

## Segmentasi teks pada citra tulisan tangan kalimat menggunakan metode Median Filtering dan Otsu

Muhammad Haviz Irfani<sup>1\*</sup>, Gasim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indo Global Mandiri

Jl. Jenderal Sudirman No. 629, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia. 30129.

\*E-mail: [m.haviz@uigm.ac.id](mailto:m.haviz@uigm.ac.id)

**Abstrak:** Tulisan tangan seseorang mampu memberikan banyak informasi baik untuk diri sendiri maupun bagi orang lain. Citra tulisan tangan dapat memberikan bermacam bentuk citra baru hasil dari segmentasi citra/ gambar. Kesulitan untuk memilih karakter atau kata atau kalimat dari citra asli untuk berbagai pola menggunakan segmentasi citra dapat digunakan untuk memberikan informasi penting dalam pengenalan pola. Tujuan penelitian pada tahap ini yaitu melakukan segmentasi baris teks pada sebuah citra tulisan tangan dalam Bahasa Indonesia berbentuk paragraf. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Median Filtering dalam perbaikan citra, dan metode Otsu untuk segmentasi citra. Penelitian ini juga menggunakan pemrograman aplikasi Matlab versi R2021b untuk memproses setiap tahapan penelitian. Hasil dari penelitian ini telah berhasil mendapatkan citra baru berbentuk baris teks atau kalimat yang berjumlah 323 gambar hasil pemisahan pada kisaran Threshold sebesar 0,18 sampai 0,55. Terdapat 38,39% gambar sulit terbaca dan 61,6% gambar yang terbaca dengan baik.

**Kata Kunci:** Filter Median, Otsu, segmentasi, tulisan tangan, pengolahan citra

**Abstract:** A person's handwriting can provide a lot of information both for themselves and for others. Handwritten images can provide various forms of new images resulting from image/image segmentation. The difficulty of selecting characters or words or sentences from the original image for various patterns using image segmentation can be used to provide important information in pattern recognition. The aim of the research at this stage is to segment lines of text in a handwritten image in Indonesian in the form of paragraphs. The methods used in this research are the Median Filtering method for image enhancement, and the Otsu method for image segmentation. This research also uses Matlab application programming version R2021b to process each stage of the research. The results of this research have succeeded in obtaining new images in the form of lines of text or sentences totaling 323 images resulting from separation in the Threshold range of 0.18 to 0.55. There were 38.39% of images that were difficult to read and 61.6% of images that were well read.

**Keywords:** Median Filtering, Otsu, segmentation, handwriting, image processing

### PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan merupakan sebuah teknologi yang membantu dalam inovasi dunia usaha dan industri, yang berkembang pesat dan luas. Berbagai platform bermunculan dengan beragam *feature* dan manfaat. Salah satu bagian dari kecerdasan buatan seperti pengenalan citra, yang mendeteksi objek riil dengan sejumlah data agar dapat dilakukan prediksi. Pengenalan citra seperti tulisan tangan memberikan kontribusi/ penguatan untuk melakukan inovasi atau berkaitan dengan bidang kecerdasan buatan yang membutuhkan banyak sumber daya untuk memberikan dampak perubahan industri maupun inovasinya. Salah satu tahapan dari pengenalan citra tersebut yang banyak digunakan untuk mendapatkan citra baru dilakukan dengan cara segmentasi citra.

Tujuan penelitian ini mendapatkan *image* (citra) baru hasil pemisahan baris teks dengan metode segmentasi citra berdasarkan tingkat kecerahan dan tingkat kontras. Citra

Cara Sitasi:

Irfani, M. H., Gasim, G. (2024). Segmentasi teks pada citra tulisan tangan kalimat menggunakan metode Median Filtering dan Otsu. *Teknosains: Media Informasi dan Teknologi*, 18(1), 88-97. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v18i1.44307>

Diajukan 3 Januari 2024; Ditinjau 29 Maret 2024; Diterima 20 April 2024; Diterbitkan 30 April 2024  
Copyright © 2024. The authors. This is an open access article under the CC BY-SA license

baru hasil segmentasi citra (*cropping*) akan menghasilkan sebuah citra untuk dapat dijadikan objek dalam dataset hasil dari perubahan citra asli. Adapun citra baru tersebut berupa barisan teks dari pemisahan citra asli berbentuk paragraf dituliskan pada media kertas kosong dan pulpen yang disesuaikan dengan kebutuhan, termasuk saat pengambilan gambar menggunakan alat bantu kamera atau media lainnya harus dapat memberikan hasil citra dengan perlakuan yang sama (Kumaseh et al., 2013).

Teknik perbaikan citra digunakan untuk meningkatkan kualitas visual dan analisis, metode yang digunakan metode Otsu Thresholding dan metode Sauvola yang mempertimbangkan kontras lokal untuk memperbaiki citra dengan perubahan pencahayaan yang tidak merata (Anggraeni & Wibawa, 2023) yaitu keduanya mempunyai nilai PSNR (peak signal to noise ratio) yang sama sebesar 34,571 db. Penelitian ini menggunakan metode Otsu dan Median Filter agar segmentasi citra tulisan tangan dapat memberikan gambar hasil pemisahan baris yang batasan objek dan latar dengan jelas (Jassim & Altaani, 2013) dengan nilai MSE (*Mean Squared Error*) dan PSNR, selain itu dalam sebuah citra dapat memberikan hasil citra baru dengan hasil potongan jumlah terbatas dan kontras yang dapat dilihat bentuk tulisannya.

Citra asli berbentuk tulisan tangan berparagraf dengan barisan teks yang dapat dipisah-pisahkan dengan segmentasi untuk menghasilkan citra baru yang selanjutnya dapat dimasukkan dalam dataset. Hasil segmentasi nantinya didasari oleh proses perubahan citra (Sunarya et al., 2015; Sujan et al., 2016) ke dalam bentuk citra lain untuk dapat digunakan dalam melakukan identifikasi citra yang memiliki kesamaan citra juga bergantung pada pengelolaan citra itu sendiri.

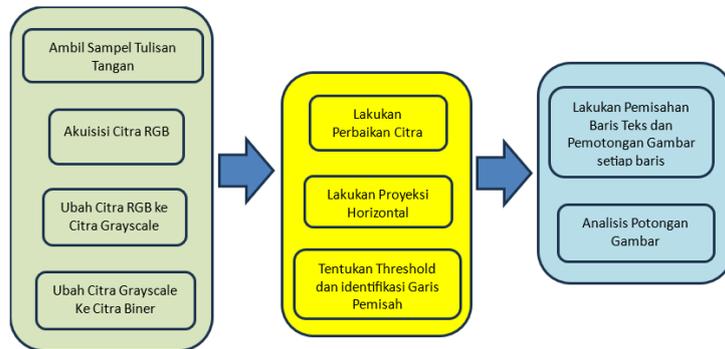
Dalam penelitian segmentasi citra dalam konteks tenunan yang fokus pada metode Otsu Thresholding serta memanfaatkan Median Filter untuk memperbaiki hasil segmentasi. Hasil eksperimen yang menunjukkan efektivitas kombinasi Metode Otsu Thresholding dengan Median Filter dalam segmentasi citra tenun (Baso et al., 2022), adanya peningkatan akurasi maupun kualitas segmentasi citra tenunan sudah sesuai. Penelitian ini akan menggunakan metode yang sama untuk memperbaiki citra tulisan tangan dan menghasilkan citra baru hasil pemisahan citra asli.

Penelitian dari Sunarya et al. (2015) memberikan segmentasi citra tulisan tangan aksara Bali, dengan karakteristik bentuk dan ukuran yang bervariasi. Segmentasi citra termasuk tahap penting dalam pengolahan citra untuk memahami dan menganalisis isi tulisan tangan secara lebih akurat. Menggunakan pendekatan berbasis proyeksi vertikal dan horizontal untuk mengatasi masalah segmentasi pada citra tulisan tangan aksara Bali. Penelitian Sunarya et al. (2015) berhasil memisahkan aksara Bali dari latar belakang dengan baik untuk mengatasi variasi bentuk dan ukuran aksara, serta cukup tangguh dalam menghadapi tantangan pencahayaan dan perubahan kualitas citra. Penelitian ini menggunakan citra tulisan tangan yang diakuisisi menggunakan camera *smartphone* Oppo Reno4 f menggunakan kamera belakang (utama=48MP, *wide angle*=8MP, dan mono=2MP). Pencahayaan dan perubahan kualitas citra dari teks paragraf menjadi potongan barisan teks menjadi hal penting dalam penelitian ini.

Berdasarkan uraian latar belakang maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk melakukan segmentasi baris teks pada sebuah citra tulisan tangan dalam Bahasa Indonesia berbentuk paragraf dengan metode Median Filtering dan metode Otsu. Hasil yang diperoleh dapat menjadi rujukan terkait metode yang tepat dalam segmentasi teks

**METODE PENELITIAN**

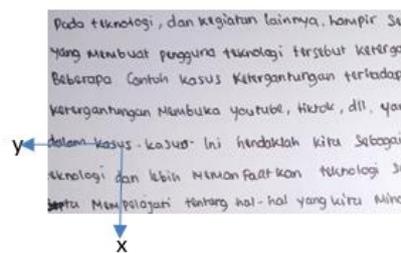
Alur kerja dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Aliran kerja penelitian

1. Penyajian citra

Sebuah citra atau gambar dalam bentuk digital mempunyai fungsi dua peubah sebagai  $f(x,y)$  dimana koordinat piksel  $x$  dan  $y$ , nilai  $f(x,y)$  intensitas dari citra. Kumpulan titik-titik membentuk citra disebut piksel atau *picture element* dan digambarkan satu kotak kecil dengan koordinat posisi.



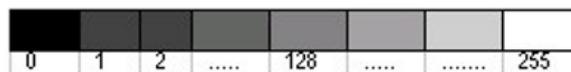
Gambar 2. Citra digital

2. Citra RGB (*Red, Green, Blue*) atau warna

Gambar berwarna dinamakan dengan citra berwarna atau citra RGB yang menyajikan warna dalam bentuk struktur warna R (merah), G (hijau), dan B (biru). Setiap komponennya menggunakan ukuran 8 bit (kisaran antara 0 sampai dengan 255) sehingga  $255 \times 255 \times 255$  atau 16.581.375 buah warna dapat disajikan (Wahyudi et al., 2015).

3. Citra *grayscale*

Citra *grayscale* adalah sebuah citra skala keabuan dengan nilai intensitas paling besar 255 berwarna putih hingga warna hitam dengan nilai intensitas paling kecil (0) seperti yang terlihat pada Gambar 3. Nilai citra digital berskala keabuan 8-bit akan memiliki  $2^8 = 256$  warna, yaitu 0 (minimal) hingga 255 (maksimal).



Gambar 3. Skala citra *greyscale*

4. Citra *biner*

Citra *biner* yaitu citra yang hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan, hanya hitam dan putih. Piksel pada objek bernilai 1 dan piksel latar belakangnya bernilai 0. Pada waktu menampilkan citra, 1 adalah putih sedangkan 0 adalah hitam.

## 5. Thresholding

*Thresholding* merupakan proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner (nilai 0 dan 1) atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk objek dan latar belakang dari citra (Sindar & Sinaga, 2017) secara jelas. *Thresholding* disebut juga ambang batas untuk memisahkan objek dari latar belakangnya. Metode yang umum digunakan dalam proses pengembangan citra adalah metode Otsu (Jassim & Altaani, 2013; Ma et al., 2018). Formulasi dari metode Otsu adalah nilai ambang yang akan dicari dari suatu citra *gray level* dinyatakan dengan  $k$ . Nilai  $k$  berkisar antara 0 sampai  $L$ , dengan nilai  $L=255$  (format citra 8 bit (binary digit)).

## 6. Segmentasi citra

Pengembangan citra adalah metode Otsu (Ma et al., 2018; Anggraeni & Wibawa, 2023). Formulasi dari metode Otsu adalah nilai ambang yang akan dicari dari suatu citra *gray level* dinyatakan dengan  $k$ . Nilai  $k$  berkisar antara 0 sampai  $L$ , dengan nilai  $L=255$  (format citra 8 bit (binary digit)). Segmentasi citra adalah proses pengolahan citra yang bertujuan untuk memisahkan citra menjadi bagian-bagian atau wilayah yang homogen atau memiliki karakteristik yang serupa (Soumya A & Kumar, 2015; Ma et al., 2018). Tujuan utama segmentasi citra adalah untuk mengidentifikasi dan memisahkan objek dari latar belakang, atau memisahkan wilayah yang berbeda dalam citra (Nair et al., 2020). Segmentasi citra merupakan salah satu tahap penting dalam analisis citra dan pengolahan citra karena memungkinkan ekstraksi fitur, deteksi objek, pemisahan objek, dan banyak aplikasi lainnya (Sujan et al., 2016; Sindar & Sinaga, 2017).

Beberapa tujuan dari segmentasi citra Deteksi Objek (segmentasi citra membantu dalam deteksi objek dengan memisahkan objek dari latar belakang atau lingkungan sekitarnya), pengenalan pola (segmentasi citra memungkinkan pemisahan fitur atau karakteristik dari citra untuk keperluan analisis pola), pemrosesan medis (Sujan et al., 2016; Brown & Lidzhade, 2021), segmentasi citra digunakan untuk memisahkan struktur anatomi dari gambar medis seperti MRI atau CT scan, dan lain-lain.

## 7. Aplikasi MATLAB (*Matrix Laboratory*)

Lingkungan pemrograman dan perangkat lunak yang sangat populer digunakan dalam berbagai bidang seperti matematika, ilmu pengetahuan, teknik, pengolahan sinyal, pengolahan citra, pengolahan data, simulasi, dan banyak lagi. MATLAB didasarkan pada bahasa pemrograman yang mudah digunakan dan khusus dirancang untuk memanipulasi dan mengolah matriks dan array numerik.

Berikut adalah beberapa kegunaan dan aplikasi utama dari MATLAB yaitu sebagai berikut:

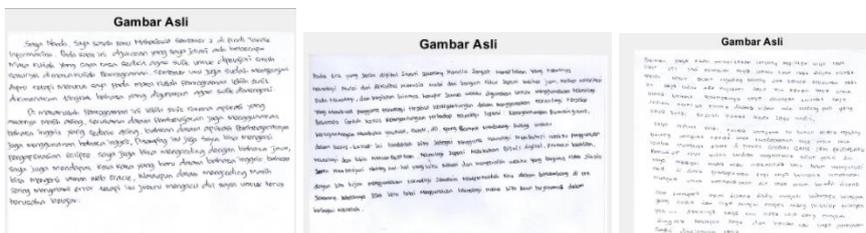
1. Pengolahan sinyal dan pengolahan citra: MATLAB digunakan untuk pemrosesan sinyal dan citra dalam berbagai aplikasi seperti komunikasi, pemrosesan medis, pemrosesan citra, dan pemrosesan audio.
2. Simulasi: MATLAB digunakan untuk simulasi sistem dan proses dalam berbagai bidang seperti sistem kendali, komunikasi, mekanika, dan lainnya.
3. Analisis data: MATLAB digunakan untuk analisis dan visualisasi data dalam berbagai bidang termasuk statistik, analisis finansial, bioinformatika, dan analisis eksperimen.
4. Pemodelan matematika: MATLAB memungkinkan pemodelan matematika dan penyelesaian permasalahan matematika yang kompleks dengan mudah.
5. Optimasi: MATLAB digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi dan pencarian solusi optimal dalam berbagai aplikasi.
6. Pengembangan algoritma: MATLAB digunakan untuk mengembangkan algoritma dan prototipe untuk berbagai aplikasi.

- 7. Pemrograman dan pengembangan aplikasi: MATLAB memungkinkan pengembangan aplikasi dan antarmuka grafis (GUI) untuk solusi yang lebih kompleks.
- 8. Pengajaran dan penelitian: MATLAB digunakan secara luas di lembaga pendidikan dan penelitian karena kesederhanaan bahasa pemrogramannya dan fungsionalitas yang luas dalam berbagai bidang.

MATLAB dilengkapi dengan berbagai *toolbox* yang menyediakan fungsi dan alat khusus untuk berbagai bidang seperti pengolahan citra, pemrosesan sinyal, kontrol sistem, statistik, bioinformatika, dan lainnya. Pengguna MATLAB juga dapat menulis fungsi mereka sendiri dan menggunakan berbagai *library* dan *script* yang dikembangkan oleh komunitas.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Citra atau gambar tulisan tangan yang ditulis dalam Bahasa Indonesia berdasarkan kemampuan berpikir narasi/ pengetahuan dibuat dalam sebuah teks tulisan paragraf (Gambar 4). Hasil tulisan yang baik untuk dijadikan data sampel seperti tulisan masih dapat dibaca atau tidak tumpang tindih (Li & Shen, 2006), masih terlihat baris tulisannya walaupun tidak harus lurus seperti garis, tidak ada goresan dan coretan yang tidak perlu, ada margin yang cukup antara teks dengan tepi gambar, pulpen yang digunakan sangat proporsional sehingga enak terlihat citranya pada saat akuisisi. Kualitas citra untuk dikenali untuk resolusi horizontal citra (Gambar 4) sebesar 16,6562 PPI (*Pixel Per Inch*), sedangkan resolusi vertikal sebesar 3,1215 PPI.



Gambar 4. Citra asli tulisan tangan

**A. Perubahan Citra RGB ke Citra Greyscale**

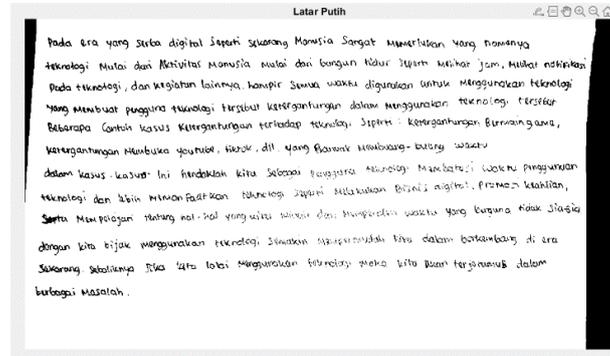
Gambar 5 memperlihatkan hasil konversi citra RGB (berwarna) menjadi citra *greyscale* dengan argumen “*rgb2gray(image)*” dan ternyata tidak merubah ukuran piksel citra yaitu 1599 x 899. Hasil citra ini mengurangi informasi yang akan diproses karena setiap piksel citra *greyscale* hanya diwakili oleh satu nilai intensitas keabuan, selain itu mengurangi ruang penyimpanan saat pemrosesan seperti konvolusi atau deteksi tepi. Selain itu, tingkat kecerahan (seberapa terang atau gelap) (Nguyen et al., 2020) citra sebesar 197,9799 yang menunjukkan citra tersebut relatif terang dan tingkat kontrasnya (intensitas piksel atau perbedaan intensitas antar piksel) sebesar 55,7056 menunjukkan citra yang digunakan memiliki kontras yang cukup tinggi.



Gambar 5. Citra *greyscale* tulisan tangan

## B. Perubahan Citra *Greyscale* ke Citra Latar Putih

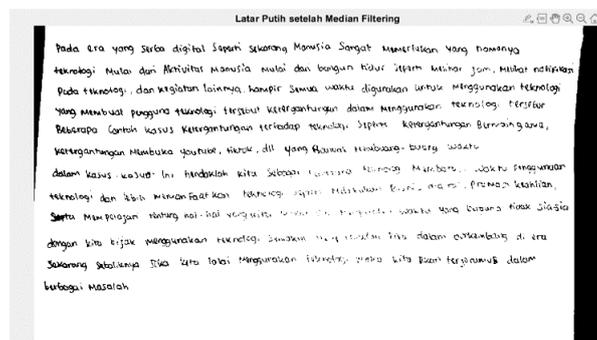
Latar putih pada citra hasil *output* aplikasi MATLAB (Gambar 6) memperlihatkan *noise* pada gambar yang dapat muncul sebelum perbaikan citra, dan terpisah antara *foreground* dan *background*. Objek utama yang akan dipisahkan akan lebih jelas dan mudah dideteksi (Bhoge & Ramteke, 2015).



Gambar 6. Citra latar putih

## C. Perubahan Citra Latar Putih setelah Median Filtering

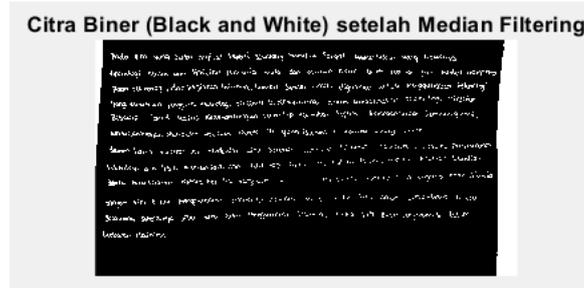
Gambar 7 mendapatkan hasil yang lebih baik karena derau (*noise*) pada citra tulisan tangan telah dihilangkan. Nilai piksel pada titik tengah dari wilayah tetangga dengan nilai median sebesar 213 dari semua piksel yang ada, artinya terdapat setengah dari data piksel yang memiliki nilai di bawah 213 dan setengah lainnya memiliki nilai di atas 213. Adapun jumlah *noise* yang diberikan dengan *threshold* (ambang batas) 20% sebesar 24123 yang masih dapat diterima (Jambheshwar et al., 2013; Soumya A & Kumar, 2015), karena rata-rata dan standar deviasi yang diperoleh masih bersifat umum pada citra (Gambar 4). Tetapi untuk ambang batas 50% didapatkan derau sebesar 1404.



Gambar 7. Citra latar putih setelah Median Filter

## D. Perubahan Citra Latar Putih ke Citra Latar Hitam

Gambar 8 menunjukkan citra latar putih menjadi latar hitam untuk mendeteksi baris teks tulisan tangan. Sehingga dilakukan langkah inversi citra biner agar terlihat wilayah tulisan setelah dibersihkan. Pemrosesan teks bekerja lebih baik pada citra dengan teks putih dengan latar belakang hitam, agar lebih terlihat jelas jika terdapat *noise* (Jassim & Altaani, 2013; Baso et al., 2022).

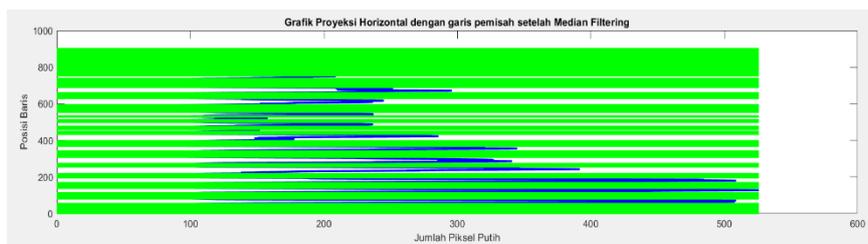


Gambar 8. Citra hasil binerisasi

**E. Proyeksi Horizontal dan Proyeksi Vertikal untuk Batas Pemotongan**

1. Proyeksi horizontal

Pada Gambar 9 ditunjukkan hasil proyeksi horizontal dengan garis pemisah yang membatasi region tulisan, garis berwarna hijau karena kisaran *threshold* yang dapat digunakan mulai dari angka 0,2 sampai dengan angka *threshold* sebesar 0,5 yang dicoba berulang kali sesuai dengan kebutuhan untuk memunculkan Batasan pemisah yang tepat pada teks yang akan dipisahkan. (Kumaseh et al., 2013; Soumya A & Kumar, 2015; Sharma & Dhaka, 2020).



Gambar 9. Citra grafik proyek horizontal

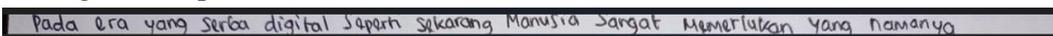
2. Proyeksi vertikal

Proyeksi vertikal bekerja dengan menjumlahkan piksel putih dalam setiap kolom citra. Jika citra berisi baris-baris teks yang terpisah dengan jarak vertikal yang cukup, proyeksi vertikal akan menunjukkan pola yang jelas dalam bentuk puncak di daerah-daerah teks dan lembah di antara baris-baris teks untuk menentukan batas atas dan batas bawah dari setiap baris teks yang tergantung juga dengan nilai *threshold* ditentukan sebelumnya (Sindar & Sinaga, 2017; Anggraeni & Wibawa, 2023).

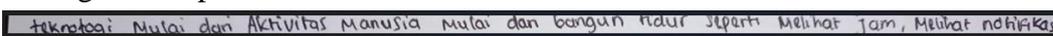
**F. Pemotongan Gambar Baris Citra**

Berikut ini beberapa citra hasil pemisahan (Wahyudi et al., 2015) barisan teks dari salah satu sampel yang dapat dijadikan citra baru sebagai berikut:

Potongan citra pemrosesan baris ke 52:



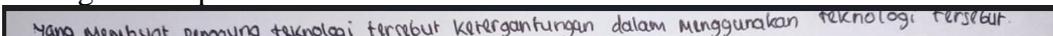
Potongan citra pemrosesan baris ke 84:



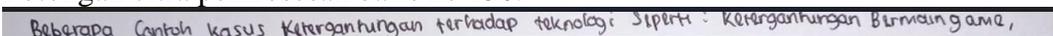
Potongan citra pemrosesan baris ke 113:



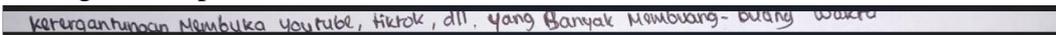
Potongan citra pemrosesan baris ke 134:



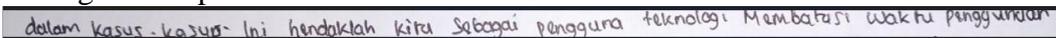
Potongan citra pemrosesan baris ke 150:



Potongan citra pemrosesan baris ke 183:



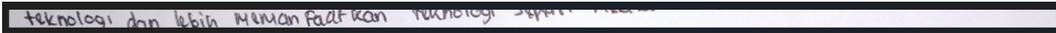
Potongan citra pemrosesan baris ke 211:



Potongan citra pemrosesan baris ke 224:



Potongan citra pemrosesan baris ke 239:



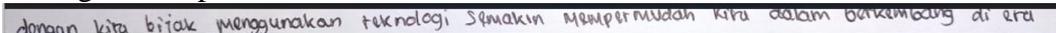
Potongan citra pemrosesan baris ke 252:



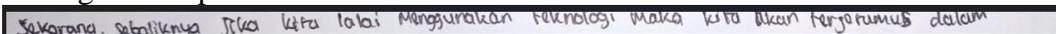
Potongan citra pemrosesan baris ke 255:



Potongan citra pemrosesan baris ke 294:



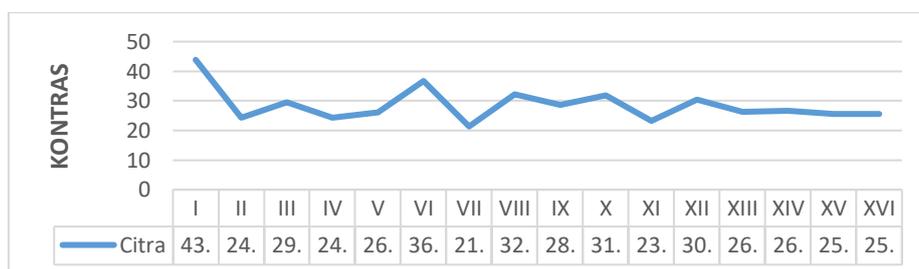
Potongan citra pemrosesan baris ke 323:



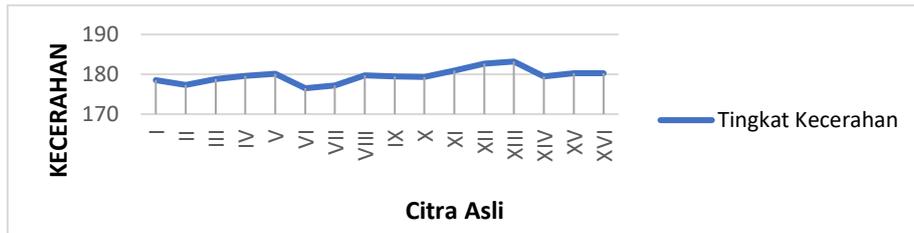
Potongan citra pemrosesan baris ke 370:



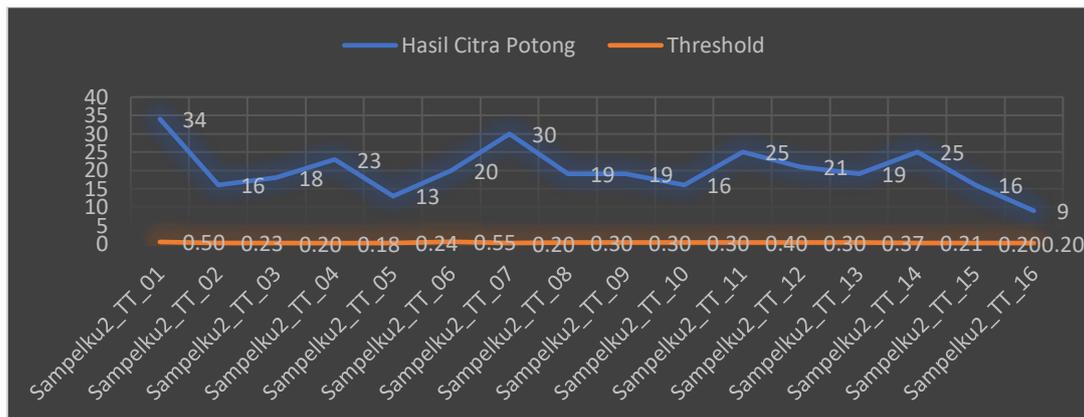
Semua pemrosesan gambar berjumlah lebih dari 400 buah pemrosesan, dan gambar hasil pemrosesan yang tersimpan karena gambar tidak kosong berjumlah rata-rata lebih dari 11 buah gambar. Dari potongan baris teks citra yang sudah diperoleh jumlah citra hasil pemotongan baris (Gambar 11). Pengambilan dan penetapan sampel yang perlu diperhatikan untuk dihindari yaitu sampel yang dilakukan tidak dalam susunan yang layak untuk dipotong, saat menulis baris teks tumpang tindih, tulisan yang kurang terlihat (kabur), tidak signifikan pada masing-masing baris dalam 1 paragraf, dan pengambilan gambar yang dilakukan dengan tingkat kecerahan (Gambar 11) dan kontras (Gambar 10) gambar yang tidak tepat. Dari Gambar 10 terlihat tingkat kontras dalam rentang 20 hingga 45 adalah rentang yang umumnya dianggap baik untuk kebanyakan citra. Kontras yang terlalu rendah dapat membuat citra terlihat datar dan sulit untuk membedakan detail, sedangkan kontras yang terlalu tinggi dapat menyebabkan hilangnya detail di area dengan kecerahan ekstrim. Sedangkan tingkat kecerahan antara 175 sampai dengan 185 yang juga masih dikatakan baik.



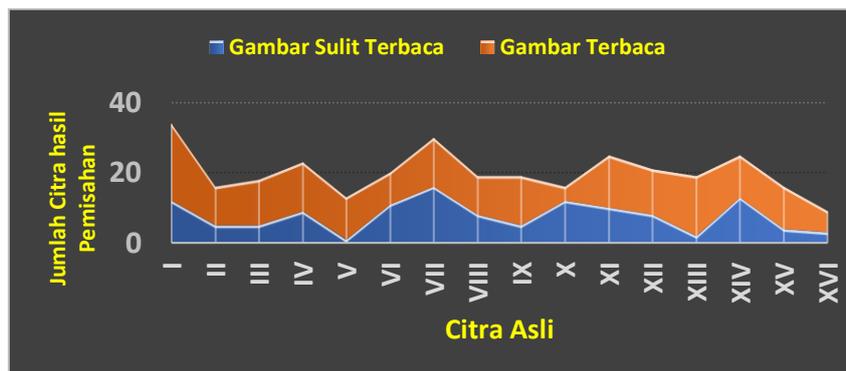
Gambar 10. Tingkat kontras citra sebelum pemotongan



Gambar 11. Tingkat kecerahan citra sebelum pemotongan



Gambar 12. Hasil citra pemisahan baris



Gambar 13. Jumlah citra terbaca dan citra sulit terbaca

Sebelumnya citra yang dapat tersimpan dalam *folder* masing-masing citra dari garis pemisah dari masing-masing citra asli mempunyai jumlah pada Gambar 12 dengan total citra sebesar 323 buah. Dari total citra tersebut ada 38,39% gambar yang sulit terbaca, dan 61,6% gambar yang terbaca (Gambar 13).

**KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa segmentasi citra tulisan tangan (RGB) berukuran piksel 1599 x 899 berjumlah 16 citra asli dengan resolusi horizontal 16,6667 dan resolusi vertikal 3,1319 menggunakan perbaikan median *filtering* dengan nilai median yaitu 213. Kemudian nilai rata-rata kecerahan citra 179,5625 dan tingkat kontras 28,7170 pada citra asli sebelum pemisahan yang masih dikatakan baik. Selain itu, nilai *Threshold* berkisar antara 18% sampai 55% sesuai dengan kebutuhan menghasilkan citra baru berjumlah 323 buah citra hasil pemisahan. Persentase citra baru yang terbaca sebanyak 61,6% dan yang sulit terbaca sebesar 38,39%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3/4), 213–221.
- Anggraeni, D. T., & Wibawa, C. (2023). Perbaikan citra tanda tangan digital menggunakan metode Otsu thresholding dan Sauvola. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 25(1), 28-34. [10.33557/jurnalmatrik.v25i1.2324](https://doi.org/10.33557/jurnalmatrik.v25i1.2324).
- Baso, B., Nababan, D., Risald, R., & Kolloh, R. Y. (2022). Segmentasi citra tenun menggunakan metode Otsu Thresholding dengan Median Filter. *Jurnal Penelitian Teknik Informatika Universitas Prima Indonesia (UNPRI) Medan*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v5i1.2586>.
- Bhoge, P. N., & Ramteke, S. P. (2015). Methodologies for preprocessing of handwritten and printed devnagari text documnet. *IJISET-International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 2(9), 239-245.
- Brown, D., & Lidzhade, I. (2021). Handwriting recognition using deep learning with effective data augmentation techniques. *International Conference on Artificial Intelligence, BiData, Computing and Data Communication Systems (IcABCD)*, 1-9. <https://doi.org/10.1109/icABCD51485.2021.9519359>.
- Jasim, F. A., & Altaani, F. H. (2013). Hybridization of RGB thresholding by Otsu method and Median Filter for color image segmentation 70. *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)*, 3(2), 69–74.
- Kumar, G., & Bhatia, P. K. (2013). Analytical review of preprocessing techniques for offline handwritten character recognition. *Proceedings of 2nd International Conference on Emerging Trends in Engineering and Management, ICETEM*, 14-22. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3896.7842>.
- Kumaseh, M. R., Latumakulita, L., & Nainggolan, N. (2013). Segmentasi citra digital ikan menggunakan metode thresholding. *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(1), 74-79. <https://doi.org/https://doi.org/10.35799/jis.13.1.2013.2057>.
- Li, S., & Shen, Q. (2006). Page segmentation using morphological operations. *Advances in Modelling and Analysis B*, 49(3–4), 75–85. <https://doi.org/10.5120/20654-3197>.
- Ma, Y., Huang, Z., & Rao, F. (2018). Research on image segmentation of digital rubbings based on OTSU threshold & genetic algorithm. *ACM International Conference Proceeding Series*, 122–126. <https://doi.org/10.1145/3206185.3206212>.
- Nair, B. J. B., Krishnan, C. A., Johns, J., Jain, B. V. S., & Sarath, B. (2020). An enhanced approach for binarizing and segmenting degraded ayurvedic medical prescription. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 12(3), 783–790. <https://doi.org/10.31838/ijpr/2020.12.03.112>.
- Nguyen, K. C., Nguyen, C. T., & Nakagawa, M. (2020). A semantic segmentation-based method for handwritten Japanese text recognition. *Proceedings of International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, ICFHR*, 2020-September, 127–132. <https://doi.org/10.1109/ICFHR2020.2020.00033>.
- Sharma, M. K., & Dhaka, V. S. (2020). Segmentation of handwritten words using structured support vector machine. *Pattern Analysis and Applications*, 23(3), 1355–1367. <https://doi.org/10.1007/s10044-019-00843-x>.
- Sindar, A., & Sinaga, R. M. (2017). Implementasi teknik thresholding pada segmentasi citra digital. *Jurnal Mantik Penusa*, 1(2), 48-51.
- Soumya A., & Kumar, G. H. (2015). Enhancement and segmentation of historical records. *Computer Science & Information Technology (CS & IT)*, 95–113. <https://doi.org/10.5121/csit.2015.51309>.
- Sujan, Md., Alam, N., Abdullah, S., & Jahirul, M. (2016). A segmentation based automated system for brain tumor detection. *International Journal of Computer Applications*, 153(10), 41–49. <https://doi.org/10.5120/ijca2016912177>.
- Sunarya, I. M. G., Kesiman, M. W. A., & Purnami, I. A. P. (2015). Segmentasi citra tulisan tangan aksara bali berbasis proyeksi vertikal dan horisontal. *Jurnal Informatika*, 9(1), 982-992. <http://dx.doi.org/10.26555/jifo.v9i1.a2039>.
- Wahyudi, E., Triyanto, D., & Ruslianto, I. (2015). Identifikasi teks dokumen menggunakan metode *profile projection* dan *template matching*. *Jurnal Coding, Sistem Komputer Untan*, 3(2), 1–10. <http://dx.doi.org/10.26418/coding.v3i2.10473>.