

PENERAPAN METODE OTSU THRESHOLDING DAN KOEFISIEN KORELASI PADA PENDETEKSIAN JUDUL BUKU TUGAS AKHIR JUDUL ARTIKEL

APPLICATION OF OTSU THRESHOLDING METHOD AND CORRELATION COEFFICIENCY FOR DETECTING FINAL PROJECT BOOK TITLE

Widdha Mellyssa¹, M Misriana², S Suryati³, M Milawarni⁴

¹ Program Studi Teknologi Elektronika, Politeknik Negeri Lhokseumawe

^{2,3} Program Studi Teknologi Telekomunikasi, Politeknik Negeri Lhokseumawe

⁴ Program Studi Teknologi Listrik, Politeknik Negeri Lhokseumawe

¹widdha.mellyssa@pnl.ac.id, ²misriana.@pnl.ac.id, ³survati@pnl.ac.id, ⁴milawarnimila@gmail.com

Abstrak

Pendokumentasian buku Tugas Akhir (TGA) mahasiswa sangat penting untuk pemetaan penelitian serta meminimalisir adanya tindakan plagiarisme. Pada beberapa kasus banyak buku TGA yang belum terdata dengan benar, sehingga staf administrasi perpustakaan baik tingkat institusi dan jurusan harus mendata ulang dengan sistem manual sehingga kegiatan ini dapat menghabiskan waktu yang tidak sedikit. Dengan alasan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk membangun suatu sistem yang dapat membantu proses dokumentasi yang cepat dan mudah. Sistem berupa perangkat lunak berbasis pengolahan citra digital. Citra sampul buku TGA diambil menggunakan webcam dan selanjutnya diproses dengan tahapan *preprocessing*, binerisasi menggunakan metode Otsu Thresholding, segmentasi dan pengenalan karakter menggunakan metode Koefisien Korelasi. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat bahwa Metode Otsu cocok digunakan pada sistem yang dibangun karena citra yang diproses memiliki pencahayaan yang merata atau sedikit mengandung bayangan. Pengenalan karakter menggunakan metode koefisien korelasi juga mendapatkan hasil yang memuaskan dilihat dari tingkat kesalahan pengenalan sebesar 0,94%, selebihnya adalah kesalahan pada proses segmentasi yaitu sebesar 6,74%. Sehingga dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapat hasil bahwa tingkat keberhasilan keseluruhan sistem dalam mengenali pola citra huruf pada buku TGA mahasiswa sebesar 92,32%.

Katakunci: buku tugas akhir, citra, otsu, koefisien korelasi

Abstract

Documentation of students' final project (TGA) books is very important for mapping research and minimizing plagiarism. In some cases, many TGA books have not been recorded correctly, so the library administration team at both the institutional and departmental levels must re-register it with a manual system so that this activity can spend not enough time. For this reason, this study aims to build a system that can help the documentation process quickly and easily. The system is a software based on digital image processing. The cover image of TGA books are taken by webcam and then processed by preprocessing, binaryization using Otsu Thresholding method, segmentation and character recognition using Correlation Coefficient method. From the results of the research, that the Otsu method is suitable for the system because the processed image has evenly lit or contains a little shadow. Character recognition using correlation coefficient method also gets best results, seen from the recognition error rate of 0,94%, and the other error is from segmentation process that is equal to 6,74%. So from the results of the research, it is found that the success rate of the whole system in recognizing the image letters in the student's TGA book is 92,32%.

Keywords: Final project book, image, otsu, correlation coefficient

1. PENDAHULUAN

Buku Tugas Akhir Mahasiswa adalah laporan yang ditulis mahasiswa sebagai dokumentasi penelitian yang telah dikerjakan. Idealnya, buku tugas akhir yang telah ditulis oleh mahasiswa ini dapat terdokumentasi dengan baik dalam bentuk fisik maupun non-fisik agar mudah diakses jika diperlukan. Pada tahun 2019 yang lalu, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe telah membangun perpustakaan tingkat jurusan yang salah satu koleksi terbesarnya adalah buku TGA mahasiswa. Dengan adanya fasilitas perpustakaan ini, buku TGA sudah tersimpan dengan baik namun buku TGA yang terbit di bawah tahun 2019 tidak terdata seluruhnya, sehingga timbul beberapa masalah seperti adanya plagiarisme dan kesulitan menemukan referensi saat mahasiswa atau dosen ingin mengembangkan penelitian yang sebelumnya. Pendokumentasian buku TGA jika dilakukan secara manual, membutuhkan waktu yang tidak sedikit.

Dengan melihat permasalahan di atas maka akan dibuat suatu sistem yang dapat memudahkan staf perpustakaan jurusan untuk mendokumentasikan buku Tugas Akhir Mahasiswa. Buku tugas akhir mahasiswa yang akan didokumentasikan adalah buku tugas akhir mahasiswa program studi Teknologi Elektronika, jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe. Sistem pendokumentasian buku tugas akhir berupa perangkat lunak berbasis pengolahan citra digital. Pengenalan pola karakter huruf juga sudah dilakukan di beberapa penelitian sebelumnya, misalnya pada pengenalan huruf jawa [1] dan juga pengenalan huruf sunda [2]. Pada penelitian ini akan dilakukan pengenalan pola huruf pada sampul buku TGA dengan format huruf Times New Roman.

Citra sampul buku tugas akhir adalah hasil capture oleh webcam. Citra inilah yang akan diproses melalui beberapa tahapan, antara lain: *preprocessing*, binerisasi, segmentasi dan pengenalan karakter. Proses *preprocessing* adalah langkah penting sebelum pengenalan pola huruf dilakukan [3]. Kesuksesan pada proses *preprocessing* juga menentukan keberhasilan pada proses selanjutnya, proses ini juga harus dilakukan secara efektif agar tidak menghabiskan banyak waktu [4].

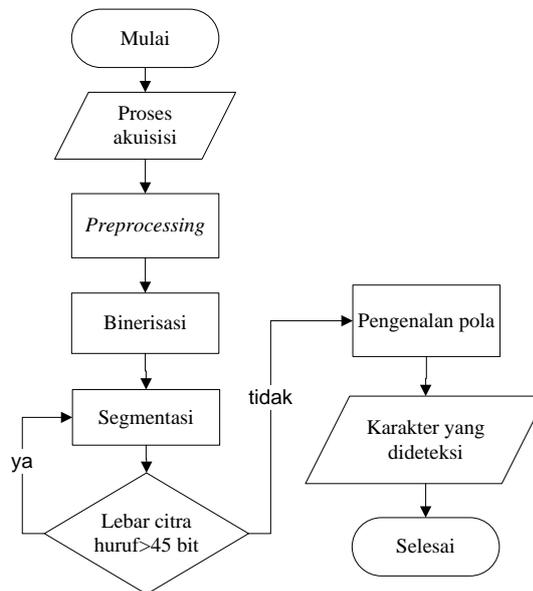
Proses selanjutnya adalah binerisasi yang bertujuan untuk memudahkan pengenalan citra dalam pengenalan pola huruf. Binerisasi adalah proses mengubah citra grayscale ke dalam citra hitam putih. Proses binerisasi dilakukan dengan menggunakan metode Otsu. Metode Otsu thresholding citra yang banyak digunakan karena memberikan hasil yang akurat untuk segmentasi citra gray [5-7]. Setelah mendapatkan citra hitam putih maka proses selanjutnya adalah segmentasi yaitu pemisahan setiap citra karakter untuk selanjutnya diproses untuk dikenali sebagai data text. Pengenalan pola huruf menjadi karakter ini menggunakan koefisien korelasi yaitu mencari kecocokan ciri [8],[9]. Pada akhirnya, sistem ini akan mendapatkan data judul buku TGA dengan mudah dan cepat.

2. PERANCANGAN SISTEM

Sistem Pembacaan Judul Buku TGA dibangun melalui beberapa tahapan antara lain proses akuisisi, *preprocessing*, binerisasi, segmentasi dan pengenalan pola huruf. Tahapan-tahapan ini dapat dilihat pada gambar 1. Proses akuisisi yaitu pengambilan citra sampul buku TGA menggunakan webcam yang terhubung ke komputer atau laptop pengguna. Pada proses ini, pengguna dibantu oleh kotak peletakan buku yang dibangun khusus. Kotak peletakan buku TGA ini dapat membatasi pergerakan webcam dan buku TGA, mengatur pencahayaan dan jarak antara webcam dan buku TGA [10], adapun jarak antara webcam dan buku TGA diatur sejauh maksimal 28 cm. Setelah mendapatkan citra sampul buku, proses selanjutnya adalah *preprocessing* yang bertujuan untuk menyesuaikan ukuran dan memperbaiki kualitas citra.

Hasil *preprocessing* dilakukan proses binerisasi untuk mendapatkan citra judul dengan kualitas citra hitam-putih yang baik. Proses binerisasi ini menggunakan metode Otsu thresholding. Citra judul yang telah menjadi citra hitam-putih ini dilanjutkan dengan proses segmentasi. Hasil

segmentasi berupa citra huruf dikenali menjadi karakter huruf melalui proses pengenalan pola dengan mencari nilai koefisien korelasi antara citra pembanding dengan citra uji.

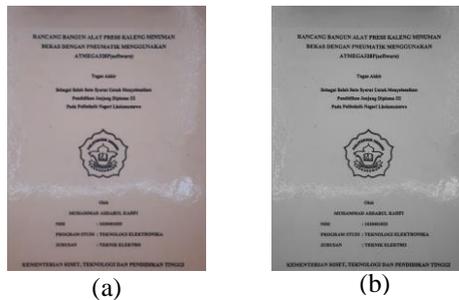


Gambar 1. Diagram alir keseluruhan sistem

2.1 Preprocessing

Tahap ini adalah tahap untuk menemukan dan memperbaiki kualitas citra judul buku TGA. Citra asli berupa citra berwarna diubah menjadi citra gray [11] dengan persamaan (1).

$$\text{Gray} = 0.2989 \times R + 0.5870 \times G + 0.1140 \times B \quad (1)$$



Gambar 2. (a) Citra sampul buku berwarna; (b) Citra sampul buku gray

Citra gray diubah menjadi citra hitam-putih untuk mendapatkan citra judul yang dibutuhkan. Penentuan nilai threshold untuk proses BW dilakukan secara manual, dengan mengambil nilai threshold=100. Proses BW ini dilakukan untuk memudahkan proses penghilangan noise.

2.2 Otsu Thresholding

Setelah melalui tahap *preprocessing*, tahap selanjutnya adalah melakukan pemisahan background dengan objek tulisan judul dari citra keabuan [12]. Pemisahan dilakukan dengan mencari nilai ambang atau threshold menggunakan metode Otsu [13]. Nilai ambang yang akan dicari dari citra grayscale dinyatakan dengan k [8]. Nilai k berkisar antara 1 sampai dengan L , dengan $L=255$. Probabilitas setiap piksel pada level 1 dapat dinyatakan:

$$p_i = n_i/N \tag{2}$$

dimana, n_i adalah jumlah piksel pada level ke i dan N adalah total jumlah piksel pada citra.

Nilai zeroth cumulative moment, first cumulative moment dan total nilai mean, dapat dinyatakan berturut-turut dengan rumus berikut:

$$\omega(k) = \sum_{i=1}^k p_i \tag{3}$$

$$\mu(k) = \sum_{i=1}^k i \cdot p_i \tag{4}$$

$$\mu_T = \sum_{i=1}^L i \cdot p_i \tag{5}$$

Nilai ambang k dapat ditentukan dengan memaksimumkan persamaan:

$$\sigma_B^2(k^*) = \max_{1 \leq k < L} \sigma_B^2(k) \tag{6}$$

dengan,

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]} \tag{7}$$

Hasil dari proses binerisasi menggunakan metode Otsu dapat dilihat dari pada gambar 3.



Gambar 3. Citra hasil binerisasi menggunakan metode Otsu Thresholding

2.3 Segmentasi

Setelah mendapatkan citra hitam-putih dari proses thresholding, maka langkah selanjutnya adalah melakukan segmentasi untuk memisahkan huruf. Huruf dipisahkan berdasarkan adanya jeda, jeda pada citra hitam-putih adalah keberadaan bit nol pada kolom. Apabila citra judul di jumlahkan setiap kolomnya, jika hasilnya ≤ 1 maka dianggap sebagai jeda antar huruf yang selanjutnya akan dilakukan segmentasi atau pemisahan [14].

Hasil segmentasi pada tahap pertama ini dapat mengalami kegagalan seperti adanya citra huruf yang tersambung. Hal ini terjadi karena terdapat beberapa huruf pada format tulisan times new roman yang sangat dekat sehingga tidak terdapat jeda diantara huruf-huruf tersebut. Contoh citra huruf yang mengalami kegagalan segmentasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Citra huruf yang mengalami kegagalan segmentasi

Dari hasil segmentasi pertama maka akan dilakukan evaluasi dan dilakukan kembali proses segmentasi dengan menggunakan parameter ukuran lebar citra. Jika lebar citra lebih besar dari 45 bit, maka akan dilakukan segmentasi kembali.

2.4 Koefisien Korelasi

Metode pengenalan pola huruf menggunakan nilai koefisien korelasi digunakan untuk menentukan tingkat kesamaan (similarity degree) atau ketidaksamaan (dismilarity degree) antara

dua vektor ciri [15],[16]. Koefisien korelasi memiliki nilai berkisar antara -1 sampai dengan +1. Koefisien korelasi bernilai +1 berarti bahwa dua variabel berkorelasi sempurna antara satu dengan yang lain atau dapat dikatakan dua variabel tersebut identik [17]. Nilai positif (+) menunjukkan hubungan dua variabel yang sebanding atau berbanding lurus. Koefisien korelasi bernilai 0 berarti bahwa dua variabel sama sekali tidak berhubungan/berkaitan satu sama lain. Dan koefisien korelasi bernilai negatif (-) berarti bahwa dua variabel memiliki hubungan yang berbanding terbalik. Koefisien korelasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [8]:

$$R = \frac{n \sum XY - (\sum X) - (\sum Y)}{\sqrt{n \sum(X)^2 - \sum(X)^2 n \sum(Y)^2 - \sum(Y)^2}} \quad (8)$$

dimana R= koefisien korelasi.

Tabel 1. Data pembanding sebagai pengenalan karakter

No.	Data Pembanding	Karakter	No.	Data Pembanding	Karakter
1		A	6		G
2		B	7		I
3		C	8		K
4		D	9		L
5		E	10		M

Pada tahap ini, hal pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan data karakter sebagai data pembanding. Data pembanding ini akan digunakan untuk mengukur tingkat kedekatan dengan data-data masukan. Contoh data pembanding yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1. Citra huruf dari hasil segmentasi memiliki ukuran yang berbeda-beda, seperti ukuran huruf I tidak sama dengan ukuran huruf M. Oleh sebab, itu pada tahap pengenalan huruf ini, semua ukuran huruf diubah menjadi citra dengan ukuran 24x24 piksel. Karakter yang digunakan sebagai data pembanding terdiri dari karakter huruf, karakter angka dan beberapa tanda baca yang sering muncul pada judul TGA Mahasiswa seperti /,(dan).

3. PEMBAHASAN

Setelah sistem selesai dibuat maka tahap selanjutnya adalah pengujian sistem. Pengujian akan dilakukan dengan menghitung jumlah karakter yang dideteksi benar atau tingkat keberhasilan pendeteksian karakter pada 10 buah buku TGA. Pengujian ini dapat dilihat pada tabel 2.

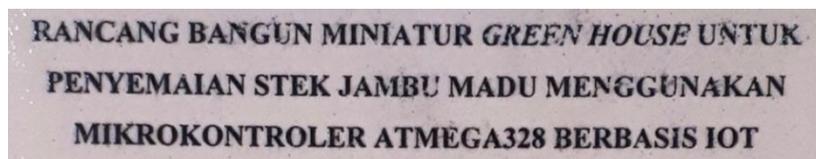
Tabel 2. Hasil pendeteksian karakter huruf

JUDUL BUKU I		
RANCANG BANGUN MINIATUR GREEN HOUSE UNTUK PENYEMAIAN STEK JAMBU MADU MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA328 BERBASIS IOI		
Karakter yang dideteksi	:	RANCANG BANGUN MINIATUR GAEEEN HOUSE UNBTUE PENYEMAIAN STEK JAAIBII MADU MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA328 BERBASIS IOI
Jumlah karakter benar	:	98
Kesalahan segmentasi = 4	Kesalahan pengenalan pola = 2	Jumlah Kesalahan = 6
JUDUL BUKU II		
SISTEM PEMANTAU RUANGAN DENGAN WEBCAM BERGERAK BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52 / PC		

Karakter yang dideteksi	: SISTEM PEMANTAU RUANGAN DENGAN WEBCAM BERGERAK BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52/PC	
Jumlah karakter benar	: 73	
Kesalahan segmentasi = 0	Kesalahan pengenalan pola = 0	Jumlah kesalahan = 0
JUDUL BUKU III		
RANCANG BANGUN ALAT PRESS KALENG MINUMAN BEKAS DENGAN PNEUMATIK MENGGUNAKAN ATMEGA328P		
Karakter yang dideteksi	: RANCANG BANGUN ALAT PRESS KALENG NCDTOMAN BEKAS DENGAN PNEUMATIK MENGGUNAACAN ATMEGA328P	
Jumlah karakter benar	: 70	
Kesalahan segmentasi = 5	Kesalahan pengenalan pola =0	Jumlah Kesalahan =5
JUDUL BUKU IV		
RANCANG BANGUN PENGISIAN AIR GALON OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 328P		
Karakter yang dideteksi	: RANCANG BANGUN PENGISIAN AIR GALON OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 328P	
Jumlah karakter benar	: 71	
Kesalahan segmentasi = 0	Kesalahan pengenalan pola = 0	Jumlah Kesalahan = 0
JUDUL BUKU V		
RANCANG BANGUN ROBOT HEXAPOD MENGGUNAKAN WIRELESS JOYSTIK PS2 BERBASIS ATMEGA328 APLIKASI UNTUK PRAKTIKUM LAB ROBOTIKA		
Karakter yang dideteksi	: RANCANG BANGUN ROBOT HEXAPOD MENGGUNAILKN WLTELESS JOYSTLT PS2 BERBASIS ATITEGA328 APLLCASI ONTTDT PRAKTIETDA LAB ROBOTIKA	
Jumlah karakter benar	: 89	
Kesalahan segmentasi = 15	Kesalahan pengenalan pola = 0	Jumlah Kesalahan =15
JUDUL BUKU VI		
PEMBUATAN MODUL PRAKTIKUM KONTROL KECEPATAN MOTOR DC DENGAN METODE PID BERBASIS MIKROKONTROLLER		
Karakter yang dideteksi	: PEMBUATAN MODUL PRAKTIKUM KONTROL KECEPATAN MOTOR DC OENGAN MTTODE PID BERBASIS NDKROKONTROLLER	
Jumlah karakter benar	: 80	
Kesalahan segmentasi =2	Kesalahan pengenalan pola =2	Jumlah Kesalahan = 4
JUDUL BUKU VII		
RANCANG BANGUN PINTU GERBANG OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ATMEGA328 BERBASIS ANDROID ATAU FINGERPRINT		
Karakter yang dideteksi	: RANCANG BANGUN PINTU GERBANG OTOMATIS MTNGGUNAKAN MNROKONTROLLER ATMEGM328 BERBASIS ANDROID ATAU FINGERPBST	
Jumlah karakter benar	: 91	
Kesalahan segmentasi = 6	Kesalahan pengenalan pola = 1	Jumlah Kesalahan = 7
JUDUL BUKU VIII		
PERANCANGAN LENGAN ROBOT (ARM ROBOT) MENGGUNAKAN JOYSTICK BERBASIS ATMEGA328		
Karakter yang dideteksi	: PERANCANGAN LENGAN ROBOT (AEOA ROBOD MTNGGUNAKAN JOYSTICK BERBASIS ATMEGA328	
Jumlah karakter benar	: 63	
Kesalahan segmentasi = 4	Kesalahan pengenalan pola = 1	Jumlah Kesalahan = 5

JUDUL BUKU IX		
RANCANG BANGUN ALAT PENGISIAN DAN PENGEMASAN GARAM BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 32		
Karakter yang dideteksi	: RANCANG BANGUN ALAT PENCTSMN DAN PENGEILLSAN GABAM BERIASIS NTKROKONTROLLER ATMTGA 32	
Jumlah karakter benar	: 65	
Kesalahan segmentasi = 13	Kesalahan pengenalan pola = 0	Jumlah Kesalahan = 13
JUDUL BUKU X		
RANCANG BANGUN ALAT PENGURAI ASAP ROKOK PADA MINIATUR SMOOKING ROOM MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ATMEGA32		
Karakter yang dideteksi	: RANCANG BANGUN ALAT PENGLDLAI ASAP ROKOK PADA NOPBATUR SMOOEING ROOM MENGGONAKAN TOKROKONTROLLER ATMEGA32	
Jumlah karakter benar	: 82	
Kesalahan segmentasi = 8	Kesalahan pengenalan pola = 2	Jumlah Kesalahan = 10

Tabel di atas menunjukkan potongan citra BW judul TGA, hasil pendeteksian karakter, jumlah karakter yang benar dideteksi dan jumlah karakter yang salah dideteksi. Kesalahan pendeteksian didominasi oleh kesalahan segmentasi sehingga menyebabkan kesalahan pendeteksian pola. Kesalahan segmentasi sendiri diakibatkan oleh tersambungannya beberapa huruf karena hasil cetak huruf terlalu tebal atau adanya noda tinta pada citra asli. Citra I adalah citra dengan kondisi bernoda di beberapa bagian dapat dilihat pada gambar 5, noda menyebabkan cutra huruf hasil BW mengalami kerusakan yaitu citra bolong atau terpotong. Hal ini menyebabkan sebagian citra huruf mengalami kegagalan segmentasi dan pengenalan pola, dari 6 kesalahan yang terjadi, 4 diantaranya kesalahan segmentasi karena noda.



Gambar 5. Citra judul sampul buku yang bernoda

Dari hasil pengujian di atas, dapat dicari tingkat kesalahan pengenalan karakter yang disebabkan proses segmentasi dan tingkat kesalahan pengenalan pola serta tingkat keberhasilan keseluruhan sistem sebagai berikut:

$$\text{Tingkat kesalahan segmentasi} = \frac{\text{Jumlah karakter yang dideteksi salah}}{\text{Jumlah karakter yang diuji}} \times 100\% \quad (9)$$

$$\text{Tingkat kesalahan segmentasi} = \frac{57}{847} \times 100\%$$

$$\text{Tingkat kesalahan segmentasi} = 6,74 \%$$

$$\text{Tingkat kesalahan pengenalan pola} = \frac{\text{Jumlah karakter yang dideteksi salah}}{\text{Jumlah karakter yang diuji}} \times 100\% \quad (10)$$

$$\text{Tingkat kesalahan segmentasi} = \frac{8}{847} \times 100\%$$

$$\text{Tingkat kesalahan segmentasi} = 0,94 \%$$

$$\text{Tingkat keberhasilan} = \frac{\text{Jumlah karakter yang dideteksi benar}}{\text{Jumlah karakter yang diuji}} \times 100\% \quad (11)$$

$$\text{Tingkat keberhasilan} = \frac{782}{847} \times 100\%$$

$$\text{Tingkat keberhasilan} = 92,32 \%$$

Dari hasil perhitungan, tingkat kesalahan pengenalan karakter yang disebabkan proses segmentasi adalah 6,74%, tingkat kesalahan pengenalan pola 0,94% dan tingkat keberhasilan keseluruhan sistem 92,32%. Hasil ini menunjukkan bahwa kinerja sistem sangat baik dalam mendeteksi pola huruf dari buku TGA mahasiswa.

4. KESIMPULAN

Metode Otsu cocok digunakan pada sistem yang dibangun karena citra yang diproses memiliki pencahayaan yang merata atau sedikit mengandung bayangan. Citra hasil binerisasi selanjutnya dilakukan proses segmentasi yaitu pemisahan citra huruf. Pada proses ini masih terdapat kekurangan yaitu pada huruf yang tersambung dan huruf yang terputus akibat tebalnya hasil cetak huruf dan adanya noda pada citra asli buku TGA. Pada tahap selanjutnya yaitu pengenalan pola menggunakan metode Koefisien Korelasi, metode ini sangat cocok diterapkan pada objek penelitian, hal ini tampak pada tingkat keberhasilan keseluruhan sistem yang mencapai angka 92,32 %

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurmila, N., Sugiharto, A., & Sarwoko, E. A. (2016). Algoritma back propagation neural network untuk pengenalan pola karakter huruf jawa. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 1(1), 1-10.
- [2] Farhan, A. A., Atmaja, R. D., & Aulia, S. (2017). Perancangan Dan Analisis Sistem Pengenalan Kata Aksara Sunda Menggunakan Metode Learning Vektor Quantization Berbasis Pengolahan Citra. *eProceedings of Engineering*, 4(1).
- [3] Arifianto, T. (2016). *Segmentasi Aksara Pada Tulisan Aksara Jawa Menggunakan Adaptive Threshold* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [4] Kadhm, M. S., & Hassan, A. K. A. (2015). Handwriting word recognition based on SVM classifier. *International Journal of Advanced Computer Science & Applications*, 1, 64-68.
- [5] Unajan, M. C., Gerardo, B. D., & Medina, R. P. (2019). A modified otsu-based image segmentation algorithm (obisa). In *Proceedings of the international multiconference of engineers and computer scientists* (pp. 363-366).
- [6] Satapathy, S. C., Raja, N. S. M., Rajinikanth, V., Ashour, A. S., & Dey, N. (2018). Multi-level image thresholding using Otsu and chaotic bat algorithm. *Neural Computing and Applications*, 29(12), 1285-1307.
- [7] Prasetyo, E., Adityo, R. D., Suciati, N., & Fatichah, C. (2017, July). Mango leaf image segmentation on HSV and YCbCr color spaces using Otsu thresholding. In *2017 3rd International Conference on Science and Technology-Computer (ICST)* (pp. 99-103). IEEE.
- [8] Pamungkas, A. (2020). Cara menghitung koefisien korelasi menggunakan matlab. Diakses dari <https://pemrogramanmatlab.com/2016/04/20/cara-menghitung-koefisien-korelasi-menggunakan-matlab/>
- [9] Fauzi, M. R., & Zahra, A. A. (2014). MENGUBAH TULISAN TANGAN MENJADI TEXT DIGITAL OCR (OPTICAL CHARACTER RECOGNITION) DENGAN MENGGUNAKAN

- METODE SEGMENTASI DAN KORELASI. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(4), 1013-1017.
- [10] Aulia, S., & Setiawan, A. (2017). Pengenalan Tulisan Tangan Karakter Hiragana Menggunakan DCT, DWT, dan K-Nearest Neighbor. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, 4(1), 467-467.
- [11] Wijaya, A. S., Chamidah, N., & Santoni, M. M. (2019). Pengenalan Karakter Tulisan Tangan Dengan K-Support Vector Nearest Neighbor. *IJEIS*
- [12] Vijay, P. P., & Patil, N. C. (2016). Gray Scale Image Segmentation using OTSU Thresholding Optimal Approach. *Journal for Research*, 2(05).
- [13] Utami, A. T., Diah Priyawati, S. T., & Eng, M. (2017). Implementasi metode otsu thresholding untuk segmentasi citra daun (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- [14] Mellyssa, W. (2019). Pengenalan Nominal Uang Kertas menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 16(1), 1-6.
- [15] Mulyadi, M. I., Isnanto, R. R., & Hidayatno, A. (2013). Sistem Identifikasi Telapak Tangan Menggunakan Ekstraksi Ciri Berbasis Dimensi Fraktal. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(3), 751-756.
- [16] Santoso, H. (2017). Identifikasi tanda tangan dengan deteksi tepi dan koefisien korelasi. *PROXIES*, 1(2), 61-74.
- [17] Ivano, H. Y. (2016). Deteksi Huruf Angka pada Citra Digital Menggunakan Template Matching Korelasi (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Jakarta).