

Noise Removal Pada Citra Digital Dengan Menggunakan Metode Active Contour

Randika Setyansyah¹, Yunita Sari Siregar², Mufida Khairani³

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Harapan Medan^{1,2,3}

Jalan H.M. Joni No. 70 Medan, Indonesia

¹randikaset1234@gmail.com, ²yunie.boreg1990@gmail.com, ³mufida.khairani@gmail.com

ABSTRAK

Gangguan pada citra, terutama citra digital dapat disebabkan oleh *noise* sehingga mengakibatkan penurunan kualitas citra tersebut. Restorasi citra merupakan teknik yang digunakan untuk memperoleh kembali citra asal dari suatu citra yang terdegradasi. Restorasi ditujukan agar informasi yang terdapat pada sebuah citra digital menjadi lebih baik/jelas. Proses restorasi dilakukan karena kualitas citra kabur atau karena derau yang terdapat di dalam citra. Derau merupakan permasalahan utama yang dijumpai dalam pemrosesan citra digital. Proses restorasi citra digital selalu melibatkan algoritma penapisan yang mampu menekan derau yang terdapat pada citra. Metode *active contour* adalah salah satu pendekatan untuk segmentasi, dimana metode ini menggunakan kurva tertutup yang dapat bergerak melebar ataupun menyempit. Proses *active contour* merupakan proses yang mengambil sebagian sinyal frekuensi tertentu dan membuang sinyal pada frekuensi lain. Sebuah inialisasi kurva diletakkan di luar dari objek yang akan disegmentasi, kemudian melalui proses iterasi kurva tersebut akan bergerak mendekati batasan dari objek hingga akhirnya mendapati batasan objek. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah sistem khusus restorasi karakter pada citra digital dengan menggunakan metode *active contour*. Hasil Implementasi menunjukkan bahwa metode *active contour* dapat digunakan untuk merestorasi citra dengan baik, hal ini dapat dari citra hasil restorasi, kondisi citra yang sudah diberi noise dapat mendekati data awal.

Kata Kunci: *active contour*, citra digital, karakter, restorasi

ABSTRACT

Disturbance in the image, especially digital images can be caused by noise, resulting in a decrease in the quality of the image. Image restoration is a technique used to recover the original image from a degraded image. Restoration is intended so that the information contained in a digital image becomes better/clear. The restoration process is carried out because the image quality is blurred or because of the noise contained in the image. Noise is the main problem encountered in digital image processing. The digital image restoration process always involves a filtering algorithm that is able to suppress the noise contained in the image. The active contour method is one approach to segmentation, where this method uses a closed curve that can move wide or narrow. The active contour process is a process that takes some of the signals of a certain frequency and discards signals at other frequencies. An initialization curve is placed outside of the object to be segmented, then through the iteration process the curve will move closer to the boundary of the object until finally finding the object boundary. This study aims to design a special system for character restoration in digital images using the active contour method. The implementation results show that the active contour method can be used to restore the image properly, this can be from the restored image, the condition of the image that has been given noise can approach the initial data.

Keywords: *active contour, digital image, character, restoration*

1. PENDAHULUAN

Gangguan pada citra, terutama citra digital dapat disebabkan oleh *noise* sehingga mengakibatkan penurunan kualitas citra tersebut. Derau atau *noise* merupakan komponen yang yang tidak dikehendaki

kehadirannya pada citra. Ada beberapa penyebab terjadinya *noise* pada citra, seperti kamera yang tidak fokus, pencahayaan yang kurang dan tidak merata, proses *capture* yang tidak sempurna atau *noise* yang sengaja diberikan terhadap citra dengan tujuan menurunkan kualitas citra untuk kepentingan pengujian penghilangan *noise* terhadap metode-metode reduksi *noise*. Kehadiran *noise* sulit untuk dihindari, namun dapat dikurangi dengan melakukan proses restorasi. Restorasi citra adalah proses merekonstruksi atau mendapatkan kembali sebuah citra yang mendekati bentuk aslinya dari sebuah citra yang cacat atau terdegradasi akibat suatu fenomena perusak yang telah diketahui sebelumnya. Restorasi citra yang dimaksudkan pada penelitian ini memiliki pengertian yang berbeda dengan peningkatan kualitas citra (*image enhancement*), meskipun keduanya sama-sama bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra. Restorasi citra memanfaatkan pengetahuan tentang proses terjadinya degradasi untuk memperoleh kembali citra asal, sedangkan *image enhancement* lebih banyak berkaitan dengan penajaman dari fitur tertentu dalam citra [1].

Pada penelitian yang dilakukan oleh [2], dengan judul “Analisis Penerapan Tapis Wiener Pada Segmentasi Pola Fluktuasi Spektral”, menyimpulkan bahwa setelah melakukan pengujian filter *wiener* terhadap citra keabuan yang telah diberi *Gaussian noise*, filter *wiener* dapat merestorasi kualitas citra yang telah tergradasi. Namun citra tergradasi yang telah di filter menggunakan filter *wiener* tersebut tidak dapat kembali seperti citra aslinya. Bahwa filter *wiener* hanya meringankan gangguan *noise* yang ada pada citra, tetapi tidak dapat menghilangkan keseluruhan *noise* untuk memulihkan citra agar kembali seperti citra asli sebelum terkena *noise*.

Sedangkan penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh [3] dengan judul “Analisis Restorasi Citra Kabur Algoritma Wiener Menggunakan Indeks Kualitas Citra” menyatakan bahwa dengan memberikan model keaburan yang berbeda pada citra yang sama, maka tingkat kabur yang terjadi juga akan berbeda. Indeks kualitas citra hasil restorasi untuk citra yang terdegradasi *gaussian blur* lebih tinggi dibandingkan citra hasil restorasi untuk citra yang terdegradasi *motion blur*.

Metode *active contour* adalah metode segmentasi yang menggunakan model kurva tertutup yang dapat bergerak melebar ataupun mengecil. *Active contour* dapat bergerak melebar ataupun mengecil dengan cara meminimalkan energi citra menggunakan energi dari luar, serta dipengaruhi oleh ciri-ciri dari citra. *Active Contour* menggunakan prinsip energi *minimizing* yang mendeteksi fitur tertentu dalam suatu citra. Sistem ini terdiri dari sekumpulan titik yang saling berhubungan dan terkontrol oleh garis lurus. *Active contour* digambarkan sebagai sejumlah titik yang berurutan satu sama lain. Penentuan objek dalam citra melalui *active contour* merupakan proses interaktif, sehingga *contour* akan tertarik kearah fitur didalam citra atau *image* karena pengaruh energi internal.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Citra Digital

Citra menurut kamus Webster berarti representasi, kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Sebagai contoh foto sebuah apel mewakili identitas buah apel tersebut di depan sebuah kamera. Citra dapat berupa hasil fotografi, lukisan, atau gambaran serta corat-coret yang terjadi di kertas, kanvas, dan di layar monitor. Dapat dikatakan juga citra merupakan sebaran variasi gelap-terang, redup-cerah, dan/atau warna-warni di suatu bidang datar. Formalitas pengungkapan dengan angka-angka yang merepresentasikan variasi intensitas kecerahan atau/dan warna pada arah mendatar dan [4]. Citra digital merupakan citra yang telah disimpan dalam bentuk file sehingga dapat diolah dengan menggunakan komputer. Citra digital digunakan dalam berbagai bidang yang dapat membantu manusia dalam bekerja. Dalam penggunaan citra, tidak semua gambar digunakan, kadang-kadang hanya sebagian saja, membutuhkan beberapa perubahan seperti mengubah ukuran citra, mengubah tingkat kecerahan, serta menggabungkan dua citra atau lebih, proses tersebut biasanya disebut pengolahan citra [5].

Menurut [5] menyatakan bahwa citra merupakan suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra dibagi menjadi 2, yaitu:

Citra analog adalah citra yang bersifat kontinu, seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar-X, foto yang tercetak di kertas foto, lukisan, pemandangan, hasil CT scan, gambar-gambar yang terekam pada pita kaset, dan lain-lain sebagainya. Citra analog tidak dapat direpresentasikan dalam komputer sehingga tidak dapat diproses di komputer secara langsung. Oleh sebab itu, agar citra ini dapat diproses di komputer, proses konversi analog ke digital harus dilakukan terlebih dahulu.

Citra analog dihasilkan dari alat-alat analog, video kamera analog, kamera foto analog, *Web Cam*, CT scan, sensor *ultrasound* pada system USG, dan lain-lain .

Citra Digital adalah citra yang dapat diolah oleh komputer dan citra digital yaitu gambar pada bidang dua dimensi. Dalam tinjauan matematis, citra merupakan fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Ketika sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian cahaya tersebut. Pantulan ini ditangkap oleh alat -alat pengindera optik, misalnya mata manusia, kamera, scanner dan sebagainya. Bayangan objek tersebut akan terekam sesuai intensitas pantulan cahaya. Ketika alat optik yang merekam pantulan cahaya itu merupakan mesin digital, misalnya kamera digital, maka citra yang dihasilkan merupakan citra digital. Pada citra digital, kontinuitas intensitas cahaya dikuantisasi sesuai resolusi alat perekam .

2.2 Restorasi Citra

Restorasi citra adalah proses merekonstruksi atau mendapatkan kembali sebuah citra yang mendekati bentuk aslinya dari sebuah citra yang cacat atau terdegradasi akibat suatu fenomena perusak yang telah diketahui sebelumnya. Restorasi citra yang dimaksudkan pada penelitian ini memiliki pengertian yang berbeda dengan peningkatan kualitas citra (*image enhancement*), meskipun keduanya sama-sama bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra. Restorasi citra memanfaatkan pengetahuan tentang proses terjadinya degradasi untuk memperoleh kembali citra asal, sedangkan *image enhancement* lebih banyak berkaitan dengan penajaman dari fitur tertentu dalam citra [1]. Tujuan utama restorasi citra adalah untuk meningkatkan kualitas gambar. Ini menunjukkan adanya kesamaan makna dengan *image enhancement*. Di sini dapat dibedakan bahwa *image enhancement* merupakan proses yang subjektif, sedangkan *image restoration* ialah proses yang objektif. Menurut [5], *image enhancement* lebih memperhatikan perbaikan kualitas citra yang mengalami penurunan kualitas selama pembentukan citra atau memberi efek berlebih pada citra yang sudah ada. Sedangkan, *image restoration* menitik beratkan pada perbaikan citra yang mengalami kerusakan, baik selama 12 proses digitalisasi maupun cacat akibat usia, jamur, goresan, pelabelan teks pada citra baik disengaja maupun tidak disengaja

2.3 Metode Active Contour

Active contour merupakan metode segmentasi menggunakan model kurva tertutup yang dapat bergerak melebar ataupun menyempit. *Active contour* mula-mula diperkenalkan oleh Kass, et al dan diberi nama *snakes*. *Active contour* dapat bergerak melebar ataupun menyempit dengan cara meminimumkan energi citra menggunakan tenaga eksternal, serta dipengaruhi juga oleh ciri citra tersebut seperti garis ataupun tepi (*edge*) [6]. Energi yang mempengaruhi *active contour* diformulasikan seperti pada persamaan:

$$E = \frac{1}{2} |E_{int}(\vec{Y}(s)) ds + \frac{1}{2} |E_{ext} \vec{Y}(s)) ds \quad (1)$$

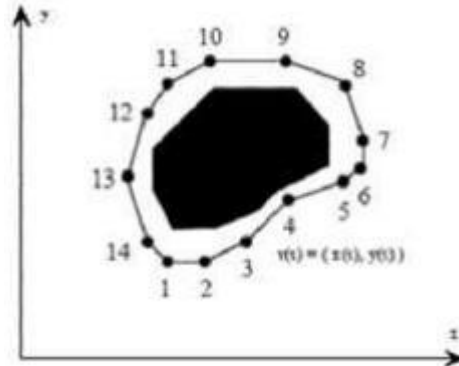
Di mana E_{int} adalah energi internal yang dipengaruhi oleh lekuk obyek, sedangkan E_{ext} adalah energi eksternal yang akan menarik *contour* baik melebar ataupun menyempit menuju ke obyek yang dikehendaki. $\gamma(s)$ adalah sebuah kurva dalam ruang dua dimensi yaitu $2 \gamma(s) : [0,1] \rightarrow \mathfrak{R}$. Energi internal dituliskan sebagai formula:

$$E_{int} = \{ \alpha(s) |\vec{Y}_s(s)|^2 + \beta(s) |\vec{Y}_{ss}(s)|^2 \} / 2 \quad (2)$$

Nilai $\alpha(s)$ serta $\beta(s)$ menentukan pergerakan kurva di mana suku pertama menyebabkan kurva bergerak seperti membran dan suku kedua menyebabkan kurva bergerak seperti plat yang tipis. Sedangkan energi eksternal diformulasikan:

$$E_{ext} = | \nabla G(\vec{Y}(s)) |^2 \quad (3)$$

Di mana G adalah citra yang hendak disegmentasi. Sistem ini terdiri dari sekumpulan titik yang saling berhubungan dan terkontrol oleh garis lurus, seperti tampak pada gambar 1. *Active contour* digambarkan sebagai sejumlah titik terkendali yang berurutan satu sama lain. Penentuan obyek dalam citra melalui *active contour* merupakan proses interaktif. Pengguna harus memperkirakan *initial* kontur, seperti tampak pada gambar 1, kontur yang ditentukan hampir mendekati bentuk fitur objek, kontur akan tertarik kearah fitur di dalam citra karena pengaruh energi internal yang menghasilkan citra.



Gambar 1. *Active Contour* Sebagai Sekumpulan Titik Koordinat Terkontrol

3. PERANCANGAN SISTEM

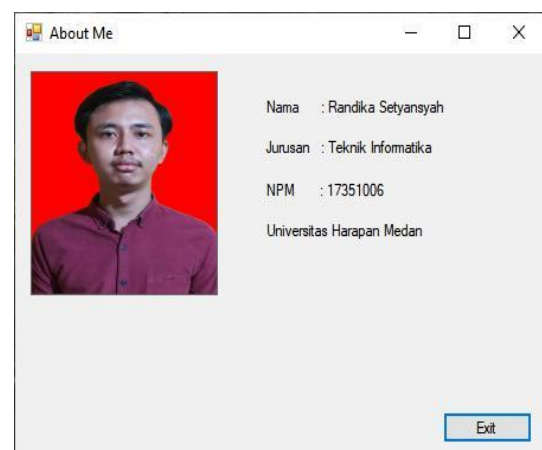
Pada aplikasi restorasi karakter pada citra digital ini diperlukan berupa citra karakter angka dan huruf yang berwarna hitam, putih dan di tahap ini ialah bagaimana sistem untuk dijalankan berdasarkan desain yang telah dibuat dan dirancang pada tahap sebelumnya kemudian dimasukkan ke bahasa pemrograman yang digunakan. Implementasi ini menggunakan platform *Visual Studio 2010*.

3.1 Antarmuka Sistem

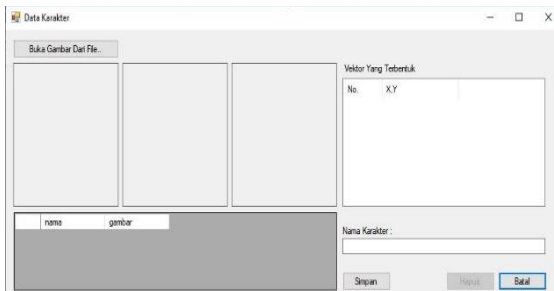
Pada sistem menggunakan algoritma *Active Contour* yang telah dibuat, terdapat beberapa form yaitu: *form* menu utama, *form* data karakter, *form* restorasi. *Form* pada gambar 2 merupakan yang pertama muncul ketika membuka sistem. Pada *form* ini akan diminta *user* untuk memilih antara data peneliti, proses data karakter, restorasi, dan keluar. Gambar 2 merupakan halaman yang akan menampilkan *form* menu utama. Gambar 3 akan menampilkan halaman *about me* yang berisi informasi biodata penulis, setelah menekan tombol data akan menampilkan 2 halaman yaitu gambar 4 yang merupakan *form* data karakter dan gambar 5 merupakan *form* restorasi karakter yang menampilkan halaman dikhususkan untuk proses restorasi karakter.



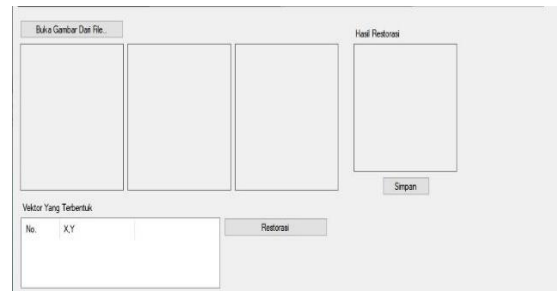
Gambar 2. *Form* Menu Utama



Gambar 3. *About Me*



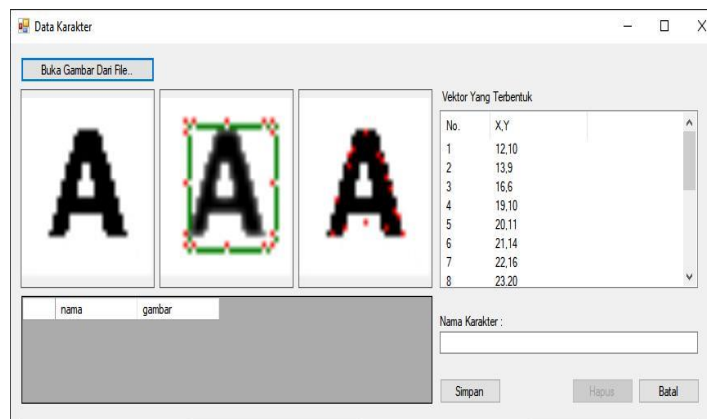
Gambar 4. Form Data Karakter



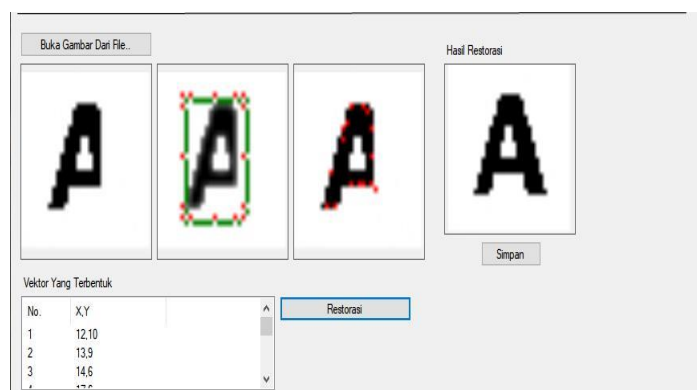
Gambar 5. Form Restorasi Karakter

3.2 Hasil Pengujian Sistem

Restorasi karakter pada citra digital dalam aplikasi ini menggunakan metode *Active Contour*, pada gambar 6 akan menampilkan citra karakter huruf “A” diberi noise berwarna putih yang sudah diinput ke dalam sistem. Pada gambar 7 akan menampilkan hasil restorasi karakter huruf “A”.



Gambar 6. Form Data Karakter “A”



Gambar 7. Form Hasil Restorasi Karakter “A”

4. IMPLEMENTASI SISTEM

Analisis sistem merupakan suatu tahapan untuk mengidentifikasi masalah dan segala kebutuhan yang akan diterapkan dalam sistem. Hal ini dilakukan agar dapat membantu dalam proses perancangan sistem sehingga tidak terjadi kesalahan dan sistem yang dibangun optimal sesuai dengan masalah yang akan diselesaikan. Analisis proses digunakan untuk menjelaskan proses kerja dari metode/algorithm untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Proses-proses yang dilakukan untuk menghasilkan membuat sebuah sistem khusus untuk restorasi karakter pada citra digital. Perhitungan secara matematis dilakukan sebagai penggambaran proses yang akan terjadi pada metode ini yang didalamnya terdapat algoritma *active contour*.

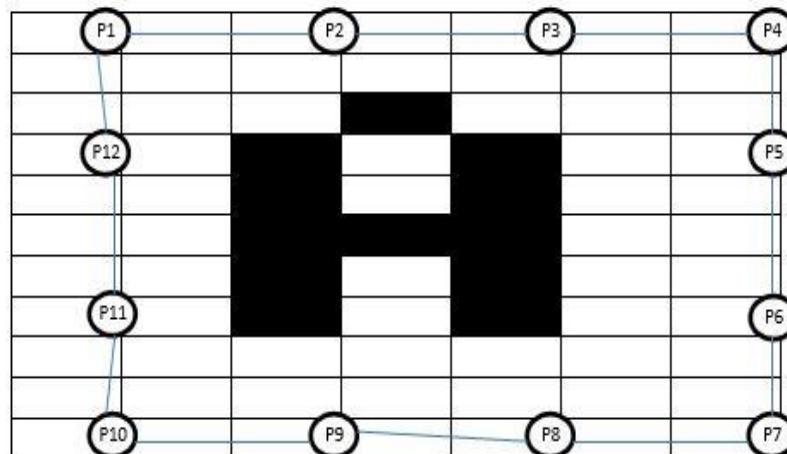
4.1 Analisis Algoritma Sistem

Active contour dimulai dengan menginisialisasi titik kontur sebanyak n yang diposisikan secara acak yang mengelilingi karakter yang akan di segmentasi, sebagai contoh titik-titik yang dibangkitkan secara acak pada tabel 1.

TABEL 1. POSISI PIKSEL

Titik Kontur	Posisi (x,y)
P1	0,0
P2	2,0
P3	4,0
P4	6,0
P5	6,3
P6	6,7
P7	6,10
P8	4,10
P9	2,10
P10	0,10
P11	0,7
P12	0,3

Karakter A pada gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 8. Titik Kontur Awal Karakter “A”

Pada gambar 8 bahwasannya titik-titik kontur awal sudah dibangkitkan secara acak dengan mengelilingi karakter “A”.

Tahap selanjutnya dari *active contour* adalah merubah posisi titik-titik *contour* sehingga titik-titik tersebut tepat berada di pinggir dari area karakter sehingga terbentuklah segmentasi dari karakter yang di-inginkan. Perpindahan titik kontur dilakukan berdasarkan energi yang diperoleh dari energi internal dan energi eksternal.

$$E = E_{int} + E_{ext}$$

Dimana E_{int} adalah energi internal yang diperoleh dari energi elastisitas antara titik yang dihitung dengan titik tetangganya dan energi kurvatur. Sedangkan E_{ext} adalah energi eksternal yang diperoleh dari pengaruh gambar yang akan disegmentasi. Berikut penjabaran energi internal yang digunakan:

$$E_{int} = \alpha(s) \left| \frac{dv(s)}{ds} \right|^2 + \beta(s) \left| \frac{d^2v(s)}{ds^2} \right|^2$$

Atau dapat disederhanakan menjadi:

$$\alpha(s) \left| \frac{dv(s)}{ds} \right|^2 = \alpha_i |P_i - P_{i-1}|^2 = \alpha_i (|Px_i - Px_{i-1}|^2 + |Py_i - Py_{i-1}|^2)$$

Dan

$$\begin{aligned} \beta(s) \left| \frac{d^2v(s)}{ds^2} \right|^2 &= \beta_i |P_{i-1} - P_i + P_{i+1}|^2 \\ &= \beta_i (|Px_{i-1} - Px_i + Px_{i+1}|^2 + |Py_{i-1} - Py_i + Py_{i+1}|^2) \end{aligned}$$

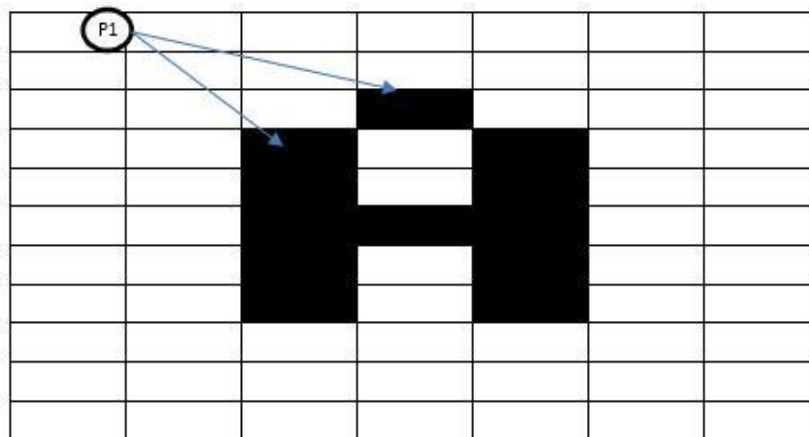
Jika diasumsikan α_i untuk semua i adalah 0.1 dan konstan untuk semua i , begitu juga dengan β_i , maka Energi internal untuk P1 dapat dihitung sebagai berikut:

$$\alpha (|P1_x - P12_x|^2 + |P1_y - P12_y|^2) = 0,1 * (|0 - 0|^2 + |0 - 3|^2) = 0,9$$

$$\beta (|P12_x - P1_x + P2_x|^2 + |P12_y - P1_y + P2_y|^2) = 0,1 * (|0 - 0 + 2|^2 + |0 - 2 - 0|^2) = 0,8$$

$$E(P1)_{int} = 0,9 + 0,8 = 1,7$$

Setelah diperoleh energi internal dari P1 yaitu sebesar 9, maka selanjutnya adalah menghitung energi external dari P1 yaitu jarak antara P1 dengan titik dari piksel karakter yang terdekat. Pertama sekali adalah mencari titik piksel dari karakter yang terdekat dengan P1 dengan menggunakan *Euclidean distance*. Untuk menyederhanakan pencarian, terdapat dua piksel karakter yang dapat dihitung untuk memperoleh piksel karakter terdekat yang dapat dilihat pada gambar 9:



Gambar 9. Titik Kontur P1 Karakter “A”

Diperoleh dua titik yang dapat menjadi titik piksel dari karakter yang terdekat dengan P1, selanjutnya kita dapat menghitung jarak antara P1 dengan kedua titik piksel karakter tersebut.

$$D(P1, (3,2)) = \sqrt{(0 - 3)^2 + (0 - 2)^2} = \sqrt{12} = 3,46$$

$$D(P1, (2,3)) = \sqrt{(0 - 2)^2 + (0 - 3)^2} = \sqrt{12} = 3,46$$

Dikarenakan jarak kedua titik dengan P1 sama, maka akan dipilih salah satu dan jarak yang diperoleh akan digunakan sebagai energi *external* E_{ext} .

$$E_{ext} = \min(D(P1, X) | X \in \text{Piksel Karakter}) = 3,46$$

Sampai tahap ini, diperoleh nilai energi awal dari P1 adalah :

$$E(P1) = E(P1)_{int} + E(P1)_{ext} = 1,7 + 3,46 = 5,16$$

Perhitungan diatas kita peroleh adalah energi awal dari P1, yaitu sebelum P1 mengalami perubahan posisi. Konsep dari *active contour* adalah mencari posisi baru yang memiliki energi minimal. Dikarenakan setiap titik kontur hanya boleh bergeser satu posisi baik secara X maupun secara Y pada satu iterasi maka akan dicari posisi yang memiliki energi minimal. Tahap berikutnya adalah membandingkan titik kontur pada karakter yang tidak sempurna dengan karakter "A" yang sempurna yang disimpan di dalam database yang terlihat pada tabel 2.

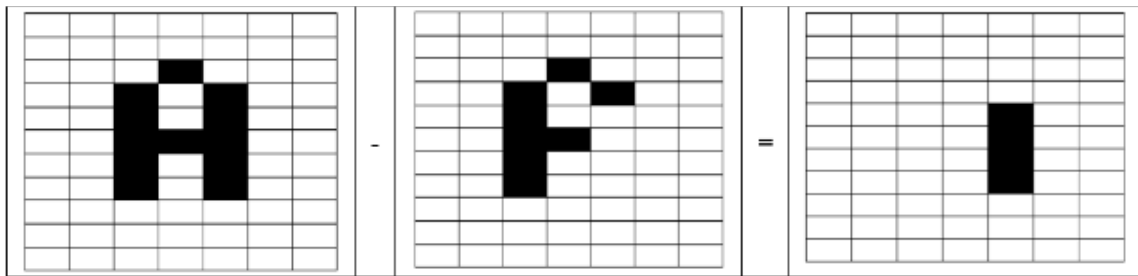
TABEL 2. HASIL TITIK KONTUR

Titik Kontur	Karakter "A"	Karakter Input	Keterangan
	Posisi (x,y)	Posisi (x,y)	
P1	2,2	2,2	Match
P2	3,1	3,1	Match
P3	4,2	4,2	Match
P4	5,2	5,2	Match
P5	5,3	5,3	Match
P6	5,7	4,5	No
P7	5,8	4,6	No
P8	4,8	3,6	No
P9	2,8	2,8	Match
P10	1,8	1,8	Match
P11	1,7	1,7	Match
P12	1,3	1,3	Match

Persentase yang mengidentifikasi karakter "A" dari karakter diatas adalah:

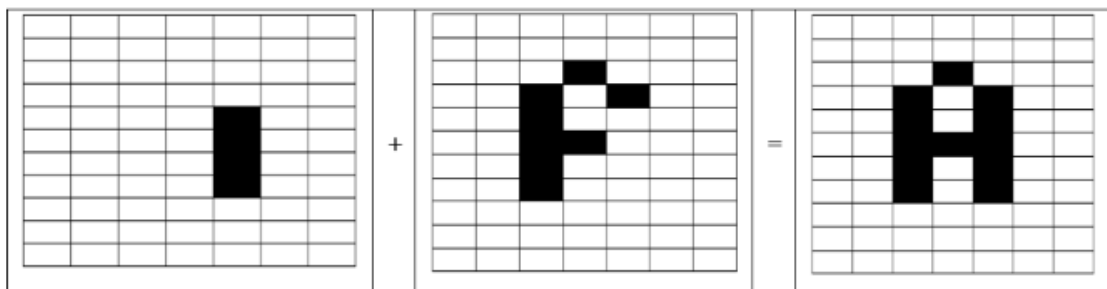
$$\text{Kemiripan} = \frac{9}{12} \times 100\% = 75\%$$

Dikarenakan kemiripan 75% yang cukup tinggi, maka karakter input diatas dapat di-identifikasi sebagai karakter "A", setelah jenis karakter diperoleh, maka selanjutnya restorasi dilakukan dengan menambal kekurangan piksel dari karakter input dengan karakter "A". Proses rekonstruksi dilanjutkan dengan mencari.



Gambar 10. Mencari Selisih Kekurangan Piksel

Setelah perbedaan atau selisih piksel diperoleh, piksel-piksel perbedaan tersebut kemudian ditambahkan kedalam gambar karakter input sehingga diperoleh kembali karakter yang sempurna seperti yang terlihat pada gambar 11:



Gambar 11. Hasil Restorasi dari Karakter "A"

5. KESIMPULAN

Dalam perancangan, pembuatan, dan pengujian aplikasi Restorasi Karakter Dengan Memanfaatkan Algoritma *Active Contour* terdapat beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Akurasi *Active Contour* pada identifikasi karakter cukup baik dengan catatan setiap kondisi karakter harus direkam kedalam database.
2. Sistem secara otomatis melakukan pencarian titik vektor berdasarkan karakter yang diinputkan sehingga mengembalikan kondisi karakter mendekati data awal.
3. Data hasil dari restorasi lebih kecil dari pada data awal yang diinput ke dalam sistem.
4. Berdasarkan hasil perancangan dan uji implementasi yang dilakukan oleh penulis, dapat disimpulkan bahwa sistem dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 2010* sebagai salah satu pemograman berorientasi objek mampu menerima dan mengimplementasikan algoritma *chain code* dengan baik untuk pengenalan karakter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Munir, "Restorasi citra kabur dengan algoritma," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, vol. 2006, no. Snati, 2006.
- [2] M. Melinda, E. Elizar, Y. Yunidar, and M. Irhamsyah, "Analysis of the Wiener filters application to the spectral fluctuation patterns segmentation," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 22–30, 2021, doi: 10.14710/jtsiskom.2020.13868.
- [3] N. Afiyat, "Analisis Restorasi Citra Kabur Algoritma Wiener Menggunakan Indeks Kualitas Citra," *NJCA (Nusantara J. Comput. Its Appl.)*, vol. 2, no. 1, 2017, doi: 10.36564/njca.v2i1.27.
- [4] S. R. Sulistiyanti, *Pengolahan Citra*, 1st ed. Yogyakarta: Teknosain, 2016.
- [5] Sutoyo, *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi, 2009.
- [6] F. Basyid, K. Adi, F. Sains, and U. Diponegoro, "Segmentasi Citra Medis Untuk Pengenalan Objek Kanker Menggunakan Metode Active Contour," *Youngster Phys. J.*, vol. 3, no. 3, pp. 209–216, 2014.