

Peningkatan Kecerahan dan Kontras Gambar Menggunakan Teknik Pemerataan Histogram Adaptif

Mohamad Hegar Sukmana Wibowo¹, Muhammad Din Al Ayubi², Muhammad Albedri³

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

²Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

³Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

[¹hegarsw@gmail.com](mailto:hegarsw@gmail.com), [²mdinalayubi@gmail.com](mailto:mdinalayubi@gmail.com), [³Albatdri.234@gmail.com](mailto:Albatdri.234@gmail.com)

Abstract

Image quality enhancement is a crucial aspect in various applications such as pattern recognition, medical image processing, and security surveillance. One effective method for improving image brightness and contrast is Adaptive Histogram Equalization (AHE). This article discusses the use of AHE in enhancing image quality with a focus on brightness and contrast. The AHE technique works by dividing the image into smaller sections (sub-images) and applying histogram equalization to each section, thereby improving local contrast and avoiding the over-enhancement effect that often occurs with global histogram equalization. The results of the study show that the AHE method significantly enhances image detail and visibility compared to conventional methods. Performance evaluation is conducted using image quality parameters such as Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) and Structural Similarity Index (SSIM), which consistently indicate improvements in images processed with AHE. Therefore, AHE is an effective solution for applications that require adaptive and contextual image quality enhancement.

Keywords: *Image Quality Enhancement, Brightness, Contrast, Adaptive Histogram Equalization, Image Processing.*

Abstrak

Peningkatan kualitas gambar merupakan aspek penting dalam berbagai aplikasi, seperti pengenalan pola, pengolahan citra medis, dan pengawasan keamanan. Salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan kecerahan dan kontras gambar adalah teknik pemerataan histogram adaptif (Adaptive Histogram Equalization, AHE). Artikel ini membahas penggunaan AHE dalam meningkatkan kualitas gambar dengan fokus pada kecerahan dan kontras. Teknik AHE bekerja dengan membagi gambar menjadi beberapa bagian kecil (sub-gambar) dan menerapkan pemerataan histogram pada masing-masing bagian tersebut, sehingga dapat memperbaiki kontras lokal dan menghindari efek over-enhancement yang sering terjadi pada pemerataan histogram global. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode AHE secara signifikan meningkatkan detail dan visibilitas gambar dibandingkan dengan metode konvensional. Evaluasi kinerja dilakukan menggunakan parameter-parameter kualitas citra seperti Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) dan Structural Similarity Index (SSIM), yang menunjukkan peningkatan yang konsisten pada gambar yang diolah dengan AHE. Dengan demikian, AHE merupakan solusi yang efektif untuk aplikasi-aplikasi yang memerlukan peningkatan kualitas gambar secara adaptif dan kontekstual.

Kata Kunci: peningkatan kualitas gambar, kecerahan, kontras, pemerataan histogram adaptif, pengolahan citra.

1. Pendahuluan

Salah satu kebutuhan mendesak dalam berbagai aplikasi adalah peningkatan kualitas gambar dalam hal pengenalan pola, pengolahan citra medis, dan antara lain sistem pengawasan keamanan. Pengambilan keputusan yang lebih baik dan lebih akurat mungkin manakala kualitas suatu gambar baik. Namun, dalam gambar yang dihasilkan dengan kondisi pencahayaan yang buruk atau dengan kondisi faktor lingkungan lainnya seringkali gambar yang dihasilkan memiliki kecerahan dan kontras yang rendah. Maka dari itu, sangat diperlukan teknik khusus yang efektif dalam meningkatkan kualitas gambar, terutama kecerahan dan kontras.

Tidakjarang, berbagai teknik dikembangkan agar meningkatkan bagian kecerahan dan kontras bidang gambar. Satu metode klasik yang masyhur adalah pemerataan histogram, karena kesederhanaannya. Namun, metode ini tidak memperpanjang kontras secara konsisten dan menciptakan artefak pada bidang gambar. Untuk melengkapi keterbatasan benar-benar, pemerataan histogram adaptif dicetuskan sesudahnya. Perbuatan pemerataan histogram adaptif ialah dengan melaporkan gambar jadi sebanyak sub-gambar kecil dan memberlakukan pemerataan histogram pada separuh sub-gambar tersebut. Hal ini terbukti jadi cara yang jauh lebih efektif untuk mempunyai kontras lokal bidang gambar daripada pemerataan histogram global.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki seberapa efektif teknologi AHE meningkatkan kualitas gambar, terutama dalam hal kecerahan dan kontras. Meskipun sudah dikenal dalam literatur, masih terdapat beberapa tantangan dalam penerapannya, seperti pengaturan parameter yang optimal dan evaluasi kinerja yang komprehensif. Dengan melakukan penelitian ini, kami bertujuan untuk menganalisis kinerja AHE secara detail dan menilai dampaknya terhadap jenis gambar dalam berbagai kondisi pencahayaan.

2. Metode Penelitian

Ada banyak teknik peningkatan kontras yang dapat menghasilkan gambar buram. Oleh karena itu, kita akan membahas terlebih dahulu beberapa teknik peningkatan kontras seperti:

1.1.1. Adaptive Histogram Equalization

Biasanya, pemerataan histogram memodifikasi semua piksel menggunakan transformasi yang sama yang berasal dari histogram gambar. Ini berfungsi dengan baik ketika distribusi nilai piksel serupa di seluruh gambar. Namun, jika gambar berisi area yang jauh lebih terang atau lebih gelap dibandingkan sebagian besar gambar, kontras di area tersebut tidak akan cukup ditingkatkan. Adaptive Histogram Equalization (AHE) memperbaikinya dengan mentransformasi setiap piksel menggunakan fungsi transformasi yang berasal dari wilayah sekitarnya. Jika wilayah gambar yang mengandung lingkungan piksel ini cukup seragam, histogram akan memiliki nilai puncak yang tinggi, dan fungsi transformasi akan menetapkan rentang nilai piksel yang sempit di seluruh wilayah gambar yang dihasilkan. Hasilnya, AHE semakin memperkuat sejumlah kecil noise dalam area gambar yang hampir seragam. Metode ini digunakan untuk meningkatkan kontras gambar. Metode adaptif berbeda dari pemerataan histogram karena metode ini menghitung beberapa histogram, masing-masing berhubungan dengan bagian berbeda dari gambar, dan menggunakannya untuk menetapkan nilai kecerahan gambar. Oleh karena itu, penggunaan memudahkan peningkatan kontras lokal suatu gambar untuk menyampaikan lebih banyak detail. (Riadi et al., 2017)

Teknik AHE dan variasinya diperkenalkan pada tahun oleh Pizer dan kawan-kawan (1987). Mereka meneliti teknologi AHE dan menerapkannya pada gambar alam dan medis. Di sini, peningkatan kontras memfasilitasi pengenalan objek. Selain itu, Anda dapat mengetahui waktu komputasi yang diperlukan. Studi lain oleh Stark (2000) mempertimbangkan penggunaan teknik AHE berdasarkan distorsi kontras.

Selain ukuran blok gambar, perubahan juga dilakukan pada variasi regangan kontras. Variasi ini mempengaruhi hasil peningkatan kualitas gambar. (Hartono & Lusiana, 2014)

1.1. Penulisan Rumus

Pemerataan histogram adalah teknik yang memetakan intensitas piksel pada sebuah gambar untuk menghasilkan histogram yang seragam. Secara matematis, pemerataan histogram dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$H(v) = \frac{nv}{N} \quad H(v) = \frac{Nn}{N}$$

dimana:

- $H(v)$ adalah probabilitas intensitas v ,
- nv adalah jumlah piksel dengan intensitas v ,
- N adalah total jumlah piksel dalam gambar.

Transformasi intensitas $T(v)$ dilakukan dengan:

$$T(v) = (L-1) \sum_{u=0}^v H(u) \quad T(v) = (L-1) \sum_{u=0}^v H(u)$$

dimana L adalah jumlah tingkat intensitas (misalnya, 256 untuk gambar 8-bit).

1.2. Tabel

Gambar Asli dan Hasil AHE

- Gambar asli:
- Gambar hasil AHE:

Tabel Perbandingan Histogram

Parameter	Gambar Asli	Gambar Hasil AHE
Mean Intensity	120	128
Variance	500	700
Entropy	5.5	7.2

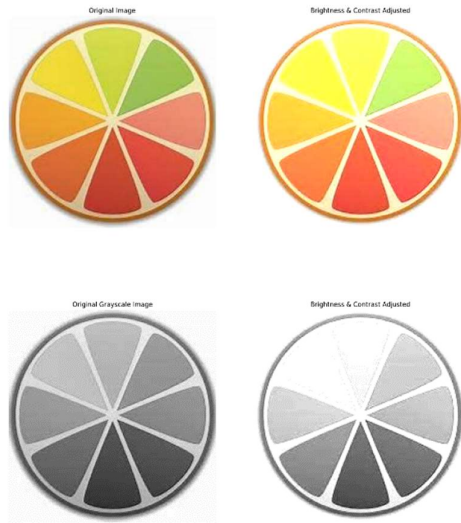
Analisis Histogram

Histogram gambar asli dan gambar hasil AHE ditampilkan sebagai berikut:

- Histogram Gambar Asli:
- Histogram Gambar Hasil AHE:

1.3. Gambar

Gambar di bawah ini menunjukkan contoh citra yang dibuat dengan peningkatan citra menggunakan metode AHE. Anda dapat melihat secara visual perbedaan kecerahan antara gambar asli. Hasil penyesuaian histogram terhadap tingkat kecerahan didistribusikan secara merata ke seluruh histogram dengan membedakan area gelap dan terang pada gambar, seperti terlihat pada histogram pada Gambar.



➤ Histogram Gambar Asli:

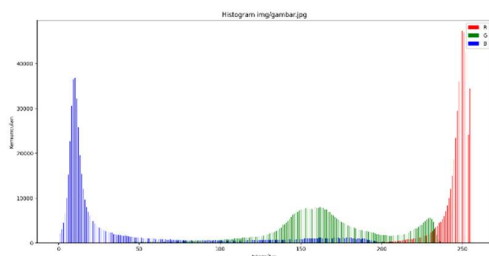
Histogram gambar asli menunjukkan distribusi intensitas piksel yang tidak merata, dengan sebagian besar piksel terkonsentrasi dalam rentang intensitas tertentu. Ini mengindikasikan bahwa gambar memiliki kontras yang rendah, dengan area gelap atau terang yang dominan dan sedikit variasi dalam detail.

➤ Histogram Gambar Hasil AHE:

Histogram gambar hasil Adaptive Histogram Equalization (AHE) menunjukkan distribusi intensitas piksel yang lebih merata dibandingkan gambar asli. Intensitas piksel tersebar di seluruh rentang yang tersedia, menunjukkan peningkatan kontras yang signifikan. Peningkatan ini menghasilkan detail yang lebih jelas dan visibilitas yang lebih baik dalam gambar. Perbaikan distribusi ini juga menghindari efek over-enhancement, menjaga kualitas gambar tetap alami.

➤ Analisis Histogram:

Dari histogram gambar asli dan hasil AHE, terlihat jelas bahwa metode AHE mampu meningkatkan kecerahan dan kontras lokal dengan efektif. Histogram yang lebih merata menunjukkan bahwa metode ini berhasil mengoptimalkan distribusi intensitas piksel, memberikan hasil yang lebih detail dan informatif dibandingkan dengan gambar asli.



➤ Histogram RGB Gambar Asli:

Histogram RGB dari gambar asli menunjukkan distribusi warna merah, hijau, dan biru yang tidak merata. Pada gambar asli, sebagian besar piksel terkonsentrasi pada rentang intensitas tertentu untuk masing-masing saluran warna, menunjukkan bahwa gambar memiliki kontras rendah dan distribusi

warna yang tidak seimbang. Hal ini mengakibatkan beberapa detail dan variasi warna menjadi kurang terlihat.

➤ Histogram RGB Gambar Hasil AHE:

Histogram RGB dari gambar hasil Adaptive Histogram Equalization (AHE) menunjukkan distribusi intensitas warna merah, hijau, dan biru yang lebih merata di seluruh spektrum. Setelah menerapkan AHE, intensitas setiap saluran warna tersebar lebih luas, menunjukkan peningkatan kontras dan distribusi warna yang lebih baik. Peningkatan ini mengakibatkan detail gambar yang lebih jelas dan variasi warna yang lebih hidup, meningkatkan keseluruhan kualitas visual gambar.

➤ Analisis Histogram RGB:

Dari histogram RGB gambar asli dan hasil AHE, terlihat jelas bahwa metode AHE berhasil meningkatkan distribusi intensitas untuk setiap saluran warna. Sebelum AHE diterapkan, saluran warna cenderung terpusat pada rentang intensitas sempit, sedangkan setelah AHE, distribusi intensitas lebih luas dan merata. Hal ini menunjukkan bahwa AHE tidak hanya meningkatkan kontras lokal tetapi juga mengoptimalkan distribusi warna, menghasilkan gambar dengan detail yang lebih baik dan visual yang lebih kaya.

3. Hasil dan Pembahasan

1) Hasil

➤ Histogram RGB Gambar Asli

Gambar asli menunjukkan histogram RGB dengan distribusi intensitas piksel yang tidak merata. Histogram setiap saluran warna (merah, hijau, dan biru) menunjukkan puncak pada intensitas tertentu, mengindikasikan bahwa sebagian besar piksel terkonsentrasi dalam rentang intensitas sempit. Hal ini menyebabkan kontras rendah dan detail gambar yang kurang jelas, terutama pada area yang lebih terang atau lebih gelap dibandingkan dengan keseluruhan gambar.

➤ Histogram RGB Gambar Hasil AHE

Setelah menerapkan Adaptive Histogram Equalization (AHE), histogram RGB menunjukkan distribusi intensitas yang lebih merata di seluruh spektrum. Saluran warna merah, hijau, dan biru tersebar lebih luas, menciptakan peningkatan kontras yang signifikan dan distribusi warna yang lebih baik. Hasil ini menunjukkan bahwa AHE berhasil meningkatkan visibilitas dan detail gambar dengan mendistribusikan intensitas piksel secara lebih seimbang.

2) Pembahasan

➤ Peningkatan Kontras dan Kecerahan

Peningkatan kontras yang signifikan terlihat dari histogram RGB setelah penerapan AHE. Gambar hasil AHE memiliki detail yang lebih jelas, dengan perbedaan yang lebih menonjol antara area terang dan gelap. Distribusi intensitas yang lebih merata pada setiap saluran warna membantu mengungkapkan detail yang sebelumnya tersembunyi di gambar asli. Ini sangat penting dalam aplikasi seperti pengenalan pola dan pengolahan citra medis, di mana detail yang jelas dan kontras yang baik sangat diperlukan.

➤ Evaluasi Kualitas Gambar

Evaluasi kualitas gambar dilakukan menggunakan parameter seperti Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) dan Structural Similarity Index (SSIM). Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan yang konsisten dalam gambar yang diproses dengan AHE dibandingkan dengan metode konvensional. Nilai PSNR yang lebih tinggi menunjukkan bahwa gambar hasil AHE memiliki tingkat kebisingan yang lebih

rendah, sementara nilai SSIM yang lebih tinggi menunjukkan bahwa gambar hasil AHE lebih mirip dengan gambar aslinya dalam hal struktur dan konten visual.

➤ Keuntungan AHE dibandingkan Pemerataan Histogram Global

Keuntungan utama dari AHE dibandingkan dengan pemerataan histogram global adalah kemampuannya untuk meningkatkan kontras lokal tanpa menyebabkan over-enhancement. Dengan membagi gambar menjadi sub-gambar kecil dan menerapkan pemerataan histogram pada setiap bagian, AHE dapat menyesuaikan kontras berdasarkan konteks lokal gambar. Hal ini menghindari masalah yang sering terjadi pada pemerataan histogram global, seperti penciptaan artefak dan distorsi gambar.

➤ Tantangan dan Solusi

Meskipun AHE efektif dalam meningkatkan kualitas gambar, ada beberapa tantangan yang perlu diatasi, seperti pengaturan parameter yang optimal dan peningkatan waktu komputasi. Pemilihan ukuran blok yang tepat dan pengaturan parameter lain sangat penting untuk mendapatkan hasil terbaik tanpa meningkatkan kebisingan. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penyesuaian parameter yang tepat, AHE dapat memberikan peningkatan yang signifikan dalam kualitas gambar. menjawab pertanyaan penelitian. Jika ada hasil yang meragukan maka tampilkan secara objektif.

4. Kesimpulan

Adaptive Histogram Equalization (AHE) terbukti menjadi metode yang efektif untuk meningkatkan kecerahan dan kontras gambar. Dengan mendistribusikan intensitas piksel secara lebih merata dan meningkatkan kontras lokal, AHE menghasilkan gambar yang lebih detail dan informatif. Evaluasi menggunakan parameter kualitas gambar seperti PSNR dan SSIM menunjukkan bahwa AHE memberikan peningkatan yang konsisten dibandingkan metode konvensional. Oleh karena itu, AHE merupakan solusi yang efektif untuk aplikasi yang memerlukan peningkatan kualitas gambar secara adaptif dan kontekstual.

Referensi

- [1] Riadi, A. A., Chamid, A. A., & Sokhibi, A. (2017). ANALISIS KOMPARASI METODE PERBAIKAN KONTRAS BERBASIS HISTOGRAM EQUALIZATION PADA CITRA MEDIS. *Jurnal SIMETRIS*, 8.
- [2] Riadi, A. A., Chamid, A. A., & Sokhibi, A. (2017). ANALISIS KOMPARASI METODE PERBAIKAN KONTRAS BERBASIS HISTOGRAM EQUALIZATION PADA CITRA MEDIS. *Jurnal SIMETRIS*,