IMPLEMENTASI *NOISE REMOVAL* DAN *IMAGE ENHANCEMENT* DALAM DOMAIN FREKUENSI TERHADAP CITRA CAHAYA RENDAH DENGAN MENGGUNAKAN *MULTISCALE RETINEX WITH COLOR RESTORATION*

IMPLEMENTATION OF NOISE REMOVAL AND IMAGE ENHANCEMENT USING FREQUENCY DOMAIN ON LOWLIGHT IMAGE USING MULTISCALE RETINEX WITH COLOR RESTORATION

Muhammad Gilang Murdiyanto1, Anggunmeka Luhur Prasasti2, Ashri Dinimaharawati3
1Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
2Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
3Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
1**gilangmgm@student.telkomuniversity.ac.id**, 2**anggunmeka@telkomuniversity.co.id**, **3ashridini@telkomuniversity.ac.id**

Abstrak

Citra dengan cahaya rendah adalah hasil daripada pengambilan gambar atau pemotretan gambar saat kondisi gelap atau minim pencahayaan. Biasanya citra dengan cahaya rendah menyebabkan *noise* yang mengganggu kualitas citra tersebut. Oleh karena itu dengan menggunakan berbagai metode pemfilteran serta peningkatan gambar akan dapat mengurangi atau menghilangkan *noise* yang tidak dibutuhkan.Pada pengerjaan Tugas Akhir ini penulis akan membahas mengenai menghilangkan noise pada citra bercahaya rendah dengan menggunakan metode *Multiscale Retinex with Color Restoration (MSRCR)* dan *Histogram Equalization (HE)* yang diaplikasikan pada domain frekuensi. Hasil dari penelitian ini mendapatkan citra yang sudah mengalami peningkatan untuk citra rendah cahaya dengan nilai PSNR melampaui 30 sebagai standar dan MSE yang mendekati nilai 0 yang artinya citra hasil pemrosesan memiliki kualitas yang baik.

Kata Kunci: Cahaya Rendah, Noise Removal, Domain Frekuensi, Histogram Equalization, MSR, MSRCR

Abstract

Low-light images are the result of taking pictures or shooting images in dark or low lighting conditions. Usually, low-light images cause noise to interfere with the quality of the image. Therefore, using various filtering methods and image enhancements will be able to reduce or eliminate unneeded noise. In this final project, the writer will discuss about removing noise in low light images using the Multiscale Retinex with Color Restoration (MSRCR) and Histogram Equalization (HE) methods applied to the frequency domain. The results of this study get an image that has increased for low-light images with a PSNR value exceeding 30 as the standard and an MSE that is close to a value of 0, which means that the processed image has good quality.

Keywords: ***Lowlight, Noise Removal, Frequency Domain, Histogram Equalization, MSR,MSRCR***

1. Pendahuluan

Saat mengambil sebuah gambar atau citra, kita biasanya menghadapi kondisi hujan, malam, senja dan kondisi cahaya rendah lainnya. kehilangan sebagian besar detail dan banyaknya *noise* yang menyebabkan untuk dilakukannya pemrosesan gambar[1]. Oleh karena itu diperlukan sebuah proses perbaikan kualitas citra dan mengurangi jumlah *noise* yang ada pada citra.

Noise didefinisikan sebagai setiap degradasi atau kesalahan pada gambar. Ketika gangguan ini menjadi gangguan berkala daripada acak, gangguan dalam sinyal gambar diperoleh berupa

garis di atas gambar[2]. Salah satu contoh *noise* terdapat pada gambar yang *lowlight*. Dalam proses pengambilan gambar dalam keadaan *lowlight*, kehadiran *noise* sulit untuk dihindari.

Banyak penelitian tentang metode untuk menghilangkan *noise* pada citra hingga saat ini baik dalam domain spasial ataupun domain frekuensi, dan masih terus berlanjut sebagai perkembangan teknik pengolahan citra digital. Seperti: metode *Histogram Equalization* (HE)[3], *Multiscale Retinex* (MSR)[4], *Multiscale Retinex with Color Restoration* (MSRCR)[4], dan sebagainya. Masing – masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan, hal itu dikarenakan tidak semua metode dapat diaplikasikan ke dalam semua jenis citra dan *noise.*

Dalam penelitian ini penulis membandingkan dan menganalisis beberapa metode untuk menghilangkan atau mengurangi *noise* dalam domain frekuensi pada gambar *lowlight*. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan metode yang tepat untuk menghilangkan atau mengurangi *noise* dalam domain frekuensi pada gambar *lowlight*.

2. Landasan Teori

2.1 Citra *Lowlight*

Peningkatan citra cahaya rendah adalah teknik pemrosesan citra yang sangat dibutuhkan, terutama untuk pengguna kamera ponsel dan kamera digital pada umumnya[5]. Beberapa teknik peningkatan kontras yang telah diperkenalkan untuk mendapatkan gambar malam yang jelas dengan noise yang paling sedikit[3]. Meskipun ada peningkatan ini, kualitas gambar dalam kondisi cahaya rendah masih terbatas. *Noise* meningkat ketika iluminasi meningkat, walau demikian mengurangi *noise* dapat membuat kecerahan dan kontras yang rendah[3].

2.2 Citra Digital

Sebuah gambar dapat dilihat sebagai representasi diskrit dengan data spasial (tata letak) dan intensitas (warna) objek [6]. Gambar seperti keluaran sistem perekaman informasi dapat berupa gambar optik dalam bentuk gambar, gambar analog berupa sinyal video, seperti foto pada monitor televisi, atau bentuk digital yang dapat ditempatkan langsung pada media penyimpanan. Gambar digital adalah gambar yang dapat diproses oleh komputer. Sebuah citra digital terdiri dari banyak elemen yang masing-masing memiliki posisi dan nilai tertentu. Salah satu elemen ini adalah piksel. Piksel adalah elemen terkecil dalam gambar digital [6].

2.3 *Noise*

Sumber noise dalam gambar digital biasanya muncul selama akuisisi gambar (digitalisasi) atau transmisi gambar. Performa sensor gambar dipengaruhi oleh banyak faktor eksternal, seperti kondisi lingkungan selama pengambilan gambar dan kualitas sensitivitas elemen itu sendiri, atau mungkin disebabkan oleh gangguan fisik (optik) pada perangkat pengambilan gambar (seperti debu pada lensa kamera) [7].

2.4 Domain Frekuensi

Filter dalam domain frekuensi menggunakan berbagai teknik transformasi, yang biasanya mengambil gambar dalam domain Fourier dan menggunakan fungsi filter. Gambar dikalikan dengan fungsi filter dalam mode pixel by pixel. Untuk mendapatkan gambar asli lagi, menggunakan Inverse Fourier Transform. Karena perkalian pada ruang Fourier sama dengan konvolusi pada domain spasial, secara teoritis semua filter transformasi Fourier dapat diimplementasikan sebagai filter spasial, walaupun pada kenyataannya fungsi filter domain Fourier hanya dapat diimplementasikan oleh domain spasial. Bentuk fungsi pemfilteran menentukan dampak pada citra operasi [8].

2.5 Multiscale Retinex (MSR)

Karena trade-off antara kompresi rentang dinamis dan rendisi warna, pilihan skala yang tepat σ untuk filter surround F (x, y) sangat penting dalam Single Scale Retinex, Multiscale Retinex tampaknya memberikan trade-off yang dapat diterima antara rentang dinamis local yang baik dan penampilan warna yang baik[4].

$$R_{MSR_i} = \sum_{n=1}^{N} \omega_n R_n = \sum_{n=1}^{N} \omega_n [\log I_i(x,y) - \log (F_n(x,y) * I_i(x,y))] \quad ..(1)$$

Dimana N adalah nilai skala, ω_n adalah bobot dari setiap sekala dan $F_n(x,y) = C_n \exp[-(x^2+y^2)/2\sigma_n^2]$. Pertanyaan yang langsung muncul adalah skala apa yang harus dipilih, berapa banyak, dan apa nilai ideal untuk bobot. Menurut Jobson et al. tiga skala sudah cukup untuk gambar pada umumnya. Dan bobot nya bisa identik.[4]. Para penulis ini secara eksperimental menetapkan skala menjadi 15, 80 dan 250.

Tabel 1.1 Daftar konstanta dalam penerapan Multiscale Retinex

Nilai	N	σ_1	σ_1	σ_1	α	β	ω_n	G	b
Tetap	3	15	80	250	125	46	1/3	192	-30

2.6 Multiscale Retinex With Color Restoration (MSRCR)

Dalam gambar yang melanggar asumsi dunia abu-abu, yaitu gambar saat warna tertentu dapat mendominasi, prosedur retinex di atas menghasilkan gambar keabu-abuan dengan mengurangi saturasi warna. Maka dapat memodifikasi ouput MSR dengan mengalikanya dengan fungsi pemulihan warna[4].

$$I_i'(x,y) = \frac{I_i(x,y)}{\sum_{j=1}^{s} I_j(x,y)} \quad ..(2)$$

Dengan adanya pemulihan warna menggunakan MSRCR dengan melanjutkan proses yang ada pada MSR maka akan terjadi proses saat warna dari setiap channel pada setiap pixel tidak mengalami over exposure dan mengambil range terbaik dari setiap citra rendah cahaya.

2.7 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

PSNR adalah nilai perbandingan antara nilai maksimum dari kedalaman bit citra yang diukur (citra 8 bit, mempunyai nilai maksimum 255) dengan besarnya noise yang berpengaruh pada sinyal tersebut. Di dalam hal ini, besarnya noise diwakili oleh nilai MSE. PSNR biasanya diukur dalam satuan desibel (dB). PSNR digunakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra sebelum dan sesudah diproses[8].

$$\text{PSNR} = 20 \log_{10}\left(\frac{C_{max}^2}{\sqrt{MSE}}\right) \quad ..(3)$$

Dengan semakin kecilnya nilai MSE, maka nilai PSNR akan semakin besar. Dengan kata lain, citra dikatakan baik jika nilai PSNR di atas 30 dB. Citra yang memiliki nilai PSNR di bawah 30 dB dikatakan citra tersebut mengalami degradasi[9].

2.8 Mean Square Error (MSE)

MSE merupakan metode yang digunakan untuk menilai seberapa baik sebuah metode dalam melakukan rekonstruksi atau restorasi citra relatif terhadap citra asllinya[8].

$$\text{MSE} = \frac{1}{MxN}\sum_x^M \sum_y^N [f1(x,y) - f2\,(x,y)]^2 \quad ..(4)$$

Semakin kecil nilai MSE, ini menunjukan bahwa hasil pemrosesan citra semakin bagus, atau dengan kata lain citra setelah diproses semakin mendekati citra hasilnya.

2.9 Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, ada beberapa referensi untuk menjadi tolak ukur untuk menulis penelitian ini. Pertama yaitu Paper yang berjudul "*Multiscale Retinex*" yang ditulis oleh Ana Bel´en Petro, Catalina Sbert, Jean-Michel Morel. Pada paper ini disebutkan bahwa Multiscale Retinex masih membutuhkan suatu tambahan agar dapat menjadi lebih baik lagi, maka dari itu butuh peningkatan pada pengimplementasiannya.

3. Metodologi Penelitian dan Perancangan

3.1 Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini diperoleh dari kumpulan buku mengenai pemrograman android, juga berasal dari e-book, jurnal tentang penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, serta dari dunia maya atau internet.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan pada tugas akhir ini adalah studi literatur, studi dokumentasi dan observasi.

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah metode pengumpulan data dengan cara mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan seperti membaca buku atau jurnal. Tujuan penulis menggunakan metode studi literatur yaitu untuk mengumpulkan refrensi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

3.2.2 Studi Dokumentasi

Dengan mempelajari dokumentasi program serupa yang berupa source code untuk digunakan sebagai contoh dalam proses pembuatan perangkat lunak.

3.2.3 Observasi

Yaitu dengan mengamati proses secara langsung terhadap beberapa perangkat lunak yang sejenis.

3.3 Instrumen Penelitian

Adapun instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah:

3.3.1 Perangkat Keras

a. Laptop HP Omen 15, Intel Core-i7-9750H
b. Smartphone Android 10, Xiaomi Mi 9 (Android Versi 10)

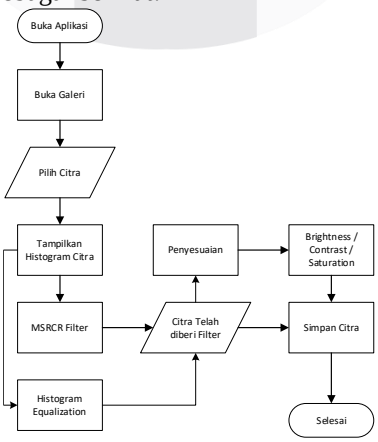
3.3.2 Perangkat Lunak

a. Android Studio 3.6
b. Android JDK
c. Android SDK
d. Android 10 Lollipop

3.4 Pemodelan Proses

3.4.1 FlowChart

Berikut ini adalah gambaran FlowChart dari penelitian penulis untuk mendapatkan hasil berupa aplikasi penghapus papan tulis pintar ini, menggunakan bahasa pemrograman java sebagai berikut:

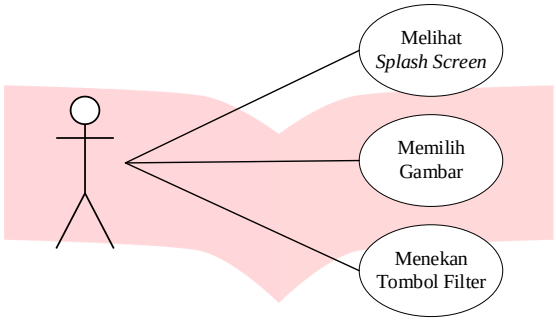


Gambar 3.1 Flowchart

Gambar 3.1 menjelaskan bagaimana sistem ini akan dibuat. Sistem dimulai dari proses input gambar yang ada pada galeri smartphone pengguna untuk melakukan proses, lalu pengguna dapat menampilkan histogram citra tersebut, kemudian pengguna dapat langsung memfilter citra dengan menekan tombol fiter. Jika hasil filter telah sesuai dengan keinginan pengguna, maka dapat langsung menyimpan hasil tersebut. Namun apabila pengguna merasa kurang, pengguna dapat melakukan penyesuaian baik dari nilai kecerahan, kontras ataupun kejenuhan citra tersebut, dan terakhir bila pengguna sudah merasa cocok, pengguna dapat menyimpan hasil citra yang telah sesuai dengan keinginan user maka sistem dinyatakan telah selesai

3.4.2 Use Case Diagram

Di dalam aplikasi ini, user dapat mengakses beberapa menu, seperti: menu masuk ke dalam aplikasi, menu memilih gambar, menu filter.



Gambar 3.2 Use Case Diagram

Pada Gambar 3.2 terdapat beberapa fungsi yang dapat dilakukan user. User dapat menginput gambar dengan mudah yang terdapat pada gallery smarthphone. User juga dapat langsung mendapatkan hasil citra setelah di enhancement menggunakan Multiscale Retinex with Color Restoration, lalu setelah itu user juga dapat menyimpan hasil dari filter tersebut

3.5 Perancangan User Interface

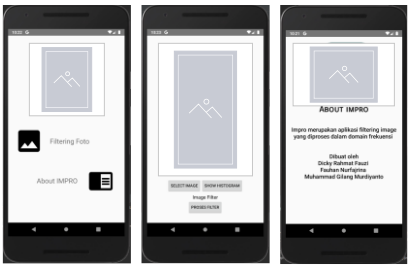
Dalam perancangan sebuah aplikasi pastinya dibutuhkan sebuah *User Interface*. *User Interface* adalah bagian dari *website*, aplikasi *software* atau *device hardware* yang memastikan bagaimana seorang *user* berinteraksi dengan aplikasi atau *website* tersebut serta bagaimana informasi yang akan ditampilkan. Pada tugas akhir ini, penulis membuat Desain UI sebagai berikut. Penulis mencoba mengilustrasikan bagaimana nanti desain yang baik untuk aplikasi tersebut. Berikut adalah tampilan *User Interface*-nya:

3.5.1 Tampilan Awal Aplikasi

Gambar 3.3 Rancangan UI Splash Screen Logo

Gambar 3.3 adalah rancangan *user interface* ketika aplikasi dibuka pertama kali oleh *user* adalah *splash screen* dan *logo*, langsung menuju ke user *interface* menu.

3.5.2 Tampilan Menu Beranda Aplikasi



Gambar 3.4 Rancangan UI *Menu*, *Image Filtering*, dan *About*

Gambar 3.4 merupakan rancangan user *interface* selanjutnya adalah *home*, dimana terdapat menu filtering foto dan about. Di menu ini *user* melakukan *open gallery* untuk *input* gambar yang akan dipakai untuk proses filtering nanti. Di menu *about* terdapat penjelasan tentang apikasi dan *copyright*.

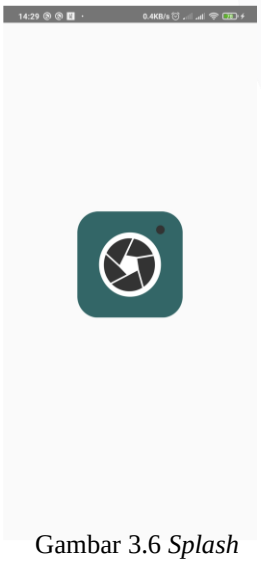
3.5.3 Tampilan Menu Secara Manual

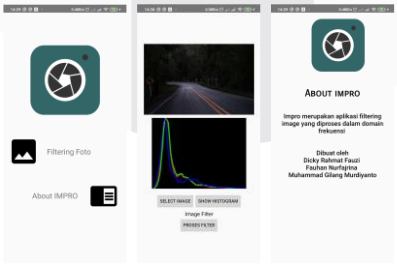
Gambar 3.5 *Result*

Pada Gambar 3.5 ini, user akan mendapatkan hasil citra dari input yang telah di proses setelah user menekan tombol proses filter. Setelah hasil citra dari proses di tampilkan, user dapat menyimpan hasilnya dengan menekan tombol save.

3.6 Implementasi User Interface

Tampilan Splash **Tampilan Menu** **Tampilan Result**





Gambar 3.6 *Splash* Gambar 3.7 Tampilan *Menu* Gambar 3.8 Tampilan *Result*

Gambar 3.6, 3.7, 3.8 merupakan hasil implementasi dari gambar pada tampilan rancangan user interface. Terdapat hasil implementasi tampilan awal aplikasi atau *splash*, menu aplikasi, dan tampilan *result*.

3.7 Pengujian Sistem

3.7.1 Pengujian Tampilan Awal Aplikasi

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Membuka Aplikasi

No	Data Masukan	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengamatan	Kesimpulan
1	Membuka Aplikasi	Menampilkan *Splash screen* dan Logo aplikasi	Menampilkan *Splash screen* dan terdapat Logo aplikasi di tengah.	Berhasil
		Menampilkan menu *Home*	Menampilkan menu *Home*	Berhasil

3.7.2 Pengujian Tampilan Menu Aplikasi

Tabel 3. 2 Hasil Pengujian Menu Filtering

No	Data Masukan	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengamatan	Kesimpulan
1	Tombol Select Image	Menampilkan pilihan Take photo, Open Gallery, dan Cancel dan dapat meng-*input* dan menampilkan gambar	Menampilkan pilihan Take photo, Open Gallery, dan Cancel dan menampilkan gambar yang telah di-*input*	Berhasil
2	Tombol Show Histogram	Menampilkan Histogram dari gambar yang telah di-*input*	Menampilkan Histogram dari gambar yang telah di-*input*	Berhasil
3	Tombol Info	Menampilkan menu Info Histogram	Menampilkan menu Info Histogram	Berhasil
4	Tombol *MSRCR*	Menampilkan menu *Result* dan menampilkan hasil gambar yang telah di filter	Menampilkan menu *Result* dan menampilkan hasil gambar yang telah di filter	Berhasil

3.7.3 Pengujian Tampilan Menu *Result*

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Menu *Result*

No	Data Masukan	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengamatan	Kesimpulan
1	Seekbar Brightness	Meng-*enhance* gambar dengan *brightness* dan menampilkan gambar yang telah di beri *brightness*	Gambar telah ter-*enhance* dan menampilkan gambar yang telah di beri *brightness*	Berhasil
2	Seekbar Contrast	Meng-*enhance* gambar dengan *contrast* dan menampilkan gambar yang telah di beri *contrast*	Gambar telah ter-*enhance* dan menampilkan gambar yang telah di beri *contrast*	Berhasil
3	Seekbar Saturation	Meng-*enhance* gambar dengan *saturation* dan menampilkan gambar yang telah di beri *saturation*	Gambar telah ter-*enhance* dan menampilkan gambar yang telah di beri *saturation*	Berhasil
4	Tombol Histogram Equalization	Menampilkan gambar yang telah diberi *histogram equalization*	Menampilkan gambar yang telah diberi *histogram equalization*	Berhasil
5	Tombol Save	Menyimpan gambar hasil filter dan *enhancemnet*	Gambar hasil filter dan *enhancemnet* telah tersimpan	Berhasil
6	Tombol Home	Kembali ke menu *Home*	Kembali ke menu *Home*	Berhasil

4. Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut, yaitu:

1. Metode Multiscale Retinex With Color Restoration dapat menghasilkan nilai PSNR yang tinggi yaitu dapat melewati nilai 40 dari standar hasil pemrosesan citra yaitu 30 dan nilai MSE yang semakin kecil atau mendekati 0 untuk jenis citra rendah cahaya.
2. Metode Multiscale Retinex With Color Restoration memiliki nilai parameter analisi yang lebih baik ketimbang dengan menggunakan Histogram Equalization, walaupun Histogram Equalization Dapat memberikan hasil yang lebih berwarna namun parameter analisis menunjukan nilai PSNR dan MSE lebih baik dari pada menggunakan Histogram Equalization.
3. Metode Multiscale Retinex With Color Restoration tidak cocok untuk gambar yang memiliki tingkat kegelapan yang extrim seperti, hampir keseluruhan gambar berwarna hitam dan tidak memiliki objek yang memiliki warna dominan.

Reference:

[1] X. Wei, L. Xueling, T. Zhigang, Y. Jin, and X. Ke, "Low Light Image Enhancement Based on Luminance Map and Haze Removal Model," in *2017 10th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID)*, Dec. 2017, pp. 143–146, doi: 10.1109/ISCID.2017.146.

[2] M. H. Hamd, "Auto Detection and Removal of Frequency Domain Periodic Noise," in *Global Summit on Computer and Information Technology*, 2014, pp. 0–3, doi: 10.1109/GSCIT.2014.6970108.

[3] S. A. Priyanka, Y. Wang, and S.-Y. Huang, "Low-Light Image Enhancement by Principal Component Analysis," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 3082–3092, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2887296.

[4] A. B. Petro, C. Sbert, and J.-M. Morel, "Multiscale Retinex," *Image Process. Line*, vol. 4, pp. 71–88, 2014, doi: 10.5201/ipol.2014.107.

[5] M. Tanaka, T. Shibata, and M. Okutomi, "Gradient-Based Low-Light Image Enhancement," *IEEE Int. Conf. Consum. Electron.*, pp. 1–2, 2019.

[6] K. Nakai, Y. Hoshi, and A. Taguchi, "Color image contrast enhacement method based on differential intensity/saturation gray-levels histograms," *ISPACS 2013 - 2013 Int. Symp. Intell. Signal Process. Commun. Syst.*, pp. 445–449, 2013, doi: 10.1109/ISPACS.2013.6704591.

[7] S. Patel and M. Goswami, "Comparative analysis of Histogram Equalization techniques," *Proc. 2014 Int. Conf. Contemp. Comput. Informatics, IC3I 2014*, vol. 1, no. 2, pp. 167–168, 2014, doi: 10.1109/IC3I.2014.7019808.

[8] S. Wang, T. Yue, and B. Lang, "An efficient adaptive algorithm for removal of impulse noises," in *2017 10th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics (CISP-BMEI)*, Oct. 2017, pp. 1–6, doi: 10.1109/CISP-BMEI.2017.8301949.

[9] H. Sajati, "Analisis Kualitas Perbaikan Citra Menggunakan Metode Median Filter Dengan Penyeleksian Nilai Pixel," pp. 41–48, 2016.