

## ALGORITMA THRESHOLDING ADAPTIF UNTUK BINERISASI CITRA DOKUMEN BERWARNA

Eka Mala Sari Rochman<sup>1)</sup>, Ratna Nur Tiara Shanty<sup>2)</sup>, Dyah S Rahayu<sup>3)</sup>

Universitas Trunojoyo<sup>1)</sup>, Institut Teknologi Sepuluh Nopember<sup>2,3)</sup>

E-Mail : ekamala.sari@yahoo.com<sup>1)</sup>, ratnanurtiara@gmail.com<sup>2)</sup>, deerahayu@gmail.com<sup>3)</sup>

### ABSTRAK

Thresholding merupakan cara segmentasi yang paling sederhana. Meskipun telah banyak metode thresholding yang diusulkan, metode thresholding yang optimal untuk mengenali tulisan pada citra dokumen dengan warna berbeda masih menjadi hal yang menarik untuk diteliti. Dengan menyajikan algoritma thresholding citra dokumen yang berintensitas warna Red, Green, dan Blue penelitian ini menghasilkan hasil yang optimal dan kompleksitas komputasi yang rendah, sehingga diperlukan waktu yang singkat pada proses komputasinya. Terdapat 3 proses dalam metode ini yaitu: penentuan batas latar terluar dan penentuan jangkauan intensitas derajat keabuan latar, ekstraksi tiap objek menggunakan *Horizontal Scan Line* dan *Vertical Scan Line*, dan yang terakhir binerisasi tiap objek. Pengukuran performansi metode ini menggunakan OCR (*Optical Character Recognition*). Metode ini dapat melakukan binerisasi citra dokumen berwarna secara adaptif dengan kualitas yang baik. Hasil pengukuran performansi menunjukkan tingkat akurasi pengenalan karakter sebesar 67.92% dengan waktu komputasi kurang dari 1 detik.

**Kata Kunci:** *Thresholding, Horizontal Scan Line, Vertical Scan Line*

### ABSTRACT

*Thresholding is the simplest way for segmentation. Although there are so many methods have been proposed, the optimal thresholding method for character recognition in a document image with various colors has been becoming an interesting thing for being investigated. By serving thresholding algorithm for color document which has three levels of colors: Red, Green and Blue, this paper produces optimal results and low computational complexity. Generally, the method consists of three steps, they are: determining the outer boundary and the range of gray levels intensity, extracting each object using Horizontal Scan Line and Vertical Scan Line, and doing binarization of each object. To measure the performance of our method, we use OCR (Optical Character Recognition). This method has ability for doing adaptive binarization of color document in good quality. The result of performance measurement indicates the average accuracy rate is about 67.92% and the computational time is less than 1 second.*

**Keywords:** *Thresholding, Horizontal Scan Line, Vertical Scan Line*

### PENDAHULUAN

Munculnya dokumen berwarna meningkat seiring dengan perkembangan teknologi percetakan. Pengambilan informasi yang penting dari dokumen berwarna secara otomatis memunculkan suatu permasalahan tentang bagaimana mekanisme perubahan citra dokumen ke dalam komputer. Seperti mengubah

citra tulisan tangan, ataupun karakter cetak menjadi bentuk elektronik. Proses ekstraksi karakter dari *background* citra adalah langkah pertama yang diperlukan sebelum dilanjutkan ke tahap thresholding. *Thresholding* citra merupakan suatu pendekatan yang dominan untuk binerisasi dokumen. Binerisasi dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu: *thresholding* secara

global dan *thresholding* secara lokal. Pada global, sebuah ambang digunakan untuk menentukan batas untuk keseluruhan citra. Sedangkan pada lokal, *thresholding* dilakukan dengan membagi citra menggunakan beberapa sub citra berdasarkan level warna tertentu. Lalu pada setiap sub citra, segmentasi dilakukan dengan menggunakan threshold yang berbeda.

Pada penelitian sebelumnya meneliti tentang algoritma *thresholding* adaptif (*thresholding* lokal) untuk mengkonversi citra berintensitas warna abu-abu (0 - 255) menjadi citra biner (0 dan 1 = hitam dan putih) [1]. Dengan mengkombinasikan teknik *global thresholding* (yang memiliki kelebihan pada kecepatan) dan lokal *thresholding* (yang memiliki kelebihan pada keakurasian), peneliti tersebut berhasil mengalahkan metode Otsu dalam hal kualitas binerisasi, namun masih menghabiskan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan metode tersebut.

Pada proses segmentasi, penelitian tersebut menggunakan blok-blok cerdas dan konsep horisontal proyeksi, sehingga dapat mengatasi kasus citra dengan berbagai derajat kemiringan. Masalah yang terjadi pada penelitian tersebut, tidak dapat mendeteksi blok dengan baik jika jumlah piksel karakter pada *foreground* lebih besar daripada jumlah piksel pada *background* pada sebuah citra dokumen.

Penelitian selanjutnya adalah tentang deteksi tepi pada sebuah citra berwarna dilakukan dengan fungsi linier ganda. Untuk mendapatkan ambang yang cukup akurat dengan sample *background* dan *foreground* menggunakan tiga operator transisi yaitu *t-transition pixel*, *edge pixel* dan *t-transition sets*. Namun pada operator transisi yang digunakan tidak dapat menghilangkan noise [2].

Untuk menghilangkan noise, pada penelitian lain dilakukan dengan mengubah dari citra dokumen ke dokumen biner pada proses binerisasinya [3]. Dengan menggunakan metode *Active Contour Models* (ACM) untuk mengidentifikasi batas tepi dari citra dokumen maka objek dapat terdeteksi dengan baik, hanya saja jika citra dokumen yang digunakan sebagai sample memiliki objek yang cukup banyak maka proses yang dibutuhkan sangat lama karena pengenalannya satu persatu.

Untuk mendapatkan objek yang tepat sehingga tidak ada permasalahan blok dengan memisahkan range *background* dan *foreground* serta dilanjutkan dengan proses scanning dijelaskan pada penelitian ini [4]. Dengan metode *Gaussian Smoothing Filter* dapat mengatasi masalah noise pada citra dokumen. Akan tetapi metode yang diusulkan pada penelitian ini tidak dapat melakukan binerisasi dengan baik jika warna *background* lebih gelap dari pada *foreground*.

Metode yang diusulkan pada penelitian ini adalah sebuah metode yang dapat melakukan proses binerisasi secara adaptif pada sebuah citra dokumen. Metode ini dapat memecahkan permasalahan penentuan range *background* dan *foregroundnya* sehingga dapat mendeteksi wilayah yang akan diproses secara efektif. Metode ini juga dapat mendeteksi objek meskipun level warna *background* lebih gelap daripada level warna *foreground*.

## ALGORITMA THRESHOLDING ADAPTIVE

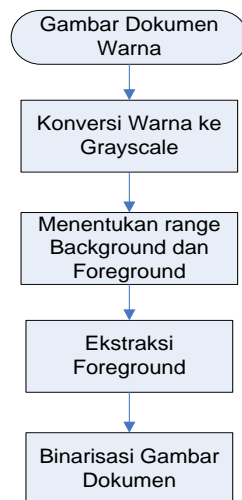
Secara umum, metode yang diusulkan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. Terdapat sebuah pre-proses yaitu pengkonversian RGB menjadi aras keabuan dan 3 proses utama yang dijelaskan pada subbab berikutnya.

### Konversi ke Aras Keabuan

Citra dokumen yang berwarna di konversikan ke dalam tingkat keabuan dengan perhitungan:

$$I = (0.2989.R) + (0.5870.G) + (0.1140.B), \quad (1)$$

dimana R,G,B adalah layer ke-1, 2, dan 3 dari citra RGB.



Gambar 1. Diagram Alir Binarisasi Citra Dokumen

Setelah proses konversi citra menjadi aras keabuan, untuk dapat memisahkan *background* dan *foreground* maka terlebih dulu didapatkan jangkauan intensitas *background*. Untuk mendapatkan intensitas *background* digunakan penentuan *foreground* terluar sehingga akan didapatkan sampel bagian *background* dari citra.

### Menentukan Objek Terluar

Penentuan objek terluar dari sebuah citra dokumen menggunakan nilai VAPP (*Vertical Average Projection Profile*) dan HAPP (*Horizontal Average Projection Profile*).

VAPP merupakan sebuah garis vertikal yang memindai citra dari kiri ke kanan dan menghitung jumlah intensitas yang ada di garis tersebut dibagi dengan tinggi garis seperti pada Persamaan berikut ini:

$$VAPP(j) = \frac{1}{H} \sum_{i=0}^{H-1} D(i, j), \quad (2)$$

dimana  $i, j$  adalah indeks intensitas citra dan  $H$  adalah tinggi citra [4]. VAPP digunakan untuk menentukan batas objek terluar kanan dan kiri dari sebuah citra.



Gambar 2. Citra Dokumen Asli



Gambar 3. Hasil Konversi Citra Dokumen Berwarna menjadi Aras keabuan

Untuk menentukan batas terluar obyek di bagian atas dan bawah digunakan HAPP dengan persamaan berikut:

$$HAPP(i) = \frac{1}{W} \sum_{j=0}^{W-1} D(i, j), \quad (3)$$

dimana  $i, j$  adalah indeks citra dan  $W$  adalah lebar citra.

Batas *background* dengan *foreground* terluar ini disebut dengan *border*. Border ini adalah garis vertikal dan horizontal yang memiliki nilai VAPP dan HAPP lebih dari batas tertentu yang disebut Tald. Nilai Tald pada penelitian ini berkisar antara 10-15.

### Menentukan Wilayah *Background*

Untuk menentukan nilai range *background*, digunakan metode Otsu yang melakukan proses *thresholding* pada sampel *background* dari citra.

Sampel *background* citra didapatkan dengan memanfaatkan border yang diperoleh pada proses sebelumnya. Nilai ambang yang dihasilkan dari metode Otsu digunakan sebagai batas untuk menentukan maksimum populasi dengan persamaan berikut ini:

$$b = \{0, 1, \dots, lev\} \quad , \text{ untuk } \sum_{i=1}^{lev} n_i > \sum_{i=lev+1}^{255} n_i,$$

$$b = \{lev + 1, \dots, 255\}, \text{ untuk } \sum_{i=1}^{lev} n_i < \sum_{i=lev+1}^{255} n_i,$$

(4)

dimana *b* adalah jangkauan intensitas *background*, *lev* adalah hasil ambang metode Otsu, *n<sub>i</sub>* adalah jumlah intensitas *i* pada citra.

### Ekstraksi *Foreground*

Sebuah dokumen warna terdiri dari *background* dan beberapa wilayah *foreground*. *Foreground* dapat berupa garis *horizontal*, garis teks, blok teks, dan gambar.

Tujuan mengekstraksi *foreground* pada sebuah citra dalam proses *thresholding* adalah untuk dapat menentukan ambang secara adaptif sesuai wilayah *foreground* masing-masing.

Ekstraksi *foreground* pada penelitian ini menggunakan *Vertical Scan Line* (VSL) dan *Horizontal Scan Line* (HSL). Metode ini merupakan modifikasi dari metode *Left Background Projection Profile* (LBPP) dan *Right Background Projection Profile* (RBPP) pada penelitian sebelumnya [1].

HSL merupakan garis lurus horizontal yang melakukan pemindaian intensitas citra dari atas ke bawah. Jika intensitas citra dalam garis tersebut berada dalam jangkauan intensitas *background* maka nilai HSL baris tersebut adalah 0, namun jika sebaliknya, nilai HSL baris tersebut 1. Bagian atas dan bawah tiap *foreground* didapatkan dengan memeriksa HSL yang nilainya mengalami perubahan ( dari 0 ke 1 atau dari 1 ke 0). Tiap titik yang berurutan dimana terjadi perubahan nilai HSL merupakan satu bagian *foreground*.

VSL merupakan garis lurus yang panjangnya disesuaikan dengan tiap *foreground* yang telah terbentuk oleh proses sebelumnya. VSL merupakan garis vertikal yang melakukan

pemindaian dari kiri ke kanan. Cara kerjanya sama dengan HSL, namun VSL tidak langsung melakukan pemindaian terhadap keseluruhan citra melainkan satu per-satu pada tiap *foreground*. Titik berurutan dimana terjadi perbedaan nilai merupakan pasangan kiri dan kanan dari satu buah *sub-foreground*.

Ilustrasi HSL dan VSL digambarkan pada Gambar 5. Proses pertama yaitu mendapatkan titik-titik atas dan bawah tiap *foreground* yang didapatkan dengan memanfaatkan HSL. Pada Gambar 5 (a), garis berwarna merah mengilustrasikan garis HSL yang bernilai 0. Garis HSL merah yang berada sebelum atau setelah bagian citra yang tidak bergaris merupakan titik atas atau bawah *foreground*.

Berdasarkan contoh tersebut, didapatkan 4 buah *foreground* hasil dari HSL. Setelah itu, tiap masing-masing *foreground* dicari *sub-foreground* nya menggunakan VSL seperti ditunjukkan citra 5(b).

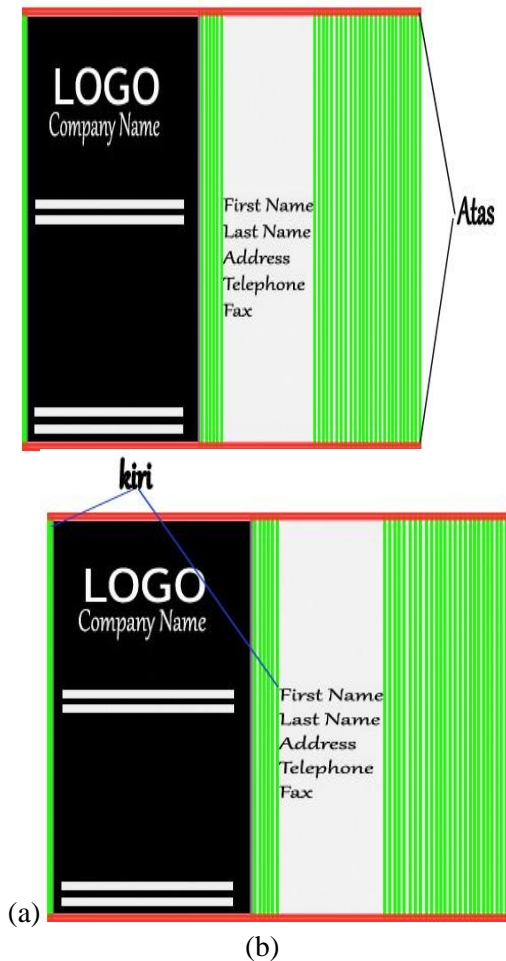
### *Thresholding*

Setelah mengekstraksi *foreground* dan mendapatkan tiap *sub-foreground* nya, maka langkah berikutnya adalah melakukan *thresholding* terhadap masing-masing *sub-foreground* tersebut untuk mendapatkan citra biner.

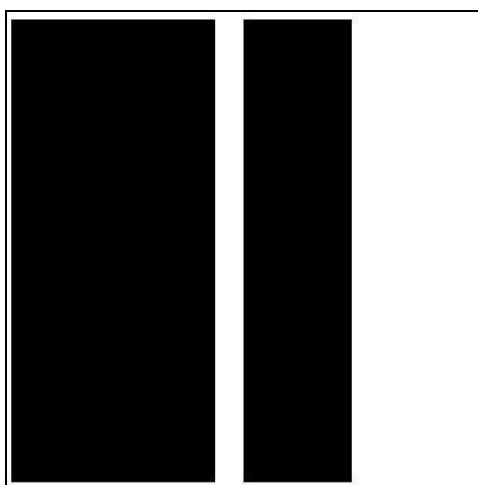
Metode *thresholding* pada tahap ini menggunakan metode Otsu karena kemampuan proses komputasinya yang cepat [5].



Gambar 4. Hasil Penentuan Border dari Citra Dokumen



Gambar 5. Garis-garis HSL berwarna merah (a) dan VSL berwarna hijau (b) yang bernilai 0



Gambar 6. Menentukan blok *foreground* dari Citra Dokumen

## HASIL UJI COBA DAN PEMBAHASAN

Data yang diuji berupa citra dokumen yang diambil dari majalah berwarna, kartu nama, brosur, atau halaman buku. Ukurannya bervariasi antara lain 664 x 418 piksel, 328 x 319 piksel, 1057 x 138 piksel, 572 x 996 piksel dan 694 x 418 piksel.

Algoritma *thresholding* adaptif ini, diimplementasikan menggunakan pemrograman Matlab R2010a pada sistem operasi Windows dan berjalan pada prosesor Intel i3Core. Pengukuran performansi metode ini menggunakan OCR dengan perangkat lunak Microsoft OneNote 2007. Hasil pengenalan karakter oleh OCR, dihitung akurasinya menggunakan variabel Z sebagai jumlah karakter yang dikenali secara benar, dan variabel Y sebagai jumlah karakter seluruhnya, kemudian dari kedua variabel tersebut dapat diambil hasil pengukuran akurasinya dengan cara:

$$Akurasi = \frac{Z}{Y} \times 100\%, \quad (5)$$

Hasil pengukuran performansi menunjukkan rata-rata tingkat akurasi pengenalan karakter sebesar 67.92% dengan waktu komputasi kurang dari 1 detik. Sedangkan hasil binerisasi citra dokumen, ditunjukkan pada Gambar 7.

Perangkat lunak yang digunakan untuk proses OCR sensitif terhadap bentuk tulisan tangan. Sehingga, meskipun secara kasat mata hasil *thresholding* dari metode ini baik namun beberapa karakter tidak dapat dikenali. Begitu pula untuk karakter *handwriting* yang miring seperti pada Gambar 7(b).

Tabel 1. Hasil Uji Coba

Citra Uji Coba	Total Karakter	Akurasi OCR
a	36	41.67%
b	164	76.22%
c	38	68.42%
d	576	63.03%
e	45	77.78%
f	175	61.15%
g	320	74.69%
h	598	80.43%



(a)



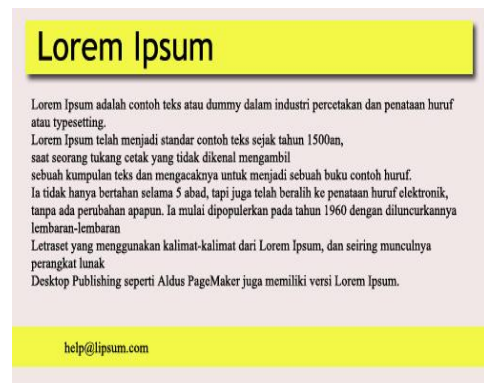
(b)



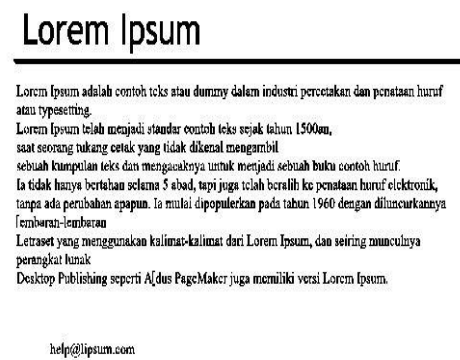
(c)



(d)



(e)



(f)



KARTU NAMA	
Kartu Nama Standar	Harga
SATU MUKA	
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Glossy)	@ Rp. 25.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Matte/Doff)	@ Rp. 25.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Hammer)	@ Rp. 25.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Serat)	@ Rp. 25.000,-
Kartu Nama + Laminasi Doff	Harga
SATU MUKA	
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Glossy)	@ Rp. 45.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Matte/Doff)	@ Rp. 45.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Hammer)	@ Rp. 45.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Serat)	@ Rp. 45.000,-
Kartu Nama + Laminasi Glossy	Harga
SATU MUKA	
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Glossy)	@ Rp. 42.500,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Matte/Doff)	@ Rp. 42.500,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Hammer)	@ Rp. 42.500,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Serat)	@ Rp. 42.500,-

(g)

KARTU NAMA	
Kartu Nama Standar	Harga
SATU MUKA	
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Glossy)	@ Rp. 25.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Matte/Doff)	@ Rp. 25.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Hammer)	@ Rp. 25.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Serat)	@ Rp. 25.000,-
Kartu Nama + Laminasi Doff	Harga
SATU MUKA	
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Glossy)	@ Rp. 45.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Matte/Doff)	@ Rp. 45.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Hammer)	@ Rp. 45.000,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Serat)	@ Rp. 45.000,-
Kartu Nama + Laminasi Glossy	Harga
SATU MUKA	
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Glossy)	@ Rp. 42.500,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Matte/Doff)	@ Rp. 42.500,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Hammer)	@ Rp. 42.500,-
5,5 x 9 Pemesanan >2 box (Serat)	@ Rp. 42.500,-

(h)

Gambar 7. Hasil Binerisasi Citra Dokumen Asli  
(a), (c), (e), (g) Menjadi Citra Dokumen Biner  
(b), (d), (f), (h)

## KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini melakukan *thresholding* secara adaptif pada citra dokumen berwarna dengan mengekstraksi *foreground* dan melakukan binerisasi pada masing-masing *foreground* dengan ambang yang berbeda. Berdasarkan uji coba yang dilakukan terhadap 8 citra dokumen didapatkan hasil yang cukup baik yaitu rata-rata tingkat pengenalan karakter sebesar 67.92%.

Untuk penelitian selanjutnya, dapat dikembangkan metode untuk melakukan performansi secara maksimal pada citra dengan pencahayaan yang tidak rata, dan melakukan proses *thresholding* jika terdapat sebagian *foreground* yang memiliki intensitas yang hampir sama dengan *background*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pai. Y, Chang. Y, Ruan. S, Adaptive Thresholding Algorithm: Efficient Computation Technique Based On Intelligent Block Detection For Degraded Document Images, Pattern Recognition, 43: 3177–3187, 2010.
- [2] A.Ramírez-Ortego'n , ErnestoTapia. M, Rojas a. R, Cuevas. E, Transition thresholds and transition operators for binarization and edge detection, Pattern Recognition, 43 : 3243–3254, 2010.
- [3] Karthik. S, Hemanth.V.K, Balaji V, Soman K. P, Level Set Methodology for Tamil Document Image Binarization and Segmentation, International Journal of Computer Applications, 39 No.9: 0975 – 8887, 2012.
- [4] Tsai. C, Intelligent Region-Based Thresholding For Color Document Images With High Lighted Regions. Pattern Recognition, 45 : 1341–1362, 2012.
- [5] Otsu, N., A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 9 No. 1: pp. 62-66, 1979.