

PENGELOLAAN CITRA DIGITAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE TRANSFORMASI *GRAYSCALE* DAN PEMERATAAN HISTOGRAM

Kusnadi¹, Dwiza Riana², Muhamad Syahrani³

^{1,2,3}Universitas Nusa Mandiri

Jl. Raya Jatiwaringin No.2, RW.13, Cipinang Melayu, Kec. Mkasar, Kota Jakarta Timur
13620

Email: kusnusamandiri@gmail.com.¹, dwiza@nusamandiri.ac.id.²,
14002621@nusamandiri.ac.id.³

Abstract

This experiment aims to conduct processing on digital images that include; change the original color image to an image in RGB form and features a histogram of all color pixels and histograms of each color pixel with RGB channels, changing rgb shape color images to grayscale images by displaying histograms and contours of grayscale images and performing grayscale transformations and histogram equalization whose results can be compared to reverse operating image, and compare the image of the results before and after the distribution of the histogram equipped with the histogram image. The paper therefore proposes a method of grayscale transformation and better histogram equalization to explain the characteristics of this algorithm. The end result of digital image processing with grayscale transformation methods and histogram equalization can answer humans who have limitations in distinguishing the color of grayscale changes. Because this algorithm can process dark and low contrast images, it improves image quality in the presence of increased average brightness, natural colors and more detailed information and has good application value.

Keyword: Digital Image, Grayscale Image, Transformation Image, Histogram Image

Abstrak

Eksperimen ini bertujuan untuk melakukan pengolahan pada citra digital yang meliputi; mengubah citra warna asli menjadi citra dalam bentuk RGB dan dilengkapi histogram semua piksel warna dan histogram tiap piksel warna dengan saluran RGB, mengubah citra warna bentuk RGB menjadi citra skala abu-abu dengan menampilkan histogram dan kontur citra skala abu-abu dan melakukan transformasi skala abu-abu dan pemerataan hitogram yang hasilnya bisa dibandingkan citra hasil operasi terbalik, serta membandingkan hasil citra sebelum dan sesudah pemerataan histogram yang dilengkapi dengan gambar histogramnya. Oleh karena itu paper ini mengusulkan metode transformasi skala abu-abu dan pemerataan histogram yang lebih baik untuk menjelaskan karakteristik dari algoritma ini. Hasil akhir dari pemrosesan citra digital dengan metode transformasi skala abu-abu dan pemerataan histogram dapat menjawab bagi yang memiliki keterbatasan dalam membedakan warna perubahan skala abu-abu. Karena algoritma ini dapat memproses gambar gelap dan kontras rendah, meningkatkan kualitas gambar dengan adanya peningkatan kecerahan rata-rata, warna alami dan informasi yang lebih rinci dan memiliki nilai aplikasi yang baik.

Kata kunci: Citra Digital, Citra Skala Abu-abu, Transformasi Citra, Histogram Citra

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam pencitraan digital semakin meningkat, kamera digital, kamera video portabel dan kamera ponsel banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari. Yutuber, selegram, pengiat tiktok, pengiat twitter, dan pengiat citra digital lainnya merasa terbantuan dengan bertambahnya inovasi kamera dan nilai pixel yang dapat dihasilkan kamera. Hasil citra digital menjadikan sebagai sarana transmisi dan pertukaran informasi yang populer di jejaring sosial modern[1] dan menjadi bahan untuk marketing yang populer di masa pandemi covid 19 dengan istilah nama digital marketing. Dan penggunaan pengolahan citra juga dalam beberapa aplikasi misalnya pemantauan video, pencitraan medis, administrasi lalu lintas[2] dan penerbitan serta bahan pengajaran pendidikan dan penelitian.

Beberapa digital yang kuat dan mudah digunakan perangkat lunak pengolah gambar menyediakan alat sederhana untuk memperbaiki gambar digital. Peningkatan gambar terutama ditujukan untuk membuat gambar setelah diproses lebih cocok dalam sistem pengenalan visual sehingga dapat meningkatkan reorganisasi gambar. Pemrosesan gambar semu adalah untuk mengubah sisik hitam dan sementara abu-abu menjadi warna yang berbeda. Jika lebih banyak lapisan dipisahkan, lebih banyak informasi yang dapat diekstraksi mata manusia untuk mencapai peningkatan gambar. Ini adalah jenis teknik peningkatan gambar yang mengarah ke efek visual yang signifikan dan yang tidak terlalu kompleks. Metode peningkatan warna semu terutama mencakup metode stratifikasi skala abu-abu, metode transformasi warna semu skala abu-abu, metode penyaringan domain frekuensi dan sebagainya[3].

Tampilan gambar warna bergantung pada tiga elemen dasar: kecerahan, kontras dan warna. Diantara metode yang disebutkan di atas, metode pemrosesan transformasi warna skala abu-abu adalah mengubah gambar skala

abu-abu menjadi gambar warna kontinu dengan beberapa gradien warna.

Metode transformasi skala abu-abu memperkenalkan citra skala abu-abu menjadi tiga matriks transformasi: merah, hijau dan biru dengan karakteristik transformasi yang berbeda. Kemudian mengirimkan output yang berbeda dari ketiga matriks ini ke dalam matriks pencitraan warna merah, hijau dan biru dan akhirnya bercampur menjadi warna tertentu. Ini melakukan transformasi dan mengarah ke output yang berbeda sehingga skala abu-abu dengan ukuran yang berbeda dapat dikombinasikan menjadi warna yang berbeda. Gambar yang diubah dengan metode ini memiliki efek visual yang sangat baik. Karena penggunaan gambar warna menjadi semakin populer, teknik peningkatan gambar warna juga semakin penting dan banyak teknik pemrosesan berdasarkan citra skala abu-abu juga ditingkatkan untuk memenuhi persyaratan pemrosesan gambar warna[4],[5]. Pendekatan peningkatan pemrosesan citra pada transformasi skala abu-abu terjadi juga perubahan histogram, penajaman citra *de-noising*, koreksi distorsi geometris, penyaringan domain frekuensi[6] dan *en-hancement* warna[7].

Dalam pencitraan gambar, kualitas gambar yang buruk terutama gambar kontras rendah dapat memberikan data yang tidak memadai untuk interpretasi visual dari lokasi yang terkena dampak tersebut[7]. Teknologi peningkatan konvensional telah meningkatkan kualitas gambar sampai batas tertentu, walaupun aplikasi gambar beragam juga telah mengalami beberapa batasan. Perlu waktu yang lama, teknologi warna semu belum diterapkan ke bidang-bidang terkait seperti pengolahan gambar. Metode pemrosesan warna semu tradisional memiliki resolusi rendah dan sensitivitas warna yang tidak memadai, sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan pengguna [8],[9].

Dan hasil gambar warna semu konvensional juga telah membuat mata manusia kurang nyaman dan kurang maksimal dalam menilai dan menikmati suatu gambar yang dilihat.

Makalah ini bertujuan untuk melakukan pemrosesan pada citra digital yang meliputi: mengubah citra warna asli menjadi citra dalam bentuk RGB dan dilengkapi histogram semua piksel warna dan histogram tiap piksel warna dengan saluran RGB, mengubah citra warna bentuk RGB menjadi citra skala abu-abu dengan menampilkan histogram dan kontur citra skala abu-abu dan melakukan transformasi skala abu-abu dan pemerataan histogram yang hasilnya akan membandingkan citra hasil operasi terbalik dan penambahan konstanta, serta membandingkan citra hasil sebelum dan sesudah pemerataan histogram yang dilengkapi gambar histogramnya.

Oleh karena itu makalah ini telah mengusulkan metode transformasi skala abu-abu dan pemerataan histogram yang lebih baik dan menjelaskan karakteristik dari algoritma ini. Ada beberapa teknik pemrosesan warna semu, termasuk metode transformasi warna semu skala abu-abu, stratifikasi skala abu-abu, metode penyaringan domain frekuensi [10],[11].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Citra Digital

Citra digital ialah sebuah representasi numerik dari suatu citra dua dimensi (2D). Sebuah citra digital bisa termasuk jenis vektor atau bitmap yang tergantung pada resolusi citra tersebut tetap atau berubah. Citra bitmap mempunyai jumlah piksel yang terbatas dan banyaknya piksel di baris dan kolom sebuah citra bitmap tidak bisa berubah. Piksel yaitu sebuah elemen individu terkecil disebuah citradan menyimpan nilai keterangan warna di titik tersebut. Jika citra bitmap diperbesar, maka citra terlihat pecah. Umumnya, piksel tersimpan di komputer sebagai citra bitmap atau raster map, berbentuk susunan 2D integer kecil dan di transmisi atau disimpan dalam bentuk terkompres. Dan asal citra vektor yaitu dari matematika geometry, suatu vektor terdiri dari titik yang mempunyai arah dan panjang. Umumnya, elemen bitmap dan vektor tergabung dalam sebuah citra. Misalnya, sebuah *billboard* yang mempunyai teks (vektor) dan foto (bitmap). Citra digital dapat

dilihat dengan perangkat lunak untuk menampilkan citra seperti "*Windows photo viewer*". *Web browser* dapat melihat format citra standar, seperti GIF, JPEG, dan PNG. Dan *Web browser* melihat formay SVG[12].

2.2. Citra Skala Abu-abu

Prosedur yang dilaksanakan pada *image processing* yaitu citra berwarna dirubah menjadi citra skala abu-abu. Dilaksanakan dengan model citra berwarna (RGB) yang terdiri dari tiga layer matrik yaitu R layer, G layer, dan B layer. Pada tiap menghitung dilaksanakan dengan memakai tiga layer, maka perhitungan dilakukan tiga kali pada ketiga layer tersebut. Dalam memperoleh citra berbentuk skala abu-abu bisa dengan menggunakan rumus sebagai berikut [13].

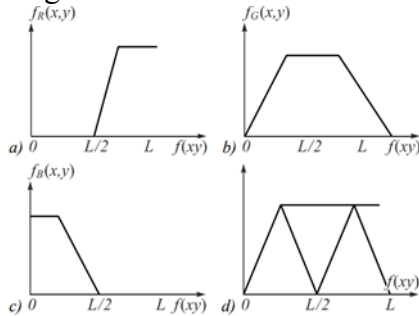
$$\text{Grayscale} = 0.3 \text{ RED} + 0.59 \text{ GREEN} + 0.11 \text{ BLUE} \quad (1)$$

Image grayscale ialah sebuah *image* yang memiliki warna tingkat keabuan[14]. Pemakaian *image grayscale* disebabkan sedikit memerlukan informasi yang memberikan pada setiap piksel dibandingkan dengan citra berwarna[15]. Warna abu-abu pada citra skala abu-abu ialah warna *red* (R), warna *green* (G), dan warna *blue* (B) yang memiliki intensitas tunggal sedangkan citra berwarna memerlukan tiga intensitas untuk setiap piksel. Intensitas citra skala abu-abu tersimpan pada 8 bit *integer* yang memberikan 256 dengan kemungkinan yang dimulai dari tingkat 0 sampai 255 (0 untuk hitam dan 255 untuk putih serta nilai derajat keabuan)an nilai diantaranya adalah derajat keabuan)[16].

2.3. Transformasi Skala Abu-abu

Menurut prinsip *colorimetry*, bagilah rentang skala abu-abu dari gambar asli $f(x, y)$ menjadi daerah multi-ple dan mengubahnya menjadi tiga warna primer $IR(x, y)$, $IG(x, y)$ dan $IB(x, y)$ setelah tiga transformasi merah, hijau dan biru yang berbeda.: TR, TG dan TB. Kemudian, gunakan mereka untuk mengontrol merah, hijau dan biru dalam tampilan warna dan menggabungkan menjadi gambar warna di layar perangkat tampilan warna.. Gambar 1

adalah sekelompok fungsi transfer transformasi warna skala abu-abu, (a), (b) dan (c) dalam Gambar 1 mewakili fungsi transfer merah, hijau dan biru dan (d) adalah untuk menggabungkan ketiga fungsi transfer warna.



Gambar 1. Mentransfer Fungsi Transformasi Skala Abu-abu

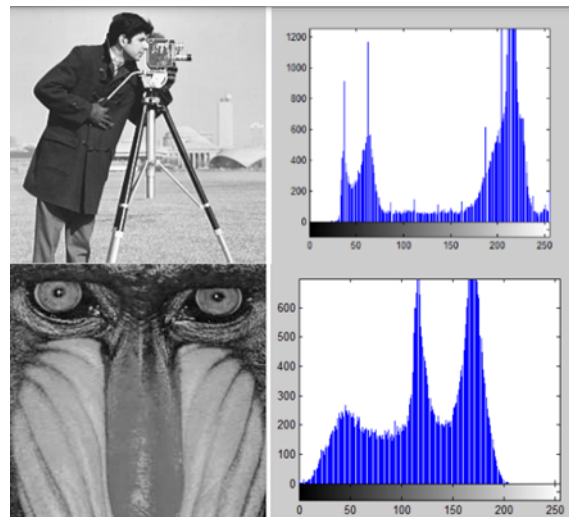
Dapat dilihat dari (a) bahwa piksel dengan skala abu-abu yang lebih kecil dari $L/2$ akan dibentuk menjadi merah gelap sebanyak mungkin sedangkan yang memiliki skala abu-abu mulai dari $L/2$ hingga $3L/4$ adalah formasi trans linier dari merah gelap hingga merah terang.. Semua piksel dengan skala abu-abu lebih besar dari $3L / 4$ akan diubah menjadi merah paling terang. Melalui kurva transformasi pemetaan di atas, gambar skala abu-abu dapat diwarnai. Akhirnya, tambahkan nilai setiap piksel yang diperoleh melalui tiga saluran dan lakukan pemrosesan warna semu pada setiap piksel. Pada akhirnya, dapatkan gambar pseudo-warna[17],[18].

2.4.Histogram citra

Histogram gambar adalah bentuk yang bertindak sebagai representasi grafis dari distribusi nada suara dalam gambar digital[19],[20]. Selanjutnya, representasi grafis adalah skema duadimensional dengan integer nilai tingkat abu-abu ditarik ke bawah sumbu x dan terjadinya piksel ke bawah sumbu y. Gambar skala abu-abu yang khas diidentifikasi oleh 8 bit per piksel dan histogramnya mencakup 256 tingkat abu-abu. Sumbu horizontal dari plot histogram yang melambangkan tingkat abu-abu yang berbeda dipartisi menjadi sejumlah celah yang diidentifikasi sebagai tempat sampah. Ini menyediakan prosedur asimple untuk memahami informasi yang berkaitan dengan

frekuensi data sampel dan menampilkan seberapa menyebar data dan apakah data ditempatkan di lokasi yang benar atau tidak. Ini juga menunjukkan apakah data miring dalam perjalanan ke satu arah atau tidak[21]. Histogram gambar digital dengan tingkat abu-abu dalam kisaran $[0, L-1]$ ialah fungsi diskrit.
 $H(rk) = nk$ (2)

Di mana rk adalah tingkat abu-abu k th dan nk adalah jumlah piksel pada gambar yang mempunyai tingkat abu-abu rk . Untuk menormalkan histogram kita dapat membagi masing-masing nilainya dengan jumlah total piksel dalam gambar . Histogram berisi serangkaian besar aplikasi. Mereka memberikan gagasan yang sempurna tentang fitur kontras kecerahan dari apicture[22]. Gambar 2 memberikan sejumlah gambar dan itu adalah untuk menggambarkan distribusi intensitas warna yang dimulai dari hitam ke putih dan pengetahuan tentang lokasi kecerahan dan fitur lainnya dalam gambar[23].



Gambar 2. Distribusi intensitas warna

Equalisasi histogram tertimbang untuk peningkatan gambar mempertimbangkan berat untuk setiap tingkat skala abu-abu. Dalam metode ini setiap tingkat skala abu-abu dikalikan dengan berat sehingga setiap tingkat skala abu-abu memiliki berat yang berbeda sehubungan dengan yang lain. Dalam equalization histogram diasumsikan bahwa

gambar memiliki tingkat K skala abu-abu dari nol ke K-1 dan seluruh jumlah piksel dianggap sebagai m , di mana m dihitung sebagai

$$m = m_0 + m_1 + \dots + m_{K-1} \quad (3)$$

dan m_j adalah jumlah piksel dalam gambar yang memiliki nilai tingkat abu-abu tertentu. Transformasi pemerataan histogram dihitung sebagai;

$$S(m_i) = (m_0 + m_1 + \dots + m_i)(K - 1)jm. \quad (4)$$

Dalam equalization histogram tertimbang di sisi lain, jumlah piksel m_j dikalikan dengan berat yang di sini beratnya adalah m_j , di mana koefisien pemangkasan dan dapat diubah untuk mencapai gambar yang ditingkatkan dengan lebih baik. Oleh karena itu equalisasi histogram tertimbang dapat dirumuskan sebagai,

$$S(m_i) = (m_0m_i + \dots + m_im_i)(K - 1)jm + \dots + m_im_{i+1} + \dots + m_i m_{K-1} \quad (5)$$

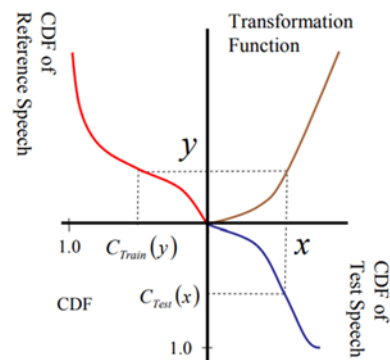
Untuk menunjukkan kinerja peningkatan pemerataan histogram tertimbang, berikut beberapa skala abu-abu dan gambar warna telah digambarkan yang ditingkatkan dengan metode equalization histogram tertimbang. EME dari gambar yang disempurnakan ini dibandingkan dengan gambar asli dan gambar yang disamakan histogram lebih tinggi yang menunjukkan kinerja metode ini[20].

Penyamaan histogram merupakan teknik kompensasi fitur populer yang dipelajari dan dipraktekkan sangat baik pada pemrosesan gambar untuk menormalkan fitur visual citra digital, misalnya kecerahan, skala tingkat abu-abu, kontras dan lainnya[20]. Sementara itu, HEQ telah menunjukkan keunggulannya atas teknik normalisasi linier konvensional, seperti *cepstral mean subtraction* (CMS) dan *cepstral mean and variance normalization* (CMVN), untuk *automatic speech recognition* (ASR) yang kuat. Salah satu keuntungan lain dari HEQ adalah bahwa hal itu dapat dengan mudah dimasukkan dengan sebagian besar representasi fitur dan teknik ketahanan lainnya tanpa perlu pengetahuan sebelumnya tentang distorsi yang

sebenarnya yang disebabkan oleh berbagai jenis suara.

Secara teoritis, HEQ berakar pada asumsi bahwa distribusi fitur yang diubah dari data uji (atau berisik) harus identik dengan data pelatihan (atau referensi) dan setiap dimensi vektor fitur dapat dinormalisasi secara independen satu sama lain. Menurut peneliti vektor fitur ucapan dapat diperkirakan baik dari output bank filter frekuensi. Karena setiap dimensi vektor fitur dianggap independen, mulai sekarang, indeks dimensi dari setiap komponen vektor fitur akan dihilangkan dari diskusi untuk kesederhanaan notasi kecuali dinyatakan lain..

Di bawah dua asumsi di atas, tujuan HEQ adalah untuk menemukan transformasi yang dapat mengubah distribusi setiap komponen vektor fitur dari input tes (atau pengujian) menjadi distribusi target yang telah ditentukan sebelumnya yang sesuai dengan pelatihan (atau referensi). Ide dasar HEQ diilustrasikan pada gambar 3.



Gambar 3. Ide dasar dari HEQ.

Dengan demikian, HEQ mencoba tidak hanya untuk mencocokkan sarana dan varians dari fitur tes, tetapi juga untuk benar-benar mencocokkan distribusi fitur tes data pelatihan dan pengujian. Diutuskan dengan cara lain, HEQ menormalkan semua momen distribusi probabilitas fitur ucapan. Perumusan HEQ menurut Torre, dkk. digambarkan sebagai berikut. Untuk setiap dimensi ruang fitur, biarkan x menjadi komponen vektor fitur yang mengikuti distribusi $P_{Test}(x)$. Fungsi transformasi $F(x)$ mengkonversi x ke y dan

mengikuti distribusi referensi $P_{Train}(y)$, sesuai dengan ekspresi berikut:

$$P_{Train}(y) = P_{Test}(x) \frac{dx}{dy}$$

$$P_{Train}(y) = P_{Test}(F^{-1}(y)) \frac{dF^{-1}(y)}{dy} \quad (6)$$

Dimana $F^{-1}(y)$ adalah fungsi terbalik dari $F(x)$. Selain itu, hubungan antara fungsi kepadatan probabilitas kumulatif (CDFs) yang terkait dengan pidato uji dan pelatihan masing-masing, diatur oleh:

$$C_{Tes}(x) = \int_{-\infty}^x P_{Test}(x') dx'$$

$$= \int_{-\infty}^{F(x)} P_{Test}(F^{-1}(y')) \frac{dF^{-1}(y')}{dy'} dy'$$

$$= \int_{-\infty}^y P_{Train}(y) dy' \Big|_{y=F(x)}$$

$$= C_{Train}(y) \quad (7)$$

Dimana $C_{Tes}(x)$ dan $C_{Train}(y)$ adalah CDFs untuk speech tes dan pelatihan, masing-masing; y' adalah output yang sesuai dari fungsi transformasi $F(x')$; dan fungsi transformasi $F(x)$ yang memiliki properti berikut:

$$F(x) = C_{Train}^{-1}(C_{Test}(x)) \quad (8)$$

dinama, C_{Train}^{-1} adalah fungsi terbalik dari C_{Train} . [24].

Perlu dicatat bahwa keandalan estimasi CDFs akan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja HEQ. Karena terbatasnya jumlah fitur tes yang dipertimbangkan, CDFs fitur tes yang biasanya diperkirakan oleh histogram kumulatif fitur tes untuk implementasi praktis. CDFs fitur tes dapat secara akurat dan andal diperkirakan ketika ada sejumlah besar data yang tersedia. Sebaliknya, perkiraan seperti itu mungkin tidak akan cukup akurat ketika tes menjadi jauh lebih pendek. Menurut Segura, dkk. telah menunjukkan bahwa metode berbasis statistik pesanan cenderung lebih akurat daripada histogram kumulatif berdasarkan jumlah data tes tidak cukup untuk pendekatan CDFs yang andal [24].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Dalam eksperimen memakai model openCV dengan metode yang diusulkan yaitu metode transformasi skala abu dan pemerataan histogram dan eksperimen menggunakan aplikasi Google Colab. Adapun langkah-langkah dalam eksperimen ini, sebagai berikut:

Langkah pertama, memuat dependensi

Bagian ini memuat beberapa pustaka yang diperlukan dan digunakan dalam buku catatan ini yaitu numpy, pandas, cv2, skimage, PIL, dan matplotlib.

Langkah kedua, membaca output citra dari URL, prosesing dari citra asli menjadi citra dalam bentuk RBG, hasil citra dapat dilihat pada gambar 1.

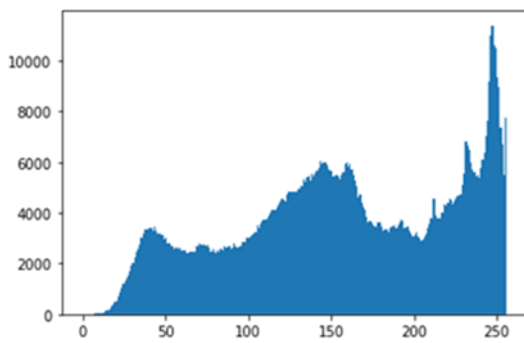


Gambar 4. (a) citra asli dan (b) citra RGB

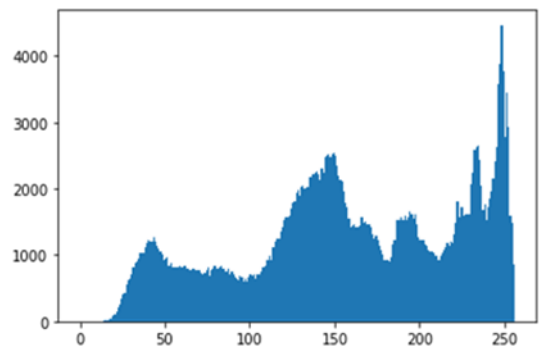
Langkah ketiga yaitu menghasilkan kontur citra dan histogram citra. Diawal proses akan periksa tipe data matrik citra untuk mengetahui kedalaman bit pada citra, dari diperoleh data sebagai berikut: tinggi citra=490, lebar=653, dan jumlah saluran citra = 3. Selanjutnya prosesing ini mengolah citra untuk menampilkan histogram dari semua piksel citra warna yang dapat dilihat pada gambar 5 dan histogram saluran citra RGB seperti pada gambar 6.



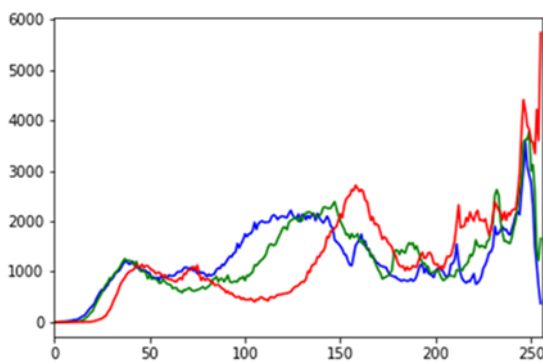
Gambar 7. Citra skala abu-abu



Gambar 5. Histogram semua piksel citra warna



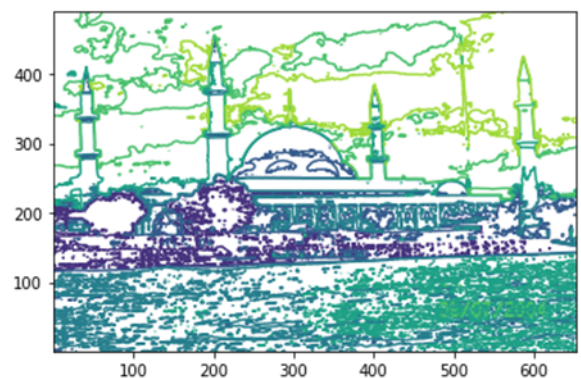
Gambar 8. Histogram citra skala abu-abu



Gambar 6. Histogram saluran RGB

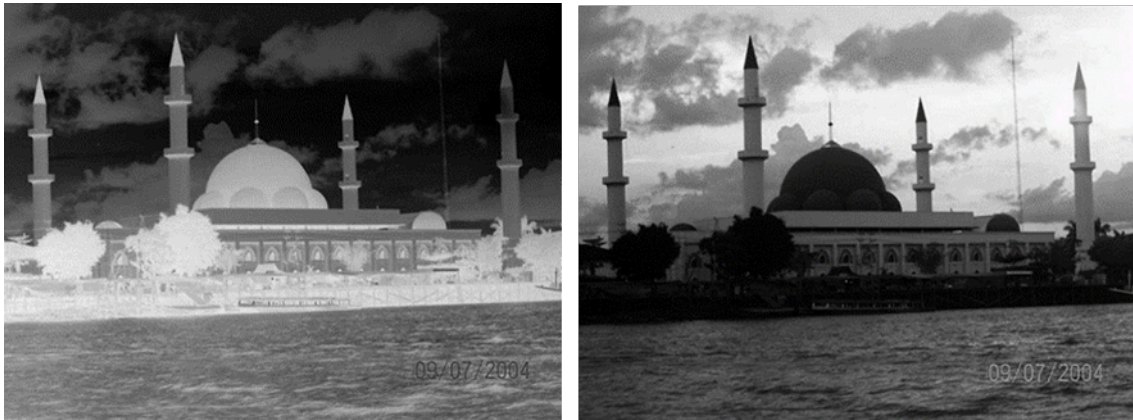
Langkah keempat yaitu prosesing citra warna dari saluran RGB menjadi citra skala abu-abu dan menghasilkan hitogram pada skala abu-abu. Adapun hasil masing-masing seperti dalam gambar 7 dan 8.

Langkah lima yaitu melakukan pemrosesan kontur citra dari citra skala abu-abu yang bisa dilihat pada gambar 9 berikut.



Gambar 9. Kontur citra skala abu-abu

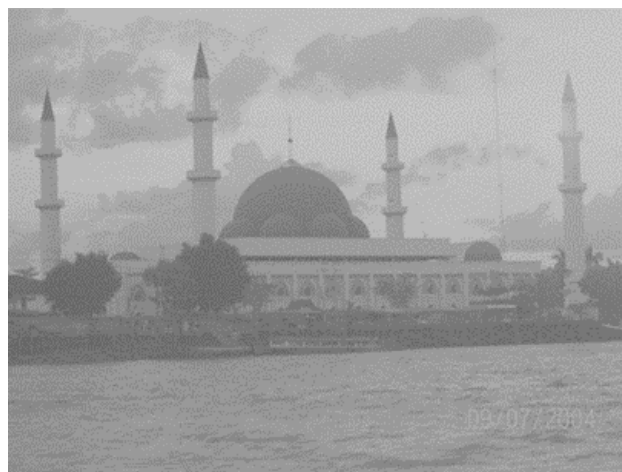
Langkah keenam, transformasi matematika dari citra skala abu-abu, hal ini melakukan operasi terbalik dari citra skala abu-abu, meliputi warna gelap menjadi terang dan terang menjadi gelap, hasil prosesing ini dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Warna gelap menjadi terang dan warna terang menjadi gelap

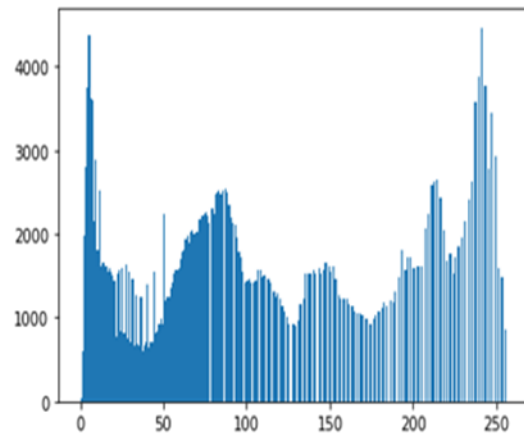
Dan transformasi dari citra skala abu-abu setelah menambahkan konstanta abu-abu semakin berkurang, hal ini bisa dilihat pada gambar 11.

menghasilkan semua piksel menjadi terang sehingga menyebabkan efek citra yang dihasilkan tingkat kecerahan citra skala abu-

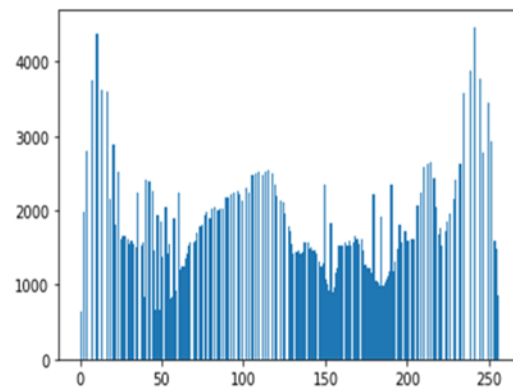


Gambar 11. Citra skala abu-abu setelah penambahan konstanta

Langkah ketujuh yaitu pemerataan histogram, prosesing ini telah menghasilkan output citra skala abu-abu dan hitogram yang berbeda dari citra dan histogram skala abu-abu sebelum dan sesudah melakukan pemerataan histogram, dari hasil terdapat ada perbedaan yang bisa dilihat antara gambar 12a dan 12b.



Gambar 12a. Citra Skala abu-abu dan histogram sebelum



Gambar 12b. Citra skala abu-abu setelah pemertaan histogram

3.2. Pembahasan

Dalam prosesing mengolah citra pada histogram dari semua piksel citra warna pada gambar 4 belum bisa mengamati dan menganalisa pikse tiap warna dalam saluran RGB, dan setelah melakukan pemrosesan pemisahan tiap warna, maka kita dapat mengetahui histogram saluran citra RGB yang terbentuk, seperti pada gambar 3. Gambar 3. histogram saluran RGB jika kita dapat mengamati bahwa saluran hijau memiliki piksel dalam 255, yang mewakili *patch* putih dalam citra[25].

Prosesing citra warna yang dari saluran RGB menjadi 12citra skala abu-abu yang bisa dilihat pada gambar 7 dan hasil hitogram pada skala abu-abu yang dapat dilihat pada gambar 8. Jika diamati adanya perubahan pada frekuensi dengan *hist* citra telah menurun 1/3 dari histogram gambar warna dengan bins= 256, rang = 0 - 256.

Secara umum, para peneliti berpendapat bahwa pemerataan histogram ialah cara untuk mengotomatisasi prosedur[7], yaitu prosedur matematika yang menarik karena memaksimalkan entropi citra, ukuran berapa banyak informasi yang ditransmisikan oleh sejumlah bit tetap. Bagian ini menunjukkan histogram pada citra gelap. Transformasi ini meratakan histogram tingkat abu-abu sehingga intensitas sama semuanya[21],[1].

Fungsi tranformasi citra adalah fungsi distribusi kumulatif (cdf) dari nilai piksel dalam citra atau dinormalisasi untuk memetakan rentang nilai piksel ke rentang yang diinginkan. Transformasi skala abu-abu dapat secara signifikan *viewability* citra dan membutuhkan banyak *trail* dan *error*[7]. Sedangkan fungsi pemerataan histogram ialah fungsi histogram menyamakan citra skala abu-abu dan mendapatkan histogram citra. Dan berfungsi distribusi secara

kumulatif, menerapkan fungsi pada citra untuk meningkatkan kontras, dan kontras latar belakang hitam telah meningkat. Menyamakan histogram secara *blindly* menggunakan histogram sebagai kurva penimbangan kontras, menghilangkan kebutuhan akan penilaian manusia. Artinya, transformasi output ditemukan oleh integrasi dan normalisasi histogram, bukan kurva yang dihasilkan secara manual[7],[26].

4. KESIMPULAN

Peningkatan teknologi dalam pengolahan citra telah melakukan peran penting dalam meningkatkan kualitas citra. Hal ini secara selektif menyampaikan informasi tertentu dari citra dan menyampaikan informasi lain sehingga dapat membuktikan efek visual dari citra. Peningkatan warna semu mengacu pada teknologi untuk mengubah citra skala abu-abu yang berbeda dari citra hitam-putih menjadi warna yang berbeda sesuai fungsi pemetaan linier atau non linier dan menghasilkan citra warna. Paper ini telah mengusulkan metode transformasi skala abu-abu dan pemerataan histogram yang bertujuan untuk mengatasi cacat dalam peningkatan citra. Saat melakukan peningkatan citra warna, metode ini melakukan pemrosesan di ruang RGB dan meningkatkan warna yang ada atau hilang. Melalui eksperimen dan analisis, dapat ditemukan bahwa algoritma yang ditingkatkan dapat menghasilkan peningkatan citra yang lebih baik pada sebagian besar citra gelap.

Metode transformasi skala abu-abu dan pemerataan histogram bisa diterapkan pada penelitian selanjutnya dengan dataset citra biomedical, biometrick dan lainnya untuk memperjelas citra yang ingin dianalisa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. B. Zhang, F. Peng, and M. Long, "Identifying Source Camera Using Guided Image Estimation and Block Weighted Average", *Jurnal Visual Communication and Image Respresenttation.*, volume 48, no. vol. 48, no. December, pp. 471–479, 2017, doi: 10.1016/j.jvcir.2016.12.013.
- [2] A. S. Ahmed, "Comparative Study Among Sobel, Prewit and Canny Edge Detection Operators Used in Image Processing", *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, volume 96, no. 19, pp. 6517-6525, 2018.
- [3] Z. He, Y. Shen, and Q. Wang, "Boundary Extension for Hilbert Huang Transform Inspired By Gray Prediction Model", *Signal Processing*, vol. 92, no. 3, pp. 685–697, 2012, doi: 10.1016/j.sigpro.2011.09.010.
- [4] A. S. Sinaga, "Texture Features Extraction of Human Leather Ports Based on Histogram", *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining (IJAIMD)*, volume 1, no. 2, pp. 86-91, 2018, doi:10.24014/ijaidm.v1i2.6084.
- [5] F. Jan, I. Usman, S.A. Malik, "Localization Based on The Hough Transform, a Radial-Gradient Operator, and The Gray-Level Intensity", *Optik (Stuttg) journal homepage: www.elsevier.de/ijleo*, vol. 124, no. 23, pp. 5976-5985, 2013, doi: 10.1016/j.ijleo.2013.04.116.
- [6] C. Zhang, C. Sun, R. Su, and T. D. Pham, "Clustered Nuclei Splitting Via Curvature Information and Gray-Scale Distance Ray-Scale Distance Transform", *Journal of Microscopy*, volume 259, no. 1, pp. 36-52, 2015, doi: 10.1111/jmi.12246.
- [7] I.S. Isa, S.N. Sulaiman, M. Mustapha, and N.K. Karim, "Automatic Contrast Enhancement of Brain MR Images Using Avarage Intensity Replacement Based on Adaptive Histogram Equalization (AIR-AHE)", *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, volume 37,

- No. 1, pp. 24-24, 2017, doi: 10.1016/j.bbe.2016.12.003.
- [8] G.J. Bergues, L. Canali, C. Schurrer, and A.G. Flesia, "Sub-pixel Gray-scale Hough Transform for An Electronic Visual Interface," *IEEE Latin America Transaction*, volume 13, no. 9, pp. 3135-3141, 2015, doi: 10.1109/TLA.2015.7350069.
- [9] K. Khalili and M. Danesh, "Identification of Vibration Level in Mental Cutting Using Undecimated Wavelet Transform and Gray-level Co-occurrence Matrix Texture Features," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, volume 229, no. 2, pp. 205-213, 2015, doi: 10.1177/0954405414526777.
- [10] H. Gao, W. Zeng, and J. Chen, "An Improved Gray-scale Transformation Method for Pseudo-color Image Enhancement," *Computer Optics*, volume 43, no. 1, pp. 78-82, 2019, doi:10.18287/2412-6179-2019-43-1-78-82.
- [11] K.G. Dhal, A. Das, S. Ray, J. Galvez, and S. Das, "Histogram Equalization Variants as Optimization Problems: A Review," *Archives of Computational Methods in Engineering*, volume 28, no. 3, pp. 1471-1496, 2021, doi: 10.1007/s11831-020-09425-1.
- [12] B. Sitohang and A. Sindar, "Analisis Dan Perbandingan Metode Sobel Edge Detection Dan Prewit Pada Deteksi Tepi Citra Daun Srilangka", *Jurnal Nasional Komputer dan Teknologi Informasi*, volume 3, no. 3, pp. 314-322, 2020, doi: 10.32672/jnkti.v3i3.2511.
- [13] N. Z. Munantri, H. Sofyan, and M. Yanu, "Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Umur Pohon," *Telematika*, vol. 16, no. 2, pp. 97-104, 2019.
- [14] N. Yelliy N, "Pengolahan Citra Digital Perbandingan Metode Histogram Equalization dan Spesifikasi Pada Citra Abu-abu," *Jurnal Icon*, volume 7, no. 1, hal. 87-95, 2019.
- [15] M. Safrizal and A. Harjoko, "Perbandingan Pewarnaan Citra Grayscale Menggunakan Metode K-Means Clustering dan Agglomerative Hierarchical Clustering," *Bimipa*, vol. 23, no. 3, pp. 255-263, 2013.
- [16] Candra Noor Santi, "Turn Color Images Into GrayScale and Binary Imagery," *Teknol. Inf. Din.*, vol. 16, no. 1, pp. 14-19, 2011.
- [17] S. Sen Kavurmaci and M. Bekbolet, "Non-selective oxidation of humic acid in heterogeneous aqueous systems: A comparative investigation on the effect of clay minerals," *Environ. Technol. (United Kingdom)*, vol. 35, no. 18, pp. 2389-2400, 2014, doi: 10.1080/09593330.2014.906508.
- [18] P. Liang, Y. Yang, W. Chen, Y. Duan, H. Wang, and X. Wang, "Magneticresonance perfusion imaging evaluation in perfusion abnormalities of the cerebellum after supratentorial unilateral hyperacute cerebral infarction," *Neural Regen. Res.*, volume 7, no. 12, pp. 906-911, 2012, doi: 10.3969/j.issn.1673-5374.2012.12.005.
- [19] A. Sanny, Y. H. E. Yang, and V. K. Prasanna, "Energy-efficient Histogram on FPGA," *2014 International Conference on Reconfigurable Computing FPGAs, ReConFig 2014*, no. Section IV, pp. 1-6, 2014, doi: 10.1109/ReConFig.2014.7032517.
- [20] M. Zarie, A. Pourmohammad, and H. Hajghassem, "Image Contrast Enhancement Using Triple Clipped Dynamic Histogram Equalization Based on Standard Deviation", *IET Image Processing*, volume 13, no. 7, pp. 1081-1089, 2019, doi:

- 10.1049/iet-ipr.2018.5395.
- [21] P. Kandhway, A.K. Bhandari, and A. Singh, "A Novel Reformed Histogram Equalization Based Medical Image Contrast Enhancement Using Krill Herd Optimization", *Biomedical Signal Processing Control*, volume 56, pp. 1-14, 2020, doi: 10.1016/j.bspc.2019.101677.
- [22] S. Hazra, S. Ghosh, S.P. Maity, and H. Rahaman, "A New FPGA and Programmable SoC Based VLSI Architecture for Histogram Generation of Grayscale Images for Image Processing Applications", *Procedia Computer Science*, 6th International Conference On Advances In Computing and Communication, ICACC 2016, 6-8 September 2016, Cochin, India, volume 93, pp. 139-145, doi: 10.1016/j.procs.2016.07.193.
- [23] D. B. Younis and B. M. K. Younis, "Low Cost Histogram Implementation for Image Processing using FPGA," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, volume 745, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/745/1/012044.
- [24] S.Lin, Y. Yeh, and B. Chen, "A Comparative Study of Histogram Equalization (HEQ) for Robust Speech Recognition", *Computational Linguistics and Chinese Language Processing*, volume 12. no. 2. pp. 217-238, http://140.122.185.120/Berlin_Research/Manuscripts/2007-v12n2a6
- [25] H. Singh, A. Kumar, L.K. Balyan, and G.K. Singh, "Swarm Intelligence Optimized Piecewise Gamma Corrected Histogram Equalization for Dark Image Enhancement", *Computers and Electrical Engineering*, volume 70, pp. 462-475, 2018, doi: 10.1016/j.compeleceng.2017.06.029.
- [26] F. Peng, D-l. Zhou, M. Long, and X-m. Sun, , "Discrimination of Natural Image and Computer Generated Graphics Based on Multi-Fractal and Regression Analysis", *AEU International Journal of Electronics and Communications*, volume 71, pp. 72-81, 2017, doi: 10.1016/j.aeue.2016.11.009.