

TESIS

**FINE-TUNING UNTUK PENGENALAN WAJAH DAN  
EKSPRESINYA BERBASIS CNN**



RAYMOND ERZ SARAGIH

No. Mhs.: 195303110

PROGRAM STUDI MAGISTER INFORMATIKA  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
2021

TESIS

**FINE-TUNING UNTUK PENGENALAN WAJAH DAN  
EKSPRESINYA BERBASIS CNN**



RAYMOND ERZ SARAGIH

No. Mhs.: 195303110

PROGRAM STUDI MAGISTER INFORMATIKA  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
2021

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

FINE-TUNING UNTUK PENGENALAN WAJAH DAN EKSPRESINYA BERBASIS CNN

yang disusun oleh

Raymond Erz Saragih

195303110

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 27 Mei 2021

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Prof. Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D	Telah Menyetujui
Dosen Sekretaris	: Paulus Mudjihartono, S.T., M.T., Ph.D	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Prof. Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 27 Mei 2021

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

Dokumen ini merupakan dokumen resmi UAJY yang tidak memerlukan tanda tangan karena dihasilkan secara elektronik oleh Sistem Bimbingan UAJY. UAJY bertanggung jawab penuh atas informasi yang tertera di dalam dokumen ini

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raymond Erz Saragih

Nomor Mahasiswa : 195303110

Konsentrasi : Intelligence Informatics

Judul Tesis : FINE-TUNING UNTUK PENGENALAN WAJAH

**DAN EKSPRESINYA BERBASIS CNN**

Menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pemikiran sendiri dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah ada sebelumnya. Karya tulis yang telah ada sebelumnya disajikan sebagai referensi oleh penulis guna melengkapi penelitian ini dan dinyatakan secara tertulis dalam referensi penulisan dan daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, ..... 2021

Raymond Erz Saragih

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala berkat, tuntunan dan campur tangan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Fine-Tuning untuk Pengenalan Wajah dan Ekspresinya Berbasis CNN”. Tesis ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata 2 (S2) pada program studi Magister Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Tesis ini dapat terlaksana dengan baik atas bimbingan dan bantuan banyak pihak. Oleh karena itu, pada bagian ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. A. Djoko Budiyanto, M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu pihak penulis dalam memberikan arahan dan masukan pada tesis ini.
2. Bapak Paulus Mudjihartono, ST., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, koreksi, dan masukan untuk perbaikan laporan tesis ini.
3. Semua dosen MTF selain pembimbing I dan II yaitu Bapak Prof. Ir. Suyoto, M.Sc., Ph.D., Bapak Dr. Ir. Albertus Joko Santoso, M.T., Ibu Margaretha Maria Goretty Dwi Ratna Sulistyoningsih, S.T., M.Sc., M.T., Ph.D., Bapak Yonathan Dri Handarkho, S.T., M.Eng., Ph.D, dan Bapak Dr. Andi Wahyu Rahardjo Emanuel, BSEE., MSSE, yang telah memberikan banyak pengalaman dan membagikan ilmunya.

4. Kedua orang tua saya Bapak Chrisman Saragih dan Ibu Saeni yang selalu mendoakan, menasihati, dan memberikan dukungan, serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan semangatnya.
5. Teman-teman MTF seperjuangan angkatan Februari 2020, yang telah berbagi suka dan duka dalam menjalani perkuliahan bersama-sama.

Penulis menyadari tesis ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk dijadikan referensi penyempurnaan ke arah yang lebih baik. Akhir kata semoga tesis ini bermanfaat bagi nusa bangsa dan negara Indonesia, dapat memberikan wawasan terhadap seluruh pembaca dan memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi.

Yogyakarta, ..... 2021

Raymond Erz Saragih

## INTISARI

Pengenalan wajah dan pengenalan ekspresi wajah merupakan salah satu tantangan di bidang penglihatan komputer. Kombinasi pengenalan wajah dan pengenalan ekspresi wajah menjadi tantangan lain karena harus dilakukan pelatihan untuk mengenali wajah dan ekspresi wajah. Sehingga, wajah orang tersebut bisa dikenali beserta dengan ekspresinya. Di dalam penelitian ini, *pre-trained* model, MobileNet, MobileNetV2, dan VGG-16 diterapkan dan dilatih menggunakan *transfer learning* dengan *fine-tuning* untuk pengenalan wajah dan pengenalan ekspresi wajah. Deteksi dan pelurusan wajah digunakan untuk mendeteksi dan meluruskan wajah dalam gambar, sementara model-model tersebut digunakan untuk mengenali wajah dan ekspresinya. Georgia Tech Face Database, AT&T Face Database, dan FEI Face Database digunakan untuk pengenalan wajah dan RAF-DB dengan tujuh ekspresi, seperti marah, sedih, netral, bahagia, terkejut, jijik, dan takut, digunakan untuk pengenalan ekspresi wajah. Hasilnya menunjukkan bahwa MobileNet mencapai kinerja yang lebih tinggi pada RAF-DB dengan akurasi sebesar 84,52%. MobileNet dapat mencapai akurasi 100% pada tiga dataset pengenalan wajah, Georgia Tech Face Database, AT&T Face Database, dan FEI Face Database, sedangkan MobileNetV2 dan VGG-16 mencapai 100% pada Georgia Tech dan AT&T Face Database. Sementara untuk dataset RAF-DB dan FEI Face Database, MobileNetV2 masing-masing mencapai 83,83% dan 99,52%, sedangkan VGG-16 masing-masing mencapai 83,74% dan 96,19%.

Kata Kunci: Pengenalan wajah, Pengenalan Ekspresi Wajah, *Pre-trained model*, *Transfer Learning*, *Fine-tuning*

## ABSTRACT

Face recognition and facial expression recognition are one of the challenges in the field of computer vision. The combination of face recognition and facial expression recognition is another challenge because training must be conducted to recognize face and facial expressions. Therefore, the person's face can be recognized along with the expression. In this study, pre-trained models, MobileNet, MobileNetV2, and VGG-16 are applied and trained using transfer learning with fine-tuning for face recognition and facial expression recognition. Face detection and alignment were utilized to detect and align the face, while the models used to recognize the face and expression. Georgia Tech Face Database, AT&T Face Database, and FEI Face Database were used for face recognition, and RAF-DB with seven expressions of angry, sad, neutral, happy, surprise, disgust, and fear, were used for facial expression recognition. The results show that MobileNet achieves higher performance on RAF-DB with an accuracy of 84.52%. MobileNet could achieve 100% accuracy on the three face recognition datasets, Georgia Tech Face Database, AT&T Face Database, and FEI Face Database, while MobileNetV2 and VGG-16 achieve 100% on Georgia Tech and AT&T Face Database. Meanwhile, for the RAF-DB and FEI Face Database, MobileNetV2 achieved 83.83% and 99.52%, while VGG-16 achieved 83.74% and 96.19%, respectively.

**Keywords:** *Face Recognition, Facial Expression Recognition, Pre-trained model, Transfer Learning, Fine-tuning*



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
INTISARI.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Batasan Masalah.....	6
D. Keaslian Penelitian .....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
F. Tujuan Penelitian .....	7
G. Sistematika Penulisan.....	7
BAB II.....	9
BAB III .....	15
A. Pengenalan Wajah .....	15

B.	Ekspresi Wajah.....	17
C.	Pembelajaran Mesin .....	19
D.	Deep Learning .....	22
E.	Convolutional Neural Network .....	23
F.	Transfer Learning.....	30
G.	VGG .....	32
H.	MobileNet.....	34
BAB IV	.....	39
A.	Alat dan Bahan .....	39
1.	Dataset .....	39
2.	Perangkat Lunak .....	43
3.	Perangkat Keras .....	44
B.	Tahapan Penelitian .....	44
1.	Studi Literatur .....	45
2.	Pengumpulan Dataset .....	45
3.	Prapemrosesan Data.....	45
4.	Pelatihan Model .....	47
5.	Evaluasi Model .....	52
6.	Pelaporan .....	52
BAB V	.....	53

A.	Hasil Pengenalan Ekspresi Wajah.....	53
B.	Hasil Pengenalan Wajah.....	59
BAB VI.....		80
A.	Kesimpulan.....	80
B.	Saran.....	81
Daftar Pustaka.....		82



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan Pengenalan Wajah .....	15
Gambar 3.2 Contoh hasil deteksi wajah di dalam citra.....	16
Gambar 3.3 Contoh Ekspresi Wajah.....	18
Gambar 3.4 Tahapan Pengenalan Ekspresi Wajah .....	18
Gambar 3.5 Hubungan antara Kecerdasan Buatan, Pembelajaran Mesin, dan Deep Learning .....	19
Gambar 3.6 Pendekatan dalam Pembelajaran Mesin.....	20
Gambar 3.7 Arsitektur Convolutional Neural Network secara umum.....	24
Gambar 3.8 Contoh operasi konvolusi pada Convolutional Layer .....	25
Gambar 3.9 Contoh penggunaan <i>zero-padding</i> .....	27
Gambar 3.10 Contoh proses dalam pooling layer.....	28
Gambar 3.11 Fully connected layer dalam CNN.....	29
Gambar 3.12 VGG-16.....	33
Gambar 3.13 MobileNet.....	37
Gambar 3.14 MobileNetV2.....	38
Gambar 4.1 Contoh citra wajah Georgia Tech Face Database .....	40
Gambar 4.2 Contoh citra wajah AT&T Face Database .....	40
Gambar 4.3 Contoh citra wajah FEI Face Database .....	41
Gambar 4.4 Contoh citra ekspresi wajah RAF-DB.....	42
Gambar 4.5 Diagram Tahapan Penelitian .....	44
Gambar 4.6 Contoh hasil prapemrosesan citra dari (a) gambar asli, kemudian (b) pendeteksian dan pelurusan wajah, dan (c) hasil mengubah ukuran .....	46

Gambar 4.7 <i>Transfer learning</i> (a) MobileNet, (b) MobileNetV2, dan (c) VGG-16 .....	49
Gambar 5.1 Perbandingan performa ketiga model pada RAF-DB .....	58
Gambar 5.2 Tingkat akurasi data latih dan validasi (a) MobileNet, (b) MobileNetV2, dan (c) VGG-16 pada RAF-DB .....	58
Gambar 5.3 Hasil kurva ROC dan AUC pada RAF-DB.....	59
Gambar 5.4 Perbandingan performa ketiga model pada Georgia Tech Face Database .....	63
Gambar 5.5 Tingkat akurasi data latih dan validasi (a) MobileNet, (b) MobileNetV2, dan (c) VGG-16 pada Georgia Tech Face Database.....	64
Gambar 5.6 Hasil kurva ROC dan AUC pada Georgia Tech Face Database .....	64
Gambar 5.7 Perbandingan performa ketiga model pada AT&T Face Database...	68
Gambar 5.8 Tingkat akurasi data latih dan validasi (a) MobileNet, (b) MobileNetV2, (c) VGG-16 pada AT&T Face Database .....	69
Gambar 5.9 Hasil kurva ROC dan AUC pada AT&T Face Database .....	69
Gambar 5.10 Perbandingan performa ketiga model pada FEI Face Database.....	73
Gambar 5.11 Tingkat akurasi data latih dan validasi (a) MobileNet, (b) MobileNetV2, dan (c) VGG-16 pada FEI Face Database.....	74
Gambar 5.12 Hasil kurva ROC dan AUC pada FEI Face Database .....	74
Gambar 5.13 Efek fine-tuning terhadap masing-masing model .....	75
Gambar 5.14 Contoh hasil pengenalan wajah dan pengenalan ekspresi wajah ....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Arsitektur MobileNet .....	35
Tabel 2 Arsitektur MobileNetV2 .....	36
Tabel 3 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Ekspresi Wajah menggunakan MobileNet .....	53
Tabel 4 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Ekspresi Wajah menggunakan MobileNetV2 .....	55
Tabel 5 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Ekspresi Wajah menggunakan VGG-16 .....	56
Tabel 6 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah Georgia Tech Face Database menggunakan MobileNet .....	60
Tabel 7 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah Georgia Tech Face Database menggunakan MobileNetV2 .....	61
Tabel 8 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah Georgia Tech Face Database menggunakan VGG-16 .....	62
Tabel 9 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah AT&T Face Database menggunakan MobileNet .....	65
Tabel 10 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah AT&T Face Database menggunakan MobileNetV2 .....	66
Tabel 11 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah AT&T Face Database menggunakan VGG-16 .....	67
Tabel 12 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah FEI Face Database menggunakan MobileNet .....	70

Tabel 13 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah FEI Face Database menggunakan MobileNetV2 .....	71
Tabel 14 Hasil Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah FEI Face Database menggunakan VGG-16 .....	72
Tabel 15 Parameter yang dapat dilatih dari <i>fine-tuning</i> terhadap masing-masing model.....	77

