

**KLASIFIKASI DUA TAHAP PADA *IMAGE*
DEBLURRING WAJAH BERDASARKAN JENIS DAN
TINGKAT KEPARAHAN *BLUR* DENGAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS DAN U-NET**



OLEH :

MUHAMMAD HIDAYAT MAULUDDIN

09012682327010

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

**KLASIFIKASI DUA TAHAP PADA *IMAGE DEBLURRING* WAJAH
BERDASARKAN JENIS DAN TINGKAT KEPARAHAN *BLUR* DENGAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS DAN U-NET**

TESIS

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister**



OLEH :

MUHAMMAD HIDAYAT MAULUDDIN

09012682327010

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

KLASIFIKASI DUA TAHAP PADA *IMAGE DEBLURRING* WAJAH BERDASARKAN JENIS DAN TINGKAT KEPARAHAN *BLUR* DENGAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS* DAN U-NET

TESIS

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Magister

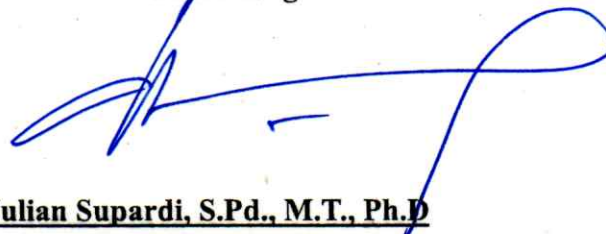
OLEH :

MUHAMMAD HIDAYAT MAULUDDIN

09012682327010

Palembang, 21 Juli 2025

Pembimbing



Julian Supardi, S.Pd., M.T., Ph.D
NIP. 197207102010121001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer



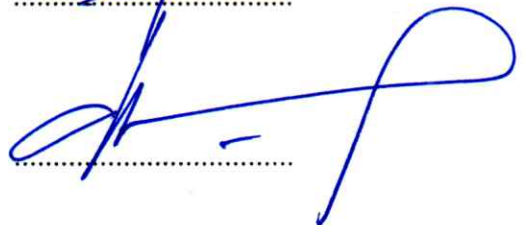
Dr. Firdaus, M.Kom
NIP. 197801212008121003

HALAMAN PERSETUJUAN

Pada hari Jum'at, tanggal 11 Juli 2025 telah dilaksanakan ujian sidang tesis oleh Magister Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Muhammad Hidayat Mauluddin
NIM : 09012682327010
Judul : Klasifikasi Dua Tahap Pada Image Deblurring Wajah Berdasarkan Jenis Dan Tingkat Keparahan Blur Dengan Convolutional Neural Networks Dan U-Net

1. Ketua Penguji
Prof. Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.
NIP. 196001121989031002
2. Penguji I
Dr. M. Fachrurrozi, M.T.
NIP. 198005222008121002
3. Penguji II
M Qurhanul Rizqie S.Kom., M.T., Ph.D.
NIP. 198712032022031006
4. Pembimbing
Julian Supardi, S.Pd., M.T., Ph.D.
NIP. 197207102010121001



Mengetahui,
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer



Dr. Firdaus, M.Kom

NIP. 197801212008121003

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Hidayat Mauluddin
NIM : 09012682327010
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
Judul Tesis : Klasifikasi Dua Tahap Pada Image Deblurring Wajah Berdasarkan Jenis Dan Tingkat Keparahan Blur Dengan Convolutional Neural Networks Dan U-Net

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 13 %

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, 12 Juli 2025



Muhammad Hidayat Mauluddin

NIM. 09012682327010

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tesis ini yang berjudul **"Klasifikasi Dua Tahap Pada Image Deblurring Wajah Berdasarkan Jenis Dan Tingkat Keparahan Blur Dengan Convolutional Neural Networks Dan U-Net"**.

Tesis ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Firdaus, M.Kom. selaku Kepala Program Studi Magister Ilmu Komputer
3. Bapak Dr. Ahmad Zarkasi, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik
4. Bapak Julian Supardi, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tesis
5. Orang Tua, Saudara, dan Keluarga yang memberikan motivasi dan dukungan dalam menyelesaikan Pendidikan Magister Ilmu Komputer
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tesis ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan dan dapat bermanfaat bagi pembaca serta dapat menjadi kontribusi positif bagi pengembangan keilmuan, khususnya di bidang ilmu komputer.

Palembang, 7 Juli 2025



Muhammad Hidayat Mauluddin

TWO-STAGE CLASSIFICATION FOR FACIAL IMAGE DEBLURRING BASED ON BLUR TYPE AND SEVERITY USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS AND U-NET

Muhammad Hidayat Mauluddin

Abstract

Image blur, particularly in facial images with varying types and severity levels, can significantly degrade visual quality and hinder the performance of facial recognition systems. This study proposes a two-stage classification approach for image deblurring based on Convolutional Neural Networks (CNN) and U-Net. The approach separates the classification of blur type and blur severity before applying a specialized deblurring model tailored for each identified combination. The three main blur types addressed are Gaussian Blur, Motion Blur, and Average Blur, each divided into five severity levels. Each deblurring model is independently developed according to the identified blur category through the two-stage classification system. Experimental results show that this separated approach significantly improves image restoration quality especially at low to moderate severity levels compared to conventional methods that use a single model for all severity levels. The average PSNR and SSIM scores, which reached 30.946 and 0.898 respectively, confirm the effectiveness of this strategy. Furthermore, the proposed framework enables more adaptive and specific processing tailored to the characteristics of the blurred image. In conclusion, integrating two-stage classification with deblurring model separation based on blur type and severity has been shown to enhance overall image restoration performance.

Keywords : *Image Deblurring, CNN, U-Net, Blur Classification*

KLASIFIKASI DUA TAHAP PADA IMAGE DEBLURRING WAJAH BERDASARKAN JENIS DAN TINGKAT KEPARAHAN BLUR DENGAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS DAN U-NET

Muhammad Hidayat Mauluddin

Abstrak

Permasalahan blur pada citra wajah, terutama dengan variasi jenis dan tingkat keparahan yang beragam, dapat menurunkan kualitas visual dan mengganggu performa sistem pengenalan wajah. Penelitian ini mengusulkan pendekatan dua tahap klasifikasi untuk image deblurring berbasis Convolutional Neural Networks (CNN) dan U-Net. Pendekatan ini memisahkan proses klasifikasi jenis blur dan tingkat keparahan blur sebelum menerapkan model deblurring yang dirancang khusus untuk masing-masing kombinasi. Tiga jenis blur utama yang ditangani adalah Gaussian Blur, Motion Blur, dan Average Blur, masing-masing dibagi ke dalam lima tingkat keparahan. Setiap model deblurring dikembangkan secara independen sesuai dengan kategori blur yang teridentifikasi melalui sistem klasifikasi dua tahap. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pendekatan terpisah ini memberikan peningkatan signifikan pada kualitas pemulihan citra, terutama pada tingkat keparahan rendah hingga sedang, dibandingkan metode konvensional yang menggunakan satu model untuk semua tingkat keparahan. Rata-rata nilai PSNR sebesar 30.946 dan SSIM sebesar 0.898 yang diperoleh membuktikan efektivitas strategi ini. Selain itu, pendekatan ini juga memungkinkan pemrosesan yang lebih adaptif dan spesifik terhadap karakteristik blur pada citra. Dengan demikian, integrasi klasifikasi dua tahap dan pemisahan model deblurring berdasarkan jenis dan tingkat keparahan blur terbukti meningkatkan performa pemulihan citra secara keseluruhan.s.

Kata Kunci : Image Deblurring, Klasifikasi Blur, U-Net, CNN

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
<i>Abstract</i>	vi
Abstrak	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pendahuluan	6
2.2 Blur pada Citra	6
2.3 Klasifikasi <i>Blur</i> pada Citra	6
2.4 <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN) untuk Klasifikasi <i>Blur</i>	7
2.5 <i>Image Deblurring</i>	9
2.6 U-Net untuk <i>Image Deblurring</i>	10
2.7 Integrasi Klasifikasi dan <i>Image Deblurring</i> pada Citra	12
2.8 Deteksi Wajah pada Citra	13
2.9 Metrik Evaluasi dalam Klasifikasi <i>Blur</i>	14
2.9.1 Akurasi	14
2.9.2 Presisi	15
2.9.3 Recall	15

2.9.4	F1-score	15
2.9.5	Confusion Matrix	16
2.10	Metrik Evaluasi dalam <i>Image Deblurring</i>	16
2.10.1	<i>Peak Signal-to-Noise Ratio</i> (PSNR)	17
2.10.2	<i>Structural Similarity Index Measure</i> (SSIM)	17
2.11	Optimizer Adam (<i>Adaptive Moment Estimation</i>)	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		20
3.1	Pendahuluan	20
3.2	Metode yang diusulkan	23
3.3	Lingkungan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	25
3.4	Pengumpulan Data	26
3.4.1	Penerapan <i>Blur</i> pada Dataset	27
3.5	Pengembangan Model	28
3.5.1	Klasifikasi <i>Blur</i>	28
3.5.2	<i>Image Deblurring</i>	29
3.5.3	Integrasi Model Klasifikasi dan Model <i>Deblurring</i>	29
3.6	Evaluasi Model secara Individual	30
3.7	Evaluasi Sistem terintegrasi	30
3.8	Evaluasi Hasil pada Deteksi Wajah	30
3.9	Analisis Hasil dan Perbandingan	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Data dan Pengumpulan Data	32
4.2	Pengembangan Model	33
4.2.1	Pengembangan Model Klasifikasi	33
4.2.2	Pengembangan Model <i>Image Deblurring</i>	35
4.2.3	Pelatihan Model	37
4.3	Evaluasi Model	40
4.3.1	Evaluasi Hasil Klasifikasi Model Jenis <i>Blur</i>	40
4.3.2	Evaluasi Hasil Klasifikasi Model Tingkat Keparahan <i>Blur</i>	42
4.3.3	Evaluasi Hasil Model <i>Image Deblurring</i>	47
4.3.4	Evaluasi Sistem Terintegrasi	51
4.3.5	Evaluasi Hasil pada Deteksi Wajah	54
4.4	Analisis Hasil dan Perbandingan	55
4.4.1	Analisis Hasil Model Klasifikasi Jenis <i>Blur</i>	55

4.4.2	Analisis Hasil Model Klasifikasi Tingkat Keparahan <i>Blur</i>	56
4.4.3	Analisis Hasil Model <i>Image Deblurring</i>	59
4.4.4	Analisis Perbandingan	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA		67
LAMPIRAN		70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur U-Net	11
Gambar 2.2 Confusion Matrix	16
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	20
Gambar 3.2 Framework pendekatan yang diusulkan	23
Gambar 3.3 Contoh citra dari FFHQ Dataset	26
Gambar 4.1 Sampel Dataset setelah diterapkan blur	32
Gambar 4.2 Arsitektur CNN untuk Klasifikasi <i>Blur</i>	34
Gambar 4.3 Arsitektur U-Net untuk <i>Image Deblurring</i>	36
Gambar 4.4 Confusion Matrix pada Model Klasifikasi Jenis <i>Blur</i>	41
Gambar 4.5 <i>Confusion Matrix</i> untuk Model Klasifikasi Tingkat Keparahan pada <i>Average Blur</i>	43
Gambar 4.6 <i>Confusion Matrix</i> untuk Model Klasifikasi Tingkat Keparahan pada <i>Gaussian Blur</i>	44
Gambar 4.7 <i>Confusion Matrix</i> untuk Model Klasifikasi Tingkat Keparahan pada <i>Motion Blur</i>	46
Gambar 4.8 Perbandingan citra <i>blur</i> , hasil <i>deblurring</i> , dan citra asli untuk <i>Average Blur</i> pada berbagai tingkat keparahan <i>blur</i> :	48
Gambar 4.9 Perbandingan citra <i>blur</i> , hasil <i>deblurring</i> , dan citra asli untuk <i>Gaussian Blur</i> pada berbagai tingkat keparahan <i>blur</i> :	49
Gambar 4.10 Perbandingan citra <i>blur</i> , hasil <i>deblurring</i> , dan citra asli untuk <i>Motion Blur</i> pada berbagai tingkat keparahan <i>blur</i> :	50
Gambar 4.11 Perbandingan deteksi wajah pada citra <i>blur</i> sebelum dan setelah <i>deblurring</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Perangkat Keras	25
Tabel 3.2 Spesifikasi Perangkat Lunak	25
Tabel 3.3 Tingkat Keparahan <i>Blur</i> Berdasarkan Rentang Nilai SSIM	27
Tabel 4.1 <i>Hyperparameter</i> untuk Pelatihan Model Klasifikasi Jenis <i>Blur</i>	38
Tabel 4.2 <i>Hyperparameter</i> untuk Pelatihan Model Klasifikasi Tingkat Keparahan <i>Blur</i>	39
Tabel 4.3 <i>Hyperparameter</i> untuk Pelatihan Model <i>Image Deblurring</i>	40
Tabel 4.4 Evaluasi Model Klasifikasi Jenis <i>Blur</i>	41
Tabel 4.5 Evaluasi Klasifikasi Tingkat Keparahan pada Jenis <i>Average Blur</i>	42
Tabel 4.6 Evaluasi Klasifikasi Tingkat Keparahan pada Jenis <i>Gaussian Blur</i>	44
Tabel 4.7 Evaluasi Klasifikasi Tingkat Keparahan pada Jenis <i>Motion Blur</i>	45
Tabel 4.8 Evaluasi Model <i>Deblurring</i>	47
Tabel 4.9 Perbandingan nilai PSNR dan SSIM sebelum dan setelah <i>deblurring</i> pada <i>Average Blur</i>	49
Tabel 4.10 Perbandingan nilai PSNR dan SSIM sebelum dan setelah <i>deblurring</i> pada <i>Gaussian Blur</i>	50
Tabel 4.11 Perbandingan nilai PSNR dan SSIM sebelum dan setelah <i>deblurring</i> pada <i>Motion Blur</i>	51
Tabel 4.12 Evaluasi Sistem Terintegrasi	52
Tabel 4.13 Perbandingan Metode yang diusulkan dengan metode tanpa tahap klasifikasi tingkat keparahan blur	61
Tabel 4.14 Perbandingan Metode yang diusulkan dan Metode Konvensional	62

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Halaman Publikasi Jurnal
- Lampiran 2.** Halaman Pengecekan Turnitin
- Lampiran 3.** Surat Keterangan Pengecekan Similarity
- Lampiran 4.** Halaman Asistensi Tesis
- Lampiran 5.** Halaman Hasil USEPT
- Lampiran 6.** SK Pembimbing

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era digital saat ini, citra wajah memainkan peran krusial dalam berbagai aplikasi, seperti keamanan, pengenalan wajah, aplikasi kesehatan, dan media sosial. Namun, citra wajah sering kali mengalami masalah *blur*, yaitu kondisi ketika detail visual pada gambar menjadi kabur atau tidak tajam, yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti gerakan kamera, ketidakfokusan, atau pencahayaan yang buruk. Masalah ini tidak hanya menghambat akurasi sistem pengenalan wajah, tetapi juga menurunkan efektivitas sistem pengawasan, serta mengurangi kualitas visual yang membuat citra kurang menarik untuk dilihat (Beulah Benslet & Parameswari, 2024; B. Wang dkk., 2023). Oleh karena itu, peningkatan kualitas citra wajah, termasuk penanganan masalah *blur*, menjadi sangat penting untuk memastikan efektivitas sistem dan pengalaman pengguna yang lebih baik.

Untuk mengatasi masalah *blur* pada citra wajah, berbagai metode *deblurring* telah dikembangkan. Namun, pendekatan konvensional umumnya menggunakan satu model untuk menangani berbagai tingkat keparahan *blur* secara bersamaan. Pendekatan ini sering kali menghasilkan performa yang kurang optimal karena model tidak mampu menangani secara spesifik setiap tingkat keparahan *blur*. Akibatnya, hasil *deblurring* menjadi kurang efektif, terutama pada citra dengan variasi tingkat keparahan *blur* yang besar, seperti yang terlihat dalam penelitian (Qi dkk., 2021). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih adaptif dan terfokus untuk mengembangkan model yang lebih optimal dalam menangani variasi *blur*, baik dari segi jenis maupun tingkat keparahannya.

Image Deblurring telah menjadi topik penelitian yang penting dalam pengolahan citra, dengan tujuan untuk memperbaiki citra yang kabur sehingga informasi yang berguna dapat diekstraksi dengan lebih baik (Yang & Chang, 2020). Namun, perbaikan pada citra wajah khususnya pada citra yang *blur* menimbulkan tantangan tersendiri, terutama karena variasi dalam jenis *blur* seperti *Gaussian blur*,

motion blur, dan *average blur*, serta perbedaan tingkat keparahan yang mungkin terjadi (Roy dkk., 2017).

Penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini seperti pada (Ajwad & Tahmed Salim Rafid, 2023), berjudul “*Enhancing Facial Image Clarity: Deblurring Gaussian blur with UNET++ Architecture*”, fokus pada perbaikan citra dengan jenis *Gaussian blur* menggunakan arsitektur UNET++. Mereka berhasil meningkatkan citra yang terkena *Gaussian blur* dengan nilai *Structural similarity index measure* (SSIM) mencapai 0.983 untuk kernel size 3x3. Meskipun berhasil, penelitian ini terbatas pada jenis *Gaussian blur* saja dengan tingkat keparahan yang relatif rendah yaitu dengan *kernel size* 3x3, 5x5, dan 7x7. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Qi dkk., 2021) berjudul “*Blind Face Image Deblurring with Enhancement*” menggunakan arsitektur *Generative Adversarial Network* (GAN) untuk memperbaiki citra *blur* dengan tingkat keparahan bervariasi, mulai dari kernel size 13x13 hingga 27x27. Namun, mereka melatih satu model untuk menangani seluruh spektrum tingkat keparahan *blur* dalam satu rentang kernel. Pendekatan seperti ini, di mana satu model digunakan untuk menangani berbagai tingkat keparahan *blur*, juga dilakukan oleh beberapa peneliti lainnya, termasuk (Cai dkk., 2018; Kim dkk., 2024; Yasarla dkk., 2020). Namun, metode ini memiliki kelemahan karena melatih satu model untuk rentang variasi yang terlalu luas dapat mengurangi performa model dalam menangani *blur* pada tiap tingkat keparahan secara spesifik. Selain itu, penelitian-penelitian ini hanya berfokus pada satu jenis *blur*, tanpa mempertimbangkan jenis *blur* lainnya yang mungkin memerlukan pendekatan berbeda. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Roy dkk., 2017) dengan judul “*Blur Classification and Deblurring of Images*” memberikan wawasan tentang pengintegrasian klasifikasi *blur* dan perbaikan citra, tetapi tidak menjelaskan secara detail jenis gambar dan hasil yang diperoleh.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah framework yang lebih adaptif dan terfokus dalam menangani citra wajah dengan variasi jenis dan tingkat keparahan *blur*. Framework yang diusulkan memisahkan model *deblurring* secara spesifik berdasarkan jenis dan tingkat keparahan *blur*. Dalam framework ini, *Convolutional Neural Network* (CNN) digunakan untuk mengklasifikasikan jenis serta tingkat keparahan *blur*, sedangkan U-Net diterapkan untuk proses *deblurring*

yang disesuaikan dengan hasil klasifikasi. Pendekatan ini diharapkan tidak hanya mampu memperbaiki citra wajah secara lebih efektif, tetapi juga memberikan solusi yang lebih fleksibel dan optimal dibandingkan metode konvensional yang cenderung kurang optimal dalam menangani variasi *blur*. Framework ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan kualitas citra wajah untuk berbagai aplikasi.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian sebelumnya sering kali mengembangkan satu model tunggal untuk menangani berbagai tingkat keparahan *blur*. Pendekatan ini berisiko menyebabkan model tidak dapat fokus secara spesifik pada setiap tingkat keparahan, sehingga performanya kurang optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang memisahkan model *deblurring* berdasarkan jenis dengan tingkat keparahan blur yang berbeda-beda, agar model dapat lebih efektif dalam menangani setiap kategori secara khusus.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini agar penelitian tidak melebar dari pokok masalah dan agar penelitian dapat terarah. Berikut adalah poin-poin batasan masalah pada penelitian ini:

1. Penelitian ini hanya akan memfokuskan pada *deblurring* citra wajah yang mengalami berbagai jenis *blur* dengan tingkat keparahan yang berbeda.
2. Jenis blur yang dipertimbangkan meliputi Gaussian Blur, Average Blur, dan Motion Blur.
3. Dalam penelitian ini saya membatasi tingkat keparahan blur nya ke dalam 5 kategori yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.
4. Penelitian tidak akan mempertimbangkan faktor-faktor eksternal seperti kondisi pencahayaan yang ekstrem atau gangguan lainnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model *deblurring* yang terpisah berdasarkan jenis dan tingkat keparahan *blur*, sehingga dapat meningkatkan performa dan hasil pemulihan citra secara optimal. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk membangun sistem klasifikasi dua tahap yang mampu mengidentifikasi jenis *blur* dan tingkat keparahannya, agar dapat membantu dalam pemilihan model *deblurring* yang tepat.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai jenis dan tingkat keparahan *blur* pada citra wajah.
2. Menghasilkan sistem *image deblurring* yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk keamanan, pengenalan wajah, dan analisis medis.
3. Berkontribusi terhadap pengembangan teknologi pengolahan citra yang lebih canggih dan andal, khususnya dalam penghilangan *blur* pada citra wajah.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan bertujuan untuk memudahkan penyusunan isi dari setiap bab yang ada pada penelitian ini, yang dirangkum sebagai berikut:

1. **BAB I Pendahuluan**

Pada BAB I akan terdiri dari penjelasan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

2. **BAB II Tinjauan Pustaka**

BAB II akan terdiri dari penjelasan mengenai teori teori dan penelitian penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang saya lakukan

3. **BAB III Metodologi Penelitian**

BAB III terdiri dari penjelasan tahapan tahapan yang akan ada pada penelitian,

metode yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan yang ada pada penelitian ini.

4. **BAB IV Hasil Dan Pembahasan**

Bab IV akan memaparkan hasil dari penelitian yang selanjutnya hasil tersebut dianalisis

5. **BAB V Kesimpulan Dan Saran**

Pada BAB V ini disajikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, serta saran yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya agar memperoleh hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajwad, A. J., & Tahmed Salim Rafid, S. (2023). Enhancing Facial Image Clarity: Deblurring Gaussian blur with UNET++ Architecture. *2023 26th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICCIT60459.2023.10441021>
- Beulah Benslet, S. S., & Parameswari, P. (2024). Enhancement of Criminal Facial Image Using Multistage Progressive V-Net for Facial Recognition by Pixel Restoration. *ICST Transactions on Scalable Information Systems*, 11(3). <https://doi.org/10.4108/eetsis.3980>
- Cai, C., Meng, H., & Zhu, Q. (2018). Blind deconvolution for image deblurring based on edge enhancement and noise suppression. *IEEE Access*, 6, 58710–58718. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2874980>
- Horé, A., & Ziou, D. (2010). Image quality metrics: PSNR vs. SSIM. *Proceedings - International Conference on Pattern Recognition, March*, 2366–2369. <https://doi.org/10.1109/ICPR.2010.579>
- Huihui, Y., Daoliang, L., & Yingyi, C. (2023). A state-of-the-art review of image motion deblurring techniques in precision agriculture. *Heliyon*, 9(6), e17332. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17332>
- Kim, Y., Kwon, H., & Ko, H. (2024). Facial image deblurring network for robust illuminance adaptation and key structure restoration. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 133(PA), 107959. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.107959>
- Kingma, D. P., & Ba, J. L. (2015). Adam: A method for stochastic optimization. *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015 - Conference Track Proceedings*, 1–15.
- Li, Z. (2023). *Image Deblurring using GAN*. 1–8. <http://arxiv.org/abs/2312.09496>
- Lian, Z., & Wang, H. (2023). An image deblurring method using improved U-Net model based on multilayer fusion and attention mechanism. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47768-4>
- Liu, Y. Q., Du, X., Shen, H. L., & Chen, S. J. (2021). Estimating Generalized Gaussian Blur Kernels for Out-of-Focus Image Deblurring. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 31(3), 829–843. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2020.2990623>
- Priadana, A., & Habibi, M. (2019). Face detection using haar cascades to filter selfie face image on instagram. *Proceeding - 2019 International Conference of Artificial Intelligence and Information Technology, ICAIIT 2019*, 6–9. <https://doi.org/10.1109/ICAIIIT.2019.8834526>
- Qi, Q., Guo, J., Li, C., & Xiao, L. (2021). Blind face images deblurring with enhancement. *Multimedia Tools and Applications*, 80(2), 2975–2995. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09460-x>

- Roy, A., Aher, P., Kalaskar, K., Agarwal, P., Shital, P., & Bhandare, S. (2017). Blur Classification and Deblurring of Images. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4(4), 2395–56. <https://www.irjet.net/archives/V4/i4/IRJET-V4I4460.pdf>
- Sen, S. Y., & Ozkurt, N. (2020). Convolutional Neural Network Hyperparameter Tuning with Adam Optimizer for ECG Classification. *Proceedings - 2020 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference, ASYU 2020*, 978. <https://doi.org/10.1109/ASYU50717.2020.9259896>
- Setiadi, D. R. I. M. (2021). PSNR vs SSIM: imperceptibility quality assessment for image steganography. *Multimedia Tools and Applications*, 80(6), 8423–8444. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-10035-z>
- Tharwat, A. (2018). Classification assessment methods. *Applied Computing and Informatics*, 17(1), 168–192. <https://doi.org/10.1016/j.aci.2018.08.003>
- Tiwari, S. (2020). A blur classification approach using deep convolution neural network. *International Journal of Information System Modeling and Design*, 11(1), 93–111. <https://doi.org/10.4018/IJISMD.2020010106>
- Tripathi, M. (2021). Facial image denoising using AutoEncoder and UNET. *Heritage and Sustainable Development*, 3(2), 89–96. <https://doi.org/10.37868/hsd.v3i2.71>
- Tyas Purwa Hapsari, D., Gusti Berliana, C., Winda, P., & Arief Soeleman, M. (2018). Face Detection Using Haar Cascade in Difference Illumination. *Proceedings - 2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication: Creative Technology for Human Life, ISemantic 2018*, 555–559. <https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC.2018.8549752>
- Wang, B., Xu, F., & Zheng, Q. (2023). A survey on facial image deblurring. *Computational Visual Media*, 10(1), 3–25. <https://doi.org/10.1007/s41095-023-0336-6>
- Wang, R., Li, W., Li, R., & Zhang, L. (2019). Automatic blur type classification via ensemble SVM. *Signal Processing: Image Communication*, 71(37), 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.image.2018.08.003>
- Wang, R., Li, W., Qin, R., & Wu, J. Z. (2017). Blur image classification based on deep learning. *IST 2017 - IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques, Proceedings, 2018-Janua*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/IST.2017.8261503>
- Wang, R., Li, W., & Zhang, L. (2019). Blur image identification with ensemble convolution neural networks. *Signal Processing*, 155, 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2018.09.027>
- Wang, Y. (2024). AMSA-UNet: An Asymmetric Multiple Scales U-net Based on Self-attention for Deblurring. 1–15. <http://arxiv.org/abs/2406.09015>
- William, W., Harahap, M., Sihombing, J. P., & Lubis, A. R. (2020). Deblurring Citra Dengan Metode Lucy Richardson Deconvolution. *Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (Jutikomp)*, 3(1), 441–454.

- Yang, C., & Chang, L. (2020). Deblurring And Super-Resolution Using Deep Gated Fusion Attention Networks For Face Images. *ICASSP 2020 - 2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 1623–1627. <https://doi.org/10.1109/ICASSP40776.2020.9053784>
- Yasarla, R., Perazzi, F., & Patel, V. M. (2020). Deblurring Face Images Using Uncertainty Guided Multi-Stream Semantic Networks. *IEEE Transactions on Image Processing*, 29, 6251–6263. <https://doi.org/10.1109/TIP.2020.2990354>
- Yu, Z. (2023). Image deblurring: comparison and analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 2634(1), 012034. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2634/1/012034>