

IMAGE ENHANCEMENT PADA CITRA GESTUR TANGAN MENGGUNAKAN CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION

Natanael Christian Putra Windo Yustiantara¹, Resty Wulanningrum², Siti Rochana³

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

Jl. Ahmad Dahlan No. 76, Mojoroto, Kec. Mojoroto, Kota Kediri

Telp. 0813-3525-7409

E-mail: natanaelismi@gmail.com¹, resty0601@gmail.com², sitirochana@unp.ac.id³

ABSTRAKS

Image Enhancement merupakan proses perbaikan kualitas citra yang dilakukan dengan menggunakan beberapa metode. Citra yang paling sering dilakukan perbaikan kualitas adalah citra digital. Citra digital sering digunakan pada pengolahan citra biometrik, pengenalan wajah, pengenalan tanda tangan, bahkan permasalahan pada Closed Circuit Television (CCTV). Penelitian ini bertujuan untuk memberikan perbedaan hasil proses image enhancement pada gambar yang telah tertangkap oleh CCTV. Penelitian ini menggunakan 3 buah metode yaitu, Histogram Equalization (HE), Adaptive Histogram Equalization (AHE), dan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) untuk melakukan perbaikan citra, sedangkan objek yang akan digunakan pada penelitian ini adalah citra gesture tangan. Dari hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa Nilai MSE (Mean Squared Error) yang mendekati angka 0 adalah gambar yang menggunakan metode CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) dengan nilai sebesar 653.5. Untuk nilai PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) sendiri nilai yang paling besar yaitu 29.9783476895 dengan menggunakan metode CLAHE.

Kata Kunci: Image Enhancement, Citra Gestur Tangan, HE, AHE, CLAHE

ABSTRACT

Image Enhancement is an image quality improvement process that is carried out using several methods. The image that is most often used for quality improvement is a digital image. Digital images are often used in biometric image processing, facial recognition, signature recognition, and even problems with Closed Circuit Television (CCTV). This study aims to provide differences in the results of the image enhancement process on images that have been captured by CCTV. This study uses 3 methods, namely, Histogram Equalization (HE), Adaptive Histogram Equalization (AHE), and Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) to improve the image, while the object that will be used in this study is the image of hand gestures. From the results of this study, it can be seen that the MSE (Mean Squared Error) value that is close to 0 is an image that uses the CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) method with a value of 653.5. For the PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) value itself, the largest value is 29.9783476895 using the CLAHE method.

Keywords: Image Enhancement, Hand Gesture Image, HE, AHE, CLAHE

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan umum yang terjadi pada citra adalah hasil dari citra itu sendiri, apalagi citra yang dihasilkan dari tangkapan sebuah Closed Circuit Television (CCTV). Tidak sedikit hasil citra yang ditangkap oleh CCTV kurang jelas dan sulit untuk dipahami oleh manusia atau petugas pemantau CCTV.

Beberapa elemen yang digunakan untuk dapat mendukung keberhasilan system CCTV, antara lain adalah:

1. Kamera : Berdasarkan kategori bentuk terbagi menjadi 2 macam yaitu *fixed camera* (posisi kamera tidak berubah) dan *PTZ (Pan Tilt Zoom)* (posisi kamera dapat berubah dan dapat di zoom).

2. Media transmisi : Media transmisi dari CCTV menggunakan kabel koaksial atau UTP sedangkan *wireless* menggunakan *access point* berupa router.
3. Monitor : Menampilkan objek yang ditangkap oleh kamera.
4. Aplikasi Piranti Lunak : Suatu aplikasi yang dapat mengontrol CCTV dari suatu tempat dan dapat diinterogasikan dengan server penyimpanan video.
5. Media Penyimpanan : DVR (*Digital Video Recorder*) atau *Harddisk*.

Namun menurut beberapa penelitian menggambarkan masih kurang maksimalnya hasil gambar dari CCTV sehingga masih memerlukan

perbaikan kualitas gambar pada CCTV (Astra, 2018).

Pada penelitian kali ini, peneliti ingin melakukan sebuah perbaikan citra (*image enhancement*) dengan objek sebuah citra gesture tangan. Image Enhancement merupakan langkah awal dalam proses pengolahan citra (Image-Prerocessing). Dalam melakukan image enhancement ini terdapat beberapa tantangan, antara lain bagaimana CCTV dapat mendapatkan citra dengan tepat, bagaimana mengimplementasikan metode CLAHE untuk citra. Perbaikan citra ini bertujuan agar hasil citra yang diperoleh bias lebih maksimal meskipun cahaya yang didapatkan pada CCTV tidak terlalu bagus, serta dapat mengimplementasikan metode CLAHE agar mendapatkan kualitas citra yang lebih maksimal.

Seiring berkembangnya waktu, banyak metode-metode yang dapat digunakan untuk melakukan perbaikan citra (*Image Enhancement*). Image Enhancement sendiri merupakan sebuah Ada 3 buah metode yang akan digunakan oleh peneliti untuk melakukan perbaikan citra, yaitu menggunakan metode *Histogram Equalization (HE)*, *Adaptive Histogram Equalization (AHE)*, dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)*, sementara untuk bahasa pemrogramannya sendiri peneliti menggunakan bahasa pemrograman Python.

1.2 Referensi

1.2.1 Citra Digital

Citra digital merupakan gambar 2 dimensi yang dihasilkan dari analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar melalui proses sampling. Gambar analog dibagi menjadi N bari dan M kolom sehingga menjadi gambar diskrit. *Pixel* mempunyai dua parameter, yaitu koordinat dan intensitas (warna). Nilai yang terdapat pada koordinat (x,y) adalah $f(x,y)$, yaitu besar intensitas dari pixel di titik itu. Berikut bentuk matriks sebuah citra digital (Munantri, 2019):

$$f = \begin{bmatrix} f(1,1) & f(1,2) & \dots & f(1,N) \\ f(2,1) & f(2,2) & \dots & f(2,N) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(M,1) & f(M,2) & \dots & f(M,N) \end{bmatrix} \dots\dots (1)$$

1.2.2 Histogram Equalization (HE)

Histogram Equalization (HE) adalah salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kontras gambar yang diberikan. Gambar yang disempurnakan memiliki distribusi abu-abu yang seragam level. Hal ini berkaitan dengan jenis histogram dalam memperbaiki kontras secara berurutan. (Zakaria, dkk., 2019).

Tujuan utama dari perataan histogram adalah untuk memperoleh penyebaran histogram yang merata sehingga derajat keabuan memiliki jumlah pixel yang relatif sama. Karena histogram menyatakan peluang pixel dengan derajat keabuan

tertentu maka rumus menghitung perataan histogram adalah sebagai berikut:

$$P_r(r_k) = \frac{nk}{n} \text{ dalam hal ini } r_k = \frac{k}{L-1}, 0 \leq k \leq L - 1 \dots (2)$$

Artinya derajat keabuan (k) dinormalkan terhadap derajat keabuan terbesar (L-1). Nilai $r_k=0$ menyatakan hitam, dan $r_k=1$ menyatakan putih dalam skala keabuan yang didefinisikan (Kusuma, 2020).

1.2.3 Adaptive Histogram Equalization (AHE)

Adaptive Histogram Equalization (AHE) pada prinsipnya sama dengan Histogram Equalization (HE), yaitu mengerjakan proses ekualisasi histogram sebanyak beberapa kali masing-masing untuk setiap blok citra (subimage). Ukuran blok citra telah ditentukan sesuai kondisi citra atau kebutuhan penelitian, yaitu antara lain 2x2 pixel, 4x4 pixel, 8x8 pixel, 16x16 pixel, atau ukuran yang lain (Hidayat, 2019).

1.2.4 Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)

Kontras adalah tingkat penyebaran pixel-pixel ke dalam intensitas warna. Ada 3 macam kontras, yaitu kontras rendah, kontras tinggi dan kontras normal.

a. Citra kontras rendah

Citra kontras rendah dicirikan dengan sebagian besar komposisi citranya adalah terang atau sebagian besar gelap. Tetapi, mungkin saja suatu citra tergolong kontras rendah meskipun tidak terlalu terang atau tidak terlalu gelap bila semua pengelompokan nilai keabuan berada ditengah-tengah. Citra kontras rendah dapat diperbaiki kualitasnya dengan operasi peregangan kontras, melalui operasi ini, nilai-nilai keabuan pixel akan merentang dari 0 sampai 255.

b. Citra kontras tinggi

Citra kontras tinggi memiliki nilai jangkauan nilai keabuan yang lebar, tetapi terdapat area yang lebar yang didominasi oleh warna gelap dan area yang lebar yang didominasi oleh warna terang.

c. Citra kontras normal

Citra kontras normal memperlihatkan jangkauan nilai keabuan yang lebar tanpa ada nilai keabuan yang mendominasi (Sugiarti, 2018).

1.2.5 MSE (Mean Squared Error)

Mean Squared Error (MSE) adalah metode yang digunakan untuk mengukur kontrol dan kualitas sebuah citra. Nilai MSE dihitung dengan cara membandingkan sebuah objek contoh dengan objek

aslanya, sehingga bisa diketahui tingkat ketidaksesuaiannya. Nilai MSE yang dihasilkan apabila semakin rendah dan mendekati 0 (nol), maka akan semakin mirip dengan citra aslinya dan bagus kualitas citra tersebut. Secara sistematis nilai MSE dapat dirumuskan sebagai berikut (Tinaliah, 2020):

$$MSE = \frac{1}{m \times n} = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} [f(i,j) - g(i,j)]^2 \dots\dots (3)$$

1.2.6 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) merupakan nilai perbandingan antara nilai maksimum warna citra hasil filtering dengan kuantitas gangguan (noise), yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB), noise yang dimaksud adalah akar rata-rata kuadrat nilai kesalahan. Secara sistematis, nilai PSNR dapat dirumuskan sebagai berikut (Sidik, 2019):

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{MAX^2}{MSE} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- m,n : Dimensi citra yang akan diproses
- f(i,j) : Nilai pixel citra asli pada koordinat (i, j)
- g(i,j) : Nilai pixel citra hasil perbaikan pada koordinat (i, j)
- MAXi : Nilai pixel maksimum pada citra asli

1.2.7 Closed Circuit Television (CCTV)

Closed Circuit Television (CCTV) merupakan sebuah perangkat kamera video digital yang digunakan untuk mengirim sinyal ke layar monitor disuatu ruang atau tempat tertentu, sehingga dapat mencegah terjadinya kejahatan atau dapat dijadikan sebagai bukti tindak kejahatan yang telah terjadi. Pada umumnya CCTV seringkali digunakan untuk mengawasi area publik seperti bank, hotel, bandara, gudang militer, pabrik, maupun pergudangan (Tantoni, 2020).

Selain ditempat-tempat umum, CCTV juga digunakan untuk menjaga rumah atau ruang penyimpanan gudang untuk menjaga informasi atau properti di dalamnya. Tanpa harus menempatkan banyak tenaga kerja terpercaya di setiap sudut ruangan yang harus dijaga, CCTV dapat memantau setiap ruangan dengan sebuah monitor (Ahda, 2018).

1.2.8 Bahasa Pemrograman Python

Python merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi. Python dibuat oleh Guido van Rossum di Centrum Wiskunde & Informatika (CWI), Belanda dan pertama kali dirilis pada tahun 1991. Python dapat dipergunakan untuk proyek skala kecil maupun skala besar. Saat ini python sudah mencapai versi 3x dan dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti *web develeopment*, *GUI development*, *scientific*, *software development*, dan *system administration* (Pinata, 2020)

Beberapa kelebihan dari bahasa pemrograman python diantara lain:

1. Pengembangan program dilakukan dengan

- cepat dan coding yang lebih sedikit
2. Mendukung multi platform
3. Memiliki sistem pengelolaan memori yang otomatis
4. Python bersifat Object Oriented Programming (OOD) (Ginting, 2020).

2. PEMBAHASAN

2.1 Kebutuhan Data

2.1.1 Data Input

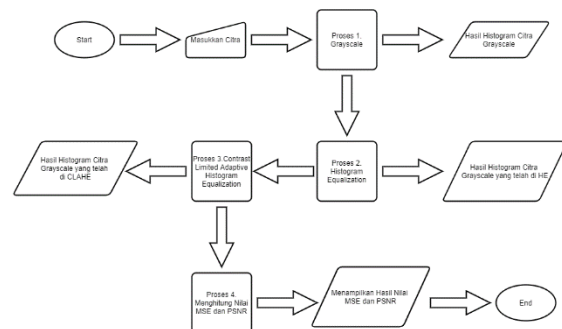
Padapenelitian kali ini, peneliti akan menggunakan data gambar tangan mengepal dan terbuka untuk bahan penelitian. Data citra tangan diperoleh melalui proses foto dari tangan peneliti dan juga beberapa orang disekitar peneliti.



Gambar 1. Data Citra Tangan

2.2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menempuh langkah-langkah seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Alur Penelitian

Keterangan:

Masukkan Citra

Pada tahap ini, citra hasil capture dari CCTV dimasukkan untuk dijadikan citra *training*. Citra diambil sebanyak 4 data, 2 data gesture tangan mengepal dan 2 data gesture tangan terbuka.

Proses 1 Grayscale

Pada tahap ini, mengubah citra asli yang telah dihasilkan menjadi citra abu-abu atau citra *grayscale* yang nanti akan menjadi bahan untuk dilakukan pengolahan. Serta menampilkan histogram dari citra yang telah dilakukan grayscale.

Proses 2 Histogram Equalization

Pada tahap ini, citra yang telah dirubah menjadi citra grayscale kemudian dilakukan proses perbaikan citra dengan metode Histogram Equalization serta menampilkan histogram hasil citra yang telah dilakukan enhancement dengan Histogram Equalization.

Proses 3 Adaptive Histogram Equalization

Pada tahap ini, citra yang telah dirubah menjadi citra grayscale kemudian dilakukan proses enhancement dengan menggunakan metode Adaptive Histogram Equalization, serta menampilkan histogram hasil citra yang telah dilakukan enhancement dengan Adaptive Histogram Equalization.

Proses 4 Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization

Pada tahap ini, citra yang telah dirubah menjadi citra grayscale kemudian dilakukan proses enhancement dengan menggunakan metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization, serta menampilkan histogram hasil citra yang telah dilakukan enhancement dengan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization.

Proses 5 Menghitung Nilai MSE dan PSNR

Pada tahap ini, adalah tahapan mencari nilai MSE dan PSNR dari masing-masing data yang telah dilakukan proses enhancement, untuk menentukan metode mana yang mendekati baik untuk selanjutnya dapat direkomendasikan agar digunakan.

2.3 Perangkat Uji Coba

Perangkat yang digunakan untuk ujicoba pada penelitian ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Untuk dapat melihat perangkat keras dan perangkat lunak lebih spesifik terdapat pada Table 1.

Table 1. Perangkat Uji Coba

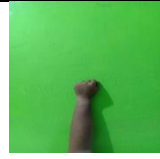
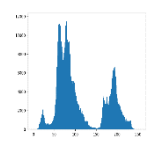
Perangkat Keras	Perangkat Lunak
1. Processor : Intel Core i5-8250U CPU @ 3.4 GHz	1. Sistem Operasi : Windows 10 Home Single Language
2. Memory : Ram 8 GB	2. IDLE : Python 3.9 (64-bit)
3. Kamera : Handphone Oppo F9	
4. Harddiks : HDD 1000 GB	

2.4 Skenario Uji Coba


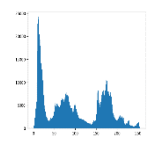
Ujicoba dilakukan untuk mengetahui hasil citra dari proses enhancement dengan menggunakan 3 buah metode *Histogram Equalization*, *Adaptive Histogram Equalization*, dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*. Serta untuk mengetahui nilai dari *MSE (Mean Squared Error)* dan *PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)* dari data yang akan dilakukan proses ujicoba. Data yang akan digunakan untuk ujicoba berupa 2 buah jenis gambar gesture tangan yaitu gesture tangan mengepal dan gesture tangan terbuka sebanyak masing-masing 2

buah. Peneliti menghasilkan 4 buah scenario berdasarkan jumlah data. Skenario dapat dilihat pada Table 2, 3, 4, dan 5.


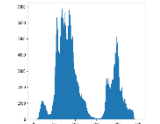
Tabel 2. Skenario 1

Gambar	Jarak x Tinggi	Resolusi	Dimensi
	100 cm x 100 cm	300 x 300 dpi	479 x 479 piksel
			

Tabel 3. Skenario 2

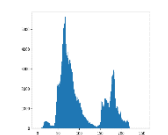
Gambar	Jarak x Tinggi	Resolusi	Dimensi
	100 cm x 100 cm	96 x 96 dpi	526 x 702 piksel
			

Tabel 4. Skenario 3

Gambar	Jarak x Tinggi	Resolusi	Dimensi
	100 cm x 100 cm	150 x 150 dpi	347 x 463 piksel
			

Tabel 5. Skenario 4


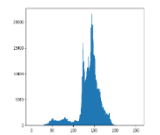

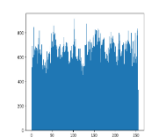

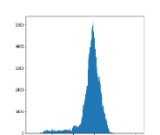

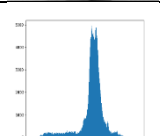
Gambar	Jarak x Tinggi	Resolusi	Dimensi
			

	100 cm x 100 cm	96 x 96 dpi	300 x 300 piksel
---	-----------------------	----------------	------------------------

2.5 Hasil Uji Coba


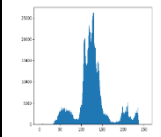

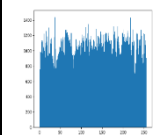

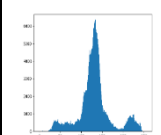

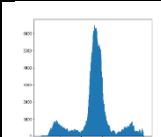
Ujicoba pada penelitian ini, peneliti memisahkan setiap scenario dilakukan image enhacement dengan merubah menjadi citra Grayscale terlebih dahulu, selanjutnya melakukan perbaikan citra menggunakan metode *Histogram Equalization*, *Adaptive Histogram Equalization*, dan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*. Hasil dari ujicoba pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6, 7, 8, dan 9.

Tabel 6. Hasil Uji Coba Skenario 1

Citra Tangan	Nilai MSE	Nilai PSNR
	1138.16666666 66667	27.568744984 1
	Histogram Citra Grayscale	
	4343.5	21.752405350 2
	Histogram Citra Histogram Equalization	
	1307.83333333 33333	26.965279587 5
	Histogram Citra Adaptive Histogram Equalization	
	945.833333333 3334	28.372657454
	Histogram Citra Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization	

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa Nilai MSE (*Mean Squared Error*) yang mendekati angka 0 adalah gambar 4 yang menggunakan metode CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) dengan nilai sebesar **945.833333333334**. Untuk nilai PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) sendiri dari ke 4 gambar yang paling besar adalah gambar nomor 4, yaitu sebesar **28.372657454**.

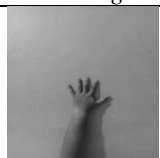
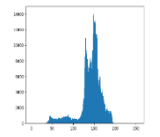

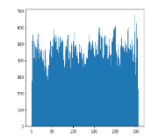

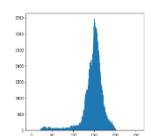

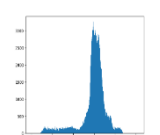
Tabel 7. Hasil Uji Coba Skenario 2

Citra Tangan	Nilai MSE	Nilai PSNR
	6890.5	19.748296238 1
	Histogram Citra Grayscale	
	29291.666666666 668	13.463362775 1
	Histogram Citra Histogram Equalization	
	7475.166666666 67	19.394594806 9
	Histogram Citra Adaptive Histogram Equalization	
	4616.0	21.488145607 2
	Histogram Citra Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization	

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa Nilai MSE (*Mean Squared Error*) yang mendekati angka 0 adalah Gambar 4 yang menggunakan metode CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) dengan nilai sebesar **4616.0**. Untuk nilai PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) sendiri dari


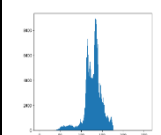

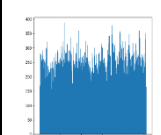

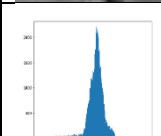

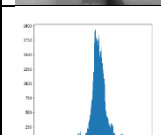
ke 4 gambar yang paling besar adalah gambar nomor 4, yaitu sebesar **21.4881456072**.

Tabel 8. Hasil Uji Coba Skenario 3

Citra Tangan	Nilai MSE	Nilai PSNR
	849.6666666666666	28.83831780166
	Histogram Citra Grayscale	
	3976.8333333333335	22.1354297055
	Histogram Citra Histogram Equalization	
	962.1666666666666	28.2983005374
	Histogram Citra Adaptive Histogram Equalization	
	594.1666666666666	30.3917207704
	Histogram Citra Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization	

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa Nilai MSE (*Mean Squared Error*) yang mendekati angka 0 adalah Gambar 4 yang menggunakan metode CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) dengan nilai sebesar **594.1666666666666**. Untuk nilai PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) sendiri dari ke 4 gambar yang paling besar adalah gambar nomor 4, yaitu sebesar **30.3917207704**.

Tabel 9. Hasil Uji Coba Skenario 4

Citra Tangan	Nilai MSE	Nilai PSNR
	782.6666666666666	29.1950352299
	Histogram Citra Grayscale	
	6635.833333333333	19.9118489121
	Histogram Citra Histogram Equalization	
	905.1666666666666	28.5635180844
	Histogram Citra Adaptive Histogram Equalization	
	653.5	29.9783476895
	Histogram Citra Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization	

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa Nilai MSE (*Mean Squared Error*) yang mendekati angka 0 adalah gambar 4 yang menggunakan metode CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) dengan nilai sebesar **653.5**. Untuk nilai PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) sendiri dari ke 4 gambar yang paling besar adalah gambar nomor 4, yaitu sebesar **29.9783476895**.

3. KESIMPULAN

Dari analisa hasil ujicoba pada ke 3 metode yang telah dilakukan oleh penulis, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Metode yang paling baik digunakan untuk image enhacement yaitu dengan

- menggunakan metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE).
2. Dengan menggunakan metode CLAHE maka nilai MSE pada citra akan semakin rendah mendekati 0 (nol).
 3. Nilai PSNR dengan menggunakan metode CLAHE semakin besar, berarti menunjukkan hasil citra yang diperoleh semakin mirip dengan citra aslinya.

Adaptive Histogram Equalization. *Jurnal Teknologi Informasi*. Vol 4, No. 2.

Zakaria, A.I., Ernawati.,Vatresia, A., Oktoeberza, W.KZ. 2019. Perbandingan Metode High-Frequency Emphasis (HFE) dan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) Dalam Perbaikan Kualitas Citra Penginderaan Jauh (Remote Sensing). *Jurnal Pseudocode*. Vol VI, No. 2.

PUSTAKA

- Ahda, A. 2018. Analisa Perbandingan Kinerja CCTV DVR dengan CCTV Portable Menggunakan Smartphone Android Secara Online. *Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi, dan Komputer*. Vol 1, No. 2.
- Astra, O.A., Mardiana, Y. 2018. Rancang Bangun dan Analisa Pengendali CCTV Berbasis Arduino Menggunakan Smartphone Android. *Jurnal Media Infotama*. Vol 14, No. 1.
- Ginting, V.S., Kusrini.,Luthfi, E.T. 2020. Penerapan Algoritma C4.5 Dalam Memprediksi Keterlambatan Pembayaran uang Sekolah Menggunakan Python. *Jurnal Teknologi Informasi*. Vol 4, No. 1.
- Hidayat, J., Usman., Faisal, A., Syafriwel. 2019. Perbandingan Metode Perbaikan Kualitas Citra Berbasis Histogram Equalization Pada Citra Satelit. *Journal Of Electrical Technology*. Vol 4, No. 3.
- Kusuma, I.W.A.W., Kusumadewi, A. 2020. Penerapan Metode Contrast Streching, Histogram Equalization dan Adaptive Histogram Equalization Untuk Meningkatkan Kualitas Citra Medis MRI. *Jurnal SIMETRIS*. Vol 11, No.1.
- Munantri, N.Z., Sofyan, H., Yanu, M. 2019. Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Identifikasi Umur Pohon. *TELEMATIKA*. Vol 16, No. 2.
- Piñata, N.N.P., Sukarsa, I.M., Rusjyanthi, N.K.D. 2020. Prediksi Kecelakaan Lalu Lintas Di Bali Dengan XGBoost Pada Python. *Jurnal Ilmiah Merpati*. Vol 8, No. 3.
- Sidik.,Firmansyah., Anwar, S. 2019. Perbaikan Citra Malam (Tidak Infrared) Dengan Metode Histogram Equalization Dan Contrast Stretching. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komputer*. Vol 4, No. 2.
- Sugiarti. 2018. Peningkatan Kualitas Citra Dengan Metode Fuzzy Possibility Distribution. *ILKOM Jurnal Ilmiah*. Vol 10, No. 1.
- Tantoni, A., Zaen, M.T.A. 2020. Sistem Keamanan Pemantauan CCTV Online Berbasis Android Pada Rumah Cantik Syifa Masbagik. *JurnalInformatika&RekayasaElektronika*. Vol 2, No. 1.
- Tinaliah., Elizabeth, T. 2020. Peningkatan Kualitas Citra X-Ray Paru-Paru Pasien Covid-19 Menggunakan Metode Contrast Limited