



ANALISIS PERBANDINGAN TEKNIK SEGMENTASI CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE LEVEL-SET CHAN & VESE DAN LANKTON

¹Dyah Apriliani (08018225), ²Murinto (0510077302)

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika
Universitas Ahmad Dahlan

Prof. Dr. Soepomo, S.H., Janturan, Umbulharjo, Yogyakarta 55164

¹Email: dyah.apriliani@yahoo.com

²Email: murintokusno@tif.uad.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang pesat di bidang komputer telah mendorong semakin berkembangnya penelitian dan penerapan teknik pengolahan citra. Beberapa pertumbuhan kemajuan teknologi baru membuka peluang bagi pengembangan lebih lanjut dalam bidang ini. Saat ini pengolahan citra mempunyai peranan yang sangat penting dalam berbagai bidang kehidupan. Segmentasi adalah proses pemisahan objek dengan latar belakangnya. Saat ini telah banyak dilakukan penelitian tentang segmentasi. Ada banyak metode dalam melakukan segmentasi salah satunya adalah level-set menggunakan metode Chan & Vese dan Lankton. Penggunaan metode tersebut dalam proses segmentasi terkadang belum tentu sesuai dengan hasil yang diharapkan. Untuk itu perlu dilakukan analisis terhadap kinerja teknik segmentasi menggunakan metode Chan & Vese dan Lankton.

*Penelitian menggunakan metode Chan & Vese dan Lankton dengan input citra berupa citra berekstensi *.jpeg. Citra dimasukkan ke dalam program dan dilakukan proses Chan & Vese serta proses Lankton. Adapun parameter yang digunakan adalah iterasi untuk yang digunakan sebagai pembanding perulangan yang dilakukan, citra hasil yang digunakan untuk melihat banyak sedikitnya segmen, histogram citra digunakan untuk mengetahui intensitas dan kontras suatu citra, timing run digunakan untuk mengetahui lamanya suatu proses citra, dan SNR (Signal to Noise Ratio) yang digunakan untuk mengetahui kualitas citra. Pengujian dilakukan dengan melakukan uji coba terhadap 10 citra dan selanjutnya dilakukan analisis.*

Hasil penelitian 50 hasil dari 10 buah sampel citra dengan lima kali iterasi yaitu : iterasi 100, 200, 300, 400 dan 500 terlihat bahwa segmen yang dihasilkan dari proses segmentasi menggunakan metode Lankton lebih baik dibandingkan proses segmentasi menggunakan metode Chan & Vese. Rata-rata timing run pada proses Chan & Vese adalah 0,2952 detik dan proses Lankton sebesar 0,3177 detik. Rata-rata SNR pada Proses Chan & Vese 6,0335 dB dan dengan proses Lankton sebesar 7,4524 dB.

Kata Kunci: Chan & Vese, Lankton, Segmentasi Citra

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat mempermudah dalam pengolahan data. Data yang dapat diolah tidak hanya data yang berbentuk teks, tetapi dapat berupa komponen multimedia. Komponen multimedia meliputi: citra (image), suara (audio) dan video. Citra merupakan suatu komponen multimedia yang sangat penting. Suatu citra dapat menyimpan berbagai informasi di dalamnya, sehingga pengolahan citra sangat penting dikembangkan.

Pada pengolahan citra digital, terdapat proses penting yang sering digunakan yaitu proses segmentasi. Mengingat pentingnya proses segmentasi tersebut sebagai pemroses awal, maka dibutuhkan metode segmentasi yang dapat melakukan pemisahan objek dengan akurat. Ketidak akuratan proses segmentasi dapat menyebabkan ketidak akuratan pada hasil proses selanjutnya. Secara umum, proses segmentasi terbagi menjadi tiga kelompok yaitu segmentasi berdasar klasifikasi (*classification based segmentation*), segmentasi berdasar tepi (*edge based segmentation*), dan segmentasi berdasar wilayah (*region based segmentation*).

Berdasarkan model yang digunakan dalam segmentasi terdapat dua *framework* utama. Pertama metode variasional (*variational method*) yang mengandalkan pada definisi suatu fungsi energi yang tergantung data dan partisinya (minimisasi energi atas segala kemungkinan), khususnya dengan menggunakan Metode Variasional secara Matematik (*Variational Mathematical Methods*) antara lain : Persamaan turunan parsial (*Partial Differential Equations/PDE*). Contoh Model ini adalah Model Kontur Aktif (*Active Contour Model*), yang diimplementasikan dalam kasus khusus dikenal dengan nama Metode Level-set (*Level-set Methods*). Kedua adalah Model Framework Bayes dan model Markov Random Field (MRF).

Metode segmentasi citra menggunakan level-set memiliki kelebihan diantaranya : ketahanannya terhadap *noise* dan kemampuan berevolusi melalui bidang concave. Beberapa metode level set yang telah diteliti dan dikembangkan antara lain: metode Bernard, metode Caselles, metode Chan & Vese, metode Lankton, Metode Li dan Shi. Metode Chan & Vese merupakan metode aktif kontur tanpa tepi. Metode ini membahas tentang kontur aktif untuk mendeteksi objek dalam gambar menggunakan energi evolusi. Model ini dapat mendeteksi objek yang batasnya tidak selalu ditentukan oleh gradien. Sedangkan metode Lankton melokalisir daerah berbasis kontur aktif. Metode ini memungkinkan setiap energi segmentasi berbasis wilayah akan dirumuskan secara lokal. Model ini mampu melakukan segmentasi citra dengan fitur heterogen. Teknik yang digunakan untuk metode ini sangat fleksibel untuk menanamkan manfaat dari lokalisasi. Kemudian dari masing – masing energi lokal tersebut dibandingkan untuk menunjukkan perbaikan yang telah dicapai. Metode segmentasi citra menggunakan levet-set Chan & Vese dan Lankton tersebut dapat digunakan untuk pemrosesan terhadap berbagai jenis data citra digital. Data citra digital merupakan kumpulan dari berbagai jenis gambar / citra yang memiliki ukuran, warna dan tekstur tertentu.

Hasil yang diperoleh dari pemrosesan citra tersebut belum tentu sesuai dengan hasil yang diharapkan, karena metode pengolahan yang digunakan belum tentu sesuai dengan data citra yang akan dimiliki. Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap kinerja metode level-set Chan & Vese untuk segmentasi citra digital. Adapun parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra hasil segmentasi, *timing run*, SNR dan

histogram. Histogram digunakan untuk mengetahui tingkat kecerahan, kontras, dan persebaran nilai – nilai intensitas *pixel* dari suatu citra atau bagian tertentu dalam citra.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Citra

Citra merupakan istilah lain untuk gambar sebagai salah satu komponen multimedia yang memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi visual. Citra mempunyai karakteristik yang tidak dimiliki oleh data teks, yaitu citra kaya dengan informasi. Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam.

Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat, antara lain:

1. Optik berupa foto
2. Analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi
3. Digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik

Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak. Untuk selanjutnya, citra diam disebut citra saja. Sedangkan, citra bergerak (*moving images*) adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara beruntun (sekuensial) sehingga memberi kesan pada mata sebagai gambar yang bergerak. Setiap citra di dalam rangkaian disebut *frame*.

2.2 Segmentasi Citra

Segmentasi wilayah merupakan pendekatan lanjutan dari deteksi tepi. Dalam deteksi tepi segmentasi citra dilakukan melalui identifikasi batas-batas objek (boundaries of object). Batas merupakan lokasi dimana terjadi perubahan intensitas. Dalam pendekatan didasarkan pada wilayah, maka identifikasi dilakukan melalui wilayah yang terdapat dalam objek tersebut. Segmentasi berusaha memisahkan suatu citra ke dalam kelompok piksel-piksel homogen ke dalam satu himpunan yang sesuai dengan masing-masing kriterianya. Tiap kelompok tersebut dinamakan dengan segmen. Pengelompokan (clustering) digunakan sebagai teknik segmentasi menggunakan keseragaman predikat. Segmen yang dihasilkan dari algoritma clustering biasanya dinamakan dengan cluster-cluster.

2.3 Chan & Vese

Tony F. Chan mengusulkan suatu metode yaitu Chan-Vese (C-V) model, yang merupakan Region based model. Model ini merupakan perbaikan dari edge based model, karena mendasarkan pendekatan tepi pada suatu citra tidak berdasar pada gradient citra tapi didasarkan pada teknik curve evolution, Mumford-shah function for segmentation dan level set. Hal ini dikarenakan, pendekatan menggunakan gradient citra kurang efektif karena diskrit gradient terbatas dan fungsi pemberhentian g tidak

pernah null pada suatu tepi dan memungkinkan kurva melewati batas yang ada. Pada C-V model, inisial kontur bisa dilakukan dimana saja pada citra dan C-V model akan secara otomatis mendeteksi keseluruhan kontur, tidak peduli letak dari inisial kontur. Region Based memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan edge based model, yaitu:

1. Region Based menggunakan informasi dari bagian dalam maupun luar kontur untuk mengontrol evolusi, yang mana sedikit sensitif terhadap noise dan memiliki performance yang baik pada image dengan edge yang lemah maupun tanpa edge.
2. Region Based sedikit sensitif pada lokasi dari inisial kontur dan kemudian dapat secara efisien mendeteksi exterior dan interior boundaries.

Citra 1 pada domain C-V model, diformulasikan dengan melakukan meminimalisasi fungsi energi berikut:

$$E^{cv} = \lambda_1 \int_{inside(C)} |I(x) - c_1|^2 dx + \lambda_2 \int_{outside(C)} |I(x) - c_2|^2 dx, x \in \Omega \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana, c_1 dan c_2 merupakan 2 konstanta-konstanta yang merupakan rata-rata intensitas pada inside dan outside kontour. Dengan menggunakan Level set method diasumsikan

$$\begin{cases} C = \{x \in \Omega : \phi(x) = 0\}, \\ inside(C) = \{x \in \Omega : \phi(x) > 0\}, \\ outside(C) = \{x \in \Omega : \phi(x) < 0\} \end{cases} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan melakukan minimalisasi pada persamaan 2.1, penyelesaian untuk C_1 dan C_2 yaitu:

$$C_1 = \frac{\int_{\Omega} I(x) H(\phi) dx}{\int_{\Omega} H(\phi) dx} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$C_2 = \frac{\int_{\Omega} I(x) (1 - H(\phi)) dx}{\int_{\Omega} (1 - H(\phi)) dx} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dalam rumus diatas dilakukan proses iterasi terhadap metode Chan & Vese yang dilakukan dengan melakukan pemrosesan atau penghitungan terhadap C_1 dan C_2 . Besarnya nilai iterasi yang dimasukkan dalam rumus diatas akan memperbarui nilai dari ϕ .

Dengan menambahkan panjang dan energi pada persamaan 2.1, kemudian meminimalkannya, akan dihasilkan persamaan Level set, yaitu:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = \delta(\phi) [\mu \nabla \left(\frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|} \right) - v - \lambda_1 (I - C_1)^2 + \lambda_2 (I - C_2)^2] \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

$\mu \geq 0$, $v \geq 0$, $\lambda_1 \geq 0$, $\lambda_2 \geq 0$: parameter tetap

dimana

μ = mengontrol smoothness dari zero level set

v = meningkatkan kecepatan

λ_1 = mengontrol tenaga pada image data, pada inside dan outside contour

∇ = operasi gradient

$H(\phi)$ = Heaviside function

Heaviside function digunakan untuk menyelesaikan c_1 dan c_2 . Heaviside function disebut juga unit step function, yang merupakan fungsi diskontinyu dan memiliki nilai 0 untuk argument negatif, dan bernilai 1 untuk argument positif.

$$H[n] = \begin{cases} 0, & n < 0 \\ 1, & n \geq 0 \end{cases} \dots \quad (2.6)$$

2.4 Lankton

Shawn Lankton mengusulkan sebuah metode yang memungkinkan setiap energi segmentasi yang berbasis wilayah akan kembali dirumuskan secara lokal. Kelebihan dari metode ini adalah metode ini dapat meningkatkan kualitas segmentasi yang dihasilkan yang disediakan oleh energi global dalam keadaan tertentu. Metode ini juga dapat meningkatkan kualitas kerja segmentasi yang dilakukan. Dalam rangka mengoptimalkan energi lokal, setiap titik dianggap terpisah, dan bergerak untuk meminimalkan atau memaksimalkan energi yang dihitung di wilayah lokal. Untuk menghitung energi lokal tersebut, lingkungan lokal dibagi menjadi interior lokal dan eksterior lokal oleh kurva berkembang. Energi yang dimaksudkan dalam metode ini yaitu kemampuan untuk melakukan penyesuaian terhadap bentuk kurva evolusi yang akan dihasilkan. Semakin sedikit energi yang dibutuhkan oleh sebuah metode maka proses yang dilakukan semakin optimal dan akurat. Besarnya iterasi yang diberikan tidak berpengaruh terhadap energi yang dikeluarkan. Optimasi energi kemudian dilakukan dengan memposisikan model untuk setiap wilayah lokal.

Citra I pada domain Ω dan C menjadi kontur tertutup direpresentasikan sebagai fungsi level set dan ditandai fungsi jarak yang memiliki nilai ϵ sebesar 10^{-5} . Fungsi Heaviside ditentukan dengan melakukan pendekatan sebagai berikut :

$$H\phi(x) = \begin{cases} 1, & \phi(x) < -\epsilon \\ 0, & \phi(x) > \epsilon \\ \frac{1}{2} \left\{ 1 + \frac{\phi}{\epsilon} + \frac{1}{\pi} \sin \left(\frac{\pi \phi(x)}{\epsilon} \right) \right\} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots \quad (2.7)$$

Demikian juga bagian luar C didefinisikan sebagai : $(1-H\phi(x))$. Untuk menentukan daerah tersebut hanya sekitar kurva, kita akan menggunakan turunan dari $H\phi(x)$, yaitu:

$$H\phi(x) = \begin{cases} 1, & \phi(x) = 0 \\ 0, & |\phi(x)| < \epsilon \\ \frac{1}{2\epsilon} \left\{ 1 + \cos\left(\frac{\pi\phi(x)}{\epsilon}\right) \right\} & \text{otherwise} \end{cases} \dots \quad (2.8)$$

Disini akan diperkenalkan variabel spasial kedua yaitu y . Disini akan digunakan variable x dan y sebagai independen variabel spasial masing-masing mewakili satu titik di Ω . Untuk notifikasi ini, diperkenalkan karakteristik dalam parameter radius r sebagai berikut :

$B(x, y)$ akan menutupi daerah setempat. Fungsi ini akan menjadi 1 ketika intinya adalah dalam bola berjari-jari r , berpusat di x dan 0 jika tidak. Interaksi dari $B(x, y)$ dengan daerah interior dan daerah eksterior. Dalam persamaan ini akan diberikan energi fungsional E . Besarnya energi yang diberikan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$E(\phi) = \int_{\Omega_x} \delta\phi(x) \int_{\Omega_y} B(x, y) \cdot F(I(y), \phi(y)) dy dx \quad \dots \quad (2.10)$$

Fungsi F adalah ukuran energi generik internal yang digunakan untuk mewakili kepatuhan lokal untuk model tertentu pada setiap titik sepanjang kontur.

Setiap energi F dapat dimodifikasi dan ditulis ulang sebagai F untuk dimasukkan di dalam kerangka ini. Dalam komputasi E , kita hanya mempertimbangkan kontribusi dari nilai dekat kontur. Dengan mengabaikan *inhomogeneity* yang mungkin timbul memberikan kemampuan untuk menangkap berbagai objek yang jauh lebih luas. Dalam persamaan diatas, perkalian dengan fungsi, $\delta\phi(x)$ di luar integral x . istilah ini memastikan bahwa kurva tidak akan berubah topologi dengan spontan mengembangkan kontur baru, meskipun masih memungkinkan untuk kontur untuk membagi dan bergabung. Untuk setiap titik x yang dipilih oleh $\delta\phi(x)$ akan ditutup dengan $B(x, y)$ untuk memastikan F beroperasi hanya pada informasi tentang gambar lokal x . Dengan demikian, total kontribusi dari istilah pertama energi adalah jumlah F dari nilai untuk setiap $B(x, y)$ di sepanjang level set nol.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan sampel citra yang berekstensi *jpeg. Masing-masing citra akan dilakukan proses segmentasi menggunakan metode Level set Chan & Vese dan Lankton. Hasil dari masing – masing metode tersebut akan dibandingkan dan dianalisis satu sama lain berdasarkan iterasi, citra hasil segmentasi, histogram citra, timing run dan nilai SNR.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah metode pengumpulan data dengan cara membaca dan membandingkan literatur yang sebagian besar berasal dari artikel-artikel di internet, buku, dan majalah. Semua literatur tersebut berhubungan dengan tema-tema seperti pengolahan citra dan segmentasi, metode ini sangat berguna untuk mendukung dasar teori dari penelitian yang dilakukan dengan mengacu pada penelitian yang dilakukan sebelumnya bila ada atau mendapatkan sumber untuk perancangan model sistem yang dibuat.

3.2.2 Observasi

Observasi atau pengamatan merupakan salah satu teknik pengumpulan data atau fakta dengan melakukan pengamatan secara langsung pada suatu kegiatan penelitian, yaitu dengan melakukan uji coba pada program tersebut sehingga didapatkan hasil yang lebih maksimal dan memuaskan.

3.3 Analisis Kebutuhan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan kebutuhan elemen yang perlu diolah oleh software. Dengan adanya analisis maka dapat ditentukan data dan informasi, fungsi, serta proses atau prosedur yang diperlukan. Pada aplikasi ini data – data yang diperoleh

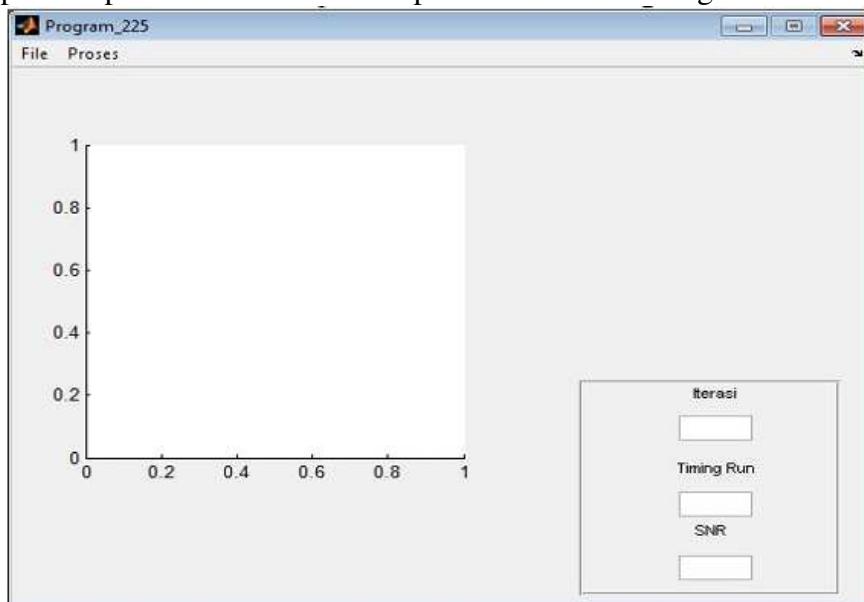
akan dijadikan acuan untuk mengembangkan system yang akan dibangun. Hasil akhir dari analisis data ini adalah spesifikasi software.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kebutuhan sistem perangkat lunak aplikasi ini diharapkan mampu untuk :

1. Menampilkan citra awal dan hasil proses segmentasi menggunakan metode Chan & Vese dan Lankton.
2. Menampilkan iterasi yang digunakan.
3. Menampilkan *timing run* yang dibutuhkan dari proses segmentasi menggunakan metode Chan & Vese dan Lankton.
4. Menampilkan histogram citra, yaitu citra asli dan citra hasil dari proses segmentasi menggunakan metode Chan & Vese dan Lankton.
5. Menampilkan SNR (*Signal to Noise Ratio*) dari proses segmentasi menggunakan metode Chan & Vese dan Lankton.

Adapun tampilan menu utama dari aplikasi ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Tampilan Utama Aplikasi

Tampilan utama terdiri dari menu File dan proses. Menu Proses terdiri dari sub menu Chan & Vese dan Lankton. File terdiri dari sub menu *load image* yang berfungsi untuk memilih citra yang diinginkan, *save* berfungsi untuk menyimpan citra hasil, dan *exit* yang berfungsi untuk keluar dari aplikasi. Proses terdiri dari sub menu Chan & Vese yang berfungsi untuk menampilkan citra hasil menggunakan metode Chan & Vese. Ketika dipilih proses menggunakan metode Chan & Vese maka akan ditampilkan citra Asli, histogram citra asli, citra hasil segmentasi, histogram citra hasil segmentasi, *timing run*, dan SNR. Sub menu Lankton yang berfungsi untuk menampilkan citra hasil dengan menggunakan metode Lankton. Ketika dipilih proses menggunakan metode Lankton maka akan ditampilkan citra Asli, histogram citra asli, citra hasil segmentasi, histogram citra hasil segmentasi, *timing run*, dan SNR. Dalam penelitian ini digunakan 10 jenis citra yang berekstensi *.jpeg yang masing – masing citra dilakukan pengolahan

terhadap dua metode. Adapun iterasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : 100, 200, 300, 400 dan 500. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap kinerja kedua metode dengan melakukan perbandingan citra hasil segmentasi, histogram untuk mengetahui persebaran pixel dan tingkat kecerahan, lamanya waktu proses dan nilai SNR. Dari analisis yang dilakukan dapat dilihat bahwa segmentasi citra menggunakan metode Lankton memiliki hasil yang lebih baik bila dibandingkan dengan hasil segmentasi citra menggunakan metode Chan & Vese. Pada hasil segmentasi menggunakan metode Lankton, segmentasi yang dihasilkan sudah mampu membedakan antara objek dengan *background* dengan lebih maksimal sehingga hasil yang dihasilkan dihasilkan lebih mendekati dengan gambar aslinya.

Berdasarkan histogram citra yang dihasilkan data dilihat bahwa histogram dari citra hasil diatas menunjukkan bahwa histogram berada di sebelah kanan ini dikarenakan citra hasil segmentasi kedua metode merupakan citra biner yang mempunyai kontras terang. Metode Chan & Vese memiliki intensitas yang lebih tinggi dan metode Chan & Vese juga memiliki rentang kontras yang lebih lebar.

Berdasarkan lamanya waktu proses, metode Chan & Vese memiliki waktu proses yang lebih lama dibandingkan dengan metode Lankton. rata-rata *timming-run* untuk metode Chan & Vese sebesar 94.114 detik dan pada metode Lankton sebesar 45.273 detik.

Berdasarkan nilai SNR dari metode ini didapatkan hasil nilai SNR untuk metode Lankton lebih besar dibandingkan dengan metode Chan & Vese. Rata-rata SNR untuk metode Chan & Vese sebesar 4.2090 dB sedangkan dari metode *Lankton* sebesar 4.4924 dB. Perbedaan nilai SNR *han & Vese* dan *Lankton* berdasarkan berdasarkan jumlah SNR *Chan & Cese* dan *Lankton* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} & (\text{jumlah SNR Chan \& Vese}) - (\text{jumlah SNR Lankton}) \\ & = |210.4496 \text{ dB} - 224.6189 \text{ dB}| = 14.1693 \text{ dB} \end{aligned}$$

Berdasarkan analisis SNR dapat diketahui bahwa metode segmentasi citra menggunakan metode Lankton mempunyai nilai SNR yang lebih tinggi. Ini membuktikan bahwa metode Lankton mempunyai kualitas citra segmentasi yang lebih baik dibandingkan metode Chan & Vese, karena dengan nilai SNR yang tinggi berarti rasio sinyal terhadap metode juga tinggi.

Selanjutnya dilakukan uji hipotesis berdasarkan nilai SNR menggunakan distribusi normal. Dalam uji hypothesis digunakan dua hypothesis, yaitu :

Hipotesis awal (H_0) = $\mu_1 = \mu_2$
metode segmentasi citra Chan & Vese sama baiknya
dengan metode segmentasi citra Lankton.

Hipotesis alternatif (H_1) = $\mu_1 < \mu_2$
metode segmentasi citra Lankton lebih baik dari
pada metode segmentasi citra Chan & Vese

Dari perhitungan dihasilkan nilai perhitungan di luar daerah kritis, sehingga H_1 yang diterima, bahwa metode segmentasi citra Lankton lebih baik dari pada metode segmentasi citra Chan & Vese.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Citra hasil segmentasi yang dihasilkan oleh metode Lankton lebih baik dibandingkan dengan citra hasil segmentasi dengan metode Chan & Vese.
2. Citra hasil segmentasi menggunakan metode Chan & Vese memiliki nilai intensitas pixel yang lebih tinggi dan citra hasil segmentasi Chan & Vese memiliki rentang kontras yang lebih lebar.
3. Rata – rata waktu proses (*timing run*) yang dibutuhkan untuk melakukan proses segmentasi menggunakan metode Lankton lebih cepat jika dibandingkan dengan metode Chan & Vese. Rata – rata waktu proses dengan metode Chan Vese yaitu selama 94.114 detik sedangkan rata – rata waktu proses menggunakan metode Lankton yaitu selama 45.273 detik.
4. Citra hasil metode Lankton mempunyai kualitas hasil segmentasi yang lebih baik karena mempunyai rata - rata nilai SNR yang lebih tinggi dibandingkan dengan rata - rata nilai SNR metode Chan & Vese. Rata – rata nilai SNR untuk Metode Lankton yaitu sebesar 4.4924 dB dan rata – rat nilai SNR untuk metode Chan & Vese sebesar 4.2090 dB.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Li, S. Z. (2009). *Markov Random Field Modeling in Image Analysis*. Springer.
- [2] Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung : Penerbit Informatika.
- [3] T. Dietenbeck, M.Alessandrini, D. Friboulet, and O. Bernard, “ Creaseg : A free software for the evaluation of image segmentation algorithms based on level-set” in *IEEE International Conference On Image Processing. Hong Kong, China*, 2010.
- [4] T. Chan and L. Vese, “Active contours without edges,” *IEEE Trans. Image Process.*, vol 10, pp. 266-277, Februari 2001.
- [5] S. Lankton and A. Tannenbaum, : “Localizing region-based active contours,” *IEEE Trans. Image Process.*, vol 17, pp 2029-2039, November 2008.
- [6] Winiarti, Sri. 2010. *Diktat Statistik Informatika*. Yogyakarta. Penerbit Universitas Ahmad Dahlan.
- [7] <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/23445-chan-vese-active-contours-without-edges> (01 Juni 2012)
- [8] <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/19567 - active - contour - segmentation> (13 Juni 2012)