

Peningkatan Kualitas Citra pada Foto Sejarah Menggunakan Metode Histogram *Equalization* dan *Intensity Adjustment*

Siti Fatimatuzzahro¹, dan Risky Via Yuliantari^{1*}

¹Universitas Tidar, Magelang, Indonesia

*Email: rviay@untidar.ac.id

Abstrak—Foto sejarah merupakan gambar yang berisikan gambaran di masa lampau. Seringkali, foto sejarah yang ada memiliki kualitas citra yang buruk dikarenakan teknologi kamera yang ada di masa lampau masihlah sederhana. Karena keterbatasan teknologi, foto sejarah yang ada hingga saat ini pun berkualitas rendah dengan warna dominan abu-abu. Kondisi ini mengakibatkan informasi yang terkandung terkadang tidak bisa diterima ataupun menyebabkan salah pemahaman. Image enhancement adalah salah satu operasi dari pengolahan citra yang bertujuan untuk meningkatkan citra dengan memanipulasi parameter-parameter citra. Operasi ini banyak diterapkan pada citra yang memiliki kualitas buruk agar kualitasnya dapat meningkat. Pada penelitian ini akan menerapkan operasi image enhancement pada foto sejarah sehingga kualitasnya dapat meningkat. ada banyak metode yang bisa dilakukan pada image enhancement, diantaranya *histogram equalization* dan *intensity adjustment* yang sudah banyak digunakan untuk meningkatkan citra khususnya citra *greyscale* (abu-abu). Kedua metode tersebut biasa dilakukan pada citra dengan menggunakan Aplikasi Matlab karena penggunaannya yang cukup sederhana.

Kata Kunci: Foto Sejarah, Histogram Equalization, Intensity Adjustment, Citra

I. PENDAHULUAN

ILMU PENGETAHUAN dan teknologi merupakan dua hal yang senantiasa terus berkembang dari waktu ke waktu seperti contohnya pada pengolahan citra. Citra atau yang biasa disebut gambar merupakan gambar pada bidang dua dimensi yang mengandung informasi dalam bentuk visual. Informasi yang terkandung pada citra pun dapat bermacam-macam tergantung dari tujuan dari pembuatnya. Namun, meskipun citra kaya akan informasi, kualitas pada citra seringkali dapat mengalami penurunan seperti mengandung cacat, *blur*, kurang kecerahan, maupun sebagainya yang menyebabkan pesan atau informasi yang ada pada citra kurang dapat dipahami. Oleh karena itu, diperlukanlah teknologi pengolahan citra untuk dapat mengatasi penurunan-penurunan yang dapat terjadi pada suatu citra.

Pengolahan merupakan suatu proses usaha untuk menjadikan sesuatu untuk menjadi lain atau lebih baik

sedangkan citra merupakan rupa atau gambar yang diperoleh menggunakan sistem visual sehingga pengolahan citra dapat diartikan sebagai proses atau usaha untuk menjadikan gambar menjadi lebih baik atau bahkan menjadi sesuatu yang berbeda. Secara sederhananya, pengolahan citra merupakan proses untuk mengubah suatu gambar menjadi seperti apa yang diinginkan [1].

Perkembangan teknologi pengolahan citra dapat membantu di banyak bidang salah satunya di bidang sejarah. Banyak sekali peristiwa-peristiwa besar di masa lampau yang cukup beruntung dapat ditangkap oleh kamera namun karena keterbatasan teknologi pada masa itu menyebabkan hasil gambar yang tertangkap menjadi kurang jelas ataupun tidak dapat dipahami. Meskipun begitu, seiring dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan, bukan tidak mungkin gambar-gambar yang terabadikan tersebut dapat ditingkatkan kualitasnya sehingga dapat diamati lebih jelas dengan cara meningkatkan kualitas citra atau yang biasa disebut dengan *image enhancement*.

Pada penelitian “Peningkatan Kualitas Citra pada Foto Sejarah menggunakan Metode *Histogram Equalization* dan *Intensity Adjustment*” ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra pada foto sejarah agar informasi yang ada pada foto sejarah dapat dilihat lebih jelas dengan cara melakukan *image enhancement* pada foto sejarah. *Image enhancement* sendiri merupakan salah satu operasi yang terdapat pada pengolahan citra yang biasa digunakan untuk meningkatkan kualitas citra dengan memanipulasi parameter-parameter citra. Pemanipulasian parameter citra bisa dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya yang paling populer digunakan adalah metode *histogram equalization* dan *intensity adjustment* [2].

Penelitian yang berjudul “Metode *Histogram Equalization* untuk Perbaikan Citra Digital” menggunakan metode *histogram equalization* untuk memperbaiki citra yang diuji. Hasil yang didapat ialah citra dengan keluaran histogramnya lebih merata. Dengan histogram yang lebih merata menjadikan citra terkesan lebih terang dan *detail* yang lebih jelas terlihat. Metode ini efektif pada citra *greyscale* (abu-abu) karena pada aplikasi Matlab, fungsi *imhist* adalah untuk menampilkan histogram citra *greyscale* sehingga perataan yang dilakukan oleh metode *histogram equalization*, bisa dilihat perubahannya

histogramnya dan dibandingkan dengan citra *greyscale* yang asli [3].

Pada penelitian “Pengaturan Kecerahan dan Kontras Citra Secara Automatis dengan Teknik Pemodelan Histogram” menggunakan metode *histogram equalization* dan *intensity adjustment* sebagai metode yang digunakan. Citra yang didapat setelah menggunakan kedua metode tersebut memiliki hasil peningkatan dengan kualitas yang baik terutama pada perbaikan kontras dan pencahayaan. Dibandingkan dengan metode peningkatan kualitas citra lain, kedua metode diatas akan meningkatkan citra lebih baik yang membuat objek dalam citra lebih detail [4].

II. LANDASAN TEORI

A. Citra

Citra atau yang sering disebut gambar merupakan sinyal dwimatra (2-D) yang bersifat *continue* sehingga dapat diamati oleh sistem visual manusia. Secara matematis, citra dinyatakan juga sebagai intensitas cahaya pada bidang dwimatra yang dinyatakan pada persamaan 1.

$$f(x,y) \tag{1}$$

keterangan

(x,y) : koordinat pada bidang dwimatra
 f(x,y) : intensitas cahaya pada titik (x,y)

B. Perkembangan Kualitas Citra di Indonesia

Fotografi atau teknik menghasilkan gambar (citra) mulai berkembang di Indonesia pada tahun 1875 yaitu ketika dua juru foto Woodbury dan Page membuka studio foto di Batavia. Setelah studio mereka terbuka, mulailah berkembangnya fotografi di Indonesia. Akan tetapi, perkembangan itu cukup lambat mengingat teknologi kamera yang digunakan Woodbury dan Page masih sederhana sehingga gambar yang dihasilkan masih belum menarik minat banyak orang [5].

Hingga pada tahun tahun 1942, ketika Jepang memasuki Indonesia, menciptakan kesempatan untuk teknologi fotografi lebih berkembang. Didasarkan atas kebutuhan propaganda, Jepang kemudian banyak melatih fotografer untuk bekerja di kantor berita mereka. Sejak saat itulah banyak sekali peristiwa-peristiwa besar di Indonesia mulai diabadikan. Meskipun begitu, hasil gambar yang terabadikan masihlah sederhana dan kualitasnya cenderung kurang baik sehingga gambar kurang jelas jika diperhatikan.

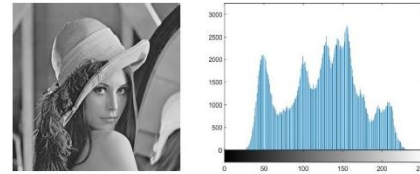
C. Image Enhancement

Image enhancement adalah salah satu operasi pengolahan citra yang bertujuan meningkatkan kualitas citra. Fungsi utamanya ialah untuk memperbaiki kualitas suatu citra sehingga citra yang sudah diolah dapat dilihat lebih jelas dan informasi yang terkandung dalam citra dapat ditangkap lebih jelas. Proses awalnya yaitu mentransformasikan citra ke dalam bentuk besaran diskrit dari tingkat nilai keabuan pada titik-titik elemen citra kemudian mengubah parameter citra yang ada [6].

Parameter-parameter citra yang dapat dimanipulasi untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik diantaranya adalah perbaikan kontras, perbaikan tepi objek, penajaman citra, penapisan derau, dan pemberian warna semu.

D. Histogram

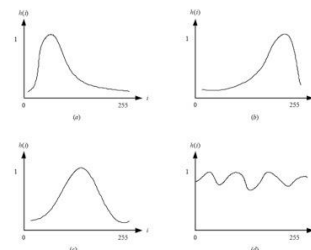
Histogram merupakan grafik yang menyatakan berapa kali tiap-tiap tingkat keabuan muncul dalam sebuah citra sehingga dapat ditentukan banyak hal tentang sebuah citra dari bentuk histogram citra tersebut. Dari histogram, dapat menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (*brightness*) dan kontras dari sebuah citra. Gambar 1 merupakan contoh dari histogram suatu citra [7].



Gambar 1. Histogram citra [2]

Sumbu Y (vertikal) pada grafik histogram menunjukkan nilai pixel dari citra sedangkan sumbu X (horizontal) menunjukkan nilai derajat keabuan (*greyscale*) citra. Pixel suatu citra merupakan elemen terkecil pada citra yaitu berupa titik-titik warna yang membentuk citra. Pada pixel, terkandung intensitas citra yang dinyatakan dengan bilangan bulat. Besarnya pixel ditentukan oleh perkalian baris dengan tinggi citra (perkalian resolusi citra) sehingga nilai intensitas tiap citra berbeda dari citra yang lain tergantung dari ukurannya. Nilai derajat keabuan (*greyscale*) citra adalah 256 dimulai dari nilai aras 0-255. Dengan melihat *greyscale*, suatu citra dapat ditentukan kecerahan atau kontrasnya yaitu apabila histogramnya mengumpul di *grey level* tinggi (cenderung mendekati ke nilai 255) maka citra tersebut terlalu terang sedangkan apabila histogramnya mengumpul di *grey level* rendah (cenderung mendekati nilai 0) maka bisa dikatakan citra tersebut terlalu gelap [1].

Informasi yang terkandung pada histogram bisa dijadikan penentuan tingkat kecerahan dan kontras suatu citra. Penentuannya sendiri dapat dilihat dari bentuk lebar histogram yang ada. Apabila lebar histogram terlalu sempit, maka citra tersebut memiliki kontras yang terlalu terang (*overexposed*) atau terlalu gelap (*underexposed*). Sedangkan apabila lebar histogram merata maka menunjukkan citra tersebut memiliki kualitas yang baik karena derajat keabuan penuh dan merata pada setiap nilai intensitas pixel. Intensitas pixel sendiri bisa dilihat dari puncak histogram.



Gambar 2. (a) citra gelap, (b) citra terang, (c) citra normal, (d) citra normal, kontras tinggi [7]

Pada Gambar 2 memperlihatkan bermacam-macam histogram citra. Citra pertama merupakan citra yang terlalu gelap karena histogram yang diperlihatkan terkumpul di sebelah kiri yaitu mengandung intensitas yang mendekati nol sehingga bisa diartikan gelap atau hitam. Kebalikan dari citra pertama, citra kedua yang memiliki histogram yang terkumpul di bagian kanan maka menunjukkan bahwa citra tersebut memiliki kecerahan yang terlalu terang karena semakin ke kanan, semakin intensitas mendekati nilai satu (putih/terang). Citra ketiga dan keempat merupakan contoh citra yang baik karena histogram citranya mengumpul di tengah dan merata.

Selain dengan melihat histogram citra, cara untuk mengetahui kontras suatu citra bisa dengan menghitung variansi dan standar deviasinya. Variansi adalah nilai ukuran distribusi nilai histogram di sekitar nilai rata-rata derajat keabuan sedangkan standar deviasi adalah nilai pada nilai sumbu keabuan yang memperlihatkan jarak rata-rata semua pixel ke nilai rata-rata derajat keabuan. Semakin tinggi variansi (yang mana menjadikan nilai standar deviasi tinggi pula) maka akan semakin tinggi nilai kontras citranya [7].

E. Histogram Equalization

Histogram equalization adalah suatu proses meratakan histogram, dimana penyebaran nilai tingkat keabuan citra dibuat rata. Aturan *histogram equalization* adalah mengubah histogram citra asli menjadi histogram lain yang sama atau berseragam. Dengan kata lain setiap *bar* pada histogram mempunyai tinggi yang sama atau tiap-tiap tingkat keabuan dalam histogram muncul dengan frekuensi yang sama. Apabila sebuah citra mempunyai L tingkat keabuan yaitu: 0,1, 2, ... L-1. Tingkat keabuan i terjadi sebanyak n_i kali. Dan jika dimisalkan banyaknya pixel dalam citra adalah n maka:

$$n_0 + n_1 + n_2 \dots + n_{L-1} = n \tag{2}$$

Untuk dapat mentransformasikan tingkat keabuan untuk mendapatkan kontras yang lebih baik maka tingkat keabuan diubah menjadi:

$$\left(\frac{n_0 + n_1 \dots + n_i}{n} \right) (L - 1) = j \tag{3}$$

F. Intensity Adjustment

Intensity adjustment digunakan untuk mengubah intensitas histogram. Cara kerjanya ialah nilai intensitas dari histogram suatu citra diubah menjadi nilai intensitas yang baru menggunakan transformasi persamaan *linear*. Persamaan *intensity adjustment* secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$f(x, y)' = f(x, y) + b \tag{4}$$

Dengan $f(x, y)'$ ialah citra setelah penyesuaian dan $f(x,y)$ merupakan citra sebelum penyesuaian sedangkan b merupakan konstanta faktor penyesuaian. Jika b positif, maka kecerahan bertambah dan jika b negatif, maka kecerahan gambar berkurang.

G. Aplikasi Matlab

Matlab (*Matrix Laboratory*) merupakan sebuah program kompilasi yang dapat dipakai untuk menganalisis data numerik. Matlab memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan bahasa komputer konvensional (misalnya, C, FORTRAN) untuk memecahkan masalah teknis. Aplikasi ini adalah menyediakan sistem interaktif yang elemen data dasarnya merupakan *array* yang tidak memerlukan dimensi. Paket perangkat lunak telah tersedia secara komersial sejak tahun 1984 dan sekarang dianggap sebagai alat standar di sebagian besar universitas dan industri di seluruh dunia. Manfaat umum dari program Matlab diantaranya adalah untuk matematika komputasi, akuisisi data, pengembangan algoritma, model simulasi, perancangan *prototype*, visualisasi, dan perancangan aplikasi berbasis GUI (*Graphical User Interface*) [8].

III. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah menggunakan metode *histogram equalization* dan *intensity adjustment*. Foto sejarah diketahui kebanyakan tidak berwarna atau biasanya hanya berwarna abu-abu sehingga kedua metode diatas bisa diterapkan untuk meningkatkan kualitas citra dari foto sejarah sebagaimana seperti penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang menggunakan kedua metode tersebut [3][4]. Adapun aplikasi yang digunakan ialah menggunakan aplikasi Matlab yang mana sudah banyak digunakan untuk *image enchancement* karena penggunaannya yang cukup sederhana.

Tahapan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir tahapan penelitian

A. Perumusan Masalah

Perumusan masalah biasanya menimbulkan ide atau gagasan penyelesaian terhadap masalah yang melatar belakangi. Pada tahap ini, akan ada timbulnya pertanyaan

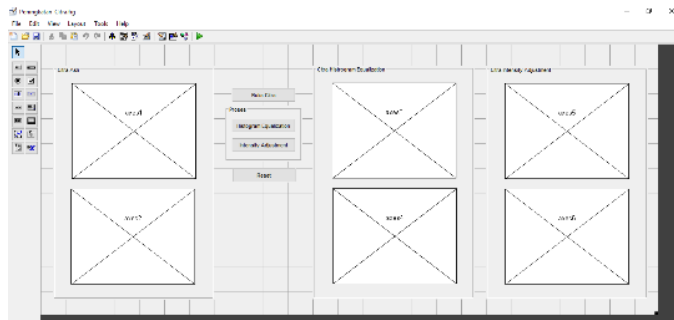
mengenai bagaimana proses meningkatkan kualitas citra pada foto sejarah menggunakan metode histogram *equalization* dan *intensity adjustment* dengan Aplikasi Matlab serta bagaimana hasil citra yang sudah ditingkatkan.

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pengambilan foto sejarah dari buku-buku sejarah dan internet yang kemudian digunakan dalam peningkatan citra menggunakan metode *histrogram equalization* dan *intensity adjustment*.

C. Perancangan Program

Perancangan program dilakukan dengan dua tahapan. Tahap pertama yaitu membuat desain program dengan *tool* GUI pada aplikasi Matlab. Gambar 4 merupakan desain program yang telah dibuat.



Gambar 4. Desain program

Tahap kedua yaitu memasukan *source code* agar program dapat dijalankan. Gambar 5 merupakan gambaran *source code* yang digunakan.

```

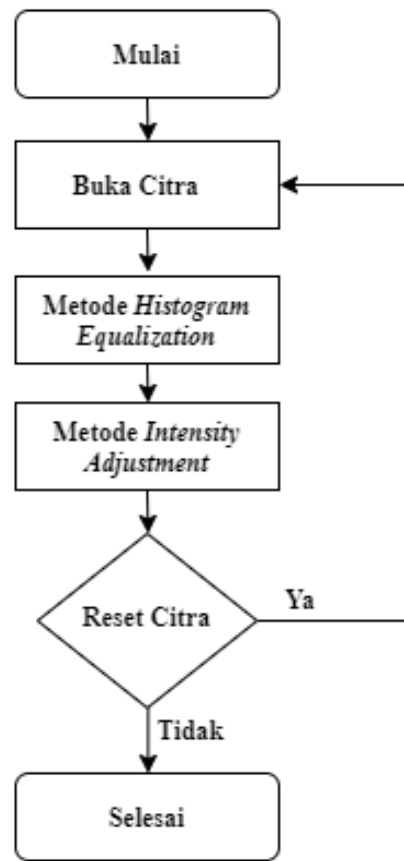
76 % --- Executes on button press in bukacitra_pushbutton1.
77 function bukacitra_pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
78 %Mencari file citra
79 [filename, pathname] = uigetfile('*.*', 'Pick a MATLAB code file');
80 if isequal(filename,0) || isequal(pathname,0)
81 disp('User pressed cancel')
82 else
83 filename=strcat(pathname,filename);
84 a=imread(filename); %membaca file citra
85 axes(handles.axes1);
86 imshow(a); %menampilkan citra pada axes1
87
88 hold on
89
90 axes(handles.axes2);
91 imhist(a); %menampilkan histogram citra pada axes2
92
93 handles.a=a;
94 guidata(hObject, handles);
95 end

```

Gambar 5. Source code

D. Pengujian Menggunakan Foto Sejarah

Pengujian dilakukan menggunakan sampel foto sejarah yang mana gambaran pengujiannya terdapat pada gambar 6. Berdasarkan gambar 6, foto sejarah dibuka atau dipanggil terlebih dahulu kemudian melalui proses metode *histrogram equalization*. Selanjutnya diproses menggunakan metode *intensity adjustment*. Kemudian ketika pengujian dirasa kurang, maka bisa membuka citra foto sejarah yang lain setelah sebelumnya mereset citra terlebih dahulu. Dan apabila pengujian dirasa cukup, maka pengujian bisa langsung diselesaikan.



Gambar 6. Diagram alir pengujian

E. Analisis Hasil Citra

Ada tiga tahapan analisis yang dilakukan yaitu analisis hasil citra, analisis histogram, dan analisis nilai kontras citra. Analisis hasil citra yaitu membandingkan foto sejarah asli dan foto sejarah setelah pemrosesan menggunakan mata telanjang. Analisis histogram yaitu dengan membandingkan bentuk histogram foto sejarah asli dan hasil pemrosesan. Terakhir, yaitu analisis nilai kontras citra juga merupakan analisis dari perbandingan nilai kontras foto sejarah asli dengan foto sejarah hasil pemrosesan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Foto sejarah yang didapatkan yaitu berasal dari buku sejarah dan internet. Adapun ekstensi foto sejarah yang ada yaitu JPG dan JPEG. Gambar 7 merupakan sampel yang terkumpul.



(a)

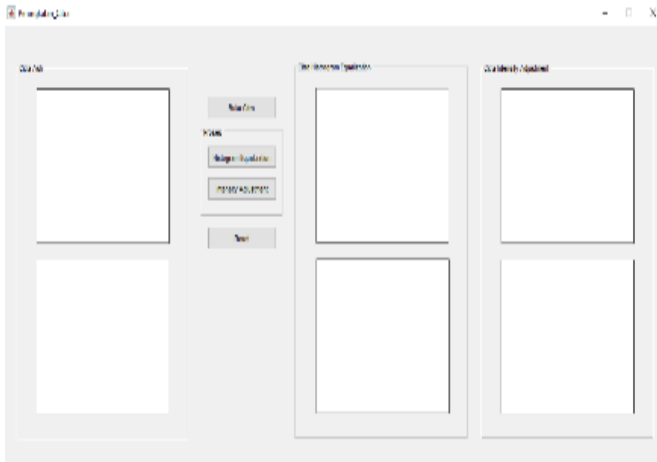
(b)



(c)

Gambar 7. (a) Rakyat Indonesia terkena dampak perang [9], (b) Kondisi buruh di masa Hindia Belanda [9], (c) Peserta perundingan Linggajati [10]

Hasil dari program yang telah dibuat dan di *run* dapat dilihat pada gambar 8.

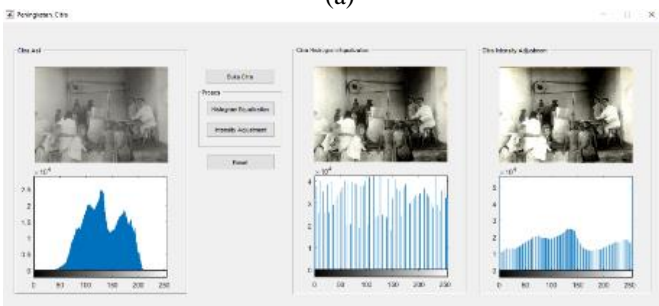


Gambar 8. Hasil program jadi

Hasil pengujian sampel foto sejarah terdapat tiga hasil sesuai jumlah sampel yang ada. Hasil-hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 9.



(a)



(b)



(c)

Gambar 9. (a) Hasil pengujian pertama (b) Hasil pengujian kedua (c) Hasil pengujian ketiga

Analisis hasil yang dilakukan yaitu terdapat tiga tahapan yaitu analisis hasil gambar dengan mata telanjang, analisis perbandingan histogram, dan analisis perbandingan nilai kontras citra. Tabel I merupakan tabel perbandingan hasil gambar ketiga sampel foto sejarah sebelum dan sesudah ditingkatkan.

TABEL I
HASIL PERBANDINGAN GAMBAR

Citra Asli	Citra Hasil <i>Histogram equalization</i>	Citra Hasil <i>Intensity adjustment</i>

Dapat dilihat bahwa masing-masing citra yang telah ditingkatkan mengalami perubahan yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Pada citra pertama, objek dalam citra yang tadinya kurang jelas jadi semakin jelas kontrasnya ketika diproses dengan *histogram equalization* dan semakin tinggi kontras juga pencahayaannya pada hasil citra proses *intensity adjustment*.

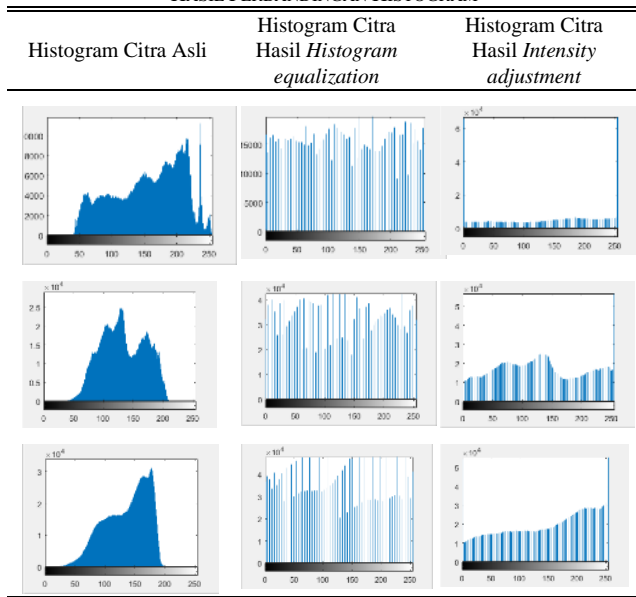
Untuk citra kedua, citra asli dan citra hasil pemrosesan dapat dilihat perbedaannya dimana citra hasil pemrosesan lebih jelas objek didalam citra itu sendiri. Sekilas dari kedua hasil pemrosesan tidak dapat dibedakan antara hasil proses *histogram equalization* dan hasil *intensity adjustment* namun ketika diperhatikan lebih jeli lagi, citra hasil *intensity*

adjustment lebih memiliki kecerahan yang lebih cerah dibanding dengan hasil proses *histogram equalization*.

Tidak jauh beda dengan hasil citra kedua, pada citra ketiga untuk citra hasil pemrosesan sekilas tidak dapat dilihat perbedaannya meskipun ketika dibandingkan dengan citra aslinya, kedua citra hasil pemrosesan itu tentunya terlihat jelas perbedaannya dilihat dari pencahayaan dan kontrasnya jauh lebih jelas dibanding citra asli sehingga objek pada citra juga lebih dapat diamati.

Selain perbandingan citra foto sejarah sebelum dan sesudah diubah, perubahan lain juga dapat dilihat dari perbandingan histogram citra asli dan histogram citra hasil pemrosesan yang ada di tabel II.

TABEL II
HASIL PERBANDINGAN HISTOGRAM



Histogram citra asli pertama memiliki bentuk yang tidak merata juga mengumpul di sebelah kanan sehingga bisa dibaca bahwa citra asli kontrasnya kurang baik dan nilai puncak intensitas cahayanya di atas 10000. Sedangkan histogram citra setelah diproses memiliki bentuk merata juga nilai intensitas cahayanya untuk hasil *histogram equalization* berada di atas 15000 dan untuk hasil *intensity adjustment* di atas kurang lebih 15000. Hal ini menandakan bahwa ada peningkatan intensitas cahaya pada citra setelah diproses.

Pada histogram citra kedua, bentuknya menyempit ke tengah dengan puncak intensitas cahaya di atas 20000. Setelah diproses, kedua hasil citra memiliki bentuk histogram citra yang rata dan puncak intensitas cahayanya di atas 20000 semua.

Sama halnya dengan citra pertama dan kedua, citra ketiga yang asli juga memiliki histogram menyempit dengan nilai intensitas cahayanya di atas 30000. Kemudian setelah diproses, bentuk histogramnya menjadi rata dan puncak intensitasnya di atas 30000.

Dari perbandingan histogram yang telah dijabarkan diatas, bisa dilihat bahwa citra yang telah diproses memang mengalami peningkatan dilihat dari histogramnya. Selain dari bentuk histogram, perubahan lain yang dapat dilihat ialah

dengan melihat nilai kontras citra. Perhitungan kontras citra dapat dilihat pada tabel III.

TABEL III
HASIL PERBANDINGAN NILAI KONTRAS

Nilai Kontras	Citra Pertama	Citra Kedua	Citra Ketiga
Citra Asli	15.94	21.99	24.33
Citra Hasil Histogram Equalization	16.48	27.85	25.27
Citra Hasil Intensity Adjustment	16.24	24.61	25.41

Berdasarkan tabel III, nilai kontras citra setelah ditingkatkan dengan metode *histogram equalization* dan *intensity adjustment* ketiga citra tersebut mengalami peningkatan nilai kontras. Hal ini menandakan bahwa kedua metode yang digunakan berhasil untuk meningkatkan citra pada foto sejarah.

Kelebihan dari metode *histogram equalization* dan *intensity adjustment* pada citra hasil pemrosesan adalah kedua metode tersebut dapat menambahkan kontras dan cahaya pada citra juga dapat meratakan derajat keabuan yang membuat citra dapat dikatakan baik. Sedangkan kelemahannya adalah meskipun kontras dan terang citra dapat ditingkatkan, namun untuk foto sejarah sendiri, kedua metode tersebut tidak cukup untuk meningkatkan citra karena *derau* yang biasanya ada pada citra foto sejarah tidak bisa dikurangi oleh kedua metode itu.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian tentang “Peningkatan Kualitas Citra Pada Foto Sejarah Menggunakan Metode *Histogram equalization* dan *Intensity adjustment*”, dapat disimpulkan bahwa kedua metode tersebut bisa dan baik untuk digunakan dalam meningkatkan kualitas citra foto sejarah. Adapun keberhasilannya dapat dilihat dari hasil perbandingan citra sebelum dan sesudah diproses juga dari perbandingan histogramnya. Kelebihan dari penelitian ini adalah menghasilkan foto sejarah dengan kualitas lebih baik dibuktikan dengan beberapa perbandingan seperti perbandingan hasil foto, perbandingan histogram, dan perbandingan nilai kontras citra. Sedangkan kelemahan dari penelitian ini ialah metode *histogram equalization* dan *intensity adjustment* hanyalah menitikberatkan pada kontras dan pencahayaan citra namun tidak mengurangi *noise* yang ada pada foto sejarah sehingga diperlukannya penelitian lebih lanjut dengan menambahkan metode-metode lain yang dapat membantu agar foto sejarah yang diperbaiki lebih baik lagi hasilnya.

REFERENSI

- [1] M. Komarudin, F. A. Setyawan, and S. R. Sulistiyanti, *PENGOLAHAN CITRA; Dasar dan Contoh Penerapannya*. Yogyakarta: Teknosain, 2016.
- [2] R. Munir, "Pengantar Pengolahan Citra," *Pengolah. Citra Digit.*, no. Bagian 1, pp. 1–10, 2013, [Online]. Available: <http://rosni-gj.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/15431/pendahuluan.pdf>.
- [3] N. Ahmad and A. Hadinegore, "Metode Histogram Equalization untuk Perbaikan Citra Digital," *Seminar Nasional Teknol. Informatika Komunikasi Teraapan*, vol. 2012, no. Semantik, pp. 439–445, 2012, [Online]. Available: <http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/semantik/article/view/185>.
- [4] D. Ibrahim, A. Hidayatno, and R. Isnanto, "Pengaturan Kecerahan dan Kontras Citra Secara Otomatis dengan Teknik Pemodelan Histogram," pp. 1–7, 2011, [Online]. Available: <http://eprints.undip.ac.id/25538/>.
- [5] E. S. Mulyanta, "Sejarah dan perkembangan fotografi," *Tek. Mod. Fotogr. Digit.*, 2009.
- [6] T. Haryono, "Perbaikan Citra Dengan Metode Power Law Transformation," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2013.
- [7] K. Anggraeni, "Histogram Citra," *Ilmu Komput.*, vol. 1, p. 7, 2007.
- [8] D. Houcque, "Introduction To Matlab for Engineering Students," no. August, 2005.
- [9] A. Putra, "17 Potret Sejarah Indonesia Sebelum & Sesudah Kemerdekaan," *idntimes.com*, 2019. <https://www.idntimes.com/hype/fun-fact/adliputra/potret-sejarah-indonesia-c1c2/>.
- [10] M. Habib Mustopo, *Sejarah Indonesia Kelas XI SMA (Program Wajib) (Kurikulum 2013) (Jilid 2)*. Yudhistira, 2013.