

KLASIFIKASI EKSPRESI WAJAH PADA CITRA DIGITAL MENGUNAKAN RESNET-50 BERBASIS WEB

SKRIPSI

Oleh:

MICHAEL SITANGGANG

NIM. 221112920

RIZKI ANANDA

NIM. 221112790

GIZKA TRIWULANDARI

NIM. 221112397



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS INFORMATIKA
UNIVERSITAS MIKROSKIL
MEDAN
2025**

FACIAL EXPRESSION CLASSIFICATION IN DIGITAL IMAGES USING RESNET-50 BASED ON THE WEB

FINAL RESEARCH

By:

**MICHAEL SITANGGANG
ID NUMBER. 221112920
RIZKI ANANDA
ID NUMBER. 221112790
GIZKA TRIWULANDARI
ID NUMBER. 221112397**



**UNDERGRADUATE PROGRAM OF COMPUTER SCIENCE
FACULTY OF INFORMATICS
UNIVERSITAS MIKROSKIL
MEDAN
2025**

LEMBARAN PENGESAHAN

**KLASIFIKASI EKSPRESI WAJAH PADA CITRA DIGITAL
MENGUNAKAN RESNET-50 BERBASIS WEB**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Guna
Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Studi S-1 Teknik Informatika

Oleh:

MICHAEL SITANGGANG
NIM. 221112920
RIZKI ANANDA
NIM. 221112790
GIZKA TRIWULANDARI
NIM. 221112397

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,



Irpan Adiputra Pardosi, S.Kom., M.TI

Dosen Pembimbing II,

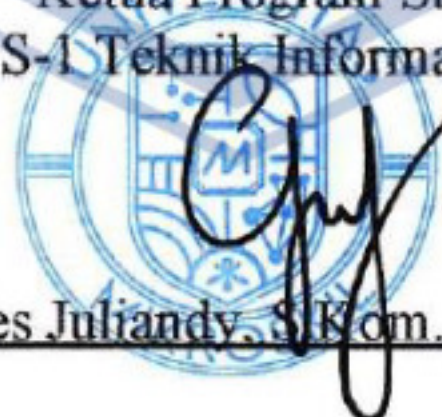


Darwin, S.Kom., M.Kom.

Medan, 16 Juli 2026

Diketahui dan Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi
S-1 Teknik Informatika,



Carles Juliandy, S.Kom., M.Kom.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Informatika Universitas Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Michael Sitanggang

NIM : 221112920

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Skripsi dengan judul dan tempat penelitian sebagai berikut:

Judul Skripsi : KLASIFIKASI EKSPRESI WAJAH PADA CITRA DIGITAL
MENGGUNAKAN RESNET-50 BERBASIS WEB

Tempat Penelitian : Universitas Mikroskil

Alamat Tempat Penelitian : Jl. M.H Thamrin No. 140, Pusat Ps., Kec, Medan Kota, Kota
Medan, Sumatera Utara 20212

No. Telp. Tempat Penelitian : (061) 4573767

Sehubungan dengan Skripsi tersebut, dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Skripsi tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh Universitas Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Skripsi saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Universitas Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Skripsi saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 1 Juli 2026

Saya yang membuat pernyataan,



Michael Sitanggang

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Informatika Universitas Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Gizka Triwulandari

NIM : 221112397

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Skripsi dengan judul dan tempat penelitian sebagai berikut:

Judul Skripsi : KLASIFIKASI EKSPRESI WAJAH PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN RESNET-50 BERBASIS WEB

Tempat Penelitian : Universitas Mikroskil

Alamat Tempat Penelitian : Jl. M.H Thamrin No. 140, Pusat Ps., Kec, Medan Kota, Kota Medan, Sumatera Utara 20212

No. Telp. Tempat Penelitian : (061) 4573767

Sehubungan dengan Skripsi tersebut, dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Skripsi tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh Universitas Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Skripsi saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Universitas Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Skripsi saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 1 Juli 2026

Saya yang membuat pernyataan,



Gizka Triwulandari

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Informatika Universitas Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Rizki Ananda

NIM : 221112790

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Skripsi dengan judul dan tempat penelitian sebagai berikut:

Judul Skripsi : KLASIFIKASI EKSPRESI WAJAH PADA CITRA DIGITAL

MENGGUNAKAN RESNET-50 BERBASIS WEB

Tempat Penelitian : Universitas Mikroskil

Alamat Tempat Penelitian : Jl. M.H Thamrin No. 140, Pusat Ps., Kec, Medan Kota, Kota Medan, Sumatera Utara 20212

No. Telp. Tempat Penelitian : (061) 4573767

Sehubungan dengan Skripsi tersebut, dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Skripsi tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh Universitas Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Skripsi saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Universitas Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Skripsi saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 1 Juli 2026

Saya yang membuat pernyataan,



Rizki Ananda

KLASIFIKASI EKSPRESI WAJAH PADA CITRA DIGITAL MENGUNAKAN RESNET-50 BERBASIS WEB

Abstrak

Klasifikasi ekspresi wajah secara otomatis masih terkendala kondisi pencahayaan gelap dan kemiripan visual antarekspresi. Penelitian ini membangun sistem klasifikasi tujuh ekspresi wajah (Happy, Sad, Angry, Fear, Disgust, Surprise, Neutral) menggunakan ResNet-50 berbasis web dengan dataset RAF-DB sebanyak 15.339 citra. Tahap preprocessing meliputi resize 224×224 piksel, deteksi kecerahan dengan perceptual luminance, dan brightness adjustment pada citra gelap. Evaluasi dilakukan menggunakan confusion matrix, Macro F1-Score, serta ROC dan AUC. Konfigurasi terbaik diperoleh pada pembagian data 90:5:5 tanpa Weighted Random Sampler dengan learning rate 1×10^{-4} dan weight decay 1×10^{-4} , menghasilkan akurasi 84,09% dan Macro F1-Score 0,7387. Pada penanganan pencahayaan gelap, penyaringan perceptual luminance dengan ambang 118 menghasilkan 7.703 citra gelap, dan brightness adjustment dengan nilai beta 30 memberikan akurasi tertinggi 75,65%, lebih baik dibanding beta 10 (75,39%) dan beta 20 (74,09%). Pada penanganan kemiripan ekspresi, akurasi yang diperoleh adalah 84,50% (Neutral vs Sad), 93,00% (Neutral vs Happy), dan 95,40% (Neutral vs Sad vs Happy), dengan pasangan Neutral dan Sad sebagai pasangan yang paling sulit dibedakan.

Kata kunci: ekspresi wajah, ResNet-50, RAF-DB, pencahayaan gelap, kemiripan ekspresi

Automatic facial expression classification still faces challenges from dark lighting conditions and visual similarity between expressions. This study develops a web-based system for classifying seven facial expressions (Happy, Sad, Angry, Fear, Disgust, Surprise, Neutral) using ResNet-50 on the RAF-DB dataset of 15,339 images. Preprocessing includes resizing to 224×224 pixels, brightness detection using perceptual luminance, and brightness adjustment on dark images. Evaluation was performed using a confusion matrix, Macro F1-Score, ROC, and AUC. The best configuration was obtained with a 90:5:5 data split without Weighted Random Sampler, a learning rate of 1×10^{-4} , and a weight decay of 1×10^{-4} , achieving 84.09% accuracy and a Macro F1-Score of 0.7387. For dark lighting, perceptual luminance filtering with a threshold of 118 produced 7,703 dark images, and brightness adjustment with a beta value of 30 gave the highest accuracy of 75.65%, outperforming beta 10 (75.39%) and beta 20 (74.09%). For expression similarity, the accuracies obtained were 84.50% (Neutral vs Sad), 93.00% (Neutral vs Happy), and 95.40% (Neutral vs Sad vs Happy), with the Neutral and Sad pair being the most difficult to distinguish.

Keywords: facial expression, ResNet-50, RAF-DB, dark lighting, expression similarity

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, kasih, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “KLASIFIKASI EKSPRESI WAJAH PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN RESNET-50 BERBASIS WEB” dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Tujuan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Mikroskil Medan.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Irpan Adiputra Pardosi, S.Kom., M.TI., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, masukan, serta arahan yang sangat bermanfaat kepada kami selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Darwin, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, motivasi, dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Hardy, S.Kom., M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Mikroskil yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan di Universitas Mikroskil.
4. Bapak Sunaryo Winardi, S.Kom., M.T., selaku Dekan Fakultas Informatika Universitas Mikroskil yang telah memberikan dukungan selama penulis menjalani perkuliahan.
5. Bapak Carles Juliandy, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Informatika Universitas Mikroskil yang telah memberikan arahan dan dukungan selama masa studi.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika Universitas Mikroskil yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, dan wawasan yang sangat bermanfaat selama penulis menempuh pendidikan.
7. Kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, motivasi, serta dukungan, baik secara moral maupun material, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

8. Seluruh sahabat, teman seangkatan, rekan sekelas, serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan semangat, dukungan, bantuan, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan belum sepenuhnya sempurna, baik dari segi isi, analisis, maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis dengan segala kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak sebagai bahan evaluasi dan penyempurnaan pada penelitian maupun karya ilmiah di masa yang akan datang. Besar harapan penulis agar Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan, serta menjadi salah satu referensi yang bermanfaat bagi pembaca, khususnya dalam pengembangan penelitian di bidang klasifikasi ekspresi wajah menggunakan arsitektur ResNet-50.

Medan, 30 Juni 2026

Penulis,

Michael Sitanggang
Gizka triwulandari
Rizki Ananda

DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	5
2.1 Citra Digital	5
2.1.1 Jenis Citra.....	5
2.1.2 Representasi Citra Digital	6
2.1.3 Pengolahan Citra Digital.....	7
2.2 <i>Deep Learning</i>	11
2.3 <i>Convolutional Neural Network</i>	12
2.3.1 <i>Forward Propagation</i>	12
2.3.2 <i>Backpropagation</i>	18
2.3.3 <i>Hyperparameter</i>	20
2.4 ResNet.....	23
2.4.1 Arsitektur ResNet-50	24
2.4.2 Pengenalan Ekspresi Wajah Dengan Metode ResNet-50	25
2.5 Ekspresi Wajah	26
2.6 Metode Evaluasi.....	28
2.6.1 <i>Confusion Matrix</i>	28
2.6.2 ROC dan AUC	30
2.7 Penanganan Ketidakseimbangan Data	31
2.7.1 Ketidakseimbangan Kelas pada Klasifikasi Citra	31
2.7.2 <i>WeightedRandomSampler</i>	32
BAB III TAHAPAN PELAKSANAAN	33
3.1 Analisis	33
3.1.1 Analisis Proses	33

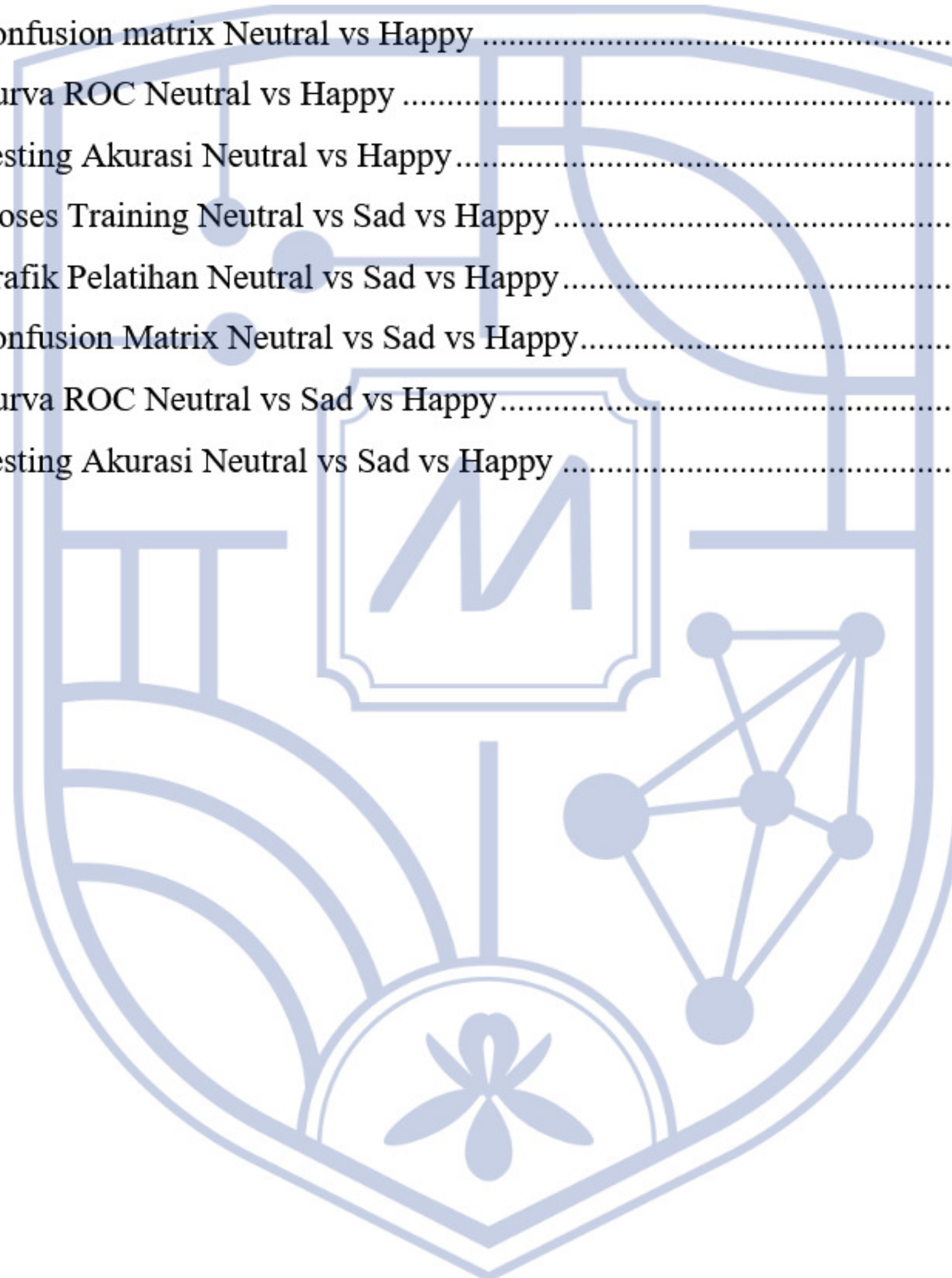
3.1.2 Dataset.....	34
3.1.3 <i>Preprocessing</i>	34
3.1.4 Melatih Model.....	43
3.1.5 Analisis Kebutuhan	67
3.2 Perancangan	72
3.2.1 Perancangan Aplikasi.....	72
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	76
4.1 Hasil	76
4.1.1 Implementasi Website.....	76
4.2 Pembahasan.....	80
4.2.1 Klasifikasi Tujuh Ekspresi Wajah.....	80
4.2.2 Perbandingan Penggunaan <i>Weighted Random Sample</i>	88
4.2.3 Perbandingan <i>Hyperparameter</i>	94
4.2.4 Pencahayaan Gelap	102
4.2.5 Kemiripan Ekspresi.....	111
BAB V PENUTUP.....	122
5.1 Kesimpulan	122
5.2 Saran	123
DAFTAR PUSTAKA.....	124
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Citra Digital (RGB).....	5
Gambar 2. 2 (a) Citra RGB, (b) Citra Grayscale, (c) Citra Biner	6
Gambar 2. 3 Ilustrasi Max Pooling Dan Average Pooling.....	17
Gambar 2. 4 Ilustrasi Fully Connected Layer	18
Gambar 2. 5 Ilustrasi Backpropagation.....	20
Gambar 2. 6 Confusion Matrix	29
Gambar 3. 1 Analisis Proses	33
Gambar 3. 2 Preprocessing	35
Gambar 3. 3 Citra Sampel Yang Diambil Pada Bagian Mata Kiri	36
Gambar 3. 4 Proses Resize 16 x 16.....	39
Gambar 3. 5 Forward Propagation.....	43
Gambar 3. 6 Fully Connected Layer Untuk Klasifikasi 3 Kelas Ekspresi Wajah	55
Gambar 3. 7 Backward Propagation	58
Gambar 3. 8 Sample Kurva ROC dan Hasil AUC.....	66
Gambar 3. 9 Website Klasifikasi Ekspresi Wajah	68
Gambar 3. 10 Halaman landing page.....	73
Gambar 3. 11 Halaman Upload dan Pratinjau Gambar.....	74
Gambar 3. 12 Hasil Analisis Gambar	75
Gambar 4. 1 Halaman Beranda.....	77
Gambar 4. 2 Halaman Upload Gambar.....	77
Gambar 4. 3 Halaman Pratinjau Gambar.....	78
Gambar 4. 4 Halaman Hasil Klasifikasi.....	78
Gambar 4. 5 Halaman Tentang	79
Gambar 4. 6 Proses Training pada Pembagian Data 70:15:15.....	81
Gambar 4. 7 Grafik Akurasi pada Pembagian Data 70:15:15.....	81
Gambar 4. 8 Confusion Matrix pada Pembagian Data 70:15:15	82
Gambar 4. 9 kurva ROC pada Pembagian Data 70:15:15	83
Gambar 4. 10 Proses Training pada Pembagian Data 80:10:10.....	83
Gambar 4. 11 Grafik Akurasi pada Pembagian Data 80:10:10.....	83
Gambar 4. 12 Confusion Matrix pada Pembagian Data 80:10:10	84
Gambar 4. 13 Kurva ROC pada Pembagian Data 80:10:10.....	85
Gambar 4. 14 Proses Training pada Pembagian Data 90:5:5.....	85
Gambar 4. 15 Grafik Akurasi pada Pembagian Data 90:5:5.....	86
Gambar 4. 16 Confusion Matrix pada Pembagian Data 90:5:5	86
Gambar 4. 17 Kurva ROC pada Pembagian Data 90:5:5.....	87

Gambar 4. 18 Proses Training Weighted Random Sample.....	88
Gambar 4. 19 Grafik Akurasi Weighted Random Sample.....	89
Gambar 4. 20 Hasil Evaluasi Weighted Random Sample.....	89
Gambar 4. 21 Confusion Matrix Weighted Random Sample	90
Gambar 4. 22 Kurva ROC Weighted Random Sample.....	90
Gambar 4. 23 Proses Training Tanpa Weighted Random Sample.....	91
Gambar 4. 24 Grafik Akurasi Tanpa Weighted Random Sample.....	91
Gambar 4. 25 Hasil Evaluasi Tanpa Weighted Random Sample.....	92
Gambar 4. 26 Confusion Matrix Tanpa Weighted Random Sample	92
Gambar 4. 27 Kurva ROC Tanpa Weighted Random Sample.....	93
Gambar 4. 28 Proses Training learning rate = 1×10^{-4} dan weight decay = 1×10^{-4}	94
Gambar 4. 29 Grafik Akurasi learning rate = 1×10^{-4} dan weight decay = 1×10^{-4}	94
Gambar 4. 30 Hasil Evaluasi learning rate = 1×10^{-4} dan weight decay = 1×10^{-4}	95
Gambar 4. 31 <i>Confusion Matrix</i> learning rate = 1×10^{-4} dan weight decay = 1×10^{-4}	95
Gambar 4. 32 Kurva ROC learning rate = 1×10^{-4} dan weight decay = 1×10^{-4}	96
Gambar 4. 33 Proses Training learning rate = 1×10^{-4} dan weight decay = 1×10^{-3}	96
Gambar 4. 34 Grafik Akurasi learning rate = 1×10^{-4} dan weight decay = 1×10^{-3}	97
Gambar 4. 35 Hasil Evaluasi learning rate = 1×10^{-4} dan weight decay = 1×10^{-3}	97
Gambar 4. 36 Confusion Matrix learning rate = 1×10^{-4} dan weight decay = 1×10^{-3}	98
Gambar 4. 37 Kurva ROC learning rate = 1×10^{-4} dan weight decay = 1×10^{-3}	98
Gambar 4. 38 <i>Proses Training</i> learning rate = 5×10^{-5} dan weight decay = 1×10^{-4}	99
Gambar 4. 39 Grafik Akurasi learning rate = 5×10^{-5} dan weight decay = 1×10^{-4}	99
Gambar 4. 40 Hasil Evaluasi learning rate = 5×10^{-5} dan weight decay = 1×10^{-4}	100
Gambar 4. 41 Confusion Matrix learning rate = 5×10^{-5} dan weight decay = 1×10^{-4}	100
Gambar 4. 42 Kurva ROC learning rate = 5×10^{-5} dan weight decay = 1×10^{-4}	101
Gambar 4. 43 Pencahayaan Gelap, (a) Angry, (b) Disgust, (c) Fear, (d) Happy, (e) Neutral, (f) Sad, (g) Surprise.	103
Gambar 4. 44 Grafik Pencahayaan Gelap, Beta = 10	104
Gambar 4. 45 Confusion Matrix Pencahayaan Gelap, Beta = 10	105
Gambar 4. 46 Kurva ROC Pencahayaan Gelap, Beta = 10.....	106
Gambar 4. 47 Grafik Pencahayaan Gelap, Beta = 20	106
Gambar 4. 48 Confusion matrix Pencahayaan Gelap, Beta = 30.....	107
Gambar 4. 49 Kurva ROC Pencahayaan Gelap, Beta = 20.....	108
Gambar 4. 50 Grafik Akurasi Pencahayaan Gelap, Beta = 30.....	108
Gambar 4. 51 Confusion Matrix Pencahayaan Gelap, Beta = 30	109
Gambar 4. 52 Kurva ROC Pencahayaan Gelap, Beta = 30.....	110
Gambar 4. 53 Citra Ekspresi Wajah (a) Neutral dan (b) Sad.....	112

Gambar 4. 54 Proses Training Dataset Neutral vs Sad	112
Gambar 4. 55 Grafik Pelatihan Neutral vs Sad	112
Gambar 4. 56 Confusion Matrix Neutral vs Sad.....	113
Gambar 4. 57 Kurva ROC Neutral vs Sad	114
Gambar 4. 58 Testing Akurasi Neutral vs Sad.....	114
Gambar 4. 59 Citra Ekspresi Wajah (a) Neutral dan (b) Happy	115
Gambar 4. 60 Proses Training Neutral vs Happy	115
Gambar 4. 61 Grafik Neutral vs Happy	115
Gambar 4. 62 Confusion matrix Neutral vs Happy	116
Gambar 4. 63 Kurva ROC Neutral vs Happy	117
Gambar 4. 64 Testing Akurasi Neutral vs Happy.....	117
Gambar 4. 65 Proses Training Neutral vs Sad vs Happy	118
Gambar 4. 66 Grafik Pelatihan Neutral vs Sad vs Happy.....	119
Gambar 4. 67 Confusion Matrix Neutral vs Sad vs Happy.....	119
Gambar 4. 68 Kurva ROC Neutral vs Sad vs Happy.....	120
Gambar 4. 69 Testing Akurasi Neutral vs Sad vs Happy	120



Tabel 2. 1 Arsitektur Resnet-50	24
Tabel 2. 2 Struktur Blok Residual (Bottleneck Block)	24
Tabel 2. 3 Deskripsi Ekspresi Wajah.....	27
Tabel 3. 1 Rincian Kategori Ekspresi Wajah Dan Jumlah Dataset.....	34
Tabel 3. 2 Matriks 32 x 32 Channel Red	36
Tabel 3. 3 Matriks 16 x 16 Channel R.....	39
Tabel 3. 4 Matriks 16 x 16 Channel G.....	40
Tabel 3. 5 Matriks 16 x 16 Channel B	40
Tabel 3. 6 matriks luminance.....	41
Tabel 3. 7 Hasil Matriks 16 x 16 Setelah di Brightness Adjustment	42
Tabel 3. 8 Matriks Sampel Citra.....	45
Tabel 3. 9 Matriks Filter 7 x 7	45
Tabel 3. 10 Output (8 x 8).....	47
Tabel 3. 11 Hasil Matriks Variance	48
Tabel 3. 12 Hasil Matriks Setelah Batch Normalization (Transformasi).....	49
Tabel 3. 13 Matriks Input 16 x 16.....	50
Tabel 3. 14 Matriks input 8 x 8 Dengan Filter Kernel 1 x 1 Dan Stride 2.....	50
Tabel 3. 15 Hasil Variance Matriks Input 8 x 8.....	51
Tabel 3. 16 Matriks Input 8 x 8 Setelah Batch Normalization.....	51
Tabel 3. 17 Hasil Perhitungan Addition Layer	52
Tabel 3. 18 Hasil Matriks ReLU.....	52
Tabel 3. 19 Hasil Matriks ReLU Dengan Penambahan Padding 1	53
Tabel 3. 20 Matriks Setelah Maxpooling 3 x 3.....	54
Tabel 3. 21 Nilai Weight Hidden Layer (w_0).....	55
Tabel 3. 22 Nilai Bias Hidden Layer (b_0)	55
Tabel 3. 23 Nilai Weight Output Layer (w_1).....	56
Tabel 3. 24 Nilai Bias Output Layer (b_1).....	56
Tabel 3. 25 Hasil Perhitungan Probabilitas.....	57
Tabel 3. 26 Matriks Gradient Weight (dw).....	59
Tabel 3. 27 Confusion Matrix.....	64
Tabel 3. 28 Skenario Use Case: Memasukkan Citra Ekspresi Wajah.....	68
Tabel 3. 29 Skenario Use Case: Melakukan Klasifikasi Ekspresi Wajah	69
Tabel 3. 30 Skenario Use Case: Menampilkan Hasil Klasifikasi Ekspresi Wajah	69
Tabel 3. 31 Kebutuhan Non-Fungsional.....	71
Tabel 4. 1 Hasil Akurasi Klasifikasi Tujuh Ekspresi Wajah	88

Tabel 4. 2 Testing Akurasi Pencahayaan Gelap.....	110
Tabel 4. 3 Testing Akurasi Kemiripan Ekspresi Neutral vs Sad.....	115
Tabel 4. 4 Testing Akurasi Kemiripan Ekspresi Neutral vs Happy	119
Tabel 4. 5 Testing Akurasi Kemiripan Ekspresi Neutral vs Sad vs Happy	122

