

Implementasi Metode Bernsen Pada Perbaikan Kualitas Citra Digital Naskah Kuno

Condro Wibawa, Dessy Tri Anggraeni

Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Gunadarma

Depok, Indonesia

condro_wibawa@staff.gunadarma.ac.id, dessytri@staff.gunadarma.ac.id

Abstract- Ancient manuscripts are documents from the past that are very important because they are a valuable source for studying the history and culture of a nation. So that, it is important to continue to protect and preserve these ancient manuscripts. However, the majority of ancient manuscripts are damaged due to natural factors and human actions. One thing to preserve the ancient manuscripts is by digitizing them into digital image form. The challenge in digitizing ancient manuscripts is the poor quality of the digitized documents, such as a lot of noise, illegibility, etc. To improve this condition, actions are needed to improve the quality of digital images of ancient manuscripts. One of which is using the Bernsen method. The Bernsen method is part of Local Adaptive Thresholding which improves the quality of digital images by considering neighboring pixels. In this research, the Bernsen method was successfully applied to improve the quality of digital images of ancient manuscripts, although it was less effective. The success rate of the Bernsen method is 65%. This value is smaller than the use of the Otsu method which reaches 85%, or the Sauvola method which reaches 86.67%.

Keywords: Ancient Manuscript, Digital Image, Local Adaptive Threshholding, Bernsen Method

Abstrak- Naskah kuno merupakan dokumen dari masa lalu yang sangat penting karena merupakan sumber berharga untuk mempelajari sejarah dan budaya suatu bangsa. Oleh karenanya penting untuk terus menjaga dan melestarikan naskah kuno tersebut. Akan tetapi sebagian besar kondisi naskah kuno mengalami kerusakan baik karena faktor alam maupun perbuatan manusia. Salah satu upaya untuk menjaga kelestarian naskah kuno adalah dengan melakukan digitalisasi ke dalam bentuk citra digital. Tantangan dalam digitalisasi naskah kuno adalah kurang baiknya kualitas dokumen hasil digitalisasi seperti banyaknya noise, tidak terbaca, dan lain-lain. Untuk memperbaiki kondisi itu diperlukan langkah untuk memperbaiki kualitas citra digital naskah kuno tersebut, salah satunya adalah dengan menggunakan metode Bernsen. Metode Bernsen merupakan bagian dari Local Adaptive Threshholding yang memperbaiki kualitas citra digital dengan mempertimbangkan pixel-pixel tetangganya. Pada penelitian ini metode Bernsen berhasil diterapkan untuk memperbaiki kualitas citra digital naskah kuno, meskipun kurang efektif. Tingkat keberhasilan metode Bernsen adalah 65%. Nilai ini lebih kecil daripada penggunaan metode Otsu yang mencapai 85%, atau metode Sauvola yang mencapai 86,67%.

Kata Kunci: Naskah Kuno, Citra Digital, Local Adaptive Threshholding, Metode Bernsen

1. Pendahuluan

Naskah kuno merupakan dokumen atau teks tulisan tangan yang dibuat pada zaman dahulu, bahkan berabad-abad lalu. Naskah ini merupakan sumber berharga untuk mempelajari sejarah dan budaya suatu bangsa. Naskah kuno dapat berisi berbagai macam informasi, seperti cerita rakyat, legenda, catatan sejarah, teks keagamaan, dokumen hukum, dan lain-lain [1]. Naskah kuno bisa berbentuk dokumen tulisan tangan [2] ataupun artefak tekstual yang dibuat pada masa lalu [3] dan memiliki nilai sejarah atau budaya [2]. Menurut Herwin dan Nurdin, naskah kuno adalah karya tulisan masa lampau yang menjadi warisan budaya dari leluhur atau nenek moyang yang perlu dijaga dan dilestarikan [4].

Keberadaan naskah kuno sangat penting karena menyangkut sejarah suatu bangsa. Akan tetapi pada kenyataannya, naskah kuno di era sekarang ini seringkali diabaikan dan mengalami kerusakan, baik akibat faktor alam seperti kelembaban iklim, serangan serangga, bencana alam, zat kimia, dan kesalahan manusia seperti kesalahan penanganan, serta kurangnya perhatian dan dana [4]. Dampak dari kerusakan tersebut dapat membuat teks sulit dibaca atau bahkan tidak terbaca sama sekali.

Agar naskah kuno tersebut lebih terjaga dan dapat dilestarikan, maka perlu dilakukan digitalisasi dalam bentuk citra digital. Digitalisasi adalah proses konversi dari media/informasi yang tercetak, ditulis dan/atau

Vol.15 no.1 | Juni 2024

EXPLORE : ISSN: 2087-2062, Online ISSN: 2686-181X / DOI: <http://dx.doi.org/10.36448/jsit.v15i1.3616>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

digambar ke dalam bentuk atau format digital [5]. Digitalisasi naskah kuno dapat dilakukan dengan cara membuat foto digital atau melakukan proses scanning [6]. Dalam proses digitalisasi ini, seringkali citra yang dihasilkan memiliki kualitas yang kurang memuaskan, seperti pencahayaan yang kurang optimal, latar belakang citra yang tidak memadai, dan banyaknya noise yang terdapat dalam citra tersebut. Untuk itu perlu dilakukan proses perbaikan kualitas citra digital naskah kuno agar menghasilkan citra digital dengan kualitas yang lebih baik.

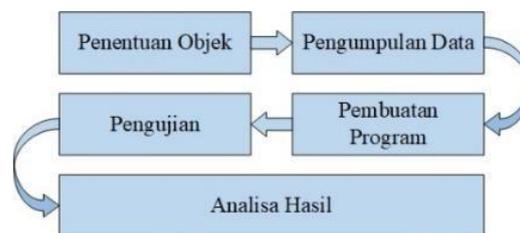
Terdapat berbagai pendekatan dalam perbaikan kualitas citra digital. Salah satunya adalah menggunakan Adaptive Threshholding. Adaptive Threshholding adalah metode segmentasi untuk memisahkan foreground dan background dalam citra digital dengan mempertimbangkan pixel-pixel tetangganya [7]. Beberapa metode yang termasuk ke dalam Adaptive Threshholding adalah metode Otsu, Sauvola, Bernsen, dan lain-lain. Metode Otsu dan Sauvola adalah metode yang paling umum digunakan. Penggunaan metode Otsu dalam perbaikan kualitas citra pernah dilakukan dalam penelitian yang berjudul “Perbaikan Citra Tanda Tangan Digital Menggunakan Metode Otsu Threshholding dan Sauvola”. Pada penelitian tersebut metode Otsu digunakan untuk memperbaiki kualitas citra tanda tangan digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luaran citra digital menggunakan metode Otsu lebih baik dibandingkan citra aslinya, meskipun tidak lebih baik dibandingkan penggunaan metode sauvola [8]. Sementara itu pada penelitian lain yang berjudul “Comparison of Image Segmentation Method in Image Character Extraction Preprocessing using Optical Character Recognition”, metode Otsu justru memberikan hasil yang lebih baik dalam proses preprocessing citra digital dibandingkan dengan metode Sauvola [9].

Dalam penelitian ini digunakan metode yang relatif jarang digunakan yaitu metode Bernsen. Metode Bernsen juga termasuk ke dalam metode Local Adaptive Threshholding [10]. Salah satu penelitian yang menggunakan metode Bernsen adalah “Implementation of Bernsen's Locally Adaptive Binarization Method for Grayscale Images”. Pada penelitian ini metode Bernsen berhasil digunakan untuk memisahkan tulisan teks dengan latar belakangnya secara efektif dengan catatan bahwa terdapat perbedaan kontras yang signifikan pada citra inputan [11]. Meskipun begitu pada penelitian yang berjudul “Optimasi Kemampuan Segmentasi Otsu Pada Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Indonesia Menggunakan Metode Gaussian”, justru memberikan catatan yang cukup penting mengenai Metode Bernsen. Metode Bernsen dianggap rentan terhadap gangguan yang tidak diperlukan seperti pencahayaan yang berlebihan, bingkai, baut pemasangan plat, dan gangguan akibat dari bayangan [12].

Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan pembuktian terhadap kinerja metode Bernsen. Serta dapat memberi perspektif baru terhadap penggunaan metode-metode dalam perbaikan kualitas citra digital, khususnya dalam mengolah citra digital berbasis teks khususnya pada naskah kuno.

2. Metodologi

Tahapan dalam penelitian ini meliputi penentuan obyek, pengumpulan data, pembuatan program, pengujian, dan analisa hasil. Tahapan tersebut bisa dilihat pada bagan berikut.



Gambar 1. Tahapan penelitian

A. Penentuan Obyek

Obyek dalam penelitian ini adalah citra digital naskah kuno. Dimana citra digital tersebut akan dilakukan proses perbaikan untuk menghasilkan citra digital dengan kualitas yang lebih baik.

B. Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data, terdapat dua macam data. Data pertama adalah data-data referensi terkait dengan metode penelitian. Sedangkan data kedua adalah data-data untuk kebutuhan sample (data uji) dalam penelitian.

Data-data referensi diambil dari buku, jurnal ilmiah, website, dan lain-lain. Berikut ini adalah beberapa data referensi penting terkait penelitian ini.

Citra Digital

Menurut beberapa sumber, definisi citra digital adalah citra yang ditangkap oleh kamera dan telah dikuantisasi dalam bentuk nilai diskrit [1]. Citra digital juga merupakan representasi informasi visual dalam format digital. Hal ini melibatkan konversi gambar analog ke dalam bentuk digital, yang dapat disimpan, diproses, dan ditransmisikan menggunakan komputer dan perangkat digital [13]. Atau yang paling sederhana, citra digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer [14]. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwasanya citra digital adalah citra dalam bentuk digital yang dapat diolah/diproses, disimpan, dan ditransmisikan menggunakan komputer.

Local Adaptive Threshholding

Local Adaptive Threshholding adalah salah satu metode dalam segmentasi. Segmentasi secara sederhana adalah memisahkan antara *foreground* dan *background* pada citra [7]. Metode ini dinilai lebih baik karena nilai tiap pixel dihitung dengan melibatkan pixel tetangganya [15]. Terdapat banyak metode yang merupakan pengembangan dari konsep ini, diantaranya adalah metode Otsu Threshholding, niblack, sauvola, WAN, Feng, dan termasuk juga Bernsen.

Metode Bernsen

Metode Bernsen adalah teknik *Local Adaptive Threshholding* yang digunakan untuk pengolahan citra digital [10]. Pada penelitian yang lain, metode Bernsen



didefinisikan sebagai teknik binarisasi adaptif lokal yang sering digunakan untuk ekstraksi fitur dari gambar grayscale [16].

Metode Bernsen menentukan ambang batas binarisasi dengan mengambil rata-rata nilai intensitas minimum dan maksimum pada lingkungan (window) berukuran $w \times w$. Nilai-nilai ini masing-masing dinotasikan sebagai $\min(N)$ dan $\max(N)$. Dengan menghitung rata-rata dari nilai-nilai ini, ambang batas ditetapkan untuk membedakan antara piksel latar depan dan latar belakang pada gambar [15].

Rumus penghitungan nilai threshold pada metode Bernsen adalah sebagai berikut :

$$Th(x, y) = \left(\frac{I_{max} + I_{min}}{2} \right)$$

dimana,

$Th(x, y)$: nilai *threshold* pada koordinat (x,y)

I_{max} : nilai intensitas maksimum pada window

I_{min} : nilai intensitas minimum pada window

dan dengan syarat kontras warna di dalam window lebih dari 15, seperti pada persamaan di bawah ini. Jika nilai kontras di bawah 15, maka window dianggap memiliki warna yang sama sehingga tidak ada foreground dan background.

$$(i, j) = I_{max}(i, j) - I_{min}(i, j) \geq 15$$

Ukuran window yang disarankan adalah 31x31 [10]. Sehingga nilai ini bisa digunakan sebagai acuan penelitian berikutnya. Selain data referensi, data yang dikumpulkan adalah data sampel (data uji). Data sample diambil dari foto digital yang dilakukan secara langsung dari Muesum Nasional pada tanggal 08 hingga 10 Januari 2024. Jumlah data sample yang akan diujikan adalah 20 gambar dalam format .JPG.

C. Pembuatan Program

Pada langkah ini akan dilakukan pembuatan program. Adapun *flowchart* program bisa dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Tahapan Proses Perbaikan Citra

Dalam proses implementasi ini akan dibuatkan program sederhana. Program dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.7 dan memanfaatkan *library* openCV. Merujuk pada website resmi OpenCV, library OpenCV merupakan perpustakaan perangkat lunak visi komputer dan pembelajaran mesin sumber terbuka. OpenCV dibangun untuk menyediakan infrastruktur umum untuk aplikasi visi komputer dan untuk mempercepat penggunaan persepsi mesin dalam produk komersial [17].

Ketika program dijalankan pertama kali, maka program akan meminta pengguna untuk melakukan input citra digital. Citra digital yang dapat diproses adalah citra digital dengan format file .JPG atau .JPEG. Proses selanjutnya adalah mengubah citra digital menjadi bentuk grayscale. Apabila citra sudah berbentuk grayscale, maka langkah ini akan dilewati. Berikutnya program akan melakukan perbaikan kualitas citra menggunakan metode bernsen. Rumus-rumus metode Bernsen sudah dijelaskan di bagian sebelumnya. Luaran akhir yang dihasilkan program adalah citra digital baru dengan format .JPG. Output inilah yang nantinya akan dianalisa pada langkah selanjutnya.

D. Pengujian

Setelah program selesai dibuat, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian. Pengujian dilakukan terhadap data sample (data uji) yang telah disiapkan sebelumnya. Citra digital keluaran kemudian akan diuji menggunakan pendekatan manual. Pendekatan manual artinya citra digital luaran akan dibandingkan secara manual dengan citra digital inputan. Pengujian ini akan menentukan citra digital mana yang memiliki kualitas lebih bagus. Sifat penelitian adalah subyektif, sehingga dimungkinkan terjadinya perbedaan penafsiran untuk masing-masing orang.

E. Analisa Hasil

Langkah papipurna pada penelitian ini adalah analisa hasil. Pada bagian ini, luaran citra digital, hasil pengujian akan dianalisa lebih lanjut. Sehingga pada akhirnya, pada bagian ini akan menyajikan kesimpulan apakah metode Bernsen ini cocok digunakan dalam perbaikan kualitas citra digital naskah kuno atau tidak.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian program perbaikan kualitas citra digital naskah kunon menggunakan metode bernsen dilakukan terhadap 20 data uji (*sample*). Hasil pengujian menunjukkan hasil yang bervariasi seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 hingga gambar 5 berikut. Hasil ini dipilih karena dianggap paling representative dalam mewakili variasi data yang diujikan.

Pada data uji pertama, citra asli (lihat Gambar 2 (a)) menunjukkan distribusi intensitas cahaya yang tidak merata. Pada kondisi ini metode Bernsen berhasil mengonversi variasi sebaran intensitas cahaya tersebut secara efektif. Meskipun metode ini mampu menangani variasi intensitas cahaya, terdapat catatan penting pada area samping citra. Pada citra perbaikan (lihat Gambar 2

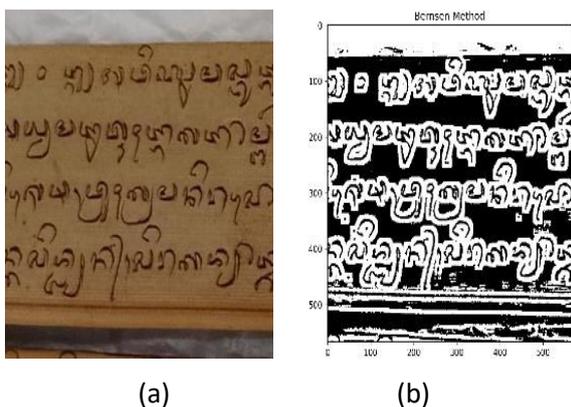


(b)) memang terlihat lebih baik dari citra asli. Akan tetapi penggunaan metode Bernsen cenderung meninggalkan sejumlah garis hitam yang merupakan noise yang cukup signifikan, yang menunjukkan bahwa metode ini tidak dapat menangani permasalahan-permasalahan tertentu pada citra aslinya.



Gambar 3. Data Uji Pertama yaitu (a) Citra Asli, (b) Citra Perbaikan

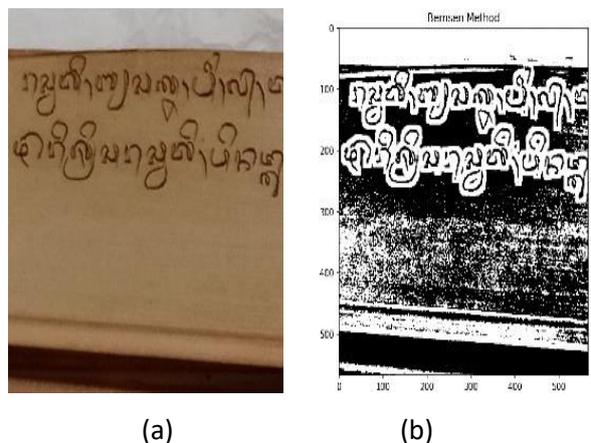
Pada data uji kedua, media yang digunakan adalah daun lontar kering seperti terlihat pada (lihat Gambar 3 (a)). Pada gambar terlihat bahwa citra asli memiliki sebaran intensitas cahaya yang merata namun sedikit gelap. Metode Bernsen berhasil mengonversi citra tersebut dengan hasil perbaikan seperti terlihat pada gambar (lihat Gambar 3 (b)). Pada gambar tersebut terlihat bahwa citra hasil perbaikan lebih baik dari citra asli dan teks terlihat cukup jelas. Namun pada area yang tidak terdapat teks, cenderung memiliki warna hitam karena tekstur daun lontar kering itu sendiri.



Gambar 4. Data Uji Kedua yaitu (a) Citra Asli, (b) Citra Perbaikan

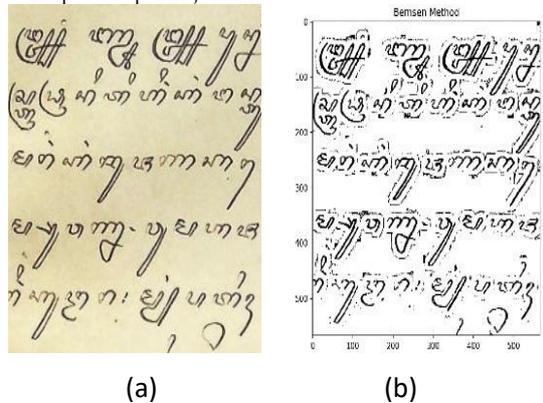
Pada data uji ketiga, masih dengan media yang sama yaitu daun lontar kering. Terlihat pada citra asli (lihat Gambar 4 (a)) sebaran intensitas cahaya yang kurang merata, dan juga cenderung terlihat buram. Pada citra perbaikan (lihat Gambar 4 (b)) yang dihasilkan dengan menggunakan Metode Bernsen tidak lebih baik dari citra asli, dengan ditunjukkannya pada citra tersebut cenderung

memiliki banyak noise berwarna hitam yang tidak merata dan tidak beraturan pada area yang tidak terdapat teks.



Gambar 5. Data Uji Ketiga yaitu (a) Citra Asli, (b) Citra Perbaikan

Pada data uji keempat, citra asli (lihat Gambar 5 (a)) menunjukkan distribusi cahaya yang merata sedikit lebih cerah namun sebaran warna kertas yang tidak merata. Citra perbaikan (lihat Gambar 5 (b)) yang dihasilkan dengan menggunakan Metode Bernsen terlihat kurang begitu jelas pada bagian teks dan tidak lebih baik dari citra asli. Terdapat banyak noise yang mengelilingi teks sehingga dapat mungkin mengakibatkan kesalahpahaman dalam proses penerjemahan.



Gambar 6. Data Uji Keempat yaitu (a) Citra Asli, (b) Citra Perbaikan

Dari percobaan yang dilakukan terhadap 20 data uji, kemudian dilakukan penilaian secara manual/langsung untuk menentukan citra dengan kualitas yang lebih bagus. Hasil penilaian dapat dilihat pada tabel 1 berikut. Pada tabel 1 terlihat bahwa dari 20 kali pengujian, citra digital hasil perbaikan menggunakan metode Bernsen memiliki output lebih baik sebanyak 13 kali. Sedangkan sisanya sebanyak 7 memberikan hasil bahwa citra aslinya lebih bagus dibandingkan cira hasil perbaikan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa efektifitas penggunaan metode Bernsen adalah 65%. Sehingga bisa



dikatakan bahwa penggunaan metode Bernsen cukup efektif.

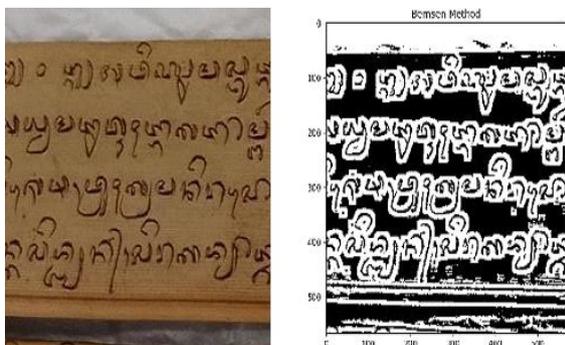
Tabel 1 Rangkuman Uji

| File Gambar | Citra Asli | Citra Perbaikan |
|--------------|------------|-----------------|
| Gambar 1 | | √ |
| Gambar 2 | | √ |
| Gambar 3 | | √ |
| Gambar 4 | | √ |
| Gambar 5 | | √ |
| Gambar 6 | | √ |
| Gambar 7 | √ | |
| Gambar 8 | | √ |
| Gambar 9 | | √ |
| Gambar 10 | | √ |
| Gambar 11 | √ | |
| Gambar 12 | √ | |
| Gambar 13 | √ | |
| Gambar 14 | √ | |
| Gambar 15 | √ | |
| Gambar 16 | | √ |
| Gambar 17 | | √ |
| Gambar 18 | √ | |
| Gambar 19 | | √ |
| Gambar 20 | | √ |
| Total | 7 | 13 |

Analisa Hasil

Berdasarkan rangkuman hasil pengujian yang dilakukan, tingkat keberhasilan penggunaan metode Bernsen adalah 65%. Tingkat akurasi ini terhitung rendah jika dibandingkan dengan penelitian lain yang sejenis. Misalnya pada penelitian yang berjudul “Segmentasi Citra Pada Naskah Kitab Kuno Nusantara Menggunakan Metode Binary Thresholding”. Tingkat akurasi pada penelitian tersebut adalah 85 % [18]. Pada penelitian lain yang berjudul “Perbaikan Citra Dokumen Terdegradasi dengan Metode Pengaturan Kontras dan Otsu Threshhold” juga mendapatkan tingkat akurasi yang cukup tinggi yaitu 86,69 % [19]. Dari hasil-hasil ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode Bernsen untuk perbaikan kualitas citra digital berbasis dokumen kurang efektif.

Akan tetapi terdapat hal menarik dalam uji beberapa citra digital menggunakan metode Bernsen. Perhatikan gambar 6 dan 7 berikut.



Gambar 6. Perbaikan Citra Menggunakan

Metode Bernsen



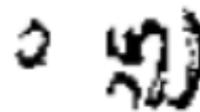
Gambar 7. Perbaikan Citra Menggunakan Metode Otsu, Sauvola, dan Niblack

Gambar 6 merupakan contoh perbaikan kualitas citra menggunakan metode Bernsen. Pada gambar tersebut, luaran citra digital memiliki background hitam sedangkan tulisannya berwarna putih. Pada tulisannya, warna putih tidak serta merta terbatas pada teksnya saja akan tetapi juga sebagian kecil area di sekitarnya. Hal ini membantu membuat teks tulisan terlihat lebih jelas. Perhatikan gambar 8 berikut.



Gambar 8. Detail Hasil Perbaikan Citra Menggunakan Metode Bernsen

Hasil ini berbeda dengan metode lainnya seperti Otsu, Niblack, dan Sauvola, dimana latar belakangnya berwarna putih dan teks tulisannya berwarna hitam. Di sekitar area teks tidak terdapat area yang mendukung keterbacaan teks seperti pada metode Bernsen. Akibatnya jika kualitas teks tulisan menurun, teks tulisan menjadi lebih sulit dibaca. Bandingkan detail antara gambar 8 dan gambar 9 berikut.



Gambar 9. Detail Hasil Perbaikan Citra Menggunakan Metode Sauvola

4. Kesimpulan

Implementasi perbaikan kualitas citra digital naskah kuno menggunakan metode Bernsen berhasil dilakukan dengan tingkat keberhasilan sebesar 65%. Hasil ini tergolong rendah dibandingkan dengan penggunaan metode lain seperti Binary Threshholding yang mencapai 85% atau metode Otsu yang mencapai 86,69%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode Bernsen untuk perbaikan kualitas citra digital naskah kuno kurang efektif. Akan tetapi pada kasus-kasus tertentu, metode Bernsen memberikan hasil yang cukup berbeda dibandingkan dengan metode lain. Hal ini perlu diteliti lebih lanjut guna memastikan jenis gambar/ inputan seperti apa yang cocok digunakan pada metode Bernsen



5. Daftar Pustaka

- [1] S. N. Kuswati, "Kegiatan Digitalisasi Naskah Kuno Sebagai Upaya Diseminasi Informasi," *LIBRA: LIBRARY OF UIN AR-RANIRY*, vol. 13, no. 01, 2021.
- [2] G. Pratiwi and S. Subekti, "Peran Pustakawan Dalam Pelestarian Naskah Kuno Minangkabau Sebagai Implementasi Dari Fungsi Kultural Perpustakaan Provinsi Sumatera Barat," *Jurnal Ilmu Perpustakaan*, vol. 07, no. 01, 2019.
- [3] S. Mahdi, "Pelestarian Naskah-Naskah Kuno Di Museum Prabu Geusan Ulun Sumedang," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 02, no. 02, 2018.
- [4] H. C. Nugraha and N. Laugu, "Pelestarian Naskah Kuno dalam Upaya Menjaga Warisan Budaya Bangsa di Perpustakaan Museum Dewantara Kirti Griya Tamansiswa Yogyakarta," *Lentera Pustaka*, vol. 07, no. 01, 2021.
- [5] S. P. E. Nugroho, "Digitalisasi Arsip Statis," *Arsip Nasional Republik Indonesia*, 2020. [Online]. [Accessed 05 05 2024].
- [6] T. Y. Verasita, *Digitalisasi Naskah Kuno Lontar Di Perpustakaan Reksa Pustaka Pura Mangkunegaran Surakarta*, Semarang: Universitas Diponegoro, 2023.
- [7] R. C. Gonzales and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, New Jersey, USA: Prentice Hall, 2008.
- [8] D. T. Anggraeni and C. Wibawa, "Perbaikan Citra Tanda Tangan Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding dan Sauvola," *Jurnal Imliab Matrix*, vol. 25, no. 01, 2023.
- [9] C. Wibawa and D. T. Angraeni, "Comparison of Image Segmentation Method in Image Character Extraction Preprocessing using Optical Character Recognition," *JUTIF : Jurnal Teknik Informatika*, vol. 04, no. 03, 2023.
- [10] S. D. Thepade, R. Das and P. R. Chaudari, "Identifying Land Usage from Aerial Image using Feature Fusion of Thepade's Sorted n-ary Block Truncation Coding and Bernsen Thresholding with Ensemble Methods," *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, vol. 09, no. 03, 2020.
- [11] C. Eyupoglu, "Implementation of Bernsen's Locally Adaptive Binarization Method for Grayscale Images," *The Online Journal of Science and Technology*, vol. 07, no. 02, 2017.
- [12] E. D. Putra and S. Santosa, "Optimasi Kemampuan Segmentasi Otsu Pada Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Indonesia Menggunakan Metode Gaussian," *Jurnal Pseudocode*, vol. 04, no. 01, 2017.
- [13] M. R. Kumaseh, L. Latumakulita and N. Nainggola, "Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Metode Threshholding," *Jurnal Ilmu Sains*, vol. 17, no. 02, 2017.
- [14] B. D. Raharja and P. Harsadi, "Implementasi Kompresi Citra Digital Dengan Mengatur Kualitas Citra Digital," *Jurnal Ilmiah Sinus*, vol. 16, no. 02, 2018.
- [15] M. Rofi'i and D. R. Ningtias, "Local Adaptive Thresholding Menggunakan Metode Sauvola sebagai Tahapan Pra Pengolahan pada Data Citra Isyarat EKG (Elektrokardiogram)," *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 10, no. 01, 2022.
- [16] S. D. Thepade and A. G. Dudhani, "Improved Classification of Medical Histopathological Images with Fusion of Thepade SBTC and Bernsen Thresholding using Machine Learning," *International Journal of Computing and Digital Systems*, vol. 14, no. 01, 2023.
- [17] O. Team, "OpenCV - Tentang," OpenCV Team, 2023. [Online]. Available: <https://opencv.org/about/>. [Accessed 03 11 2023].
- [18] N. W. Y. Damayantia and I. G. A. Wibawa, "Segmentasi Citra Pada Naskah Kitab Kuno Nusantara Menggunakan Metode Binary Thresholding," *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana*, vol. 12, no. 01, 2021.
- [19] B. M. Wirawan, *Perbaikan Citra Dokumen Terdegradasi dengan Metode Pengaturan Kontras dan Otsu Threshhold*, Surabaya: Stikom, 2017.

