

Mendeteksi Tepi Citra Penyakit Hemokromatosis Dengan Menggunakan Metode Log (Laplacian Of Gaussian)

Resdiana Hutagalung

Universitas Budidarma, Jl. Sisingamangaraja XII No.338, Siti Rejo I, Medan Kota, Indonesia

Abstrak-Hemokromatosis adalah penyakit yang bersifat genetik atau turunan. Kelainan metabolisme besi yang ditandai dengan adanya pengendapan besi secara berlebihan di dalam jaringan. Kondisi turunan yang menyebabkan tubuh menyerap terlalu banyak zat besi dari makanan yang dimakan. Zat besi yang berlebihan tersimpan di organ-organ seperti hati, jantung dan pancreas. Zat besi yang berlebihan dapat menyebabkan racun bagi organ-organ ini, dan mengancam hidup karena dapat menyebabkan penyakit seperti kanker, aritmia jantung, dan sirosis. Metode LOG (Laplacian of Gaussian) adalah operator deteksi tepi orde kedua atau memiliki filter turunan yang fungsinya dapat mendeteksi area yang memiliki perubahan cepat (rapit change) seperti tepi (edge) pada citra. Namun laplacian ini sangat sensitive atau rendah terhadap kehadiran derau. Untuk itu, citra yang akan dihaluskan terlebih dahulu dengan menggunakan Gaussian. Dengan demikian dikenal adanya fungsi turunan baru yakni LoG atau Laplacian of Gaussian. Banyak metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan deteksi tepi, diantaranya Operator Prewitt, Operator Sobel, Operator Canny, Namun diantara semua metode tersebut, metode Laplacian of Gaussian merupakan metode yang paling sering digunakan dalam mendeteksi tepi. Untuk itu, dengan adanya Metode LoG (Laplacian of Gaussian) diharapkan dapat membantu untuk mendeteksi penyakit Hemokromatosis. Dapat membantu seberapa parahnya penyakit tersebut sudah berkembang, dan gejala apa nantinya yang dapat ditimbulkan, sehingga dapat membantu dalam proses penyembuhan.

Kata kunci: Hemokromatosis, Laplacian of Gaussian.

Abstract-Hemochromatosis is a genetic or hereditary disease. Abnormalities of iron metabolism characterized by excessive deposition of iron in the tissues. Derivative conditions that cause the body to absorb too much iron from the food eaten. Excess iron is stored in organs such as the liver, heart and pancreas. Excess iron can cause toxicity to these organs, and is life threatening because it can cause diseases such as cancer, cardiac arrhythmias, and cirrhosis. LOG method (Laplacian of Gaussian) is a second-order edge detection operator or has a derivative filter whose function can detect areas that have rapid changes (rapit change) such as edges (edges) in the image. But this laplacian is very sensitive or low to the presence of noise. For that, the image will be smoothed first by using Gaussian. Thus a new derivative function is known, namely LoG or Laplacian of Gaussian. Many methods are used in solving edge detection problems, including Prewitt Operators, Sobel Operators, Canny Operators, but among all these methods, the Laplacian of Gaussian method is the method most often used in detecting edges. For this reason, it is hoped that the LoG (Laplacian of Gaussian) method can help to detect hemochromatosis. Can help how severe the disease has developed, and what symptoms can later be caused, so that it can help in the healing process.

Keywords: Hemochromatosis, Laplacian of Gaussian.

PENDAHULUAN

Hemokromatosis adalah penyakit yang bersifat genetik atau turunan. Kelainan metabolisme besi yang ditandai dengan adanya pengendapan besi secara berlebihan didalam jaringan. Kondisi turunan yang menyebabkan tubuh menyerap terlalu banyak zat besi dari makanan yang dimakan. Zat besi yang berlebihan tersimpan di organ-organ seperti hati, jantung dan pancreas. Zat besi yang berlebihan dapat menyebabkan penyakit seperti kanker, aritmia jantung, dan sirosis. Mendeteksi tepi pada citra hemokromatosis merupakan hal yang penting. Dalam proses penanganan hemokromatosis, terlebih dahulu harus dilakukan identifikasi garis-garis tepi yang mendasari hemokromatosis. Garis-garis tepi yang telah teridentifikasi tersebut dapat menggambarkan bentuk geometris dari hemokromatosis, sehingga dapat dilakukan penanganan lebih lanjut kepada penderita penyakit hemokromatosis. Ada beberapa metode yang termasuk dalam proses deteksi tepi diantaranya, metode Robert, metode Prewitt, metode Sobel, dan metode Canny. Teknik yang dapat digunakan untuk mendeteksi tepi adalah teknik deteksi tepi dengan keturunan pertama dan teknik deteksi tepi dengan keturunan ke dua (Laplace).

Citra (gambar) adalah suatu representasi, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek . Citra mengandung informasi tentang objek yang dipresentasikan. Sehingga citra mampu memberikan informasi yang lebih banyak dibanding data teks. Untuk mempresentasikan objek lebih akurat dilakukan pengolahan citra. Pengolahan citra merupakan proses memanipulasi dan menganalisis citra menggunakan bantuan komputer yang bertujuan untuk memperbaiki, mengekstrak informasi dan menambah kualitas citra. Secara umum operasi pengolahan citra dapat diklarifikasikan sebagai perbaikan kualitas citra, restorasi citra, pemampatan citra, segmentasi citra, dan rekonstruksi citra. Salah satu pengolahan citra yang lebih spesifik adalah deteksi tepi.

Tepi (edge) adalah perubahan nilai insensitas abu yang mendadak (besar) dalam jarak yang singkat. Tapi biasanya terdapat pada batas antara dua daerah yang berbeda pada citra karena tepi mencirikan batas-batas objek di tepi dalam citra. Pendeteksian merupakan langkah pertama untuk



melingkupi informasi didalam citra. Informasi yang diperoleh dapat berupa bentuk maupun ukuran objek. Tujuan pendeteksian tepi adalah untuk meningkatkan penampakan garis batas suatu daerah atau objek didalam citra.

Masalah yang terjadi deteksi tepi berperan penting dalam seleksi objek pada pengolahan citra yang kemudian akan diinterpretasi. Dalam radioterapi, deteksi tepi citra menjadi bagian penting karena proses ini merupakan langkah awal pemisahan objek dalam citra yang memiliki perbedaan karakteristik dan ciri khas tersendiri. Batas antara satu objek dengan objek yang lain dalam citra yang berbeda karakteristik yang telah jelas, maka selanjutnya citra medis dapat dilakukan analisa citra lebih lanjut dan juga diagnosa kondisi penyakit hemokromatosis yang terlihat dengan menginterpretasikan citra medis. Deteksi tepi ini juga dilakukan pada citra medis untuk mendapatkan bentuk dasar organ yang diinginkan atau bahkan ukuran yang jelas antara satu organ dengan organ yang lain dengan hasil pencitraan medis

Solusi dari masalah yang terjadi, maka deteksi dengan menggunakan keturunan kedua (Laplace) dapat menghasilkan tepian yang lebih baik karena menghasilkan tepian yang lebih tipis. Operator ini akan menangkap tepian dari semua arah dan menghasilkan tepian yang lebih tajam. Operator keturunan kedua (Laplace) mendeteksi lokasi tepi lebih akurat khususnya pada tepi yang curam. Dalam proses pengolahan citra pada proses radioterapi sangatlah penting guna diagnosis kondisi penyakit hemokromatosis tanpa harus melakukan pembedahan dan juga langkah perencanaan pengobatan (treatment) selanjutnya.

Pada tepi yang curam, turunan keduanya mempunyai persilangan nol (zero-crossing), yaitu titik dimana terdapat pergantian tanda nilai keturunan kedua. Operator turunan kedua (Laplace) sangat sensitif terhadap derau (noise) sehingga pendeteksian tepi kurang akurat. Untuk mengatasi hal tersebut, deteksi tepi menggunakan turunan kedua (Laplace) dikombinasikan dengan fungsi Gauss. Fungsi Gauss bertujuan untuk melemahkan derau (noise) yang ada pada citra. Teknik deteksi tersebut dikenal dengan Metode Laplace Gauss. Metode LoG (Laplacian of Gaussian) adalah operator deteksi tepi orde kedua yang boleh dikata sukses untuk mengurangi tingkat sensitive terhadap derau. Hal ini disebabkan penggunaan fungsi Gaussian yang memuluskan citra dan berdampak pada pengurangan derau pada citra. Akibatnya, operator mereduksi jumlah tepi yang salah terdeteksi.

Dari penelitian Nurhasanah, yang berjudul "Pendeteksian Tepi Citra CT Scan dengan menggunakan Laplacian of Gaussian (LOG). Pada tepi yang curam, turunan keduanya mempunyai persilangan nol (zero-crossing), yaitu titik dimana terdapat pergantian tanda nilai keturunan kedua. Operator turunan kedua (Laplace) sangat sensitif terhadap derau (noise) sehingga pendeteksian tepi kurang akurat. Untuk mengatasi hal tersebut, deteksi tepi menggunakan turunan kedua (Laplace) dikombinasikan dengan fungsi Gauss. Fungsi Gauss bertujuan untuk melemahkan derau (noise) yang ada pada citra. Teknik deteksi tersebut dikenal dengan Metode Laplace Gauss [1].

Dari penelitian Annikmah Ritonga, mengatakan bahwa metode LoG (Laplacian of Gaussian) merupakan sebuah metode pendeteksian tepi yang menggunakan turunan keduanya untuk melakukan proses edge detection dan menghasilkan sebuah tampilan image yang berbeda dengan menampilkan efek relief. Operator ini sangat berbeda dari operator lainnya karena operator Laplacian of Gaussian berbentuk omny directional (tidak horizontal dan tidak vertikal). Operator ini akan menangkap tepian dari semua arah dan menghasilkan tepian yang lebih tajam. Operator ini mengambil arah diagonal untuk penentuan arah dalam penghitungan nilai gradient [2].

Dari penelitian terdahulu, Kustanto, yang berjudul "Computing Grayscale Of Face Detection menggunakan Metode Sobel dan Laplacian Of Gaussian, mengatakan bahwa metode LoG (Laplacian of Gaussian) merupakan metode yang menggunakan operator Laplacian Operator Laplacian adalah operator yang berbasis gradien yang menggunakan dua buah kernel yang berukuran 3x3 pixel. Operator ini mengambil arah diagonal untuk penentuan arah dalam penghitungan nilai gradient[3]. Oleh karena itu, penulis mencoba menerapkan metode Laplacian of Gaussian pada pendeteksian tepi citra penyakit hemokromatosis sebagai alternatif dalam penyelesaian masalah deteksi tepi citra penyakit hemokromatosis.

LANDASAN TEORI

2.1. Deteksi Tepi

Deteksi tepi dapat dibagi menjadi dua golongan. Golongan pertama disebut deteksi tepi orde pertama, yang bekerja dengan menggunakan turunan atau diferensial orde pertama. Termasuk kelompok



ini adalah operator Roberts, Prewitt, dan Sobel. Golongan kedua dinamakan deteksi tepi orde kedua, yang menggunakan turunan orde kedua. Contoh yang termasuk kelompok ini adalah Laplacian of Gaussian (LoG). Berbagai teknik deteksi tepi bekerja dengan cara yang berbeda. Masing-masing memiliki kekuatan. Itulah sebabnya, eksperimen pada suatu aplikasi dengan menggunakan berbagai teknik deteksi tepi perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang terbaik[4]

2.2. Citra

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 optik berupa foto, analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetik. Citra bergerak (moving images) adalah rangkaian citra diam yang ditampilkan secara beruntun (sekuensial) sehingga memberi kesan pada mata kita sebagai gambar yang bergerak. Setiap citra di dalam rangkaian itu disebut frame. Gambar-gambar yang tampak pada film layar lebar atau televisi pada hakikatnya terdiri atas ratusan sampai ribuan frame.

2.3. Hemokromatosis

Hemokromatosis adalah kelainan genetik yang diturunkan yaitu kecenderungan untuk menyerap jumlah besi yang berlebihan dari makanan di mana unsur-unsur beracun tersebut akan terakumulasi dalam hati sehingga menyebabkan kerusakan hati termasuk kanker hati. Kanker hati akan berkembang sampai dengan 30% dari pasien-pasien dengan hemokromatis keturunan. Pasien yang mempunyai risiko yang paling besar adalah hemokromatosis yang disertai dengan sirosis hati. Pengangkatan efektif kelebihan besi (perawatan hemokromatosis) tidak akan mengurangi risiko menderita kanker hati jika sudah disertai sirosis hati.

2.4. Metode Laplacian of Gaussian

Laplacian of Gaussian adalah salah satu operator deteksi tepi yang dikembangkan dari turunan kedua. Laplacian of Gaussian terbentuk dari proses Gaussian yang diikuti operasi laplace. Fungsi Gaussian akan mengurangi derau sedangkan Laplacian mask meminimalisasi kemungkinan kesalahan deteksi tepi. Operator Laplace mendeteksi lokasi tepi lebih akurat khususnya pada tepi yang curam. Pada tepi yang curam, turunan keduanya mempunyai zerocrossing, yaitu titik dimana terdapat pergantian tanda nilai turunan kedua sedangkan pada tepi yang landai tidak terdapat zero-crossing. Tepi dari suatu objek pada image dimodelkan dengan menentukan spesifikasi dari unsure posisi, orientasi dan nilai intensitas yang konstan. Operator ini bekerja dengan mencari nilai nol pada turunan kedua dari citra, karena ketika turunan pertama terdapat pada nilai maksimum maka turunan kedua akan menghasilkan nilai nol [1].

Laplacian of Gaussian (LoG) adalah operator deteksi tepi orde kedua yang boleh dikatakan sukses untuk mengurangi tingkat sensitive terhadap derau karena fungsi Gaussian yang memuluskan citra dan berdampak pada pengurangan derau pada citra. Operator turunan kedua disebut juga operator Laplace. Metode Laplacian of Gaussian dapat mendeteksi tepi lebih akurat khususnya pada tepi yang curam karena dapat mengurangi kemunculan tepi palsu, karena citra disaring terlebih dahulu dengan fungsi Gaussian[6].

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Masalah

Analisa berguna untuk meminimalisir terjadinya kesalahan pada saat akan mendeteksi tepi citra. Analisa merupakan upaya untuk melakukan pemahaman tertentu terhadap sesuatu masalah yang dilakukan dalam pengkajian. Dalam mendeteksi suatu tepi citra mutlak dilakukan penelitian dan penganalisaan tentang tepi citra yang akan dideteksi, berikut beberapa analisa yang dilakukan untuk mendeteksi tepi menggunakan metode Laplacian of Gaussian. Dalam proses pendeteksian tepi pada citra, langkah pertama yang kita lakukan adalah melakukan input citra, pada sub bab ini penulis menggunakan gambar berukuran 307x307



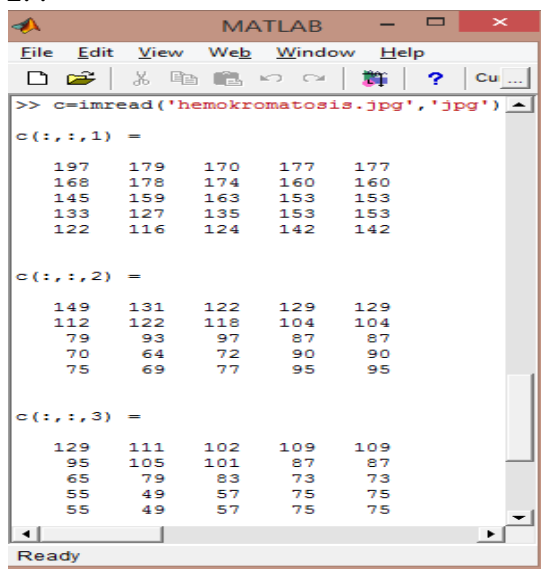
piksel. Gambar yang diinput berupa jpeg. Setelah citra kita inputkan maka sistem akan melakukan proses pengambilan nilai pixel masing-masing dari Red, Green, dan Blue (RGB). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa citra untuk pengujian dimana citra yang digunakan merupakan citra grayscale dengan image size 5x5 pixel, selanjutnya citra tersebut akan mengalami proses untuk mendapatkantepeidan menghasilkan citra baru dengan ukuran 5x5 pixel yang merupakan citra hasil (Citra Output). Adapun flow process diagram pengolahan data citra yang akan digunakan.



Gambar 1. Citra Input Ukuran 5x5

3.2.Penerapan Metode Vikor

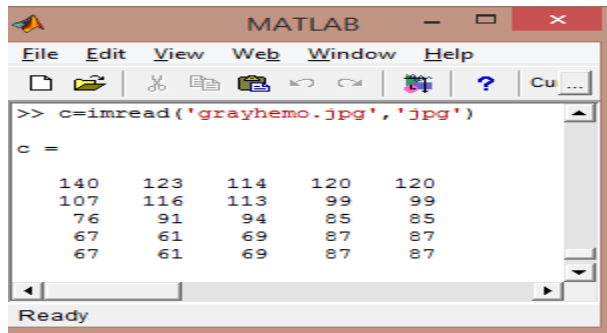
RGB adalah suatu model warna yang terdiri atas 3 jenis warna: Merah (*Red*), Hijau (*Green*) dan Biru (*Blue*). Kegunaan utama model warna adalah untuk menampilkan citra dalam perangkat elektronik seperti televisi, komputer, handphone dsb. Model warna ini adalah model warna yang sering dipakai. Berikut adalah nilai RGB dari gambar 2. :



```
MATLAB
File Edit View Web Window Help
>> c=imread('hemokromatosis.jpg','jpg')
c(:,:,1) =
    197    179    170    177    177
    168    178    174    160    160
    145    159    163    153    153
    133    127    135    153    153
    122    116    124    142    142
c(:,:,2) =
    149    131    122    129    129
    112    122    118    104    104
     79     93     97     87     87
     70     64     72     90     90
     75     69     77     95     95
c(:,:,3) =
    129    111    102    109    109
     95    105    101     87     87
     65     79     83     73     73
     55     49     57     75     75
     55     49     57     75     75
Ready
```

Gambar 2. Nilai RGB ukuran 5x5

Dari gambar 2. telah diketahui nilai RGB nya. Sebagian dari nilai RGB akan di proses dan di konversi ke citra *grayscale* dengan menggunakan metode Laplacian of Gaussian untuk merestorasi citra pada gambar 2. Merubah citra RGB ke *Grayscale* adalah salah satu contoh pengolahan citra menggunakan operasi titik. Untuk mengubah citra RGB menjadi citra *Grayscale* adalah dengan menghitung rata-rata nilai intensitas RGB dari setiap *pixel*nya. Setelah proses input gambar dan pembacaan matriks citra yang menghasilkan nilai *pixel* 0-255 pada dimensi 3 layer yaitu *Red*, *Green* dan *Blue* (RGB), selanjutnya untuk mempermudah dalam merestorasi citra yang terdegradasi dilakukan konversi citra RGB ke *grayscale*. Dari gambar 2. dapat dilihat nilai-nilai *pixel* RGB-nya. Dari hasil RGB tersebut akan di konversi ke citra *grayscale*. Fungsi negasi dilakukan seperti berikut. Nilai-nilai *Red*, *Green*, *Blue* akan dijumlahkan, dan hasil penjumlahan RGB tersebut akan dibagi 3, seperti berikut ini :



Gambar 3. Hasil Citra RGB ke Grayscale 5 x 5

Setelah Citra RGB dirubah maka baru dilakukan proses analisa operator Laplacian of Gaussian dimana akan menggunakan akar dari penjumlahan kuadrat hasil penelusuran secara Horizontal (Gx) dengan hasil penelusuran secara Vertikal (Gy) untuk mencari setiap pixel pada Citra pendeteksian tepi citra dengan menggunakan matriks Operator Laplacian of Gaussian 3 x 3 dapat dilihat pada tabel 1. di bawah ini :

Tabel 1. Matiks Operator Laplacian of Gaussian 3 x 3

| | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|---|----|---|
| Gx | 0 | -1 | 0 | Gy | 0 | 1 | 0 |
| | -1 | 4 | -1 | | 1 | -4 | 1 |
| | 0 | -1 | 0 | | 0 | 1 | 0 |

Dengan menggunakan perhitungan perkalian matriks 5x5 dan melakukan konvolusi yang bernilai 1 (titik pusat maks). Adapun persyaratan konvolusi terhadap nilai-nilai piksel diantaranya:

1. Jika hasil konvolusi nilai piksel negatif maka nilai dijadikan nol.
2. Jika hasil konvolusi nilai piksel > nilai keabuan maksimum maka nilai dijadikan nilai keabuan maksimum.
3. Mengkolusi piksel pinggir border diabaikan sehingga nilai piksel pinggir = nilai pada citra semula.

Adapun tahap-tahapan untuk mengkonvolusi operator *laplacian of gaussian* pada citra yaitu:

1. Konvolusi pertama dilakukan terhadap piksel bernilai 116 (titik pusat maks).

| | | |
|----|----|----|
| 0 | -1 | 0 |
| -1 | 4 | -1 |
| 0 | -1 | 0 |

Matrix Gx

| | | |
|---|----|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | -4 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

Matrix Gy

| | | | | |
|------------|------------|------------|-----|-----|
| 140 | 123 | 114 | 120 | 120 |
| 107 | 116 | 113 | 99 | 99 |
| 76 | 91 | 94 | 85 | 85 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 Gx &= 140(0) + 107(-1) + 76(0) = -107 \\
 &123(-1) + 116(4) + 91(-1) = 250 \\
 &114(0) + 113(-1) + 94(0) = 30 \\
 Gx &= -107 + 250 + 30 = 30
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Gy &= 140(0) + 107(1) + 76(0) = 107 \\
 &123(1) + 116(-4) + 91(1) = -250 \\
 &114(0) + 113(1) + 94(0) = 113
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Gy &= 107 + (-250) + 113 = -30 = 0 \\
 \text{Nilai gradien} &= Gx + Gy \\
 &= 30 + 0
 \end{aligned}$$



=30

2. Konvolusi kedua dilakukan terhadap piksel yang bernilai 113 (titik pusat maks)

| | | |
|----|----|----|
| 0 | -1 | 0 |
| -1 | 4 | -1 |
| 0 | -1 | 0 |

Matrix Gx

| | | |
|---|----|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | -4 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

Matrix Gy

| | | | | |
|-----|------------|------------|------------|-----|
| 140 | 123 | 114 | 120 | 120 |
| 107 | 116 | 113 | 99 | 99 |
| 76 | 91 | 94 | 85 | 85 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 G_x &= 123(0) + 116(-1) + 91(0) &= -116 \\
 &114(-1) + 113(4) + 94(-1) &= 224 \\
 &120(0) + 99(-1) + 85(0) &= -99 \\
 G_x &= -116 + 224 + (-99) &= 29
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_y &= 123(0) + 116(1) + 91(0) &= 116 \\
 &114(1) + 113(-4) + 94(1) &= -224 \\
 &120(0) + 99(-1) + 85(0) &= 99 \\
 G_y &= 116 + (-224) + 99 &= -29
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai gradien} &= G_x + G_y \\
 &= 29 + 0 \\
 &= 29
 \end{aligned}$$

3. Konvolusi kedua dilakukan terhadap piksel yang bernilai 99 (titik pusat maks)

| | | |
|----|----|----|
| 0 | -1 | 0 |
| -1 | 4 | -1 |
| 0 | -1 | 0 |

Matrix Gx

| | | |
|---|----|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | -4 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

Matrix Gy

| | | | | |
|-----|-----|------------|------------|------------|
| 140 | 123 | 114 | 120 | 120 |
| 107 | 116 | 113 | 99 | 99 |
| 76 | 91 | 94 | 85 | 85 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 G_x &= 114(0) + 113(-1) + 94(0) &= -113 \\
 &120(-1) + 99(4) + 85(-1) &= 191 \\
 &120(0) + 99(-1) + 85(0) &= -99 \\
 G_x &= -113 + 191 + (-99) &= -21
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_y &= 114(0) + 113(1) + 94(0) &= 113 \\
 &120(1) + 99(-4) + 85(1) &= -191 \\
 &120(0) + 99(1) + 85(0) &= 99 \\
 G_y &= 113 + (-191) + 99 &= 21
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai gradien} &= G_x + G_y \\
 &= 0 + 21 \\
 &= 21
 \end{aligned}$$

4. Konvolusi kedua dilakukan terhadap piksel yang bernilai 91 (titik pusat maks)



| | | |
|----|----|----|
| 0 | -1 | 0 |
| -1 | 4 | -1 |
| 0 | -1 | 0 |

Matrix Gx

| | | |
|---|----|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | -4 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

Matrix Gy

| | | | | |
|------------|------------|------------|-----|-----|
| 140 | 123 | 114 | 120 | 120 |
| 107 | 116 | 113 | 99 | 99 |
| 76 | 91 | 94 | 85 | 85 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} G_x &= 107(0) + 76(-1) + 67(0) &= -76 \\ &116(-1) + 91(4) + 61(-1) &= 187 \\ &113(0) + 61(-1) + 69(0) &= -94 \\ G_x &= -76 + 187 + (-94) &= 17 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_y &= 107(0) + 76(1) + 67(0) &= -76 \\ &116(1) + 91(-4) + 61(1) &= 187 \\ &113(0) + 61(1) + 69(0) &= -94 \\ G_x &= 76 + (-187) + 94 &= -17 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai gradien} &= G_x + G_y \\ &= 17 + 0 \\ &= 17 \end{aligned}$$

5. Konvolusi kedua dilakukan terhadap piksel yang bernilai 94 (titik pusat maks)

| | | |
|----|----|----|
| 0 | -1 | 0 |
| -1 | 4 | -1 |
| 0 | -1 | 0 |

Matrix Gx

| | | |
|---|----|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | -4 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

Matrix Gy

| | | | | |
|-----|------------|------------|-----------|-----|
| 140 | 123 | 114 | 120 | 120 |
| 107 | 116 | 113 | 99 | 99 |
| 76 | 91 | 94 | 85 | 85 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} G_x &= 116(0) + 91(-1) + 145(0) &= -91 \\ &113(-1) + 94(4) + 85(-1) &= 194 \\ &61(0) + 69(-1) + 87(0) &= -85 \\ G_x &= -91 + 194 + (-85) &= 18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G_y &= 116(0) + 91(1) + 145(0) &= 91 \\ &113(1) + 94(-4) + 85(1) &= -194 \\ &61(0) + 69(1) + 87(0) &= 85 \\ G_x &= 91 + 194 + (85) &= -18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai gradien} &= G_x + G_y \\ &= 18 + 0 \\ &= 18 \end{aligned}$$

6. Konvolusi kedua dilakukan terhadap piksel yang bernilai 85 (titik pusat maks)



| | | |
|----|----|----|
| 0 | -1 | 0 |
| -1 | 4 | -1 |
| 0 | -1 | 0 |

Matrix Gx

| | | |
|---|----|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | -4 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

Matrix Gy

| | | | | |
|-----|-----|------------|-----------|-----------|
| 140 | 123 | 114 | 120 | 120 |
| 107 | 116 | 113 | 99 | 99 |
| 76 | 91 | 94 | 85 | 85 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 G_x &= 131(0) + 94(-1) + 69(0) &&= -94 \\
 &99(-1) + 85(4) + 87(-1) &&= 154 \\
 &99(0) + 85(-1) + 87(0) &&= -85 \\
 G_x &= -94 + 154 + (-85) = -25 &&= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_y &= 131(0) + 94(1) + 69(0) &&= 94 \\
 &99(1) + 85(-4) + 87(1) &&= -154 \\
 &99(0) + 85(1) + 87(0) &&= 85 \\
 G_y &= 94 + (-154) + 85 &&= 25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai gradien} &&&= G_x + G_y \\
 &&&= 0 + 25 \\
 &&&= 25
 \end{aligned}$$

7. Konvolusi kedua dilakukan terhadap piksel yang bernilai 61 (titik pusat maks)

| | | |
|----|----|----|
| 0 | -1 | 0 |
| -1 | 4 | -1 |
| 0 | -1 | 0 |

Matrix Gx

| | | |
|---|----|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | -4 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

Matrix Gy

| | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----|-----|
| 140 | 123 | 114 | 120 | 120 |
| 107 | 116 | 113 | 99 | 99 |
| 76 | 91 | 94 | 85 | 85 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 G_x &= 76(0) + 67(-1) + 67(0) &&= -67 \\
 &91(-1) + 61(4) + 61(-1) &&= 92 \\
 &94(0) + 69(-1) + 69(0) &&= -69 \\
 G_x &= -67 + 92 + -69 = -44 &&= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_y &= 76(0) + 67(1) + 67(0) &&= 67 \\
 &91(1) + 61(-4) + 61(1) &&= -92 \\
 &94(0) + 69(1) + 69(0) &&= 69 \\
 G_y &= 67 + -92 + 69 &&= 44
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai gradien} &&&= G_x + G_y \\
 &&&= 0 + 44 \\
 &&&= 44
 \end{aligned}$$

8. Konvolusi kedua dilakukan terhadap piksel yang bernilai 69 (titik pusat maks)



| | | |
|----|----|----|
| 0 | -1 | 0 |
| -1 | 4 | -1 |
| 0 | -1 | 0 |

Matrix Gx

| | | |
|---|----|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | -4 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

Matrix Gy

| | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----|
| 140 | 123 | 114 | 120 | 120 |
| 107 | 116 | 113 | 99 | 99 |
| 76 | 91 | 94 | 85 | 85 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 G_x &= 91(0) + 61(-1) + 61(0) &&= -61 \\
 &94(-1) + 69(4) + 69(-1) &&= 113 \\
 &85(0) + 87(-1) + 87(0) &&= -87 \\
 G_x &= -61 + 113 + (-87) &&= -35
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_y &= 91(0) + 61(1) + 61(0) &&= 61 \\
 &94(1) + 69(-4) + 69(1) &&= -113 \\
 &85(0) + 87(1) + 87(0) &&= 87 \\
 G_y &= 61 + (-113) + 87 &&= 35
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai gradien} &&&= G_x + G_y \\
 &&&= 0 + 35 \\
 &&&= 35
 \end{aligned}$$

9. Konvolusi kedua dilakukan terhadap piksel yang bernilai 87 (titik pusat maks)

| | | |
|----|----|----|
| 0 | -1 | 0 |
| -1 | 4 | -1 |
| 0 | -1 | 0 |

Matrix Gx

| | | |
|---|----|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | -4 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

Matrix Gy

| | | | | |
|-----|-----|-----------|-----------|-----------|
| 140 | 123 | 114 | 120 | 120 |
| 107 | 116 | 113 | 99 | 99 |
| 76 | 91 | 94 | 85 | 85 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 G_x &= 94(0) + 69(-1) + 69(0) &&= -69 \\
 &85(-1) + 87(4) + 87(-1) &&= 176 \\
 &85(0) + 87(-1) + 87(0) &&= -87 \\
 G_x &= -69 + 176 + (-87) &&= 20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_y &= 94(0) + 69(1) + 69(0) &&= 69 \\
 &85(1) + 87(-4) + 87(1) &&= -176 \\
 &85(0) + 87(1) + 87(0) &&= 87 \\
 G_y &= 69 + (-176) + 87 &&= -20 = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai gradien} &&&= G_x + G_y \\
 &&&= 20 + 0 \\
 &&&= 20
 \end{aligned}$$

3.3. Hasil

Dari hasil akhir konvolusi keseluruhan didapatkan dari perhitungan matrik 3x3 dengan Citra Grayscale Matriks 5 x 5 operator Laplacian of Gaussian.



Tabel 2. Nilai akhir Gradien Konvolusi Laplacian of Gaussian.

| | | | | |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----|
| 140 | 123 | 114 | 120 | 120 |
| 107 | 30 | 29 | 21 | 99 |
| 76 | 17 | 18 | 25 | 85 |
| 67 | 44 | 35 | 20 | 87 |
| 67 | 61 | 69 | 87 | 87 |

KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan dari bab-bab sebelumnya mengenai pengolahan citra dalam proses deteksi tepi dengan metode *Laplacian of Gaussian* pada penyakit *hemokromatosis* dapat Mengidentifikasi tepi citra penyakit *hemokromatosis* menggunakan metode *Laplacian of Gaussian (LoG)*. Proses mendeteksi tepi citra dengan metode *Laplacian Of Gaussian (LoG)*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Fisika, "Pendeteksian Tepi Citra CT Scan dengan Menggunakan Laplacian of Gaussian (LOG)," *Positron*, vol. II, no. 1, pp. 17–22, 2012.
- [2] A. Ritonga, "Implementasi Pengolahan Citra Dalam Proses Deteksi Tepi Dengan Metode Laplacian of," vol. 1, no. 2, pp. 20–22, 2016.
- [3] J. Antivirus, J. Informatika, F. Teknologi, U. Islam, and B. Blitar, "Computing Grayscale of Face Detection Menggunakan Metode Sobel Dan," vol. 11, no. 1, pp. 26–34, 2017.
- [4] S. Komputer, K. Kunci, D. Tepi, and O. Eigenface, "5.3 Hal 17 - 21 JIM_PERBANDINGAN KINERJA METODE DETEKSI TEPI PADA PENGENALAN OBJEK MENGGUNAKAN OpenCV," *J. Inform. Mulawarman*, vol. 11, no. 2, pp. 17–21, 2016.
- [5] T. Joko and S. Rachmawati, "Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia Variasi Penambahan Media Adsorpsi Kontak Aerasi Sistem Nampam Bersusun (Tray Aerator) Terhadap Kadar Besi (Fe) Air Tanah Dangkal di Kabupaten Rembang Variation Addition of Adsorption Media on Tray Aerator of the L," vol. 15, no. 1, pp. 1–5, 2016.
- [6] Tria Septia Prihartini, "Deteksi Tepi dengan Metode Laplacian of Gaussian pada Citra Daun Kopi," *Dok. Karya Ilm.*, pp. 5–6, 2015.
- [7] Gunaidi Abdia Away. (2014). *The Shortcut of Matlab Programming*. Bandung: Informatika Bandung.

