

# PERBANDINGAN METODE *POWER LAW* DENGAN *CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE)* PADA PERBAIKAN KUALITAS CITRA SATELIT

**Jhoni Hidayat<sup>1</sup>, Ayu Fitriani<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Universitas Tjut Nyak Dhien

Gg. Rasmi No.28, Sei Sikambing C. II, Kec. Medan Helvetia, Kota Medan, Sumatera Utara 20123

e-mail: hidayat.jhoni@gmail.com

**Abstrak**— Pengolahan citra satelit merupakan proses penggunaan perangkat lunak komputer untuk menganalisis dan memanipulasi data citra yang diperoleh dari satelit. Pengolahan citra satelit dapat berfokus pada berbagai aspek, termasuk pemrosesan gambar, analisis spasial, pengenalan pola, dan interpretasi informasi geografis. Pemrosesan gambar satelit sangat berpengaruh pada kualitas citra satelit yang dihasilkan. Peningkatan kualitas citra pada citra satelit dibutuhkan untuk meningkatkan visualisasi dari citra satelit tersebut. Citra satelit diambil dari jarak yang sangat jauh oleh satelit, sehingga mengandung terlalu banyak noise dan distorsi. Pada penelitian ini akan membandingkan metode *Power law* dengan metode berbasis *Histogram Equalization* yaitu *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* untuk proses peningkatan kualitas citra hasil penginderaan jarak jauh satelit. Hasil penelitian menguji keefektifan metode yang digunakan dengan menganalisis parameter *Mean Square Error* dan *Peak Signal to Noise Ratio*. Dari hasil percobaan dengan membandingkan citra yang sama terlihat metode *Power law* memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan metode *CLAHE* ditunjukkan dengan nilai MSE yang lebih kecil sebesar 0,0071 dibandingkan metode *CLAHE* dengan nilai sebesar 0,0363, sedangkan untuk nilai PSNR metode *Power law* memiliki nilai yang lebih besar yaitu 021,4590 dibandingkan metode *CLAHE* 14,4037.

**Kata kunci** : *Power law, CLAHE, perbaikan kualitas citra, citra satelit*

**Abstract**—*Satellite image processing is the process of using computer software to analyze and manipulate image data obtained from satellites. Satellite image processing can focus on various aspects, including image processing, spatial analysis, pattern recognition, and interpretation of geographic information. Satellite image processing greatly influences the quality of the resulting satellite images. Improving the image quality of satellite images is needed to improve the visualization of the satellite images. Satellite images are taken from very far distances by satellites, so they contain too much noise and distortion. This research will compare the Power law method with a method based on Histogram Equalization, namely Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization for the process of improving the quality of satellite remote sensing images. The experimental results tested the effectiveness of the method applied by evaluating the Mean Square Error and Peak Signal to Noise Ratio parameters. From the experimental results by comparing the same image, it can be seen that the Power law method provides better performance than the CLAHE method, indicated by a smaller MSE value of 0.0071 compared to the CLAHE method with a value of 0.0363. Meanwhile, the PSNR value of the Power law method has a higher value. Large, namely 021.4590 compared to the Clah method of 14.4037.*

**Keywords**: *Power law, CLAHE, image quality improvement, satellite imagery*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan perkembangan ilmu pengetahuan merupakan dua hal yang senantiasa terus berkembang dari waktu ke waktu salah satunya perkembangan teknologi dengan memanfaatkan pengolahan citra. Citra atau biasa disebut gambar adalah suatu gambar pada bidang dua dimensi yang memuat informasi dalam bentuk visual. Informasi yang terkandung dalam sebuah gambar dapat berbeda-beda tergantung pada tujuan pembuatnya. Namun, walaupun citra kaya akan informasi, seringkali kualitas citra mengalami penurunan seperti adanya cacat, blur, kurang kecerahan, dan lain-lain yang membuat pesan atau informasi dalam

citra sulit dipahami. Meningkatkan kualitas citra adalah salah satu aspek penting dalam proses pengolahan citra[1].

Perkembangan teknologi pengolahan citra dapat membantu di banyak bidang salah satunya di bidang pencitraan jarak jauh atau citra satelit. Citra satelit dalam berbagai kebutuhan ilmiah dan berbasis aplikasi di bidang pertanian, geologi, kehutanan, konservasi keanekaragaman hayati, perencanaan regional, pendidikan pemetaan, meteorologi, ilmu bumi, pemantauan lingkungan, atau dalam aplikasi militer sangat berkembang pesat saat ini[2][3]. Proses citra hasil penginderaan jarak jauh dengan satelit ini sendiri menghasilkan gambar dengan banyak *noise* dan distorsi. Gambar hasil citra satelit

memberikan peranan penting dalam penyampaian informasi, jika gambar hasil pengambilan citra satelit tersebut memiliki *noise* dan distorsi yang tinggi dapat menghambat ekstraksi informasi tersebut [4][5][6].

Salah satu metode yang umum digunakan untuk meningkatkan kualitas citra satelit adalah peningkatan citra. Peningkatan citra adalah proses memanipulasi nilai intensitas piksel gambar untuk meningkatkan kualitas visualnya. Ada berbagai metode peningkatan citra yang tersedia, dan pilihan metode yang tepat tergantung pada jenis citra dan tujuan peningkatannya. Dua metode peningkatan citra yang populer adalah *Power law* dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)*. Metode *Power law* bekerja dengan mentransformasi nilai intensitas piksel gambar berdasarkan rumus tertentu, sedangkan metode *CLAHE* bekerja dengan membagi gambar menjadi beberapa blok kecil dan menerapkan histogram equalization pada setiap blok secara terpisah.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode *Power law* dan *CLAHE* dalam meningkatkan kontras dan definisi citra satelit, membandingkan kinerja kedua metode dalam hal metrik kualitas citra seperti *Mean Square Error (MSE)* dan *Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)*, serta menentukan metode yang paling efektif untuk meningkatkan kualitas citra satelit dalam berbagai kondisi pencahayaan

## II. STUDI PUSTAKA

### A. Grayscale Image

Proses *Grayscale* dilakukan pada gambar digital untuk mengubah warna asli gambar menjadi warna keabuan. Setiap piksel gambar digital memiliki tiga warna, yaitu merah, hijau, dan biru, dan nilai-nilai ini dihitung untuk menggantikan nilai RGB asli gambar. Perubahan citra RGB ke *grayscale* ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Citra *Grayscale*

### B. Power Law Gamma Correction

*Power law Gamma Correction* adalah suatu teknik untuk meningkatkan kualitas gambar yang digunakan untuk memperbaiki gambar yang terlalu gelap atau terlalu terang. Penggunaan koreksi gamma ini sangat penting agar gambar terlihat

konsisten di berbagai jenis tampilan *layer*[7]. Konsep ini berasal dari hubungan matematis yang sering ditemukan di alam, di mana perubahan pada satu variabel akan menghasilkan perubahan proporsional pada variabel lainnya, terlepas dari nilai awal variabel tersebut. Dalam konteks pengolahan citra, transformasi *power law* menggunakan persamaan (1) berikut:

$$S = cr^\gamma \quad (1)$$

Nilai *gamma* ( $\gamma$ ) inilah yang akan menentukan bagaimana citra akan berubah.

- $\gamma < 1$ : Akan menekan nilai piksel yang cerah dan memperkuat nilai piksel yang gelap, sehingga citra menjadi lebih gelap secara keseluruhan.
- $\gamma = 1$ : Tidak ada perubahan pada citra.
- $\gamma > 1$ : Akan menekan nilai piksel yang gelap dan memperkuat nilai piksel yang cerah, sehingga citra menjadi lebih terang secara keseluruhan.

*Gamma* yang digunakan pada penelitian ini konstan dengan nilai 0.7 dikarenakan merupakan nilai yang paling bagus untuk citra yang digunakan. Metode ini diterapkan untuk mengevaluasi apakah hasil yang diperoleh lebih unggul dibandingkan dengan metode *histogram equalization* atau tidak.

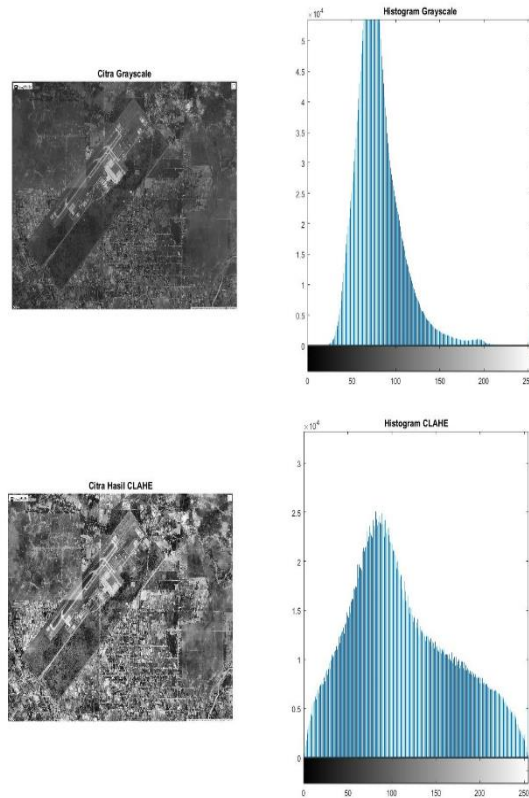
### C. Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)

*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)* merupakan salah satu metode peningkatan kontras citra. *CLAHE* merupakan versi perbaikan dari metode sebelumnya, *AHE (Adaptive Histogram Equalization)* [8]. Masalah peningkatan kontras yang berlebihan dalam metode *AHE* dapat diatasi dengan menggunakan pemerataan histogram adaptif terbatas kontras (*CLAHE*), yang menetapkan batas pada histogram. Nilai batas ini disebut dengan *clip limit* yang menentukan batas tinggi maksimum untuk suatu histogram [9][10]. Perhitungan *clip limit* suatu histogram dapat didefinisikan dengan Persamaan (2)

$$\beta = \frac{M}{N} \left( 1 + \frac{\alpha}{100} (S_{max} - 1) \right) \quad (2)$$

Variabel  $M$  mewakili luas region size,  $N$  mewakili nilai *grayscale* (256), dan clip factor mewakili penambahan batas limit histogram dengan nilai antara ) sampai 100.

Histogram diatas nilai *clip limit* dianggap piksel berlebih dan akan didistribusikan ke area sekitar dibawah clip limit, sehingga histogramnya lebih merata. *CLAHE* ditunjukkan pada Gambar 2.

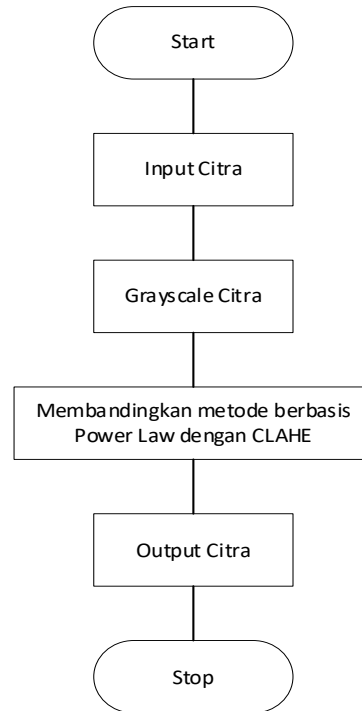


Gambar 2. Sebelum dan sesudah CLAHE

### III. METODE

Pada perancangan penelitian digunakan metode berbasis *Power Law* dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)*. Data penelitian diperoleh berupa 15 citra satelit berformat jpg dengan ukuran 2000x1500 piksel dari *Google Maps*. Proses analisis menggunakan nilai MSE dan PSNR pada masing-masing metode *Power Law* dan *CLAHE*. Adapun aplikasi yang digunakan ialah menggunakan aplikasi *Matlab* yang sudah banyak digunakan untuk pengolahan citra karena penggunaannya yang cukup sederhana.

Proses perancangan penelitian dapat diilustrasikan melalui diagram alur kerja pada Gambar 3




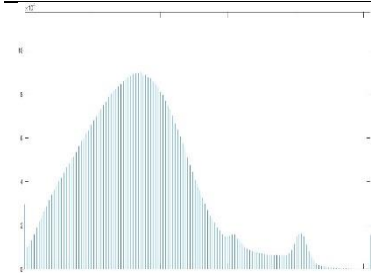

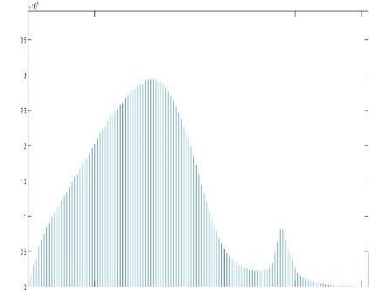

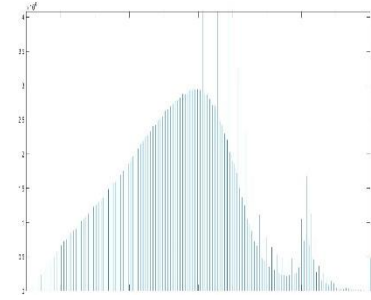
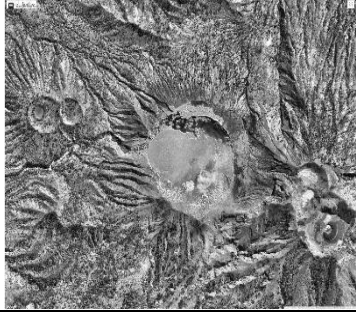
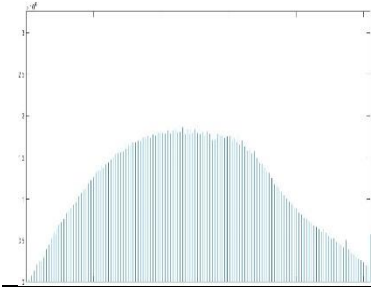
Gambar 3. Diagram alir penelitian

Proses dimulai dengan memasukkan sebuah citra sebagai data masukan. Citra ini bisa berupa citra berwarna atau *grayscale*. *Grayscale Citra*: Citra yang telah dimasukkan kemudian diubah menjadi citra *grayscale*. Perubahan ini dilakukan karena metode *Power law* dan *CLAHE* umumnya diterapkan pada citra *grayscale*. Membandingkan metode berbasis *Power law* dengan *CLAHE*: Pada tahap ini, citra *grayscale* yang telah diperoleh akan diproses menggunakan kedua metode, yaitu *Power law* dan *CLAHE*. Hasil pengolahan dari kedua metode kemudian akan dibandingkan. Hasil perbandingan akan menghasilkan citra keluaran. Citra keluaran ini dapat berupa beberapa citra, yaitu citra hasil pengolahan menggunakan *Power law*, citra hasil pengolahan menggunakan *CLAHE*, dan mungkin juga visualisasi perbandingan keduanya.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian data pada 15 citra satelit, proses awal yang dilakukan adalah proses *grayscale* citra, lalu dilanjutkan dengan menerapkan masing-masing metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* dan *Power Law Gamma Correction* pada tiap data citra. Menganalisis dan membandingkan implementasi metode yang ada secara visual. Selain penilaian kuantitatif, penilaian kualitatif terhadap peningkatan kontras juga diperlukan. Hasil peningkatan kontras gambar visual ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel proses pengujian

<i>Input Citra</i>	<i>Kondisi</i>	<i>Input Citra</i>	<i>Histogram</i>
	<i>Citra Awal</i>		<i>Histogram Citra Awal</i>
	<i>Citra Grayscale</i>		<i>Histogram Citra Grayscale</i>
	<i>Citra Hasil Power Law</i>		<i>Histogram Citra Hasil Power Law</i>
	<i>Citra Hasil CLAHE</i>		<i>Histogram Citra Hasil CLAHE</i>

Secara visual, ada perbedaan yang terlihat dalam peningkatan kontras pada setiap proses pengolahan citra satelit. Hasil peningkatan kualitas gambar hanya dapat dievaluasi jika gambar yang dihasilkan menunjukkan efek pencahayaan yang cukup baik saat melihat gambar asli.

Selama setiap proses pengujian data, histogram dibuat untuk setiap proses aplikasi metode.

Tabel 2. Tabel proses pengujian

Dari Tabel diatas, terlihat adanya perbedaan histogram metode *Power law* dengan metode *CLAHE*. Histogram *CLAHE* terlihat lebih melebar dibandingkan dengan metode *Power law*.

Untuk mengevaluasi hasil komparasi metode berbasis *Power law* dengan metode berbasis *CLAHE*, kandungan informasi yang digunakan sebagai ukuran perhitungan kualitas citra adalah perbandingan nilai *error* piksel dari citra hasil perbaikan dengan citra asli. Kemudian dari hasil perbandingan perbaikan kontras citra menggunakan metode *Power law* dan *CLAHE* langkah selanjutnya dilakukan pengukuran kualitas hasil perbaikan kontras citra dengan menggunakan MSE dan PSNR ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai MSE dan PSNR

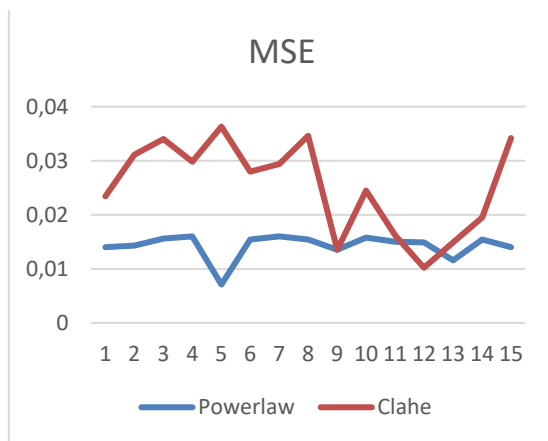
Input Citra	Power law		CLAHE	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR
Citra 1	0.0140	18.5383	0.0234	16.3118
Citra 2	0.0143	18.4551	0.0311	15.0686
Citra 3	0.0156	18.0638	0.0340	14.6863
Citra 4	0.0160	17.9565	0.0298	15.2592
Citra 5	0.0071	21.4590	0.0363	14.4037
Citra 6	0.0154	18.1246	0.0280	15.5234
Citra 7	0.0160	17.9646	0.0294	15.3195
Citra 8	0.0154	18.1376	0.0346	14.6037
Citra 9	0.0135	18.7096	0.0135	18.6811
Citra 10	0.0158	18.0005	0.0245	16.1003
Citra 11	0.0150	18.2363	0.0162	17.9035
Citra 12	0.0149	18.2778	0.0102	19.9020
Citra 13	0.0116	19.3589	0.0149	18.2633
Citra 14	0.0154	18.1203	0.0195	17.1046
Citra 15	0.0140	18.5282	0.0342	14.6577

Pada Tabel 3 menunjukkan perbandingan nilai MSE dan PSNR untuk 15 set citra satelit. Mengenai nilai MSE, nilai MSE yang lebih rendah menunjukkan hasil dengan kualitas paling tinggi. Berdasarkan tabel 3 metode *Power law* memiliki nilai MSE yang lebih rendah dibandingkan metode *CLAHE* dengan nilai terendah sebesar 0,0071 yang ditunjukkan dari hasil citra 5. Sedangkan untuk metode *CLAHE* nilai terendahnya sebesar 0,0102 dari hasil citra 12.

Untuk perbandingan dengan citra yang sama, pada hasil citra 5, metode *Power law* memiliki nilai MSE sebesar 0,0071, sedangkan metode *CLAHE* memiliki nilai 0,0363.

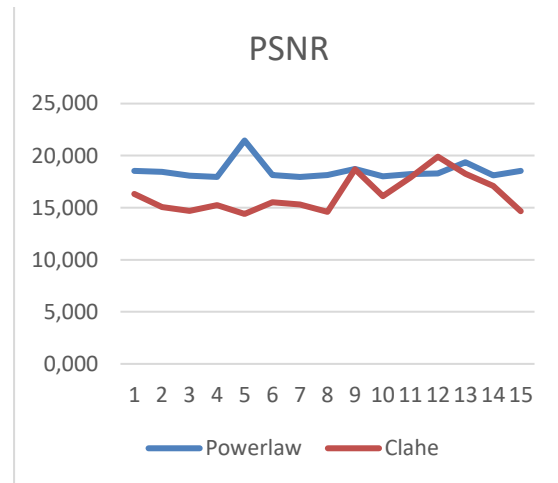
Pada perbandingan nilai PSNR, hasil terbaik kualitasnya yang memiliki nilai PSNR yang tinggi. Berdasarkan table 3 metode *Power law* memiliki nilai PSNR yang lebih tinggi dibandingkan metode *CLAHE* dengan nilai terbesar yaitu 21,4590 yang ditunjukkan dari hasil citra 5, Sedangkan untuk metode *CLAHE* nilai terbesar yaitu 19,9020 dari hasil citra 12.

Untuk perbandingan dengan citra yang sama, pada hasil citra 5, metode *Power law* memiliki nilai PSNR sebesar 21.4590, sedangkan metode *CLAHE* memiliki nilai 14.4037.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai MSE

Metode *Power law* nilai MSE-nya cenderung lebih stabil dan berada di kisaran yang lebih rendah dibandingkan dengan metode *CLAHE*, terutama pada sebagian besar titik data. Ini mengindikasikan bahwa metode *Power law* secara keseluruhan memberikan prediksi yang lebih akurat. Metode *CLAHE* nilai MSE-nya lebih fluktuatif dan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan metode *Power law*. Ini menunjukkan bahwa metode *CLAHE* kurang konsisten dalam memberikan prediksi yang akurat.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai PSNR

Metode *Power law* menunjukkan kinerja yang lebih stabil dan cenderung memiliki nilai PSNR yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *CLAHE*. Ini mengindikasikan bahwa metode *Power law* lebih efektif dalam menjaga kualitas gambar setelah diproses. Metode *CLAHE* nilai PSNR metode *CLAHE* lebih bervariasi dan cenderung lebih rendah, terutama pada beberapa titik data. Ini menunjukkan bahwa metode *CLAHE* mungkin kurang efektif dalam mengurangi *noise* atau menjaga detail gambar pada kondisi tertentu.

## V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Power law* memiliki kemampuan yang lebih baik dalam peningkatan kualitas citra dibandingkan metode *CLAHE*. Pada perbandingan nilai MSE dan PSNR pada citra yang sama terlihat metode *Power law* memiliki kemampuan yang lebih baik yang dilihat dari nilai *Mean Square Error* (MSE) yang lebih kecil dan nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) yang lebih besar dibandingkan metode *CLAHE*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jumadi, J, Yupianti, and Sartika, D. "Pengolahan citra digital untuk identifikasi objek menggunakan metode *hierarchical agglomerative clustering*" Jurnal Sains dan Teknologi. Vol. 10. No 2, 2021, pp. 148-156.

- [2] Amalia S.R.R, dkk, “Pemanfaatan Citra Satelit Untuk Mengidentifikasi Perubahan Bentang Lahan”, Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan bahasa dan Sastra. Vol.2, No.2, 2024, pp. 314-323.
- [3] Karwowska, K., & Wierzbicki, D. (2022). *Improving spatial resolution of satellite imagery using generative adversarial networks and window functions. Remote Sensing*, 14(24), 6285.
- [4] Ambarwari, A. Husni, E.M. Mahayana, D. “Perkembangan Metode Klasifikasi Citra Penginderaan Jauh dalam Perspektif Revolusi Ilmiah Thomas Kuhn” Jurnal Filsafat Indonesia, Vol 6 No 3,2023.
- [5] A.I. Zakaria “Perbandingan Metode *High-Frequency Emphasis* (Hfe) Dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) Dalam Perbaikan Kualitas Citra Penginderaan Jauh (Remote Sensing)” Jurnal Pseudocode, Volume VI no 2, 2019. Pp.125-137.
- [6] R. S. Nugraha “Peningkatan Kualitas Untuk Deteksi Objek Pada Citra Satelit Menggunakan Metode Super Resolution Dan Yolov5” Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya, 2024.
- [7] M. F. Mahfuzh, R. V. Yuliantari, B. Fatkhurrozi, “Perbandingan Metode *Histogram Equalization* dan *Power Law* pada Perbaikan Kualitas Citra CCTV Menggunakan Bahasa Python”, Journal Of Applied Electrical Engineering, Vol. 6, No. 1, 2022, pp.4-9.
- [8] S. Fatimatuzzahro and R. V. Yuliantari, “Peningkatan Kualitas Citra pada Foto Sejarah Menggunakan Metode *Histogram Equalization dan Intensity Adjustment*” J. Appl. Electr. Eng., vol. 5, no. 2, 2021 pp. 36–42,
- [9] J. Hidayat, Usman, A. Faisal, Syafriwel, “Perbandingan Metode Perbaikan Kualitas Citra Berbasis *Histogram Equalization* Pada Citra Satelit”, Journal of Electrical Technology, Vol. 4, no.3, 2019 pp. 111-115.
- [10] Z. A. Matondang “Penerapan Metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) Pada Citra Digital Untuk Memperbaiki Gambar X-Ray”, Publikasi Ilmiah Teknologi Informasi Neumann (Pitin), 2018, pp. 107-112.