



**PERBAIKAN CITRA DOKUMEN TERDEGRADASI  
DENGAN METODE PENGATURAN KONTRAS DAN *OTSU THRESHOLD***



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

**Oleh :**

**BIMA MUHAMMAD WIRAWAN**

**12.41020.0065**

---

---

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA**

**INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

**2017**

**PERBAIKAN CITRA DOKUMEN TERDEGRADASI  
DENGAN METODE PENGATURAN KONTRAS DAN *OTSU THRESHOLD***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Sarjana Komputer



UNIVERSITAS

**Disusun Oleh :**

Nama : Bima Muhammad Wirawan

NIM : 12.41020.0065

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Sistem Komputer

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA INSTITUT  
BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

**2017**



*KERASLAH PADA DUNIA*

*MAKA DUNIA AKAN LUNAK PADAMU*

UNIVERSITAS  
**Dinamika**



*Tugas Akhir Ini Saya Persembahkan kepada*

*Ibuk dan Bapaku tercinta,*

*mbak Bunga dan dek Ajeng tersayang.*



Alhamdulillahirobbil' alamin

Assholatu Wassalamu 'alaik ya Rasulullah Muhammad SAW



Terimakasih Kepada Dosen-Dosen Pembimbing

Serta Semua Rekan-Rekan Di Sistem Komputer Dan Dikampus Institut Bisnis  
Dan Informatika Stikom Surabaya

Beserta Semua Orang – Orang Yang Membantu Saya.

**TUGAS AKHIR**  
**PERBAIKAN CITRA DOKUMEN TERDEGRADASI DENGAN METODE**  
**PENGATURAN KONTRAS DAN OTSU THRESHOLD**

Dipersiapkan dan disusun oleh

**Bima Muhammad Wirawan**

**NIM : 12.41020.0065**

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji

Pada : Maret 2017

**Susunan Dewan Penguji**

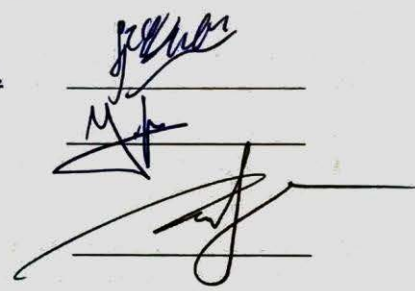
Pembimbing

I. **Susijanto Tri Rasmana, S.kom., M.T.**

II. **Yosefine Triwidvastuti, M.T.**

Penguji

I. **Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng.**



Tugas-Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana



FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA

**stikom**

**Dr. Jusak**

Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika

14/3

**INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA STIKOM SURABAYA**

**SURAT PERNYATAAN**  
**PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Sebagai mahasiswa Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya, saya:

Nama : Bima Muhammad Wirawan  
NIM : 12.41020.0065  
Program Studi : S1 Sistem Komputer  
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : **PERBAIKAN CITRA DOKUMEN TERDEGRADASI  
DENGAN METODE PENGATURAN KONTRAS  
DAN OTSU THRESHOLD**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalti Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta
2. Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Maret 2017  
Yang menyatakan



Bima Muhammad Wirawan  
NIM : 12.41020.0065

## ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan terhadap penggunaan dokumen berbentuk citra digital yang demikian pesat, perlu didukung oleh suatu citra dokumen yang berkualitas baik. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas citra dokumen adalah memperbaiki citra dokumen dengan pengolahan citra.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem untuk menguji sebuah metode yang digunakan untuk memperbaiki tampilan pada citra dokumen terdegradasi. Metode yang diuji adalah pengaturan kontras dengan metode *contrast stretching* dan *thresholding* dengan metode *Otsu*.

Metode *contrast stretching* diharapkan akan membantu proses *thresholding* untuk menghasilkan citra biner dengan tampilan yang lebih baik, karena secara umum metode *Otsu* memiliki kelemahan yang cukup penting, yaitu pada citra yang memiliki kontras kurang baik, metode *Otsu* kesulitan dalam mencari nilai ambang optimal untuk memisahkan antara latar belakang dan objek. Metode *contrast stretching* berguna untuk merenggangkan kontras, agar kualitas kontras pada citra dapat lebih merata sekaligus dapat memperbaiki tampilan citra grayscale yang akan dibuat atau diproses menjadi citra biner. Dari pengujian yang telah dilakukan, sistem ini memiliki rerata keberhasilan 86.6907 %, berdasarkan nilai *F-Measure*. Hasil keluaran dalam sistem ini dinilai sangat baik dan dapat dimanfaatkan untuk proses yang lain ataupun untuk keperluan yang lebih banyak lagi.

*Kata kunci: Citra, Contrast, Kontras, Threshold, Otsu.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat yang telah diberikan - Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Penulisan Laporan ini adalah sebagai salah satu syarat Menempuh Tugas Akhir pada Program Studi S1 Sistem Komputer Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya. Dalam usaha menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak baik moral maupun materi. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi - tingginya kepada:

1. Orang Tua dan Saudara saya tercinta yang telah memberikan dorongan dan bantuan baik moral maupun materi sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Tugas Akhir maupun laporan ini.
2. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom., M.T. dan Yosefine Triwidyastuti, M.T. selaku Dosen Pembimbing. Terima kasih atas bimbingan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
3. Anjik Sukmaaji, S.Kom., M.Eng selaku Penguji sekaligus Kepala Program Studi Sistem Komputer, atas ijin yang diberikan untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Semua Dosen yang telah mengajar dan memberikan ilmunya kepada saya.
5. Saudara-saudara seperjuangan SK angkatan '12, yang selalu memberikan semangat dan bantuannya.

Banyak hal dalam laporan Tugas Akhir ini yang masih perlu diperbaiki lagi. Oleh karena ini penulis mengharapkan saran yang dapat membangun dari semua pihak agar dapat menyempurnakan penulisan ini. Penulis juga memohon maaf yang sebesar-besarnya jika terdapat kata-kata yang salah. Akhir kata penulis ucapkan banyak-banyak terimakasih kepada para pembaca, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca

Surabaya, Maret 2017



UNIVERSITAS  
Dinamika

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN SYARAT .....	ii
MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
HALAMAN UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
BAB I	
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II	
LANDASAN TEORI .....	7

2.1 Citra Dokumen (Digital) .....	7
2.2 Pengolahan Citra .....	9
2.3 Dokumen Terdegradasi .....	12
2.4 Citra Biner .....	13
2.5 Pengaturan Kontras dengan <i>Contrast Stretching</i> .....	13
2.6 <i>Thresholding</i> Metode <i>Otsu</i> .....	17
2.7 RMSE ( <i>Root Mean Square Error</i> ) .....	21
2.8 <i>F- Measure</i> .....	21

### BAB III

METODE PENELITIAN .....	23
3.1 Data .....	25
3.2 Nilai RGB pada Citra .....	36
3.3 Proses Konversi ke <i>Grayscale</i> .....	36
3.4 Pengaturan Kontras .....	38
3.5 <i>Otsu Threshold</i> .....	47

### BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN .....	51
4.1 Pengujian dengan RMSE .....	51
4.1.1 Tujuan .....	51
4.1.2 Peralatan yang digunakan .....	52
4.1.3 Prosedur Pengujian .....	52
4.1.4 Hasil Pengujian dan Evaluasi .....	53
4.2 Pengujian dengan <i>F-Measure</i> .....	77
4.2.1 Tujuan .....	77



4.2.2 Peralatan yang digunakan.....	77
4.2.3 Prosedur Pengujian.....	78
4.2.4 Hasil Pengujian dan Evaluasi .....	79
 BAB V	
PENUTUP .....	93
5.1 Kesimpulan.....	93
5.2 Saran .....	95
DAFTAR PUSTAKA .....	96
LAMPIRAN .....	97
Biodata Diri .....	104



UNIVERSITAS  
**Dinamika**

## DAFTAR GAMBAR

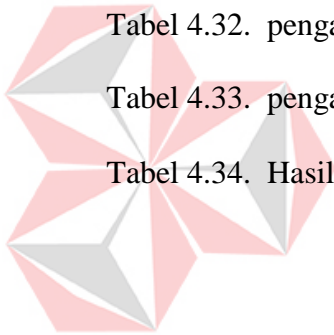
Gambar 1.1	Contoh citra dokumen terdegradasi .....	2
Gambar 1.2.	Citra dokumen hasilproses binerisasi .....	2
Gambar 2.1.	Contoh sebuah citra dokumen .....	8
Gambar 2.2.	Pembentukan citra digital (a) tingkat kecerahan yang <i>continue</i> (b) tingkat kecerahan setelah melalui kuantisasi 16 tingkatan <i>diskrit</i> . Dimana sumbu f adalah frekuensi dan t adalah waktu	9
Gambar 2.3.	Dokumen Terdegradasi .....	12
Gambar 2.4.	Contoh hasil dari proses binerisasi citra.....	13
Gambar 2.5.	(Lena) Normal Kontras .....	14
Gambar 2.6.	(Lena) Kontras Tinggi.....	15
Gambar 2.7.	(Lena) Kontras Rendah .....	15
Gambar 2.8.	Fungsi Peregangkan Kontras.....	17
Gambar 2.9.	Citra normal dan citra hasil proses <i>Thresholding</i> .....	18
Gambar 2.10.	Penentuan nilai ambang untuk hasil yang optimal.....	19
Gambar 3.1.	Block Diagram .....	23
Gambar 3.2.	Flowchart keseluruhan sistem .....	24
Gambar 3.3.	Dokumen pertama .....	26
Gambar 3.4.	Dokumen kedua .....	26
Gambar 3.5.	Dokumen ketiga .....	27
Gambar 3.6.	Dokumen keempat .....	28
Gambar 3.7.	Dokumen kelima .....	28
Gambar 3.8.	Dokumen keenam.....	29

Gambar 3.9. Dokumen ketujuh .....	30
Gambar 3.10. Dokumen kedelapan.....	30
Gambar 3.11. Dokumen kesembilan.....	31
Gambar 3.12. Dokumen kesepuluh.....	32
Gambar 3.13. Ground-truth untuk dokumen pertama.....	33
Gambar 3.14. Ground-truth untuk dokumen kedua .....	33
Gambar 3.15. Ground-truth untuk dokumen ketiga .....	33
Gambar 3.16. Ground-truth untuk dokumen keempat .....	34
Gambar 3.17. Ground-truth untuk dokumen kelima.....	34
Gambar 3.18. Ground-truth untuk dokumen keenam.....	34
Gambar 3.19. Ground-truth untuk dokumen ketujuh.....	35
Gambar 3.20. Ground-truth untuk dokumen kedelapan.....	35
Gambar 3.21. Ground-truth untuk dokumen kesembilan.....	35
Gambar 3.22. Ground-truth untuk dokumen kesepuluh.....	35
Gambar 3.23. Dokumen original dan dokumen <i>grayscale</i> .....	37
Gambar 3.24. Fungsi Transformasi <i>Contrast Stretching</i> .....	39
Gambar 3.25. Flowchart proses <i>contrast stretching</i> .....	40
Gambar 3.26. (a) Citra grayscale dan (b) citra hasil pengaturan kontras.....	43
Gambar 3.27. (a) Citra grayscale dan (b) citra hasil pengaturan kontras.....	44
Gambar 3.28. (a) Citra grayscale dan (b) citra hasil pengaturan kontras.....	45
Gambar 3.31. (a) Citra grayscale dan (b) citra hasil pengaturan kontras.....	46
Gambar 3.32. (a) Citra grayscale dan (b) citra hasil pengaturan kontras.....	47
Gambar 3.33. Flowchart proses mencari nilai ambang optimal .....	48
Gambar 3.34. Citra hasil pengaturan kontras dan hasil <i>tresholding</i> .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Perubahan nilai variabel $r_1$ dan $r_2$ pada citra pertama.....	53
Tabel 4.2. Hasil pada citra pertama.....	54
Tabel 4.3. Perubahan nilai variabel $r_1$ dan $r_2$ pada citra kedua .....	55
Tabel 4.4. Hasil pada citra kedua .....	56
Tabel 4.5. Perubahan nilai variabel $r_1$ dan $r_2$ pada citra ketiga.....	57
Tabel 4.6. Hasil pada citra ketiga.....	58
Tabel 4.7. Perubahan nilai variabel $r_1$ dan $r_2$ pada citra keempat .....	59
Tabel 4.8. Hasil pada citra keempat .....	60
Tabel 4.9. Perubahan nilai variabel $r_1$ dan $r_2$ pada citra kelima.....	61
Tabel 4.10. Hasil pada citra kelima.....	62
Tabel 4.11. Perubahan nilai variabel $r_1$ pada citra keenam .....	63
Tabel 4.12. Perubahan nilai variabel $r_2, s_1$ dan $s_2$ pada citra keenam .....	64
Tabel 4.13. Hasil pada citra keenam .....	65
Tabel 4.14. Perubahan nilai variabel $r_1$ dan $r_2$ pada citra ketujuh.....	66
Tabel 4.15. Hasil pada citra ketujuh.....	67
Tabel 4.16. Perubahan nilai variabel $r_1$ dan $s_1$ pada citra kedelapan .....	68
Tabel 4.17. Perubahan nilai variabel $r_2$ pada citra kedelapan.....	69
Tabel 4.18. Hasil pada citra kedelapan .....	70
Tabel 4.19. Perubahan nilai variabel $r_1$ pada citra kesembilan.....	71
Tabel 4.20. Perubahan nilai variabel $r_2$ pada citra kesembilan.....	72
Tabel 4.21. Hasil pada citra kesembilan .....	73

Tabel 4.22. Perubahan nilai variabel r1 pada citra kesepuluh .....	74
Tabel 4.23. Perubahan nilai variabel r2 pada citra kesepuluh .....	75
Tabel 4.24. Hasil pada citra kesepuluh .....	76
Tabel 4.25. Hasil pengujian F-Measure .....	79
Tabel 4.26. pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra pertama .....	81
Tabel 4.27. pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra kedua.....	82
Tabel 4.28. pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra ketiga.....	84
Tabel 4.29. pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra keempat.....	85
Tabel 4.30. pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra kelima .....	86
Tabel 4.31. pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra keenam.....	88
Tabel 4.32. pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra kedelapan .....	89
Tabel 4.33. pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra kesepuluh .....	91
Tabel 4.34. Hasil Pengujian Sistem .....	92



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pengolahan citra adalah suatu bentuk pengolahan atau pemrosesan sinyal dengan input berupa gambar dan ditransformasikan menjadi gambar lain sebagai keluarannya dengan teknik tertentu. Pengolahan citra dilakukan untuk memperbaiki kesalahan data sinyal pada gambar yang terjadi akibat transmisi dan selama akuisisi sinyal, serta untuk meningkatkan kualitas citra agar lebih mudah diinterpretasi oleh sistem penglihatan manusia, baik dengan melakukan manipulasi dan juga penganalisisan terhadap gambar.

Secara umum, setiap dokumen cetak atau tulis yang disimpan dalam bentuk citra digital akan mengalami degradasi. Degradasi adalah munculnya warna lain selain warna teks dan secara umum diakibatkan oleh adanya derau di latar belakang gambar dan kontras yang rendah. Maka dari itu untuk menghilangkan degradasi maka diperlukan teknik binerisasi. Gambar yang diproses binerisasi adalah gambar yang melalui proses pemisahan nilai-nilai pikselnya. Warna yang digunakan untuk objek dalam gambar adalah warna latar depan sedangkan sisanya dari gambar warna latar belakang. Pendekatan paling sederhana untuk menerapkan gambar biner adalah untuk memilih nilai ambang batas dan mengatur semua piksel di atas ambang batas ini sebagai putih dan lainnya piksel hitam. (Jagroop Kaur, 2015)

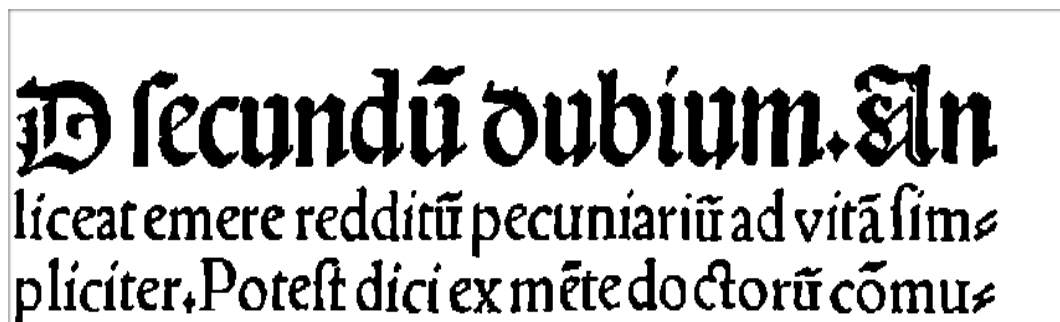
Sumber: Researchgate.net



Gambar 1.1 Contoh citra dokumen terdegradasi

Sebuah citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua nilai. Teknik binerisasi memainkan peran sentral dalam pengolahan citra dokumen. Citra dokumen adalah masalah yang menantang dan sejak lama telah dianalisis. Secara sederhana teknik binerisasi adalah dengan merubah representasi dari citra dokumen keabuan (*grayscale*) ataupun citra berwarna ke dalam representasi dua level (*bilevel*) yang disebut biner. Binerisasi dokumen dapat diartikan sebagai proses merubah bentuk dokumen yang semula sebesar 256 bit tingkat keabuan menjadi dokumen hitam atau putih. (Sonia saini, 2015)

Sumber: Researchgate.net



Gambar 1.2 Citra dokumen hasil proses binarisasi

Pada tugas akhir ini, menggunakan metode Otsu dan *Contrast stretching*. Alasan menggunakan metode Otsu adalah karena metode ini lebih umum daripada metode lainnya, serta citra yang dihasilkan lebih baik bila kontras lebih merata intensitas cahayanya. Metode *Contrast stretching* digunakan untuk membantu mengatur intensitas kontras pada citra dokumen. Dengan dua metode tersebut diharapkan dapat memperbaiki citra dokumen yang terdegradasi secara optimal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dihadapi dalam pengerjaan tugas akhir ini diantaranya adalah:

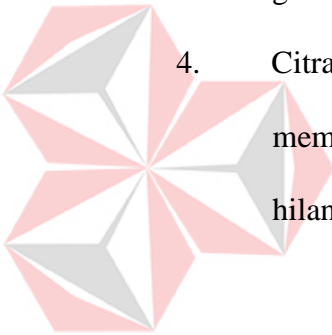
1. Bagaimana menemukan nilai variabel kontras yang tepat untuk memisahkan objek (teks) dari latar belakang secara otomatis, serta memperbaiki tampilan pada citra dokumen yang terdegradasi.
2. Bagaimana memisahkan objek (teks) dari latar belakang secara efektif, dimana degradasi pada citra dokumen memiliki perbedaan satu sama lain, antara lain:
  - Warna kertas yang berubah karena termakan usia.
  - Terdapat pada tampilan depan citra.
  - Terdapat kotoran berupa objek (teks) atau bayangan dari bagian belakang citra dokumen yang terlihat sampai ke tampilan depan.
  - Tampilan objek (teks) kabur atau tidak jelas



### 1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini, terdapat beberapa batasan masalah, antara lain:

1. Citra dokumen yang diproses berformat RGB.
2. Proses perbaikan citra dokumen hanya mempertahankan teks (objek) dan membuang *background* (latar belakang) yang kotor.
3. Citra dokumen berisi informasi teks saja, tidak bisa untuk citra dokumen yang terdapat gambar atau yang mendeskripsikan sebuah gambar.
4. Citra dokumen yang objeknya (teks) masih terlihat, tidak bisa untuk memperbaiki dokumen rusak berat yang menyebabkan objek (teks) hilang atau tertutup bayangan sehingga (objek) teks tidak terlihat.



### 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memperbaiki citra dokumen lama yang terdegradasi.
2. Citra dokumen yang sudah diperbaiki tampilanya dapat didigunakan untuk proses selanjutnya, salah satunya adalah proses pengenalan (*recognition*).

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memperbaiki dokumen-dokumen lama yang terdegradasi dan didapatkan dokumen lama yang bersih (tidak terdegradasi) tanpa harus merusak atau menghilangkan dokumen yang asli.
2. Didapatkan dokumen lama yang bersih (tidak terdegradasi) berbentuk citra digital.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Pembahasan Tugas Akhir ini secara garis besar tersusun dari 5 (lima) bab, yaitu diuraikan sebagai berikut:

#### 1. BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, dan sistematika penulisan.

#### 2. BAB II : LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas teori penunjang dari permasalahan, yaitu membahas mengenai Citra dokumen (digital), Pengolahan Citra, Dokumen Terdegradasi, Citra Biner, Pengaturan kontras dengan *Contrast Stretching*, *Thresholding* Metode *Otsu*, *RMSE* (Root Mean Square Error), *F-Measure*.

### 3. **BAB III : METODE PENELITIAN**

Pada bab ini akan menjelaskan tentang blok diagram sistem, model perancangan sistem dan pembuatan sistem dengan metode-metode yang dibutuhkan, serta membahas data yang akan diproses oleh sistem yang akan dirancang.

### 4. **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan membahas mengenai pengujian yang telah dibuat. Hasil dari sistem akan dianalisa dengan metode – metode pengujian yang telah ditentukan.

### 5. **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian berdasarkan rumusan masalah serta saran untuk perkembangan penelitian selanjutnya.



UNIVERSITAS  
Dinamika

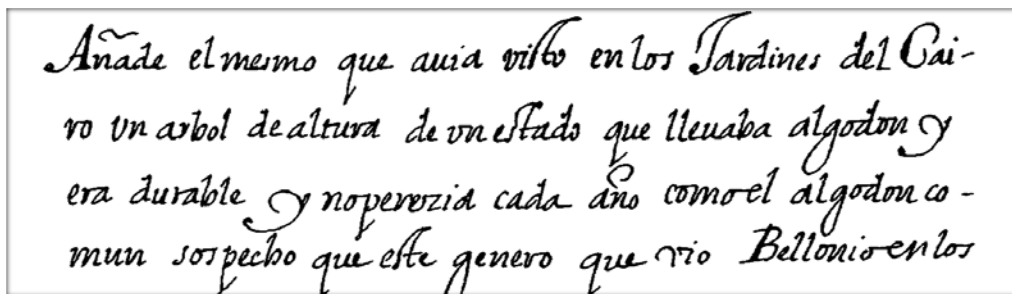
## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Citra Dokumen (Digital)

Secara harfiah, citra adalah gambar pada bidang dua dimensi. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari sebuah intensitas cahaya pada bidang dua dimensi tersebut. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik seperti mata manusia, kamera, pemindai (*scanner*) dan lain sebagainya, sehingga bayangan objek tersebut terekam. Citra Dokumen adalah sebuah gambar pada bidang dua dimensi yang berisi sebuah data yang bernilai sebagai informasi tertentu yang terekam oleh alat-alat optik seperti *scanner* maupun kamera.

Sumber: H-DIBCO dataset



Gambar 2.1 Contoh sebuah citra dokumen

#### Pembentukan Citra Digital

Komputer merupakan alat yang beroperasi dalam sistem digital yang menggunakan *bit* atau *byte* dalam pengukuran datanya, dan yang terpenting dalam

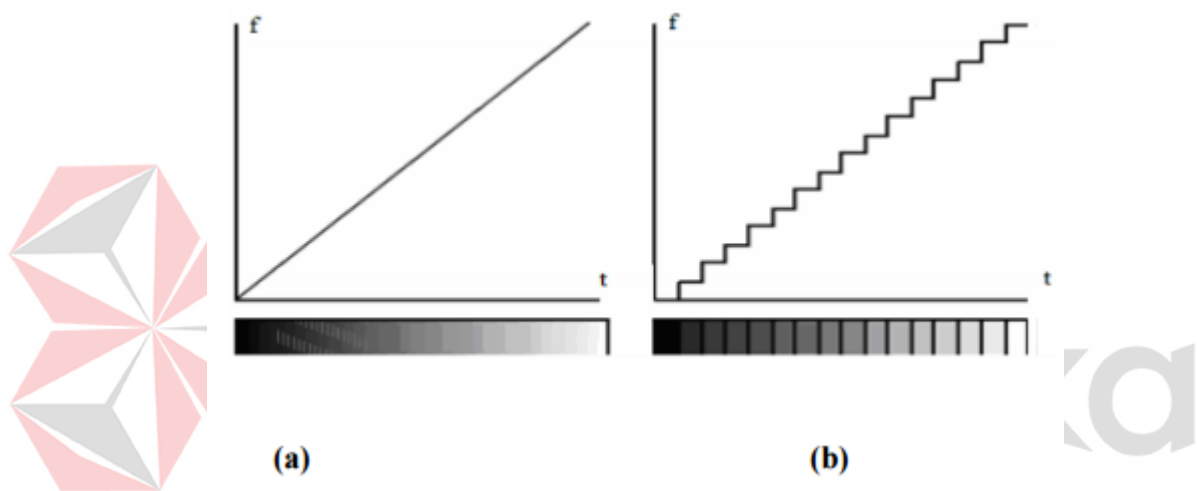
sistem digital adalah sifatnya yang *diskrit*, bukan *continue*. Hal ini berlawanan dengan citra digital yang sebenarnya merupakan representasi citra asal yang bersifat *continue*. Untuk mengubah citra yang bersifat *continue* diperlukan sebuah cara untuk mengubahnya dalam bentuk data digital. Komputer menggunakan sistem bilangan biner dalam pemecahan masalah ini.

Dengan penggunaan sistem bilangan biner ini, citra dapat diproses dalam komputer dengan sebelumnya mengekstrak informasi citra analog asli dan mengirimkannya ke komputer dalam bentuk biner. Proses ini disebut dengan digitisasi. Digitisasi dapat dilakukan oleh alat seperti kamera digital atau scanner. Kedua alat ini selain dapat mengambil atau menangkap sebuah citra, juga dapat bertindak sebagai alat input (masukan) bagi komputer. Alat penangkap citra digital ini dapat menyediakan aliran data biner bagi komputer yang didapatkan dari pembacaan tingkat kecerahan pada sebuah citra asli dalam interval sumbu x dan sumbu y.

Citra digital merupakan citra yang tersusun dari piksel *diskrit* dari tingkat kecerahan dan warna yang telah terkuantisasi. Jadi, pada dasarnya adalah sebuah citra yang memiliki warna dan tingkat kecerahan yang *continue* perlu diubah dalam bentuk informasi warna, tingkat kecerahan, dan sebagainya yang bersifat *diskrit* untuk dapat menjadi sebuah citra digital. Pada Gambar 2.2 diperlihatkan kurva tingkat kecerahan yang *continue* dengan nilai hitam dan putih yang tidak terbatas (a) dan kurva tingkat kecerahan setelah mengalami kuantisasi dalam 16 tingkatan *diskrit* (b).

Tingkat kecerahan pada Gambar 2.2 (a) yang bersifat *continue* dapat diubah menjadi tingkat kecerahan seperti Gambar 2.2 (b) dengan pembacaan tingkat kecerahan menggunakan interval tertentu pada sumbu x dan y seperti yang telah disebutkan di atas. Pembagian seperti pada pembagian tingkat kecerahan ini juga berlaku untuk warna agar nilai warna dapat menjadi *diskrit*. (Gonzalez, Woods, 1993)

Sumber: Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan Algoritmik (2004)



Gambar 2.2 Pembentukan citra digital (a) tingkat kecerahan yang *continue* (b) tingkat kecerahan setelah melalui kuantisasi 16 tingkatan *diskrit*. Dimana sumbu  $f$  adalah frekuensi dan  $t$  adalah waktu

## 2.2 Pengolahan Citra

Definisi dari pengolahan citra (*image processing*) adalah pengolahan suatu citra atau gambar secara khusus dengan menggunakan komputer, untuk menghasilkan suatu citra yang lain. Sesuai dengan perkembangan computer itu sendiri, pengolahan citra mempunyai dua tujuan utama, yaitu sebagai berikut:

1. Memperbaiki kualitas citra, dimana citra yang dihasilkan dapat menampilkan informasi secara jelas. Hal ini berarti manusia sebagai pengolah informasi (*human perception*).
2. Mengekstraksi informasi ciri yang menonjol pada suatu citra, dimana hasilnya adalah informasi citra dimana manusia mendapatkan informasi ciri dari citra secara numerik dengan menggunakan komputer (mesin) melakukan interpretasi terhadap informasi yang ada pada citra melalui besaran – besaran data yang dapat dibedakan secara jelas.

### Dasar – Dasar Pengolahan Citra Digital

Citra digital diasumsikan dengan persamaan  $f(x, y)$  dimana  $(x)$  menyatakan nomor baris,  $(y)$  menyatakan nomor kolom, dan  $(f)$  menyatakan nilai derajat keabuan dari citra. Sehingga  $(x, y)$  adalah posisi dari piksel dan  $f$  adalah nilai derajat keabuan pada titik  $(x, y)$  kecerahan setiap citra yang disimpan dengan cara pemberian nomor pada setiap piksel. Makin tinggi nomor piksel maka makin gelap (hitam) piksel tersebut. Begitu sebaliknya makin rendah nilai piksel tersebut maka makin terang. Sistem yang umum memiliki 256 kecerahan untuk setiap pixel, yang paling terang adalah 255 yang paling gelap adalah 0. Citra atau gambar terbagi dalam tiga tipe adalah sebagai berikut:

#### a. Citra *Grayscale*

Citra yang terdiri dari satu layer warna dengan derajat keabuan tertentu dinyatakan dalam suatu fungsi:

$$f(x,y) \in [0 \dots \dots \dots 255] \dots \dots \dots (2.1)$$

b. Citra Biner

Citra yang hanya memiliki dua nilai yaitu 0 dan 1. Dinyatakan dalam suatu fungsi:

$$f(x,y) \in \{0, 1\} \dots \dots \dots (2.2)$$

c. Citra Berwarna

Citra yang terdiri dari tiga layer yaitu RGB (Red-Green-Blue) dimana R-layer adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna merah, G – layer adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna hijau, B – layer adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan warna biru. Representasi dalam citra digital dinyatakan dalam persamaan:

$$\begin{aligned} f_R(x,y) & \in [0 \dots \dots 255] \\ f_G(x,y) & \in [0 \dots \dots 255] \\ f_B(x,y) & \in [0 \dots \dots 255] \end{aligned} \dots \dots \dots (2.3)$$

Menurut (Ruben.P.G et Al,2011), Gambar yang diperlukan sebagai elemen matriks  $M \times N$  . Setiap elemen dari citra digital (*pixel*) memiliki nilai yang sesuai dengan kecerahan titik dalam citra digital. Sebuah gambar yang intensitas resolusi dari 8 bit, maka dapat mengambil nilai 0 sampai 255 dan gambar yang hitam putih bisa menggunakan nilai 0 dan 1. Apabila sebagian besar memperoleh citra 8 bit, maka tingkat keabuan untuk gambar adalah kisaran dari 0 sampai 255. Pada titik ini akan lebih mudah untuk mengatakan bahwa jika gambar yang diperoleh pada format RGB, sering berubah dalam matriks skala dan untuk mencapai transformasi dari jenis RGB ke *gray level*, yaitu:



$$I_{g\alpha} = \frac{I_R + I_G + I_B}{3} \dots\dots\dots(2.4)$$

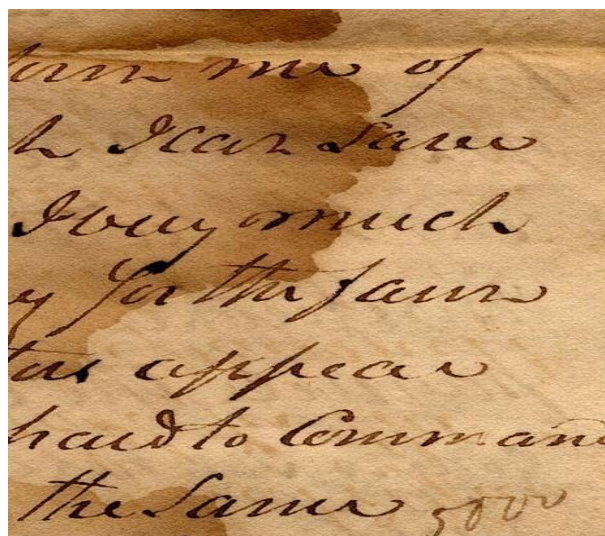
### 2.3 Dokumen Terdegradasi

Pada umumnya dokumen adalah sebuah tulisan yang memuat informasi. Biasanya, dokumen ditulis di kertas dan informasinya ditulis memakai tinta baik memakai tangan atau memakai media elektronik. Dalam pendekatan secara citra, warna teks adalah sebagai latar depan dan warna kertas sebagai latar belakang.

Berikut contoh dokumen terdegradasi:



Sumber: H-DIBCO result 2012



Gambar 2.3 Dokumen Terdegradasi

Dokumen yang terdegradasi adalah dokumen yang terdapat warna objek lain selain warna teks dan warna latar belakang. Hal tersebut terjadi biasanya karena kesalahan pengambilan citra, kesalahan ketika *scanning* dokumen, dan lain lain yang menyebabkan penambahan warna yang tidak diinginkan. Dalam dokumen terdegradasi, luas derau (*noise*) latar belakang atau perbedaan kontras dan

kecerahan terdapat di banyak piksel yang tidak mudah dikategorikan sebagai latar depan atau latar belakang. (Jagroop kaur, Dr.Rajiv Mahajan, 2014)

## 2.4 Citra Biner

Binerisasi citra adalah metode pemisahan nilai-nilai piksel ke dalam koleksi ganda, hitam sebagai latar depan dan putih sebagai latar belakang. *Thresholding* adalah teknik yang umum digunakan untuk binerisasi citra dokumen. Sebuah citra biner adalah citra digital yang setiap piksel hanya memiliki dua nilai, hitam sebagai latar depan dan putih sebagai latar belakang.(Jagroop Kaur,2014) Contoh binerisasi citra dapat dilihat seperti gambar 2.2.



Gambar 2.4.Contoh Hasil Dari Proses Binerisasi Citra

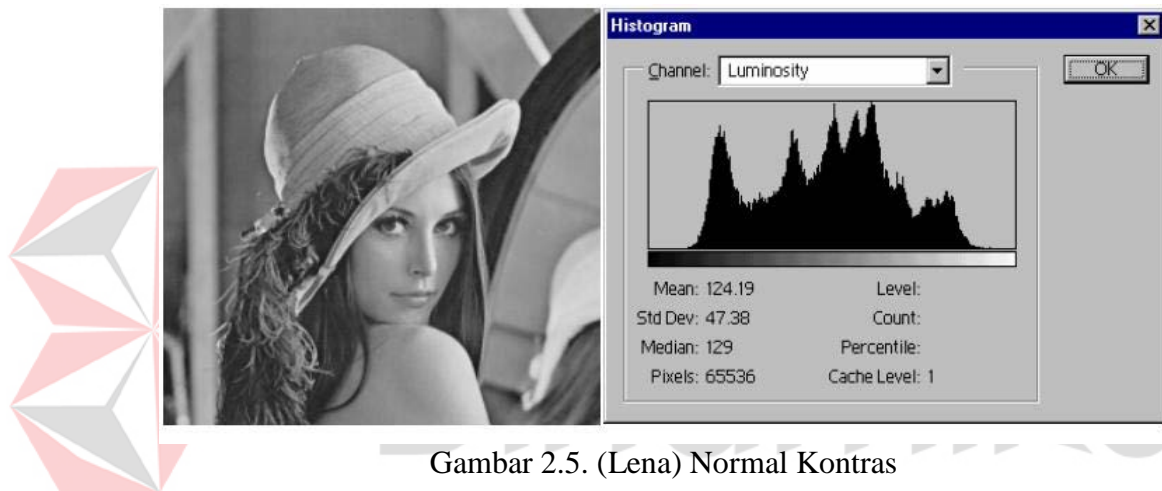
## 2.5 Pengaturan Kontras dengan *Contrast Stretching*

Kontras menyatakan sebaran terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah citra. Citra dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori kontras: citra kontras-rendah (*low-contrast*), citra kontras-bagus (*good contrast* atau *normal*

*contrast*), dan citra kontras-tinggi (*high contrast*). Ketiga kategori ini umumnya dibedakan secara *intuitif*.

Citra kontras-normal memperlihatkan jangkauan nilai keabuan yang lebar tanpa ada suatu nilai keabuan yang mendominasi. Histogram citranya memperlihatkan sebaran nilai keabuan yang relatif seragam. Berikut contoh citra dengan kontras normal.

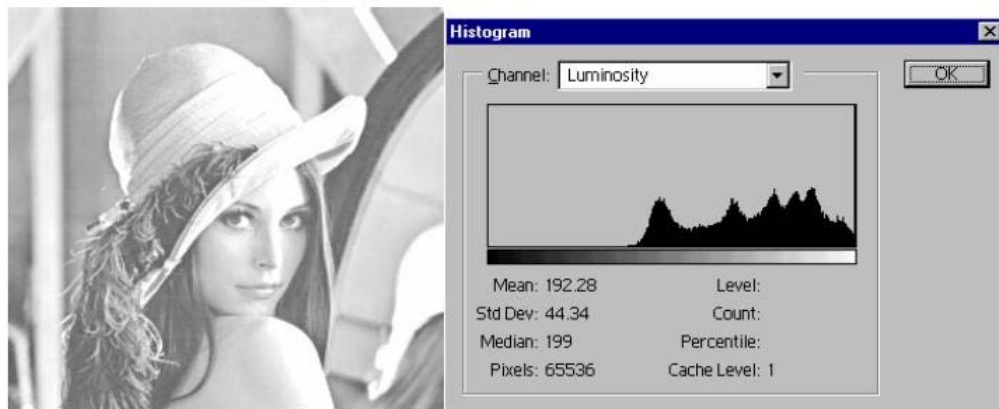
Sumber: Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan Algoritmik (2004)



Gambar 2.5. (Lena) Normal Kontras

Citra kontras-tinggi, seperti halnya citra kontras bagus, memiliki jangkauan nilai keabuan yang lebar, tetapi terdapat area yang lebar yang didominasi oleh warna gelap dan area yang lebar yang didominasi oleh warna terang. Berikut contoh citra dengan kontras tinggi.

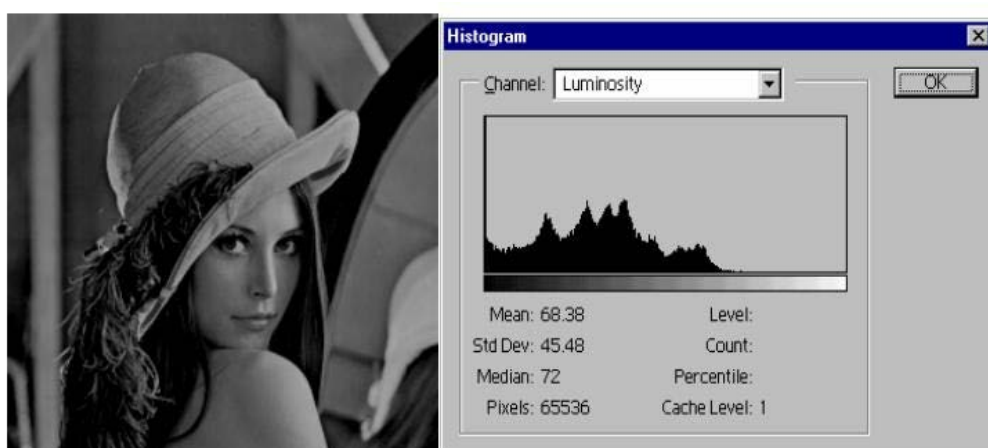
Sumber: Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan Algoritmik (2004)



Gambar 2.6 (Lena) Kontras Tinggi

Citra dengan kontras-rendah maupun yang terlalu tinggi dapat diperbaiki kualitasnya dengan operasi peregangan kontras (*Contrast Stretching*). Melalui operasi ini, nilai-nilai keabuan pixel akan merentang dari 0 sampai 255 (pada citra 8-bit), Tingkat kerentangan atau peregangan nilai pixel diatur berdasarkan fungsi transformasi. Berikut contoh citra dengan kontras rendah.

Sumber: Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan Algoritmik (2004)



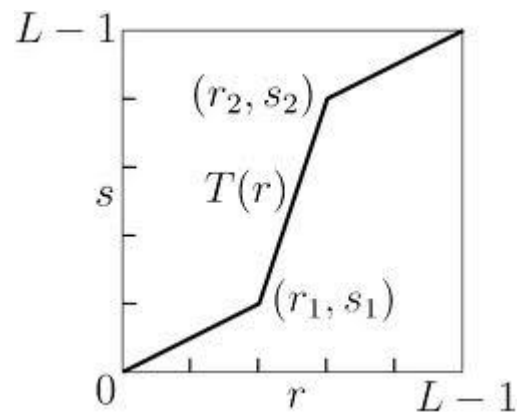
Gambar 2.7. (Lena) Kontras Rendah

Algoritma peregangan kontras adalah sebagai berikut:

1. Cari batas bawah pengelompokan pixel dengan cara memindai ( scan) histogram dari nilai keabuan terkecil ke nilai keabuan terbesar (0 sampai 255) untuk menemukan pixel pertama yang melebihi nilai ambang pertama yang telah dispesifikasikan.
2. Cari batas atas pengelompokan pixel dengan cara memindai histogram dari nilai keabuan tertinggi ke nilai keabuan terendah (255 sampai 0) untuk menemukan pixel pertama yang lebih kecil dari nilai ambang kedua yang dispesifikasikan.
3. Pixel-pixel yang berada di bawah nilai ambang pertama di-set sama dengan 0, sedangkan pixel-pixel yang berada di atas nilai ambang kedua di -set sama dengan 255.
4. Pixel-pixel yang berada di antara nilai ambang pertama dan nilai ambang kedua dipetakan (diskalakan) untuk memenuhi rentang nilai -nilai keabuan yang lengkap (0 sampai 255) dengan persamaan:

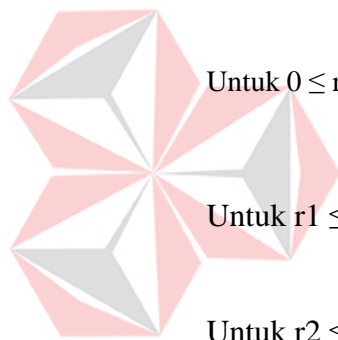
$$r = \frac{s - r_{min}}{r_{max} - r_{min}} \times 255 \quad (2.5)$$

yang dalam hal ini,  $r$  adalah nilai keabuan dalam citra semula,  $s$  adalah nilai keabuan yang baru,  $r_{min}$  adalah nilai keabuan terendah dari kelompok pixel, dan  $r_{max}$  adalah nilai keabuan tertinggi dari kelompok pixel.



Gambar 2.8 Fungsi Peregangan Kontras

Dari fungsi diatas dapat dibuat persamaan untuk menghitung nilai transformasi contrast stretching sebagai berikut:



Untuk  $0 \leq r < r_1$ , maka  $s = r \frac{s_1}{r_1}$  .....(2.6)

Untuk  $r_1 \leq r < r_2$ , maka  $s = s_1 + \frac{(r - r_1) * (s_2 - s_1)}{(r_2 - r_1)}$  ..... (2.7)

Untuk  $r_2 \leq r \leq 255$ , maka  $s = s_2 + \frac{(r - r_2) * (255 - s_2)}{255 - r_2}$  .....(2.8)

## 2.6 Thresholding Metode Otsu

*Thresholding* adalah proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner, sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk objek dan latar belakang secara jelas. Citra hasil *thresholding* biasanya digunakan lebih lanjut untuk proses pengenalan objek serta ekstraksi fitur. Merupakan salah satu metode untuk mensegmentasi citra digital. Berikut contoh citra dalam proses *thresholding*.

Sumber: Pengolahan Citra Digital dengan pendekatan Algoritmik (2004)



Gambar 2.9. Citra normal dan citra hasil proses *Thresholding*

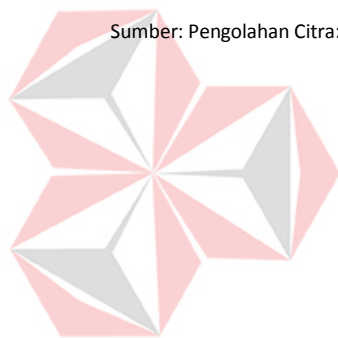
Untuk menampilkan bagian tertentu saja dari sebuah citra, cara yang paling mudah adalah dengan menggunakan metode binarisasi citra (Proses *Threshold*) tersebut. Proses *threshold* (penentuan nilai ambang batas) dapat didefinisikan sebagai proses dimana terhadap pixel dari citra masukan (*Input Image*), jika intensitas dari piksel tersebut lebih besar dari suatu nilai tertentu yang konstan (disebut nilai *threshold* atau nilai ambang batas), maka piksel dari citra keluaran (*Output Image*) tersebut diberi nilai 1, sedangkan untuk pixel selain itu diberi nilai 0. Jika nilai *threshold* tersebut disimbolkan sebagai  $T$ , maka definisi di atas dapat diungkapkan ke dalam persamaan berikut ini:

$$G(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) \geq T \\ 0 & f(x, y) < T \end{cases} \dots\dots\dots(2.9)$$

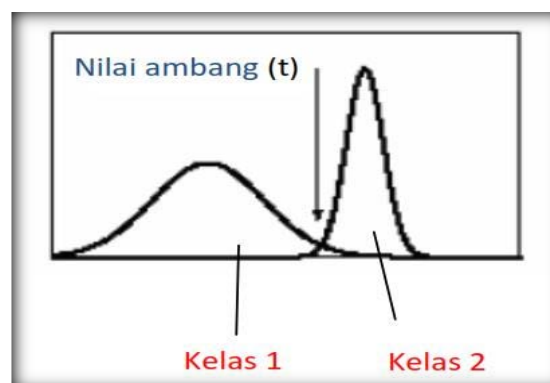
Untuk menampilkan warna yang nilai intensitas pixelnya lebih kecil dari nilai *threshold* tadi, kita gunakan persamaan berikut ini:

$$G(x, y) = \begin{cases} 1 & f(x, y) \leq T \\ 0 & f(x, y) > T \end{cases} \dots\dots\dots(2.10)$$

Pada persamaan di atas  $f(x,y)$  menyatakan nilai intensitas pixel sebelum diproses, dan  $G(x,y)$  menyatakan nilai intensitas pixel sesudah diproses. Nilai 1 dan 0 berarti, terhadap nilai *threshold* atau nilai ambang batas ini nilai intensitas piksel yang bersangkutan berada di atas (*HIGH*) atau berada di bawah (*LOW*). Di dalam program *HIGH* diberi nilai 255, dan *LOW* diberi nilai 0. Proses binarisasi citra ini merupakan proses yang dilakukan terhadap data citra abu - abu. Sehingga untuk binarisasi citra berwarna, perlu dilakukan terlebih dahulu proses penskalaan warna abu-abu terhadap citra berwarna tersebut.



Sumber: Pengolahan Citra: Teori dan Aplikasi (2013)



Gambar 2.10. Penentuan nilai ambang untuk hasil yang optimal

Metode Otsu dipublikasikan oleh Nobuyuki Otsu pada tahun 1979. Metode ini menentukan nilai ambang dengan cara membedakan dua kelompok, yaitu objek dan latarbelakang, yang memiliki bagian yang saling bertumpukan, berdasarkan histogram (lihat Gambar 2.8).



Nilai ambang optimum dapat diperoleh dengan cara memaksimumkan BCV. Dalam hal ini BCV disebut sebagai between-class variance. BCV dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_B^2 = \varpi_1 \cdot [m_1(t) - m_{\varpi}]^2 + \varpi_2 [m_2(t) - m_{\varpi}]^2 \quad (2.11)$$

$$m_{\varpi} = \sum_{i=1}^N i \cdot p(i) \quad (2.12)$$

Prinsip metode *Otsu* dijelaskan berikut ini. Pertama-tama, probabilitas nilai intensitas  $i$  dalam histogram dihitung melalui

$$p(i) = \frac{\varpi_i}{N}, p(i) \geq 0, \sum_{i=1}^{256} p(i) = 1 \quad (2.13)$$

dengan  $\varpi_i$  menyatakan jumlah piksel berintensitas  $i$  dan  $N$  menyatakan jumlah semua piksel dalam citra. Jika histogram dibagi menjadi dua kelas (objek dan latarbelakang), pembobotan pada kedua kelas dinyatakan sebagai berikut:

$$W_1(t) = \sum_{i=1}^{\varpi} p(i) \quad (2.14)$$

$$W_2(t) = \sum_{i=\varpi+1}^L p(i) = 1 - W_1(t) \quad (2.15)$$

Dalam hal ini,  $L$  menyatakan jumlah aras keabuan. Rerata kedua kelas dihitung melalui:

$$m_1(t) = \sum_{i=1}^{\varpi} i \cdot p(i) \cdot \frac{1}{\varpi_1} \quad (2.16)$$

$$m_2(t) = \sum_{i=\varpi+1}^L i \cdot p(i) \cdot \frac{1}{\varpi_2} \quad (2.17)$$

Berdasarkan persamaan persamaan tersebut, Perhitungan dengan cara BCV memiliki keunggulan dalam menghemat proses komputasi.

## 2.7 RMSE (*Root mean square error*)

*Root mean square error* adalah nilai akar dari *error* kuadrat rata-rata antara citra ground-truth dengan citra hasil sistem. Cara menghitung RMSE adalah dengan persamaan sebagai berikut;

$$MSE = \frac{\sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (I(x,y) - I'(x,y))^2}{M \cdot N} \quad RMSE = \sqrt{MSE} \quad (4.1)$$

Dimana x dan y adalah koordinat dari gambar, M dan N adalah dimensi dari gambar. (Konstantinos Ntirogiannis, Basilis Gatos, 2014)

Pada tugas akhir ini, RMSE berguna untuk mencari nilai variabel terbaik dalam proses pengaturan kontras. Ketika algoritma pengaturan kontras berjalan, nilai RMSE dikumpulkan dalam sebuah variable array yang nantinya akan dibandingkan satu persatu untuk mencari nilai RMSE terkecil. Setelah ditemukan index dimana isinya adalah nilai RMSE terkecil, maka variabel-variabel pengaturan kontras akan menyesuaikan. Semakin kecil nilai RMSE, semakin identik dua gambar yang dibandingkan.

## 2.8 *F-measure*

Pada tugas akhir ini, *F-measure* digunakan untuk mencari persentase keidentikan antara citra yang dibandingkan. Semakin tinggi nilai persentasenya, semakin identik citra yang dibandingkan tersebut. Proses mencari nilai persentase *F-measure* menggunakan *software* Matlab R2015b.

*F-measure* merupakan salah satu perhitungan evaluasi dalam mengkombinasikan *recall* dan *precision*. Nilai *recall* dan *precision* pada suatu keadaan dapat memiliki bobot yang berbeda. Ukuran yang menampilkan *feedback* antara *recall* dan *precision* adalah *F-measure* yang merupakan bobot nilai tengah dari *recall* dan *precision*. Dengan demikian, dapat digunakan *F-measure* dengan nilai *false negative* lebih kuat dari nilai *false positive*. (Konstantinos Ntirogiannis, Basilis Gatos and Ioannis Pratikakis, 2014)

Persamaan *F-measure* sebagai berikut:

$$(\%) FM = \frac{2 \times Recall \times Precision}{Recall + Precision} \times 100 \% \quad (4.2)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4.3)$$

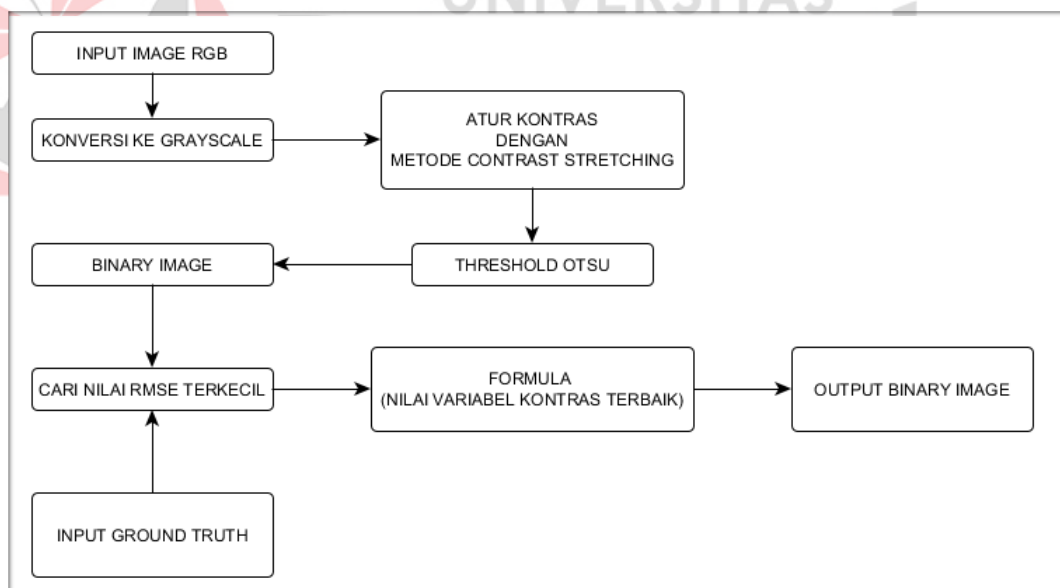
$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4.4)$$

*Recall* adalah tingkat ketepatan antara informasi yang diminta oleh pengguna dengan jawaban yang diberikan oleh sistem. *Precision* adalah tingkat keberhasilan sistem dalam menemukan kembali sebuah data.

## BAB III METODE

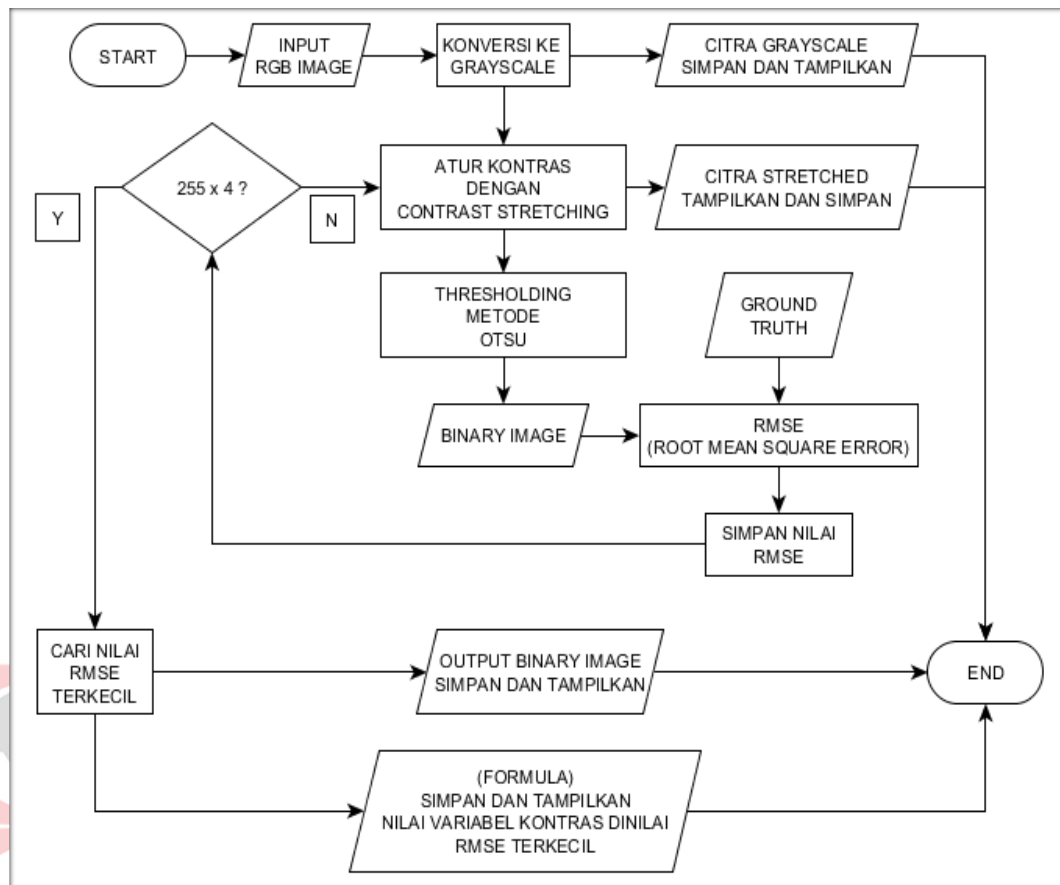
### PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah hasil dari studi kepustakaan dan implementasi metode untuk mendapatkan informasi konsep-konsep dasar teoritis yang sesuai dari permasalahan penelitian. Dari data-data yang diperoleh, selanjutnya dilakukan sebuah perancangan program yang mampu memproses data-data citra atau gambar yang terdegradasi. Adapun blok diagram dalam perancangan dan pembuatan sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Block Diagram

Dari blok diagram seperti pada gambar 3.31, maka detail dari setiap prosesnya dapat dilihat seperti pada flowchart berikut:



Gambar 3.2 Flowchart keseluruhan sistem

Metode-metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *grayscale* yang bertujuan untuk mengkonversi citra dokumen menjadi berwarna keabuan, proses konversi keabuan bersifat mutlak, Karena menjadikan citra berwarna keabuan mempermudah proses selanjutnya yang akan didapatkan warna hanya hitam dan putih (binerisasi). Setelah proses *grayscale* adalah proses pengaturan kontras dan *thresholding*, metode pengaturan kontras dalam penelitian ini menggunakan metode *contrast stretching* (peregangan kontras), *Thresholding* pada penelitian ini menggunakan metode Otsu. Dalam mengatur peregangan tersebut menggunakan transformasi dari nilai-nilai variabel sesuai pada teori yang

sudah ada. Transformasi pada metode *contrast stretching* dilakukan bertahap, dinaikan nilai variabelnya satu per satu, disetiap pergeseran dalam peregangan tersebut diikuti proses *Thresholding*.

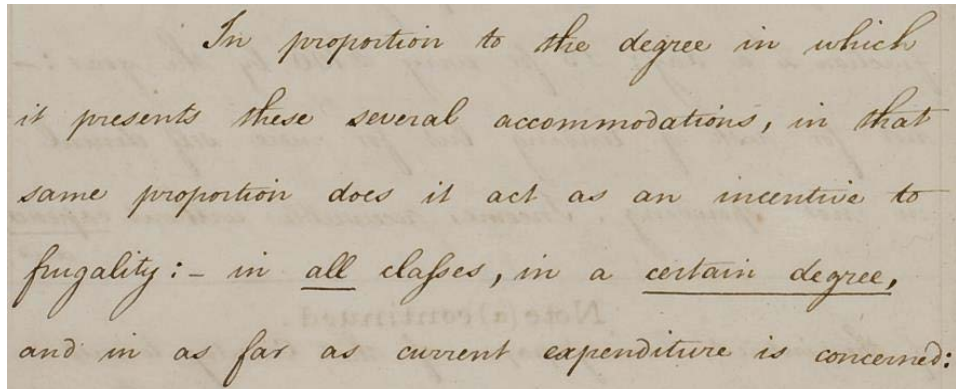
Dalam proses *Thresholding*, algoritma akan menghitung nilai ambang optimal menggunakan metode *otsu*. Algoritma metode *otsu* berjalan secara otomatis, nilainya fleksibel mengikuti citra dari hasil proses *contrast stretching*. Setelah didapatkan citra biner, citra biner hasil proses tersebut akan dibandingkan dengan citra *ground-truth* dengan metode RMSE (*Root Mean Square Error*). Semakin kecil nilai RMSEnya, semakin identik kedua citra tersebut karena nilai error akan semakin kecil. Untuk mendapatkan nilai RMSE terkecil, maka nilai variabel yang ditransformasikan metode *contrast stretching* akan digeser satu persatu dari nilai terkecil sampai nilai terbesar. Setelah tersimpan nilai RMSE terkecil, proses terakhir adalah menampilkan dan menyimpan citra hasil binarisasi dengan variabel yang tepat.

### 3.1 Data (Dokumen)

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini diambil dari Handwritten - Document Image Binarization Contest (H- DIBCO) yang diadakan oleh International Conference and Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR), ada 10 dokumen yang akan diproses oleh perancangan sistem dalam tugas akhir ini. Data ini sudah dipublikasikan secara luas dan terbuka untuk siapa saja, serta dapat diunduh secara bebas.

Berikut adalah 10 dokumen yang diambil sebagai data yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini:

#### Data 1

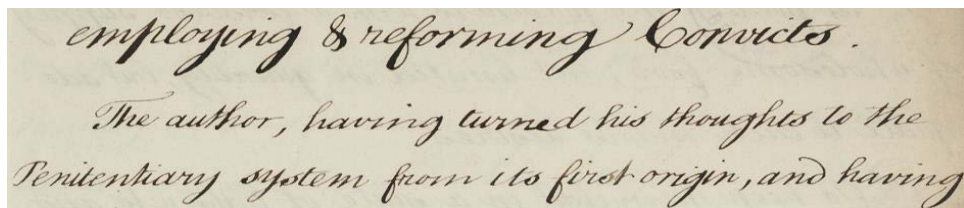


Gambar 3.3 Dokumen pertama

Pada gambar 3.3 adalah contoh citra dokumen dengan degradasi sebagai berikut:

1. Warna kertas berubah karena termakan usia.
2. Terdapat kotoran berupa objek (teks) yang membayangi dari bagian belakang citra dokumen yang terlihat sampai ke tampilan depan.

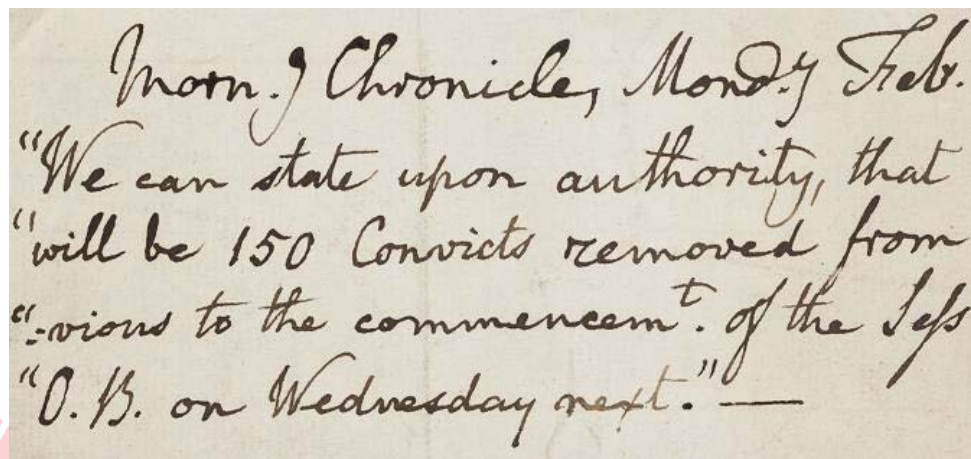
#### Data 2



Gambar 3.4 Dokumen kedua

Pada gambar 3.4 adalah contoh citra dokumen dengan degradasi. Warna kertas berubah karena termakan usia serta kecerahan objek tidak sama satu sama lain.

### Data 3



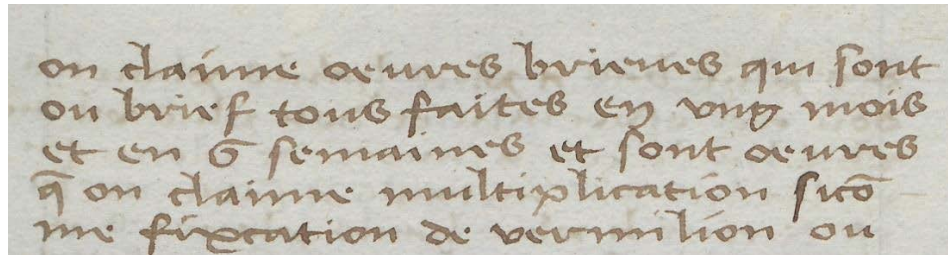
Gambar 3.5 Dokumen ketiga

Pada gambar 3.5 adalah contoh citra dokumen dengan degradasi sebagai berikut:

1. Warna kertas berubah karena termakan usia.
2. Terdapat kotoran berupa garis yang membayangi dari bagian belakang citra dokumen terlihat sampai ke tampilan depan.
3. Sebagian objek(text) kabur.



## Data 4

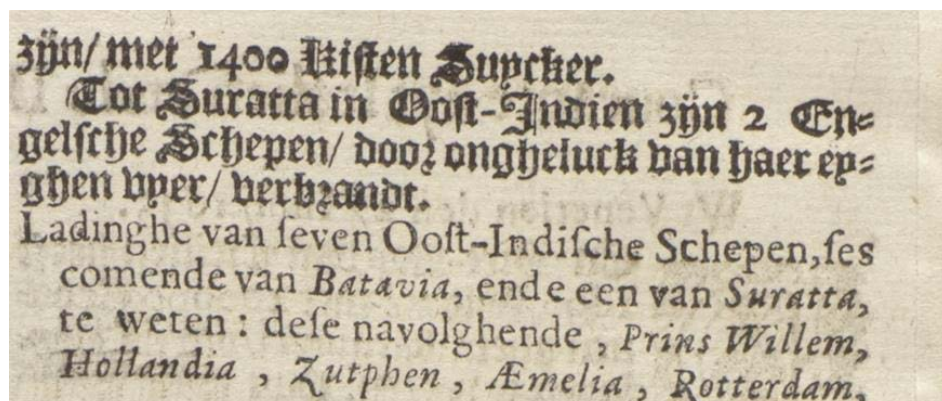


Gambar 3.6. Dokumen keempat

Pada gambar 3.6 adalah contoh citra dokumen dengan degradasi sebagai berikut:

1. Warna kertas berubah karena termakan usia
2. Terdapat kotoran berupa objek(teks) yang membayangi dari bagian belakang citra dokumen terlihat sampai ke tampilan depan.
3. Sebagian objek(text) kabur, terlihat bahwa ketebalan warna objek (teks) berbeda-beda.

## Data 5

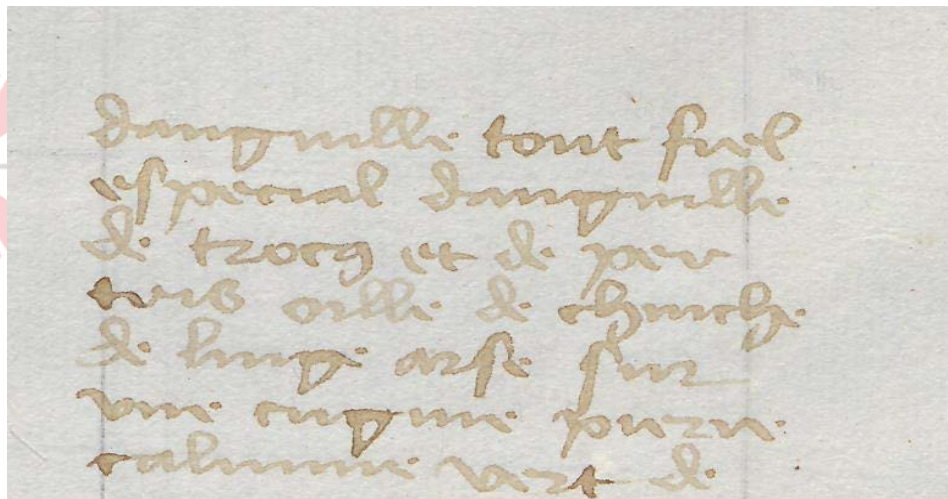


Gambar 3.7. Dokumen kelima

Pada gambar 3.7 adalah contoh citra dokumen dengan degradasi sebagai berikut:

1. Warna kertas berubah karena termakan usia
2. Terdapat kotoran berupa objek(teks) yang membayangi dari bagian belakang citra dokumen terlihat sampai ke tampilan depan.
3. Sebagian objek(text) kabur.
4. Ketebalan warna objek (teks), warna kotoran atau bayangan memiliki nilai yang berbeda-beda.

#### Data 6



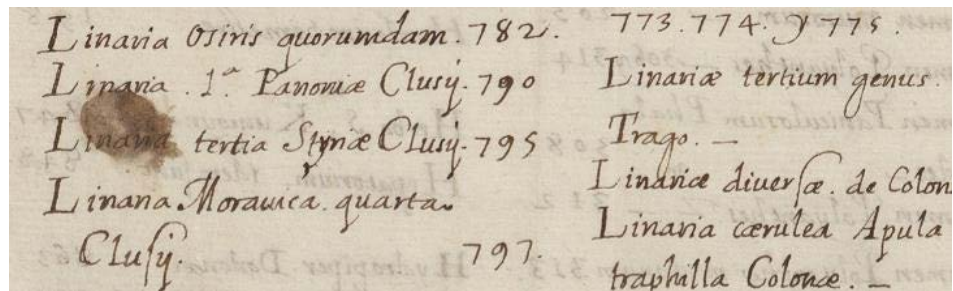
Gambar 3.8. Dokumen keenam

Pada gambar 3.8 adalah contoh citra dokumen dengan degradasi sebagai berikut:

1. Warna kertas berubah karena termakan usia.
2. Sebagian besar objek(text) kabur, hampir menyerupai warna kertas.

3. Terdapat kotoran berupa garis yang membayangi dari bagian belakang citra dokumen terlihat sampai ke tampilan depan.

#### Data 7

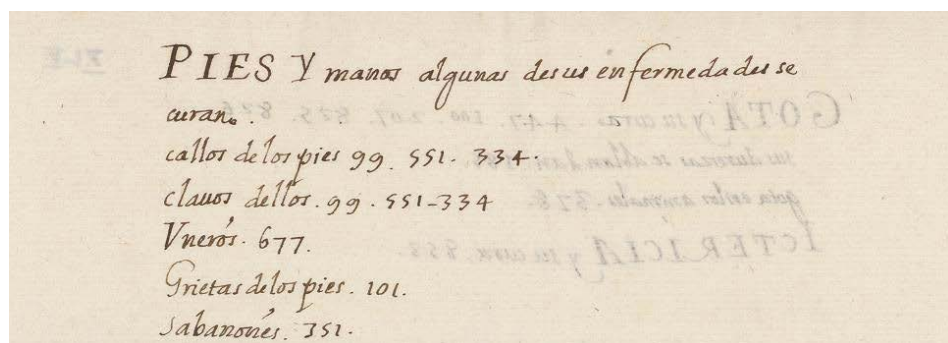


Gambar 3.9. Dokumen ketujuh

Pada gambar 3.9 adalah contoh citra dokumen dengan degradasi sebagai berikut:

1. Warna kertas berubah karena termakan usia
2. Ada bagian kotoran didepan sehingga menutupi sebagian teks.
3. Terdapat kotoran berupa objek (teks) yang membayangi dari bagian belakang citra dokumen terlihat sampai ke tampilan depan.

#### Data 8

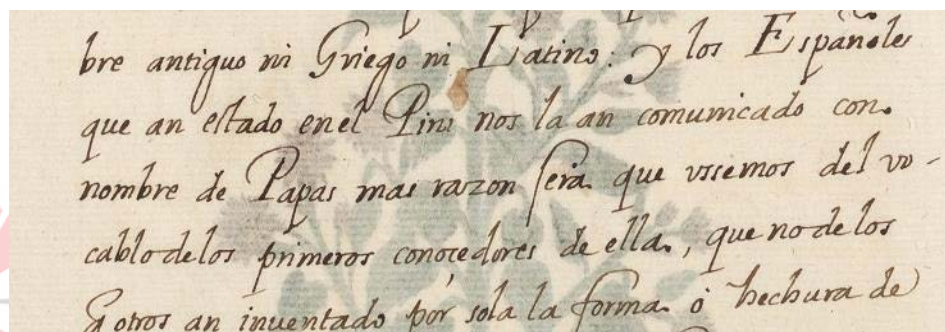


Gambar 3.10. Dokumen kedelapan

Pada gambar 3.10 adalah contoh citra dokumen dengan degradasi sebagai berikut:

1. Warna kertas berubah karena termakan usia
2. Terdapat kotoran berupa objek (teks) yang membayangi dari bagian belakang citra dokumen terlihat sampai ke tampilan depan.

#### Data 9

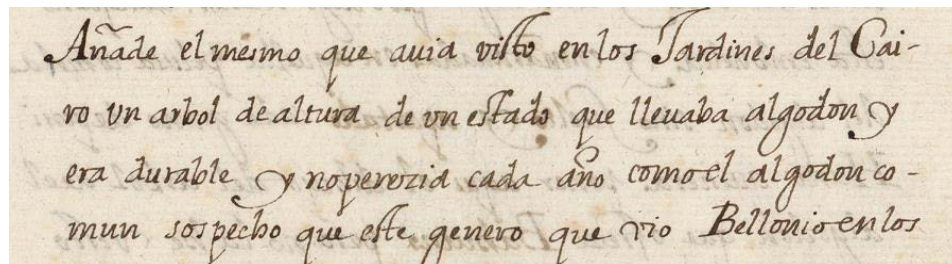


Gambar 3.11. Dokumen kesembilan

Pada gambar 3.11 adalah contoh citra dokumen dengan degradasi sebagai berikut:

1. Warna kertas berubah karena termakan usia
2. Terdapat kotoran berupa gambar cukup besar yang membayangi dari bagian belakang citra dokumen terlihat sampai ke tampilan depan.
3. Ada bagian kotoran didepan sehingga menutupi sebagian teks.

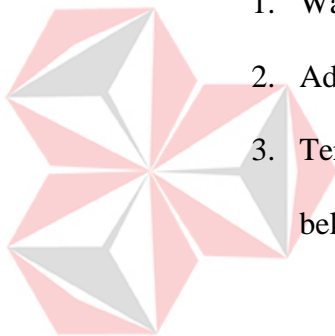
## Data 10



Gambar 3.12. Dokumen kesepuluh

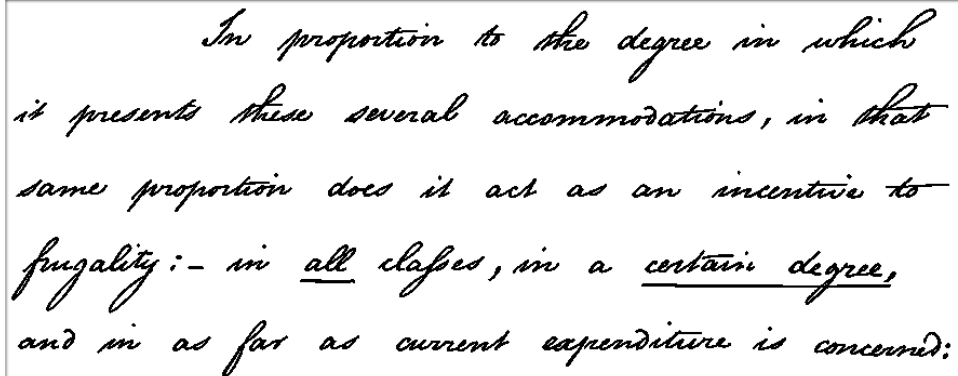
Pada gambar 3.9 adalah contoh citra dokumen dengan degradasi sebagai berikut:

1. Warna kertas berubah karena termakan usia
2. Ada bagian kotoran kecil yang menutupi sebagian teks.
3. Terdapat kotoran berupa objek (teks) yang membayangi dari bagian belakang citra dokumen terlihat sampai ke tampilan depan.



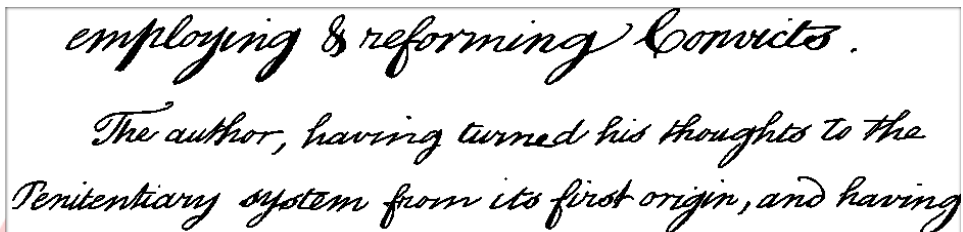
Sebagai pengujian, juga diambil *ground-truth* dari masing-masing dokumen. *Ground-truth* yang diambil adalah sebuah citra dokumen biner yang sudah ditentukan oleh H-DIBCO, berguna untuk pembandingan dalam pengujian terhadap citra yang dihasilkan dari penelitian ini. Citra *ground-truth* tersebut dapat dilihat pada gambar 3.13 sampai dengan gambar 3.22.





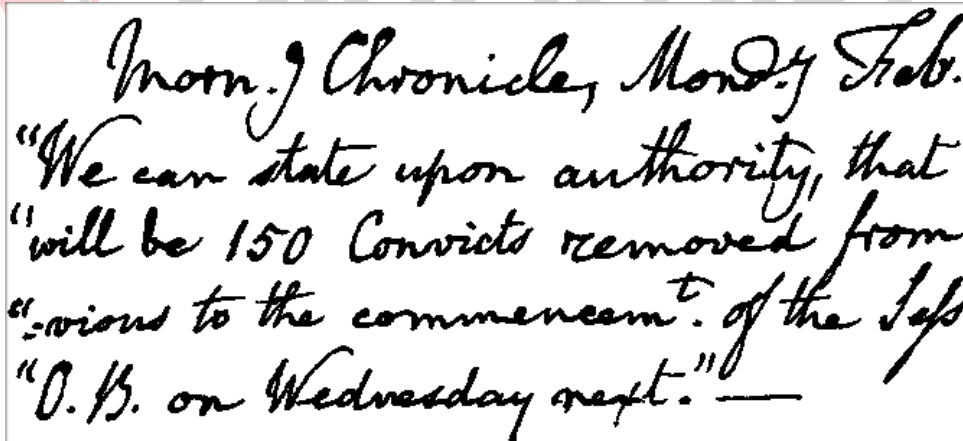
*In proportion to the degree in which it presents these several accommodations, in that same proportion does it act as an incentive to frugality:- in all cases, in a certain degree, and in as far as current expenditure is concerned:*

Gambar 3.13. Ground-truth untuk dokumen pertama



*employing & reforming convicts.*  
*The author, having turned his thoughts to the Penitentiary system from its first origin, and having*

Gambar 3.14. Ground-truth untuk dokumen kedua



*Morn. Chronicle, Mond. Feb.*  
*"We can state upon authority, that*  
*"will be 150 Convicts removed from*  
*"visions to the commencement of the Sep*  
*"O. B. on Wednesday next." —*

Gambar 3.15. Ground-truth untuk dokumen ketiga

on daine œuvres brunes qui sont  
ou brief tous faites en vng mois  
et en 6 semaines et sont œuvres  
q on daine multiplication sur  
me fixation de vermilion ou

Gambar 3.16. *Ground-truth* untuk dokumen keempat

zijn/ met '1400 Kisten Supcher.  
Tot Suratta in Oost-Indien zijn 2 En-  
gelsche Schepen/ door ongheluck van haer op-  
ghen vper/ verbrandt.  
Ladinghe van seven Oost-Indische Schepen, ses  
comende van Batavia, ende een van Suratta,  
te weten: dese navolghende, Prins Willem,  
Hollandia, Zutphen, Amelia, Rotterdam,

Gambar 3.17. *Ground-truth* untuk dokumen kelima

damguthi tout fuit  
especial damguthi  
di tzoog et di par  
tuis orli di chmch  
di hup arsi fur  
vni cupmi puzn  
ralummi vzt di

Gambar 3.18. *Ground-truth* untuk dokumen keenam

*Linaria Otiris quorundam.* 782. 773. 774. y 775.  
*Linaria . 1<sup>a</sup> Panonae Clusij.* 790 *Linariae tertium genus.*  
*Linaria tertia Stynae Clusij.* 795 *Trago. —*  
*Linaria Moravica. quarta.* *Linariae diversa. de Colon.*  
*Clusij.* 797. *Linaria caerulea Apula*  
*travulla Colonae. —*

Gambar 3.19. Ground-truth untuk dokumen ketujuh

PIES Y manos algunas de sus enfermedades se  
 curan .  
 callor de los pies 99. 551. 334.  
 claus de los . 99. 551-334  
 Vncos. 677.  
 Grietas de los pies. 101.  
 Sabanones. 351.

Gambar 3.20. Ground-truth untuk dokumen kedelapan

bre antiguos ni Griego ni Latinos: y los Españoles  
 que an estado en el Peru nos la an comunicado con  
 nombre de Papas mas razon sera que viemos del vo-  
 cablo de los primeros conoedores de ella, que no de los  
 otros an inuentado por sola la forma o hechura de

Gambar 3.21. Ground-truth untuk dokumen kesembilan

Añade el mismo que auia visto en los Jardines del Cai-  
 ro un arbol de altura de vn estado que llevaba algodón y  
 era durable y no perovia cada año como el algodón co-  
 mun sospecho que este genero que vio Bellonio en los

Gambar 3.22. Ground-truth untuk dokumen kesepuluh



### 3.2 Nilai RGB pada citra

Citra akan diambil informasi mengenai 3 warna dasar masing-masing pikselnya yaitu merah, biru dan hijau, dimana warna merah memiliki nilai hexadesimal (&HFF0000), hijau (&HF00FF00) dan biru (&H0000FF). sebagai contoh nilai RGB piksel diperoleh pada citra dokumen terdegradasi adalah 40 dengan koordinat x=0 dan y=1 adalah 5267565. Nilai desimal tersebut di-konversi dalam bentuk heksadesimal dan menghasilkan nilai 50606D, kemudian nilai tersebut dikonversi kembali dalam bentuk biner dan dioperasikan operator AND dengan nilai heksadesimal RGB. Untuk warna merah dibagi dengan nilai desimal 65536, untuk warna hijau dibagi dengan nilai desimal 256, dan untuk warna biru hasil desimal sama dengan nilai dari warna biru, sehingga diperoleh hasil Nilai R=80, G=96, B=109.

### 3.3 Proses konversi ke *Grayscale*

Nilai RGB yang diperoleh pada koordinat x=0 dan y=1 pada citra dokumen terdegradasi sebagai contoh adalah 40 dengan nilai R=80, G=96, B=109, dengan nilai tersebut dapat menghasilkan citra keabuan dengan mencari nilai reratanya. Untuk mencari nilai *grayscale* dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$G_{\text{gray}} = \frac{R + G + B}{3} \quad (3.1)$$

Keterangan:

R = nilai warna merah      G= nilai warna hijau      B= nilai warna biru

Dari persamaan 3.1 dapat memperoleh nilai *grayscale* sebagai berikut:

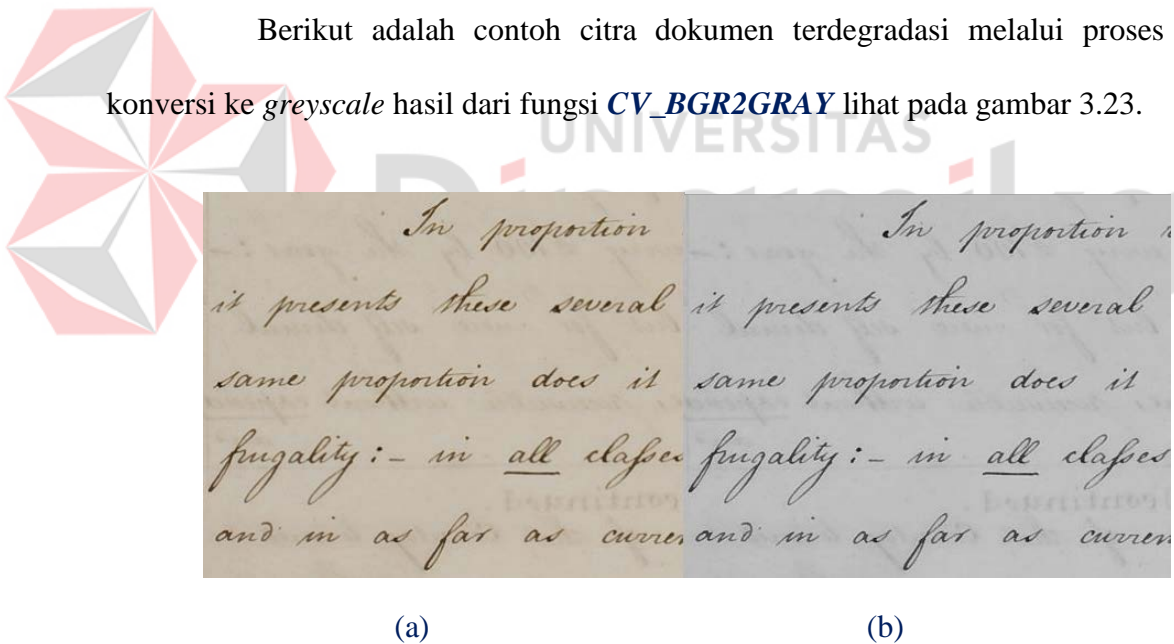
$$Gray_{a} = \frac{R + G + B}{3} = \frac{80 + 96 + 109}{3} = \frac{285}{3} = 95$$

Berikut adalah kode untuk mengubah dari gambar berwarna Menjadi gambar berwarna keabuan:

```
cvtColor(gbr, gambar, CV_BGR2GRAY);
```

**cvtColor** adalah fungsi untuk mengganti warna, fungsi **cvtColor** dan **CV\_BGR2GRAY** berada di dalam *library* cv.h. Proses tersebut menghitung semua koordinat piksel yang ada pada citra.

Berikut adalah contoh citra dokumen terdegradasi melalui proses konversi ke *greyscale* hasil dari fungsi **CV\_BGR2GRAY** lihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23 (a) dokumen original dan (b) *Grayscale*

Terlihat bahwa gambar (a) adalah gambar berwarna (RGB) dan gambar (b) adalah citra hasil konversi dari citra dokumen gambar (a). Hasil konversi yang seperti ini memiliki kontras yang belum cukup baik. Warna pada objek-objek

didalamnya memiliki nilai selisih yang berdekatan. Objek teks juga terlihat agak kabur dan belum memiliki ketebalan yang sama, sebagian teks juga terlihat samar dengan warna kertasnya.

### 3.4 Pengaturan Kontras

Pengaturan kontras pada tugas akhir ini menggunakan metode *contrast stretching*. *Contrast stretching* ini adalah teknik yang digunakan untuk mendapatkan citra baru dengan kontras yang lebih baik daripada kontras dari citra asalnya. Proses *contrast stretching* termasuk proses perbaikan citra yang bersifat *point processing*, yang artinya proses ini hanya tergantung dari nilai intensitas (*gray level*) satu pixel, tidak tergantung dari pixel lain yang ada di sekitarnya.

Citra yang memiliki kontras rendah dapat terjadi karena kurangnya pencahayaan, kurangnya bidang dinamika dari sensor citra, atau kesalahan setting pembuka lensa pada saat pengambilan citra. Ide dari proses *contrast stretching* adalah untuk meningkatkan bidang dinamika dari gray level di dalam citra yang akan diproses.

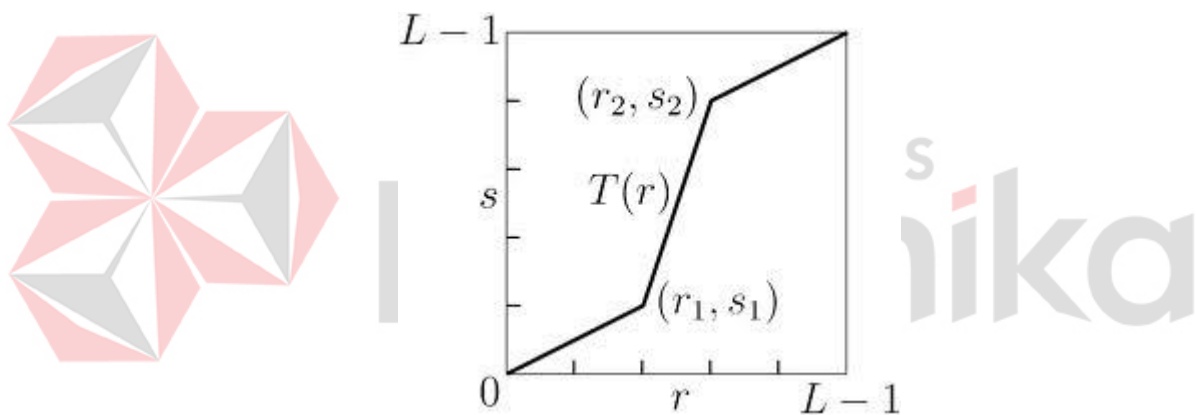
Gambar 3.24 berikut menunjukkan fungsi transformasi *contrast stretching*, titik koordinat  $(r1, s1)$  dan  $(r2, s2)$  merupakan titik control dari fungsi transformasi. Titik-titik tersebut dapat diatur untuk menentukan tingkat penyebaran grey level dari citra yang dihasilkan. Misalkan titik  $r1=s1$  dan  $r2=s2$  maka fungsi transformasi berbentuk linear yang menghasilkan citra yang tidak berubah level intensitas. Jika  $r1=r2$  dan  $s1=0$  dan  $s2=L-1$ , maka transformasi menjadi fungsi thresholding yang

menghasilkan suatu citra biner. Untuk menghitung nilai hasil transformasi tersebut, kita dapat membuat tiga fungsi sebagai berikut:

$$\text{Untuk } 0 \leq r < r_1, \text{ maka } s = r \frac{s_1}{r_1} \dots\dots\dots(2.6)$$

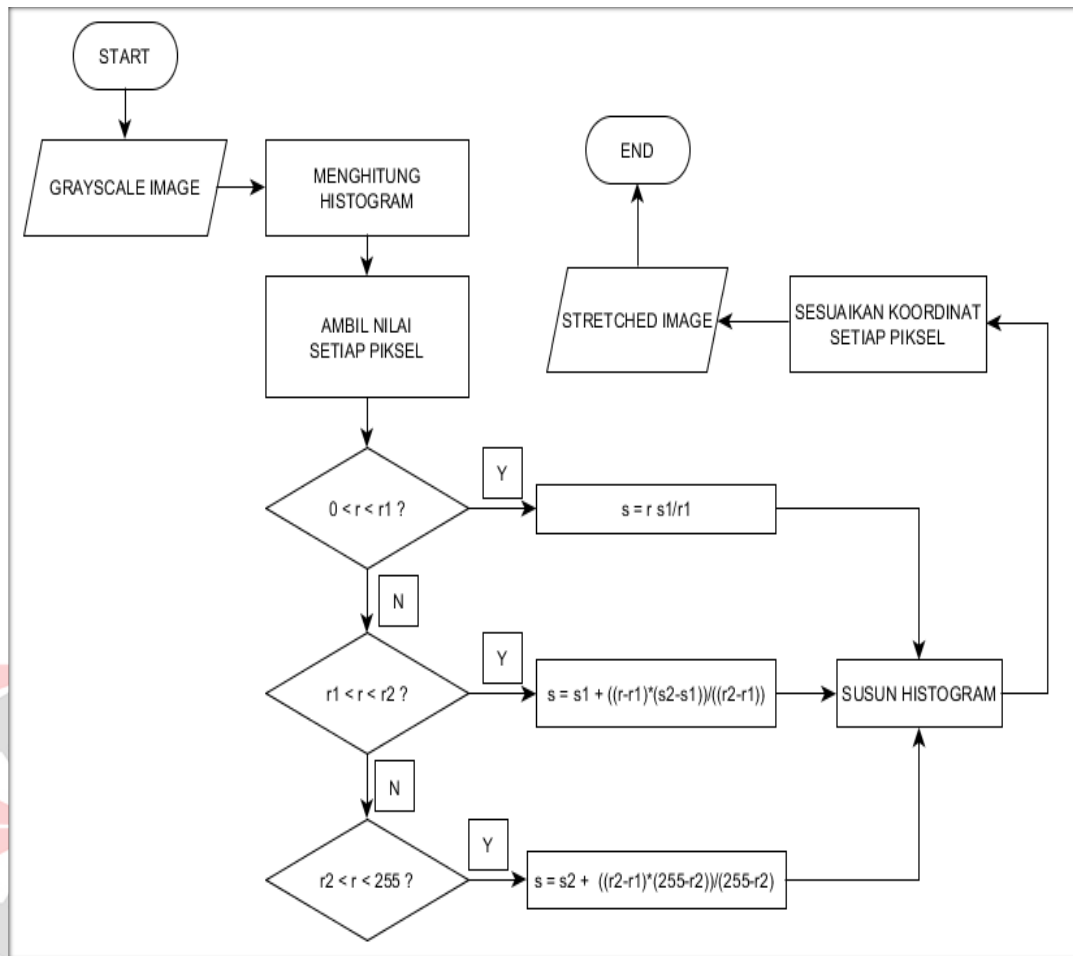
$$\text{Untuk } r_1 \leq r < r_2, \text{ maka } s = s_1 + \frac{(r - r_1) * (s_2 - s_1)}{(r_2 - r_1)} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\text{Untuk } r_2 \leq r \leq 255, \text{ maka } s = s_2 + \frac{(r - r_2) * (255 - s_2)}{255 - r_2} \dots\dots\dots(2.8)$$



Gambar 3.24 Fungsi Transformasi *Contrast Stretching*

Dari persamaan diatas dapat dirancang sebuah flowchart untuk program sebagai berikut. Lihat gambar 3.25



Gambar 3.25 Flowchart proses *Contrast stretching*

Dari flowchart diatas dapat disusun program sebagai berikut :

```

void filter_kontras()
{
    for (int i = 0; i < gambar.rows; i++)
    {
        uchar* data = gambar.ptr <uchar>(i);
        uchar* data_new = gambar1.ptr <uchar>(i);
        for (int j = 0; j < gambar.cols; j++)
        {
            int val = computeOutput((int)data[j*gambar.channels()],
                                    r1, s1, r2, s2, 255);
            for (int a = 0; a < 3; a++)
            {
                data_new[j * gambar1.channels() + a] = val;
            }
        }
    }
    clone = new IplImage(gambar1);
}
  
```

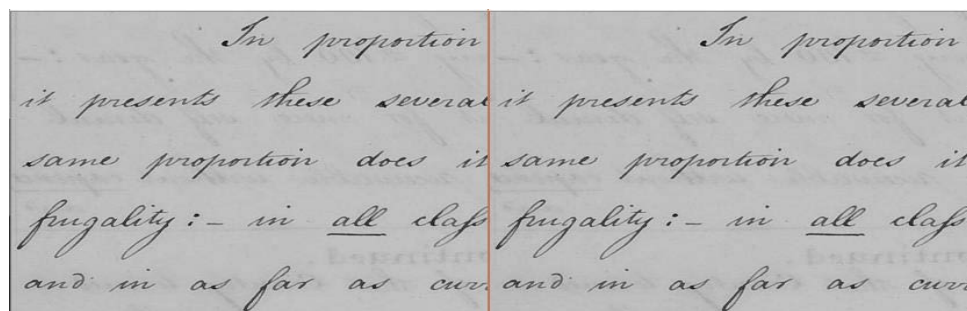
```

int computeOutput( int r, int r1, int s1, int r2, int s2)
{
    float s = 0;
    if (0 <= r && r <= r1)
    {
        s = (s1 / r1) * r;
    }
    else if (r1 < r && r <= r2)
    {
        s = ((s2 - s1) / (r2 - r1)) * (r - r1) + s1;
    }
    else if (r2 < r && r <= 255)
    {
        s = ((255 - s2) / (255 - r2)) * (r - r2) + s2;
    }
    return (int)s;
}

```

Berikut adalah contoh citra grayscale dan citra hasil pengaturan kontras:

Untuk semua variable bernilai 0, maka hasil pengaturan kontras sama dengan citra *grayscale* sebelumnya. Menghasilkan citra baru yang sama persis dengan citra lama. Lihat gambar 3.26.



(a)

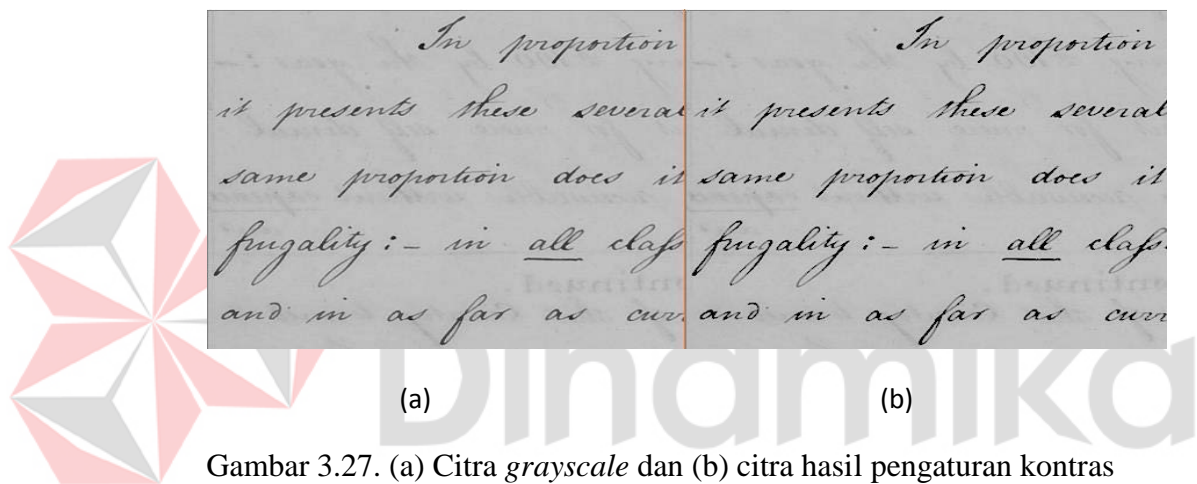
(b)

Gambar 3.26. (a) Citra *grayscale* dan (b) citra hasil pengaturan kontras

Dari gambar 3.26, terlihat bahwa tidak ada perbedaan antara gambar (a) dan gambar (b), karena dalam pengaturan kontras bernilai 0, berarti proses pengaturan kontras belum berjalan, tidak hanya dibuktikan dengan

kasat mata, namun jika dilihat secara matriks citra, nilai-nilai intensitas kedua citra bernilai sama secara keseluruhan.

Untuk variable  $r1$  bernilai 100, maka hasil pengaturan kontras mulai berbeda dengan citra *grayscale* sebelumnya. Kontras mulai terlihat, dengan nilai  $r1$  selisih 100 dengan citra lama, terlihat objek pada citra yang baru lebih gelap dari piksel sekitarnya. Lihat gambar 3.27.

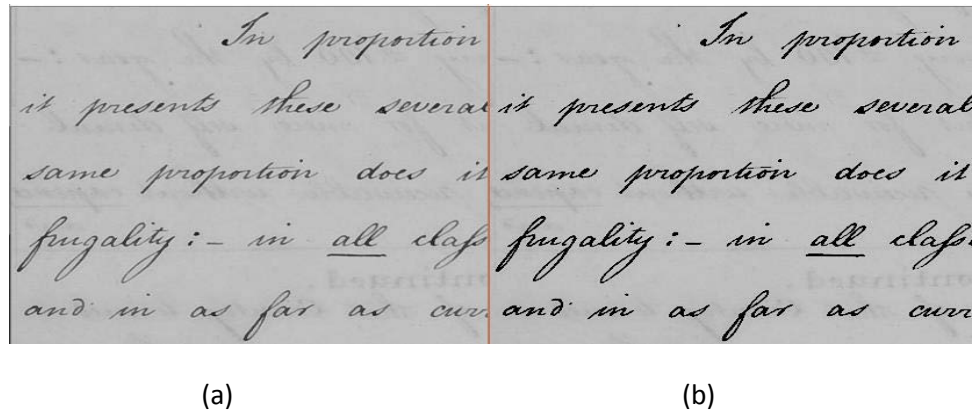


Gambar 3.27. (a) Citra *grayscale* dan (b) citra hasil pengaturan kontras

Dari gambar 3.27, terlihat bahwa terdapat perbedaan antara gambar (a) dan gambar (b), dalam pengaturan kontras bernilai 100, berarti proses pengaturan kontras sudah berjalan hingga 100 kali pergeseran nilai variabel, pada gambar (b) tulisan atau objek teks terlihat lebih tebal daripada citra (a), namun warna latar belakang gambar (b) hanya berubah sedikit lebih terang.

Untuk variable  $r1$  bernilai 150, maka hasil pengaturan kontras mulai meningkat perbedaan dengan citra *grayscale* sebelumnya. Kontras mulai lebih terlihat, dengan nilai  $r1$  selisih 150 dengan citra lama, terlihat objek

pada citra yang baru lebih gelap lagi dari piksel sekitarnya Lihat gambar 3.28

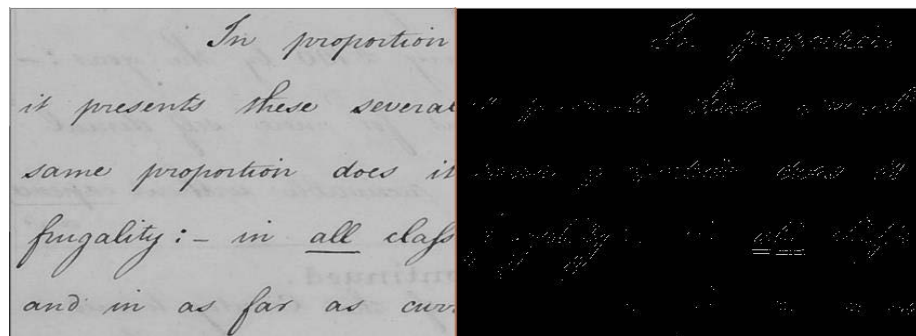


Gambar 3.28. (a) Citra *grayscale* dan (b) citra hasil pengaturan kontras

Dari gambar 3.28, terlihat bahwa terdapat perbedaan antara gambar (a) dan gambar (b), dalam pengaturan kontras bernilai 150, berarti proses pengaturan kontras sudah berjalan hingga 150 kali pergeseran nilai variabel, pada gambar (b) tulisan atau objek teks terlihat tebal secara signifikan daripada citra (a), namun warna latar belakang gambar (b) hanya berubah sedikit lebih terang.

Untuk variable  $r1$  bernilai 200, maka hasil pengaturan kontras semakin berbeda dengan citra *grayscale* sebelumnya. Kontras mulai terlihat, dengan nilai  $r1$  selisih 200 dengan citra lama, terlihat objek pada citra yang baru lebih gelap dari piksel sekitarnya, tampilan objek pada citra baru lebih baik dari nilai dibawahnya. Lihat gambar 3.29





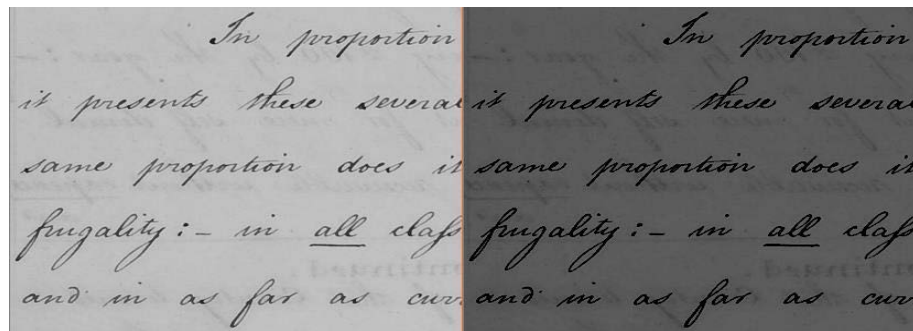
(a)

(b)

Gambar 3.29. (a) Citra *grayscale* dan (b) citra hasil pengaturan kontras

Dari gambar 3.29, terlihat bahwa terdapat perbedaan antara gambar (a) dan gambar (b), dalam pengaturan kontras bernilai 200, berarti proses pengaturan kontras sudah berjalan hingga 200 kali pergeseran nilai variabel, pada gambar (b) tulisan atau objek teks sudah tidak terlihat atau kabur dan berubah warna menjadi terang sebagian, namun keseluruhan citra latar belakang terlihat gelap.

Untuk  $r_1$  ditetapkan bernilai 150, dan nilai variabel  $r_2$  dinaikan menjadi bernilai 100. Dengan dinaikan nilai variabel  $r_2$ , maka didapatkan citra dengan latar belakang lebih gelap daripada latar belakang citra *grayscale* sebelumnya semakin tinggi nilai variabel  $r_2$  maka akan semakin gelap warna latar belakang. Lihat gambar 3.30.



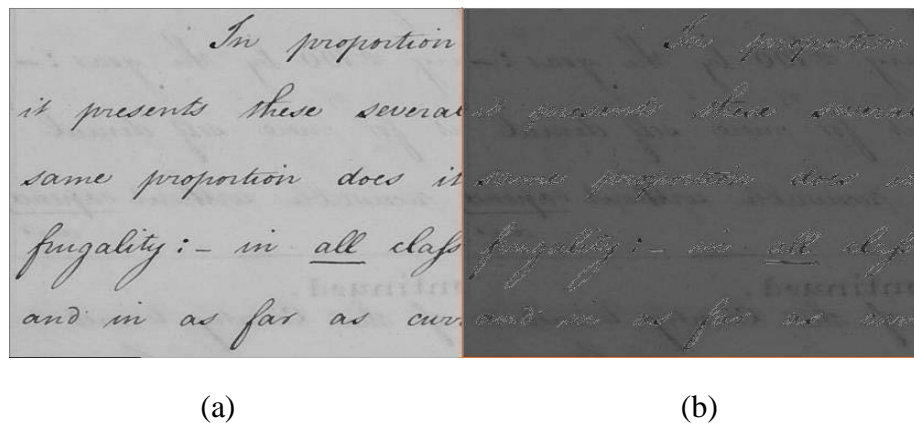
(a)

(b)

Gambar 3.30. (a) Citra *grayscale* dan (b) citra hasil pengaturan kontras

Dari gambar 3.30, terlihat bahwa terdapat perbedaan antara gambar (a) dan gambar (b), dalam pengaturan kontras bernilai  $r1=150$ ,  $r2=100$ , berarti proses pengaturan kontras sudah berjalan hingga 355 kali pergeseran nilai variabel, pada gambar (b) tulisan atau objek teks masih terlihat, namun warna latarbelakang terlihat kabur dan berubah warna menjadi terang lebih gelap.

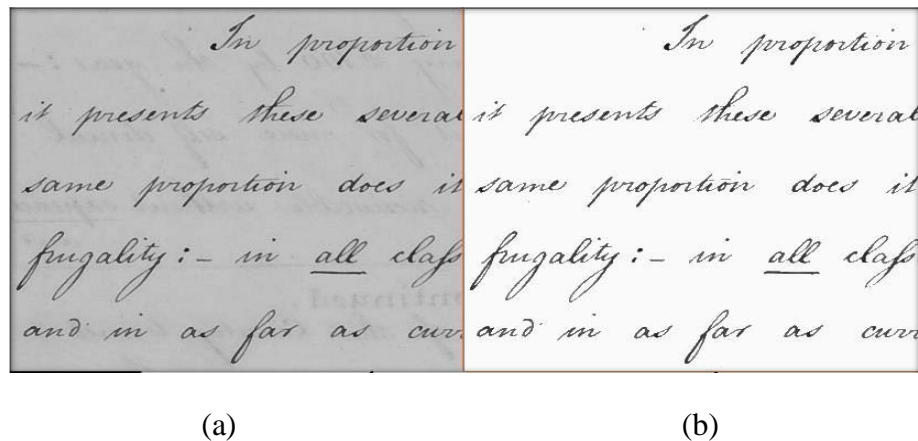
Untuk  $r1$  ditetapkan bernilai 150, dan nilai variabel  $r2$  bernilai 150, nilai  $s1$  bernilai lebih dari nilai  $r1$ . Dengan dinaikan nilai variabel  $s1$ , maka didapatkan citra dengan latar depan lebih terang daripada latar belakang citra *grayscale* sebelumnya semakin tinggi nilai variabel  $s1$  maka akan semakin terang warna latar deapn. Lihat gambar 3.31.



Gambar 3.31. (a) Citra *grayscale* dan (b) citra hasil pengaturan kontras

Dari gambar 3.31, terlihat bahwa terdapat perbedaan antara gambar (a) dan gambar (b), dalam pengaturan kontras variabel  $r1 = 150$ ,  $r2 = 150$  dan  $s1 > r1$ , berarti proses pengaturan kontras sudah berjalan hingga lebih dari 410 kali pergeseran nilai variabel, pada gambar (b) tulisan atau objek teks sudah tidak terlihat atau kabur atau lebih kabur dan berubah warna menjadi terang sebagian, namun keseluruhan citra latar belakang terlihat lebih gelap dari gambar (a).

Untuk  $r1$  ditetapkan bernilai 150, dan nilai variabel  $r2$  bernilai 200, nilai  $s1$  bernilai lebih dari nilai  $r1$ . Dengan dinaikan nilai variabel  $s2$  melebihi nilai variabel  $r2$ , maka didapatkan citra dengan latar belakang lebih terang daripada latar belakang citra *grayscale* sebelumnya. Lihat gambar 3.32.



Gambar 3.32. (a) Citra *grayscale* dan (b) citra hasil pengaturan kontras

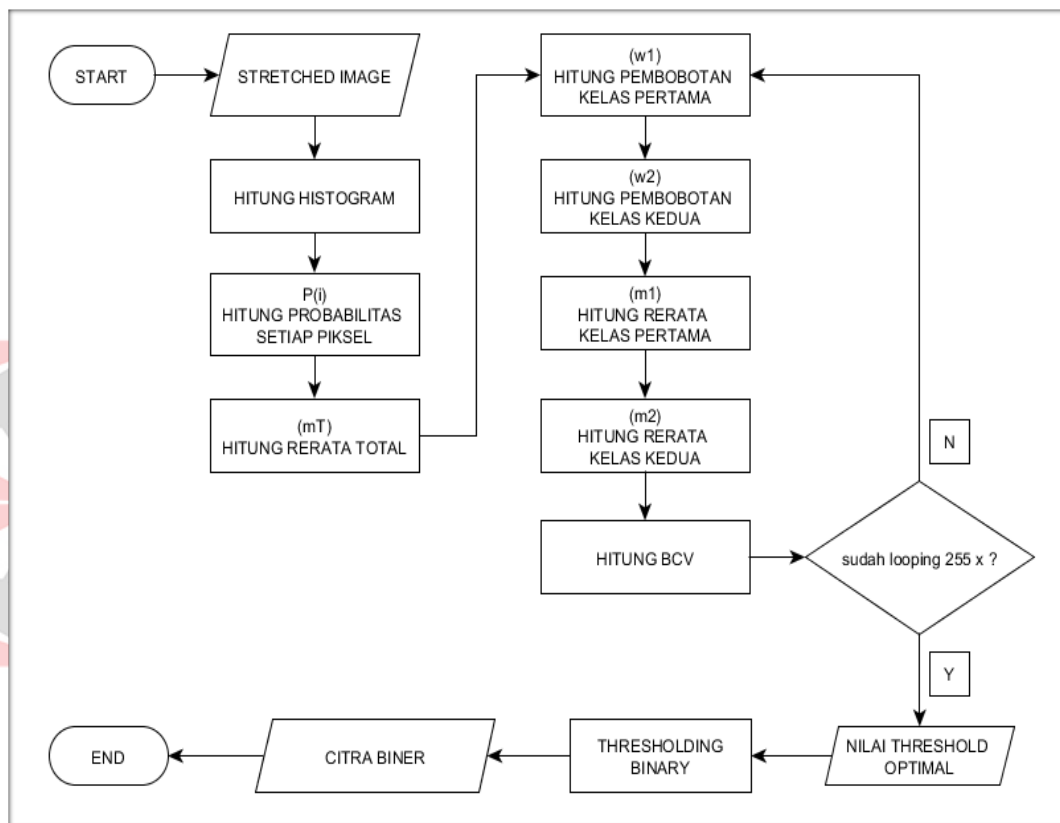
Dari gambar 3.32, terlihat bahwa terdapat perbedaan antara gambar (a) dan gambar (b), dalam pengaturan kontras variabel  $r1 = 150$ ,  $r2 = 150$ ,  $s1 > r1$  dan  $s2 > r2$ , berarti proses pengaturan kontras sudah berjalan hingga lebih dari 600 kali pergeseran nilai variabel, pada gambar (b) tulisan atau objek teks terlihat dan latarbelakang berubah warna menjadi sangat terang hampir menyerupai warna putih, namun citra pada gambar 3.32 belum termasuk citra biner, karena nilai intensitas pada citra masih bervariasi dan belum memiliki hanya 2 nilai.

Metode *contrast stretching* sangat tergantung dari kebutuhan, apakah contrast citra mau dibuat kearah gelap atau ke arah yang terang. Contrast yang bagus akan terlihat pada nilai-nilai grafik histogram yang menyebar secara merata dari daerah gelap sampai daerah terang.

### 3.5 Otsu Threshold

Setelah proses pengaturan kontras sudah selesai, maka proses selanjutnya adalah proses *thresholding*. Pada pengerjaan tugas akhir ini proses *thresholding*

menggunakan metode Otsu. *Thresholding* adalah proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk objek dan latar belakang dari citra secara jelas. Berikut adalah flowchart proses *threshold*:



Gambar 3.33. Flowchart proses mencari nilai ambang optimal

Langkah – langkah untuk proses otsu *threshold* sesuai flowchart diatas adlah sebagai berikut.

1. Menghitung nilai  $p(i)$  dan rerata total

$\mu_T = \sum_{i=1}^N i \cdot p(i)$  ,  $\mu_T$  adalah rerata total. Prinsip metode Otsu dijelaskan berikut ini. Pertama-tama, probabilitas nilai intensitas  $i$  dalam

histogram dihitung melalui  $[p(i) = \frac{ni}{N}, p(i) \geq 0, \sum_{i=0}^{255} p(i) = 1]$ , dengan ni menyatakan jumlah piksel berintensitas i dan N menyatakan jumlah semua piksel dalam citra. Maka dari itu dibuatlah kode sebagai berikut:

```
for (int i = 0; i < 256; ++i)
{
    p[i] = h[i] / jumlah_pixel;
    mT += ((float)i * p[i]);
}
```

## 2. Menghitung nilai $W_1, W_2, \mu_1, \mu_2$

Jika histogram dibagi menjadi dua kelas (objek dan latarbelakang), pembobotan pada kedua kelas dinyatakan sebagai berikut:

$$[W_1(\mu) = \sum_{i=1}^L p(i)], [W_2(\mu) = \sum_{i=L+1}^L p(i) = 1 - W_1(\mu)]$$

Dalam hal ini, L menyatakan jumlah aras keabuan. Rerata kedua kelas dihitung melalui:

$$[\mu_1(\mu) = \sum_{i=1}^L i \cdot p(i) \cdot \frac{1}{w_1}], [\mu_2(\mu) = \sum_{i=L+1}^L i \cdot p(i) \cdot \frac{1}{w_2}]$$

Dari persamaan diatas, dibuatlah kode sebagai berikut untuk menghitung pembobotan dan rerata kedua kelasnya.

```
float w1=0.0;
for (int i = 1; i < t; i++)
{w1 += p[i + 1];}

float w2=0.0;
for (int i = t + 1; i < 255;i++)
{w2 += p[i + 1];}

double m1=0;
for (int i = 1; i < t;i++)
{
    if (w1 > 0)
```

```

        {          m1 += i*p[i + 1] / w1;          }
    }
    double m2=0;
    for (int i = t + 1; i < 255;i++)
    {
        if (w2 > 0)
        {          m2 += i*p[i + 1] / w2;          }
    }

```

### 3. Menghitung nilai ambang optimal

Nilai ambang optimal dapat diperoleh dengan cara memaksimalkan BCV. Dalam hal ini BCV disebut sebagai *between-class variance*. BCV dinyatakan dengan persamaan 3.4. Dengan persamaan tersebut maka dibuatlah kode sebagai berikut:

```

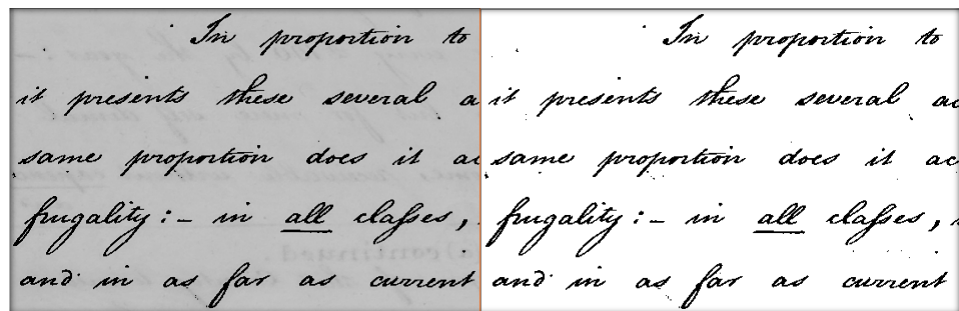
bcv = ((float)(w1* ((m1 - mT)*(m1 - mT))) + (w2* ((m2 - mT)*(m2 -
mT))));
if (bcv > param3)
{
    param3 = bcv;
    OPT_THRESH_VAL = t; }

```

Untuk menghitung nilai *threshold* optimal, maka perhitungan bcv, perhitungan pembobotan dan perhitungan mencari rata-rata akan diulang sebanyak nilai aras keabuan. Maka setelah nilai *threshold* optimal diketahui, maka proses selanjutnya adalah memasukan nilai *threshold* optial kedalam fungsi *threshold* untuk mendapatkan citra biner.

```
cvThreshold (clone, thres, ambang, 255, CV_THRESH_BINARY);
```

Berikut adalah hasil citra proses *thresholding*. Lihat gambar 3.36



(a)

(b)

Gambar 3.34. (a) Citra hasil pengaturan kontras dan (b) citra hasil *threshold*.

Pada gambar 3.36, gambar (a) adalah citra hasil proses pengaturan kontras, serta gambar (b) adalah citra hasil *thresholding*. Terlihat bahwa citra (b) telah menjadi citra biner, dikarenakan nilai intensitas pada citra (b) hanya memiliki 2 nilai, pada nilai latar belakang bernilai 255 dan tulisan bernilai 0. Artinya pada citra yang dihasilkan proses *thresholding* memiliki kesamaan nilai intensitas piksel, menjadikan tampilan dokumen jauh lebih baik dari citra hasil sebelumnya.



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan menjelaskan hasil pengujian data yang diproses oleh sistem, serta berisi uraian hasil uji coba yang dilakukan secara keseluruhan. Dalam proses pengujian ini, akan dilakukan dengan membandingkan antara citra biner hasil dari sistem dengan masing-masing ground-truthnya. Pengujian yang pertama menggunakan metode RMSE (*Root Mean Square Error*) dan untuk Pengujian yang kedua menggunakan metode *F-measure*.

#### **4.1 Pengujian Dengan RMSE**

Pengujian dengan menggunakan RMSE ini dilakukan setelah proses pengaturan kontras dan otsu threshold. Citra biner yang dihasilkan akan dibandingkan dengan citra groundtruthnya. Perulangan pada program pengujian RMSE dibagi menjadi 4 perulangan, Perulangan pertama untuk perubahan nilai variabel  $r1$ , perulangan kedua untuk perubahan nilai  $r2$ , perulangan ketiga untuk perubahan nilai  $s1$ , dan perulangan 4 untuk perubahan nilai  $s2$ .

##### **4.1.1 Tujuan**

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai error setiap citra yang dihasilkan, setiap proses perulangan akan tercipta citra baru sebanyak 255. Dari citra baru yang telah didapatkan tersebut akan dicari citra mana yang memiliki nilai RMSE terkecil.

#### 4.1.2 Peralatan yang digunakan

##### 1. Perangkat keras

Perangkat keras yang digunakan untuk pengujian adalah sebuah Notebook PC dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Processor : Intel(R) Core(TM) i3 CPU
2. Memory : 4.00 GB
3. Sistem Operasi: : Windows 10 Pro
4. Tipe Sistem : 64-bit Operating System

##### 2. Perangkat Lunak

1. Microsoft Visual Studio 2015 adalah aplikasi utama untuk membuat dan mengeksekusi program agar dapat mendapatkan hasil pengujian berupa nilai RMSE setiap citra dan mencari nilai terkecil dari semua citra dalam satu kali proses.

#### 4.1.3 Prosedur pengujian

1. Menjalankan program visual studio 2015
2. Menjalankan *source code* pengaturan kontras dan *otsu threshold*
3. Mengamati data yang dihasilkan dari program yang sudah berjalan.

#### 4.1.4 Hasil Pengujian dan Evaluasi

##### 1. Pengujian pada data yang pertama

Program berjalan dengan menggerakan nilai variabel kontras satu persatu, setiap pergerakan nilai variabel menghasilkan nilai RMSE. Setelah pergerakan nilai variabel kontras selesai, didapatkan nilai sebagai berikut:

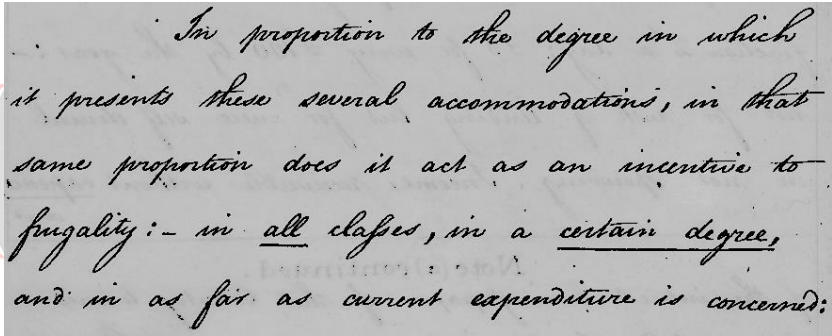
Tabel 4.1. Perubahan nilai variabel r1 dan r2 pada citra pertama

R1	T	Rmse	R1	T	Rmse	R2	T	Rmse	R2	T	Rmse
0-156	158	67.1364	185	1	131.683	0-150	1	62.3493	180	13	117.219
157	158	67.1364	186	1	149.838	151	1	62.4996	181	10	131.683
158	1	67.1364	187	1	173.324	152	40	62.4996	182	10	131.683
159	1	66.5892	188	1	204.549	153	38	62.4996	183	7	149.838
160	163	64.5526	189	1	247.952	154	36	62.4996	184	7	173.324
161	163	64.5526	190	1	300.32	155	34	62.4996	185	7	173.324
162	163	64.5526	191	1	351.146	156	33	62.9335	186	4	204.549
163	1	64.5526	192	1	388.758	157	32	62.9335	187	4	300.32
164	1	64.1638	193	1	409.201	158	31	62.9335	188	6	351.146
165	1	63.7482	194	1	417.484	159	29	62.9335	189	6	420.477
166	1	63.2408	195	1	420.477	160	27	62.9335	190	15	420.477
167	1	62.9086	196	1	421.794	161	25	62.9335	191	12	420.477
168	169	62.4946	197	1	422.724	162	23	62.9335	192	12	421.794
169	1	62.4946	198	1	423.348	163	21	62.9335	193	12	422.724
170	1	62.3694	199	1	423.83	164	19	63.3989	194	12	422.724
171	1	62.3493	200	1	424.183	165	19	64.7123	195	8	423.348
172	1	62.4996	201	1	424.419	166	19	64.7123	196	8	423.83
173	1	62.9335	202	1	424.579	167	17	64.7123	197	8	424.183
174	1	63.3989	203	1	424.687	168	15	66.2407	198	8	424.419
175	1	64.7123	204	1	424.757	169	15	71.5911	199	8	424.419
176	1	66.2407	205	1	424.806	170	25	71.5911	200	4	424.579
177	1	68.3826	206	1	424.827	171	22	71.5911	201	4	424.687
178	1	71.5911	207	1	424.836	172	19	75.5571	202	4	424.757
179	1	75.5571	208	1	424.84	173	19	80.5069	203	4	424.806
180	1	80.5069	209	1	424.841	174	19	80.5069	204	5	424.827
181	1	86.6114	210	1	424.842	175	16	86.6114	205	5	424.836
182	1	94.8167	211-255	1	424.842	176	16	94.8167	206	5	424.836
183	1	104.803				177	16	94.8167	207	1	424.84
184	1	117.219				178	13	104.803	208	1	424.841
						179	13	117.219	209	1	424.842
									210-255	1	424.842

Dari data pada tabel 4.1 diatas dapat dilihat bahwa ketika variabel pengaturan kontras bergerak naik, nilai RMSE akan berkurang atau menurun hingga nilai terkecil, setelah mencapai nilai terkecil, selanjutnya nilai RMSE akan bertambah hingga pergerakan nilai variabel berhenti. Dari

data tersebut, diketahui bahwa citra biner yang dihasilkan dengan nilai RMSE terkecil adalah dengan variabel  $r1$  ditarik kenilai 171.

Tabel 4.2. Hasil pada citra pertama

Ground truth	<i>In proportion to the degree in which it presents these several accommodations, in that same proportion does it act as an incentive to frugality:- in <u>all</u> clafes, in a <u>certain degree</u>, and in as far as current expensiditure is concerned:</i>
Hasil Kontras Terbaik	
Hasil	<i>In proportion to the degree in which it presents these several accommodations, in that same proportion does it act as an incentive to frugality:- in <u>all</u> clafes, in a <u>certain degree</u>, and in as far as current expensiditure is concerned:</i>

Dari tabel 4.2 diatas dapat dilihat bahwa citra hasil pengaturan kontras akan menghasilkan citra biner yang mirip dengan citra *ground truth*nya. Nilai RMSE dari perbandingan citra biner dan *ground truth*nya adalah sebesar 62.3493.

## 2. Pengujian pada data yang kedua

Program berjalan dengan mengerjakan nilai variabel kontras satu persatu, setiap pergerakan nilai variabel menghasilkan nilai RMSE. Setelah pergerakan nilai variabel kontras selesai, didapatkan nilai sebagai berikut:

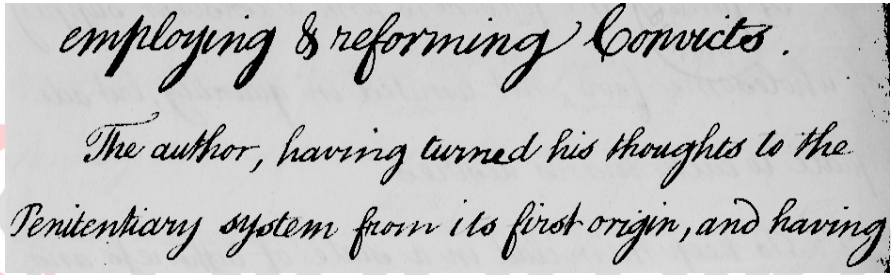
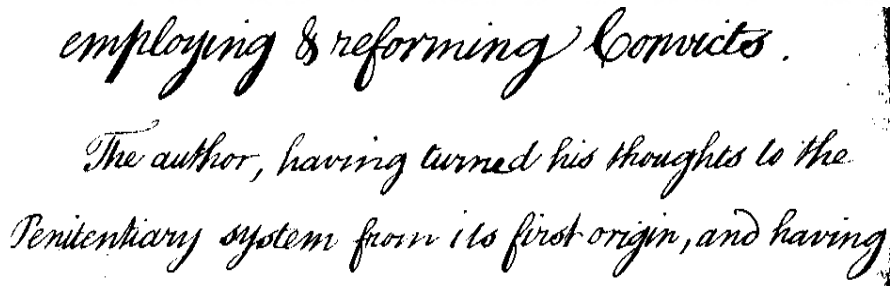
Tabel 4.3. Perubahan nilai variabel r1 dan r2 pada citra kedua

r1	T	RMSE	r1	T	RMSE	r2	T	RMSE	r2	T	RMSE
0-167	168	79.2987	195	1	107.132	0-155	1	75.5466	193	36	139.559
168	1	79.2987	196	1	109.889	156	1	75.5466	194	32	147.549
169	1	78.8272	197	1	112.965	157	1	107.132	195	32	156.839
170	1	78.3993	198	1	116.562	158	74	107.132	196	32	156.839
171	1	77.9165	199	1	121.126	159	72	107.132	197	28	156.839
172	173	77.1601	200	1	126.494	160	70	107.132	198	24	167.022
173	1	77.1601	201	1	132.47	161	68	107.132	199	24	178.882
174	1	76.8176	202	1	139.559	162	66	107.132	200	24	178.882
175	1	76.3963	203	1	147.549	163	64	107.132	201	20	178.882
176	1	76.0922	204	1	156.839	164	62	107.132	202	17	192.334
177	1	75.8588	205	1	167.022	165	60	107.132	203	16	208.359
178	1	75.7989	206	1	178.882	166	58	107.132	204	20	208.359
179	1	75.7569	207	1	192.334	167	56	107.132	205	15	227.283
180	1	75.5466	208	1	208.359	168	54	107.132	206	15	249.569
181	1	75.5706	209	1	227.283	169	52	107.132	207	15	274.364
182	1	76.0384	210	1	249.569	170	75	107.132	208	15	274.364
183	1	76.794	211	1	274.364	171	72	107.132	209	10	300.642
184	1	77.712	212	1	300.642	172	69	107.132	210	10	327.292
185	1	79	213	1	327.292	173	66	107.132	211	10	327.292
186	1	80.5219	214	1	355.283	174	63	107.132	212	5	355.283
187	1	82.3419	215	1	381.218	175	60	107.132	213	6	381.218
188	1	85.0737	216	1	400.975	176	57	107.132	214	6	400.975
189	1	87.8344	217	1	412.214	177	54	107.132	215	6	400.975
190	1	91.1964	218	1	416.518	178	51	107.132	216	1	412.214
191	192	98.0756	219	1	417.528	179	48	107.132	217	1	416.518
192	1	98.0756	220	1	417.747	180	45	107.132	218	1	417.747
193	1	101.255	221	1	417.809	181	42	109.889	219	7	417.809
194	1	104.294	222-255	1	417.825	182	42	109.889	220	7	417.809
									221-255	1	417.825

Dari data pada tabel 4.3 diatas dapat dilihat bahwa ketika variabel pengaturan kontras bergerak naik, nilai RMSE akan berkurang atau menurun hingga nilai terkecil, setelah mencapai nilai terkecil, selanjutnya nilai RMSE akan bertambah hingga pergerakan nilai variabel berhenti. Dari

data tersebut, diketahui bahwa citra biner yang dihasilkan dengan nilai RMSE terkecil adalah dengan variabel  $r1$  ditarik kenilai 180.

Tabel 4.4. Hasil pada citra kedua

Ground truth	<p><i>employing &amp; reforming convicts.</i></p> <p><i>The author, having turned his thoughts to the Penitentiary system from its first origin, and having</i></p>
Hasil Kontras Terbaik	
Hasil	

Dari tabel 4.4 diatas dapat dilihat bahwa citra hasil pengaturan kontras akan menghasilkan citra biner yang mirip dengan citra *ground truth*nya. Nilai RMSE dari perbandingan citra biner dan *ground truth*nya adalah sebesar 75.5466.



### 3. Pengujian pada data yang ketiga

Program berjalan dengan mengerjakan nilai variabel kontras satu persatu, setiap pergerakan nilai variabel menghasilkan nilai RMSE. Setelah pergerakan nilai variabel kontras selesai, didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 4.5. Perubahan nilai variabel r1 dan r2 pada citra ketiga

R1	T	RMSE	R1	T	RMSE	R2	T	RMSE	R2	T	RMSE	R2	T	RMSE
0-191	1	78.7787	219	1	314.123	0-165	1	78.6489	194	33	82.4252	225	16	409.755
192	1	78.6489	220	1	339.473	166	1	78.7315	195	33	82.4252	226	16	409.91
193	1	78.6607	221	1	362.602	167	54	78.7315	196	29	84.0263	227	18	409.966
194	1	78.7315	222	1	381.817	168	52	78.7315	197	29	86.1167	228	18	409.966
195	1	78.8199	223	1	395.087	169	50	78.8729	198	29	86.1167	229	9	410.038
196	1	78.8729	224	1	403.117	170	78	78.8729	199	25	86.1167	230	20	410.057
197	1	78.9729	225	1	407.104	171	75	78.8729	200	21	86.1167	231	20	410.057
198	1	79.1726	226	1	408.927	172	72	78.8729	201	17	88.688	232	11	410.051
199	1	79.4127	227	1	409.532	173	69	78.8729	202	17	92.3957	233	22	410.051
200	1	79.7744	228	1	409.755	174	66	78.8729	203	17	97.7389	234	12	410.045
201	1	80.2791	229	1	409.91	175	63	78.8729	204	21	105.127	235	12	410.04
202	1	81.1363	230	1	409.966	176	60	79.1726	205	21	115.104	236	13	410.04
203	1	82.4252	231	1	410.028	177	63	79.1726	206	21	144.205	237	1	410.037
204	1	84.0263	232	1	410.038	178	60	79.1726	207	25	163.552	238	15	410.037
205	1	86.1167	233	1	410.057	179	57	79.1726	208	25	163.552	239	1	410.036
206	1	88.688	234	1	410.057	180	54	79.1726	209	21	185.05	240	1	410.036
207	1	92.3957	235	1	410.051	181	51	79.1726	210	20	209.438	241-255	1	410.035
208	1	97.7389	236	1	410.045	182	48	79.1726	211	20	235.61			
209	1	105.127	237	1	410.04	183	46	79.1726	212	20	262.175			
210	1	115.104	238	1	410.037	184	43	79.1726	213	24	262.175			
211	1	127.786	239	1	410.037	185	40	79.1726	214	18	288.227			
212	1	144.205	240	1	410.036	186	37	79.4127	215	18	314.123			
213	1	163.552	241	1	410.036	187	37	79.4127	216	18	314.123			
214	1	185.05	242	1	410.035	188	34	79.4127	217	12	339.473			
215	1	209.438	243-255	1	410.035	189	31	79.4127	218	12	362.602			
216	1	235.61				190	28	79.4127	219	14	381.817			
217	1	262.175				191	25	80.2791	220	14	395.087			
218	1	288.227				192	37	80.2791	221	14	403.117			
						193	33	81.1363	222	14	408.927			
									223	21	409.532			
									224	24	409.532			

Dari data pada tabel 4.5 diatas dapat dilihat bahwa ketika variabel pengaturan kontras bergerak naik, nilai RMSE akan berkurang atau menurun hingga nilai terkecil, setelah mencapai nilai terkecil, selanjutnya nilai RMSE akan bertambah hingga pergerakan nilai variabel berhenti. Dari data tersebut, diketahui bahwa citra biner yang dihasilkan dengan nilai RMSE terkecil adalah dengan variabel r1 ditarik kenilai 192.

Tabel 4.6. Hasil pada citra ketiga

Ground truth	
Hasil Kontras Terbaik	
Hasil	

Dari tabel 4.6 diatas dapat dilihat bahwa citra hasil pengaturan kontras akan menghasilkan citra biner yang mirip dengan citra *ground truth*nya. Nilai RMSE dari perbandingan citra biner dan *ground truth*nya adalah sebesar 78.6489.



#### 4. Pengujian pada data yang keempat

Program berjalan dengan menggerakan nilai variabel kontras satu persatu, setiap pergerakan nilai variabel menghasilkan nilai RMSE. Setelah pergerakan nilai variabel kontras selesai, didapatkan nilai sebagai berikut:

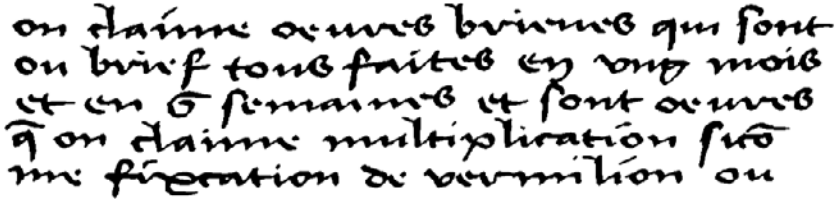
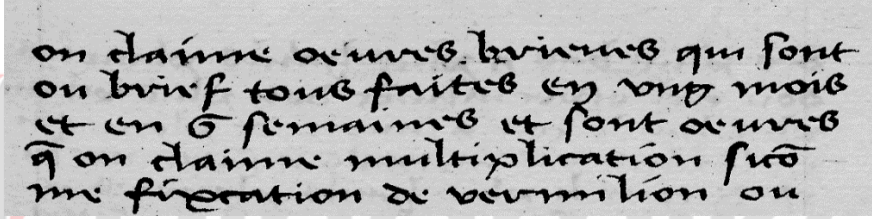
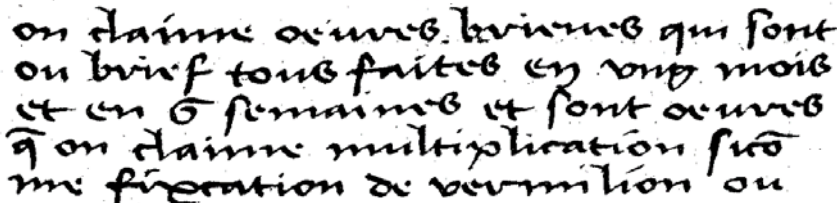
Tabel 4.7. Perubahan nilai variabel r1 dan r2 pada citra keempat

R1	T	RMSE	R1	T	RMSE	R1	T	RMSE	R2	T	RMSE	R2	T	RMSE	R2	T	RMSE
168	1	55.0861	196	1	121.246	226	1	406.42	145	58	53.411	186	27	121.246	220	49	406.621
169	1	54.5876	197	1	130.263	227	1	406.528	152	56	53.8625	187	27	130.263	221	49	406.766
170	1	54.2574	198	1	140.264	228	1	406.621	153-160	47	57.9292	188	27	140.264	222	56	406.766
171	1	53.7851	199	1	151.067	229	1	406.699	161	40	59.2975	189	27	140.264	223	49	406.766
172	1	53.5668	200	1	163.548	230	1	406.766	162	40	59.2975	190	24	140.264	224	48	406.86
173	1	53.3525	201	1	178.296	231	1	406.817	163	38	59.2975	191	21	140.264	225	56	406.86
174	1	53.411	202	1	194.04	232	1	406.86	164	37	63.2371	192	25	151.067	226	48	406.86
175	1	53.7027	203	1	210.925	233	1	406.892	165	38	63.2371	193	24	178.296	227	45	406.892
176	1	53.8625	204	1	230.16	234	1	406.925	166	36	63.2371	194	28	178.296	228	45	406.925
177	1	54.219	205	1	250.55	235	1	406.955	167	34	63.2371	195	24	194.04	229	45	406.925
178	1	54.7875	206	1	270.803	236	1	406.981	168	33	71.6715	196	24	194.04	230	40	406.955
179	1	55.613	207	1	291.386	237	1	407.006	169	36	71.6715	197	20	230.16	231	40	406.955
180	1	56.6337	208	1	310.893	238	1	407.025	170	51	71.6715	198	24	250.55	232	33	407.006
181	1	57.9292	209	1	329.429	239	1	407.043	171	48	71.6715	199	24	250.55	233	44	407.043
182	1	59.2975	210	1	346.044	240	1	407.054	172	45	79.1898	200	20	270.803	234	60	407.043
183	1	61.2033	211	1	360.406	241	1	407.066	173	48	88.6001	201	20	291.386	235	48	407.043
184	1	63.2371	212	1	372.377	242	1	407.075	174	51	88.6001	202	20	291.386	236	39	407.043
185	1	65.5262	213	1	382.044	243	1	407.083	175	48	88.6001	203	16	310.893	237	28	407.066
186	1	68.3731	214	1	389.378	244	1	407.088	176	45	88.6001	204	20	329.429	238-242	45	407.092
187	1	71.6715	215	1	394.812	245	1	407.092	177	42	88.6001	205	20	346.044	243	42	407.093
188	1	75.1059	216	1	398.543	246	1	407.093	178	39	93.688	206	20	360.406	244	46	407.093
189	1	79.1898	217	1	401.137	247	1	407.094	179	39	93.688	207	20	360.406	245	25	407.097
190	1	83.5949	218	1	402.897	248	1	407.094	180	36	93.688	208	15	372.377	246	84	407.097
191	1	88.6001	219	1	404.024	249	1	407.097	181	33	93.688	209	15	382.044	247	62	407.097
192	1	93.688	220	1	404.769	250	1	407.098	182	31	105.956	210	15	394.812	248	36	407.097
193	1	99.222	221	1	405.3	251	1	407.098	183	33	105.956	211	20	405.67	249	1	407.098
194	1	105.956	222	1	405.67				184	30	105.956	212	50	405.67			
195	1	113.088	223	1	405.916				185	27	113.088	213-218	54	406.307			
			224	1	406.143							219	42	406.528			
			225	1	406.307												

Dari data pada tabel 4.7 diatas dapat dilihat bahwa ketika variabel pengaturan kontras bergerak naik, nilai RMSE akan berkurang atau menurun hingga nilai terkecil, setelah mencapai nilai terkecil, selanjutnya

nilai RMSE akan bertambah hingga pergerakan nilai variabel berhenti. Dari data tersebut, diketahui bahwa citra biner yang dihasilkan dengan nilai RMSE terkecil adalah dengan variabel  $r1$  ditarik ke nilai 173

Tabel 4.8. Hasil pada citra keempat

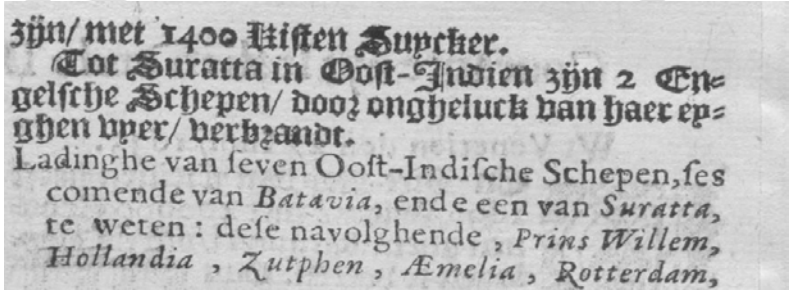
Ground truth	
Hasil Kontras Terbaik	
Hasil	

Dari tabel 4.8 diatas dapat dilihat bahwa citra hasil pengaturan kontras akan menghasilkan citra biner yang mirip dengan citra *ground truth*nya. Nilai RMSE dari perbandingan citra biner dan *ground truth*nya adalah sebesar 53.3525.

## 5. Pengujian pada data yang kelima

Dari tabel 4.4 dapat dilihat bahwa citra hasil pengaturan kontras akan menghasilkan citra biner yang mirip dengan citra *ground truth*nya. Nilai RMSE dari perbandingan citra biner dan *ground truth*nya adalah sebesar 78.6489.

Tabel 4.9. Hasil pada citra kelima

Ground truth	<p><b>zijn/ met 1400 Risten Supcher.</b>  <b>Tot Suratta in Oost-Indien zijn 2 En-</b>  <b>gelsche Schepen/ dooz ongheluck van haer ep-</b>  <b>ghen vper/ verbrandt.</b>          Ladinghe van seven Oost-Indische Schepen, ses          comende van <i>Batavia</i>, ende een van <i>Suratta</i>,          te weten : dese navolghende , <i>Prins Willem</i>,  <i>Hollandia</i> , <i>Zutphen</i> , <i>Amelia</i> , <i>Rotterdam</i>,</p>
Hasil Kontras Terbaik	
Hasil	<p><b>zijn/ met 1400 Risten Supcher.</b>  <b>Tot Suratta in Oost-Indien zijn 2 En-</b>  <b>gelsche Schepen/ dooz ongheluck van haer ep-</b>  <b>ghen vper/ verbrandt.</b>          Ladinghe van seven Oost-Indische Schepen, ses          comende van <i>Batavia</i>, ende een van <i>Suratta</i>,          te weten : dese navolghende , <i>Prins Willem</i>,  <i>Hollandia</i> , <i>Zutphen</i> , <i>Amelia</i> , <i>Rotterdam</i>,</p>

pergerakan nilai variabel kontras selesai, didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 4.10. Perubahan nilai variabel r1 dan r2 pada citra kelima

R1	T	RMSE
0-63	159	69.1315
64-149	149	73.6832
150	159	69.1315
151	159	69.1315
152	159	69.1315
153	159	69.1315
154	159	69.1315
155	159	69.1315
156	159	69.1315
157	159	69.1315
158	159	69.1315
159	1	69.1315
160	1	69.1886
161	162	69.5735
162	1	69.5735
163	1	69.7391
164	1	70.3586
165	167	72.2987
166	167	72.2987
167	1	72.2987
168	171	77.1007
169	171	77.1007
170	171	77.1007
171	1	77.1007
172	1	78.4547
173	1	79.8693
174	1	82.0731
175	1	84.0967
176	1	86.298
177	1	88.5646
178	1	90.8715
179	1	93.5148
180	1	96.3157
181	1	99.1323
182	1	102.359
183	1	105.705
184	1	109.073
185	1	112.648
186	1	116.515
187	1	120.447
188	1	124.8
189	1	129.214
190	1	133.701

R1	T	RMSE
191	1	138.522
192	1	143.453
193	1	148.605
194	1	154.105
195	1	159.801
196	1	165.93
197	1	172.432
198	1	179.156
199	1	186.274
200	1	193.747
201	1	201.965
202	1	210.687
203	1	219.951
204	1	229.726
205	1	240.287
206	1	251.332
207	1	263.065
208	1	275.117
209	1	287.566
210	1	299.964
211	1	312.426
212	1	324.47
213	1	335.577
214	1	345.91
215	1	355.178
216	1	363.193
217	1	369.878
218	1	375.367
219	1	379.595
220	1	382.951
221	1	385.453
222	1	387.354
223	1	388.663
224	1	389.669
225	1	390.322
226	1	390.83
227	1	391.196
228	1	391.472
229	1	391.628
230	1	391.756
231	1	391.862
232	1	391.93
233	1	391.985
234	1	392.02
235	1	392.04
236	1	392.061
237	1	392.078

R1	T	RMSE
238	1	392.093
239	1	392.103
240	1	392.113
241	1	392.118
242	1	392.121
243	1	392.123
244-255	1	392.125

R2	T	RMSE
0-63	96	69.1315
64-125	95	77.1007
126-140	45	88.5646
141	72	96.3157
142	76	96.3157
143	74	96.3157
144	72	96.3157
145-153	70	105.705
154	58	109.073
155	58	109.073
156	56	109.073
157	54	109.073
158	52	116.515
159	54	116.515
160	52	129.214
161	56	129.214
162	54	129.214
163	52	129.214
164	50	129.214
165	48	129.214
166	46	138.522
167	48	138.522
168	46	138.522
169	44	143.453
170	66	143.453
171	63	143.453
172	60	143.453
173	57	154.105
174	60	154.105

R2	T	RMSE
175	57	154.105
176	54	154.105
177	51	154.105
178	48	159.801
179	48	172.432
180	51	172.432
181	48	172.432
182	45	172.432
183	42	179.156
184	42	179.156
185	39	186.274
186	39	186.274
187	36	186.274
188	33	193.747
189	33	201.965
190	33	201.965
191	30	210.687
192	40	219.951
193	40	219.951
194	36	219.951
195	32	229.726
196	32	240.287
197	32	240.287
198	28	251.332
199	28	263.065
200	28	275.117
201	28	275.117
202	24	287.566
203	24	299.964
204	30	312.426
205	30	312.426

R2	T	RMSE
206	25	324.47
207	25	335.577
208	25	335.577
209	20	345.91
210	20	355.178
211	20	363.193
212	20	369.878
213	24	375.367
214	24	375.367
215	18	382.951
216	24	382.951
217	18	387.354
218	24	387.354
219	21	389.669
220	28	389.669
221	21	390.83
222	28	391.472
223	35	391.472
224	32	391.472
225	24	391.628
226	24	391.862
227-231	36	392.02
232	22	392.061
233	33	392.061
234	24	392.078
235	24	392.093
236	26	392.093
237	14	392.113
238	30	392.113
239	15	392.118
240	17	392.118



Dari data pada tabel 4.10 diatas dapat dilihat bahwa ketika variabel pengaturan kontras bergerak naik, nilai RMSE akan ikut naik, artinya citra pada data 5 ini sudah memiliki kontras yang baik tanpa memerlukan pengaturan kontras.

#### 6. Pengujian pada data yang keenam

Program berjalan dengan menggerakan nilai variabel kontras satu persatu, setiap pergerakan nilai variabel menghasilkan nilai RMSE. Setelah pergerakan nilai variabel kontras selesai, didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 4.11 Perubahan nilai variabel r1 pada citra keenam

R1	T	RMSE	R1	T	RMSE	R1	T	RMSE
0-82	83	172.723	144	1	169.509	174-197	197	58.8815
83	1	172.723	145	1	169.299	198	1	57.1412
84-92	88	172.702	146	1	169.085	199	1	55.9558
93-101	101	172.566	147	1	168.854	200	1	55.8383
102-107	107	172.444	148	151	167.828	201	1	56.6507
108	112	172.302	149	151	167.828	202	1	58.3071
109	112	172.302	150	151	167.828	203	1	61.593
110	112	172.302	151	1	167.828	204	1	66.7723
111	112	172.302	152	153	167.26	205	1	74.1389
112	1	172.302	153	1	167.26	206	1	84.6849
113	115	172.215	154	1	166.959	207	1	98.1776
114	115	172.215	155	1	166.636	208	1	114.934
115	1	172.215	156	1	166.274	209	1	134.728
116	1	172.188	157	1	165.885	210	1	157.424
117	1	172.153	158	159	164.954	211	1	182.441
118	119	172.058	159	1	164.954	212	1	208.051
119	1	172.058	160	1	164.486	213	1	234.912
120-133	122	171.887	161	1	164.003	214	1	262.309
134	1	170.931	162	163	162.802	215	1	288.911
135	1	170.824	163	1	162.802	216	1	312.457
136	1	170.718	164	1	162.182	217	1	332.855
137	140	170.205	165	1	161.415	218	1	350.561
138	140	170.205	166	1	160.64	219	1	365.063
139	140	170.205	167	1	159.711	220	1	376.796
140	1	170.205	168	1	158.716	221	1	385.811
141	143	169.694	169	1	157.643	222	1	392.387
142	143	169.694	170	1	156.55	223	1	397.128
143	1	169.694	171	1	155.387	224	1	400.312
			172	1	154.016	225	1	402.498
			173	1	152.545	226	1	403.865
						227	1	404.714

Tabel 4.12. Perubahan nilai variabel r2, s1 dan s2 pada citra keenam

r2	T	RMSE	r2	T	RMSE	S1 & S2	T	RMSE
188	1	55.8383	214	24	350.561	195	1	55.8383
189	36	56.6507	215	18	350.561	196	1	55.8383
190	33	56.6507	216	18	365.063	197	1	55.8383
191	31	56.6507	217	18	376.796	198	1	55.8383
192	37	56.6507	218	18	385.811	199	1	55.8383
193	33	56.6507	219	21	392.387	200	83	172.723
194	33	58.3071	220	21	397.128	201	83	172.723
195	29	58.3071	221	21	400.312	202	83	172.723
196	25	58.3071	222	21	402.498	203	83	172.723
197	21	58.3071	223	21	403.865	204	83	172.723
198	21	61.593	224	24	404.714			
199	21	66.7723	225	24	405.297			
200	17	66.7723	226	32	405.926			
201	17	74.1389	227	27	405.926			
202	17	84.6849	228	18	405.926			
203	17	98.1776	229	27	406.213			
204	21	114.934	230	40	406.36			
205	25	157.424	231	30	406.36			
206	25	182.441	232	33	406.396			
207	25	208.051	233	33	406.421			
208	20	208.051	234	24	406.421			
209	25	262.309	235	36	406.454			
210	25	288.911	236	26	406.454			
211	20	288.911	237	42	406.469			
212	20	312.457	238	60	406.475			
213	24	332.855	239	60	406.477			
			240	51	406.477			
			241	36	406.477			
			242	19	406.477			
			243	42	406.479			

Dari data pada tabel 4.11 dan tabel 4.12 diatas dapat dilihat bahwa ketika variabel pengaturan kontras bergerak naik, nilai RMSE akan berkurang atau menurun hingga nilai terkecil, setelah mencapai nilai terkecil, selanjutnya nilai RMSE akan bertambah hingga pergerakan nilai variabel berhenti. Dari data tersebut, diketahui bahwa citra biner yang dihasilkan dengan nilai RMSE terkecil adalah dengan variabel r1 ditarik kenilai 200.

Tabel 4.13. Hasil pada citra keenam

Ground truth	
Hasil Kontras Terbaik	
Hasil	

Dari tabel 4.13 diatas dapat dilihat bahwa citra hasil pengaturan kontras akan menghasilkan citra biner yang mirip dengan citra *ground truth*nya. Nilai RMSE dari perbandingan citra biner dan *ground truth*nya adalah sebesar 55.8383.

## 7. Pengujian pada data yang ketujuh

Program berjalan dengan menggerakan nilai variabel kontras satu persatu, setiap pergerakan nilai variabel menghasilkan nilai RMSE. Setelah pergerakan nilai variabel kontras selesai, didapatkan nilai sebagai berikut:

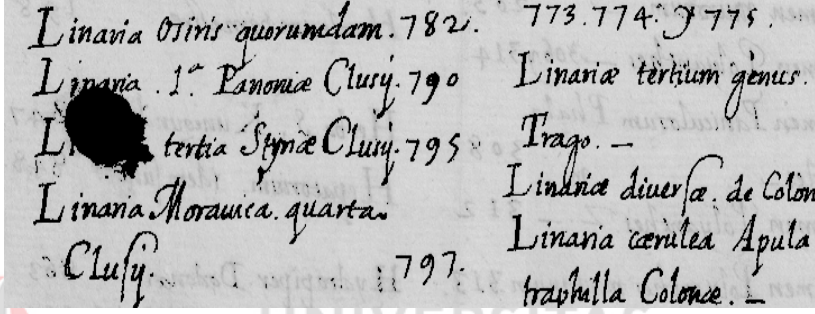
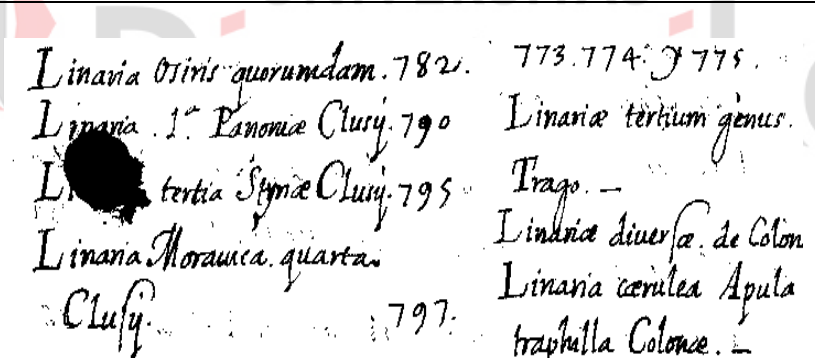
Tabel 4.14. Perubahan nilai variabel r1 dan r2 pada citra ketujuh

r1	T	RMSE	r1	T	RMSE	r1	T	RMSE	r2	T	RMSE
156	157	98.5139	184	1	103.97	214	1	400.283	119	53	94.1906
157	1	98.5139	185	1	106.05	215	1	406.548	120	52	94.1906
158	161	96.8205	186	1	108.239	216	1	410.617	121	51	94.1906
159	161	96.8205	187	1	110.858	217	1	412.988	122	50	94.1906
160	161	96.8205	188	1	113.846	218	1	414.338	123	51	94.3608
161	1	96.8205	189	1	117.064	219	1	415.008	124	50	94.3608
162	1	96.4565	190	1	120.544	220	1	415.247	125	49	94.3608
163	165	95.4985	191	1	124.032	221	1	415.354	126	48	94.3608
164	165	95.4985	192	1	127.854	222	1	415.393			
165	1	95.4985	193	1	131.757	223	1	415.412			
166	167	94.85	194	1	136.066	224	1	415.416			
167	1	94.85	195	1	140.993	225	1	415.418			
168	169	94.3804	196	1	146.383	226	1	415.418			
169	1	94.3804	197	1	152.382	227	1	415.419			
170	1	94.2103	198	1	159.133	228	1	415.419			
171	1	94.1906	199	1	166.927	229	1	415.419			
172	1	94.1906	200	1	176.092						
173	1	94.243	201	1	186.445						
174	1	94.3608	202	1	198.647						
175	1	94.5176	203	1	212.606						
176	1	94.85	204	1	228.863						
177	1	95.4468	205	1	246.976						
178	1	96.1233	206	1	266.643						
179	1	96.8396	207	1	286.973						
180	1	97.8224	208	1	307.657						
181	1	98.9515	209	1	327.865						
182	1	100.413	210	1	347.351						
183	1	102.034	211	1	364.548						
			212	1	379.467						
			213	1	391.406						

Dari data pada tabel 4.14 diatas dapat dilihat bahwa ketika variabel pengaturan kontras bergerak naik, nilai RMSE akan berkurang atau menurun hingga nilai terkecil, setelah mencapai nilai terkecil, selanjutnya nilai RMSE akan bertambah hingga pergerakan nilai variabel berhenti. Dari data tersebut, diketahui bahwa citra biner yang dihasilkan dengan nilai RMSE terkecil adalah dengan variabel r1 ditarik kenilai 171.



Tabel 4.15 Hasil pada citra ketujuh

Ground truth	<i>Linaria Otinis quorundam</i> . 782. 773. 774. 775. <i>Linaria</i> . 1 <sup>a</sup> <i>Pannonia</i> Clusij. 790 <i>Linariae tertium genus</i> . <i>Linaria tertia</i> <i>Synae</i> Clusij. 795 <i>Trago</i> . - <i>Linaria Moravica</i> . quarta. <i>Linariae diuersa</i> . de Colon <i>Clusij</i> . 797. <i>Linaria caerulea</i> <i>Apula</i> <i>traphulla</i> <i>Colonae</i> . -
Hasil Kontras Terbaik	
Hasil	

Dari tabel 4.15 diatas dapat dilihat bahwa citra hasil pengaturan kontras akan menghasilkan citra biner yang mirip dengan citra *ground truth*nya. Nilai RMSE dari perbandingan citra biner dan *ground truth*nya adalah sebesar 94.1906.

## 8. Pengujian pada data yang kedelapan

Program berjalan dengan mengerjakan nilai variabel kontras satu persatu, setiap pergerakan nilai variabel menghasilkan nilai RMSE. Setelah pergerakan nilai variabel kontras selesai, didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 4.16. Perubahan nilai variabel r1 dan s1 kedelapan.

R1	T	RMSE
161	162	48.2655
162	1	48.2655
163	166	47.2046
164	166	47.2046
165	166	47.2046
166	1	47.2046
167	174	45.2036
168	174	45.2036
169	174	45.2036
170	174	45.2036
171	174	45.2036
172	174	45.2036
173	174	45.2036
174	1	45.2036
175	1	45.0339
176	1	44.903
177	180	44.5805
178	180	44.5805
179	180	44.5805
180	1	44.5805
181	1	44.5739
182	183	44.4747
183	1	44.4747
184	1	44.5937
185	1	44.6663
186	1	44.7782
187	1	44.8833
188	1	45.1123

R1	T	RMSE
189	1	45.5346
190	191	46.7722
191	1	46.7722
192	193	48.2228
193	1	48.2228
194	1	49.0101
195	196	51.1961
196	1	51.1961
197	198	53.5517
198	1	53.5517
199	1	54.7479
200	1	56.008
201	1	57.5379
202	1	59.0082
203	1	60.807
204	1	62.4646
205	1	64.2812
206	1	66.3681
207	1	68.43
208	1	70.6945
209	1	73.0178
210	1	75.7995
211	1	78.5315
212	1	81.8902
213	1	85.9256
214	1	90.9268
215	1	97.2088
216	1	104.895
217	1	114.403
218	1	127.223
219	1	143.28

R1	T	RMSE
219	1	143.28
220	1	164.339
221	1	189.525
222	1	218.648
223	1	251.627
224	1	286.127
225	1	320.231
226	1	352.228
227	1	379.13
228	1	400.154
229	1	414.772
230	1	423.83
231	1	428.913
232	1	431.317
233	1	432.351
234	1	432.748
235	1	432.866
236	1	432.923
237	1	432.949
238	1	432.963
239	1	432.968
240	1	432.97
241	1	432.971
242	1	432.972

S1	T	RMSE
179	183	44.4747
180	183	44.4747
181	183	44.4747
182	162	48.2655
183	162	48.2655
184	162	48.2655

Tabel 4.17. Perubahan nilai variabel r2 pada citra kedelapan.

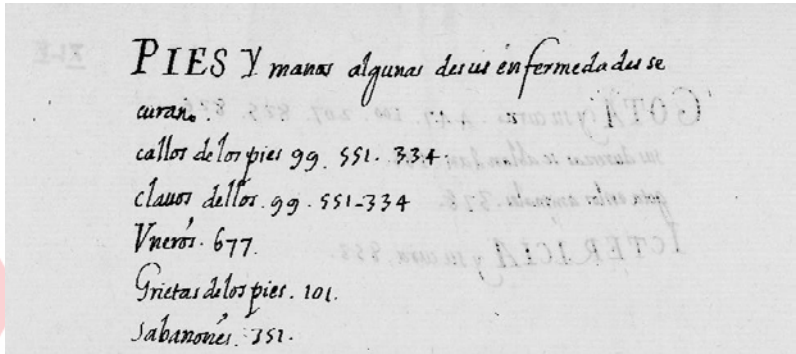
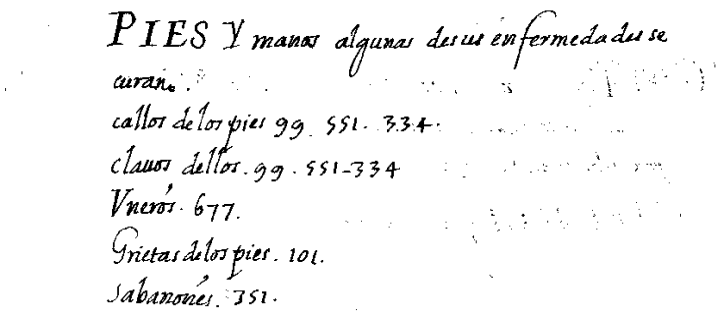
R2	T	RMSE
145	77	44.4747
146	82	44.8833
147	92	48.2228
148	90	48.2228
149	88	48.2228
150	86	48.2228
151	84	48.2228
152	82	48.2228
153	80	48.2228
154	78	48.2228
155	76	48.2228
156	74	48.2228
157	72	48.2228
158	70	48.2228
159	68	48.2228
160	66	48.2228
161	64	48.2228
162	62	48.2228
163	60	48.2228
164	58	48.2228
165	62	51.1961
166	60	51.1961
167	72	60.807
168	70	60.807
169	68	60.807
170	99	60.807
171	96	60.807
172	93	60.807
173	90	60.807

R2	T	RMSE
174	87	60.807
175	84	60.807
176	81	60.807
177	78	60.807
178	75	60.807
179	72	60.807
180	69	60.807
181	78	68.43
182	75	68.43
183	72	68.43
184	69	68.43
185	66	68.43
186	63	68.43
187	60	68.43
188	57	68.43
189	54	68.43
190	54	70.6945
191	51	70.6945
192	64	70.6945
193	68	75.7995
194	64	75.7995
195	60	75.7995
196	56	75.7995
197	52	75.7995
198	48	75.7995
199	45	75.7995
200	41	75.7995
201	37	75.7995
202	33	75.7995
203	33	78.5315
204	36	78.5315

R2	T	RMSE
205	36	81.8902
206	31	81.8902
207	31	85.9256
208	31	90.9268
209	26	90.9268
210	26	97.2088
211	21	97.2088
212	21	104.895
213	19	104.895
214	25	127.223
215	19	127.223
216	19	143.28
217	19	164.339
218	19	189.525
219	21	218.648
220	21	251.627
221	21	286.127
222	21	320.231
223	14	320.231
224	16	352.228
225	16	379.13
226	8	379.13
227	9	400.154
228	9	414.772
229	9	423.83
230	10	428.913
231	10	431.317
232	11	432.351
233	11	432.748
234	12	432.866
235	12	432.923
236	13	432.949
237	14	432.963
238	15	432.968
239	15	432.97
240	17	432.971
241	1	432.971
242	1	432.972

Dari data pada tabel 4.16 dan tabel 4.17 diatas dapat dilihat bahwa ketika variabel pengaturan kontras bergerak naik, nilai RMSE akan berkurang atau menurun hingga nilai terkecil, setelah mencapai nilai terkecil, selanjutnya nilai RMSE akan bertambah hingga pergerakan nilai variabel berhenti. Dari data tersebut, diketahui bahwa citra biner yang dihasilkan dengan nilai RMSE terkecil adalah dengan variabel r1 ditarik kenilai 182

Tabel 4.18. Hasil pada citra kedelapan

Ground truth	<p><i>PIES Y manos algunas de us enfermedades se curan.</i></p> <p><i>callor de los pies 99. 551. 334.</i></p> <p><i>claus de los. 99. 551-334</i></p> <p><i>Vneros. 677.</i></p> <p><i>Grietas de los pies. 101.</i></p> <p><i>Sabanones. 351.</i></p>
Hasil Kontras Terbaik	 <p><i>PIES Y manos algunas de us enfermedades se curan.</i></p> <p><i>callor de los pies 99. 551. 334.</i></p> <p><i>claus de los. 99. 551-334</i></p> <p><i>Vneros. 677.</i></p> <p><i>Grietas de los pies. 101.</i></p> <p><i>Sabanones. 351.</i></p>
Hasil	 <p><i>PIES Y manos algunas de us enfermedades se curan.</i></p> <p><i>callor de los pies 99. 551. 334.</i></p> <p><i>claus de los. 99. 551-334</i></p> <p><i>Vneros. 677.</i></p> <p><i>Grietas de los pies. 101.</i></p> <p><i>Sabanones. 351.</i></p>

Dari tabel 4.18 diatas dapat dilihat bahwa citra hasil pengaturan kontras akan menghasilkan citra biner yang mirip dengan citra *ground truth*nya. Nilai RMSE dari perbandingan citra biner dan *ground truth*nya adalah sebesar 44.4747.

## 9. Pengujian pada data yang kesembilan

Program berjalan dengan menggerakan nilai variabel kontras satu persatu, setiap pergerakan nilai variabel menghasilkan nilai RMSE. Setelah pergerakan nilai variabel kontras selesai, didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 4.19. Perubahan nilai variabel r1 pada citra kesembilan

R1	T	RMSE	R1	T	RMSE	R1	T	RMSE	R1	T	RMSE
145	147	90.795	174	1	98.389	204	1	202.83	235	1	412.38
146	147	90.795	175	1	100.71	205	1	204.38	236	1	412.52
147	1	90.795	176	1	103.3	206	1	206.16	237	1	412.57
148	151	88.802	177	1	105.96	207	1	207.89	238	1	412.6
149	151	88.802	178	1	109.06	208	1	209.59	239	1	412.61
150	151	88.802	179	1	112.58	209	1	211.4	240	1	412.62
151	1	88.802	180	1	115.92	210	1	213.5	241	1	412.63
152	1	88.461	181	1	119.24	211	1	215.77	242	1	412.63
153	155	87.387	182	1	123.1	212	1	218.58	243	1	412.63
154	155	87.387	183	204	202.83	213	1	222.09	244	1	412.63
155	1	87.387	184	204	202.83	214	1	226.27	245	1	412.63
156	157	87.04	185	204	202.83	215	1	231.31			
157	1	87.04	186	204	202.83	216	1	237.36			
158	159	86.617	187	204	202.83	217	1	244.78			
159	1	86.617	188	204	202.83	218	1	253.71			
160	161	86.737	189	204	202.83	219	1	264.15			
161	1	86.737	190	204	202.83	220	1	276.62			
162	1	86.971	191	204	202.83	221	1	290.45			
163	1	87.217	192	204	202.83	222	1	305.44			
164	1	87.493	193	204	202.83	223	1	321.25			
165	1	87.775	194	204	202.83	224	1	337.48			
166	1	88.156	195	204	202.83	225	1	352.85			
167	1	88.789	196	204	202.83	226	1	367.24			
168	1	89.59	197	204	202.83	227	1	380.3			
169	1	90.674	198	204	202.83	228	1	390.73			
170	1	91.728	199	204	202.83	229	1	398.65			
171	1	93.065	200	204	202.83	230	1	404.33			
172	1	94.651	201	204	202.83	231	1	407.98			
173	1	96.313	202	204	202.83	232	1	410.24			
			203	204	202.83	233	1	411.45			
			204	1	202.83	234	1	412.08			

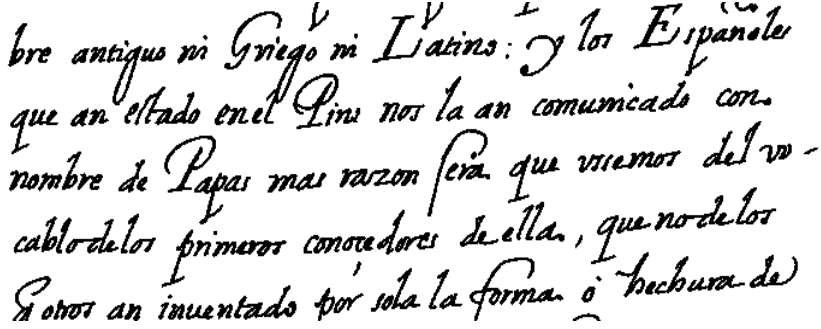
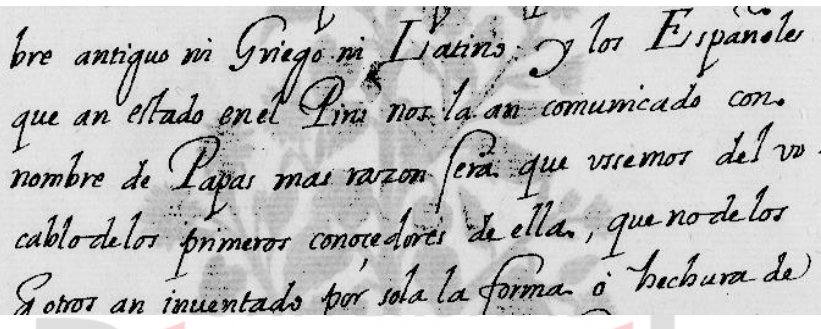
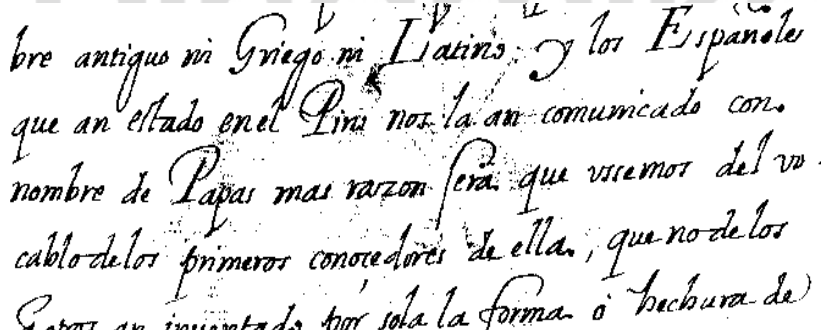


Tabel 4.20. Perubahan nilai variabel r2 pada citra kesembilan

R2	T	RMSE	R2	T	RMSE	R2	T	RMSE	R2	T	RMSE	R2	T	RMSE
114	47	86.7369	143	122	202.829	174	99	207.889	204	40	218.581	235	24	412.573
115	89	202.829	144	120	202.829	175	96	207.889	205	40	222.093	236	13	412.573
116	88	202.829	145	118	202.829	176	93	207.889	206	35	222.093	237	28	412.613
117	87	202.829	146	116	202.829	177	90	207.889	207	35	226.27	238	30	412.621
118	86	202.829	147	114	202.829	178	87	207.889	208	35	231.312	239	15	412.621
119	85	202.829	148	112	202.829	179	84	207.889	209	30	231.312	240	34	412.629
120	84	202.829	149	110	202.829	180	81	207.889	210	30	237.358	241	18	412.629
121	83	202.829	150	108	202.829	181	78	207.889	211	30	244.778	242	1	412.629
122	82	202.829	151	106	202.829	182	78	209.591	212	25	244.778	243	1	412.629
123	81	202.829	152	104	202.829	183	75	209.591	213	30	253.705	244	1	412.63
124	80	202.829	153	102	202.829	184	72	209.591	214	30	264.15	245	1	412.631
125	79	202.829	154	100	202.829	185	69	209.591	215	30	276.619			
126	78	202.829	155	98	202.829	186	66	209.591	216	24	276.619			
127	77	202.829	156	96	202.829	187	63	209.591	217	24	290.447			
128	152	202.829	157	94	202.829	188	60	209.591	218	24	305.437			
129	150	202.829	158	92	202.829	189	57	209.591	219	28	321.249			
130	148	202.829	159	90	202.829	190	54	209.591	220	21	321.249			
131	146	202.829	160	88	202.829	191	51	209.591	221	21	337.475			
132	144	202.829	161	86	202.829	192	64	209.591	222	21	352.853			
133	142	202.829	162	84	202.829	193	60	209.591	223	14	352.853			
134	140	202.829	163	82	202.829	194	56	209.591	224	16	367.241			
135	138	202.829	164	80	202.829	195	60	213.5	225	16	380.295			
136	136	202.829	165	78	202.829	196	56	213.5	226	16	390.732			
137	134	202.829	166	76	202.829	197	52	213.5	227	18	398.648			
138	132	202.829	167	80	207.889	198	48	213.5	228	9	398.648			
139	130	202.829	168	78	207.889	199	44	213.5	229	9	404.33			
140	128	202.829	169	76	207.889	200	40	213.5	230	10	407.983			
141	126	202.829	170	111	207.889	201	40	215.767	231	10	410.236			
142	124	202.829	171	108	207.889	202	36	215.767	232	11	411.453			
			172	105	207.889	203	32	215.767	233	11	412.083			
									234	24	412.518			

Dari data pada tabel 4.19 dan tabel 4.20 diatas dapat dilihat bahwa ketika variabel pengaturan kontras bergerak naik, nilai RMSE akan berkurang atau menurun hingga nilai terkecil, setelah mencapai nilai terkecil, selanjutnya nilai RMSE akan bertambah hingga pergerakan nilai variabel berhenti. Dari data tersebut, diketahui bahwa citra biner yang dihasilkan dengan nilai RMSE terkecil adalah dengan variabel r1 ditarik kenilai 158.

Tabel 4.21. Hasil pada citra kesembilan

Ground truth	
Hasil Kontras Terbaik	
Hasil	

Dari tabel 4.21 diatas dapat dilihat bahwa citra hasil pengaturan kontras akan menghasilkan citra biner yang mirip dengan citra *ground truth*nya. Nilai RMSE dari perbandingan citra biner dan *ground truth*nya adalah sebesar 86.617

## 10. Pengujian pada data yang kesepuluh

Program berjalan dengan mengerjakan nilai variabel kontras satu persatu, setiap pergerakan nilai variabel menghasilkan nilai RMSE. Setelah pergerakan nilai variabel kontras selesai, didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 4.22. Perubahan nilai variabel r1 pada citra kesepuluh

R1	T	RMSE	R1	T	RMSE	R1	T	RMSE
154	1	81.2626	183	1	85.8265	214	1	185.288
155	1	79.3603	184	1	87.7703	215	1	193.872
156	185	79.3603	185	1	87.7703	216	1	203.294
157	1	79.3603	186	1	90.5223	217	1	213.91
158	187	79.3603	187	1	90.5223	218	1	225.543
159	1	79.3603	188	1	91.906	219	1	238.308
160	1	79.3603	189	1	93.4067	220	1	252.651
161	1	79.3603	190	1	95.0423	221	1	267.919
162	1	78.9687	191	1	98.7667	222	1	284.309
163	192	78.9687	192	1	98.7667	223	1	301.63
164	1	79.0696	193	1	100.478	224	1	319.157
165	1	79.0696	194	1	102.662	225	1	336.854
166	1	79.0696	195	1	105.012	226	1	353.688
167	1	79.0696	196	1	107.241	227	1	368.913
168	1	79.1144	197	1	109.642	228	1	382.299
169	1	79.1144	198	1	112.268	229	1	393
170	1	79.2765	199	1	115.311	230	1	401.195
171	1	79.2765	200	1	118.4	231	1	406.914
172	1	79.5331	201	1	121.337	232	1	410.57
173	1	80.0492	202	1	124.592	233	1	412.8
174	1	80.0492	203	1	127.98	234	1	413.978
175	1	80.9295	204	1	131.57	235	1	414.509
176	1	80.9295	205	1	135.3	236	1	414.73
177	1	81.4368	206	1	139.255	237	1	414.843
178	1	82.5065	207	1	143.61	238	1	414.88
179	1	82.5065	208	1	148.155	239	1	414.885
180	1	83.2279	209	1	153.076	240	1	414.892
181	1	83.9801	210	1	158.411	241	1	414.893
182	1	84.8926	211	1	164.333	242	1	414.893
			212	1	170.678	243	1	414.895
			213	1	177.652			

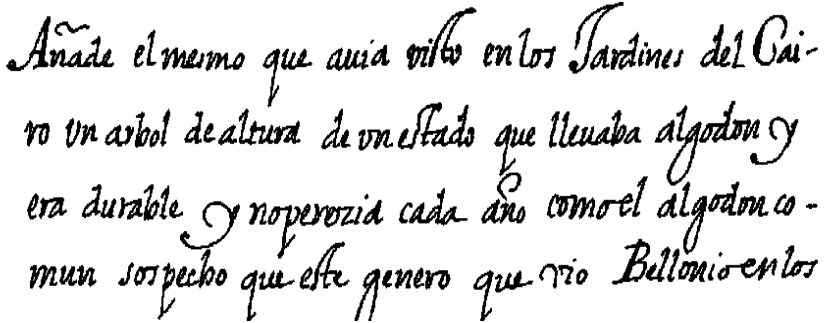
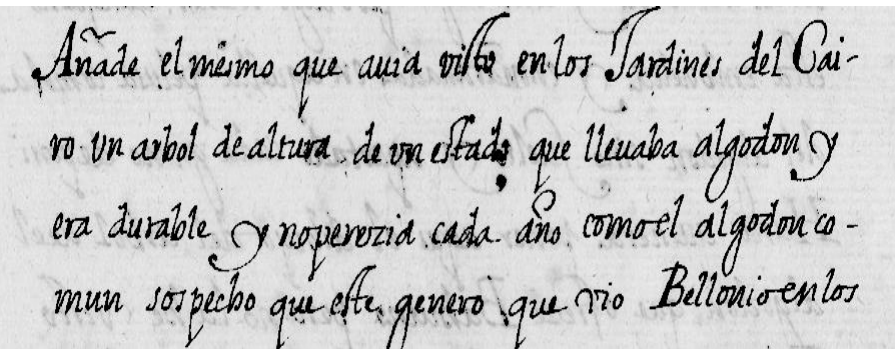
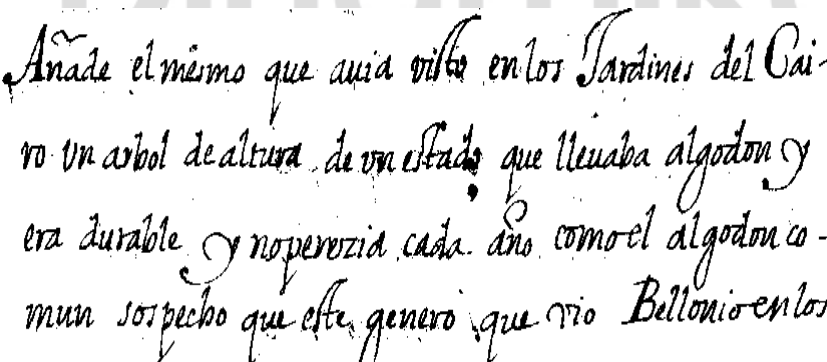


Tabel 4.23. Perubahan nilai variabel r2 pada citra kesepuluh

R2	T	RMSE	R2	T	RMSE	R2	T	RMSE	R2	T	RMSE	R2	T	RMSE
91	76	79.0696	119	61	83.2279	150	84	98.7667	178	78	131.57	209	40	213.91
92	79	79.2765	120	60	83.2279	151	82	98.7667	179	75	131.57	210	35	213.91
93	83	80.9295	121	59	83.2279	152	80	98.7667	180	72	131.57	211	35	225.543
94	82	80.9295	122	58	83.2279	153	78	98.7667	181	72	135.3	212	30	225.543
95	81	80.9295	123	57	83.2279	154	76	98.7667	182	69	135.3	213	36	238.308
96	80	80.9295	124	56	83.2279	155	74	98.7667	183	66	135.3	214	36	252.651
97	79	80.9295	125	55	83.2279	156	72	98.7667	184	63	135.3	215	30	252.651
98	78	80.9295	126	54	83.2279	157	70	98.7667	185	60	135.3	216	30	267.919
99	77	80.9295	127	53	83.2279	158	68	98.7667	186	57	135.3	217	30	284.309
100	76	80.9295	128	104	83.2279	159	66	98.7667	187	60	143.61	218	24	284.309
101	75	80.9295	129	102	83.2279	160	64	98.7667	188	57	143.61	219	28	301.63
102	74	80.9295	130	100	83.2279	161	78	118.4	189	54	143.61	220	28	319.157
103	73	80.9295	131	98	83.2279	162	76	118.4	190	54	148.155	221	21	319.157
104	72	80.9295	132	96	83.2279	163	74	118.4	191	51	148.155	222	21	336.854
105	71	80.9295	133	94	83.2279	164	72	118.4	192	64	148.155	223	21	353.688
106	70	80.9295	134	92	83.2279	165	70	118.4	193	60	148.155	224	16	353.688
107	69	80.9295	135	90	83.2279	166	68	118.4	194	60	153.076	225	16	368.913
108	72	83.2279	136	112	98.7667	167	66	118.4	195	56	153.076	226	16	382.299
109	71	83.2279	137	110	98.7667	168	64	118.4	196	56	158.411	227	18	393
110	70	83.2279	138	108	98.7667	169	62	118.4	197	56	164.333	228	9	393
111	69	83.2279	139	106	98.7667	170	90	118.4	198	52	164.333	229	9	401.195
112	68	83.2279	140	104	98.7667	171	87	118.4	199	48	164.333	230	10	406.914
113	67	83.2279	141	102	98.7667	172	84	118.4	200	48	170.678	231	10	410.57
114	66	83.2279	142	100	98.7667	173	81	118.4	201	44	170.678	232	11	412.8
115	65	83.2279	143	98	98.7667	174	78	118.4	202	44	177.652	233	11	413.978
116	64	83.2279	144	96	98.7667	175	87	131.57	203	40	177.652	234	12	414.509
117	63	83.2279	145	94	98.7667	176	84	131.57	204	45	177.652	235	1	414.509
118	62	83.2279	146	92	98.7667	177	81	131.57	205	45	185.288	236	26	414.88
			147	90	98.7667				206	45	193.872	237	42	414.892
			148	88	98.7667				207	40	193.872	238	30	414.892
			149	86	98.7667				208	40	203.294	239	15	414.892
												240	1	414.892
												241	1	414.893
												242	1	414.893
												243	1	414.895

Dari data pada tabel 4.22 dan tabel 4.23 diatas dapat dilihat bahwa ketika variabel pengaturan kontras bergerak naik, nilai RMSE akan berkurang atau menurun hingga nilai terkecil, setelah mencapai nilai terkecil, selanjutnya nilai RMSE akan bertambah hingga pergerakan nilai variabel berhenti. Dari data tersebut, diketahui bahwa citra biner yang dihasilkan dengan nilai RMSE terkecil adalah dengan variabel r1 ditarik ke nilai 162

Tabel 4.24 Hasil pada citra kesepuluh

Ground truth	 <p><i>Añade el mismo que auia visto en los Jardines del Cairo vn arbol de altura de vn estado que lleuaba algodón y era durable y no perozia cada año como el algodón comun sospecho que este genero que vio Bellonio en los</i></p>
Hasil Kontras Terbaik	 <p><i>Añade el mismo que auia visto en los Jardines del Cairo vn arbol de altura de vn estado que lleuaba algodón y era durable y no perozia cada año como el algodón comun sospecho que este genero que vio Bellonio en los</i></p>
Hasil	 <p><i>Añade el mismo que auia visto en los Jardines del Cairo vn arbol de altura de vn estado que lleuaba algodón y era durable y no perozia cada año como el algodón comun sospecho que este genero que vio Bellonio en los</i></p>

Dari tabel 4.24 diatas dapat dilihat bahwa citra hasil pengaturan kontras akan menghasilkan citra biner yang mirip dengan citra *ground truth*nya. Nilai RMSE dari perbandingan citra biner dan *ground truth*nya adalah sebesar 78.9687.

## 4.2 Pengujian dengan *F-measure*

Pengujian dengan menggunakan *F-measure* ini dilakukan setelah proses pengujian RMSE. Citra biner terbaik yang telah ditemukan melalui pengujian RMSE akan dihitung kembali dengan perhitungan *F-measure*.

### 4.2.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian *F-measure* dilakukan untuk mendapatkan nilai kemiripan antara citra biner dan groundtruthnya. Setelah didapatkan nilai *F-measure* dari keseluruhan data yang diuji, maka akan didapatkan nilai seberapa tepat metode pengaturan kontras dan Otsu threshold untuk memperbaiki citra dokumen terdegradasi.

### 4.2.2 Peralatan yang digunakan

#### 1. Perangkat keras

Perangkat keras yang digunakan untuk pengujian adalah sebuah Notebook PC dengan spesifikasi sebagai berikut:

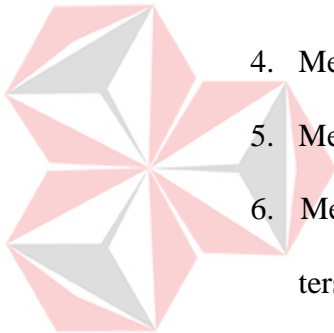
- |                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| 1.Processor       | : Intel(R) Core(TM) i3 CPU |
| 2.Memory          | : 4.00 GB                  |
| 3.Sistem Operasi: | : Windows 10 Pro           |
| 4.Tipe Sistem     | : 64-bit Operating System  |

## 2. Perangkat Lunak

1. Matlab adalah aplikasi untuk menghitung nilai kemiripan berdasarkan nilai *F-measure*. Matlab yang digunakan untuk pengujian ini adalah Matlab versi R2015b

### 4.2.3 Prosedur pengujian

1. Menjalankan program Matlab.
2. Memilih data yang akan diuji.
3. Menjalankan *source code F-measure*.
4. Mengamati data yang dihasilkan dari program yang sudah berjalan.
5. Mengamati nilai intensitas degradasi pada data yang diuji.
6. Mengambil sampel pada setiap data pada citra yang dalam sampel tersebut terdapat warna tulisan, warna kertas dan warna objek lain.
7. menyimpulkan intensitas degradasi mana yang sulit untuk diselesaikan oleh sistem.



#### 4.2.4 Hasil Pengujian dan Evaluasi

Setelah program *F-measure* dijalankan untuk menguji semua data, maka didapatkan nilai-nilai seperti pada Tabel 4.25

Tabel 4.25. Hasil Pengujian *F-measure* (%)

DATA	Precision	Recall	F-Mea
Citra pertama	0.8075	0.916	85.8345
Citra kedua	0.8087	0.9027	85.3104
Citra ketiga	0.8208	0.9422	87.7314
Citra keempat	0.9244	0.9774	95.0149
Citra kelima	0.9354	0.9482	94.1765
Citra keenam	0.9453	0.95	94.764
Citra ketujuh	0.8022	0.8033	80.2723
Citra kedelapan	0.7831	0.9479	85.7663
Citra Kesembilan	0.7362	0.9502	82.9621
Citra kesepuluh	0.7749	0.943	85.076

Dari table 4.25, maka dapat dilihat bahwa citra yang memiliki jenis degradasi yang paling sulit diperbaiki adalah citra dokumen yang terdapat kotoran di sekitar objek (teks) pada tampilan depan, yaitu citra ketujuh dan citra ke sembilan. Citra ketujuh dan kesembilan memiliki nilai *F-measure* dibawah 85, maka citra tersebut dianggap tidak cocok bila diperbaiki dengan sistem ini. Untuk citra yang memiliki jenis degradasi lainnya dapat secara efektif diperbaiki oleh sistem.

#### 4.2.1 Nilai Intensitas Degradasi pada Dokumen

Untuk mengamati nilai intensitas pada citra dokumen terdegradasi diambil citra hasil dari proses konversi ke *grayscale*. Untuk citra ketujuh dan kesembilan tidak akan dibahas lagi, karena citra tersebut dianggap tidak cocok bila diperbaiki dengan sistem ini. Hasil citra grayscale akan diambil sampel dibagian yang memiliki semua jenis degradasi yaitu objek (teks), warna kertas dan warna bayangan atau kotoran. Setelah itu akan diamati nilai nilai-intensitasnya, hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa gelap dan terang objek-objek yang mengalami degradasi tersebut. Nilai intensitas aras keabuan adalah semakin tinggi, citra akan semakin terang, semakin rendah, citra semakin gelap.

Keterangan warna pada nilai intensitas citra sampel untuk tabel 4.26 - 4.33:

Kuning = Warna Kertas

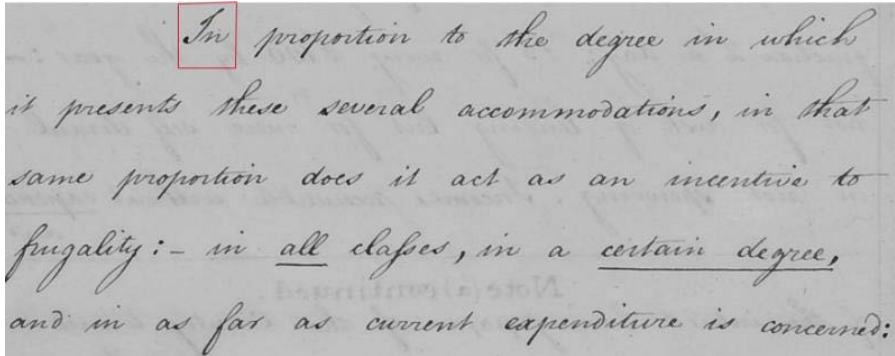

Biru = Warna Objek (teks)

Hijau = Warna bayangan dan Kotoran

## 1. Citra pertama

Nilai-nilai degradasi pada citra yang pertama dapat dilihat pada tabel 4.26.

Tabel 4.26 pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra pertama

Hasil Proses Grayscale																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Sampel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Nilai intensitas pada citra sampel	<table><tr><td>133</td><td>90</td><td>133</td><td>131</td><td>76</td><td>102</td><td>194</td><td>197</td><td>185</td><td>191</td><td>190</td><td>191</td><td>191</td><td>190</td><td>191</td><td>192</td><td>188</td><td>190</td><td>190</td><td>192</td><td>191</td><td>192</td><td>194</td></tr><tr><td>69</td><td>150</td><td>154</td><td>77</td><td>94</td><td>188</td><td>202</td><td>190</td><td>190</td><td>189</td><td>191</td><td>192</td><td>192</td><td>189</td><td>192</td><td>191</td><td>188</td><td>189</td><td>191</td><td>192</td><td>191</td><td>193</td><td>192</td></tr><tr><td>147</td><td>180</td><td>89</td><td>55</td><td>157</td><td>199</td><td>189</td><td>189</td><td>191</td><td>188</td><td>190</td><td>191</td><td>192</td><td>189</td><td>191</td><td>190</td><td>189</td><td>190</td><td>190</td><td>192</td><td>192</td><td>191</td><td>191</td></tr><tr><td>178</td><td>123</td><td>59</td><td>79</td><td>189</td><td>193</td><td>185</td><td>185</td><td>190</td><td>190</td><td>190</td><td>193</td><td>191</td><td>190</td><td>189</td><td>187</td><td>186</td><td>190</td><td>191</td><td>191</td><td>192</td><td>191</td><td>194</td></tr><tr><td>140</td><td>67</td><td>68</td><td>159</td><td>200</td><td>187</td><td>186</td><td>187</td><td>190</td><td>191</td><td>190</td><td>192</td><td>190</td><td>192</td><td>194</td><td>193</td><td>190</td><td>188</td><td>190</td><td>192</td><td>194</td><td>191</td><td>190</td></tr><tr><td>81</td><td>53</td><td>130</td><td>201</td><td>193</td><td>191</td><td>192</td><td>190</td><td>190</td><td>192</td><td>192</td><td>192</td><td>192</td><td>189</td><td>191</td><td>191</td><td>191</td><td>190</td><td>190</td><td>189</td><td>192</td><td>192</td><td>190</td></tr><tr><td>58</td><td>95</td><td>195</td><td>193</td><td>188</td><td>188</td><td>190</td><td>190</td><td>191</td><td>193</td><td>193</td><td>192</td><td>192</td><td>189</td><td>190</td><td>190</td><td>190</td><td>192</td><td>190</td><td>190</td><td>189</td><td>188</td><td>189</td></tr><tr><td>64</td><td>172</td><td>202</td><td>188</td><td>189</td><td>190</td><td>189</td><td>190</td><td>189</td><td>191</td><td>192</td><td>193</td><td>191</td><td>192</td><td>190</td><td>190</td><td>191</td><td>191</td><td>192</td><td>190</td><td>189</td><td>190</td><td>189</td></tr><tr><td>144</td><td>199</td><td>192</td><td>191</td><td>189</td><td>189</td><td>187</td><td>193</td><td>191</td><td>189</td><td>192</td><td>191</td><td>192</td><td>190</td><td>191</td><td>192</td><td>191</td><td>189</td><td>188</td><td>191</td><td>190</td><td>190</td><td>190</td></tr><tr><td>204</td><td>189</td><td>187</td><td>190</td><td>192</td><td>191</td><td>191</td><td>189</td><td>193</td><td>193</td><td>193</td><td>190</td><td>187</td><td>189</td><td>189</td><td>191</td><td>191</td><td>191</td><td>189</td><td>189</td><td>191</td><td>188</td><td>187</td></tr><tr><td>191</td><td>185</td><td>186</td><td>189</td><td>188</td><td>191</td><td>189</td><td>193</td><td>188</td><td>191</td><td>182</td><td>179</td><td>189</td><td>190</td><td>189</td><td>193</td><td>195</td><td>191</td><td>191</td><td>189</td><td>190</td><td>190</td><td>189</td></tr><tr><td>189</td><td>190</td><td>187</td><td>190</td><td>193</td><td>191</td><td>192</td><td>191</td><td>190</td><td>192</td><td>170</td><td>161</td><td>175</td><td>191</td><td>190</td><td>192</td><td>188</td><td>189</td><td>189</td><td>191</td><td>189</td><td>188</td><td>191</td></tr><tr><td>189</td><td>193</td><td>196</td><td>198</td><td>196</td><td>196</td><td>192</td><td>190</td><td>190</td><td>196</td><td>182</td><td>160</td><td>167</td><td>190</td><td>188</td><td>187</td><td>187</td><td>187</td><td>188</td><td>187</td><td>186</td><td>188</td><td>189</td></tr><tr><td>195</td><td>195</td><td>179</td><td>142</td><td>128</td><td>171</td><td>192</td><td>189</td><td>189</td><td>191</td><td>190</td><td>177</td><td>178</td><td>187</td><td>187</td><td>187</td><td>189</td><td>190</td><td>187</td><td>188</td><td>189</td><td>184</td><td>184</td></tr><tr><td>172</td><td>142</td><td>123</td><td>111</td><td>95</td><td>125</td><td>191</td><td>190</td><td>187</td><td>191</td><td>195</td><td>198</td><td>192</td><td>188</td><td>188</td><td>188</td><td>191</td><td>190</td><td>192</td><td>193</td><td>183</td><td>189</td><td>187</td></tr><tr><td>125</td><td>135</td><td>171</td><td>129</td><td>102</td><td>165</td><td>195</td><td>192</td><td>199</td><td>195</td><td>174</td><td>161</td><td>179</td><td>187</td><td>188</td><td>187</td><td>188</td><td>189</td><td>194</td><td>173</td><td>120</td><td>159</td><td>191</td></tr><tr><td>159</td><td>195</td><td>174</td><td>102</td><td>153</td><td>204</td><td>201</td><td>192</td><td>149</td><td>109</td><td>93</td><td>79</td><td>136</td><td>194</td><td>190</td><td>186</td><td>186</td><td>193</td><td>194</td><td>131</td><td>115</td><td>174</td><td>193</td></tr><tr><td>196</td><td>179</td><td>102</td><td>123</td><td>195</td><td>189</td><td>149</td><td>119</td><td>135</td><td>157</td><td>107</td><td>98</td><td>171</td><td>195</td><td>186</td><td>189</td><td>188</td><td>197</td><td>171</td><td>112</td><td>148</td><td>195</td><td>193</td></tr><tr><td>189</td><td>110</td><td>101</td><td>182</td><td>169</td><td>121</td><td>123</td><td>161</td><td>197</td><td>174</td><td>97</td><td>128</td><td>183</td><td>179</td><td>182</td><td>186</td><td>196</td><td>175</td><td>123</td><td>135</td><td>135</td><td>196</td><td>189</td></tr><tr><td>132</td><td>83</td><td>101</td><td>108</td><td>102</td><td>146</td><td>188</td><td>197</td><td>194</td><td>116</td><td>99</td><td>161</td><td>186</td><td>183</td><td>185</td><td>192</td><td>171</td><td>129</td><td>138</td><td>181</td><td>196</td><td>186</td><td>186</td></tr><tr><td>87</td><td>88</td><td>83</td><td>112</td><td>176</td><td>196</td><td>195</td><td>200</td><td>153</td><td>94</td><td>148</td><td>189</td><td>184</td><td>191</td><td>186</td><td>164</td><td>126</td><td>142</td><td>183</td><td>195</td><td>187</td><td>188</td><td>189</td></tr><tr><td>77</td><td>92</td><td>166</td><td>202</td><td>197</td><td>191</td><td>197</td><td>176</td><td>105</td><td>119</td><td>196</td><td>193</td><td>187</td><td>163</td><td>139</td><td>127</td><td>151</td><td>189</td><td>187</td><td>186</td><td>190</td><td>189</td><td>189</td></tr><tr><td>123</td><td>191</td><td>203</td><td>193</td><td>188</td><td>188</td><td>198</td><td>149</td><td>97</td><td>130</td><td>172</td><td>160</td><td>132</td><td>116</td><td>139</td><td>174</td><td>194</td><td>188</td><td>183</td><td>184</td><td>185</td><td>187</td><td>187</td></tr><tr><td>202</td><td>199</td><td>189</td><td>188</td><td>187</td><td>190</td><td>197</td><td>167</td><td>106</td><td>100</td><td>97</td><td>111</td><td>143</td><td>167</td><td>185</td><td>194</td><td>187</td><td>185</td><td>186</td><td>185</td><td>183</td><td>184</td><td>188</td></tr><tr><td>195</td><td>187</td><td>189</td><td>188</td><td>190</td><td>190</td><td>190</td><td>195</td><td>183</td><td>167</td><td>168</td><td>190</td><td>204</td><td>200</td><td>190</td><td>185</td><td>186</td><td>185</td><td>187</td><td>188</td><td>184</td><td>180</td><td>185</td></tr><tr><td>189</td><td>189</td><td>193</td><td>192</td><td>191</td><td>190</td><td>189</td><td>190</td><td>197</td><td>198</td><td>199</td><td>194</td><td>186</td><td>188</td><td>191</td><td>185</td><td>184</td><td>185</td><td>187</td><td>187</td><td>184</td><td>184</td><td>183</td></tr><tr><td>188</td><td>189</td><td>190</td><td>190</td><td>190</td><td>192</td><td>192</td><td>190</td><td>188</td><td>191</td><td>188</td><td>191</td><td>189</td><td>189</td><td>188</td><td>189</td><td>189</td><td>185</td><td>185</td><td>184</td><td>186</td><td>182</td><td>181</td></tr></table>	133	90	133	131	76	102	194	197	185	191	190	191	191	190	191	192	188	190	190	192	191	192	194	69	150	154	77	94	188	202	190	190	189	191	192	192	189	192	191	188	189	191	192	191	193	192	147	180	89	55	157	199	189	189	191	188	190	191	192	189	191	190	189	190	190	192	192	191	191	178	123	59	79	189	193	185	185	190	190	190	193	191	190	189	187	186	190	191	191	192	191	194	140	67	68	159	200	187	186	187	190	191	190	192	190	192	194	193	190	188	190	192	194	191	190	81	53	130	201	193	191	192	190	190	192	192	192	192	189	191	191	191	190	190	189	192	192	190	58	95	195	193	188	188	190	190	191	193	193	192	192	189	190	190	190	192	190	190	189	188	189	64	172	202	188	189	190	189	190	189	191	192	193	191	192	190	190	191	191	192	190	189	190	189	144	199	192	191	189	189	187	193	191	189	192	191	192	190	191	192	191	189	188	191	190	190	190	204	189	187	190	192	191	191	189	193	193	193	190	187	189	189	191	191	191	189	189	191	188	187	191	185	186	189	188	191	189	193	188	191	182	179	189	190	189	193	195	191	191	189	190	190	189	189	190	187	190	193	191	192	191	190	192	170	161	175	191	190	192	188	189	189	191	189	188	191	189	193	196	198	196	196	192	190	190	196	182	160	167	190	188	187	187	187	188	187	186	188	189	195	195	179	142	128	171	192	189	189	191	190	177	178	187	187	187	189	190	187	188	189	184	184	172	142	123	111	95	125	191	190	187	191	195	198	192	188	188	188	191	190	192	193	183	189	187	125	135	171	129	102	165	195	192	199	195	174	161	179	187	188	187	188	189	194	173	120	159	191	159	195	174	102	153	204	201	192	149	109	93	79	136	194	190	186	186	193	194	131	115	174	193	196	179	102	123	195	189	149	119	135	157	107	98	171	195	186	189	188	197	171	112	148	195	193	189	110	101	182	169	121	123	161	197	174	97	128	183	179	182	186	196	175	123	135	135	196	189	132	83	101	108	102	146	188	197	194	116	99	161	186	183	185	192	171	129	138	181	196	186	186	87	88	83	112	176	196	195	200	153	94	148	189	184	191	186	164	126	142	183	195	187	188	189	77	92	166	202	197	191	197	176	105	119	196	193	187	163	139	127	151	189	187	186	190	189	189	123	191	203	193	188	188	198	149	97	130	172	160	132	116	139	174	194	188	183	184	185	187	187	202	199	189	188	187	190	197	167	106	100	97	111	143	167	185	194	187	185	186	185	183	184	188	195	187	189	188	190	190	190	195	183	167	168	190	204	200	190	185	186	185	187	188	184	180	185	189	189	193	192	191	190	189	190	197	198	199	194	186	188	191	185	184	185	187	187	184	184	183	188	189	190	190	190	192	192	190	188	191	188	191	189	189	188	189	189	185	185	184	186	182	181
133	90	133	131	76	102	194	197	185	191	190	191	191	190	191	192	188	190	190	192	191	192	194																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
69	150	154	77	94	188	202	190	190	189	191	192	192	189	192	191	188	189	191	192	191	193	192																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
147	180	89	55	157	199	189	189	191	188	190	191	192	189	191	190	189	190	190	192	192	191	191																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
178	123	59	79	189	193	185	185	190	190	190	193	191	190	189	187	186	190	191	191	192	191	194																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
140	67	68	159	200	187	186	187	190	191	190	192	190	192	194	193	190	188	190	192	194	191	190																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
81	53	130	201	193	191	192	190	190	192	192	192	192	189	191	191	191	190	190	189	192	192	190																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
58	95	195	193	188	188	190	190	191	193	193	192	192	189	190	190	190	192	190	190	189	188	189																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
64	172	202	188	189	190	189	190	189	191	192	193	191	192	190	190	191	191	192	190	189	190	189																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
144	199	192	191	189	189	187	193	191	189	192	191	192	190	191	192	191	189	188	191	190	190	190																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
204	189	187	190	192	191	191	189	193	193	193	190	187	189	189	191	191	191	189	189	191	188	187																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
191	185	186	189	188	191	189	193	188	191	182	179	189	190	189	193	195	191	191	189	190	190	189																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
189	190	187	190	193	191	192	191	190	192	170	161	175	191	190	192	188	189	189	191	189	188	191																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
189	193	196	198	196	196	192	190	190	196	182	160	167	190	188	187	187	187	188	187	186	188	189																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
195	195	179	142	128	171	192	189	189	191	190	177	178	187	187	187	189	190	187	188	189	184	184																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
172	142	123	111	95	125	191	190	187	191	195	198	192	188	188	188	191	190	192	193	183	189	187																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
125	135	171	129	102	165	195	192	199	195	174	161	179	187	188	187	188	189	194	173	120	159	191																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
159	195	174	102	153	204	201	192	149	109	93	79	136	194	190	186	186	193	194	131	115	174	193																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
196	179	102	123	195	189	149	119	135	157	107	98	171	195	186	189	188	197	171	112	148	195	193																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
189	110	101	182	169	121	123	161	197	174	97	128	183	179	182	186	196	175	123	135	135	196	189																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
132	83	101	108	102	146	188	197	194	116	99	161	186	183	185	192	171	129	138	181	196	186	186																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
87	88	83	112	176	196	195	200	153	94	148	189	184	191	186	164	126	142	183	195	187	188	189																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
77	92	166	202	197	191	197	176	105	119	196	193	187	163	139	127	151	189	187	186	190	189	189																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
123	191	203	193	188	188	198	149	97	130	172	160	132	116	139	174	194	188	183	184	185	187	187																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
202	199	189	188	187	190	197	167	106	100	97	111	143	167	185	194	187	185	186	185	183	184	188																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
195	187	189	188	190	190	190	195	183	167	168	190	204	200	190	185	186	185	187	188	184	180	185																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
189	189	193	192	191	190	189	190	197	198	199	194	186	188	191	185	184	185	187	187	184	184	183																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
188	189	190	190	190	192	192	190	188	191	188	191	189	189	188	189	189	185	185	184	186	182	181																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

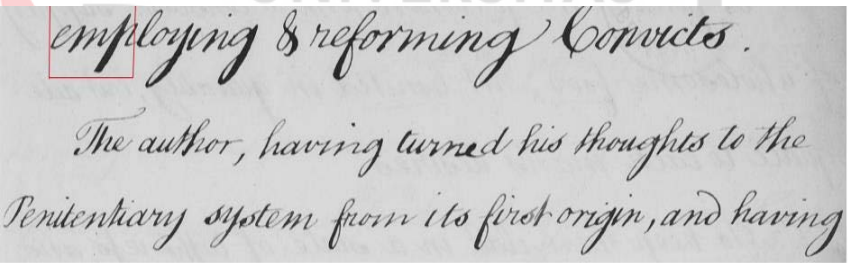
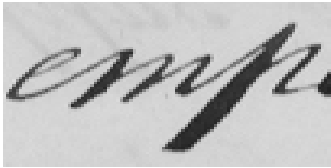


Dari tabel 4.26 dapat dilihat bahwa sampel pada citra pertama terdapat degradasi yang sama dengan keseluruhan citra. Pada matriks sampel memiliki nilai intensitas warna kertas bernilai antara 187 – 192, intensitas bayangan atau kotoran bernilai antara 177 – 183, intensitas objek (teks) bernilai antara 53 – 108.

## 2. Citra Kedua

Nilai-nilai degradasi pada citra yang pertama dapat dilihat pada tabel 4.27.

Tabel 4.26 pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra kedua

Hasil Proses Grayscale	
Sampel	



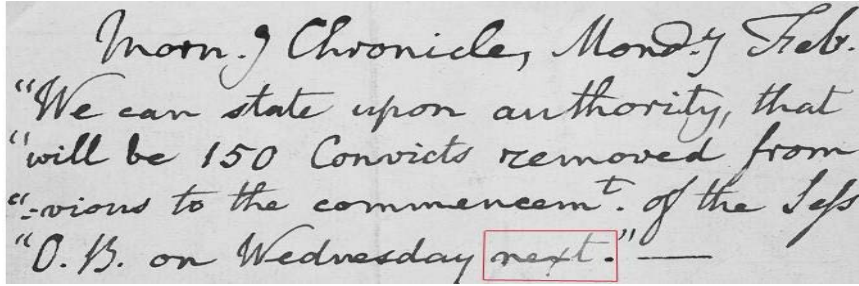
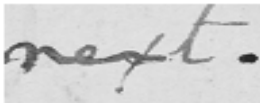
Nilai Intensitas pada citra sampel	206	208	208	209	211	205	202	209	211	210	208	211	210	211	209	213	211	212	211	215	212	213	210	212	214	205	208	211
	205	210	211	208	210	210	207	207	212	210	211	208	209	208	212	210	211	213	213	210	213	211	211	213	213	210	211	212
	204	197	187	184	207	209	209	211	209	210	208	209	207	207	208	210	211	211	213	212	209	208	215	212	213	210	209	213
	154	128	101	83	184	210	211	207	209	210	210	210	211	206	209	212	211	206	210	211	211	211	210	213	211	212	210	217
	57	51	47	43	185	210	207	209	208	209	210	209	210	207	195	187	202	206	211	212	210	212	211	208	214	209	205	199
	64	50	56	91	209	207	210	205	210	210	209	206	192	167	131	103	171	213	210	212	212	211	211	210	202	191	147	110
	58	52	50	167	208	206	206	209	212	203	194	163	148	153	74	66	139	217	212	211	212	212	210	187	140	100	62	45
	55	43	94	199	198	202	208	205	196	166	154	153	183	193	84	72	154	217	208	212	210	205	170	111	98	67	64	55
	57	44	158	199	196	199	192	175	134	150	181	202	212	167	72	108	202	212	210	208	186	153	126	159	158	68	59	91
	50	85	195	197	192	167	140	122	143	195	206	210	179	89	78	180	214	211	198	180	145	163	190	213	124	58	72	175
	67	167	204	181	155	136	149	177	193	207	210	189	81	57	136	213	203	185	137	152	188	210	210	178	59	70	144	212
	107	202	163	129	125	179	193	199	199	206	205	113	48	105	201	201	155	118	134	195	213	213	182	76	51	117	210	211
	98	148	106	145	188	198	200	201	201	202	145	51	71	176	190	130	109	167	195	213	214	186	92	49	67	184	215	210
	70	124	174	201	205	203	200	203	195	130	62	56	77	158	110	116	180	208	212	211	200	94	54	60	151	213	213	209
	136	196	210	208	205	206	207	192	129	55	63	65	58	92	156	197	207	210	212	209	111	47	50	115	213	213	207	179
	201	212	205	205	207	205	204	132	55	63	59	60	90	168	210	209	207	210	211	155	42	56	73	192	214	202	163	100
	208	207	208	206	208	200	148	59	62	62	73	127	179	210	211	207	209	209	190	70	50	54	159	214	190	139	105	138
	207	208	211	210	206	146	56	58	53	113	164	201	207	207	206	209	209	192	80	48	55	59	186	164	102	120	180	201
	210	206	209	206	158	59	54	60	94	190	204	209	207	209	207	211	213	111	41	56	58	57	109	78	136	192	213	209
	211	209	204	158	69	57	72	133	188	209	208	208	210	209	209	210	209	59	52	53	54	45	80	156	205	212	210	208
	211	212	172	66	58	68	149	200	209	207	209	209	215	207	203	211	212	116	77	48	59	102	176	209	210	208	208	212
	210	184	78	54	105	151	207	208	207	209	212	214	211	209	187	209	212	199	180	125	146	190	212	207	207	211	209	210
	180	76	54	94	187	207	208	208	210	209	213	211	211	212	193	208	213	213	210	197	205	210	209	206	207	208	208	211
	155	78	98	178	210	209	211	210	211	210	213	212	212	212	209	211	211	213	210	211	208	212	207	208	207	210	211	183

Dari tabel 4.27 dapat dilihat bahwa sampel pada citra kedua terdapat degradasi yang sama dengan keseluruhan citra. Pada matriks sampel memiliki nilai intensitas warna kertas bernilai antara 207 – 215, intensitas bayangan atau kotoran bernilai antara 148 - 193, intensitas objek (teks) bernilai antara 45-11.

### 3. Citra Ketiga

Nilai-nilai degradasi pada citra yang pertama dapat dilihat pada tabel 4.28.

Tabel 4.28 pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra ketiga

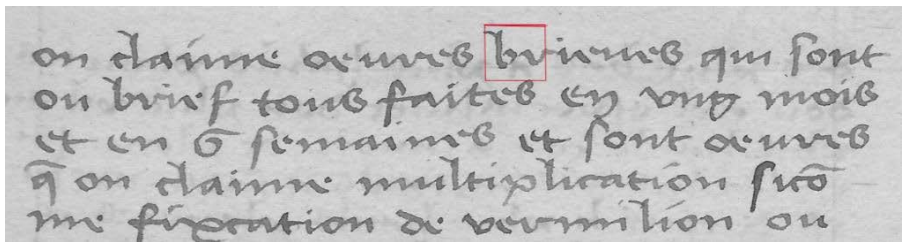

Hasil Proses Grayscale																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Sampel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Nilai intensitas pada citra sampel	<table><tr><td>221</td><td>222</td><td>222</td><td>217</td><td>217</td><td>218</td><td>220</td><td>214</td><td>219</td><td>212</td><td>218</td><td>218</td><td>222</td><td>220</td><td>222</td><td>222</td><td>221</td><td>222</td><td>224</td><td>223</td><td>222</td><td>223</td><td>221</td></tr><tr><td>222</td><td>221</td><td>220</td><td>216</td><td>223</td><td>220</td><td>220</td><td>215</td><td>219</td><td>220</td><td>216</td><td>219</td><td>221</td><td>220</td><td>218</td><td>218</td><td>221</td><td>219</td><td>222</td><td>224</td><td>222</td><td>222</td><td>221</td></tr><tr><td>219</td><td>218</td><td>219</td><td>222</td><td>219</td><td>221</td><td>217</td><td>215</td><td>222</td><td>221</td><td>218</td><td>217</td><td>223</td><td>223</td><td>219</td><td>224</td><td>222</td><td>223</td><td>222</td><td>224</td><td>224</td><td>221</td><td>222</td></tr><tr><td>220</td><td>223</td><td>222</td><td>221</td><td>221</td><td>222</td><td>220</td><td>213</td><td>217</td><td>218</td><td>220</td><td>218</td><td>220</td><td>220</td><td>223</td><td>223</td><td>224</td><td>224</td><td>223</td><td>224</td><td>224</td><td>226</td><td>224</td></tr><tr><td>222</td><td>222</td><td>221</td><td>222</td><td>221</td><td>220</td><td>220</td><td>218</td><td>216</td><td>219</td><td>215</td><td>217</td><td>224</td><td>221</td><td>221</td><td>224</td><td>225</td><td>224</td><td>220</td><td>224</td><td>223</td><td>222</td><td>223</td></tr><tr><td>223</td><td>222</td><td>219</td><td>217</td><td>219</td><td>217</td><td>220</td><td>211</td><td>213</td><td>220</td><td>216</td><td>216</td><td>216</td><td>224</td><td>221</td><td>222</td><td>224</td><td>222</td><td>223</td><td>224</td><td>219</td><td>224</td><td>224</td></tr><tr><td>221</td><td>222</td><td>219</td><td>216</td><td>224</td><td>210</td><td>200</td><td>173</td><td>160</td><td>202</td><td>217</td><td>220</td><td>216</td><td>222</td><td>220</td><td>218</td><td>224</td><td>219</td><td>218</td><td>221</td><td>222</td><td>224</td><td>222</td></tr><tr><td>221</td><td>221</td><td>224</td><td>230</td><td>180</td><td>63</td><td>66</td><td>71</td><td>77</td><td>81</td><td>167</td><td>222</td><td>218</td><td>224</td><td>222</td><td>228</td><td>226</td><td>216</td><td>217</td><td>220</td><td>222</td><td>224</td><td>222</td></tr><tr><td>221</td><td>223</td><td>221</td><td>115</td><td>64</td><td>76</td><td>74</td><td>100</td><td>109</td><td>107</td><td>63</td><td>170</td><td>226</td><td>223</td><td>188</td><td>169</td><td>195</td><td>220</td><td>219</td><td>225</td><td>223</td><td>223</td><td>223</td></tr><tr><td>226</td><td>232</td><td>94</td><td>80</td><td>91</td><td>112</td><td>165</td><td>160</td><td>104</td><td>106</td><td>99</td><td>99</td><td>225</td><td>130</td><td>81</td><td>77</td><td>76</td><td>118</td><td>230</td><td>221</td><td>218</td><td>218</td><td>222</td></tr><tr><td>230</td><td>157</td><td>81</td><td>107</td><td>223</td><td>227</td><td>226</td><td>219</td><td>130</td><td>120</td><td>104</td><td>91</td><td>114</td><td>104</td><td>96</td><td>109</td><td>82</td><td>78</td><td>112</td><td>226</td><td>220</td><td>221</td><td>221</td></tr><tr><td>152</td><td>99</td><td>96</td><td>223</td><td>228</td><td>212</td><td>221</td><td>229</td><td>135</td><td>91</td><td>93</td><td>102</td><td>120</td><td>99</td><td>109</td><td>92</td><td>101</td><td>96</td><td>92</td><td>150</td><td>232</td><td>225</td><td>221</td></tr><tr><td>87</td><td>102</td><td>165</td><td>227</td><td>221</td><td>220</td><td>223</td><td>224</td><td>137</td><td>114</td><td>91</td><td>81</td><td>105</td><td>159</td><td>202</td><td>85</td><td>98</td><td>118</td><td>117</td><td>100</td><td>179</td><td>228</td><td>222</td></tr><tr><td>89</td><td>98</td><td>231</td><td>220</td><td>222</td><td>221</td><td>225</td><td>207</td><td>98</td><td>116</td><td>103</td><td>87</td><td>168</td><td>230</td><td>222</td><td>199</td><td>97</td><td>113</td><td>126</td><td>142</td><td>111</td><td>179</td><td>218</td></tr><tr><td>85</td><td>110</td><td>230</td><td>219</td><td>226</td><td>210</td><td>215</td><td>220</td><td>115</td><td>109</td><td>95</td><td>83</td><td>182</td><td>221</td><td>219</td><td>224</td><td>178</td><td>75</td><td>78</td><td>116</td><td>142</td><td>118</td><td>122</td></tr><tr><td>113</td><td>110</td><td>151</td><td>164</td><td>122</td><td>180</td><td>225</td><td>192</td><td>80</td><td>94</td><td>92</td><td>80</td><td>175</td><td>226</td><td>218</td><td>220</td><td>222</td><td>165</td><td>82</td><td>105</td><td>124</td><td>108</td><td>130</td></tr><tr><td>101</td><td>101</td><td>179</td><td>206</td><td>218</td><td>223</td><td>227</td><td>176</td><td>96</td><td>101</td><td>117</td><td>148</td><td>223</td><td>218</td><td>220</td><td>215</td><td>212</td><td>218</td><td>177</td><td>96</td><td>121</td><td>131</td><td>123</td></tr></table>	221	222	222	217	217	218	220	214	219	212	218	218	222	220	222	222	221	222	224	223	222	223	221	222	221	220	216	223	220	220	215	219	220	216	219	221	220	218	218	221	219	222	224	222	222	221	219	218	219	222	219	221	217	215	222	221	218	217	223	223	219	224	222	223	222	224	224	221	222	220	223	222	221	221	222	220	213	217	218	220	218	220	220	223	223	224	224	223	224	224	226	224	222	222	221	222	221	220	220	218	216	219	215	217	224	221	221	224	225	224	220	224	223	222	223	223	222	219	217	219	217	220	211	213	220	216	216	216	224	221	222	224	222	223	224	219	224	224	221	222	219	216	224	210	200	173	160	202	217	220	216	222	220	218	224	219	218	221	222	224	222	221	221	224	230	180	63	66	71	77	81	167	222	218	224	222	228	226	216	217	220	222	224	222	221	223	221	115	64	76	74	100	109	107	63	170	226	223	188	169	195	220	219	225	223	223	223	226	232	94	80	91	112	165	160	104	106	99	99	225	130	81	77	76	118	230	221	218	218	222	230	157	81	107	223	227	226	219	130	120	104	91	114	104	96	109	82	78	112	226	220	221	221	152	99	96	223	228	212	221	229	135	91	93	102	120	99	109	92	101	96	92	150	232	225	221	87	102	165	227	221	220	223	224	137	114	91	81	105	159	202	85	98	118	117	100	179	228	222	89	98	231	220	222	221	225	207	98	116	103	87	168	230	222	199	97	113	126	142	111	179	218	85	110	230	219	226	210	215	220	115	109	95	83	182	221	219	224	178	75	78	116	142	118	122	113	110	151	164	122	180	225	192	80	94	92	80	175	226	218	220	222	165	82	105	124	108	130	101	101	179	206	218	223	227	176	96	101	117	148	223	218	220	215	212	218	177	96	121	131	123
221	222	222	217	217	218	220	214	219	212	218	218	222	220	222	222	221	222	224	223	222	223	221																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
222	221	220	216	223	220	220	215	219	220	216	219	221	220	218	218	221	219	222	224	222	222	221																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
219	218	219	222	219	221	217	215	222	221	218	217	223	223	219	224	222	223	222	224	224	221	222																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
220	223	222	221	221	222	220	213	217	218	220	218	220	220	223	223	224	224	223	224	224	226	224																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
222	222	221	222	221	220	220	218	216	219	215	217	224	221	221	224	225	224	220	224	223	222	223																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
223	222	219	217	219	217	220	211	213	220	216	216	216	224	221	222	224	222	223	224	219	224	224																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
221	222	219	216	224	210	200	173	160	202	217	220	216	222	220	218	224	219	218	221	222	224	222																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
221	221	224	230	180	63	66	71	77	81	167	222	218	224	222	228	226	216	217	220	222	224	222																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
221	223	221	115	64	76	74	100	109	107	63	170	226	223	188	169	195	220	219	225	223	223	223																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
226	232	94	80	91	112	165	160	104	106	99	99	225	130	81	77	76	118	230	221	218	218	222																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
230	157	81	107	223	227	226	219	130	120	104	91	114	104	96	109	82	78	112	226	220	221	221																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
152	99	96	223	228	212	221	229	135	91	93	102	120	99	109	92	101	96	92	150	232	225	221																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
87	102	165	227	221	220	223	224	137	114	91	81	105	159	202	85	98	118	117	100	179	228	222																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
89	98	231	220	222	221	225	207	98	116	103	87	168	230	222	199	97	113	126	142	111	179	218																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
85	110	230	219	226	210	215	220	115	109	95	83	182	221	219	224	178	75	78	116	142	118	122																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
113	110	151	164	122	180	225	192	80	94	92	80	175	226	218	220	222	165	82	105	124	108	130																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
101	101	179	206	218	223	227	176	96	101	117	148	223	218	220	215	212	218	177	96	121	131	123																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

Dari tabel 4.28 dapat dilihat bahwa sampel pada citra ketiga terdapat degradasi yang sama dengan keseluruhan citra. Pada matriks sampel memiliki nilai intensitas warna kertas bernilai antara 216 – 225, intensitas bayangan atau kotoran bernilai antara 122 - 218, intensitas objek (teks) bernilai antara 64 - 112.

#### 4. Citra Keempat

Nilai-nilai degradasi pada citra yang pertama dapat dilihat pada tabel 4.29.

Tabel 4.29 pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra keempat

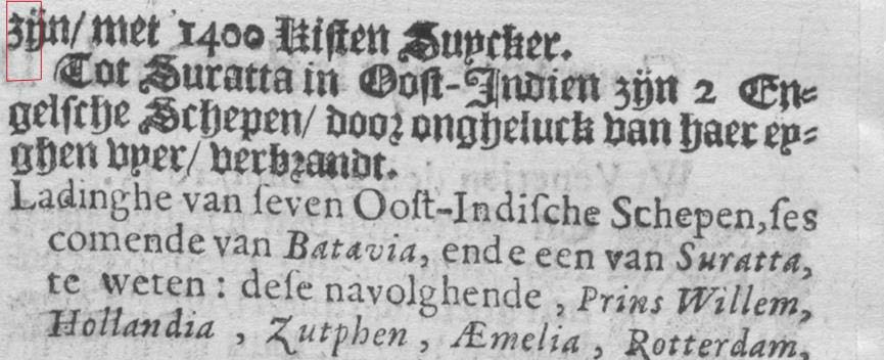

Hasil Proses Grayscale																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Sampel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Nilai intensitas pada citra sampel	<table><tr><td>210</td><td>208</td><td>209</td><td>206</td><td>200</td><td>196</td><td>189</td><td>166</td><td>95</td><td>126</td><td>148</td><td>140</td><td>131</td><td>126</td><td>128</td><td>201</td><td>194</td><td>197</td><td>199</td><td>203</td><td>207</td><td>210</td><td>213</td><td>209</td><td>207</td><td>208</td><td>207</td><td>208</td><td>212</td><td>212</td><td>212</td></tr><tr><td>208</td><td>206</td><td>208</td><td>206</td><td>206</td><td>206</td><td>201</td><td>215</td><td>189</td><td>93</td><td>125</td><td>134</td><td>134</td><td>128</td><td>121</td><td>122</td><td>213</td><td>196</td><td>198</td><td>203</td><td>208</td><td>209</td><td>207</td><td>206</td><td>205</td><td>214</td><td>208</td><td>212</td><td>213</td><td>213</td><td>212</td><td>212</td></tr><tr><td>206</td><td>203</td><td>204</td><td>205</td><td>204</td><td>204</td><td>211</td><td>167</td><td>72</td><td>121</td><td>132</td><td>137</td><td>134</td><td>114</td><td>103</td><td>206</td><td>197</td><td>201</td><td>208</td><td>206</td><td>208</td><td>203</td><td>203</td><td>200</td><td>201</td><td>204</td><td>209</td><td>208</td><td>208</td><td>209</td><td>211</td></tr><tr><td>201</td><td>203</td><td>205</td><td>203</td><td>202</td><td>201</td><td>210</td><td>199</td><td>91</td><td>121</td><td>134</td><td>141</td><td>131</td><td>126</td><td>88</td><td>178</td><td>198</td><td>207</td><td>207</td><td>209</td><td>206</td><td>206</td><td>196</td><td>193</td><td>201</td><td>213</td><td>206</td><td>206</td><td>207</td><td>214</td><td>216</td></tr><tr><td>206</td><td>209</td><td>206</td><td>200</td><td>201</td><td>198</td><td>204</td><td>175</td><td>93</td><td>123</td><td>130</td><td>136</td><td>130</td><td>114</td><td>117</td><td>197</td><td>209</td><td>212</td><td>208</td><td>208</td><td>203</td><td>211</td><td>209</td><td>184</td><td>106</td><td>146</td><td>202</td><td>202</td><td>213</td><td>222</td><td>218</td></tr><tr><td>206</td><td>206</td><td>202</td><td>199</td><td>199</td><td>202</td><td>203</td><td>172</td><td>75</td><td>123</td><td>133</td><td>156</td><td>140</td><td>131</td><td>120</td><td>205</td><td>204</td><td>207</td><td>205</td><td>207</td><td>221</td><td>228</td><td>179</td><td>118</td><td>57</td><td>63</td><td>84</td><td>214</td><td>208</td><td>203</td><td>209</td></tr><tr><td>202</td><td>202</td><td>201</td><td>201</td><td>200</td><td>201</td><td>211</td><td>192</td><td>84</td><td>135</td><td>136</td><td>140</td><td>127</td><td>119</td><td>116</td><td>225</td><td>214</td><td>210</td><td>226</td><td>203</td><td>122</td><td>85</td><td>62</td><td>99</td><td>118</td><td>116</td><td>67</td><td>113</td><td>209</td><td>222</td><td>205</td></tr><tr><td>201</td><td>199</td><td>202</td><td>205</td><td>206</td><td>203</td><td>220</td><td>182</td><td>101</td><td>135</td><td>142</td><td>154</td><td>133</td><td>118</td><td>131</td><td>196</td><td>204</td><td>207</td><td>198</td><td>124</td><td>62</td><td>100</td><td>112</td><td>128</td><td>134</td><td>124</td><td>116</td><td>83</td><td>100</td><td>194</td><td>237</td></tr><tr><td>202</td><td>202</td><td>204</td><td>208</td><td>210</td><td>208</td><td>216</td><td>164</td><td>81</td><td>139</td><td>142</td><td>149</td><td>134</td><td>118</td><td>167</td><td>195</td><td>193</td><td>198</td><td>128</td><td>95</td><td>108</td><td>121</td><td>132</td><td>146</td><td>145</td><td>136</td><td>121</td><td>119</td><td>107</td><td>75</td><td>158</td></tr><tr><td>206</td><td>207</td><td>206</td><td>204</td><td>209</td><td>209</td><td>204</td><td>172</td><td>94</td><td>132</td><td>136</td><td>136</td><td>129</td><td>130</td><td>169</td><td>214</td><td>214</td><td>177</td><td>89</td><td>109</td><td>108</td><td>115</td><td>122</td><td>135</td><td>134</td><td>131</td><td>127</td><td>124</td><td>118</td><td>81</td><td>73</td></tr><tr><td>207</td><td>207</td><td>205</td><td>205</td><td>206</td><td>205</td><td>223</td><td>164</td><td>109</td><td>130</td><td>135</td><td>135</td><td>120</td><td>101</td><td>185</td><td>219</td><td>151</td><td>135</td><td>100</td><td>98</td><td>112</td><td>115</td><td>121</td><td>134</td><td>133</td><td>131</td><td>127</td><td>128</td><td>125</td><td>121</td><td>127</td></tr><tr><td>214</td><td>207</td><td>203</td><td>205</td><td>207</td><td>205</td><td>219</td><td>161</td><td>102</td><td>128</td><td>137</td><td>143</td><td>126</td><td>104</td><td>198</td><td>186</td><td>89</td><td>132</td><td>151</td><td>149</td><td>104</td><td>112</td><td>118</td><td>125</td><td>127</td><td>129</td><td>128</td><td>126</td><td>133</td><td>136</td><td>135</td></tr><tr><td>205</td><td>205</td><td>206</td><td>207</td><td>209</td><td>210</td><td>230</td><td>169</td><td>89</td><td>129</td><td>135</td><td>132</td><td>114</td><td>112</td><td>215</td><td>161</td><td>70</td><td>114</td><td>198</td><td>233</td><td>173</td><td>99</td><td>109</td><td>124</td><td>123</td><td>124</td><td>127</td><td>128</td><td>128</td><td>131</td><td>134</td></tr><tr><td>206</td><td>207</td><td>208</td><td>208</td><td>208</td><td>207</td><td>221</td><td>98</td><td>78</td><td>125</td><td>135</td><td>134</td><td>108</td><td>146</td><td>233</td><td>204</td><td>149</td><td>137</td><td>189</td><td>208</td><td>232</td><td>188</td><td>92</td><td>74</td><td>106</td><td>123</td><td>133</td><td>133</td><td>132</td><td>129</td><td>126</td></tr><tr><td>203</td><td>207</td><td>206</td><td>206</td><td>205</td><td>200</td><td>208</td><td>95</td><td>84</td><td>134</td><td>159</td><td>150</td><td>123</td><td>99</td><td>199</td><td>213</td><td>201</td><td>206</td><td>211</td><td>205</td><td>204</td><td>208</td><td>163</td><td>140</td><td>98</td><td>112</td><td>125</td><td>126</td><td>131</td><td>137</td><td>128</td></tr><tr><td>202</td><td>203</td><td>206</td><td>205</td><td>203</td><td>204</td><td>212</td><td>121</td><td>79</td><td>132</td><td>139</td><td>134</td><td>120</td><td>86</td><td>146</td><td>220</td><td>212</td><td>204</td><td>205</td><td>199</td><td>196</td><td>195</td><td>195</td><td>228</td><td>209</td><td>158</td><td>114</td><td>124</td><td>127</td><td>128</td><td>128</td></tr><tr><td>201</td><td>204</td><td>207</td><td>207</td><td>204</td><td>199</td><td>212</td><td>139</td><td>82</td><td>135</td><td>135</td><td>130</td><td>123</td><td>107</td><td>148</td><td>213</td><td>204</td><td>203</td><td>204</td><td>200</td><td>201</td><td>202</td><td>202</td><td>210</td><td>212</td><td>228</td><td>155</td><td>111</td><td>138</td><td>139</td><td>104</td></tr><tr><td>202</td><td>207</td><td>203</td><td>198</td><td>198</td><td>197</td><td>209</td><td>151</td><td>91</td><td>125</td><td>138</td><td>139</td><td>127</td><td>121</td><td>140</td><td>213</td><td>205</td><td>202</td><td>202</td><td>203</td><td>203</td><td>203</td><td>204</td><td>208</td><td>211</td><td>212</td><td>193</td><td>105</td><td>123</td><td>122</td><td>131</td></tr><tr><td>207</td><td>206</td><td>203</td><td>200</td><td>201</td><td>201</td><td>220</td><td>158</td><td>85</td><td>122</td><td>128</td><td>128</td><td>127</td><td>120</td><td>68</td><td>184</td><td>203</td><td>204</td><td>199</td><td>200</td><td>201</td><td>198</td><td>198</td><td>198</td><td>197</td><td>208</td><td>129</td><td>104</td><td>114</td><td>93</td><td>157</td></tr><tr><td>204</td><td>206</td><td>204</td><td>203</td><td>207</td><td>209</td><td>209</td><td>176</td><td>89</td><td>127</td><td>126</td><td>134</td><td>128</td><td>120</td><td>103</td><td>186</td><td>201</td><td>203</td><td>205</td><td>198</td><td>199</td><td>201</td><td>199</td><td>197</td><td>195</td><td>184</td><td>101</td><td>94</td><td>75</td><td>98</td><td>193</td></tr><tr><td>204</td><td>204</td><td>204</td><td>205</td><td>208</td><td>203</td><td>209</td><td>192</td><td>90</td><td>118</td><td>128</td><td>139</td><td>126</td><td>122</td><td>111</td><td>137</td><td>206</td><td>198</td><td>195</td><td>200</td><td>201</td><td>202</td><td>200</td><td>199</td><td>226</td><td>156</td><td>107</td><td>110</td><td>119</td><td>162</td><td>178</td></tr><tr><td>203</td><td>199</td><td>199</td><td>204</td><td>205</td><td>203</td><td>210</td><td>190</td><td>89</td><td>121</td><td>129</td><td>133</td><td>132</td><td>128</td><td>122</td><td>82</td><td>143</td><td>205</td><td>212</td><td>208</td><td>198</td><td>197</td><td>198</td><td>201</td><td>189</td><td>131</td><td>88</td><td>114</td><td>148</td><td>178</td><td>183</td></tr><tr><td>200</td><td>200</td><td>200</td><td>205</td><td>206</td><td>208</td><td>207</td><td>205</td><td>112</td><td>117</td><td>122</td><td>130</td><td>136</td><td>132</td><td>133</td><td>120</td><td>83</td><td>112</td><td>116</td><td>123</td><td>176</td><td>201</td><td>203</td><td>212</td><td>145</td><td>142</td><td>137</td><td>147</td><td>160</td><td>173</td><td>184</td></tr><tr><td>193</td><td>197</td><td>201</td><td>205</td><td>207</td><td>203</td><td>213</td><td>209</td><td>96</td><td>98</td><td>118</td><td>125</td><td>130</td><td>131</td><td>134</td><td>132</td><td>126</td><td>127</td><td>128</td><td>110</td><td>78</td><td>169</td><td>212</td><td>169</td><td>145</td><td>141</td><td>146</td><td>157</td><td>169</td><td>175</td><td>180</td></tr><tr><td>186</td><td>193</td><td>199</td><td>202</td><td>198</td><td>199</td><td>198</td><td>196</td><td>146</td><td>68</td><td>111</td><td>124</td><td>131</td><td>134</td><td>136</td><td>134</td><td>135</td><td>143</td><td>150</td><td>139</td><td>74</td><td>148</td><td>185</td><td>135</td><td>144</td><td>150</td><td>177</td><td>171</td><td>168</td><td>171</td><td>172</td></tr></table>	210	208	209	206	200	196	189	166	95	126	148	140	131	126	128	201	194	197	199	203	207	210	213	209	207	208	207	208	212	212	212	208	206	208	206	206	206	201	215	189	93	125	134	134	128	121	122	213	196	198	203	208	209	207	206	205	214	208	212	213	213	212	212	206	203	204	205	204	204	211	167	72	121	132	137	134	114	103	206	197	201	208	206	208	203	203	200	201	204	209	208	208	209	211	201	203	205	203	202	201	210	199	91	121	134	141	131	126	88	178	198	207	207	209	206	206	196	193	201	213	206	206	207	214	216	206	209	206	200	201	198	204	175	93	123	130	136	130	114	117	197	209	212	208	208	203	211	209	184	106	146	202	202	213	222	218	206	206	202	199	199	202	203	172	75	123	133	156	140	131	120	205	204	207	205	207	221	228	179	118	57	63	84	214	208	203	209	202	202	201	201	200	201	211	192	84	135	136	140	127	119	116	225	214	210	226	203	122	85	62	99	118	116	67	113	209	222	205	201	199	202	205	206	203	220	182	101	135	142	154	133	118	131	196	204	207	198	124	62	100	112	128	134	124	116	83	100	194	237	202	202	204	208	210	208	216	164	81	139	142	149	134	118	167	195	193	198	128	95	108	121	132	146	145	136	121	119	107	75	158	206	207	206	204	209	209	204	172	94	132	136	136	129	130	169	214	214	177	89	109	108	115	122	135	134	131	127	124	118	81	73	207	207	205	205	206	205	223	164	109	130	135	135	120	101	185	219	151	135	100	98	112	115	121	134	133	131	127	128	125	121	127	214	207	203	205	207	205	219	161	102	128	137	143	126	104	198	186	89	132	151	149	104	112	118	125	127	129	128	126	133	136	135	205	205	206	207	209	210	230	169	89	129	135	132	114	112	215	161	70	114	198	233	173	99	109	124	123	124	127	128	128	131	134	206	207	208	208	208	207	221	98	78	125	135	134	108	146	233	204	149	137	189	208	232	188	92	74	106	123	133	133	132	129	126	203	207	206	206	205	200	208	95	84	134	159	150	123	99	199	213	201	206	211	205	204	208	163	140	98	112	125	126	131	137	128	202	203	206	205	203	204	212	121	79	132	139	134	120	86	146	220	212	204	205	199	196	195	195	228	209	158	114	124	127	128	128	201	204	207	207	204	199	212	139	82	135	135	130	123	107	148	213	204	203	204	200	201	202	202	210	212	228	155	111	138	139	104	202	207	203	198	198	197	209	151	91	125	138	139	127	121	140	213	205	202	202	203	203	203	204	208	211	212	193	105	123	122	131	207	206	203	200	201	201	220	158	85	122	128	128	127	120	68	184	203	204	199	200	201	198	198	198	197	208	129	104	114	93	157	204	206	204	203	207	209	209	176	89	127	126	134	128	120	103	186	201	203	205	198	199	201	199	197	195	184	101	94	75	98	193	204	204	204	205	208	203	209	192	90	118	128	139	126	122	111	137	206	198	195	200	201	202	200	199	226	156	107	110	119	162	178	203	199	199	204	205	203	210	190	89	121	129	133	132	128	122	82	143	205	212	208	198	197	198	201	189	131	88	114	148	178	183	200	200	200	205	206	208	207	205	112	117	122	130	136	132	133	120	83	112	116	123	176	201	203	212	145	142	137	147	160	173	184	193	197	201	205	207	203	213	209	96	98	118	125	130	131	134	132	126	127	128	110	78	169	212	169	145	141	146	157	169	175	180	186	193	199	202	198	199	198	196	146	68	111	124	131	134	136	134	135	143	150	139	74	148	185	135	144	150	177	171	168	171	172
210	208	209	206	200	196	189	166	95	126	148	140	131	126	128	201	194	197	199	203	207	210	213	209	207	208	207	208	212	212	212																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
208	206	208	206	206	206	201	215	189	93	125	134	134	128	121	122	213	196	198	203	208	209	207	206	205	214	208	212	213	213	212	212																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
206	203	204	205	204	204	211	167	72	121	132	137	134	114	103	206	197	201	208	206	208	203	203	200	201	204	209	208	208	209	211																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
201	203	205	203	202	201	210	199	91	121	134	141	131	126	88	178	198	207	207	209	206	206	196	193	201	213	206	206	207	214	216																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
206	209	206	200	201	198	204	175	93	123	130	136	130	114	117	197	209	212	208	208	203	211	209	184	106	146	202	202	213	222	218																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
206	206	202	199	199	202	203	172	75	123	133	156	140	131	120	205	204	207	205	207	221	228	179	118	57	63	84	214	208	203	209																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
202	202	201	201	200	201	211	192	84	135	136	140	127	119	116	225	214	210	226	203	122	85	62	99	118	116	67	113	209	222	205																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
201	199	202	205	206	203	220	182	101	135	142	154	133	118	131	196	204	207	198	124	62	100	112	128	134	124	116	83	100	194	237																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
202	202	204	208	210	208	216	164	81	139	142	149	134	118	167	195	193	198	128	95	108	121	132	146	145	136	121	119	107	75	158																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
206	207	206	204	209	209	204	172	94	132	136	136	129	130	169	214	214	177	89	109	108	115	122	135	134	131	127	124	118	81	73																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
207	207	205	205	206	205	223	164	109	130	135	135	120	101	185	219	151	135	100	98	112	115	121	134	133	131	127	128	125	121	127																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
214	207	203	205	207	205	219	161	102	128	137	143	126	104	198	186	89	132	151	149	104	112	118	125	127	129	128	126	133	136	135																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
205	205	206	207	209	210	230	169	89	129	135	132	114	112	215	161	70	114	198	233	173	99	109	124	123	124	127	128	128	131	134																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
206	207	208	208	208	207	221	98	78	125	135	134	108	146	233	204	149	137	189	208	232	188	92	74	106	123	133	133	132	129	126																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
203	207	206	206	205	200	208	95	84	134	159	150	123	99	199	213	201	206	211	205	204	208	163	140	98	112	125	126	131	137	128																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
202	203	206	205	203	204	212	121	79	132	139	134	120	86	146	220	212	204	205	199	196	195	195	228	209	158	114	124	127	128	128																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
201	204	207	207	204	199	212	139	82	135	135	130	123	107	148	213	204	203	204	200	201	202	202	210	212	228	155	111	138	139	104																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
202	207	203	198	198	197	209	151	91	125	138	139	127	121	140	213	205	202	202	203	203	203	204	208	211	212	193	105	123	122	131																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
207	206	203	200	201	201	220	158	85	122	128	128	127	120	68	184	203	204	199	200	201	198	198	198	197	208	129	104	114	93	157																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
204	206	204	203	207	209	209	176	89	127	126	134	128	120	103	186	201	203	205	198	199	201	199	197	195	184	101	94	75	98	193																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
204	204	204	205	208	203	209	192	90	118	128	139	126	122	111	137	206	198	195	200	201	202	200	199	226	156	107	110	119	162	178																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
203	199	199	204	205	203	210	190	89	121	129	133	132	128	122	82	143	205	212	208	198	197	198	201	189	131	88	114	148	178	183																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
200	200	200	205	206	208	207	205	112	117	122	130	136	132	133	120	83	112	116	123	176	201	203	212	145	142	137	147	160	173	184																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
193	197	201	205	207	203	213	209	96	98	118	125	130	131	134	132	126	127	128	110	78	169	212	169	145	141	146	157	169	175	180																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
186	193	199	202	198	199	198	196	146	68	111	124	131	134	136	134	135	143	150	139	74	148	185	135	144	150	177	171	168	171	172																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

Dari tabel 4.29 dapat dilihat bahwa sampel pada citra keempat terdapat degradasi yang sama dengan keseluruhan citra. Pada matriks sampel memiliki nilai intensitas warna kertas bernilai antara 199 – 213, intensitas bayangan atau kotoran bernilai antara 169 - 192, intensitas objek (teks) bernilai antara 92 - 127.

## 5. Citra Kelima

Nilai-Nilai degradasi pada citra yang pertama dapat dilihat pada tabel 4.30.

Tabel 4.30 pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra kelima

Hasil Proses Grayscale	
Sampel	

Nilai intensitas pada citra sampel	227	223	221	220	221	219	217	206	203	198	184	135	87	82	78	65	78	125	169	182	195
	222	217	218	223	222	219	217	208	195	167	135	100	85	98	92	71	68	86	114	126	146
	217	214	216	217	217	215	209	204	153	105	79	73	78	97	94	78	72	65	71	75	92
	216	216	218	217	215	213	207	175	112	74	70	73	79	96	90	82	75	66	68	68	70
	220	223	223	219	219	218	205	140	86	76	74	75	82	95	94	86	78	73	71	74	69
	225	224	223	222	225	217	200	145	95	98	88	79	82	100	108	90	77	74	70	72	83
	221	223	221	222	222	219	214	185	154	137	127	121	125	124	109	96	99	102	93	87	124
	223	220	218	218	220	226	227	223	207	207	198	185	184	159	112	95	121	134	105	108	174
	221	217	215	218	223	227	228	223	223	223	215	204	208	181	126	89	91	101	106	136	186
	221	218	219	219	222	223	222	220	220	215	208	197	185	157	111	77	76	93	133	168	182
	221	224	223	220	221	221	220	217	213	208	209	193	148	106	79	64	66	92	144	178	180
	216	218	219	220	222	221	218	210	209	208	205	173	111	73	71	78	59	74	115	161	189
	213	212	216	218	220	216	212	213	207	202	181	134	84	61	69	80	71	67	77	112	176
	215	218	218	216	215	210	204	200	183	167	133	87	66	66	71	70	77	68	66	82	142
	219	219	215	214	212	212	198	157	121	107	93	74	65	61	64	68	64	69	69	73	114
	221	218	215	216	217	214	178	107	76	79	87	80	69	58	58	70	67	72	75	73	97
	218	218	217	214	219	207	147	89	77	92	105	100	89	77	73	69	75	82	81	77	104
	217	218	218	216	214	200	141	102	113	138	155	156	149	120	91	75	80	84	82	88	122
	220	217	218	217	210	207	177	165	179	197	200	199	202	186	153	119	92	83	86	96	118
	221	218	219	221	213	213	206	202	213	221	215	208	210	206	191	169	116	81	81	92	104
	212	215	217	219	215	212	210	209	212	213	209	204	202	200	198	188	131	76	70	79	89
	205	208	210	215	215	211	204	205	209	214	209	193	183	186	192	188	137	75	76	81	81
	210	207	208	216	214	206	198	199	197	209	206	192	188	192	194	191	145	79	76	81	88
	210	205	204	211	212	207	203	197	191	199	202	201	202	203	201	195	151	90	66	74	107
	209	202	201	203	200	196	196	189	190	194	195	194	197	201	197	180	129	88	73	84	132
	204	198	200	196	192	195	186	186	178	168	162	171	193	189	173	136	97	80	73	99	158
	199	197	197	192	199	201	172	144	131	121	124	149	171	155	127	97	73	76	85	127	182
	202	194	197	191	194	182	134	97	88	89	108	135	137	114	83	74	63	73	94	147	188
	197	188	194	190	181	159	110	87	74	72	85	101	98	76	63	71	71	83	102	150	184
	188	175	188	196	181	157	124	95	93	92	88	82	76	71	79	81	85	105	142	180	191
	182	177	188	188	183	169	143	115	124	136	124	105	92	89	91	102	119	154	189	199	192
	187	182	184	185	185	180	160	141	147	155	153	131	108	104	116	146	177	195	201	209	209

Dari tabel 4.30 dapat dilihat bahwa sampel pada citra kelima terdapat degradasi yang sama dengan keseluruhan citra. Pada matriks sampel memiliki nilai intensitas warna kertas bernilai antara 200 – 225, intensitas bayangan atau kotoran bernilai antara 169 - 199, intensitas objek (teks) bernilai antara 58 - 92.

## 6. Citra Keenam

Nilai-nilai degradasi pada citra yang pertama dapat dilihat pada tabel 4.31.

Tabel 4.31 pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra keenam

Hasil  
Proses  
Grayscale

Sampel

UNIVERSITAS

Nilai  
intensitas  
pada citra  
sampel

211	208	207	208	209	212	212	213	214	211	213	209	208	205	197	195	194
210	207	210	211	212	213	216	216	215	215	214	213	208	206	200	199	194
211	214	215	214	215	219	218	219	221	218	217	213	212	211	208	201	199
216	224	221	215	217	213	214	212	220	211	209	211	211	208	208	201	198
212	210	209	206	173	191	207	208	209	183	202	207	207	208	205	199	195
206	202	204	205	204	205	208	211	208	203	208	207	207	211	207	201	196
210	205	205	209	210	210	209	208	207	208	208	206	211	210	205	201	195
213	209	210	211	214	212	206	206	205	207	210	213	210	208	202	200	198
211	212	212	211	212	212	210	208	203	209	213	215	211	204	199	198	196
212	213	213	212	212	215	210	210	213	214	216	215	213	204	197	195	190
209	208	209	207	209	212	214	215	215	215	211	214	210	209	204	200	182
210	211	209	209	207	210	213	217	215	213	214	215	217	213	214	208	195
212	210	213	213	209	216	216	217	218	218	220	219	218	211	206	199	196
212	212	213	217	217	215	221	222	221	221	224	218	218	211	206	196	192
211	214	220	219	217	218	217	219	220	220	222	221	217	210	203	195	133
215	212	218	226	221	221	220	217	219	218	218	222	224	209	198	195	170
216	218	217	221	223	221	226	221	219	220	206	216	222	209	192	195	193
217	223	226	221	221	223	224	223	222	221	217	217	214	209	201	198	195
220	223	223	221	222	220	224	221	223	222	214	211	212	206	202	200	191
223	221	216	218	218	215	218	219	222	217	212	213	209	205	202	201	199
227	226	218	216	212	214	214	215	217	215	216	212	211	205	203	201	200
224	225	220	217	215	216	213	215	213	211	210	211	210	206	200	196	202
221	220	221	221	219	214	216	215	213	207	208	213	214	204	203	202	201
219	223	219	216	218	211	210	213	209	212	213	220	217	208	203	200	197
220	218	214	214	209	208	210	212	211	217	223	223	215	208	204	194	193
220	217	213	211	209	209	213	216	213	216	216	213	211	213	203	201	200
216	212	211	213	212	215	215	218	216	217	216	194	147	177	202	208	203
218	215	215	216	215	210	220	212	198	181	176	144	88	127	200	207	201
221	217	212	216	218	205	205	172	150	147	135	112	131	126	134	164	206
219	216	211	211	211	216	163	111	130	156	158	154	156	166	134	124	166

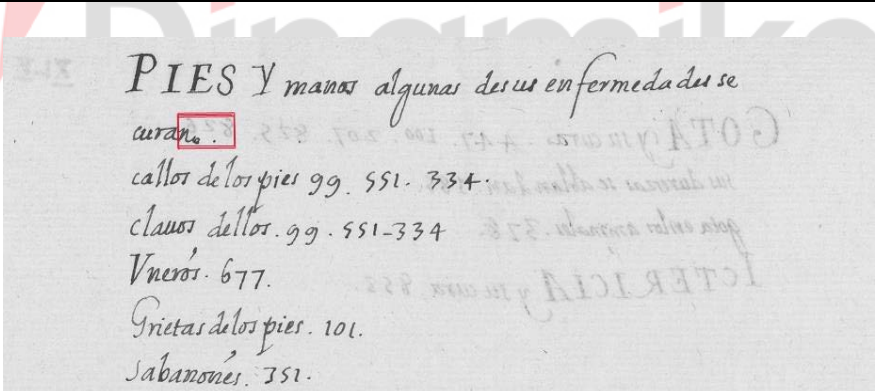



Dari tabel 4.31 dapat dilihat bahwa sampel pada citra keenam terdapat degradasi yang sama dengan keseluruhan citra. Pada matriks sampel memiliki nilai intensitas warna kertas bernilai antara 207 – 224, intensitas bayangan atau kotoran bernilai antara 170 - 199, intensitas objek (teks) bernilai antara 91 – 177

## 7. Citra Kedelapan

Nilai-Nilai degradasi pada citra yang pertama dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel 4.32 pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra kedelapan

<p>Hasil Proses Grayscale</p>	
<p>Sampel</p>	



Nilai intensitas pada citra sampel

222	223	221	224	218	224	223	224	225	221	217	223	219	216	226	223	226	222	228	227	225	226	225	223	220	222	221	215	221	227	221	222	227	225	223	224	225	226
220	219	215	224	225	222	222	224	220	222	221	223	223	221	229	218	225	218	222	220	227	224	221	222	225	223	221	216	222	222	227	217	223	218	220	216	213	212
196	216	220	219	221	222	223	222	221	226	218	219	221	217	224	212	217	219	216	211	219	221	220	221	216	218	224	222	221	219	219	226	225	212	221	219	219	190
185	192	214	222	217	224	223	222	225	223	222	222	218	222	222	213	189	205	199	211	210	207	209	214	210	222	219	224	221	222	222	226	210	219	221	217	222	203
205	195	203	218	218	224	216	219	225	225	226	226	223	218	220	210	197	202	213	220	219	209	209	204	195	202	218	220	218	224	214	211	210	212	219	221	225	221
207	206	196	220	222	218	219	223	224	220	224	223	219	226	223	213	198	183	217	214	218	218	220	218	205	194	211	220	228	227	214	200	201	193	209	216	217	213
201	204	193	201	208	218	215	229	225	221	222	222	220	219	221	221	199	180	185	214	215	219	213	222	223	216	222	220	210	217	215	216	213	201	185	188	191	213
203	191	188	189	204	216	213	223	218	222	225	223	218	226	215	223	210	168	169	200	216	218	209	219	218	222	222	222	218	223	219	219	217	222	209	194	166	177
202	207	195	185	190	205	220	218	220	225	227	222	227	224	219	218	217	212	192	190	204	205	215	224	222	228	221	223	224	220	224	222	222	219	216	216	201	179
212	205	210	186	189	198	214	219	221	226	225	223	226	224	224	221	221	223	214	203	200	201	213	222	221	223	227	221	222	228	225	225	218	223	227	223	217	207
219	219	209	198	200	202	216	224	225	226	223	228	225	224	222	223	221	221	220	216	218	209	208	193	211	222	223	221	220	224	225	222	225	219	220	217	225	210
214	213	217	211	188	203	210	221	223	223	223	223	221	217	217	220	227	219	218	218	213	215	201	191	201	217	222	227	228	224	221	222	226	217	225	221	214	208
206	211	206	211	190	203	212	221	224	223	222	226	218	211	213	210	209	213	217	209	203	199	201	203	201	218	221	224	219	219	223	220	225	219	220	215	201	197
201	195	198	185	197	198	209	215	222	229	226	227	223	219	226	217	217	219	213	215	211	195	203	205	217	221	224	217	221	225	224	212	225	220	209	177	197	
192	199	204	186	197	211	219	220	220	227	227	221	223	225	228	227	224	224	224	221	219	221	219	222	215	222	225	222	220	221	222	215	222	218	216	196	183	196
215	219	212	208	211	222	220	217	223	224	222	219	225	230	224	223	223	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	225	197
220	216	215	213	220	225	218	220	224	220	223	223	225	224	223	226	224	228	224	225	225	222	225	220	219	223	224	219	224	221	223	226	225	219	221	213	208	189
217	216	218	227	168	168	222	224	229	219	230	222	228	229	229	225	226	222	222	225	227	228	225	215	221	226	213	224	227	224	228	225	223	227	226	216	222	202
221	222	231	147	42	124	238	206	207	230	226	227	220	221	225	227	223	222	218	223	225	222	212	210	220	215	222	224	220	226	224	223	222	222	221	221	222	221
221	222	135	72	76	176	128	93	81	175	226	220	226	221	226	226	222	226	222	228	225	213	217	221	216	224	222	221	227	221	224	224	222	226	222	227	223	224
208	116	80	77	151	90	98	107	88	60	195	225	225	227	222	227	225	215	219	223	227	227	223	222	228	232	224	222	219	220	225	222	217	222	223	224	223	218
76	85	84	80	80	81	195	196	84	115	214	221	226	226	221	225	224	223	219	228	225	219	222	226	182	102	157	226	222	224	220	224	221	224	230	222	222	
168	221	98	82	63	83	144	86	66	206	216	224	223	226	221	224	227	226	229	221	225	224	219	227	70	52	118	223	226	223	214	221	215	227	225	222	228	227
225	220	185	94	64	74	78	74	63	176	224	216	221	222	221	227	224	233	225	223	219	223	225	226	179	160	206	228	226	226	224	221	225	220	219	226	227	227
219	216	223	230	174	118	88	72	109	205	223	226	229	223	223	227	228	224	228	223	228	228	226	219	229	230	226	219	222	225	223	226	230	225	226	220	226	220
222	220	226	218	222	229	225	225	225	223	223	224	225	223	225	225	223	224	222	225	228	225	226	226	224	221	222	226	223	220	223	225	225	224	221	228	221	229
226	221	222	223	224	218	219	223	222	224	226	220	224	227	225	226	224	225	225	222	225	226	224	228	222	226	225	224	226	223	220	224	223	227	220	226	227	225

Dari tabel 4.32 dapat dilihat bahwa sampel pada citra kedelapan

terdapat degradasi yang sama dengan keseluruhan citra. Pada matriks

sampel memiliki nilai intensitas warna kertas bernilai antara 219 – 229,

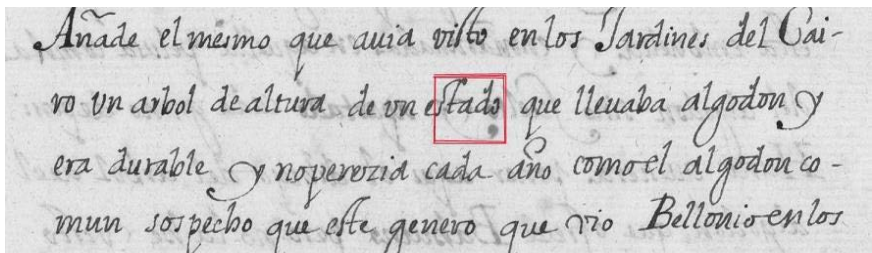
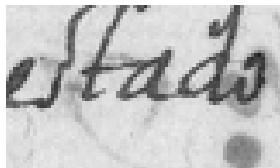
intensitas bayangan atau kotoran bernilai antara 177 - 202, intensitas objek

(teks) bernilai antara 42 – 111.

## 8. Citra Kespuluh

Nilai-Nilai degradasi pada citra yang pertama dapat dilihat pada tabel 4.33.

Tabel 4.33 pengamatan nilai intensitas grayscale pada citra kesepuluh

Hasil Proses Grayscale																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Sampel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Nilai intensitas pada citra sampel	<table><tr><td>220</td><td>223</td><td>226</td><td>216</td><td>216</td><td>226</td><td>162</td><td>86</td><td>111</td><td>178</td><td>232</td><td>221</td><td>210</td><td>223</td><td>227</td><td>226</td><td>220</td><td>228</td><td>215</td><td>98</td><td>100</td><td>212</td><td>222</td><td>221</td><td>213</td><td>224</td><td>224</td><td>221</td><td>229</td><td>229</td><td>225</td><td>227</td></tr><tr><td>218</td><td>220</td><td>222</td><td>209</td><td>208</td><td>211</td><td>128</td><td>106</td><td>127</td><td>214</td><td>228</td><td>215</td><td>210</td><td>219</td><td>227</td><td>221</td><td>224</td><td>211</td><td>182</td><td>72</td><td>163</td><td>216</td><td>222</td><td>221</td><td>222</td><td>222</td><td>219</td><td>218</td><td>226</td><td>220</td><td>220</td><td>225</td><td>222</td></tr><tr><td>224</td><td>221</td><td>217</td><td>213</td><td>220</td><td>187</td><td>107</td><td>98</td><td>149</td><td>229</td><td>213</td><td>215</td><td>221</td><td>221</td><td>224</td><td>218</td><td>224</td><td>150</td><td>99</td><td>92</td><td>190</td><td>221</td><td>218</td><td>214</td><td>226</td><td>224</td><td>216</td><td>222</td><td>220</td><td>217</td><td>218</td><td>218</td><td>218</td></tr><tr><td>221</td><td>220</td><td>219</td><td>214</td><td>213</td><td>186</td><td>99</td><td>83</td><td>174</td><td>218</td><td>221</td><td>216</td><td>218</td><td>219</td><td>217</td><td>210</td><td>208</td><td>115</td><td>91</td><td>166</td><td>219</td><td>214</td><td>214</td><td>218</td><td>220</td><td>221</td><td>216</td><td>217</td><td>220</td><td>217</td><td>219</td><td>221</td><td>220</td></tr><tr><td>221</td><td>217</td><td>221</td><td>212</td><td>209</td><td>191</td><td>96</td><td>85</td><td>191</td><td>213</td><td>217</td><td>215</td><td>215</td><td>210</td><td>212</td><td>212</td><td>183</td><td>108</td><td>117</td><td>202</td><td>217</td><td>222</td><td>224</td><td>214</td><td>212</td><td>216</td><td>218</td><td>218</td><td>226</td><td>217</td><td>217</td><td>216</td><td>219</td></tr><tr><td>213</td><td>215</td><td>215</td><td>210</td><td>224</td><td>170</td><td>88</td><td>105</td><td>202</td><td>221</td><td>211</td><td>214</td><td>220</td><td>218</td><td>212</td><td>217</td><td>140</td><td>100</td><td>176</td><td>223</td><td>217</td><td>221</td><td>221</td><td>226</td><td>215</td><td>214</td><td>221</td><td>223</td><td>229</td><td>221</td><td>214</td><td>220</td><td>224</td></tr><tr><td>203</td><td>214</td><td>207</td><td>206</td><td>213</td><td>183</td><td>99</td><td>111</td><td>208</td><td>210</td><td>212</td><td>220</td><td>217</td><td>219</td><td>222</td><td>204</td><td>95</td><td>83</td><td>185</td><td>225</td><td>220</td><td>219</td><td>223</td><td>219</td><td>217</td><td>227</td><td>223</td><td>222</td><td>224</td><td>221</td><td>220</td><td>226</td><td>226</td></tr><tr><td>216</td><td>216</td><td>208</td><td>210</td><td>213</td><td>164</td><td>88</td><td>104</td><td>212</td><td>216</td><td>218</td><td>215</td><td>212</td><td>216</td><td>222</td><td>168</td><td>78</td><td>121</td><td>205</td><td>219</td><td>223</td><td>218</td><td>218</td><td>222</td><td>217</td><td>221</td><td>218</td><td>221</td><td>224</td><td>223</td><td>222</td><td>219</td><td>224</td></tr><tr><td>219</td><td>219</td><td>216</td><td>214</td><td>218</td><td>161</td><td>78</td><td>116</td><td>212</td><td>222</td><td>218</td><td>220</td><td>215</td><td>211</td><td>222</td><td>127</td><td>73</td><td>183</td><td>224</td><td>220</td><td>219</td><td>217</td><td>219</td><td>217</td><td>219</td><td>218</td><td>220</td><td>220</td><td>221</td><td>218</td><td>216</td><td>213</td><td>217</td></tr><tr><td>219</td><td>218</td><td>220</td><td>212</td><td>216</td><td>186</td><td>97</td><td>104</td><td>201</td><td>215</td><td>203</td><td>210</td><td>203</td><td>219</td><td>165</td><td>85</td><td>96</td><td>197</td><td>211</td><td>207</td><td>212</td><td>207</td><td>213</td><td>209</td><td>215</td><td>215</td><td>218</td><td>220</td><td>217</td><td>223</td><td>216</td><td>216</td><td>216</td></tr><tr><td>205</td><td>209</td><td>207</td><td>211</td><td>212</td><td>192</td><td>109</td><td>118</td><td>206</td><td>213</td><td>210</td><td>199</td><td>191</td><td>195</td><td>117</td><td>72</td><td>134</td><td>195</td><td>186</td><td>193</td><td>195</td><td>168</td><td>175</td><td>191</td><td>209</td><td>208</td><td>211</td><td>216</td><td>207</td><td>212</td><td>217</td><td>212</td><td>201</td></tr><tr><td>190</td><td>187</td><td>202</td><td>202</td><td>217</td><td>189</td><td>106</td><td>116</td><td>206</td><td>213</td><td>213</td><td>210</td><td>199</td><td>163</td><td>92</td><td>83</td><td>178</td><td>171</td><td>165</td><td>174</td><td>181</td><td>161</td><td>162</td><td>168</td><td>153</td><td>191</td><td>194</td><td>194</td><td>209</td><td>198</td><td>170</td><td>110</td><td>75</td></tr><tr><td>165</td><td>167</td><td>162</td><td>183</td><td>150</td><td>114</td><td>83</td><td>134</td><td>213</td><td>210</td><td>210</td><td>192</td><td>168</td><td>135</td><td>68</td><td>119</td><td>201</td><td>197</td><td>192</td><td>192</td><td>210</td><td>194</td><td>159</td><td>166</td><td>144</td><td>136</td><td>98</td><td>114</td><td>119</td><td>104</td><td>63</td><td>68</td><td>76</td></tr><tr><td>165</td><td>173</td><td>176</td><td>105</td><td>76</td><td>86</td><td>97</td><td>169</td><td>209</td><td>217</td><td>195</td><td>178</td><td>161</td><td>80</td><td>73</td><td>112</td><td>160</td><td>143</td><td>163</td><td>161</td><td>171</td><td>136</td><td>95</td><td>89</td><td>85</td><td>82</td><td>110</td><td>92</td><td>68</td><td>76</td><td>110</td><td>124</td><td>69</td></tr><tr><td>183</td><td>193</td><td>171</td><td>85</td><td>104</td><td>121</td><td>141</td><td>210</td><td>209</td><td>208</td><td>164</td><td>111</td><td>66</td><td>63</td><td>69</td><td>64</td><td>75</td><td>62</td><td>71</td><td>114</td><td>110</td><td>128</td><td>181</td><td>179</td><td>166</td><td>168</td><td>95</td><td>76</td><td>107</td><td>175</td><td>187</td><td>115</td><td>71</td></tr><tr><td>188</td><td>194</td><td>153</td><td>94</td><td>135</td><td>198</td><td>203</td><td>206</td><td>215</td><td>154</td><td>59</td><td>69</td><td>85</td><td>84</td><td>88</td><td>107</td><td>158</td><td>162</td><td>179</td><td>204</td><td>214</td><td>214</td><td>220</td><td>216</td><td>214</td><td>142</td><td>81</td><td>126</td><td>200</td><td>207</td><td>174</td><td>79</td><td>64</td></tr><tr><td>200</td><td>202</td><td>164</td><td>67</td><td>153</td><td>205</td><td>199</td><td>204</td><td>201</td><td>186</td><td>145</td><td>113</td><td>86</td><td>80</td><td>168</td><td>200</td><td>217</td><td>219</td><td>214</td><td>220</td><td>213</td><td>211</td><td>219</td><td>206</td><td>127</td><td>70</td><td>152</td><td>206</td><td>206</td><td>208</td><td>124</td><td>76</td><td>71</td></tr><tr><td>194</td><td>176</td><td>92</td><td>66</td><td>183</td><td>206</td><td>188</td><td>199</td><td>181</td><td>190</td><td>205</td><td>148</td><td>62</td><td>112</td><td>214</td><td>212</td><td>216</td><td>221</td><td>207</td><td>211</td><td>214</td><td>213</td><td>198</td><td>109</td><td>77</td><td>157</td><td>222</td><td>208</td><td>212</td><td>113</td><td>79</td><td>75</td><td>108</td></tr><tr><td>203</td><td>136</td><td>55</td><td>103</td><td>206</td><td>191</td><td>163</td><td>175</td><td>164</td><td>177</td><td>187</td><td>128</td><td>65</td><td>126</td><td>216</td><td>223</td><td>220</td><td>218</td><td>213</td><td>208</td><td>212</td><td>208</td><td>170</td><td>83</td><td>117</td><td>216</td><td>212</td><td>211</td><td>186</td><td>79</td><td>90</td><td>92</td><td>142</td></tr><tr><td>206</td><td>92</td><td>56</td><td>99</td><td>202</td><td>168</td><td>153</td><td>142</td><td>146</td><td>151</td><td>190</td><td>88</td><td>72</td><td>167</td><td>214</td><td>216</td><td>227</td><td>221</td><td>214</td><td>210</td><td>218</td><td>167</td><td>94</td><td>97</td><td>179</td><td>209</td><td>207</td><td>196</td><td>111</td><td>74</td><td>84</td><td>94</td><td>162</td></tr><tr><td>205</td><td>76</td><td>59</td><td>127</td><td>197</td><td>171</td><td>152</td><td>138</td><td>135</td><td>143</td><td>136</td><td>82</td><td>76</td><td>193</td><td>221</td><td>206</td><td>162</td><td>212</td><td>212</td><td>213</td><td>212</td><td>113</td><td>87</td><td>137</td><td>217</td><td>212</td><td>148</td><td>77</td><td>64</td><td>90</td><td>91</td><td>99</td><td>161</td></tr><tr><td>198</td><td>86</td><td>68</td><td>160</td><td>200</td><td>187</td><td>175</td><td>164</td><td>174</td><td>162</td><td>87</td><td>88</td><td>105</td><td>163</td><td>140</td><td>131</td><td>156</td><td>217</td><td>218</td><td>223</td><td>131</td><td>100</td><td>103</td><td>116</td><td>146</td><td>114</td><td>70</td><td>98</td><td>118</td><td>82</td><td>86</td><td>98</td><td>155</td></tr><tr><td>150</td><td>59</td><td>85</td><td>194</td><td>198</td><td>199</td><td>181</td><td>165</td><td>200</td><td>167</td><td>71</td><td>94</td><td>83</td><td>76</td><td>110</td><td>204</td><td>218</td><td>223</td><td>227</td><td>220</td><td>130</td><td>98</td><td>91</td><td>72</td><td>74</td><td>107</td><td>179</td><td>197</td><td>201</td><td>92</td><td>78</td><td>79</td><td>77</td></tr><tr><td>81</td><td>57</td><td>157</td><td>208</td><td>196</td><td>187</td><td>186</td><td>171</td><td>197</td><td>205</td><td>137</td><td>90</td><td>112</td><td>174</td><td>211</td><td>218</td><td>225</td><td>221</td><td>222</td><td>219</td><td>209</td><td>157</td><td>119</td><td>145</td><td>197</td><td>217</td><td>209</td><td>218</td><td>220</td><td>204</td><td>141</td><td>90</td><td>92</td></tr><tr><td>70</td><td>101</td><td>205</td><td>205</td><td>199</td><td>191</td><td>178</td><td>184</td><td>186</td><td>198</td><td>215</td><td>210</td><td>212</td><td>222</td><td>220</td><td>219</td><td>225</td><td>224</td><td>226</td><td>219</td><td>216</td><td>217</td><td>224</td><td>220</td><td>223</td><td>219</td><td>221</td><td>219</td><td>220</td><td>217</td><td>207</td><td>189</td><td>188</td></tr><tr><td>88</td><td>205</td><td>215</td><td>207</td><td>211</td><td>201</td><td>190</td><td>200</td><td>178</td><td>188</td><td>217</td><td>214</td><td>214</td><td>222</td><td>217</td><td>209</td><td>218</td><td>224</td><td>220</td><td>220</td><td>220</td><td>218</td><td>221</td><td>221</td><td>226</td><td>220</td><td>221</td><td>224</td><td>216</td><td>215</td><td>190</td><td>192</td><td>208</td></tr><tr><td>215</td><td>220</td><td>206</td><td>210</td><td>219</td><td>208</td><td>202</td><td>197</td><td>185</td><td>193</td><td>217</td><td>214</td><td>222</td><td>220</td><td>218</td><td>213</td><td>218</td><td>219</td><td>217</td><td>222</td><td>222</td><td>215</td><td>221</td><td>228</td><td>227</td><td>221</td><td>219</td><td>215</td><td>223</td><td>202</td><td>173</td><td>196</td><td>207</td></tr></table>	220	223	226	216	216	226	162	86	111	178	232	221	210	223	227	226	220	228	215	98	100	212	222	221	213	224	224	221	229	229	225	227	218	220	222	209	208	211	128	106	127	214	228	215	210	219	227	221	224	211	182	72	163	216	222	221	222	222	219	218	226	220	220	225	222	224	221	217	213	220	187	107	98	149	229	213	215	221	221	224	218	224	150	99	92	190	221	218	214	226	224	216	222	220	217	218	218	218	221	220	219	214	213	186	99	83	174	218	221	216	218	219	217	210	208	115	91	166	219	214	214	218	220	221	216	217	220	217	219	221	220	221	217	221	212	209	191	96	85	191	213	217	215	215	210	212	212	183	108	117	202	217	222	224	214	212	216	218	218	226	217	217	216	219	213	215	215	210	224	170	88	105	202	221	211	214	220	218	212	217	140	100	176	223	217	221	221	226	215	214	221	223	229	221	214	220	224	203	214	207	206	213	183	99	111	208	210	212	220	217	219	222	204	95	83	185	225	220	219	223	219	217	227	223	222	224	221	220	226	226	216	216	208	210	213	164	88	104	212	216	218	215	212	216	222	168	78	121	205	219	223	218	218	222	217	221	218	221	224	223	222	219	224	219	219	216	214	218	161	78	116	212	222	218	220	215	211	222	127	73	183	224	220	219	217	219	217	219	218	220	220	221	218	216	213	217	219	218	220	212	216	186	97	104	201	215	203	210	203	219	165	85	96	197	211	207	212	207	213	209	215	215	218	220	217	223	216	216	216	205	209	207	211	212	192	109	118	206	213	210	199	191	195	117	72	134	195	186	193	195	168	175	191	209	208	211	216	207	212	217	212	201	190	187	202	202	217	189	106	116	206	213	213	210	199	163	92	83	178	171	165	174	181	161	162	168	153	191	194	194	209	198	170	110	75	165	167	162	183	150	114	83	134	213	210	210	192	168	135	68	119	201	197	192	192	210	194	159	166	144	136	98	114	119	104	63	68	76	165	173	176	105	76	86	97	169	209	217	195	178	161	80	73	112	160	143	163	161	171	136	95	89	85	82	110	92	68	76	110	124	69	183	193	171	85	104	121	141	210	209	208	164	111	66	63	69	64	75	62	71	114	110	128	181	179	166	168	95	76	107	175	187	115	71	188	194	153	94	135	198	203	206	215	154	59	69	85	84	88	107	158	162	179	204	214	214	220	216	214	142	81	126	200	207	174	79	64	200	202	164	67	153	205	199	204	201	186	145	113	86	80	168	200	217	219	214	220	213	211	219	206	127	70	152	206	206	208	124	76	71	194	176	92	66	183	206	188	199	181	190	205	148	62	112	214	212	216	221	207	211	214	213	198	109	77	157	222	208	212	113	79	75	108	203	136	55	103	206	191	163	175	164	177	187	128	65	126	216	223	220	218	213	208	212	208	170	83	117	216	212	211	186	79	90	92	142	206	92	56	99	202	168	153	142	146	151	190	88	72	167	214	216	227	221	214	210	218	167	94	97	179	209	207	196	111	74	84	94	162	205	76	59	127	197	171	152	138	135	143	136	82	76	193	221	206	162	212	212	213	212	113	87	137	217	212	148	77	64	90	91	99	161	198	86	68	160	200	187	175	164	174	162	87	88	105	163	140	131	156	217	218	223	131	100	103	116	146	114	70	98	118	82	86	98	155	150	59	85	194	198	199	181	165	200	167	71	94	83	76	110	204	218	223	227	220	130	98	91	72	74	107	179	197	201	92	78	79	77	81	57	157	208	196	187	186	171	197	205	137	90	112	174	211	218	225	221	222	219	209	157	119	145	197	217	209	218	220	204	141	90	92	70	101	205	205	199	191	178	184	186	198	215	210	212	222	220	219	225	224	226	219	216	217	224	220	223	219	221	219	220	217	207	189	188	88	205	215	207	211	201	190	200	178	188	217	214	214	222	217	209	218	224	220	220	220	218	221	221	226	220	221	224	216	215	190	192	208	215	220	206	210	219	208	202	197	185	193	217	214	222	220	218	213	218	219	217	222	222	215	221	228	227	221	219	215	223	202	173	196	207
220	223	226	216	216	226	162	86	111	178	232	221	210	223	227	226	220	228	215	98	100	212	222	221	213	224	224	221	229	229	225	227																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
218	220	222	209	208	211	128	106	127	214	228	215	210	219	227	221	224	211	182	72	163	216	222	221	222	222	219	218	226	220	220	225	222																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
224	221	217	213	220	187	107	98	149	229	213	215	221	221	224	218	224	150	99	92	190	221	218	214	226	224	216	222	220	217	218	218	218																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
221	220	219	214	213	186	99	83	174	218	221	216	218	219	217	210	208	115	91	166	219	214	214	218	220	221	216	217	220	217	219	221	220																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
221	217	221	212	209	191	96	85	191	213	217	215	215	210	212	212	183	108	117	202	217	222	224	214	212	216	218	218	226	217	217	216	219																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
213	215	215	210	224	170	88	105	202	221	211	214	220	218	212	217	140	100	176	223	217	221	221	226	215	214	221	223	229	221	214	220	224																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
203	214	207	206	213	183	99	111	208	210	212	220	217	219	222	204	95	83	185	225	220	219	223	219	217	227	223	222	224	221	220	226	226																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
216	216	208	210	213	164	88	104	212	216	218	215	212	216	222	168	78	121	205	219	223	218	218	222	217	221	218	221	224	223	222	219	224																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
219	219	216	214	218	161	78	116	212	222	218	220	215	211	222	127	73	183	224	220	219	217	219	217	219	218	220	220	221	218	216	213	217																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
219	218	220	212	216	186	97	104	201	215	203	210	203	219	165	85	96	197	211	207	212	207	213	209	215	215	218	220	217	223	216	216	216																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
205	209	207	211	212	192	109	118	206	213	210	199	191	195	117	72	134	195	186	193	195	168	175	191	209	208	211	216	207	212	217	212	201																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
190	187	202	202	217	189	106	116	206	213	213	210	199	163	92	83	178	171	165	174	181	161	162	168	153	191	194	194	209	198	170	110	75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
165	167	162	183	150	114	83	134	213	210	210	192	168	135	68	119	201	197	192	192	210	194	159	166	144	136	98	114	119	104	63	68	76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
165	173	176	105	76	86	97	169	209	217	195	178	161	80	73	112	160	143	163	161	171	136	95	89	85	82	110	92	68	76	110	124	69																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
183	193	171	85	104	121	141	210	209	208	164	111	66	63	69	64	75	62	71	114	110	128	181	179	166	168	95	76	107	175	187	115	71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
188	194	153	94	135	198	203	206	215	154	59	69	85	84	88	107	158	162	179	204	214	214	220	216	214	142	81	126	200	207	174	79	64																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
200	202	164	67	153	205	199	204	201	186	145	113	86	80	168	200	217	219	214	220	213	211	219	206	127	70	152	206	206	208	124	76	71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
194	176	92	66	183	206	188	199	181	190	205	148	62	112	214	212	216	221	207	211	214	213	198	109	77	157	222	208	212	113	79	75	108																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
203	136	55	103	206	191	163	175	164	177	187	128	65	126	216	223	220	218	213	208	212	208	170	83	117	216	212	211	186	79	90	92	142																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
206	92	56	99	202	168	153	142	146	151	190	88	72	167	214	216	227	221	214	210	218	167	94	97	179	209	207	196	111	74	84	94	162																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
205	76	59	127	197	171	152	138	135	143	136	82	76	193	221	206	162	212	212	213	212	113	87	137	217	212	148	77	64	90	91	99	161																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
198	86	68	160	200	187	175	164	174	162	87	88	105	163	140	131	156	217	218	223	131	100	103	116	146	114	70	98	118	82	86	98	155																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
150	59	85	194	198	199	181	165	200	167	71	94	83	76	110	204	218	223	227	220	130	98	91	72	74	107	179	197	201	92	78	79	77																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
81	57	157	208	196	187	186	171	197	205	137	90	112	174	211	218	225	221	222	219	209	157	119	145	197	217	209	218	220	204	141	90	92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
70	101	205	205	199	191	178	184	186	198	215	210	212	222	220	219	225	224	226	219	216	217	224	220	223	219	221	219	220	217	207	189	188																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
88	205	215	207	211	201	190	200	178	188	217	214	214	222	217	209	218	224	220	220	220	218	221	221	226	220	221	224	216	215	190	192	208																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
215	220	206	210	219	208	202	197	185	193	217	214	222	220	218	213	218	219	217	222	222	215	221	228	227	221	219	215	223	202	173	196	207																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

Dari tabel 4.33 dapat dilihat bahwa sampel pada citra kesepuluh terdapat degradasi yang sama dengan keseluruhan citra. Pada matriks sampel memiliki nilai intensitas warna kertas bernilai antara 202 – 226, intensitas bayangan atau kotoran bernilai antara 134 - 201, intensitas objek (teks) bernilai antara 59 – 114

Ketika nilai intensitas degradasi pada citra dokumen sudah diketahui, maka dibuatlah tabel sebagai berikut. Lihat pada tabel 4.34.

Keterangan:

A = Warna Kertas    B = Warna Bayangan dan Kotoran    C = Warna Objek (Teks)

Tabel 4.34. Hasil Pengujian Sistem

No	Data	Nilai Intensitas Citra hasil konversi Grayscale			Nilai Variabel Kontras		RMSE TERKECIL	F- Mea
		A	B	C	R	S1,S2		
1	Citra Pertama	187 - 192	177 - 183	53 - 108	171	0	62.3493	85.8335
2	Citra Kedua	207 - 215	148 - 193	45 - 111	180	0	75.5466	85.3104
3	Citra Ketiga	216 - 225	122 - 218	64 - 112	192	0	78.6489	87.7314
4	Citra Keempat	199 - 213	169 - 192	92 - 127	173	0	53.3525	95.0149
5	Citra Kelima	200 - 225	169 - 199	58 - 92	0	0	69.1315	94.1765
6	Citra Keenam	207 - 224	170 - 199	91 - 177	200	0	55.8383	94.764
7	Citra Kedelapan	219 - 229	177 - 202	42 - 111	182	0	44.4747	85.7663
8	Citra Kesepuluh	202 - 226	134 - 201	59 - 114	162	0	78.9687	85.076

Dari data yang dihasilkan oleh sistem, maka didapatkan formula yaitu nilai variabel Pengaturan kontras yang dapat dijadikan acuan untuk memperbaiki citra dokumen yang terdegradasi. Rerata keberhasilan keseluruhan sistem berdasarkan nilai *F-measure* adalah 86.6907 %. Artinya nilai-nilai variabel yang dihasilkan sistem ini dapat memperbaiki citra dokumen yang terdegradasi dengan kemiripan 86.6907 %.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan pengujian terhadap data-data yang ada, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk memperbaiki citra dokumen yang terdegradasi diperlukan beberapa tahap proses, yang pertama adalah melakukan konversi citra dari RGB menjadi citra grayscale, kedua yaitu mengatur kontras dengan metode contrast stretching, ketiga adalah menentukan nilai ambang dengan metode Otsu. Untuk menemukan nilai-nilai variabel pengaturan kontras yang tepat, data yang diproses akan melalui tahap pengujian dengan dibandingkan pada citra ground-truth menggunakan metode RMSE (*root mean square error*). Setelah terekam semua nilai-nilai variabel pengaturan kontras dan nilai RMSE disetiap proses transformasi, maka akan ditentukan nilai variabel pengaturan kontras yang tepat adalah pada proses yang menghasilkan citra dokumen dengan nilai RMSE terkecil.
2. Secara umum dokumen terdegradasi adalah dokumen yang sudah tua atau sudah lama, hal ini terlihat dari warna kertasnya. Semakin tua dokumen tersebut, warna kertas semakin berwarna kecoklatan, serta tinta pada dokumen menjadi kabur sehingga ketebalan tinta tidak merata. Kualitas kertas yang menurun juga menyebabkan objek (teks) di belakang kertas dapat terlihat hingga ditampilkan depan. Masalah lain terjadi ketika dokumen terkena noda cairan atau tinta yang luntur. Ketika dokumen tersebut direkam oleh pemindai

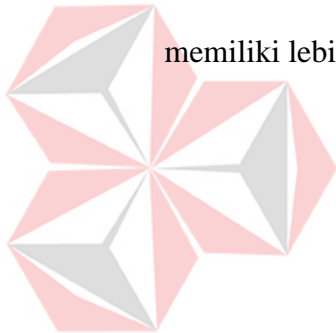
(scanner) menjadi citra digital, maka semua masalah tersebut akan ikut terekam. Untuk membedakan antara (objek) teks dan latar belakang yang terdegradasi, diperlukan proses pengaturan kontras dan pencarian nilai ambang yang tepat, dalam penelitian ini menggunakan metode contrast stretching dan metode Otsu. Pada proses pengaturan kontras, Citra dokumen akan diatur kontrasnya menjadi lebih baik. Pengaturan kontras bertujuan untuk mengatur nilai intensitas antara gelap dan terang memiliki nilai yang berjauhan. Dengan begitu citra dengan kontras yang baik akan mempermudah proses perhitungan nilai ambang.

3. Dari semua data yang telah diuji, terdapat 9 citra dokumen yang membutuhkan proses pengaturan kontras, Artinya sebagian besar citra dokumen yang terdegradasi jika dikonversi kedalam grayscale akan memiliki kontras yang tidak normal atau tidak bagus. 1 citra dokumen cukup dengan proses pencarian nilai ambang saja yaitu pada data nomor 5, hal tersebut dapat diketahui dari semua variabel pengaturan bernilai 0, artinya adalah citra dengan kontras yang sudah baik tidak perlu diatur lagi kontrasnya.
4. Dengan metode yang dirancang pada penelitian ini, Jika dihitung nilai rerata RMSE dari keseluruhan data yang telah diuji, maka didapatkan nilai rerata error sebesar 69.9118. Rerata tingkat kemiripan hasil citra biner dengan ground-truth sebesar 87,6907 %, dihitung dari nilai rerata F-measure pada keseluruhan data yang telah diuji.

## 5.2 Saran

Dari kesimpulan yang ada untuk pengembangan lebih lanjut, maka dapat disarankan sebagai berikut:

1. Guna riset kedepanya, untuk mendapatkan hasil *error* yang lebih kecil dan tingkat kemiripan yang lebih baik, maka dapat dicoba untuk menambahkan metode *enhancement image* lain seperti *histogram equalization*, *image smoothing* dan Mencoba *thresholding* Metode *adaptif* untuk menggantikan *thresholding* Metode *Otsu*.
2. Pemilihan data yang digunakan untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya memiliki lebih banyak macam variasi dan jenis degradasi.



UNIVERSITAS  
Dinamika

## DAFTAR PUSTAKA

Gonzalez, R.C and Woods, R.E., 2002, "*Digital Image Processing*", 2nd edn, Prentice Hall, New Jersey

Jagroop Kaur, "*A Review of Degraded Document Image Binarization Techniques*" Pattern Recognit.,IJARCCE Vol. 3, Issue 5, May 2014

Kadir Abdul dan Susanto., 2013 "*Pengolahan Citra: Teori dan Aplikasi*". 1<sup>st</sup>, Indonesia

Konstantinos Ntirogiannis and Basilis Gatos and Ioannis Pratikakis, "*ICFHR2014 Competition on Handwritten Document Image Binarization*" Pattern Recognit.,H-DIBCO 2014

Setiawan I K D. 2008, "*Analisis Fitur Citra Prasasti Logam Dengan Menggunakan Metode Gray Level Run Length Matriks*", Surabaya: STMIK Stikom Surabaya.

Sonia saini, MS. Richa Dogra, "*Robust Document Image Binarization For Gegraded Document Images,*" Pattern Recognit., GJCT Vol. 3, No 2, September 2015