

**PENINGKATAN KUALITAS CITRA DIGITAL
MENGUNAKAN METODE HISTOGRAM EQUALIZATION
UNTUK MENDETEKSI WAJAH PADA CITRA GELAP
BERWARNA**

*Diajukan Untuk Menyusun Tugas Akhir
di Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer UNSRI*



Oleh :

Argha Novan Rosiansiesha

NIM : 09021281823040

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENINGKATAN KUALITAS CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN
METODE HISTOGRAM EQUALIZATION UNTUK
MENDETEKSI WAJAH PADA CITRA GELAP BERWARNA**

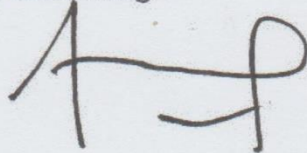
Oleh :

Argha Novan Rosiansiesha

NIM : 09021281823040

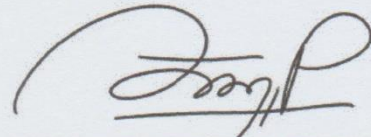
Palembang, 03 Agustus 2022

Pembimbing I



M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP. 198005222008121002

Pembimbing II



Anggina Primanita, M.IT, Ph.D
NIP.198908062015042002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

TANDA LULUS UJIAN SIDANG SKRIPSI

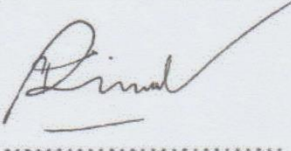
Pada hari Senin tanggal 25 Juli 2022 telah dilaksanakan ujian sidang komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Argha Novan Rosiansiesha
NIM : 09021281823040
Judul : Peningkatan Kualitas Citra Digital Menggunakan Metode Histogram Equalization Untuk Mendeteksi Wajah Pada Citra Gelap Berwarna

Dan dinyatakan LULUS.

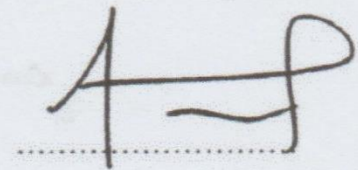
1. Ketua

Mastura Diana Marieska, M.T.
NIP. 198603212018032001




2. Pembimbing I

M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP. 198005222008121002



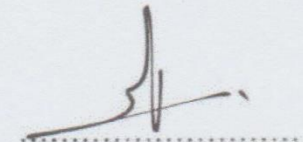
3. Pembimbing II

Anggina Primanita, M.IT, Ph.D
NIP.198908062015042002



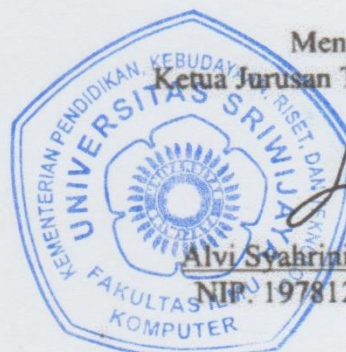
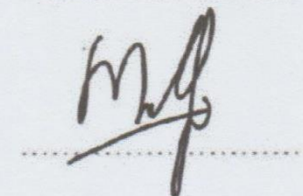
4. Penguji I

Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198410012009121005




5. Penguji II

Muhammad Qurhannul Rizqie, M.T., Ph.D
NIDN. 0203128701



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika


Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Argha Novan Rosiansiesha
NIM : 09021281823040
Program Studi : Teknik Informatika
Judul : Peningkatan Kualitas Citra Digital Menggunakan Metode Histogram Equalization Untuk Mendeteksi Wajah Pada Citra Gelap Berwarna

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 6%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak adapaksa dari siapapun.



Palembang, 15 Agustus 2022



Argha Novan Rosiansiesha
NIM 09021281823040

MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.”

– *QS Ar Ra'd 11*

Kupersembahkan Skripsi ini kepada :

1. Allah SWT & Nabi Muhammad SAW
2. Kedua Orangtua dan Keluargaku
3. Teman Seperjuanganku

**IMPROVING THE QUALITY OF DIGITAL IMAGES USING HISTOGRAM
EQUALIZATION METHOD TO DETECT FACES IN COLORED DARK
IMAGES**

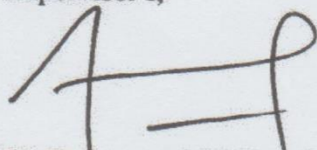
Argha Novan Rosiansiesha
09021281823040

ABSTRACT

Objects Detection such as faces is very useful in the field of security and data collection processes such as surveys. The face detection algorithm requires an input image that displays the face object clearly and brightly. If the image is too dark, it will be difficult for the algorithm to detect the presence of the face. For that we need a method that is used to clarify facial objects in dark images. Histogram Equalization is a method used to even out the brightness intensity value of an image. This method is suitable for use because the intensity of the brightness of dark images tends to be closer to the left so that the distribution needs to be evened out. The research was conducted by developing software that can improve the quality of dark images using the Histogram Equalization method. The results of this study indicate the success of the software in helping face detection algorithms in dark images. The average level of accuracy of the Intersection Over Union obtained is 0.783, which means that it is quite accurate in the process of detecting objects in the form of faces.

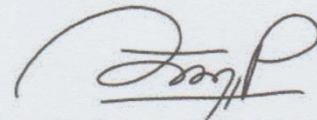
Key Words : *Face Detection, Histogram Equalization, Haarcascade Classifier, Dark Image*

Supervisor I,



M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP. 198005222008121002

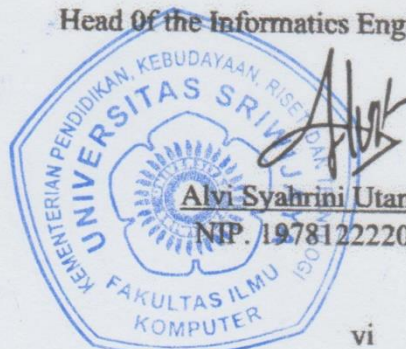
Palembang, August 2022
Supervisor II,



Anggina Primanita, M.IT, Ph.D
NIP.198908062015042002

Approved,

Head Of the Informatics Engineering Departement



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

**PENINGKATAN KUALITAS CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN
METODE HISTOGRAM EQUALIZATION UNTUK MENDETEKSI
WAJAH PADA CITRA GELAP BERWARNA**

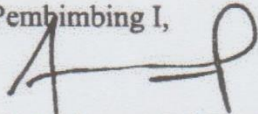
**Argha Novan Rosiansiesha
09021281823040**

ABSTRAK

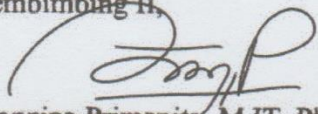
Pendeteksi objek seperti wajah sangat berguna dalam bidang keamanan dan proses pengambilan data seperti survei. Algoritma pendeteksi wajah tersebut memerlukan citra masukan yang menampilkan objek wajah dengan jelas dan terang. Apabila citra terlalu gelap akan mempersulit algoritma dalam mendeteksi keberadaan wajah tersebut. Untuk itu dibutuhkan suatu metode yang digunakan untuk memperjelas objek wajah pada citra yang gelap. *Histogram Equalization* adalah metode yang digunakan untuk meratakan nilai intensitas kecerahan dari suatu citra. Metode ini cocok digunakan karena intensitas kecerahan citra gelap lebih cenderung merapat ke kiri sehingga penyebarannya perlu diratakan. Penelitian dilakukan dengan cara mengembangkan perangkat lunak yang dapat meningkatkan kualitas citra gelap dengan menggunakan metode *Histogram Equalization*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan keberhasilan perangkat lunak dalam membantu algoritma pendeteksi wajah pada citra yang gelap. Tingkat akurasi rata-rata *Intersection Over Union* yang didapat sebesar 0.783 yang berarti sudah cukup akurat dalam proses pendeteksi objek berupa wajah.

Kata Kunci : Pendeteksi Wajah, Ekualisasi Histogram, Pengklasifikasi *Haarcascade*, Citra Gelap

Pembimbing I,


M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.
NIP. 198005222008121002

Palembang, Agustus 2022
Pembimbing II,


Anggina Primanita, M.IT, Ph.D
NIP.198908062015042002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Peningkatan Kualitas Citra Digital Menggunakan Metode Histogram Equalization untuk Mendeteksi Wajah pada Citra Gelap Berwarna”. Adapun tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan tingkat sarjana pada jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Sriwijaya

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada banyak pihak yang telah memberikan semangat, dukungan, motivasi, doa dan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, pihak tersebut antara lain :

1. Kedua orang tua saya beserta keluarga yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Saudara perempuan saya Suci Ferialia dan Lidya Oktarina yang selalu memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Jaidan Jauhari, M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Muhammad Fachrurrozi, M.T. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Anggina Primanita, M.IT, Ph.D selaku pembimbing II yang telah

membimbing dan mengarahkan penulis dalam proses perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir

6. Bapak Danny Matthew Saputra, M.SC. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
7. Bapak Muhammad Qurhanul Rizqie, M.T., Ph. D dan Bapak Dr.Abdiansah, S.Kom., M.Cs. selaku dosen penguji yang telah memberikan koreksi dan masukan untuk tugas akhir ini.
8. Rubi Kurniawan, Septia Annisa, Aldi Anugra, Valiant Reza yang telah membantu dan menemani penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
9. Teman-teman jurusan Teknik Informatika yang selalu berbagi informasi dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata semoga tugas akhir yang penulis buat memberikan manfaat bagi kita semua.

Indralaya, 02 Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
TANDA LULUS UJIAN SIDANG SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
MOTTO	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Pendahuluan	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah	I-1
1.3 Rumusan Masalah	I-2
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.6 Batasan Masalah.....	I-3
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II KAJIAN LITERATUR	II-1
2.1 Pendahuluan	II-1

2.2	Landasan Teori	II-1
2.2.1	Ruang Warna RGB	II-1
2.2.2	Ruang Warna HSV	II-2
2.2.3	Konversi RGB ke HSV	II-2
2.2.4	Konversi HSV ke RGB	II-5
2.2.5	Kualitas Citra	II-6
2.2.6	Histogram	II-6
2.2.7	Citra Gelap	II-7
2.2.8	Histogram Equalization	II-7
2.2.9	Wajah	II-9
2.2.10	Pendeteksi wajah	II-9
2.2.11	<i>OpenCV</i>	II-9
2.2.12	<i>Haar Cascade</i>	II-10
2.2.13	<i>Intersection Over Union</i>	II-10
2.2.14	Rational Unified Process (RUP)	II-10
2.3	Penelitian Lain yang Relevan	II-12
2.4	Kesimpulan	II-15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Pendahuluan	III-1
3.2	Pengumpulan Data	III-1
3.2.1	Jenis Data	III-1
3.2.2	Sumber Data	III-1
3.2.3	Metode Pengumpulan Data	III-2
3.3	Tahapan Penelitian	III-6
3.3.1	Diagram Alir	III-6
3.4	Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-9
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK		IV-1
4.1	Pendahuluan	IV-1
4.2	Fase Insepsi	IV-1
4.2.1	Pemodelan Bisnis	IV-1
4.2.2	Analisis Data	IV-2

4.2.3	<i>Requirement</i>	IV-13
4.2.4	<i>Use Case Diagram</i>	IV-14
4.3	Fase Elaborasi.....	IV-21
4.3.1	Pemodelan bisnis.....	IV-21
4.3.2	Perancangan Interface	IV-21
4.3.3	Diagram Sequence	IV-22
4.4	Fase Kontruksi.....	IV-26
4.4.1	Diagram Kelas.....	IV-26
4.4.2	Implementasi Diagram Kelas	IV-27
4.4.3	Implementasi Interface Program	IV-27
4.5	Fase Transisi.....	IV-29
4.5.1	Pemodelan Bisnis	IV-29
4.5.2	Pengujian <i>Black Box</i>	IV-29
4.6	Kesimpulan.....	IV-34
BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN.....		V-1
5.1	Pendahuluan	V-1
5.2	Data Hasil Penelitian	V-1
5.2.1	Konfigurasi Percobaan	V-1
5.2.2	Perbandingan Citra <i>Input</i> dan Citra <i>Output</i>	V-2
5.2.3	Nilai <i>Intersection Over Union</i> Citra <i>Output</i>	V-17
5.3	Kesimpulan.....	V-21
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		VI-1
6.1	Kesimpulan.....	VI-1
6.2	Saran	VI-2
DAFTAR PUSTAKA		xv
Lampiran 1		L-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Ruang Warna RGB (Maia & Trindade, 2016)	II-1
Gambar II-2 Ruang Warna HSV (Sun et al., 2015)	II-2
Gambar II-3 (a) Citra Gelap, (b) Citra Terang, (c) Citra Normal, (d) Citra Normal Brightness dan Contrast (Yelliy N, 2019).....	II-6
Gambar II-4 Fase RUP	II-12
Gambar III-2 Diagram Alir Proses Pendeteksian Wajah Citra Gelap.....	III-7
Gambar III-3 Diagram Alir Proses Pendeteksian Wajah Citra Yang Telah Ditingkatkan Kualitasnya.....	III-8
Gambar III-4 Metode Penelitian	III-10
Gambar IV-1 (A) Sampel Citra (B) Histogram Sampel Citra.....	IV-2
Gambar IV-2 Histogram RGB Sampel Citra	IV-3
Gambar IV-3 Histogram HSV Sampel Citra	IV-5
Gambar IV-4 Histogram RGB terbaru Citra Gelap	IV-12
Gambar IV-5 Diagram Use Case	IV-15
Gambar IV-6 Interface Pemilihan Citra.....	IV-21
Gambar IV-7 Interface Menu Utama Program	IV-22
Gambar IV-8 Sequence Diagram Memuat Citra.....	IV-23
Gambar IV-9 Sequence Diagram Deteksi Wajah	IV-24
Gambar IV-10 Sequence Diagram Peningkatan Kualitas Citra.....	IV-25
Gambar IV-11 Diagram Kelas Perangkat Lunak	IV-26
Gambar IV-12 Interface Halaman Utama	IV-28
Gambar IV-13 Interface pemilihan citra	IV-29

DAFTAR TABEL

Tabel IV-1 PMF dan CDF nilai Value Sampel Citra.....	IV-6
Tabel IV-2 Value Terbaru Sampel Citra.....	IV-8
Tabel IV-3 Kebutuhan Fungsional Perangkat Lunak.....	IV-13
Tabel IV-4 Kebutuhan Non Fungsional Perangkat Lunak.....	IV-14
Tabel IV-5 Definisi Use Case	IV-15
Tabel IV-6 Definisi Aktor.....	IV-16
Tabel IV-7 Skenario Use Case Memuat Citra	IV-16
Tabel IV-8 Skenario Use Case Peningkatan Kualitas Citra.....	IV-17
Tabel IV-9 Menyimpan Citra.....	IV-19
Tabel IV-10 Deteksi Wajah	IV-20
Tabel IV-11 Daftar Implementasi Kelas	IV-27
Tabel IV-12 Rencana Pengujian	IV-30
Tabel IV-13 Hasil Pengujian Black Box.....	IV-32
Tabel V-1 Perbandingan Citra Gelap dan Citra yang telah ditingkatkan kualitas	V-2
Tabel V-2 Perbandingan Histogram Citra Input dan Citra Output	V-7
Tabel V-3 Ground Truth Box dan Predicted Bounding Box Citra	V-17
Tabel V-4 Nilai Intersection Over Union Face Detection Citra	V-20

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah/ruang lingkup, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

1.2 Latar Belakang Masalah

Pendeteksian wajah memiliki banyak manfaat bagi manusia. Salah satu implementasinya adalah di bidang keamanan. Kamera CCTV sering digunakan untuk menangkap citra berwarna pada daerah yang perlu diawasi. Pendeteksian wajah juga memiliki kegunaan dalam kamera *smartphone* sebagai fitur efek dan penangkapan gambar *handsfree*. Namun apabila citra yang ditangkap kamera kekurangan cahaya, hal tersebut dapat mengurangi kualitas citra karena kurangnya kontras gambar dan rendahnya intensitas cahaya citra. Hal ini tentunya memengaruhi keakuratan dari proses pendeteksian wajah.

Citra yang memiliki intensitas rendah atau citra gelap menyebabkan detail-detail pada gambar tidak terlihat jelas sehingga sulit dilakukan pengambilan informasi objek wajah. Citra yang memiliki kontras rendah adalah Citra dengan histogram yang penyebarannya sempit atau tepi ujung kanan kurva berdekatan dengan ujung tepi kiri, hal ini mengakibatkan penyebaran intensitas terang dan gelap tidak merata. Ini berarti warna paling gelap dalam citra tersebut tidak mencapai hitam pekat dan warna paling terang tidak mencapai warna putih cemerlang (Milayanti et al., 2013). Hal tersebut dapat mempersulit proses

interpretasi gambar dan memengaruhi keakuratan informasi yang disampaikan oleh citra.

Salah satu metode untuk meningkatkan kualitas citra dengan memperbaiki kontras dan intensitas cahaya citra yang rendah adalah metode *Histogram Equalization*. Penelitian yang dilakukan oleh (Adhinata et al., 2020) dengan kasus peningkatan kualitas citra digital gelap dengan berbagai metode menyimpulkan bahwa metode *Histogram Equalization* memiliki hasil standar deviasi yang paling tinggi dibandingkan metode lainnya. Makin tinggi standar deviasi maka makin detail informasi dalam citra.

Penelitian ini menggunakan algoritma *Haar Cascade* dalam proses pendeteksian gambar. Algoritma ini digunakan karena hanya bergantung dengan jumlah piksel dalam persegi di sebuah image sehingga proses komputasi menjadi cepat (Abidin, 2018). Library OpenCV digunakan pada penelitian ini untuk membantu proses implementasi algoritma *Haar Cascade* tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, penggunaan metode *Histogram Equalization* ini ditujukan untuk meningkatkan kualitas citra gelap dengan cara meratakan penyebaran intensitasnya sehingga informasi objek wajah yang didapat lebih banyak dan akurat. Proses pendeteksian wajah menggunakan algoritma *Haar Cascade* dengan library OpenCV.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah citra yang ditangkap pada kamera yang kekurangan cahaya dapat menyebabkan penurunan kualitas karena

kurangnya kontras dari citra tersebut. Selain itu citra yang memiliki intensitas cahaya rendah menyebabkan detail pada gambar tidak terlihat jelas sehingga informasi objek wajah yang didapat menjadi sedikit.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini antara lain :

1. Meningkatkan kualitas citra gelap agar informasi yang didapat menjadi lebih banyak dan jelas dengan menggunakan metode *Histogram Equalization*.
2. Merancang suatu aplikasi yang menggunakan metode Histogram Equalization untuk melakukan pengujian metode tersebut dengan menggunakan metode *Intersection Over Union*
3. Melakukan perbandingan hasil peningkatan kualitas citra dalam pendeteksian citra wajah.

1.5 Manfaat Penelitian

Untuk pihak kepolisian atau masyarakat umum, penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam mendeteksi wajah pada citra cctv yang gelap. Selain itu penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai referensi dalam penelitian terutama di bidang peningkatan kualitas citra.

1.6 Batasan Masalah

Batasan Masalah dari penelitian ini adalah :

1. Citra yang diproses memiliki format JPG.
2. Ukuran Maksimum Citra adalah 1024 x 1024 piksel.

3. Citra yang diproses memiliki nilai rerata intensitas sebesar 0 – 95 (Citra Gelap).

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan penelitian ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian, perumusan dari masalah penelitian, tujuan dan manfaat dari penelitian, batasan masalah atau ruang lingkup penelitian, dan metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian akan dibahas dan dijelaskan contohnya seperti definisi citra, jenis-jenis citra, pengolahan citra, pendeteksi wajah, *histogram equalization*, metode pengujian, dan penelitian lain yang relevan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dibahas mengenai tahapan yang dilaksanakan pada penelitian ini. Masing-masing rencana tahapan penelitian dideskripsikan dengan rinci dengan mengacu pada suatu kerangka kerja. Di akhir bab ini berisi perancangan manajemen proyek pada pelaksanaan penelitian.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Pada bab ini dibahas mengenai setiap tahapan perancangan dan pengembangan perangkat lunak. Pengembangan sistem dilakukan dengan mengimplementasikan metode *Histogram Equalization* dan memanfaatkan *Library OpenCV*. Perangkat lunak dibangun berdasarkan metode pengembangan RUP

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Pada bab ini berisi hasil pengujian perangkat lunak yang telah dikembangkan dan Analisa dari hasil pengujian dataset yang telah dilakukan.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari semua pembahasan dan hasil dari penelitian yang ada pada bab-bab sebelumnya, selain itu bab ini berisi saran yang diharapkan berguna dalam penerapan penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, S. (2018). Deteksi Wajah Menggunakan Metode Haar Cascade Classifier Berbasis Webcam Pada Matlab. *Jurnal Teknologi Elekterika*, 15(1), 21. <https://doi.org/10.31963/elekterika.v15i1.2102>
- Adhinata, F. D., Wardhana, A. C., Rakhmadani, D. P., & Jayadi, A. (2020). Peningkatan Kualitas Citra pada Citra Digital Gelap. *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, 4(2), 136–144. <https://doi.org/10.37339/e-komtek.v4i2.373>
- Ahmaed, N., & Hadinegore, A. (2012). Metode Histogram Equalization untuk Perbaikan Ciitra Diigital. *Semiinar Nasiional Teknologii Informatiik & Komuniikasi Teraapan (SEMANTIiK)*, 2012(Semantik), 439–445. <http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/semantik/article/view/185>
- Akhlis, I., & Sugiyanto. (2012). Implementasi Metode Histogram Equalization Untuk Meningkatkan Kualitas Citra Digital. *Jurnal Fisika Unnes*, 1(2), 78884. <https://doi.org/10.15294/jf.v1i2.1643>
- Aprilian Anarki, G., Auliasari, K., & Orisa, M. (2021). Penerapan Metode Haar Cascade Pada Aplikasi Deteksi Masker. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 179–186. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3214>
- Ferik, Y., Octavianto, H., & Wahyu, H. (2015). Deteksi Wajah Menggunakan Algoritma Viola Jones. *Deteksi Wajah Menggunakan Algoritma Viola Jones*, 1(1), 1–6.

- Kristianti, N., Purnawati, N., & Rolando, B. (2018). Analisis Pengaruh Citra Gelap, Normal, Terang Terhadap Wavelet Orthogonal. *Jurnal Buana Informatika*, 9(2), 93. <https://doi.org/10.24002/jbi.v9i2.1698>
- Kurniastuti, I., & Andini, A. (2018). Perancangan Program Penentuan Histogram Citra Dengan Graphical User Interface (Gui). *Applied Technology and Computing Science Journal*, 1(1), 11–17. <https://doi.org/10.33086/atcsj.v1i1.4>
- Maia, D., & Trindade, R. (2016). Face Detection and Recognition in Color Images under Matlab. *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, 9(2), 13–24. <https://doi.org/10.14257/ijcip.2016.9.2.02>
- Manalu, R. E. (2021). Analisis Metode Histogram Equalization Dalam Proses Perbaikan Gambar Closed Circuit Television (CCTV). 2(1), 2–6.
- Milayanti, K., Aswin, M., & Djuriatno, W. (2013). Enhancement obyek pada citra digital dengan metode penggeseran kurva histogram. 1–7.
- Patil, A., Chaudhari, T., Deo, K., Sonawane, K., & Bora, R. (2020). Low Light Image Enhancement for Dark Images. *International Journal of Data Science and Analysis*, 6(4), 99. <https://doi.org/10.11648/j.ijdsa.20200604.11>
- Per Kroll, P. K. (2004). *The Rational Unified Process Made Easy*.
- Raijada, M., Patel, M., & Prajapati, M. (2015). A Review Paper on Image Quality Assessment Metrics. *Journal of Emerging Technologies ...*, 2(1), 130–132. <http://www.jetir.org/view?paper=JETIR1501021>

- Rezatofighi, H., Tsoi, N., & Gwak, J. (2019). Generalized Intersection over Union. *Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 658–666. <https://giou.stanford.edu/>
- Sun, D., Lu, G., Zhou, H., Yan, Y., & Liu, S. (2015). Quantitative Assessment of Flame Stability Through Image Processing and Spectral Analysis. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 64(12), 3323–3333. <https://doi.org/10.1109/TIM.2015.2444262>
- Yelliy N, N. (2019). Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization Dan Spesification Pada Citra Abu-Abu. *J-Icon*, 7(1), 87–95. <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/jicon/article/view/889>
- Yulina, S. (2021). *Penerapan Haar Cascade Classifier dalam Mendeteksi Wajah dan Transformasi Citra Grayscale Menggunakan OpenCV*. 7(1), 100–109.
- Zayuman, H., Santoso, I., & Isnanto, R. R. (2011). *Pengenalan Wajah Manusia Menggunakan Analisis Komponen Utama (PCA) dan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan-Balik*. June 2015.
- Zulkhaidi, T. C. A.-S., Maria, E., & Yulianto, Y. (2020). Pengenalan Pola Bentuk Wajah dengan OpenCV. *Jurnal Rekayasa Teknologi Informasi (JURTI)*, 3(2), 181. <https://doi.org/10.30872/jurti.v3i2.4033>