

Algoritma Thresholding Adaptif Citra Medis Berbasis Pengukuran Tingkat Ketajaman Citra

I Made Darma Susila, Agus Zainal Arifin, Isye Arieshanti

*Vision and Image Processing Laboratory,
Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS),
Surabaya, Indonesia
{dex_ama, agusza}@cs.its.ac.id, i.arieshati@if.its.ac.id*

Abstrak

Thresholding pada citra yang mengalami efek gelap terang pada sensor aktif diakibatkan adanya perbedaan pancaran sinar *X-ray* yang diterima oleh film pada saat melewati tubuh manusia. Dengan kondisi yang dimiliki citra tersebut akan terjadi kesulitan dalam mensegmentasinya. Untuk mengatasi masalah tersebut diusulkan sebuah algoritma baru dalam melakukan thresholding dengan pemilihan window secara adaptif berbasis pengukuran tingkat ketajaman citra. Pada umumnya output algoritma teknik thresholding yang diusulkan ini mampu mengenali object dengan akurat dari pada teknik thresholding global Otsu.

Katakunci: *Thresholding, Measure of Image Sharpness, Thresholding with Adaptive Window Selection*

1. Pendahuluan

Segmentasi dalam *image processing* adalah proses pemisahan antara *object* dan *background* dalam suatu citra. Salah satu teknik untuk melakukan *segmentasi* citra yang populer adalah *thresholding*, karena simpel untuk diimplementasikan, kecepatan waktu, dan *thresholding* citra memiliki tempat yang penting dalam *segmentasi* citra (Gonzales, R.C., dkk, 2008). *Bilevel thresholding* merupakan salah satu kategori dari metode *thresholding*, dimana *bilevel thresholding* men-*segmentasi* citra menjadi dua *region* yaitu *object* dan *background*. Beberapa metode telah diusulkan untuk mendapatkan nilai *threshold* secara otomatis. Abutaleb menggunakan pencarian nilai *threshold* dengan menggunakan *two-dimensional entropy* (Abutaleb A.S., 1989). Tsai memilih nilai *threshold* dengan *mathematical moment* dari citra *grayscale* (Tsai W.H., 1985). Wang dan kawan-kawan mengusulkan *thresholding* citra berdasarkan pada maksimisasi index dari *nonfuzziness* pada *histogram grayscale* 2D (Wang, Q., 1985). Otsu merumuskan masalah pemilihan nilai *threshold* dengan analisis diskriminan, dimana *histogram* citra dibagi menjadi dua grup dan nilai *threshold* ditentukan ketika *variance* antara dua grup nilainya maksimum (Otsu, N., 1979). Untuk kasus *unimodal histogram* yang memiliki puncak *histogram* tidak jelas, *Otsu* masih bisa menangani. Oleh karena itu *Otsu* menjadi salah satu metode *thresholding bilevel* yang handal

(Sahoo, dkk., 1988) dan digunakan sebagai metode klasik dalam aplikasi sesungguhnya (Cao, dkk., 2002).

Pada sensor aktif gradasi warna gelap terang terjadi akibat perbedaan pancaran sinar x yang diterima oleh film setelah melewati tubuh manusia, dimana sinar x tersebut dipancarkan oleh sensor aktif. Jika disegmentasi dengan menggunakan metode *bilevel thresholding*, maka akan menghasilkan terjadinya kesalahan *segmentasi*. Untuk mendapatkan hasil *segmentasi* yang lebih baik pada kasus citra yang memiliki gradasi warna, maka timbul ide untuk membagi citra menjadi beberapa *window*. Tetapi permasalahan timbul jika terdapat *window* yang hanya berisi *object* atau *background* saja, maka *window* tersebut akan ter-*threshold* yang disebabkan oleh ukuran *window* yang statis. Untuk menangani masalah *window* yang berukuran statis, Qingming Huang dan teman-temannya mengusulkan metode *Adaptive Window Selection* yang ukuran *window*nya bisa membesar secara *adaptive*, berdasarkan dari nilai *Lorenz* dan nilai *threshold Otsu* (Qingming, H., dkk, 2005). Pradhan pada penelitiannya mengusulkan penggunaan *window growing* pada pembesaran *window* untuk meminimalisasi terjadinya kesalahan *thresholding*. (Pradhan, S.S., dkk, 2008).

Z. Hou dan teman-temannya dalam penelitian menemukan kelemahan pada metode *Otsu* yang bias dalam mendeteksi letak lembah dari *histogram* sebuah citra, dikarenakan nilai *threshold*-nya cenderung mendekati pada *class*

variance dan *class probability* yang lebih besar (Hou Z., dkk, 2006). Sehingga kemungkinan ada bagian dari objek citra yang diinginkan hilang setelah dilakukan *segmentasi*. Untuk mengatasi kelemahan *otsu*, Z. Hou dan teman-temannya mengusulkan metode MCVT (*Minimum Class Variance Thresholding*). Peneliti yang bernama M. Spann dalam penelitiannya mengemukakan bahwa fitur yang dapat diamati dari citra adalah ketajaman citra antar batas *region*, sehingga akan mudah untuk dipisahkan (M.Spann., dkk, 1988). Chong-Yaw Wee meneliti perhitungan ketajaman citra dan melakukan perbandingan untuk melihat kestabilan dari perhitungan kualitas ketajaman citra terhadap noise. Dalam penelitiannya Chong-Yaw Wee membandingkan lima jenis perhitungan ketajaman citra yaitu yang berbasis *spatial* yaitu M_V , M_G , M_D , M_L , dan M_E (Wee C., dkk, 2006). Pada penelitian sebelumnya yaitu teknik pemilihan window secara adaptive yang diusulkan Qingming Huang tidak memperhatikan fitur ketajaman citra padahal fitur ketajaman citra itu penting untuk segmentasi.

Oleh karena itu dalam penelitian ini diusulkan sebuah teknik baru dalam melakukan thresholding diusulkan sebuah algoritma teknik thresholding pemilihan window secara adaptive berbasis tingkat ketajaman citra. Selain menggunakan ketajaman citra, pemilihan juga ditentukan oleh nilai threshold. Metode threshold yang akan digunakan adalah metode MCVT, untuk pembesaran window menggunakan teknik window growing. Penelitian ini diharapkan dapat melakukan segmentasi dengan hasil yang memuaskan.

2. Metode yang diterapkan .

Dalam penelitian ini metode yang akan di terapkan adalah perhitungan ketajaman citra, metode thresholding MCVT, pemilihan window secara adaptif .

2.1 Perhitungan Ketajaman Citra

Perhitungan ketajaman citra dengan menggunakan nilai eigen. Perhitungan dengan nilai eigen memiliki nilai yang stabil dan tahan terhadap noise. Berikut adalah langkah-langkah dalam melakukan perhitungan ketajaman citra dengan menggunakan nilai eigen. (Wee C., dkk, 2006)

- Melakukan perhitungan nilai covariance matrix.

$$\mu = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} g(x, y) \quad (1)$$

$$S_g = \frac{1}{(N-1)} GG^T \quad (2)$$

Dimana μ adalah mean dari citra $g(x,y)$ dengan ukuran citra $N \times N$. S_g merupakan mean deviation covariance. Dimana G adalah citra $g(x,y)$ dikurangi dengan nilai μ ($G = g(x,y) - \mu$).

- Cari nilai diagonal dengan menggunakan SVD (*Singular Value Matrix*).

$$X = U \Sigma V^T \quad (3)$$

Σ merupakan nilai matrix diagonal singular yang real dan tidak negatif . U dan V sebagai singular vector dari X.

- Hitung nilai *eigen* dengan nilai singular Σ .

$$\Lambda = \Sigma \Sigma^T \quad (4)$$

Dimana Λ merupakan nilai *eigen*.

- Hitung nilai *eigen* dengan nilai singular Σ .

$$M_E = \text{trace} [\Lambda_k] \quad (5)$$

Dimana trace merupakan jumlah diagonal sampai elemen ke k . Pemilihan nilai k yang kecil tidak cukup hanya menghasilkan nilai yang tahan terhadap noise dan performa yang bagus, tapi juga secara langsung dapat mengurangi waktu komputasi.

2.2 MCVT (Minimum Class Variance Thresholding)

Nilai thresholding MCVT berfungsi dalam melakukan pemilihan window yang akan memisahkan window-window menjadi dua kelas yaitu kelas window yang akan segmentasi dan window yang akan mengalami perbesaran secara growing. Berikut adalah rumus-rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai *threshold* MCVT.

Fungsi Class Probability : (Hou Z., dkk, 2006).

$$P_i \begin{cases} \sum_{j=0}^k h_j & i = 1 \\ \sum_{j=k+1}^{L-1} h_j & i = 2 \end{cases} \quad (6)$$

Dimana P_i adalah merupakan probabilitas class. h_j merupakan probabilitas *pixel* yang ke j .

Fungsi mean class (Hou Z., dkk, 2006).

$$\mu_i = \begin{cases} \frac{\sum_{j=0}^k r_j h_j}{P_1} & i=1, \\ \frac{\sum_{j=k+1}^{L-1} r_j h_j}{P_2} & i=2, \end{cases} \quad (7)$$

Dimana μ_i adalah mean class, r_j adalah intensitas *pixel* j
Dan Class Variancinya adalah: (Hou Z., dkk, 2006).

$$D_i = \begin{cases} \frac{\sum_{j=0}^k (r_j - \mu_1)^2 h_j}{P_1} & i=1, \\ \frac{\sum_{j=k+1}^{L-1} (r_j - \mu_2)^2 h_j}{P_2} & i=2, \end{cases} \quad (8)$$

Pengembangan metode MCVT merupakan perbaikan dari metode *Otsu* dengan within-class variance yang persamaannya seperti berikut: (Hou Z., dkk, 2006)

$$\min_{r_k} (P_1 D_1 + P_2 D_2) \quad (9)$$

Hasil dari meminimalisasi within-class variance ekuivalen dengan memaksimalkan between-class variance (Hou Z., dkk, 2006).

Untuk memahami metode *thresholding* MCVT, bisa dilihat dari dampak perubahan dari keanggotaan r_k pada biaya $J_{mcut} = D_1 + D_2$.

Misalkan r_k bergeser ke C_2 , maka class $C_1' = \{r_0, \dots, r_{k-1}\}$ dan $C_2' = \{r_k, \dots, r_{L-1}\}$, Jadi nilai probabilitas C_1' dan C_2' adalah: (Hou Z., dkk, 2006)

$$P_i' = \begin{cases} \sum_{j=0}^{k-1} h_j & i=1, \\ \sum_{j=k}^{L-1} h_j & i=2, \end{cases} \quad (10)$$

Jadi perhitungan nilai variance dari C_1' : (Hou Z., dkk, 2006)

$$D_1' = D_1 + \frac{h_k \left[D_1 - \frac{P_1}{P_1'} (r_k - \mu_1)^2 \right]}{P_1'} \quad (11)$$

Dan variance untuk C_2' : (Hou Z., dkk, 2006)

$$D_2' = D_2 + \frac{h_k \left[\frac{P_2}{P_2'} (r_k - \mu_2)^2 - D_2 \right]}{P_2'} \quad (12)$$

Dengan demikian, biaya pemisahan C_1' dan C_2' : (Hou Z., dkk, 2006).

$$J_{MCVT}' = D_1' + D_2' \quad (13)$$

2.3 Otsu

Metode *Otsu* ini digunakan untuk mendapatkan nilai *threshold* yang optimal, untuk memisahkan *object* dan *background* yang mengacu pada *histogram* intensitas. Seperti yang dijelaskan pada subbab sebelumnya mengenai bilevel dan *multilevel thresholding*, maka metode *Otsu* bisa menghasilkan nilai optimum untuk kedua teknik *thresholding* tersebut. Pada teknik *thresholding* ini yang akan digunakan adalah *bilevel thresholding*. (Qingming H., dkk, 2005).

Misalkan diberikan citra $f(x,y)$ dan nilai *threshold* adalah j , dimana j berada dalam range $0 \leq j \leq m-1$. Simbol m merupakan derajat keabuan dari citra. Kemudian citra dibagi menjadi dua group: group A dengan nilai derajat keabuan kurang dari sama dengan j dan group B dengan nilai derajat keabuan lebih besar dari j . Dua group itu disimbolkan dengan $(w1(j), M1(j))$ dan $(w2(j), M2(j))$ yang merupakan jumlah dari *pixel* dan nilai rata-rata derajat keabuan untuk group A dan B. Berikut adalah fungsinya adalah sebagai berikut : (Qingming H., dkk, 2005).

$$\omega_1(j) = \sum_{i=0}^j n_i, \quad 0 \leq j \leq m-1 \quad (12)$$

$$M_1 = \frac{\sum_{i=0}^j (i.n_i)}{\omega_1(j)}, \quad 0 \leq j \leq m-1 \quad (13)$$

$$\omega_2(j) = \sum_{i=j+1}^{m-1} n_i, \quad 0 \leq j \leq m-1 \quad (14)$$

$$M_2 = \frac{\sum_{i=j+1}^{m-1} (i.n_i)}{\omega_2(j)}, \quad 0 \leq j \leq m-1 \quad (15)$$

Dimana n_i adalah jumlah *pixel* dengan nilai gray level yang ke i . Nilai average gray level dari semua *pixel* dalam citra $f(x,y)$ adalah: (Qingming H., dkk, 2005).

$$M_T = \frac{\omega_1(j)M_1(j) + \omega_2(j)M_2(j)}{\omega_1(j) + \omega_2(j)}, \quad 0 \leq j \leq m-1 \quad (16)$$

Jarak varian antara dua grup, dilambangkan dengan $\sigma_B^2(j)$. Berikut adalah fungsi dari jarak varian antara dua grup : (Qingming H., dkk, 2005).

$$\begin{aligned} \sigma_B^2 &= \omega_1(j)(M_1 - M_T)^2 + \omega_2(j)(M_2 - M_T)^2 \\ &= \frac{\omega_1(j)\omega_2(j)(M_1 - M_2)^2}{\omega_1(j) + \omega_2(j)} \end{aligned} \quad (17)$$

Range untuk j dari 0 sampai dengan $m-1$, hitung setiap $\sigma_B^2(j)$ menggunakan fungsi (2.8), dan nilai j menunjuk pada nilai jarak varian terbesar yang merupakan hasil dari *threshold* T . (Qingming H., dkk, 2005)

2.4 Algoritma Thresholding dengan Pemilihan Window Secara Adaptif Berbasis Pengukuran Tingkat Ketajaman Citra.

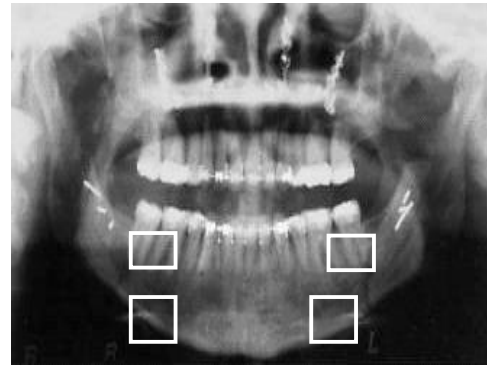
Thresholding dengan pemilihan window secara adaptif berbasis pengukuran tingkat ketajaman citra. Berikut adalah langkah-langkahnya:

1. Inputkan citra
2. Bagi citra menjadi sub citra sesuai dengan ukuran window.
3. Cari nilai ketajaman citra pada masing-masing window (sub citra).
4. Buat fitur $f(x,y)$, dimana window sebagai pixel dan nilai ketajaman citra sebagai graylevel valuenya.
5. Hitung nilai threshold T' dari $f(x,y)$ dengan metode MCVT.
6. Segmentasi intensitas pixel dalam window (sub citra) yang memiliki nilai ketajaman citra $> T'$. Metode yang digunakan untuk segmentasi window (subcitra) menjadi citra biner adalah MCVT.
7. Periksa apakah keseluruhan window (subcitra) telah ter-segmentasi. Jika ya, maka berhenti.
8. Cari dan simpan jumlah window yang memiliki nilai ketajaman citra $\leq T'$.
9. Simpan jumlah window yang nilai ketajaman citra $\leq T'$ ke sebuah variable yaitu *jumwindow*.
10. Buat dan inialisasi variabel $i = 0$.
11. Growing dan hitung nilai tingkat ketajaman citra pada window (i).
12. Periksa apakah ukuran window(i) $>$ ukuran image. Jika ya, maka ke langkah 14
13. Periksa apakah ketajaman citra window (i) $\leq T'$. Jika ya, maka ke langkah 11.
14. Segmentasi intensitas pixel dalam window (i) dengan menggunakan metode MCVT.
15. Increment i .
16. Periksa apakah $i \leq jumwindow$. Jika ya, maka ke langkah 11.
17. Lakukan penggabungan window (sub citra), sehingga menjadi citra yang utuh.
18. stop.

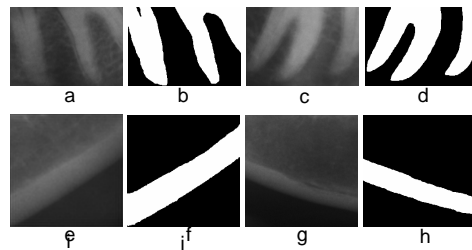
3. Uji Coba

3.1 Data Citra

Citra yang akan di uji coba dalam penelitian ini adalah citra medis seperti pada Gambar 1 dan 2. Citra ini diambil dari rumah sakit Hiroshima University.



Gambar 1 Dental Panoramic Radiography

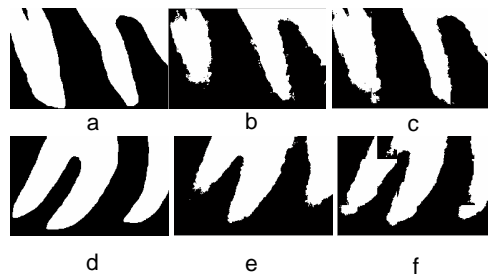


Gambar 2 Citra Asli dan Groundtruth. a-b. akarGigiKiri, c-d. akarGigiKanan, e-f. tulangRahangKiri, dan g-h. tulangRahangKanan.

Gambar 2 diambil dari potongan gambar dental panoramic radiography.

3.2 Hasil Uji Coba Thresholding

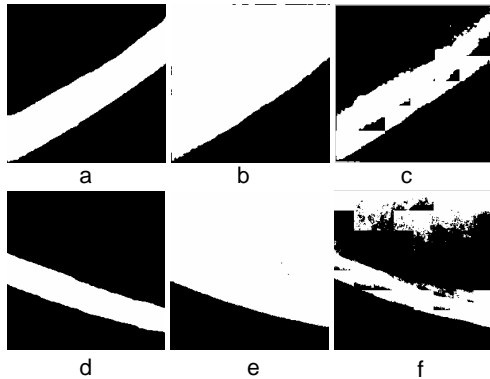
Untuk mendapatkan hasil segmentasi ini, ukuran window pada teknik thresholding yang diusulkan adalah berukuran 32 x 32.



Gambar 3. Hasil Segmentasi Threshold Akar Gigi.

a-c gambar groundtruth dan hasil threshold akargigikiri menggunakan Otsu dan Teknik yang diusulkan.

d-f gambar groundtruth dan hasil threshold akargigikanan menggunakan Otsu dan Teknik yang diusulkan .



Gambar 4. Hasil Segmentasi Threshold Tulang Rahang.

a-c gambar groundtruth dan hasil threshold tulangRahangKiri menggunakan Otsu dan Teknik yang diusulkan.

d-f gambar groundtruth dan hasil threshold tulangRahangKanan menggunakan Otsu dan Teknik yang diusulkan.

4. Pembahasan Hasil Segmentasi

Pada hasil uji coba terlihat bahwa teknik thresholding yang diusulkan hasil lebih memuaskan jika dibandingkan dengan metode Otsu. Gambar 3 dan 4 merupakan hasil segmentasi metode otsu dan algoritma teknik thresholding yang diusulkan. Hasil segmentasi citra akarGigiKanan dan akarGigiKiri pada Otsu terjadi perubahan bentuk pada objek akar gigi, sedangkan hasil segmentasi dari algoritma thresholding yang diusulkan masih terdapat noise bekas window, tetapi hasil segmentasi algoritma yang diusulkan lebih memuaskan jika dibandingkan dengan Otsu. Untuk citra tulangRahangKanan dan tulangRahangKiri hasil segmentasi menggunakan metode Otsu tidak memperlihatkan bentuk objek yang diinginkan, sedangkan pada algoritma teknik thresholding yang diusulkan terdapat noise tapi objek yang diinginkan sudah mulai terlihat.

5. Kesimpulan dan Saran

Algoritma thresholding yang diusulkan dalam penelitian ini sebagian besar menghasilkan hasil yang memuaskan dalam mensegmentasi citra medis akar gigi dan tulang rahang jika dibandingkan dengan hasil dari threshold global Otsu. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan citra dengan mode grayscale. Untuk penelitian kedepan diharapkan teknik thresholding ini bisa bekerja pada citra berwarna (RGB), yang menjadi permasalahan dalam melakukan penelitian tersebut adalah bagaimana cara penggabungan hasil segmentasi dari

beberapa channel citra dalam RGB.

6. Pustaka

- Abutaleb, A.S. (1989), *Automatic Thresholding of Gray Level Pictures Using Two-dimensional Entropy*. **Computer Vision Graphics Image Process**, vol. 47, hal. 22-32.
- Cao, L., Shi, Z.K., Cheng, E.K.W. (2002). *Fast Automatic Multilevel Thresholding Method*, **Electron**, vol. 38, 868-870.
- Chong-Yaw, W., Paramesran, R., (2006). *Measure of Image Sharpness Using Eigenvalue*. **Information Science**.
- Gonzales, R.C., Woods, E.W (2008), *Digital Image Processing*, 3rd edition, Pearson Education, Inc., New Jersey.
- Hou, Z., Hu, Q., Nowinski, W.L. (2006), *On Minimum Variance Thresholding*, **Pattern Recognition**, vol. 27, hal.1732-1743.
- Macmurray, T., Pearce, J.A. (1994) IEEE, *Theoretical and Experimental Comparison of the Lorenz Information Measure, Entropy, and the Mean Absolute Error*, **Biomedical Engineering**.
- M.Spann., C.Hornet (1988), *Image Segmentation Using A Dynamic Thresholding Pyramid*, **Pattern Recognition**, vol 22, hal 719-732.
- Otsu, N. (1979) IEEE, *A Threshold Selection from Gray-level Histograms*, **Systems Man Cybernet**, vol. 6, hal. 62-69.
- Pradhan, S.S., Patra, D., Nanda, P.K. (2008) IEEE, *Adaptive Thresholding Based Image Segmentation with Uneven Lighting Condition*.
- Sahoo, P.K., Soltani, S., Wong, A.K.C. (1988). *Survey of Thresholding Technique*. **Computer Vision Graphics Image Process**, vol. 41, hal. 233-260.
- Tsai, W.H. (1985), *Moment-Preserving Thresholding: New Approac*, **Computer Vision Graphis Image Process**, vol. 29, hal. 377-393.
- Qingming, H., Wen, G., Wenjian, C. (2005), *Thresholding Technique with Adaptive Window Selection for Uneven Lighting*

Image, Pattern Recognition, vol. 26,
hal.801-808.

Wang, Q., Chi, Z., Zao, R. (2002), *Image Thresholding by Maximizing of Nonfuzziness of The 2D Grayscale Histogram*, **Computer Image and Vision Understanding**, vol. 85, hal. 100-116.