

Rancang Bangun Aplikasi Perbaikan Citra Hasil Scan Dokumen Lama Dengan Metode Filtering

M. Dian Novrizal Azis¹, Sila Abdullah Syakri,S.T.,M.T², Zulfan Khairil Simbolon,S.T.,M.Eng^{3*}

^{1,3}Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jalan Banda Aceh - Medan Km. 280 Buket Rata, 24301, INDONESIA
¹azisnovrizal@gmail.com, ²st_sila@yahoo.com, ³zulfan69@gmail.com

Abstrak — Penyimpanan dokumen secara digital dapat mengurangi resiko kehilangan ataupun kerusakan pada dokumen. Dokumen yang menjadi bahan digitalisasi sangat mempengaruhi kualitas citra yang dihasilkan. Degradasi kualitas pada dokumen lama mengakibatkan hasil scan menjadi buruk. Timbulnya noise pada bagian-bagian tertentu citra dan juga objek pada dokumen yang memudar menyebabkan dokumen tersebut menjadi buram dan sulit untuk diidentifikasi. Oleh karena itu diperlukan perangkat lunak yang mampu memperbaiki kualitas citra hasil scan dokumen lama yang buruk. Hal yang dapat dilakukan yaitu dengan proses image enhancement (perbaikan citra), dengan melakukan proses tersebut maka akan menghasilkan tampilan citra yang lebih baik. Metode yang digunakan yaitu metode High Boost Filter. Metode High Boost Filter merupakan proses filtering yang menunjukkan frekuensi detil dari citra tanpa menghilangkan komponen frekuensi rendahnya. Dari 25 data yang diujikan, seluruh citra berhasil di filter menjadi lebih baik dengan noise yang tersamarkan. Pengujian juga dilakuan dengan pendeteksian text yang terdiri dari 79 kata, sebelum dilakukan filtering jumlah kata yang dikenali berjumlah 31 kata, setelah filtering jumlah kata yang berhasil dikenali menjadi 64 kata. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk proses filtering yaitu 306,76 detik.

Kata kunci : Dokumen Lama, Perbaikan Citra, Filtering.

Abstract — Digitizing document can reduce the risk of loss or damage to documents. Documents that become digitalization materials greatly affect the quality of the resulting image. Degradation of quality on old documents results in poor scan results. The incidence of noise in certain parts of the image as well as objects in the faded document causes the document to become blurry and difficult to identify. Therefore required software that can improve the image quality of old bad document scanned. Things can be done is with the image enhancement process (image improvement), by doing the process it will produce a better image display. The method used is the method of High Boost Filter. The High Boost Filter method is a filtering process that shows the detailed frequency of an image without losing its low frequency components. Of the 25 data tested, all images succeeded in filtering for the better with noise disguised. The test is also done with the detection of text consisting of 79 words, before the filtering of the number of recognized words amounted to 31 words, setelah filtering the number of words that were recognized to 64 words. The average time required for the filtering process is 306.76 seconds.

Keywords : Old Document, Image Enhancement, Filtering.

I. PENDAHULUAN

Scanner merupakan perangkat input pada komputer yang berfungsi untuk menduplikasi *hard-copy* ke dalam bentuk digital. *Hard-copy* yang dimaksud adalah dokumen teks maupun gambar pada sebuah bidang kertas. Di era teknologi yang semakin berkembang, penyimpanan dokumen dalam bentuk digital dinilai lebih efektif. Dengan menyimpan dokumen secara digital dapat mengurangi resiko kehilangan ataupun kerusakan pada dokumen. Resiko dari gangguan rayap dan resiko yang lain seperti kebakaran dapat diminimalisasi dengan sistem penyimpanan yang lebih canggih dari pada sekedar dokumen kertas konvensional.[1]

Dokumen yang menjadi bahan digitalisasi sangat mempengaruhi kualitas citra yang dihasilkan. Degradasi kualitas pada dokumen lama mengakibatkan hasil scan menjadi buruk. Timbulnya *noise* pada bagian-bagian tertentu citra dan juga objek pada dokumen yang memudar menyebabkan dokumen tersebut menjadi buram dan sulit

untuk diidentifikasi. Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi, diperlukan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas citra. Hal yang dapat dilakukan yaitu dengan proses *image enhancement* (perbaikan citra), dengan melakukan proses tersebut akan menghasilkan tampilan citra yang lebih baik. [2]

Pada umumnya dokumen lama telah mengalami degradasi kualitas yang membuat dokumen tersebut menjadi buram (*blur*). Teknik perbaikan citra yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas citra diantaranya adalah teknik *filtering*. Filtering merupakan suatu metode untuk menonjolkan suatu kenampakan pada citra sehingga lebih mudah dibedakan dengan kenampakan lain. Fungsi *filtering* yang di gunakan untuk menghilangkan noise pada citra adalah dengan menerapkan metode *High Boost Filter*. Pada dasarnya *High Boost Filter* merupakan teknik *deblurring* yang dapat memfilter citra yang kabur (*blur*) menjadi lebih tajam sehingga meminimalisasi *noise* pada citra scan dokumen lama dan menghasilkan kualitas citra yang lebih baik. [3]

II. METODELOGI PENELITIAN

A. Perbaikan Kualitas Citra

Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra. Perbaikan kualitas citra diperlukan karena seringkali citra yang dijadikan objek mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau (*noise*), citra terlalu gelap atau terang, citra kurang tajam, kabur, dan sebagainya. Image enhancement juga melibatkan level keabuan dan manipulasi kontras, pengurangan derau, pemfilteran, penajaman, interpolasi dan magnifikasi, pseudo warna, dan sebagainya. Yang dimaksud dengan perbaikan kualitas citra adalah proses mendapatkan citra yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia. [4]

Tujuan perbaikan citra adalah lebih menonjolkan ciri citra tertentu untuk kepentingan analisis atau menampilkan citra. Perbaikan citra berguna dalam ekstraksi ciri, analisis citra, dan tampilan informasi visual. Sedangkan restorasi citra mengacu pada menghilangkan atau meminimalkan degradasi dalam citra. Termasuk restorasi citra antara lain *deblurring* citra yang didegradasi oleh keterbatasan sensor atau lingkungannya, *noise filtering*, koreksi *distorsi geometric* atau ketidak linieran karena sensor-sensor. [5]

Suatu metode pendekatan perbaikan mutu citra yang terbaik untuk satu implementasi belum tentu baik untuk implementasi lainnya, sebab karakteristik citra dapat saling berbeda. Secara umum domain dalam perbaikan mutu citra ini dapat dilakukan secara spatial dan frekuensi.

B. Filtering

Filtering adalah suatu proses dimana diambil sebagian sinyal dari frekuensi tertentu, dan membuang sinyal pada frekuensi yang lain. *Filtering* pada citra juga menggunakan prinsip yang sama, yaitu mengambil fungsi citra pada frekuensi - frekuensi tertentu dan membuang fungsi citra pada frekuensi - frekuensi tertentu.

C. Kernel

Kernel adalah matrik yang pada umumnya berukuran kecil dengan elemen-elemennya adalah berupa bilangan. Kernel digunakan pada proses konvolusi. Oleh karena itu kernel juga disebut dengan *convolution window* (jendela konvolusi). Ukuran kernel dapat berbeda-beda, seperti 2 x 2, 3 x 3, 5 x 5, dan sebagainya. Elemen-elemen kernel yang juga disebut bobot (*weight*) merupakan bilangan-bilangan yang membentuk pola-pola tertentu. Kernel biasa juga disebut dengan tapis (filter), *template*, *mask*, serta *sliding window*.

D. Konvolusi

Konvolusi adalah perkalian total dari dua buah fungsi f dan h yang didefinisikan dengan :

$$f * h = \int_0^T f(t)h(T-t)dt \quad (1)$$

Untuk fungsi f dan h yang berdimensi 2, maka konvolusi dua dimensi didefinisikan dengan :

$$f * h = \int_0^{Tx} \int_0^{Ty} f(x,y)h(Tx-x,Ty-y)dxdy \quad (2)$$

Konvolusi 2D inilah yang banyak digunakan pengolahan citra digital, sayangnya rumus diatas sangat sulit diimplementasikan menggunakan computer, karena pada dasarnya computer hanya bias melakukan perhitungan pada data yang diskrit sehingga tidak dapat digunakan untuk menghitung integral. Konvolusi pada fungsi diskrit f(n, m) dan h(n, m) didefinisikan dengan :

$$y(k1,k2) = \sum_{n=1}^{Tn} \sum_{m=1}^{Tm} f(k1+n,k2,m)h(n,m) \quad (3)$$

Filter pada citra pada bidang spasial dapat dilakukan dengan menggunakan konvolusi dari citra (I) dan fungsi filternya (H), dan dituliskan dengan :

$$I' = H x I \quad (4)$$

Dan dirumuskan dengan :

$$I'(x,y) = \sum_{i=-n}^n \sum_{j=-m}^m h(i,j)I(x+i,y+j) \quad (5)$$

E. High Boost Filter

High boost filter adalah proses filter yang menunjukkan frekuensi detil dari citra tanpa menghilangkan komponen frekuensi rendahnya seperti halnya menggunakan *high pass filter*. Dengan menggunakan filter ini memungkinkan untuk mempertajam detil dari citra tapi frekuensi rendah tidak dihilangkan.

Persamaan high bost filter di turunkan dari *high pass filter*, yaitu :

$$\begin{aligned} I_{high\ boost} &= I_{all\ pass} + I_{high\ pass} \\ &= (cW_{all\ pass} I_{original} + W_{high\ pass} I_{original}) \\ &= (cW_{all\ pas} + W_{high\ pass}) I_{original} \end{aligned}$$

Maka,

$$W_{high\ boost} = cW_{all\ pass} + W_{high\ pass} \quad (6)$$

Dengan c merupakan konstanta dan $W_{high\ boost}$ merupakan kernel high boost untuk dikonvolusikan dengan citra asli.

Berikut ini adalah contoh kernel fungsi high boost filter dengan ukuran 3x3 :

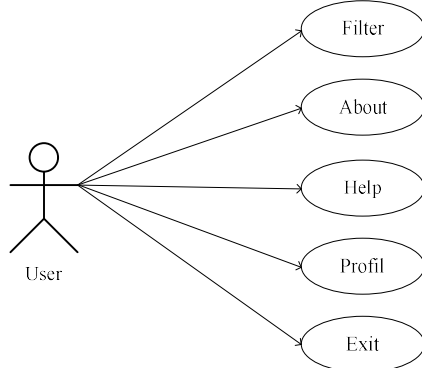
$$\begin{aligned} W_{high\ boost} &= c \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & c+4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad (7) \end{aligned}$$

$$W_{high\ boost} = c \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & c+8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

F. Perancangan Use Case Diagram

Pada gambar 1 merupakan Use Case Diagram sistem yang akan dibangun. Proses ini menjelaskan aktivitas apa saja yang dapat dilakukan oleh User terhadap System.



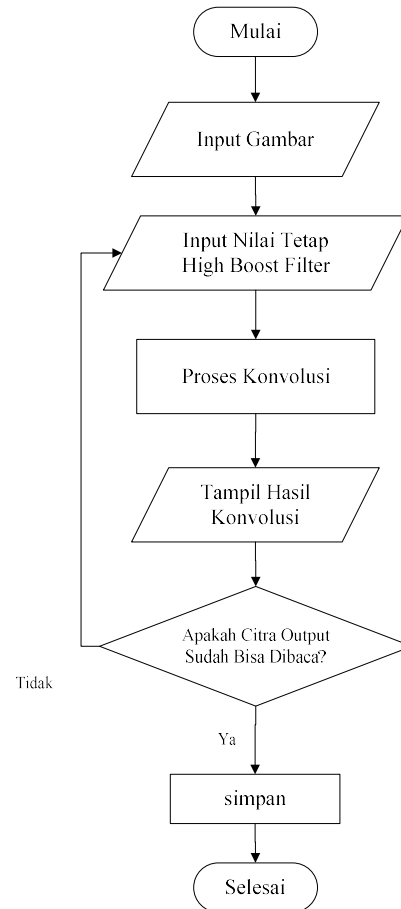
Gambar 1. Use Case Diagram Sistem

Pada saat user menjalankan sistem, user dapat memilih lima proses, yaitu proses pertama melakukan filter citra dokumen lama yang telah di digitasi dengan scanner, kemudian terdapat form Help, About, Profile dan tombol Exit.

G. Diagram Alir Sistem

Pada diagram alir ini akan ditunjukkan bagaimana prosedur kerja dari aplikasi perbaikan citra ini. Secara umum proses yang dilakukan dalam sistem dapat dilihat pada gambar 2. Proses ini diawali dengan menginputkan citra yang telah di scan oleh perangkat scanner. Kemudian user menginputkan nilai tetap high boost filter, selanjutnya dilakukan proses konvolusi. Hasil dari proses konvolusi akan ditampilkan pada halaman aplikasi.

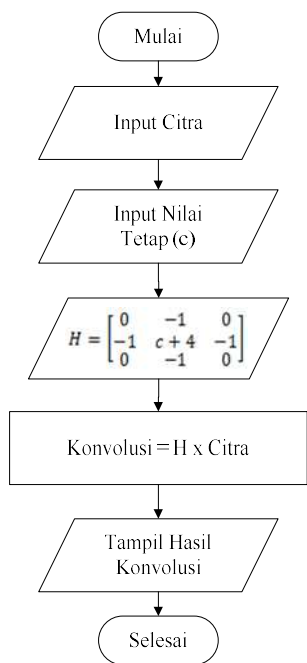
Nilai tetap yang diinputkan oleh user akan mempengaruhi hasil konvolusi yang dilakukan oleh sistem. Apabila hasilnya belum sesuai dengan yang diinginkan, user dapat mengulang proses konvolusi dengan menginputkan nilai tetap yang berbeda.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem

H. Diagram Alir Proses Konvolusi High Boost Filter

Diagram Alir ini adalah diagram yang menjelaskan tentang tahapan proses konvolusi matrik yang terjadi pada sistem. Dimulai dengan menginputkan citra, menginputkan nilai tetap high boost filter (c), dan menginputkan kernel (H). Nilai tetap c di jumlahkan dengan titik pusat kernel H, kemudian matrik kernel tersebut di kalikan dengan matrik citra. Citra berwarna tersusun oleh tiga kanal dalam setiap pixelnya, yaitu kanal Red, Green, Blue. Proses konvolusi ini terjadi pada setiap kanal tersebut, oleh sebab itu proses konvolusi terjadi sebanyak tiga kali dalam setiap filtering citra. Gambar 3 menunjukkan alur proses konvolusi dalam satu kanal citra.



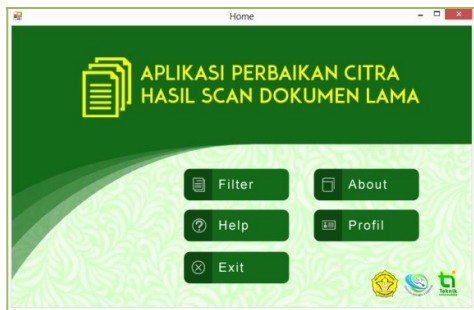
Gambar 3. Proses Konvolusi Setiap Kanal

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

1. Form Home

Form ini merupakan halaman awal yang muncul ketika aplikasi dijalankan. Form Home berisikan beberapa pilihan menu yang dapat diakses oleh user yaitu, menu Filter, About, Help, Profil, dan Exit.

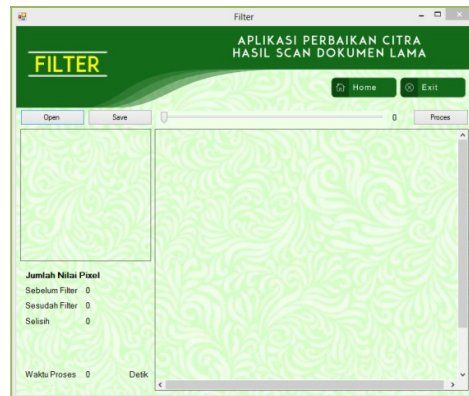


Gambar 4. Tampilan Form Home

2. Form Filter

Form ini merupakan halaman yang digunakan oleh user untuk melakukan perbaikan kualitas citra. Pada form ini terdapat tombol open yang digunakan untuk menginputkan gambar. Gambar yang di inputkan akan ditampilkan pada picture box kecil. User dapat mengubah nilai penguat high boost filter dengan menggeser slider,

kemudian memulai proses filter pada sistem dengan menekan tombol proses. Ketika proses filter selesai, output hasil filter yang berupa gambar akan di tampilkan pada picture box besar.



Gambar 5. Tampilan Form Filter

3. Form About

Form ini merupakan halaman yang berisikan sekilas informasi mengenai aplikasi yang digunakan oleh pengguna.. Tampilan Form *About* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Form About

4. Form Help

Form ini merupakan halaman yang memberika informasi kepada pengguna bagaimana cara melakukan proses Filter. Langkah-langkah untuk melakukan filter mulai dari memasukkan gambar hingga menyimpannya kembali di jelaskan secara ringkas, berurutan dan disertai dengan gambar. Tampilan Form *Help* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Form Help

5. Form Profil

Form ini merupakan halaman yang menampilkan informasi mengenai pembuat aplikasi. Berisikan biodata dan foto dari pembuat aplikasi. Tampilan Form *Profil* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Form Profil

B. Analisa Dan Pengujian

Bagian ini menjelaskan tentang analisa-analisa untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem yang dibangun. Proses pengujian ini dilakukan dengan 25 data uji dokumen lama yang telah di scan. Berikut ini adalah tabel hasil pengujiannya.

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	File Citra Uji	Sebelum Di Filter		Setelah Di Filter		Selisih Nilai Pixel
		Dimensi pixel (lebar x tinggi) Ukuran File (Kb) Jumlah Nilai Pixel	Nilai Tetap (c) Waktu Proses Konvolusi (Detik)	Dimensi pixel (lebar x tinggi) Ukuran File (Kb) Jumlah Nilai Pixel		
1	Dokumen (1).jpg	2481 x 3509 331 6.444.290,507	2,7 296	2481 x 3509 306 6.571.300,763	-127,010,256	

2	Dokumen (2).jpg	2481 x 3509 334		2481 x 3509 338	6.528,245,704	
3	Dokumen (3).jpg	2593 x 1158 338		2593 x 1158 374	2.069,475,820	
4	Dokumen (4).jpg	1807 x 2565 382		1807 x 2565 444	3.308,846,912	
5	Dokumen (5).jpg	2481 x 3509 393		2481 x 3509 405	6.495,557,279	
6	Dokumen (6).jpg	2481 x 3509 422		2481 x 3509 437	6.430,146,662	
7	Dokumen (7).jpg	2481 x 3509 579		2481 x 3509 550	6.099,514,644	
8	Dokumen (8).jpg	2481 x 3509 443		2481 x 3509 474	6.313,975,110	
9	Dokumen (9).jpg	2481 x 3509 486		2481 x 3509 543	6.325,675,081	
10	Dokumen (10).jpg	2481 x 3509 454		2481 x 3509 514	6.279,369,739	
11	Dokumen (11).jpg	2481 x 3509 462		2481 x 3509 519	6.351,627,148	
12	Dokumen (12).jpg	2481 x 3509 463		2481 x 3509 467	6.261,045,880	
13	Dokumen (13).jpg	2481 x 3509 539		2481 x 3509 536	6.218,691,393	
14	Dokumen (14).jpg	2481 x 3509 572		2481 x 3509 504	5.909,229,509	
					6.415,848,502	
					6.455,893,141	
					6.459,893,378	
					6.503,595,623	
					6.525,903,647	
					6.550,255,096	
					6.578,701,226	
					6.647,304,880	
					6.675,416,787	
					6.719,741,706	
					6.847,329,470	
					6.882,186,582	
					6.925,985,985	
					7.069,817,817	
					7.218,328,328	
					7.377,642,569	
					7.537,351,351	

15	Dokumen (15).jpg	2481 x 3509	596	5.927.535.913	2.42	284	2481 x 3509	527	6.446.957.488	-519.421.575
16	Dokumen (16).jpg	2481 x 3509	607	6.129.676.365	3.2	283	2481 x 3509	651	6.251.299.971	-121.623.606
17	Dokumen (17).jpg	2481 x 3509	634	5.915.994.667	1.8	284	2481 x 3509	612	6.414.568.827	-498.574.160
18	Dokumen (18).jpg	2481 x 3509	639	5.995.886.521	1.54	307	2481 x 3509	623	6.399.797.222	-403.910.701
19	Dokumen (19).jpg	2481 x 3509	687	5.637.180.526	3.15	288	2481 x 3509	586	6.460.867.680	-823.687.154
20	Dokumen (20).jpg	2481 x 3509	764	5.763.865.049	2.42	288	2481 x 3509	562	6.440.171.650	-676.306.601
21	Dokumen (21).jpg	2552 x 3504	660	5.543.022.031	1.35	311	2552 x 3504	732	6.630.907.232	-1.087.885.201
22	Dokumen (22).jpg	2552 x 3504	676	5.559.549.852	1.52	316	2552 x 3504	568	6.733.161.501	-1.175.611.649
23	Dokumen (23).jpg	2552 x 3504	687	5.541.388.072	1.24	311	2552 x 3504	1.006	6.462.227.048	-920.838.976
24	Dokumen (24).jpg	2552 x 3504	660	5.577.212.011	1.29	319	2552 x 3504	849	6.569.388.878	-992.176.867
25	Dokumen (25).jpg	2552 x 3504	695	5.467.754.150	1.32	318	2552 x 3504	861	6.558.516.948	-1.090.762.798

Dalam satu pixel citra berwarna terdiri dari 3 kanal, setiap kanal pada pixel hanya dapat menampung nilai 0 sampai 255, artinya jika dijumlahkan nilai setiap kanalnya, maka dalam satu pixel memiliki nilai maksimum yaitu $255+255+255 = 765$, dan nilai minimum yaitu $0+0+0 = 0$. Apabila di kombinasikan kanal *Red*, *Green*, *Blue* dengan setiap kanalnya diberikan nilai maksimum maka akan menghasilkan pixel berwarna putih, apabila setiap kanal

dalam satu pixel diberikan nilai minimum akan menghasilkan pixel berwarna hitam.

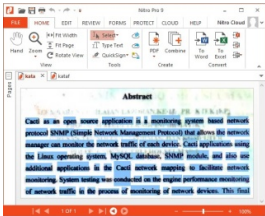
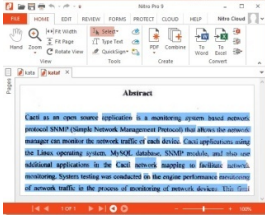
Citra hasil filter dikatakan lebih baik apabila noise yang terdapat pada citra bisa tersamarkan. Dari 25 data yang di ujikan, noise pada citra pada umumnya berwarna kecoklatan, kekuningan, dan bahkan bercak hitam. Hasil proses konvolusi mengakibatkan noise menjadi tersamarkan, dengan kata lain bercak noda disamarkan menjadi warna putih. Oleh karena itu terjadi peningkatan jumlah nilai pixel dari proses konvolusi tersebut. Dengan demikian, hasil konvolusi yang baik yaitu citra yang jumlah nilai pixelnya bertambah.

Dari hasil proses konvolusi terhadap 25 data uji, semuanya terjadi peningkatan jumlah nilai pixel yang membuktikan bahwa citra hasil filter menjadi lebih baik. Nilai tetap high boost filter yang di inputkan untuk setiap citra uji amat bervariasi, hal ini disesuaikan dengan sifat citra dokumen dengan tingkat noise yang ada. Ukuran dimensi pixel berpengaruh pada proses konvolusi, dari table pengujian terjadi perbedaan waktu yang signifikan antara citra dimensi 2593 x 1158 pixel dengan 2481 x 3509 pixel. Dengan demikian semakin besar dimensi pixel maka waktu proses konvolusi dapat semakin bertambah. Terjadi perubahan ukuran file citra sebelum dan sesudah di filter, ukuran file dapat berkurang menjadi lebih kecil maupun bertambah menjadi lebih besar. Perbedaan ukuran file ini di pengaruhi oleh proses konvolusi dengan nilai tetap high bost yang berbeda.

Secara kasat mata memang terjadi perubahan keadaan citra sebelum dan sesudah difilter, namun demikian tidak dapat dijadikan sebagai parameter tingkat keberhasilan. Dengan demikian dilakukan pengujian pengenalan text untuk mengukur tingkat keberhasilan sistem. Pengujian ini dilakukan dengan aplikasi Nitro Rider, yaitu aplikasi yang di dalamnya terdapat algoritma OCR (*Optical Character Recognition*) yang berfungsi sebagai pengidentifikasian text dari sebuah gambar.

Pengujian dilakukan dengan sejumlah text yang terdiri 79 kata, sebelum dilakukan filtering jumlah kata yang berhasil dikenali berjumlah 31 kata, setelah dilakukan proses filtering terjadi peningkatan jumlah kata yang dikenali yaitu menjadi 64 kata. Hal ini membuktikan bahwa citra setelah difitering menjadi lebih baik karena telah terjadi peningkatan jumlah kata yang dikenali.

Tabel 2. Pengujian Deteksi Text

Kondisi	Deteksi teks pada Nitro	Teks yang terdeteksi	Jumlah keseluruhan kata Jumlah kata yang berhasil dikenali
Sebelum di filter		<p>Cacti as an open source application is a monitoring system based network protocol SNMP (Simple Network Management Protocol) that allows the manager can monitor the network traffic of each device. Cacti applications using the Linux operating system, MySQL database, SNMP module, and also use additional applications in the Cacti network mapping to facilitate network monitoring. System testing was conducted in the engine performance monitoring of network traffic in the process of monitoring of network devices. This</p>	
Setelah di filter		<p>Cacti as an open source application is a monitoring system based network protocol SNMP (Simple Network Management Protocol) that allows the manager can monitor the network traffic of each device. Cacti applications using the Linux operating system, MySQL database, SNMP module, and also use additional applications in the Cacti network mapping to facilitate network monitoring. System testing was conducted on the engine performance monitoring of network traffic in the process of monitoring of network devices. This</p>	79 64

2. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk proses konvolusi adalah 306,76 detik.
3. Ukuran dimensi pixel mempengaruhi waktu proses konvolusi, semakin besar dimensi pixel maka waktu proses konvolusi semakin lama.
4. Dari 25 data uji, seluruh citra berhasil di filter menjadi lebih baik dengan noise yang tersamarkan.
5. Terjadi peningkatan jumlah kata yang berhasil terbaca dari citra uji sebelum di filter dan sesudah difilter.

REFERENSI

- [1] Sutoyo, T. Mulyanto, Edy. Suhartono, Vincent. Nurhayati, Oky D. Wijanarto. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*. Semarang: Andi.
- [2] Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta : Andi.
- [3] Rachmad, Aeri. *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Teknik Filtering Adaptivenoise Removal Pada Gambar Bernoise*. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- [4] Putra, Agfianto Eko. Rama Ali. *Implementasi Metode Penapis High-Pass Dan Penapis High-Boost Dalam Penajaman Citra Dengan Menggunakan Kernel Konvolusi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [5] Sholihin, Ricky Aprias. 2013. *Implementasi Median Filter Dan Metode Histogram Equalization Dalam Perbaikan Citra (Image Enhancement)*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [6] Samosir, Ridha Sefina. 2014. *Sistem restorasi Citra Dokumen Tua Dengan Tulisan Miring Menggunakan Metode Filtering*. Jakarta Timur: Institut Teknologi dan Bisnis Kalbis.
- [7] Sigit, Rianto. *Praktikum 6 Filtering*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

III. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan tentang aplikasi perbaikan citra hasil scan dokumen lama yang telah diuraikan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar kecilnya nilai tetap (c) berpengaruh pada hasil konvolusi high boost filter.