

PENGEMBANGAN APLIKASI RESTORASI VIDEO

Oleh

Gusti Ngurah Made Agus Wibawantara, NIM 0915051030

Jurusan pendidikan Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Kejuruan,

Universitas Pendidikan Ganesha

Email: agus.wibawantara@gmail.com

ABSTRAK

Teknik restorasi selain dapat diterapkan pada citra juga dapat diterapkan pada video. Video pada dasarnya adalah gambar yang “bergerak”. Pada video lama atau video yang sudah tua biasanya mengalami degradasi seperti halnya pada citra. Kerusakan yang terdapat pada video biasanya berupa *noise salt and pepper*, kualitas pencahayaan yang kurang baik dimana terdapat daerah gelap di beberapa bagian dan gambar pada video yang kurang tajam.

Pada penelitian ini menggunakan lima jenis metode pengolahan citra yaitu *median filtering*, peregangkan kontras, transformasi logaritmik, erosi citra dan penajaman citra. Metode *median filter* digunakan untuk menangani *noise salt and pepper*, peregangkan kontras digunakan untuk memperbaiki kontras gambar yang masih kurang baik, transformasi logaritmik digunakan untuk meningkatkan kecerahan citra. Metode erosi digunakan untuk menghilangkan *noise* bintik putih pada citra yang memiliki latar hitam dan objek warna putih dengan bentuk yang sederhana. Penajaman citra digunakan untuk menajamkan tepi citra yang kabur.

Teknik restorasi pada video dilakukan dengan cara melakukan ekstraksi video menjadi frame dan audio. Frame tersebut kemudian direstorasi dengan menggunakan metode pengolahan yang dipilih. Frame yang telah direstorasi kemudian digabungkan kembali dengan file audio menjadi sebuah file video. Dari data hasil pengujian diperoleh bahwa suatu video dapat diberikan lebih dari satu jenis metode restorasi disesuaikan dengan jenis kerusakan pada video tersebut.

Kata Kunci: Erosi, Median Filter, Penajaman Citra, Peregangkan Kontras, Restorasi, Transformasi Logaritmik, Video,



THE DEVELOPMENT OF VIDEO RESTORATION APPLICATION

By

Gusti Ngurah Made Agus Wibawantara, NIM 0915051030

Informatics Engineering Education Department, Faculty of Engineering and Vocational, Ganesha University of Education

Email: agus.wibawantara@gmail.com

ABSTRACT

Restoration technique besides can be applied in image, it also can be applied in video. Basically, video is a moving image. In the old video or a video that has been old is usually getting degradation which likely happened in an image. The damage on the video is usually in the form of noise salt and pepper, the quality of lighting which is not good where there is an obscure area in several parts and the picture of the video which is sharp less.

In this study, using five different methods of image processing, namely median filtering, contrast stretching, logarithmic transformation, image erosion and image sharpening. Median filter method used to handle the salt and pepper noise, contrast stretching used to improve image contrast, a logarithmic transformation used to increase the brightness of the image. Erosion method used to remove white spots noise on the image that has a black background and simple white objects. Image sharpening used to sharpen the edges of blurred image.

Restoration techniques on the video was done in a way to extract the video became frames and audio file. These frame then restore using selected processing methods. The restored frame then render with the audio files into a video file. From the result data of system testing proved that a video can be given more than one restoration method based on the damage type of the video.

Keyword: Restoration, Video, Median Filter, Contrast stretching, Logarithmic Transformation, Image Erosion, Image Sharpening

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan teknologi komputer begitu pesat, baik dari segi kecepatan pemrosesan maupun dari segi penyimpanan data. Perkembangan yang pesat ini juga berpengaruh terhadap kemajuan teknologi pengolahan citra. Saat ini manipulasi citra merupakan hal yang lumrah dan mudah ditemukan di masyarakat. Salah satu penerapan pengolahan citra digital, misalnya pengolahan pada foto yang sudah tua/lama. Biasanya foto tersebut mengalami kerusakan atau degradasi pada permukaannya yang disebabkan oleh jamur atau tergores. Untuk ini perlu dilakukan suatu proses rekonstruksi atau *recovery* sebuah citra. Bahkan untuk citra yang masih barupun terkadang terdapat suatu *noise*, seperti adanya tulisan text, logo atau goresan.

Noise yang terdapat pada sebuah citra memiliki beberapa jenis, misalnya *noise salt and pepper*, *noise speckle*, *noise gaussian*, *noise periodik*, rentangan *pixeldinamis pixel* citra (Susilawati, 2009). Berdasarkan jenis-jenis *noise* tersebut, maka metode yang terdapat pada restorasi juga ada beberapa jenis, misalnya metode *filtering*, *range compression*, *contrast stretching*, *brightness adjustment*. Metode restorasi yang akan digunakan hendaknya disesuaikan dengan jenis *noise* yang akan diperbaiki. Hal ini agar bisa menghasilkan kualitas citra yang maksimal. (Putra, 2010).

Teknik restorasi selain diterapkan pada foto, juga bisa diterapkan pada perbaikan kualitas video. Video atau film pada dasarnya sama dengan citra digital, karena video merupakan kumpulan dari citra yang “bergerak”. Video yang sudah tua juga dapat mengalami kerusakan atau degradasi seperti halnya pada foto. biasanya berupa *noise salt and pepper*, kualitas pencahayaan yang kurang baik dimana terdapat daerah gelap di beberapa bagian dan gambar pada video yang kurang tajam. Metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas video yang telah mengalami kerusakan yaitu *median filtering*, transformasi logaritmik, peregangkan kontras, erosi citra dan penajaman citra.

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti berupaya mengembangkan aplikasi yang mampu melakukan restorasi terhadap video tua/lama yang telah mengalami kerusakan atau degradasi terhadap kualitas gambarnya sehingga nantinya kualitas dari video yang dihasilkan setelah dilakukan proses restorasi menjadi lebih baik dan

informasi yang diberikan oleh video tersebut menjadi lebih banyak dari video sebelumnya.

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode sebagai berikut.

2.1 Median Filter

Noise yang paling sering muncul pada video tua yaitu noise salt and pepper. Noise salt and pepper juga sering disebut *impulse noise*, *shot noise*, atau derau biner (*binary noise*). Degradasi oleh noise ini disebabkan oleh gangguan yang tajam dan tiba-tiba (*sharp and sudden*) pada sinyal citra, kenampakan pada citra akan berupa titik-titik (*pixel*) hitam atau putih (atau kedua-duanya) yang tersebar pada citra (Susilawati, 2009).

Untuk dapat menghilangkan *noise salt and pepper* ini dapat digunakan metode median filtering. Metode ini dapat dikatakan paling cocok untuk menghilangkan *noise* jenis *salt and pepper*. Median adalah nilai tengah dari serangkaian nilai yang telah diurutkan, jika ada sejumlah genap nilai maka median adalah rerata dari dua nilai yang berada pada urutan tengah. Operasi untuk memperoleh nilai median akan menempatkan nilai yang sangat besar atau sangat kecil berada pada ujung atas atau ujung bawah urutan. Dengan demikian filter median secara umum akan mengganti *pixel* yang berderau dengan suatu nilai yang dekat dengan *pixel* disekitarnya.

2.2 Transformasi Logaritmik

Rentangan dinamis *pixel* suatu citra terkadang sangat besar, seperti pada citra hasil transformasi fourier. Untuk mengatasi permasalahan ini dapat dilakukan dengan memampatkan rentangan yang besar tadi dengan metode transformasi logaritmik, yang dapat dinyatakan sebagai berikut (Putra, 2010):

$$o = c \log(1 + |u|) \dots\dots\dots(1)$$

Dengan o dan u berturut – turut menyatakan nilai *pixel* setelah dan sebelum diolah, dan c merupakan faktor penskalaan yang dinyatakan sebagai berikut :

$$c = \frac{255}{\log(1+|R|)} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan R merupakan nilai maksimum magnitude pada citra input. Penghitungan nilai c dengan cara di atas akan menjaga nilai maksimum *pixel* dari citra output adalah 255.

2.3 Peregangan Kontras

Citra dengan kontras yang bagus menampilkan rentangan nilai *pixel* yang lebar. Histogramnya relatif menunjukkan distribusi nilai *pixel* yang seragam, tidak memiliki puncak utama atau tidak memiliki lembah. Peregangan kontras merupakan teknik yang sangat berguna untuk memperbaiki kontras citra terutama citra yang memiliki kontras rendah. Berikut algoritma peregangan kontras dengan ketentuan nilai $r_1 = r_2$ tidak dapat dibuat karena akan ada error (pembagian dengan 0), jadi minimal $r_1 = r_2 + 1$ (Noviyanto, 2009):

- a. Untuk setiap *pixel* (pi) dalam gambar lakukan
 - jika $pi \leq s_1$ lakukan
 - $pi \leftarrow (s_1/r_1)*pi$
 - jika $s_1 < pi \leq s_2$ lakukan
 - $pi \leftarrow s_1 + (s_2-s_1)*((pi-r_1)/(r_2-r_1))$
 - jika $pi > s_2$ lakukan
 - $pi \leftarrow s_2+(255-s_2)*((pi-r_2)/(255-r_2))$
- b. Selesai

2.4 Erosi

Erosi dan dilasi merupakan dasar dari operasi morfologi pada citra. Erosi adalah suatu proses yang digunakan untuk seluruh titik pada batas objek, sehingga membuat objek tersebut lebih kecil. Erosi digunakan untuk menghilangkan objek gambar yang sangat kecil yang tidak diinginkan (Amin, 2011). Pada citra biner proses erosi dilakukan dengan cara apabila ada *pixel* tetangga yang bernilai 1 maka akan diganti dengan nilai 0, sedangkan pada citra *grayscale* nilai hasil operasi (output *pixel*) adalah nilai minimal yang diperoleh dari himpunan *pixel* tetangganya.

2.5 Penajaman Citra

Operasi penajaman bertujuan memperjelas tepi pada objek di dalam citra. Penajaman citra merupakan kebalikan dari operasi pelembutan citra karena operasi ini menghilangkan bagian citra yang lembut. Operasi penajaman citra dilakukan dengan melewatkan citra pada penapis lolos tinggi (*High Pass Filter*). Penapis lolos tinggi ini akan meloloskan (memperkuat) komponen yang berfrekuensi tinggi (tepi/pinggir objek) dan akan menurunkan komponen berfrekuensi rendah. Akibatnya pinggiran akan terlihat lebih tajam dibandingkan sekitarnya (Kusniyati).

2.6 Peak Signal To Noise Ratio (PSNR)

PSNR adalah ukuran rasio antara kekuatan maksimum sinyal yang mungkin dan kekuatan sinyal yang telah rusak. Dikarenakan beberapa sinyal mempunyai pola data yang berubah-ubah, PSNR biasanya dinyatakan dalam skala *dicibel* dalam bentuk logaritma. PSNR secara umum digunakan untuk mengukur kualitas pada penyusunan ulang citra. Hal ini lebih mudah didefinisikan dengan *mean square error* (MSE), misal $I(x, y)$ adalah citra masukan dan $I'(x, y)$ adalah citra keluaran, keduanya memiliki M baris dan N kolom, maka didefinisikan sebagai berikut :

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{y=1}^M \sum_{x=1}^N [I(x, y) - I'(x, y)]^2 \dots\dots\dots (3)$$

Rumus untuk menghitung PSNR adalah sebagai berikut :

$$PSNR = 20 * \log_{10} \left(\frac{255}{\sqrt{MSE}} \right) \dots\dots\dots (4)$$

- Dimana :
- x = ukuran baris citra
 - y = ukuran kolom citra
 - I = matriks citra *input*
 - I' = matriks citra *output*

Semakin kecil nilai PSNR yang dihasilkan maka perbedaan frame sebelum direstorasi dengan frame setelah direstorasi semakin besar.

2.7 ANALISIS DAN PERANCANGAN

2.7.1 Analisis Masalah dan Usulan Solusi

Berdasarkan analisis dari permasalahan yang dijumpai pada video lama, masih terdapat video yang mengalami kerusakan seperti terdapat noise salt and pepper, terdapat area gelap di beberapa tempat dan ada juga video yang memiliki kontras yang tidak terlalu baik yang mengakibatkan gambar video tidak terlalu tajam.

Berdasarkan analisis masalah di atas maka solusi yang dapat diusulkan adalah sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk melakukan proses restorasi pada video lama. Adapun proses restorasi itu diantaranya *median filtering*, transformasi logaritmik, peregangan kontras, erosi citra dan penajaman citra.

2.7.2 Analisis Perangkat Lunak

Dalam pengembangan aplikasi restorasi video terdapat beberapa proses yang diimplementasikan, antara lain: (1) Ekstraksi video, (2) Restorasi video, (3) Render kumpulan frame menjadi video. Adapun tujuan dari pengembangan perangkat lunak ini adalah sebagai berikut : (1) Dapat melakukan proses ekstraksi video menjadi kumpulan frame dan audio, (2) Dapat melakukan proses restorasi pada frame – frame hasil ekstraksi video, (3) Dapat melakukan proses penggabungan frame – frame dan audio menjadi video.

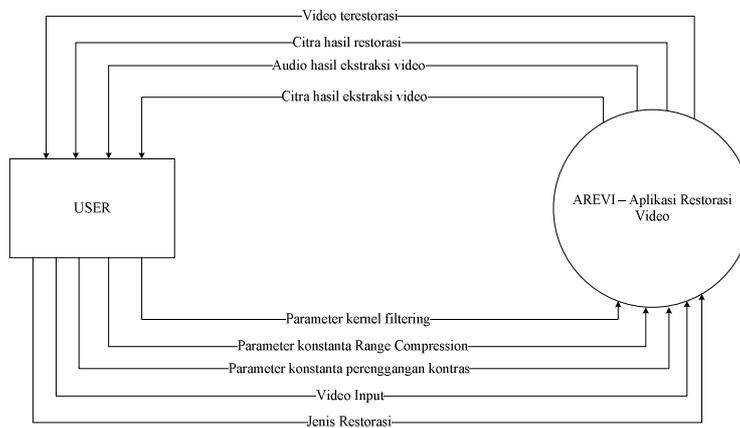
Adapun masukan dari aplikasi ini adalah : (1) Video yang digunakan sebagai video masukan pada aplikasi merupakan video dengan format AVI (*.avi), atau FLV (*.flv), (2) Parameter kernel untuk proses *filtering*, (3) Konstanta untuk proses *range compression* dengan metode logaritmik, (4) Konstanta untuk proses peregangan kontras. Keluarannya adalah (1) Frame hasil proses ekstraksi video, (2) Audio berformat mp3 hasil ekstraksi video, (3) Frame hasil proses restorasi, (4) Video hasil penggabungan citra yang telah terestorasi dengan file audio berformat AVI (*.avi).

2.7.3 Perancangan Perangkat Lunak

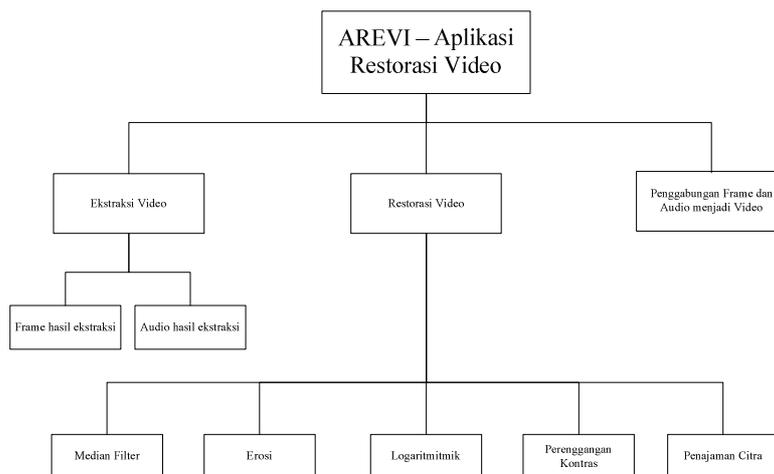
Batasan perancangan aplikasi restorasi video ini yaitu (1) Video masukan sistem berformat AVI (*.avi) atau FLV (*.flv) yang memiliki warna *grayscale*, (2) Sistem hanya dapat melakukan empat metode restorasi yaitu, *median filtering*, *range*

compression dengan metode logaritma, peregangkan kontras, erosi dan penajaman citra, (3) Frame hasil ekstraksi dan Frame hasil restorasi berformat bitmap (*.bmp), (4) File audio hasil ekstraksi berformat MP3 (*.mp3), (5) Video keluaran sistem berformat AVI (*.avi).

Perancangan arsitektur perangkat lunak menggambarkan bagian-bagian modul, struktur ketergantungan antar modul, dan hubungan antar modul dari perangkat lunak yang dibangun. Pada bagian ini terdapat diagram konteks atau *Data Flow Diagram* (DFD) Level 0 dan *structure chart* sebagai kendali fungsional yang digambarkan seperti Gambar 1 dan Gambar 2 untuk perangkat lunak Aplikasi Restorasi Video.



Gambar 1. Diagram Konteks Perangkat Lunak AREVI – Aplikasi Restorasi Video



Gambar 2. Structure Chart Perangkat Lunak AREVI – Aplikasi Restorasi Video

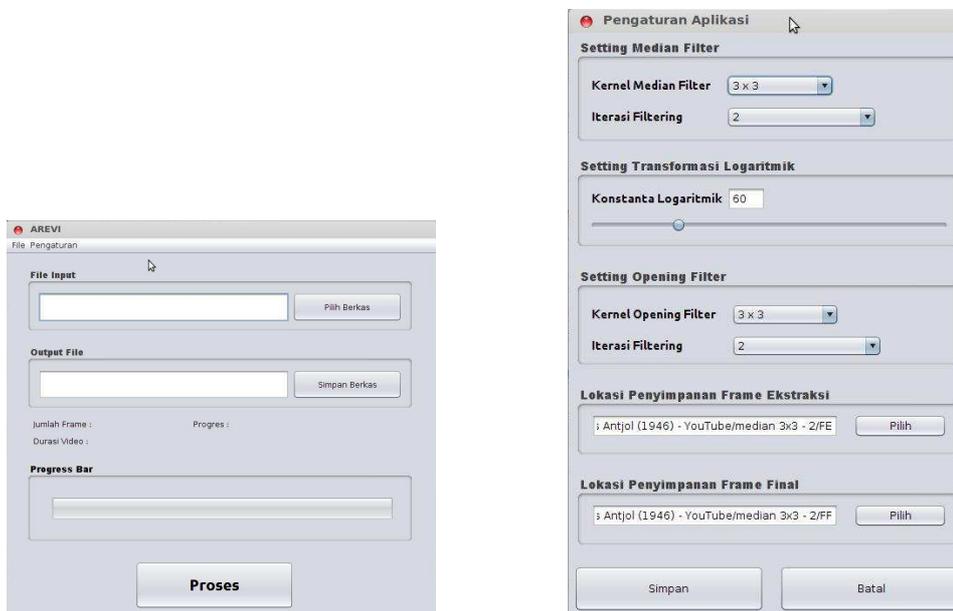
3. PEMBAHASAN

3.1. Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat lunak AREVI – Aplikasi Restorasi Video ini dikembangkan pada lingkungan perangkat keras komputer *mobile* (Laptop) yang memiliki spesifikasi sebagai berikut. (1) Monitor 14 inchi dengan resolusi 1366 x 768 pixel, (2) Processor Inter(R) Core(TM) i3 M370 2,40 GHz, (3) Memori DDR2 2 Gb, harddisk 320 Gb

Adapun batasan yang terdapat dalam implementasi perangkat lunak AREVI – Aplikasi Restorasi Video ini adalah sebagai berikut. (1) Video masukan sistem berformat AVI (*.avi) atau FLV (*.flv) yang memiliki warna *grayscale*, (2) Sistem hanya dapat melakukan empat metode restorasi yaitu, *median filtering*, *range compression* dengan metode logaritma, peregangan kontras, erosi dan penajaman citra, (2) Frame hasil ekstraksi dan Frame hasil restorasi berformat bitmap (*.bmp), (3) File audio hasil ekstraksi berformat MP3 (*.mp3), (4) Video keluaran sistem berformat AVI (*.avi).

Aplikasi ini hanya terdiri dari 2 *form* yaitu *form* utama dan *form* pengaturan aplikasi. Implementasi dari kedua *form* dapat dilihat pada gambar 3.



(a)

(b)

Gambar 3 (a) Implementasi *Form* Utama, (b) Implementasi *Form* Pengaturan

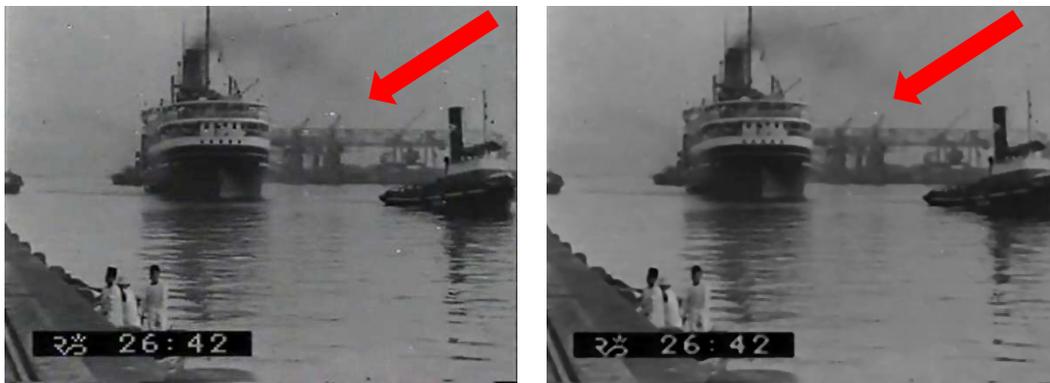
3.2. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk uji performa sistem dalam melakukan restorasi terhadap frame – frame hasil ekstraksi video. Pengujian dilakukan pada enam buah video yang diperoleh dari situs berbagi video “*Youtube.com*”. Adapun teknis pengujiannya yaitu frame yang sebelum direstorasi dibandingkan dengan frame yang telah mengalami pengolahan. Untuk dapat mengetahui besar perbedaan antara frame sebelum direstorasi dengan frame setelah direstorasi digunakan metode PSNR.

Pada pembahasan di bawah ini, hanya empat buah video yang akan dibahas. Berikut akan disajikan hasil pengujian terhadap frame sebelum restorasi dan frame sesudah restorasi dari keempat buah video yaitu:

- a. Batavia Jakarta 1929 old days Indonesia – YouTube

Batavia Jakarta 1929 old days Indonesia – YouTube.flv dapat dilihat pada alamat <https://www.youtube.com/watch?v=XcfSkjyM-mYU>. Video ini secara keseluruhan diberikan pengolahan *median filtering* dengan kernel 5x5. Perbandingan frame sebelum direstorasi dengan frame setelah direstorasi dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini:



(a)

(b)

Gambar 4 a) Frame 273 Sebelum direstorasi, b) Frame273 Sesudah Direstorasi

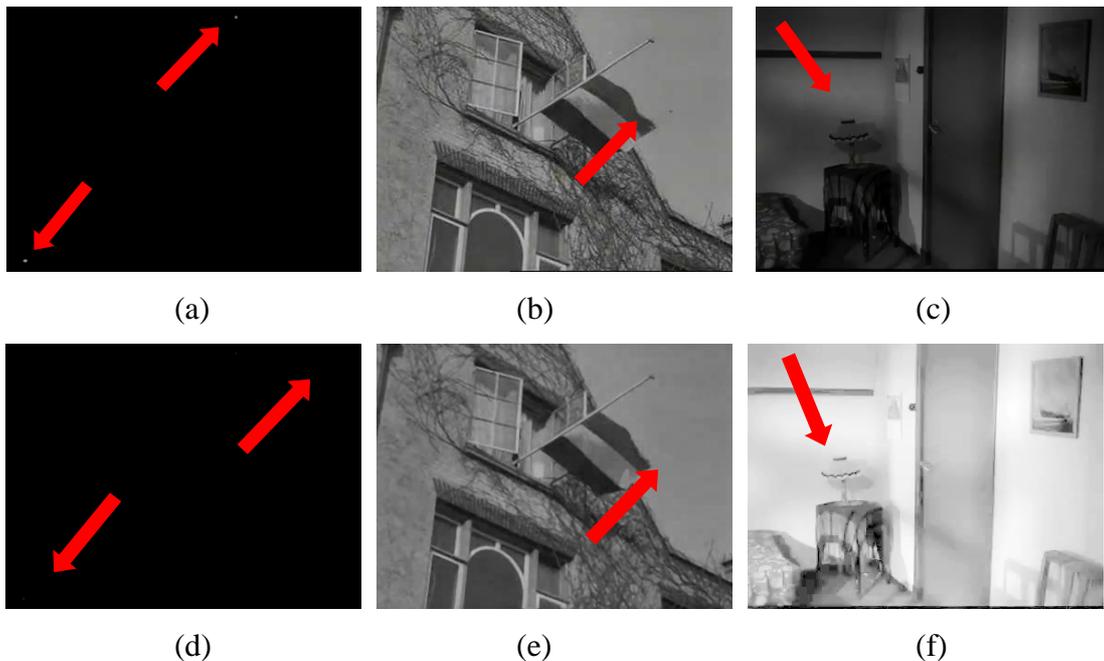
Tabel 1 Perbandingan Frame Sebelum dan Sesudah Restorasi pada Video Batavia Jakarta 1929 old days Indonesia – YouTube.flv

Nama Frame	Metode	Nilai PSNR (dB)	Keterangan
Frame273.bmp	<i>Median Filter</i> , kernel	12,1931	Pada frame ini sebagian besar <i>noise</i> berhasil dihilangkan. Beberapa bintik

Nama Frame	Metode	Nilai PSNR (dB)	Keterangan
	5x5		putih yang tersisa tidak dapat dihilangkan, karena ukuran bintik yang terlalu besar.

b. De Vlag (1955) – YouTube

Video De Vlag dapat dilihat pada alamat berikut <https://www.youtube.com/watch?v=exp5lnJTvkM&list=PL5DC894570FEC023E>. ini penulis bagi menjadi 6 potongan, dimana pada potongan II dan V diberikan operasi *median filter*, pada potongan I dan VI diberikan operasi erosi sedangkan pada potongan III dan IV diberikan operasi transformasi logaritmik. Penjelasan untuk setiap bagian video dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini:



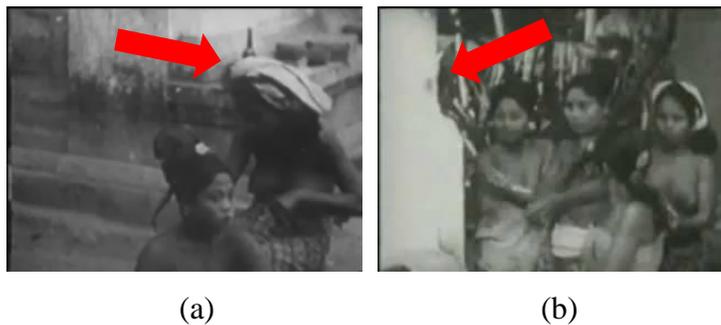
Gambar 5 a) Frame 4 sebelum direstorasi, b) Frame 568 sebelum direstorasi, c) Frame 1943 sebelum direstorasi , d) Frame 4 sesudah direstorasi e) Frame 568 sesudah direstorasi, f) Frame 1943 sesudah direstorasi

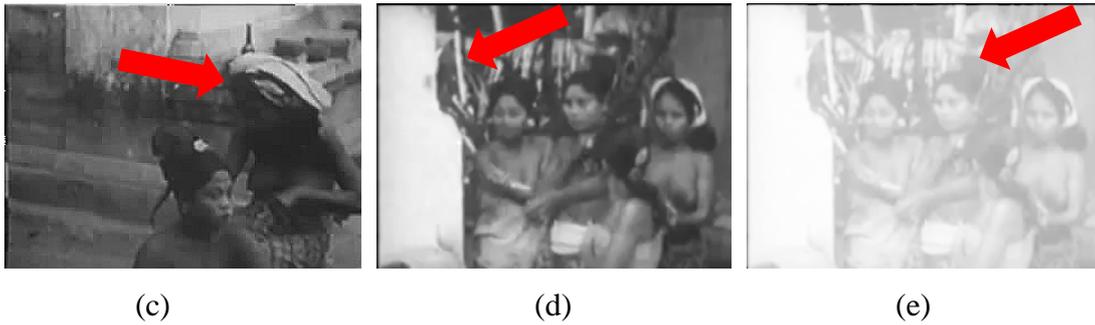
Tabel 2 Perbandingan Frame Sebelum dan Sesudah Restorasi pada Video De Vlag (1955) – YouTube.flv

Nama Frame	Metode	Nilai PSNR (dB)	Keterangan
Frame4.bmp	Erosi, kernel 3x3	48,652	Noise berupa bintik putih besar berhasil dikurangi sehingga ukurannya menjadi sangat kecil.
Frame568.bmp	Median Filter, kernel 3x3	11,863	Pada frame ini noise berhasil dihilangkan.
Frame1943.bmp	Transformasi logaritmik	3,258	Motif taplak meja menjadi lebih terlihat

c. Bali- Opera Arja. Covarrubias 1932. – YouTube

Video Bali- Opera Arja. Covarrubias 1932. – YouTube diunduh dari alamat <http://www.youtube.com/watch?v=xUeKpIUtIQs>. Pada video ini, penulis memberikan operasi penajaman citra dengan metode *High Pass Filter* pada durasi video 00:00:01.29 sampai 00:00:08.23 dan pada durasi 00:00:09.12 sampai 00:04:42. Selain dengan operasi penajaman citra penulis juga mencoba memberikan operasi peregangan kontras dan operasi transformasi logaritmik. Gambar 6 menunjukkan perbedaan frame sebelum dan sesudah direstorasi.





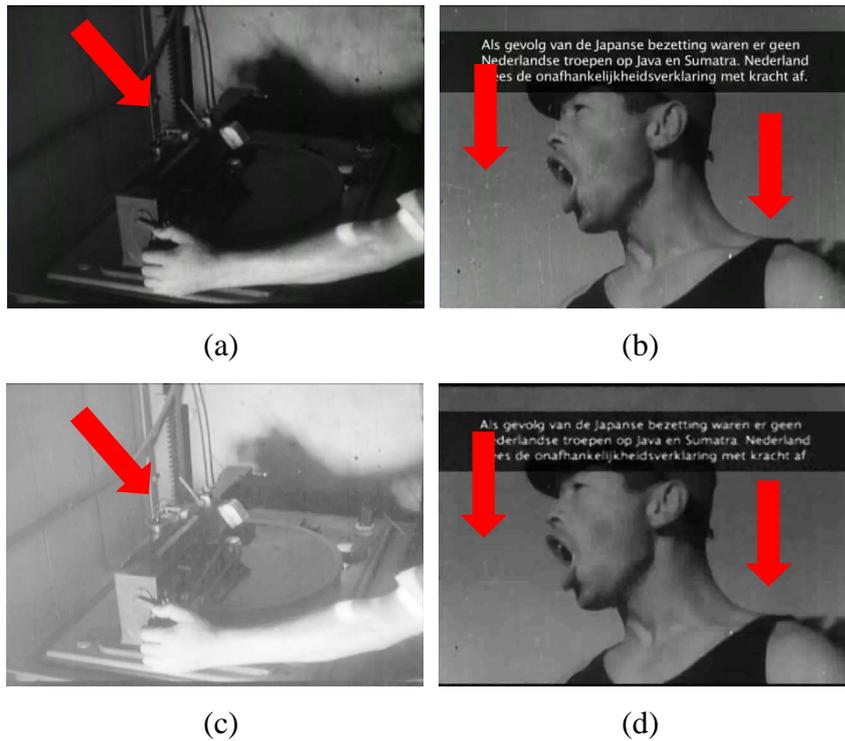
Gambar 6 a) Frame 60 sebelum direstorasi, b) Frame 357 sebelum direstorasi, c) Frame 60 sesudah direstorasi , d) Frame 357 sesudah direstorasi dengan pereganggan kontras e) Frame 357 sesudah direstorasi dengan transformasi logaritmik

Tabel 3 Perbandingan Frame Sebelum dan Sesudah Restorasi pada Video Bali- Opera Arja. Covarrubias 1932. – YouTube.flv

Nama Frame	Metode	Nilai PSNR (dB)	Keterangan
Frame60.bmp	High Pass Filter , kernel 3x3	11,405	Tepi objek menjadi lebih tajam, namun kotak – kotak pada frame ini menjadi lebih jelas dikarenakan resolusi yang rendah.
Frame357.bmp	Pereganggan kontras	10,28	Objek pada frame ini menjadi lebih terlihat cerah.
Frame357.bmp	Transformasi logaritmik	5,33	Gambar menjadi memutih dan objek menjadi tidak terlihat jelas.

d. DVD Strijd om Indie - Het Nederlands-Indonesische conflict 1945-1949 - YouTube

Video DVD Strijd om Indie - Het Nederlands-Indonesische conflict 1945-1949 - YouTube diunduh dari alamat <https://www.youtube.com/watch?v=74hu5mRBZVo>. Pada video ini, penulis membagi video menjadi 12 potong. Pada potongan Video II, IV, VI, VIII, X dan XII diberikan transformasi logaritmik dan Potongan Video III, V, VII, IX dan XI diberikan operasi *median filtering*. Perbandingan frame sebelum direstorasi dengan frame setelah direstorasi dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 a) Frame 8599 sebelum direstorasi, b) Frame 738 sebelum direstorasi, c) Frame 8599 sebelum direstorasi , d) Frame 738 sesudah direstorasi

Tabel 4 Perbandingan Frame Sebelum dan Sesudah Restorasi pada Video DVD Strijd om Indie - Het Nederlands-Indonesische conflict 1945-1949 - YouTube.flv

Nama Frame	Metode	Nilai PSNR (dB)	Keterangan
Frame8599.bmp	Transformasi logaritmik	4,435	Detail mesin yang sedang digunakan menjadi lebih terlihat.
Frame738.bmp	<i>Median filter</i> , kernel 3x3	11,744	<i>Noise</i> disekitar tubuh tentara menjadi berkurang, namun teks yang terdapat di bagian atas menjadi blur.

4. PENUTUP

4.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis, implementasi dan pengujian pada penelitian ini, maka dapat diambil simpulan sebagai berikut.

1. Aplikasi Restorasi Video dirancang menggunakan *Data Flow Diagram* (DFD) dengan entitas pengguna (*user*).

2. Aplikasi Restorasi Video diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman *Java* dengan menggunakan 5 jenis metode restorasi citra, yakni *median filter*, peregangan kontras, transformasi logaritmik, erosi dan penajaman citra.
3. Berdasarkan hasil pengujian mengindikasikan bahwa sebuah video dapat diberikan lebih dari satu metode restorasi disesuaikan dengan kerusakan pada video tersebut.

4.2 Saran

Berdasarkan paparan di atas, dapat disarankan bagi pembaca yang ingin mengembangkan sistem ini agar dapat:

1. Mengembangkan sistem ini dengan format video *input* yang tidak dibatasi lagi sehingga semua format video dapat dieksekusi oleh sistem.
2. Mengembangkan sistem ini dengan menggunakan berbagai metode restorasi tambahan lainnya sehingga dapat meningkatkan kualitas video lama.
3. Operasi yang dilakukan pada video tidak hanya operasi restorasi tapi juga dapat dikembangkan operasi citra lainnya, karena semua operasi citra dapat dilakukan pada video.

5. DAFTAR PUSTAKA

Amin, Mukhlis.2011."Pemanfaatan Teknologi Informasi Berbasis Pengolahan Citra Digital Untuk Restorasi Dokumen Kuno Menggunakan Metode Binarisasi Adaptif". Jurnal Penelitian dan Pengembangan Komunikasi dan Informatika Vol.2 No. 3 (hlm 267-285)

Kusniyati, Harni.tt."Operasi Bertetangga (*Neighborhood Operation*)". <http://kk.mercubuana.ac.id/files/15032-4-596714267523.doc> (diakses pada tanggal 3 Januari 2013)

Novianto, Ary.2009." *Contrast Stretching*".Jogjakarta:Universitas Gajah Mada

Putra, Darma. 2010. "Pengolahan Citra Digital – Ed. 1". Yogyakarta: Penerbit ANDI

Susilawati, Indah. 2009. " Teknik Pengolahan Citra". Jogjakarta: Universitas Mercu Buana