5206	0,8123	1,1237	0,6170
41/50	0,5037	0,8159	1,1203	0,6218
42/50	0,4826	0,8245	1,1365	0,6228
43/50	0,4696	0,8292	1,1325	0,6260
44/50	0,4487	0,8402	1,1561	0,6251
45/50	0,4402	0,8421	1,1652	0,6233
46/50	0,4250	0,8484	1,1528	0,6250
47/50	0,4078	0,8552	1,1668	0,6212
48/50	0,3943	0,8605	1,1891	0,6239
49/50	0,3913	0,8605	1,1871	0,6221
50/50	0,3745	0,8670	1,2323	0,6211

Hasil pengujian *epoch* menunjukkan bahwa model *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dilatih menggunakan *optimizer Adam* mengalami peningkatan kinerja yang signifikan baik pada data pelatihan maupun data validasi seiring dengan bertambahnya jumlah *epoch*. Pada *epoch* pertama, model menunjukkan performa yang relatif rendah dengan akurasi pelatihan 25,38% dan akurasi validasi 30,85%. Namun, seiring bertambahnya *epoch*, akurasi pelatihan meningkat secara bertahap hingga mencapai 86,70% pada epoch ke-50. Di sisi lain, akurasi validasi juga meningkat pada awal pelatihan, mencapai 62,60% pada

epoch ke-43, namun mengalami fluktuasi dan menurun sedikit menjadi 62,11% pada epoch terakhir.

Kehilangan pelatihan (*training loss*) berkurang secara konsisten dari 1,8068 pada *epoch* pertama menjadi 0,3745 pada epoch ke-50, menunjukkan bahwa model semakin baik dalam mengurangi kesalahan prediksi pada data pelatihan. Namun, kehilangan validasi (*validation loss*) menunjukkan fluktuasi yang lebih signifikan, dimulai dari 1,7292 dan berakhir pada 1,2323. Ini menunjukkan bahwa meskipun model semakin baik dalam hal pelatihan, tantangan dalam generalisasi pada data validasi tetap ada.

Secara keseluruhan, meskipun akurasi pelatihan menunjukkan peningkatan yang signifikan, akurasi validasi dan kehilangan validasi menunjukkan bahwa model mungkin mengalami *overfitting* atau kesulitan dalam generalisasi pada data yang tidak terlihat sebelumnya. Perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut untuk mengatasi masalah ini, seperti penggunaan teknik regularisasi, peningkatan data, atau tuning hyperparameter untuk mencapai keseimbangan yang lebih baik antara akurasi pelatihan dan validasi.

Selanjutnya dilakukan pembahasan mengenai kelebihan dan kekurangan dari model dari penelitian ini. Kelebihan dari aplikasi yang dibangun yaitu:

1. Aplikasi yang dibangun mampu mendeteksi emosi pada wajah manusia secara *real-time*. Dengan menggunakan *webcam*, aplikasi ini dapat mengidentifikasi ekspresi wajah dan menampilkan emosi yang terdeteksi secara langsung. Ini memberikan pengalaman interaktif dan praktis bagi pengguna, memungkinkan mereka untuk memahami dan mengamati deteksi emosi dengan segera.

2. Menggunakan algoritma CNN yang dikombinasikan dengan *optimizer Adam* meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam mendeteksi emosi. CNN mampu mengekstraksi fitur visual penting dari wajah manusia, sementara *Adam* membantu model beradaptasi dan mengoptimalkan fungsi kerugian secara cepat. Hal ini memastikan deteksi emosi yang lebih tepat dan andal, yang merupakan peningkatan signifikan dibandingkan metode sebelumnya seperti *Local Binary Pattern (LBP)*.

Kekurangan dari aplikasi yang dibangun yaitu:

1. Dataset yang digunakan untuk pelatihan diambil dari sumber tunggal di internet. Hal ini mungkin membatasi variasi data dan keanekaragaman ekspresi wajah yang bisa mempengaruhi kemampuan aplikasi dalam mengenali emosi pada populasi yang lebih luas dan beragam.
2. Aplikasi hanya mendeteksi tujuh jenis emosi (marah, jijik, takut, senang, netral, sedih, dan terkejut). Meskipun ini mencakup sebagian besar emosi dasar, ada banyak nuansa emosi lain yang tidak terdeteksi oleh aplikasi ini, yang dapat membatasi penggunaannya dalam situasi yang membutuhkan analisis emosi yang lebih mendalam.
3. *Output* yang disajikan secara *real-time* melalui *webcam* mungkin tidak optimal dalam kondisi pencahayaan yang buruk atau ketika wajah tertutup sebagian. Aplikasi ini sangat bergantung pada kualitas input dari *webcam*, yang bisa menjadi tantangan dalam lingkungan dengan kondisi pencahayaan yang bervariasi atau saat pengguna menggunakan aksesoris yang menutupi wajah.

4. Aplikasi yang dibangun berbasis *desktop* mungkin membatasi portabilitas dan aksesibilitas pengguna. Dalam era yang serba *mobile*, aplikasi berbasis *desktop* kurang fleksibel dibandingkan aplikasi berbasis *mobile* atau web yang dapat diakses dari berbagai perangkat dan lokasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berikut ini diuraikan kesimpulan dari hasil penelitian yang didapatkan pada penelitian ini antara lain:

1. Aplikasi yang dikembangkan berhasil mendeteksi emosi pada wajah manusia secara *real-time*. Penggunaan *webcam* memungkinkan aplikasi untuk mengidentifikasi dan menampilkan ekspresi wajah secara langsung. Aplikasi mampu mendeteksi tujuh jenis emosi dasar: marah, jijik, takut, senang, netral, sedih, dan terkejut, dengan akurasi deteksi keseluruhan sebesar 90%. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma yang diterapkan dapat diandalkan dalam mendeteksi berbagai ekspresi wajah yang umum.
2. Algoritma CNN yang digunakan bersama *optimizer Adam* menunjukkan performa yang baik dalam mendeteksi emosi. Hasil pengujian *epoch* menunjukkan peningkatan akurasi dan penurunan *loss* yang konsisten seiring bertambahnya jumlah *epoch*. Penggunaan *optimizer Adam* membantu model beradaptasi dan mengoptimalkan fungsi kerugian dengan cepat, sehingga meningkatkan efisiensi dan akurasi deteksi emosi. Meskipun terdapat indikasi *overfitting* pada beberapa *epoch*, secara keseluruhan model menunjukkan kemampuan yang baik dalam generalisasi data validasi.

5.2 Saran

Berikut ini diuraikan saran dari penelitian yang dilakukan agar dapat dilanjutkan pada penelitian berikutnya antara lain:

1. Untuk meningkatkan kemampuan aplikasi dalam mengenali emosi pada populasi yang lebih luas dan beragam, disarankan untuk menggunakan dataset yang lebih bervariasi dan beragam. Data training yang diambil dari berbagai sumber dan situasi nyata dapat membantu meningkatkan akurasi dan generalisasi model.
2. Selain tujuh emosi dasar yang sudah dideteksi, disarankan untuk menambahkan lebih banyak jenis emosi atau nuansa emosi lainnya. Hal ini dapat memberikan analisis emosi yang lebih mendalam dan memperluas penggunaan aplikasi dalam berbagai situasi.
3. Untuk meningkatkan akurasi deteksi dalam kondisi pencahayaan yang buruk atau saat wajah tertutup sebagian, disarankan untuk mengimplementasikan teknik preprocessing atau augmentasi data yang dapat mengatasi masalah ini. Penggunaan algoritma yang lebih canggih dalam mengidentifikasi fitur wajah meskipun dalam kondisi yang kurang ideal juga dapat dipertimbangkan.
4. Untuk meningkatkan portabilitas dan aksesibilitas pengguna, disarankan untuk mengembangkan versi aplikasi yang berbasis mobile atau web. Dengan demikian, aplikasi dapat diakses dari berbagai perangkat dan lokasi, sehingga lebih fleksibel dan praktis bagi pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. I. Mulyana, A. Sufriman, and M. B. Yel, "IMPLEMENTASI DETEKSI EMOSIONAL PADA WAJAH MENGGUNAKAN DEEP LEARNING - YOLOv5," *J. Educ. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 12–22, 2023.
- [2] R. R. Amaanullah, G. R. Pasfica, S. A. Nugraha, M. R. Zein, and F. D. Adhinata, "Implementasi Convolutional Neural Network Untuk Deteksi Emosi Melalui Wajah," *JTIM J. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 3, no. 4, pp. 236–244, 2022, doi: 10.35746/jtim.v3i4.189.
- [3] S. N. Faadhilah, S. Bukhori, and J. A. Putra, "Pengenalan Ekspresi Emosi Pada Citra Wajah Menggunakan Extreme Machine Learning Studi Kasus Dataset Publik JAFFE," *MALCOM Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 19–27, 2022.
- [4] N. Amynarto, Y. A. Sari, and R. C. Wihandika, "Pengenalan Emosi Berdasarkan Ekspresi Mikro Menggunakan Metode Local Binary Pattern," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 10, pp. 3230–3238, 2018, [Online]. Available: <httpsj-ptiik.ub.ac.id/index.phpj-ptiik/article/view/2594>.
- [5] Micheal and E. Hartati, "Klasifikasi Spesies Kupu Kupu Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," in *MDP Student Conference2022*, 2022, vol. 1, no. 1, pp. 569–577, [Online]. Available: <https://jurnal.mdp.ac.id/index.php/msc/article/view/1928>.
- [6] F. D. Marleny, *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Python*. Jawa Tengah: CV. Pena Persada, 2021.
- [7] Muttaqin *et al.*, *Implementasi Artificial Intelligence (AI) Dalam Kehidupan*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2023.
- [8] A. A. Permana *et al.*, *Machine Learning*. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi, 2022.
- [9] Amna *et al.*, *Data Mining*. Padang: PT Global Eksekutif Teknologi, 2023.

- [10] M. Peng, C. Wang, T. Chen, G. Liu, and X. Fu, “Dual temporal scale convolutional neural network for micro-expression recognition,” *Front. Psychol.*, vol. 8, no. 10, pp. 1–12, 2017, doi: 10.3389/fpsyg.2017.01745.
- [11] B. P. Hartato, “Penerapan Convolutional Neural Network pada Citra Rontgen Paru-Paru untuk Deteksi SARS-CoV-2,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 4, pp. 747–759, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i4.3153.
- [12] Shedriko and M. Firdaus, “PERBANDINGAN OPTIMIZER ADAGRAD, ADADELTA DAN ADAM DALAM KLASIFIKASI GAMBAR MENGGUNAKAN DEEP LEARNING,” *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.)*, vol. 8, no. 1, pp. 103–109, 2023.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Steven
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 13 Desember 2002
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Agama : Buddha
Alamat : Jl. Marelan Raya Ps. II Komp Callista Blok E No. 38
Email : Stevelimz47@gmail.com

Pendidikan Formal :
2008 - 2014 : SD. DR. WAHIDIN SUDIROHUSODO
2014 - 2017 : SMP. DR. WAHIDIN SUDIROHUSODO
2017 - 2020 : SMA. DR. WAHIDIN SUDIROHUSODO
2020 - 2024 : STMIK TIME Medan

Medan, 31 Mei 2022



Steven

SURAT KEPUTUSAN
NO. 068/SK/P1/STMIKTIME/XII/2023

Tentang
PENGANGKATAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
STMik TIME

1. **Membaca** : a. Hasil pemeriksaan berkas dan kelengkapan mahasiswa.
b. Presentasi Proposal Judul Skripsi mahasiswa tertanggal 09 Oktober – 18 November 2023.
2. **Mengingat** : a. Kurikulum Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMik)Time Program Studi Teknik Informatika.
b. Penyesuaian teknis pelaksanaan Skripsi Program Studi Teknik Informatika.
3. **Menimbang** : Bahwa skripsi mahasiswa merupakan wujud aplikasi kristalisasi sikap kemampuan dan ketrampilan mahasiswa/i dalam upaya menerapkan ilmu pengetahuan yang telah dipelajari dibangku kuliah, serta skripsi merupakan salah satu mata kuliah yang memiliki bobot 6 SKS, maka dipandang perlu untuk menetapkan Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II Skripsi.

4. **Menetapkan** :
Pertama :

Mengangkat Saudara :

Pembimbing I	Robet, M.Kom
Pembimbing II	Octara Pribadi, M.Kom

Sebagai Dosen Pembimbing Skripsi atas :

2044029	Steven	Teknik Informatika
---------	--------	--------------------

Dengan Judul Skripsi :

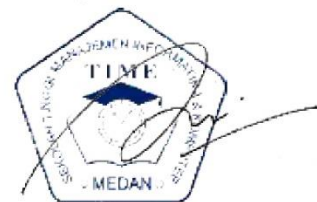
Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network (Cnn) Dengan Optimizer Adam Dalam Deteksi Emosi Pada Wajah Manusia

Mahasiswa Program Strata Satu (S1) Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMik)Time.

Kedua : Apabila terdapat kekeliruan di kemudian hari tentang penetapan Dosen Pembimbing Skripsi ini akan diperbaiki sebagaimana mestinya

Ketiga : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan 07 Desember 2023.

Ditetapkan di
Medan, 07 Desember 2023



Hendri, M.Kom
Pembantu Ketua I STMik TIME



STMIK TIME

SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA & KOMPUTER - TIME

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : STEVEN
NIM : 2044029
JUDUL SKRIPSI : IMPLEMENTASI ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)
DENGAN OPTIMIZER ADAM DALAM DETEKSI EMOSI PADA WAJAH MANUSIA
NAMA DOSEN : ROBET, M.KOM
DOSEN PEMBIMBING : ☒ I (SATU) ☐ II (DUA)

TANGGAL BIMBINGAN	CATATAN BIMBINGAN	PARAF
11 Januari 2024	REVISI RUMUSAN MASALAH	
01 Februari 2024	ACC BAB I	
04 Maret 2024	ACC BAB II	
15 April 2024	FLOWCHART DENGAN TABEL PARAMETER TIDAK SESUAI	
14 Mei 2024	ACC BAB III	
11 Juli 2024	DEMO PROGRAM	
16 Juli 2024	ACC PROGRAM	
18 Juli 2024	REVISI BAB IV	
22 Juli 2024	ACC BAB IV DAB BAB V	
29 Juli 2024	ACC PAPER	

Ketentuan :

1. Bimbingan dengan dosen pembimbing minimal 8 (delapan) kali
2. Formulir Bimbingan wajib diisi dan ditunjukkan ke dosen pembimbing tiap bimbingan
3. Formulir Bimbingan Skripsi ini dianggap sah, apabila telah mendapatkan Pengesahan dari dosen pembimbing
4. Jika tidak memenuhi ketentuan di atas, skripsi dapat **DIBATALKAN**

Medan, 29 Juli 2024

Dosen Pembimbing,



ROBET, M.KOM

Mahasiswa,

STEVEN



STMIK TIME

SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA & KOMPUTER - TIME

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : STEVEN
NIM : 2044029
JUDUL SKRIPSI : IMPLEMENTASI ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)
DENGAN OPTIMIZER ADAM DALAM DETEKSI EMOSI PADA WAJAH MANUSIA
NAMA DOSEN : OCTARA PRIBADI, M.KOM
DOSEN PEMBIMBING : ☐ I (SATU) ☒ II (DUA)

TANGGAL BIMBINGAN	CATATAN BIMBINGAN	PARAF
02 Februari 2024	REVISI FORMAT TULISAN PADA RUMUSAN MASALAH	
4 Februari 2024	ACC BAB I	
06 Maret 2024	ACC BAB II	
19 April 2024	REVISI PENGGUNAAN ITALIC PADA BAHASA INGGRIS	
16 Mei 2024	ACC BAB III	
11 Juli 2024	Demo Program	
17 Juli 2024	Acc Program	
20 Juli 2024	Revisi BAB IV	
23 Juli 2024	ACC BAB IV DAN V	

Ketentuan :

1. Bimbingan dengan dosen pembimbing minimal 8 (delapan) kali
2. Formulir Bimbingan wajib diisi dan ditunjukkan ke dosen pembimbing tiap bimbingan
3. Formulir Bimbingan Skripsi ini dianggap sah, apabila telah mendapatkan Pengesahan dari dosen pembimbing
4. Jika tidak memenuhi ketentuan di atas, skripsi dapat **DIBATALKAN**

Medan, 16 Mei 2024

Dosen Pembimbing,



OCTARA PRIBADI, M.KOM

Mahasiswa,

STEVEN