

PERBANDINGAN KINERJA METODE HISTOGRAM EQUALIZATION DAN TRANSFORMASI WAVELET DALAM REDUKSI NOISE CITRA DIGITAL

I Putu Eka Aditya Saputra¹⁾ Ketut Queena Fredlina²⁾ Putu Trisna Hady Permana S³⁾

Program Studi Teknik Informatika ^{1) 2) 3)}

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer (STMIK) Primakara, Denpasar, Bali ^{1) 2) 3)}

ekatsukasa@gmail.com ⁽¹⁾ queena@primakara.ac.id ⁽²⁾ trisnapermana.putu@gmail.com ⁽³⁾

ABSTRACT

Digital images are often affected by noise, which can degrade their quality. To address this issue, various noise reduction methods have been developed, including histogram equalization and wavelet transformation. This research aims to compare the effectiveness of these two noise reduction methods on digital images: histogram equalization and wavelet transformation. The study is conducted by comparing the values of Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) and Mean Square Error (MSE) between the images processed using histogram equalization and wavelet transformation. The results of the research indicate that the wavelet transformation method is more effective in reducing noise compared to histogram equalization. The wavelet transformation method yields higher PSNR values and lower MSE values compared to histogram equalization for all tested images. Among the five tested images (camera, pirate, mandril_gray, boat, and lena), the best result is obtained for the boat image using the wavelet transformation method, with an MSE value of 323.26 and a PSNR value of 23.04.

Keywords: Digital Image, Histogram Equalization, Wavelet Transformation, PSNR, MSE.

ABSTRAK

Citra digital seringkali terkena noise yang mengganggu kualitas gambar. Untuk mengatasi masalah ini, telah dikembangkan berbagai metode reduksi noise, termasuk histogram equalization dan transformasi wavelet. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas dua metode pengurangan noise pada citra digital, yaitu histogram equalization dan transformasi wavelet. Studi ini dilakukan dengan membandingkan nilai PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) dan MSE (Mean Square Error) antara citra yang diproses menggunakan histogram equalization dan transformasi wavelet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode transformasi wavelet lebih efektif dalam mengurangi noise dibandingkan dengan metode histogram equalization. Metode transformasi wavelet menghasilkan nilai PSNR yang lebih tinggi dan nilai MSE yang lebih rendah dibandingkan histogram equalization pada semua citra yang diuji. Diantara lima citra yang diuji (camera, pirate, mandril_gray, boat, dan lena), hasil terbaik diperoleh pada citra boat dengan metode transformasi wavelet yang memiliki nilai MSE sebesar 323,26 dan nilai PSNR sebesar 23,04.

Kata Kunci: Citra Digital, Histogram Equalization, Transformasi Wavelet, PSNR, MSE.

PENDAHULUAN

Pengolahan citra digital (digital image processing) merupakan suatu disiplin ilmu yang menekuni tentang teknik - teknik mencerna citra. Citra merupakan foto diam (gambar) ataupun foto bergerak (yang berasal dari webcam). Sebaliknya digital disini memiliki itikad pengolahan citra foto atau gambar menggunakan teknik digital memakai computer [1]. Peningkatan Citra bertujuan

meningkatkan interpretabilitas dan persepsi data dalam gambar untuk manusia, serta memberikan masukan yang lebih baik untuk metode pemrosesan gambar otomatis lainnya [2]. Motif utama peningkatan citra memperbaiki citra asli menggunakan aplikasi tertentu, mempertajam ataupun meningkatkan fitur foto supaya menjadi lebih baik [3]. Dalam proses pembuatan sistem identifikasi keaslian motif tenun songket khas Jembrana ini menggunakan teknologi pengolahan citra yaitu

dengan model pengenalan pola. Pengenalan pola (*patter recognition*) dapat mengklasifikasikan atau menggambarkan sesuatu berdasarkan pengukuran kuantitatif ciri (fitur) atau sifat utama dari suatu objek. Metode yang digunakan dalam pengenalan pola ini adalah model penghitungan jarak yaitu manhattan distance karena dapat menghitung perbedaan nilai absolut dari dua vector sebuah fitur atau ciri. Transformasi Wavelet menjadi metode yang populer dan paling sering digunakan, Wavelet memiliki kelebihan dimana dapat beradaptasi pada berbagai jenis fungsi seperti fungsi tidak kontinu dan fungsi yang didefinisikan pada domain yang dibatasi Sementara Histogram Equalization (HE) yang di mana metode ini didasarkan pada ide untuk memetakan kembali Histogram adegan ke Histogram yang memiliki fungsi kepadatan probabilitas yang hampir seragam. Metode ini mendapatkan hasil yang hampir serupa dengan transformasi Wavelet walaupun metode ini sudah kurang diminati dalam image enhancement. Hal ini dikarenakan metode Histogram kurang dalam meningkatkan piksel dalam gambar sehingga kontras akan bernilai sama serta dapat meningkatkan kontras kebisingan latar belakang dan mengurangi pengaruh signal. [15]

TINJAUAN PUSTAKA

Citra Digital

Secara umum, pemrosesan foto digital mengacu pada pemakaian komputer untuk memproses foto 2D. Lebih luas lagi, pengolahan citra digital mengacu pada informasi dua ukuran. Citra digital merupakan array yang berisi bilangan real serta lingkungan, direpresentasikan selaku urutan bit tertentu. [4] Sesuatu citra bisa didefinisikan selaku guna $f(x,y)$ berdimensi meter baris serta N kolom, dengan x serta y merupakan koordinat spasial, serta amplitudo f di titik koordinat (x,y) dinamakan tingkatan keabuan dari citra pada titik tersebut. Apabila nilai x,y , serta nilai amplitudo f secara totalitas berhingga serta bernilai diskrit. [4]

Histogram Equalization

Histogram Equalization adalah salah satu metode yang paling umum digunakan untuk

meningkatkan kontras gambar karena efisiensinya yang tinggi dan sederhana. Metode ini mencapai dengan normalisasi distribusi intensitas menggunakan fungsi distribusi kumulatif sehingga gambar hasilnya memiliki distribusi intensitas yang seragam.[10] Histogram Equalization adalah distribusi jenis data tertentu. Dengan pemerataan histogram kita dapat meningkatkan kontras dan tampilan suatu gambar. Seluruh spektrum piksel (0-255) akan diregangkan dengan pemerataan Histogram. Histogram yang mencakup semua kemungkinan nilai yang digunakan oleh skala keabuan ditentukan sebagai Histogram yang baik. Algoritma dari Histogram Equalization dapat diumpamakan misalkan $X = X(i,j)$ menyatakan citra digital, di mana $X(i,j)$ menyatakan tingkat keabuan piksel pada tempat (i,j) . Jumlah total piksel gambar adalah n dan intensitas gambar didigitalkan menjadi level L yaitu $\{X_0, X_1, X_2, \dots, X_{L-1}\}$. Jadi jelas bahwa $X(i,j) \in \{X_0, X_1, X_2, \dots, X_{L-1}\}$. Misalkan X_k menunjukkan jumlah piksel dengan tingkat keabuan pada citra, maka kerapatan peluang X_k adalah

$$p(X_k) = \frac{n_k}{n} \quad k = 0, 1, \dots, L - 1$$

Dalam Histogram Equalization pada citra digital, CDF (Cumulative Distribution Function) adalah fungsi yang digunakan untuk mengubah distribusi intensitas piksel dalam citra menjadi distribusi yang lebih merata. CDF menggambarkan akumulasi probabilitas intensitas piksel dari nilai minimum hingga nilai tertentu. Dalam menghitung CDF digunakan rumus (i)

$$cdf(i) = cdf(i - 1) + P$$

Cdf (i) adalah nilai CDF untuk nilai intensitas i , cdf (i-1) adalah nilai CDF untuk nilai intensitas sebelumnya (i-1) dan P adalah probabilitas kemunculan nilai intensitas i .

Transformasi Wavelet

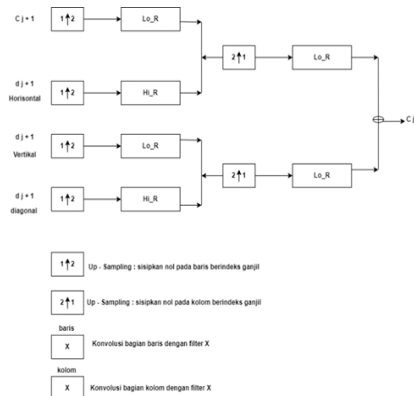
Transformasi Wavelet adalah teknik pengolahan sinyal yang digunakan untuk memisahkan data, fungsi, atau operator ke dalam berbagai komponen frekuensi yang

berbeda. [9]. Proses dekomposisi 2- D pada proses citra dekomposisi diawali pada baris dan kolom dalam sebuah array 2 ukuran, di mana tiap- tiap saling terhubung dengan bentuk horizontal dan vertical pada piksel citra. Dekomposisi koefisien aproksimasi ditingkat j menciptakan koefisien aproksimasi tingkat $j + 1$ beserta 3 orientasi koefisien perinci (*horisontal, vertikal, dan diagonal*) proses dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram dekomposisi TWD 2-D

Dalam proses rekonstruksi kebalikan dari proses dekomposisi. Rekonstruksi akan mengombinasikan satu koefisien aproksimasi serta 3 koefisien perinci yang dihasilkan pada proses dekomposisi proses dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Diagram rekonstruksi TWD 2-D

Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error atau MSE sebagai ukuran ketepatan sinyal. Tujuan dari pengukuran ketepatan sinyal adalah untuk membandingkan dua sinyal dengan memberikan skor kuantitatif tingkat kesamaan atau sebaliknya tingkat kesalahan di antara keduanya. Biasanya, diasumsikan bahwa salah satu sinyal adalah asli, sementara yang lain terdistorsi atau terkontaminasi oleh kesalahan. Dalam MSE, kita akan sering mengacu pada sinyal error yang merupakan perbedaan antara sinyal asli dan sinyal terdistorsi. Jika salah satu sinyal adalah sinyal asli dengan kualitas yang dapat diterima (atau mungkin murni) dan yang lainnya adalah versi terdistorsi yang kualitasnya sedang dievaluasi, maka MSE juga dapat dianggap sebagai ukuran kualitas sinyal. MSE dirumuskan sebagai berikut.

$$MSE = \left(\frac{\sum_{m,n} [I_1(i,j) - I_2(i,j)]^2}{(m \times n)} \right)$$

Dalam rumus tersebut dimana $\Sigma (m,n)$ adalah simbol penjumlahan untuk menghitung jumlah seluruh piksel pada kedua gambar I1 dan I2 dengan ukuran $m \times n$, yang menunjukkan jumlah baris dan kolom piksel dalam gambar. Bagian $[I_1(i,j) - I_2(i,j)]^2$ merupakan selisih kuadrat antara nilai piksel pada gambar I1 dan I2 pada posisi baris dan kolom j . Ini menghasilkan perbedaan absolut antara dua gambar pada setiap piksel, yang kemudian dikuadratkan. Simbol menunjukkan bahwa hasil selisih kuadrat pada setiap piksel kemudian dijumlahkan untuk seluruh piksel pada gambar I1 dan I2

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) merupakan sebuah metrik yang digunakan untuk mengukur rasio antara nilai puncak (peak) yang mungkin dicapai oleh sebuah sinyal dengan kekuatan distorsi noise yang mempengaruhi kualitas representasinya. Karena rentang dinamis dari banyak sinyal sangat luas, yaitu rasio antara nilai terbesar dan terkecil yang dapat dicapai oleh kuantitas yang dapat diubah, PSNR biasanya dinyatakan dalam skala desibel logaritmik. PSNR (dinyatakan dengan satuan dB) persamaan. PSNR bertujuan untuk

mengevaluasi kualitas sinyal dibandingkan dengan sinyal yang telah menerima denoising. PSNR sangat berkaitan dengan Mean Square Error (MSE), dimana nilai 255 adalah jumlah piksel dalam gambar dan didefinisikan sebagai berikut.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE}$$

METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Studi Literatur, mempelajari buku dan jurnal penelitian mengenai peningkatan citra digital dengan metode Histogram Equalization dan Transform Wavelet.

Jenis Data

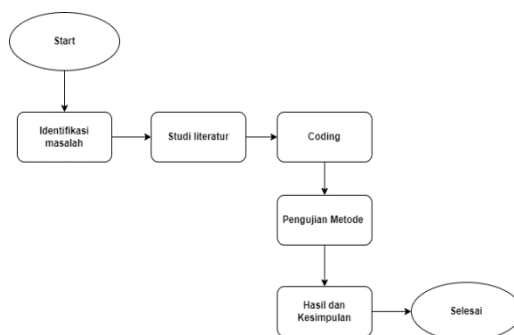
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kualitatif yaitu data berupa gambar yang akan digunakan dalam melakukan perbandingan metode. Sedangkan data kuantitatif digunakan dalam menentukan hasil dari perbandingan metode

Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder di mana diperoleh dari buku - buku, jurnal penelitian yang membahas tentang peningkatan citra digital dengan metode Histogram Equalization dan Transformasi Wavelet.

Alur Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa alur yang dilakukan sebagai berikut :

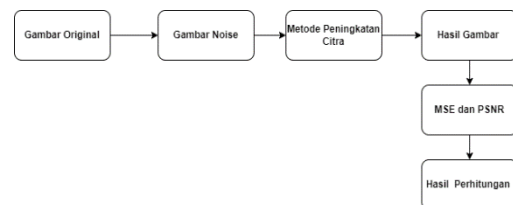


Gambar 3. Alur Penelitian

1. Identifikasi Masalah, peneliti melakukan penelusuran masalah yang terjadi untuk menentukan topik yang diambil dalam penelitian ini.
2. Studi Literatur, dalam studi literatur peneliti mengembangkan teori dari permasalahan dalam penelitian. Teori ini digunakan sebagai arahan dalam memecahkan masalah.
3. Coding, peneliti mulai melakukan pembuatan coding dari metode yang akan diuji
4. Pengujian Metode, peneliti melakukan pengujian dari metode yang akan dibandingkan untuk mendapatkan hasil perbandingan.
5. Hasil akan menjawab semua permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini. Hal ini karena perumusan keputusan dalam tindakan didasarkan hasil yang didapatkan.

Rancangan Penelitian

Berikut rancangan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini:



Gambar 4. Rancangan Penelitian

1. Gambar Original, adalah gambar asli yang akan diuji
2. Gambar Noise, adalah gambar original yang diberikan noise.
3. Metode Peningkatan Citra, dalam tahap ini gambar yang telah diberikan noise akan dilakukan peningkatan citra kualitasnya menggunakan metode Transformasi Wavelet dan Histogram Equalization

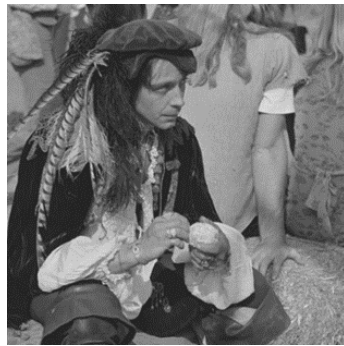
4. Hasil Gambar, hasil gambar yang baru setelah dilakukan peningkatan citra.
5. MSE dan PSNR, hasil gambar yang baru akan dilakukan pemeriksaan menggunakan metode MSE dan PSNR.
6. Hasil Perhitungan, hasil perhitungan dari tahap ini dilakukan untuk mengetahui hasil perbandingan dari dua metode.

HASIL DAN PEMBAHASAN

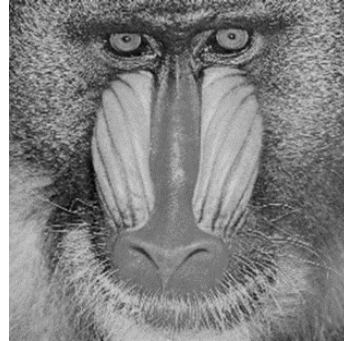
Pengujian citra menggunakan lima gambar dengan nama Camera, Pirate, Mandril, Boat dan Lena dalam gambar berikut.



Gambar 5. Camera



Gambar 6. Pirate



Gambar 7. Mandril



Gambar 8. Boat



Gambar 9. Lena

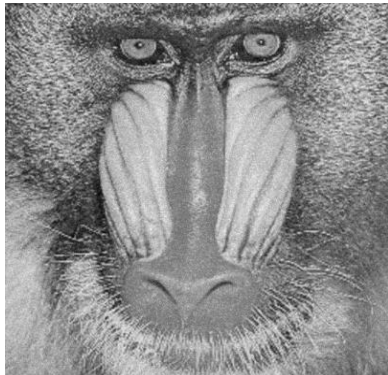
Kelima gambar akan diberikan noise, sehingga menghasilkan gambar baru. Gambar dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 10. Noise Camera



Gambar 11. Noise Pirate



Gambar 12. Noise Mandril



Gambar 13. Noise Boat



Gambar 14. Noise Lena

Lima gambar yang diberikan noise akan direkonstruksi ulang menggunakan metode Hitogram equalization dan Transformasi wavelet dan menghasilkan gambar baru. Gambar hasil rekonstruksi masing-masing metode dapat dilihat pada gambar - gambar berikut.



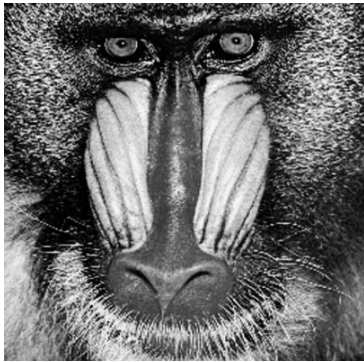
Gambar 15. Histogram Camera



Gambar 16. Histogram Pirate



Gambar 19. Histogram Lena



Gambar 17. Histogram Mandril



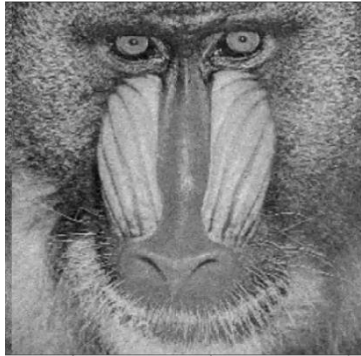
Gambar 20. Wavelet Camera



Gambar 18. Histogram Boat



Gambar 21. Wavelet Pirate

**Gambar 22.** Wavelet Mandril**Gambar 23.** Wavelet Boat**Gambar 24.** Wavelet Lena

Hasil Pengujian citra menggunakan metode MSE dan PSNR dari kedua gambar. Hasil perbandingan dilakukan pada dua metode, hasil perbandingan dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2 berikut.

Table 1. MSE and PSNR Histogram Equalization

No	Picture Name	MSE	PSNR
1	Camera	500.49	21.14
2	Pirate	584.63	20.46
3	Mandrill	1390.45	16.7
4	Boat	1422.40	16.6
5	Lena	743.61	19.42

Dari tabel hasil pengujian metode Histogram Equalization didapatkan nilai MSE mengukur sigma error dari gambar original dengan gambar rekonstruksi, yang dimana semakin kecil nilai MSE maka semakin baik hasil rekonstruksi metode. Hasil pengujian pada gambar kamera menghasilkan nilai MSE paling rendah dengan nilai 500.49 dibandingkan dengan gambar yang lain. Sedangkan gambar boat menghasilkan nilai MSE paling besar dengan nilai 1422.40. Dapat diketahui pada gambar kamera metode Histogram merekonstruksi lebih baik dari gambar yang lainnya. Nilai dari PSNR dari metode Histogram Equalization dimana semakin besar nilai yang didapatkan maka akan semakin baik rekonstruksi citra dilakukan oleh metode. dalam pengujian ini nilai yang didapatkan yang terbaik yaitu 21.14 yang dimiliki gambar camera sehingga metode Histogram merekonstruksi dengan baik pada gambar kamera dibandingkan pada gambar yang lainnya.

Table 2. MSE and PSNR Transformasi Wavelet

No	Picture Name	MSE	PSNR
1	Camera	500.49	21.14
2	Pirate	584.63	20.46
3	Mandrill	1390.45	16.7
4	Boat	1422.40	16.6

5	Lena	743.61	19.42
---	------	--------	-------

Dari tabel 2 hasil pengujian metode Transformasi Wavelet diatas didapatkan nilai MSE mengukur sigma error dari gambar original dengan gambar hasil rekonstruksi yang dimana semakin kecil nilai MSE maka semakin baik hasil rekonstruksi metode. Hasil pengujian mendapatkan gambar boat menghasilkan nilai MSE paling rendah dengan nilai 323.26 dibandingkan dengan gambar yang lain. Sedangkan gambar mandril_gray menghasilkan nilai paling besar dengan nilai 326.82. Dapat diketahui pada gambar kamera dengan Transformasi Wavelet merekonstruksi lebih baik dari gambar yang lainnya. Nilai dari PSNR dari metode Transformasi Wavelet dimana semakin besar nilai yang didapatkan maka akan semakin baik rekonstruksi citra dilakukan oleh metode. dalam pengujian ini nilai yang didapatkan yang terbaik yaitu 23.04 yang dimiliki gambar boat sehingga metode transformasi wavelet merekonstruksi dengan baik pada gambar boat dibandingkan pada gambar yang lainnya.

SIMPULAN

Rekontruksi dari metode Histogram Equalization menggunakan lima citra gambar yang diuji mendapatkan nilai MSE terendah pada gambar camera dengan nilai 500.49 db dan nilai PSNR sebesar 21.14 db. Hal ini menunjukan Metode Histogram Equalization merontruksi lebih baik pada gambar camera dibandingkan gambar lainnya. Sementara rekontruksi dari metode Transformasi Wavelet menggunakan lima citra gambar yang diuji mendapatkan nilai MSE terendah pada gambar boat dengan nilai 323.26 db dan nilai PSNR 23.04 db. Hal ini menunjukan Transformasi Wavelet mrekontruksi. Dari dua metode yang diuji menggunakan kelima citra gambar dapat disimpulkan Transformasi Wavelet lebih baik dalam mereduksi noise dibandingkan Histogram Equalization. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian MSE dan PSNR.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. D. Kusumanto and A. N. Tompunu, "Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi Rgb," Semin. Nas. Teknol. Inf. Komun. Terap., pp. 1–7, 2011
- [2] S. Sugiarti, "Peningkatan Kualitas Citra Dengan Metode Fuzzy Possibility Distribution," Ilk. J. Ilm., vol. 10, no. 1, pp. 100–104, 2018.
- [3] S. Sutarno, "Analisis Perbandingan Transformasi Wavelet Pada Pengenalan Citra Wajah," J. Generic, vol. 5, no. 2, p. 79529, 2010.
- [4] Darma Putra, "Pengolahan Citra Digital," edisi ke-1, Yogyakarta: ANDI OFFSET, 2010.
- [5] H. Nugroho, M. Hakimah, and A. W. Azinar, "Image Enhancement Citra Zoom Dengan Menggunakan Metode Bilinear Interpolation Dari Kamera Webcam," Netw. Eng. Res. Oper., vol. 4, no. 2, pp. 103–108, 2019, doi: 10.21107/nero.v4i2.125
- [6] S. Y. Riska, "Klasifikasi Level Kematangan Tomat Berdasarkan Perbedaan Perbaikan Citra Menggunakan Rata-Rata RGB Dan Index Pixel," J. Ilm. Teknol. Inf. Asia, vol. 9, no. 2, pp. 18–26, 2015.
- [7] S. Tena, "Image Enhancement Menggunakan Metode Linear Filtering Dan Stationary Wavelet Transform," Image Enhanc. Menggunakan ... Silvester Tena Teknol. Elektro, vol. 8, no. 2, pp. 32–38, 2012.
- [8] Silvester Tena, "Perbaikan Kualitas Citra Berwarna Dengan Metode Discre Wavelet Transfrom (DWT)," Semin. Nas. Sains dan Tek., pp. 1–7, 2012.
- [9] D. R. Sulistyaningrun and H. Khukmiati, "Penerapan Transformasi Wavelet Diskrit Untuk Reduksi Noise Pada Citra Digital," Limits J. Math. Its Appl., vol. 1, no. 1, p. 47, 2004.

- [10] S. Raj, S. Kumar, and S. Raj, "An Improved Histogram Equalization Technique for Image Contrast Enhancement," *Int. Conf. Commun. Comput.*, no. July, pp. 1–6, 2015.
- [11] N. Balakrishnan and S. P. Shantharajah, "Image denoising and contrast via intensity histogram equalization method," *Int. Rev. Comput. Softw.*, vol. 9, no. 6, pp. 988–996, 2014.
- [12] S. A. Farah, S. Suparti, and D. Ispriyanti, "Analisis Multiresolusi Wavelet Dengan Transformasi Wavelet Diskrit Berbasis Gui R (Studi Kasus: Inflasi Di Indonesia Pada Periode Oktober 2007-Mei 2018)," *J. Gaussian*, vol. 9, no. 2, pp. 143–151, 2020.
- [13] N. Yelliy N, "Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization Dan Spesification Pada Citra Abu-Abu," *J-Icon*, vol. 7, no. 1, pp. 87–95, 2019.
- [14] A. Surya Saruman and F. Eka Susilawati, "Deteksi Pengurangan Noise pada Citra Digital menggunakan Metode Frequency Domain Code Matlab," *Konf. Nas. Ilmu Komput.*, pp. 550–560, 2021.
- [15] P. Garg and T. Jain, "A Comparative Study on Histogram Equalization and Cumulative Histogram Equalization," *Int. J. New Technol. Res.*, vol. 3, no. 9, p. 263242, 2017