

MORPHOLOGICAL OPERATION ON BINARY IMAGE

Farah Virnawati⁽¹⁾, Vina Evania⁽²⁾

Abstrak:

Morphing merupakan suatu teknik dari pengolahan citra yang didasarkan pada pengolahan bentuk. Nilai dari tiap piksel citra yang diolah merupakan bentuk perbandingan antara piksel yang bersesuaian dari citra masukkan dengan nilai piksel tetangganya. Dengan memilih ukuran dan bentuk dari lingkungan, kita dapat membangun operasi analisis untuk mengolah citra yang dimasukkan agar lebih spesifik.

Kata Kunci : *Morphology, Binary Image, piksel*

1. Latar Belakang Masalah

Citra atau image adalah salah satu bentuk yang diciptakan agar dapat menjadi kunci atau solusi dari sebuah permasalahan. Dalam kehidupan nyata, sebuah citra asli dapat digunakan sebagai media untuk merekam sesuatu. Namun setelah diolah, sebuah citra tidak hanya berfungsi sebagai tempat perekaman tetapi dapat berfungsi sebagai alat untuk memecahkan suatu permasalahan. Dalam citra yang telah diolah dapat ditemukan titik-titik yang lebih detil, titik-titik tersebut tentunya akan berguna jika seseorang menginginkan untuk melihat sesuatu yang lebih detil dalam sebuah citra tersebut. Dalam Morphological Operation, fungsi-fungsi yang ada dapat digunakan agar sebuah citra dasar dapat menjadi sebuah citra yang sesuai dengan tujuan dari pengolahan citra tersebut.

1.1. Pengenalan Morphological Operation pada Binary Image

Kata Morphology biasanya dikaitkan dengan cabang Ilmu Biologi yang mengacu pada bentuk dan struktur dari hewan dan tanaman. Kita menggunakan kata yang sama disini, namun dalam konteks *Mathematical Morphology*, yaitu sebuah alat untuk mengekstrak komponen-komponen dari image dengan menggunakan operasi matematika. Dalam Morphological Image ini, sebuah image akan di ubah ke dalam bentuk *Binary Image*. Binary Image adalah image yang termasuk dalam kelas logika, dimana hanya bernilai 0 dan 1. Piksel dengan nilai 0 akan ditampilkan dengan warna hitam, dan piksel dengan warna 1 akan ditampilkan dengan warna putih. Namun dalam Binary Image ini, kita dapat menampilkan nilai 0 sebagai warna putih dan nilai 1 sebagai warna hitam dengan menggunakan notasi NOT ($\bar{}$) pada variabel yang menampung image tersebut.

1.2. Beberapa Konsep Dasar dari Teori Himpunan

Pada bagian ini akan diperkenalkan beberapa konsep dasar dari Teori Himpunan dan bahasan mengenai aplikasi operasi logika pada MATLAB yang ke dalam Binary Image. Misalnya, Z adalah himpunan bilangan bulat. Dalam terminologi dari Teori Himpunan, sebuah fungsi $f(x,y)$ dikatakan sebagai image digital apabila (x,y) adalah bilangan bulat dari Z^2 dan f adalah pemetaan yang memetakan nilai intensitas (yaitu, sebuah bilangan real dari himpunan bilangan real, R) ke setiap koordinat (x,y) . Jika elemen dari R juga merupakan bilangan bulat, sebuah image digital akan menjadi sebuah fungsi dua dimensi dimana kooordinat dan luasnya adalah bilangan bulat. Misalkan, A adalah sebuah himpunan dari Z^2 , dimana elemen-elemennya berada pada koordinat (x,y) . Jika $w = (x,y)$, adalah sebuah elemen dari A , maka ditulis:

$$w \in A$$

Sama halnya, jika w bukan elemen dari A , maka ditulis:

$$w \notin A$$

⁽¹⁾ Farah Virnawati, Mahasiswa Program Sarjana Magister Universitas Gunadarma. Email : vir_0609_tha@yahoo.com

⁽²⁾ Vina Evania, Mahasiswa Program Sarjana Magister Universitas Gunadarma. Email : zone_v3001@yahoo.com

¹ Produk Cartesien dari sebuah himpunan bilangan bulat. Z adalah himpunan dengan semua elemen yang diminta (z_i, z_j) , dimana z_i dan z_j adalah bilangan bulat yang dimiliki oleh Z , dinotasikan Z^2 .

A menetapkan B sebagai koordinat piksel yang memenuhi kondisi tertentu, maka ditulis:

$$B = \{ w | \text{kondisi} \}$$

Contohnya, himpunan dari seluruh koordinat piksel yang bukan merupakan himpunan dari A , dinotasikan sebagai A^c , ditulis:

$$A^c = \{ w | w \notin A \}$$

Himpunan ini disebut sebagai komplemen dari A . Gabungan (*Union*) dari dua buah himpunan yang dinotasikan

$$C = A \cup B$$

adalah himpunan yang elemennya adalah semua elemen dari A , B , juga keduanya. Sama halnya dengan Irisan (*Intersection*) dari A dan B adalah himpunan dengan semua elemennya adalah hanya elemen yang berada di A dan juga berada di B , dinotasikan sebagai

$$C = A \cap B$$

Selisih (*Difference*) dari himpunan A dan B , dinotasikan $A - B$, adalah himpunan dari semua elemen yang ada di A tapi tidak berada di B :

$$A - B = \{ w | w \in A, w \notin B \}$$

Selain itu untuk mengawali operasi-operasi dasar, morphological operation sering memerlukan dua operator yang spesifik untuk menetapkan elemen yang ada pada koordinat piksel. Refleksi dari himpunan B , dinotasikan B , didefinisikan sebagai

$$B = \{ w | w = -b \} \text{ for } b \in B$$

Translasi dari himpunan A pada titik $z = (z_1, z_2)$, yaitu $(A)_z$, didefinisikan sebagai

$$(A)_z = \{ c | c = a + z, \text{ for } a \in A \}$$

1.3. Binary Image, Himpunan, dan Operasi Logika

Bahasa dan teori dari morphology matematika sering menampilkan sebuah Binary Image rangkap. Binary image dapat dipandang sebagai bivalued function dari x dan y . Teori morphology memandang sebuah binary image sebagai himpunan dari piksel-piksel, yang elemen-elemennya berada pada Z_2 . Operasi-operasi himpunan seperti Gabungan (*Union*) dan Irisan (*Intersection*) dapat diterapkan secara langsung pada binary image. Contohnya, jika A dan B adalah binary image, maka $C = A \cup B$ juga merupakan binary image, dimana sebuah piksel di C adalah foreground piksel jika salahsatu atau piksel yang berkorespondensi pada A dan B adalah foreground piksel.

$$C(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{A}(x, y) \text{ atau } B(x, y) \text{ 1, atau keduanya 1} \\ 0 & \text{selain dari itu} \end{cases}$$

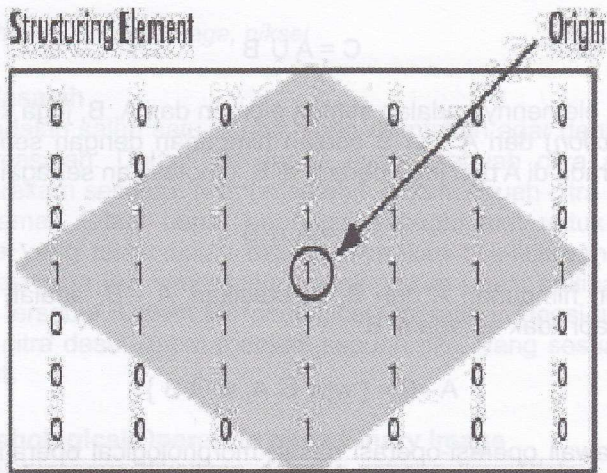
Dengan menggunakan himpunan, sebaliknya C ditulis sebagai

$$C = \{ (x,y) | (x,y) \in A \text{ atau } (x,y) \in B \text{ atau } (x,y) \in (A \text{ dan } B) \}$$

MORPHOLOGICAL OPERATION

1.4. Pengertian Dilation dan Erosion

Dilation dan Erosion adalah dua operasi pokok yang ada pada Morphological Operation. **Dilation** adalah suatu proses menambahkan piksel pada batasan dari objek dalam suatu image sehingga nantinya apabila dilakukan operasi ini maka image hasilnya lebih besar ukurannya dibandingkan dengan image aslinya. **Erosion** sendiri adalah kebalikan dari dilation. Proses ini akan membuat ukuran sebuah citra menjadi lebih kecil. Berbeda dengan dilation, apabila erosi dilakukan maka yang dikerjakan adalah memindahkan piksel pada batasan-batasan objek yang akan di erosi. Jumlah dari piksel yang ditambah atau dihilangkan bergantung pada ukuran dan bentuk dari *structuring element* yang digunakan untuk memproses image tersebut. Contoh dari structuring element ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar. 1. a Diamond-shaped structuring elements

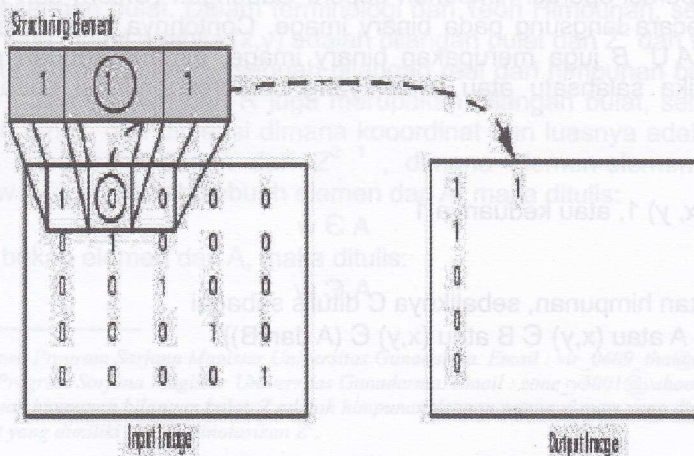
Pada morphological dilation dan erosi, kedudukan dari piksel pada image hasil (output) ditentukan dengan menerapkan sebuah aturan pada piksel yang bersangkutan dengan piksel tetangganya yang ada pada image yang di-input. Aturan yang digunakan untuk memproses image yang diinput tersebut, disebut dengan dialtion dan erosiion operation.

Berikut ini adalah aturan yang diterapkan pada operasi Dilation dan Erosion:

Dilation: Nilai dari piksel keluaran (output) adalah nilai *maksimum* dari semua piksel pada lingkungan piksel. Pada binary image, jika ada piksel yang bernilai 1, maka outputnya 1.

Erosion: Nilai dari piksel keluaran (output) adalah nilai *minimum* dari semua piksel pada input lingkungan piksel.

Gambar dibawah ini mengilustrasikan dilation pada binary image. Bagaimana structuring element mendefinisikan lingkungan dari piksel yang diinginkan, yang dilingkari.

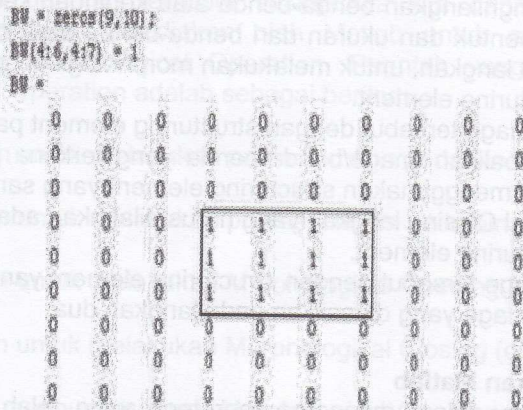


Gambar. 2. Morphological Processing of a Binary Image

Berikut ini adalah contoh untuk mendilasi sebuah binary image (Gambar 3) yang berbentuk persegi panjang (Ditunjukkan pada Gambar 5).

Untuk memperluas semua sisi pada image (ditunjukkan pada Gambar 3), gunakan square structuring elements 3x3 (Gambar 4).

Gambar 6 adalah contoh erosi sebuah binary image, dimana image yang di erosi adalah image hasil dilation (Gambar 5), erosi dilakukan dengan menggunakan STREL yang sama dengan proses dilation diatas (STREL: Gambar 4).



Gambar. 3. Binary image -rectangular object-

```

SE = strel('square', 3);
SE =
    1    1    1
    1    1    1
    1    1    1
    
```

Flat STREL object containing 3 neighbors.

Neighborhood:



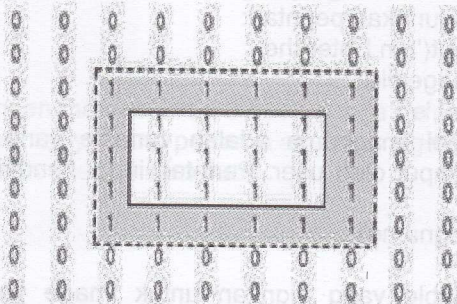
Gambar. 4. STREL square 3x3

```

BW1 = imdilate(BV,SE);

```

BW2 =



Gambar. 5. Hasil dilation image

1.5. Kombinasi Dilation dan Erosion

Dilation dan Erosion sering digunakan secara bersama-sama untuk menerapkan operasi-operasi untuk memproses image. Contohnya, definisi dari Morphological Opening dari sebuah image adalah proses erosion yang diikuti dengan proses dilation, dimana digunakan structuring element yang sama, untuk erosionnya maupun dilationnya. Kebalikan dari Morphological Opening adalah Morphological Closing, yaitu proses dilation dilakukan terlebih dahulu, kemudian erosion dilakukan. Morphological Opening dan Closing. Morphological Opening dapat digunakan untuk menghilangkan benda-benda atau kepingan kecil yang ada pada sebuah image ketika memelihara bentuk dan ukuran dari benda-benda atau kepingan yang lebih besar pada image tersebut. Ada 3 langkah, untuk melakukan morphological opening tersebut, yaitu:

- 1) Membuat structuring element.
- 2) Meng-erosion image tersebut dengan structuring element pada langkah 1.
- 3) Untuk mengembalikan image/benda-benda yang terkena proses erosion, dilakukan dilation dengan menggunakan structuring element yang sama.

Untuk Morphological Closing langkah yang harus dilakukan adalah:

- 1) Membuat structuring element.
- 2) Mendilation image tersebut dengan structuring element yang ada pada langkah 1.
- 3) Meng-erosion image yang dihasilkan pada langkah dua.

2. Aplikasi menggunakan Matlab

Untuk memudahkan dalam mencerna teori-teori yang telah dipaparkan sebelumnya, pengaplikasian dari teori-teori tersebut sangatlah membantu. dengan menggunakan kemajuan teknologi yang ada saat ini serta dengan adanya salah satu software yang dapat digunakan dalam pengolahan sebuah citra (image processing), teori-teori yang ada dapat langsung diaplikasikan dengan menggunakan software tersebut. Salah satu software yang digunakan dalam pengolahan citra ini adalah Matlab. Dengan software yang berbasis matematika ini, kita dapat mengaplikasikan teori-teori yang ada dalam pengolahan citra.

2.1. Fungsi Matlab

Telah disebutkan diatas, bahwa Matlab adalah salah satu perangkat lunak yang berbasis matematika, matlab juga merupakan software yang dapat dimanfaatkan untuk image processing (pengolahan citra). Dengan menggunakan matlab, serta fungsi-fungsi yang telah disediakan oleh matlab, maka proses pengolahan citra pada Binary Image dengan menggunakan Morphological Operation dapat diterapkan dengan lebih baik. Morphological Operation berisikan operasi-operasi dasar yang berbasis matematika. Operasi-operasi ini digunakan sebagai dasar dalam Morphological Image Processing pada Binary Image. Dengan menggunakan Matlab, proses pengerjaan image processing khususnya untuk Morphological Operation diharapkan dapat lebih mudah.

2.2. Aplikasi Morphological Operation pada Binary Image dengan Matlab

Berikut ini adalah fungsi-fungsi yang ada pada Matlab yang dapat digunakan untuk pengolahan citra pada Binary Image berdasarkan Morphological Operation.

- 1) Untuk memasukkan image yang akan diproses kedalam Morphological Operation, pada Matlab digunakan perintah:
imagname=input('n n Enter the
name of the image file
(filename.ext) : ','s')
Dimana variabel imagname adalah variable yang digunakan untuk menampung image yang diinput oleh user. Perintah input sendiri digunakan untuk peng-inputan file.
a = imread(imagname)
imshow(a)
a adalah variable yang digknkan untuk image yang sudah dibaca oleh Matlab tersebut.
a = im2bw(a,0.5)

`size = size(a)`

`im2bw` digunakan untuk merubah RGB atau grayscale image menjadi Binary Image, sehingga image tersebut hanya memiliki warna hitam dan putih saja. Setelah merubah image ini menjadi bentuk binary image maka akan dilakukan proses morphological operation.

- 2) Morphological Operation yang digunakan pada program aplikasi dengan menggunakan Matlab, adalah dengan menggunakan perintah `bwmorph`. Dengan menggunakan perintah tersebut selanjutnya kita dapat menggunakan perintah-perintah yang telah disediakan oleh Matlab untuk memproses image dengan menggunakan Morphological Operation. Perintah yang digunakan untuk proses Morphological Operation adalah sebagai berikut:

`'erode'`

Digunakan untuk melakukan proses erotion pada binary image.

`'dilate'`

Digunakan untuk melakukan proses dilation pada binary image.

`'open'`

Digunakan untuk melakukan Morphological Opening (erotion kemudian dilation).

`'close'`

Digunakan untuk melakukan Morphological Closing (dilation kemudian erotion).

`'tophat'`

Top Hatt, mengurangi hasil Morphological Opening (erotion diikuti dilation) dari input image. `image`.

`'bothat'`

Bottom Hatt, menampilkan Morphological Closing (dilation diikuti erotion) dan mengurangi piksel dari image asli yang diinput.

`'clean'`

Menghilangkan piksel yang terisolasi.

`'fill'`

Mengisi piksel yang berada didalam (0 dikelilingi oleh 1).

`'remove'`

Menjadikan semua piksel menjadi 0 jika 4 piksel tetangga yang terhubung adalah 1, hanya meninggalkan piksel yang menjadi batas-batas.

`'shrink'`

Menyusutkan objek ke poin-poin. Perintah ini menghilangkan piksel sehingga objek tanpa celah atau lubang menyusut ke sebuah poin, objek dengan lubang ke sebuah cincin terhubung diantara setiap lubang dan batas luar

`'thicken'`

Menebalkan objek dengan menambahkan piksel ke objek luar sehingga objek yang tadinya tidak terhubung menjadi terhubung (8-connected).

`'thin'`

Menipiskan objek ke dalam bentuk garis.

2.3. Uji Coba

Pengujian dilakukan dengan memasukkan 3 buah image berekstensi jpg. Ketiga image tersebut berbeda penggunaan warnanya yang pertama adalah image dengan RGB, kemudian image dengan grayscale, kemudian image hitam putih.

1) RGB Image, *mario.jpg*



Gambar. 7. Original Image



Gambar. 8. Binary Image



Gambar. 9. Erosion



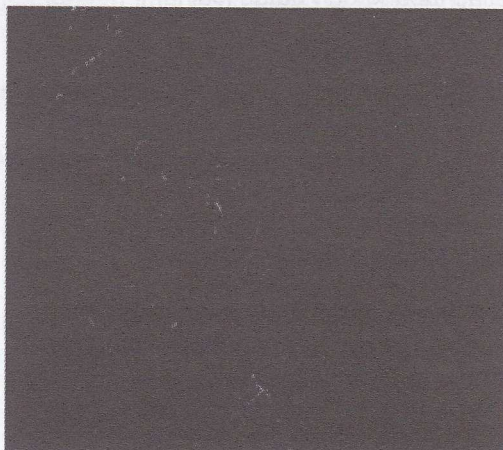
Gambar. 10. Dilation



Gambar. 11. Morphological Opening



Gambar. 12. Morphological Closing



Gambar. 13. Top Hat



Gambar. 14. Bottom Hat



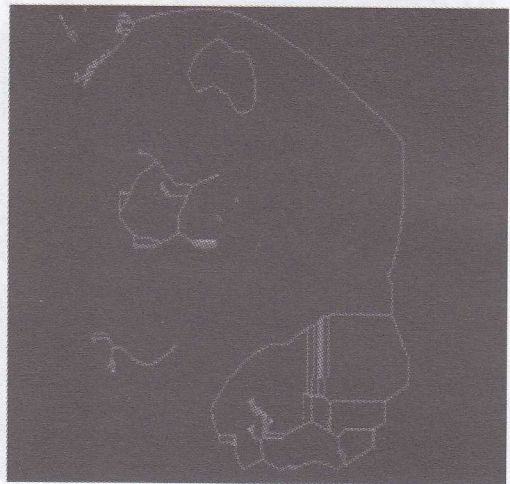
Gambar. 15. Clean



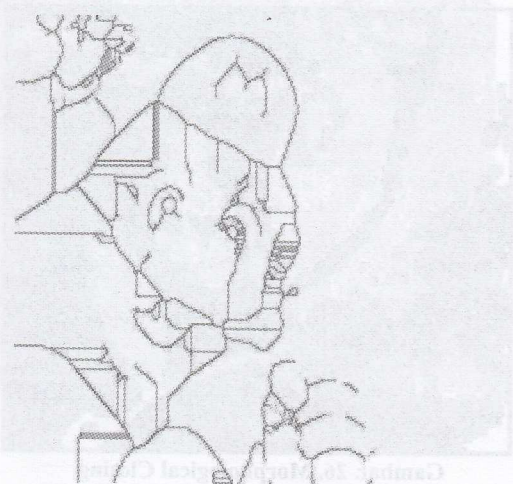
Gambar. 16. Fill



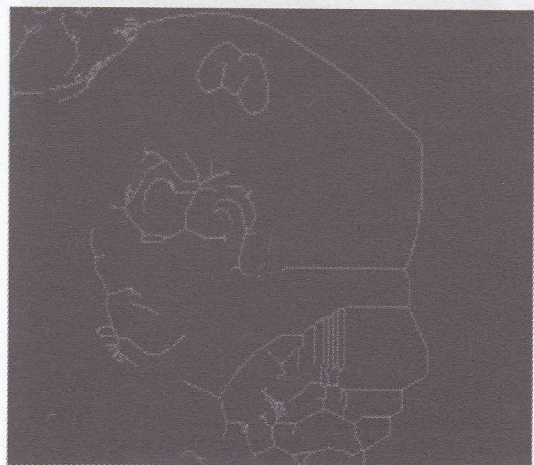
Gambar. 17. Remove



Gambar. 18. Shrink



Gambar. 19. Thicken

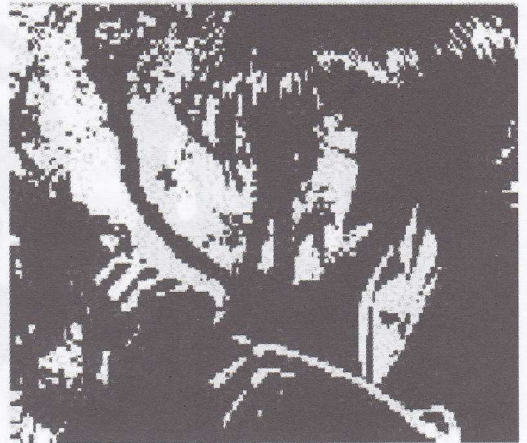


Gambar. 20. Thinner

2) Grayscale Image, samurai.jpg



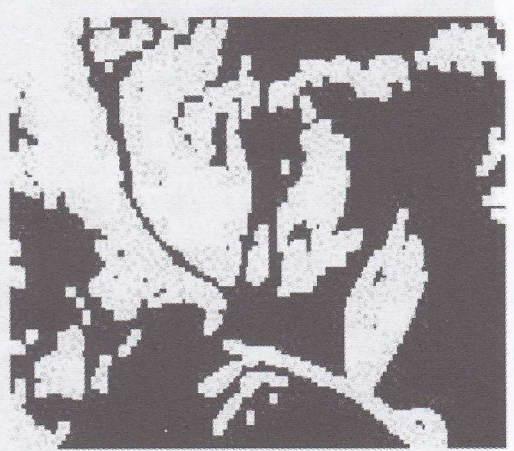
Gambar. 21. Original Image



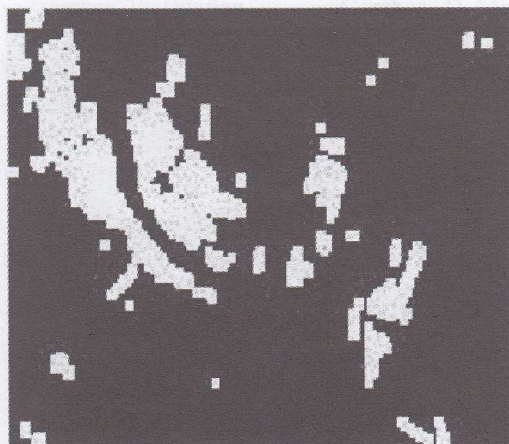
Gambar. 22. Binary Image



Gambar. 23. Erosion



Gambar. 24. Dilation



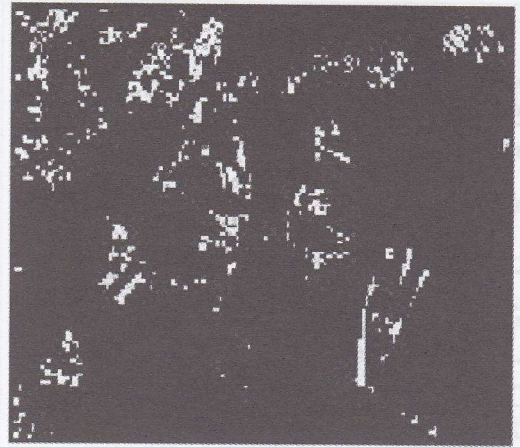
Gambar. 25. Morphological Opening



Gambar. 26. Morphological Closing



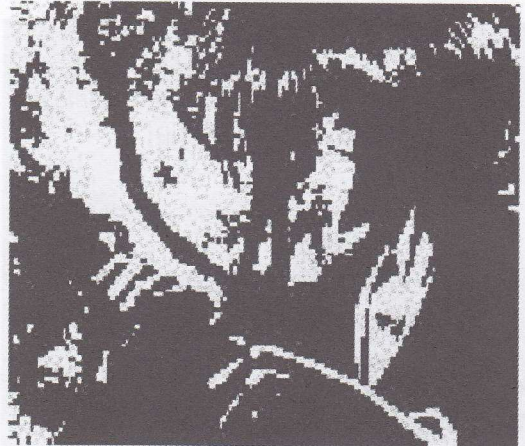
Gambar. 27. Top Hat



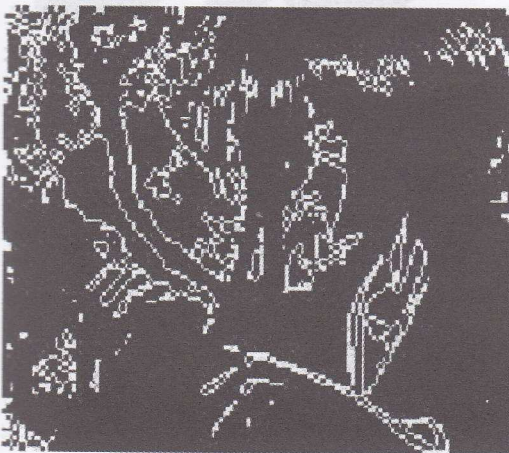
Gambar. 28. Bottom Hat



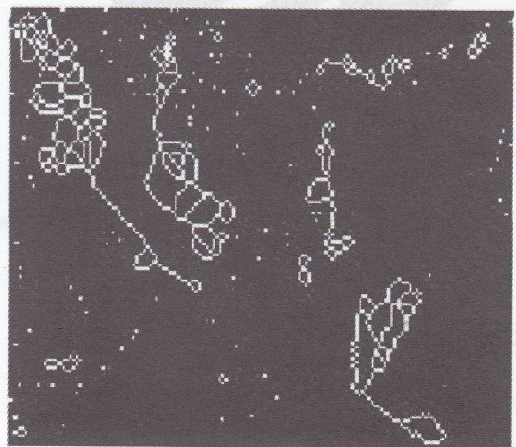
Gambar. 29. Clean



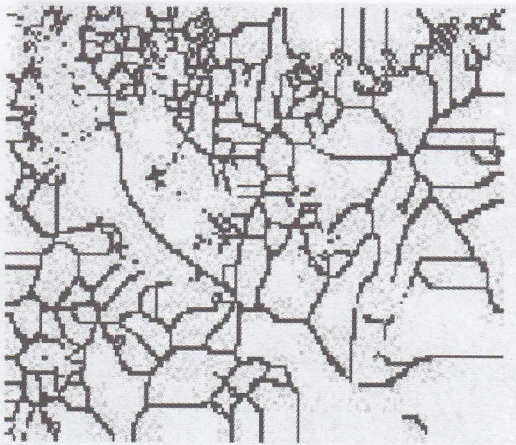
Gambar. 30. Fill



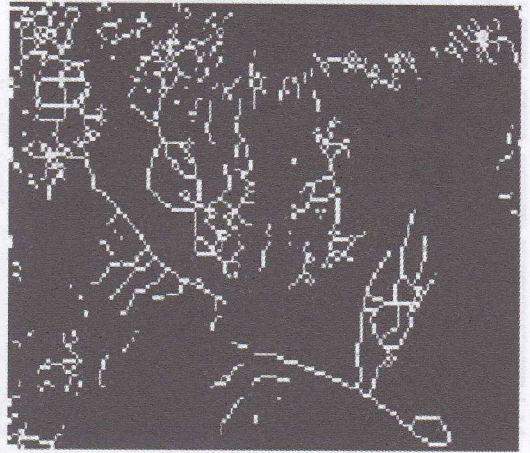
Gambar. 31. Remove



Gambar. 32. Shrink

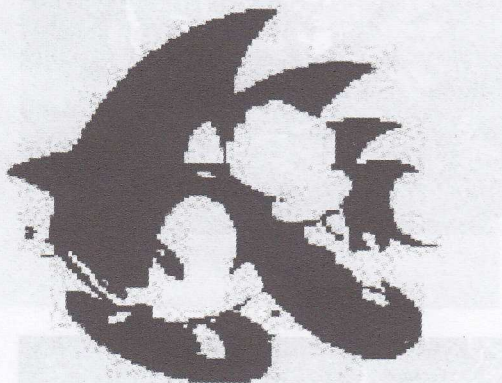


Gambar. 33. Thicken

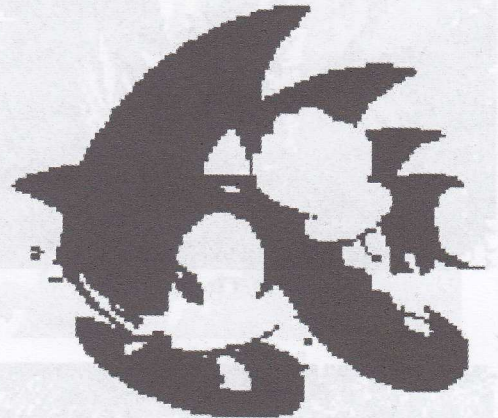


Gambar. 34. Thinner

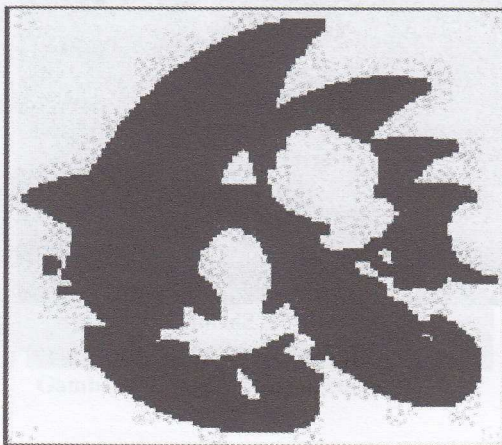
3) Image Black and White, *sonic.jpg*
[!htbp] [!htbp] [!htbp]



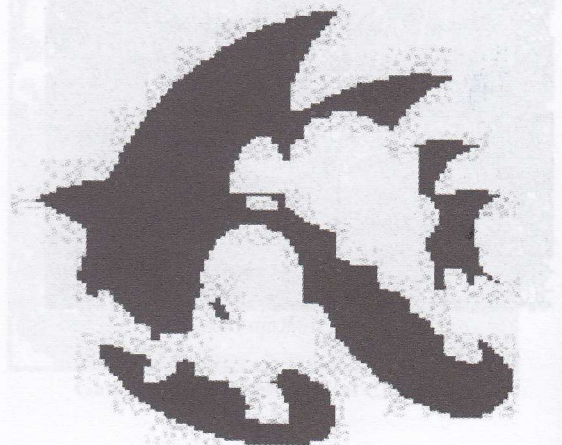
Gambar. 35. Original Image



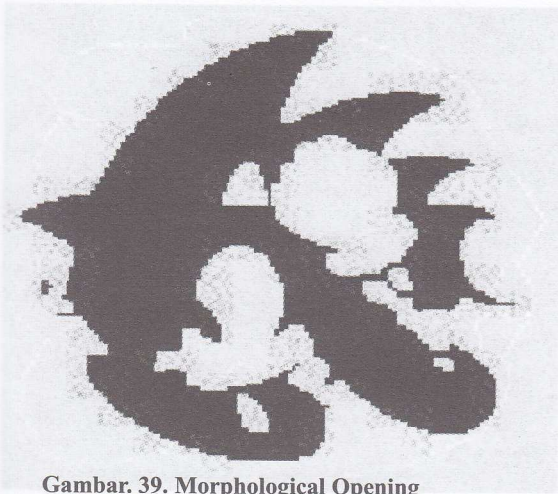
Gambar. 36. Binary Image



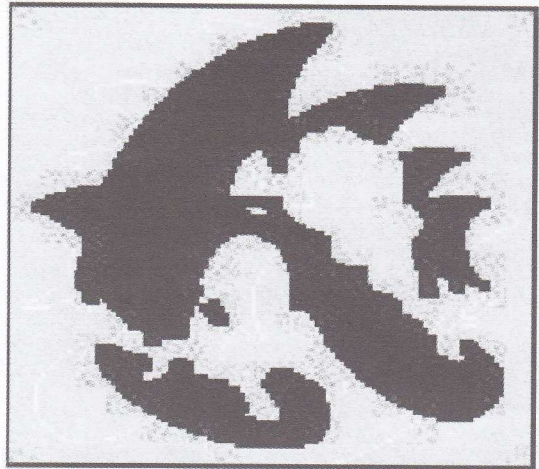
Gambar. 37. Erotion



Gambar. 38. Dilation



Gambar. 39. Morphological Opening



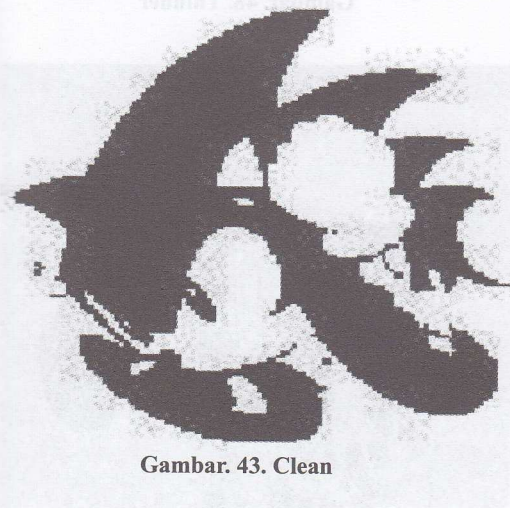
Gambar. 40. Morphological Closing



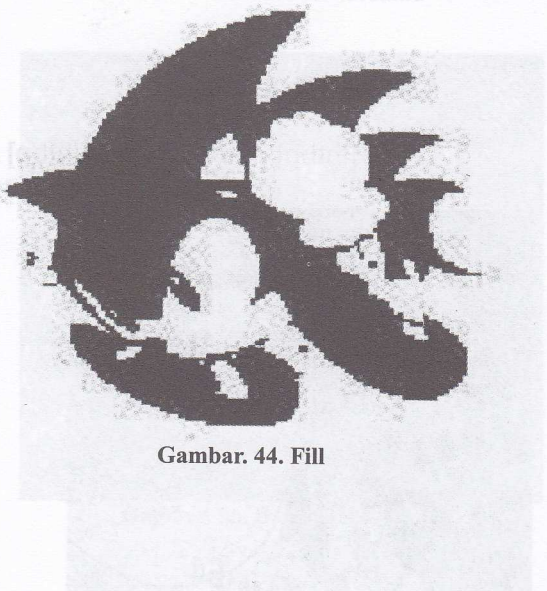
Gambar. 41. Top Hat



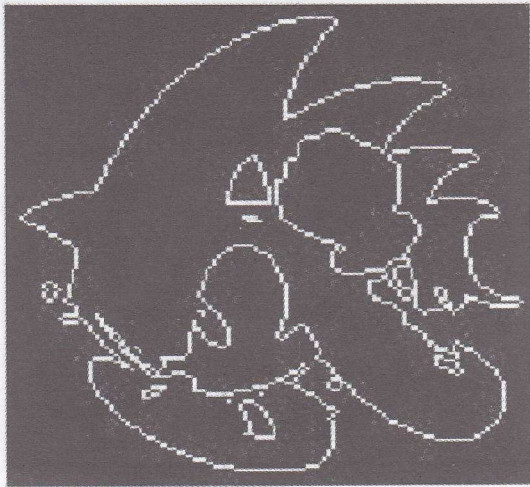
Gambar. 42. Bottom Hat



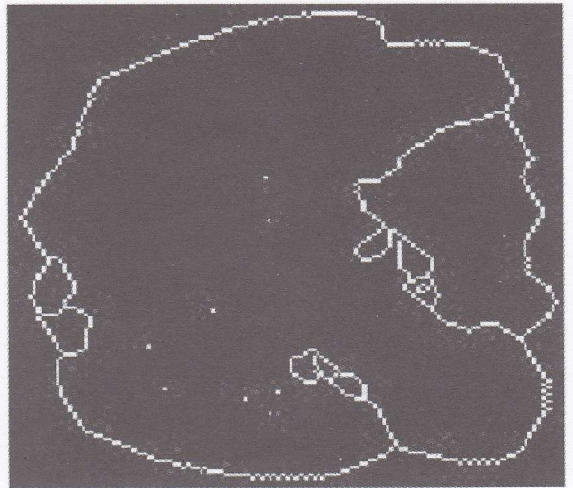
Gambar. 43. Clean



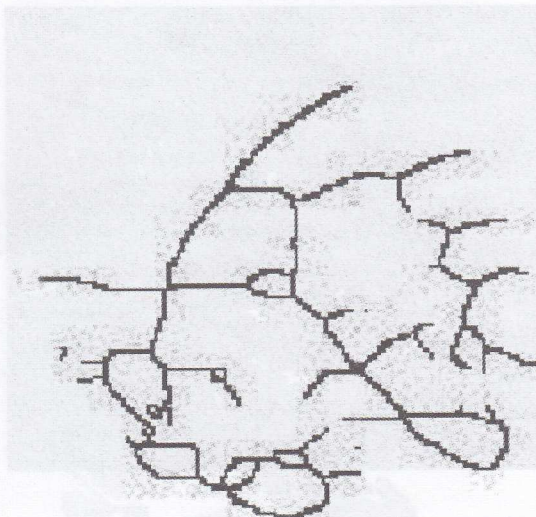
Gambar. 44. Fill



Gambar. 47. Thicken

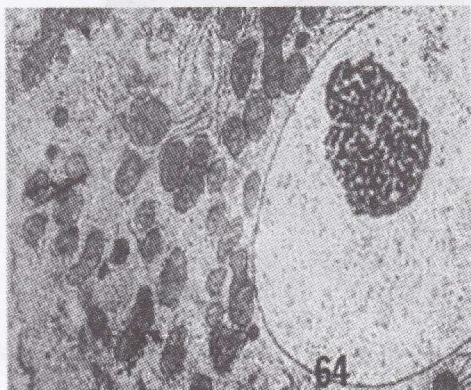


Gambar. 48. Thinner

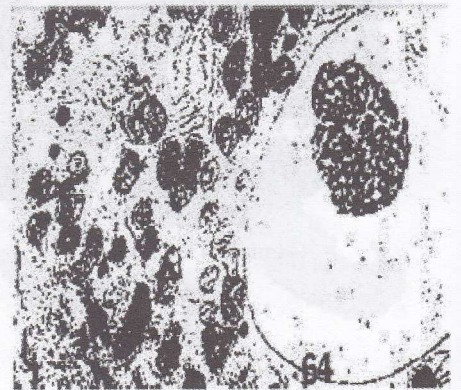


4) RGB image, *cell.jpg*

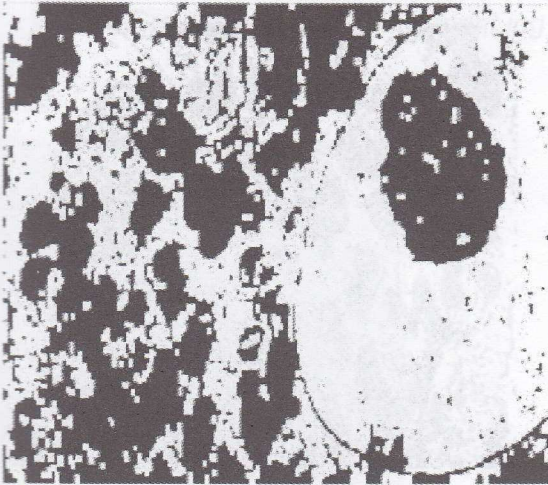
[!h] [!htbp] [!htbp] [!htbp] [!htbp]



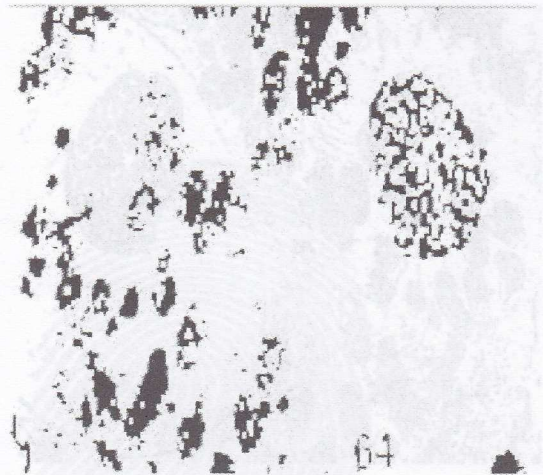
Gambar. 49. Original Image



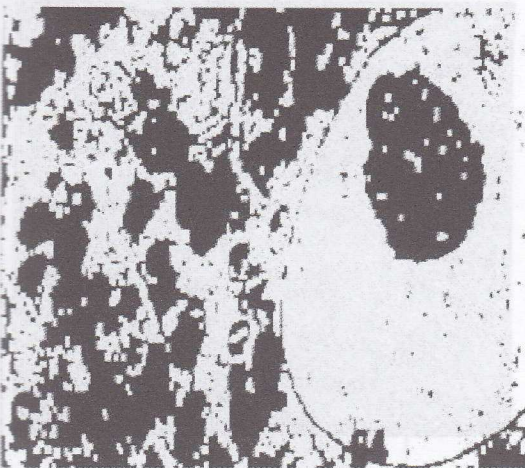
Gambar. 50. Binary Image



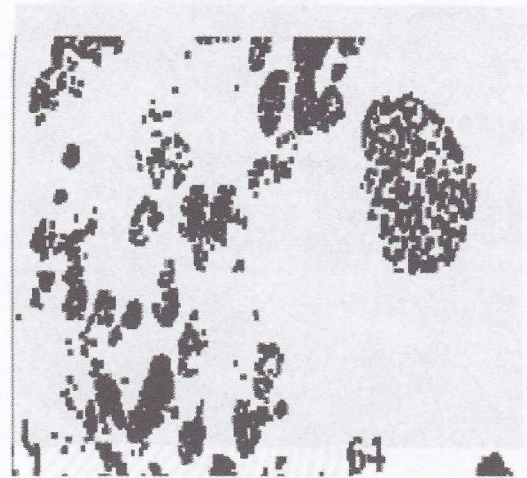
Gambar. 51. Erosion



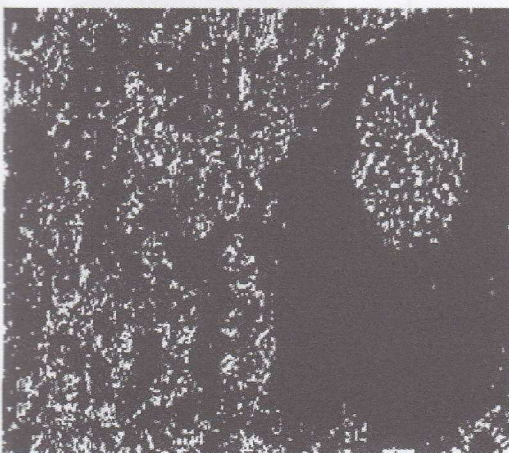
Gambar. 52. Dilation



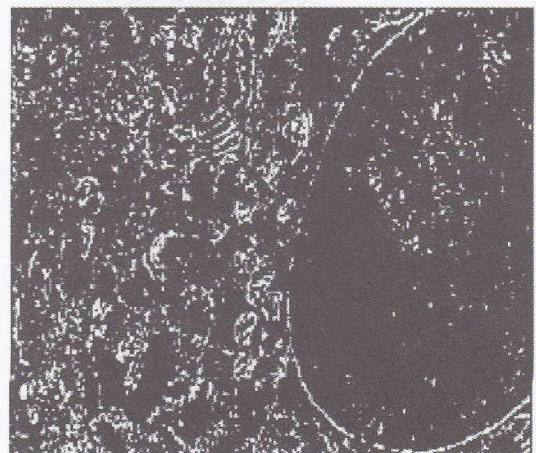
Gambar. 53. Morphological Opening



Gambar. 54. Morphological Closing



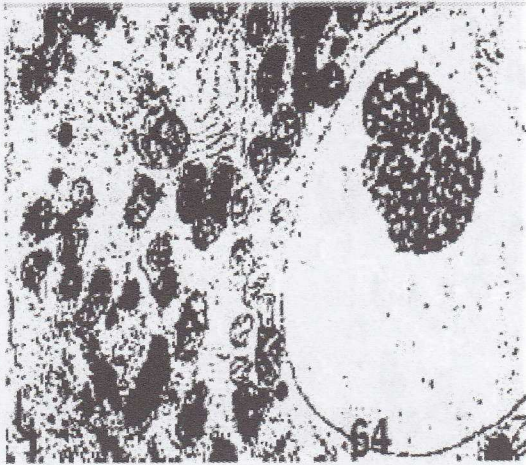
Gambar. 55. Top Hat



Gambar. 56. Bottom Hat

Gambar. 67. Morphological Opening

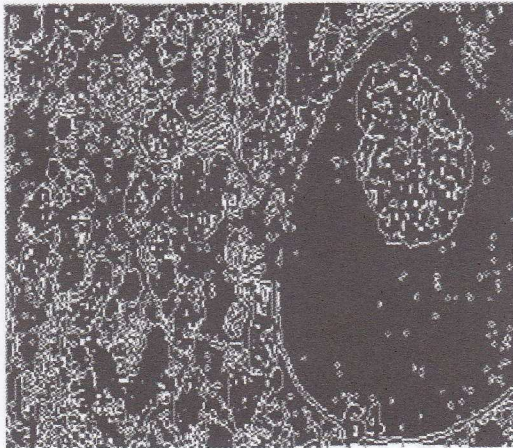
Gambar. 68. Morphological Closing



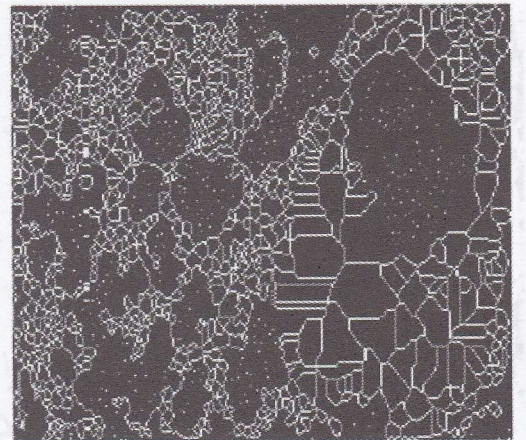
Gambar 52. Dilation



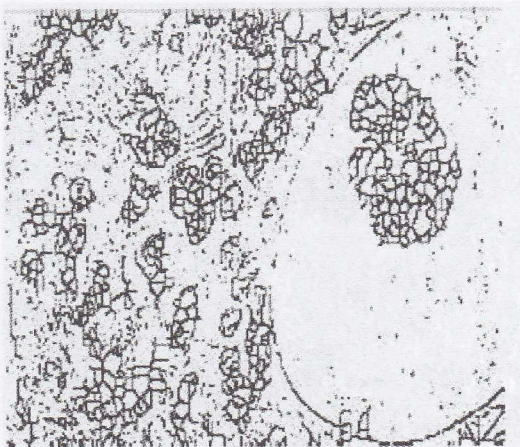
Gambar 51. Erosion



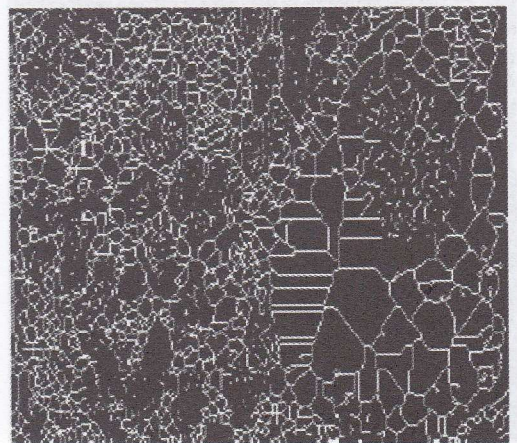
Gambar 54. Morphological Closing



Gambar 53. Morphological Opening



Gambar. 61. Thicken



Gambar. 62. Thinner

Gambar. 60. Original Image

Gambar. 50. Binary Image

5) Grayscale Image, *fingerprint.jpg*

[!htbp] [!htbp] [!htbp] [!htbp]



Gambar. 63. Original Image



Gambar. 64. Binary Image



Gambar. 65. Erosion



Gambar. 66. Dilation



Gambar. 67. Morphological Opening



Gambar. 68. Morphological Closing



Gambar. 69. Top Hat



Gambar. 70. Bottom Hat

2.4. Analisa Uji Coba

Dari kelima image yang diinput dengan dasar warna yang berbeda yaitu, mario.jpg yang merupakan RGB image, kemudian samurai.jpg, cell.jpg, dan finger.jpg yang merupakan grayscale image, dan sonic.jpg yang merupakan image black&white ternyata tetap saja citra atau image-image tersebut harus dikonversi kedalam bentuk Binary Image agar dapat dilakukan operasi-operasi Morphology.

Apabila dilihat secara kasat mata, ada beberapa operasi Morphology yang apabila dilakukan pada sebuah image maka hasil image dari operasi tersebut akan terlihat sama dengan operasi lainnya. Contohnya ketika melakukan erotion pada image mario.jpg, hasilnya akan tampak sama apabila kita melakukan Morphological Opening. Namun sebenarnya jika diamati lebih teliti terdapat titik perbedaan pada image tersebut, perbedaan tersebut akan tampak lebih jelas apabila dilihat dari matriks image tersebut. Namun, untuk melakukan tersebut, kendalanya adalah apabila image atau citra memiliki ukuran yang besar, secara otomatis maka matriks yang dihasilkan dari image tersebut akan berukuran besar juga, sehingga untuk mengamatinya pun akan sangat sulit.

Pada citra samurai.jpg operasi erotion dan morphological opening, perbedaannya terlihat lebih jelas. Ini disebabkan ukuran gambar yang lebih kecil dan detil gambarnya lebih banyak. Untuk operasi-operasi lainnya pada image outputnya perbedaan dari bentuk binary imagenya sudah terlihat lebih jelas.

Image lainnya yang dilakukan uji coba adalah cell.jpg dan finger.jpg. Uji coba ini dilakukan adalah untuk membuktikan bahwa operasi-operasi yang ada pada Morphological Image Processing ini dapat digunakan untuk keperluan-keperluan medis atau pun kepolisian (bidang keamanan) yang kaitannya dengan pengolahan sebuah citra. Pada citra cell.jpg, dapat dilihat bahwa setelah proses erotion dilakukan, maka batasan-batasan dari cell tersebut akan tampak lebih tebal, ditandai dengan menebalnya piksel dengan warna hitam. Kemudian, terlihat pada operasi no. 9, yaitu dengan menggunakan fungsi 'remove' maka batasan-batsan dari tiap bentuk yang ada pada cell.jpg terlihat lebih jelas dan lebih mudah diteliti dibandingkan dengan citra aslinya. Kemudian untuk citra finger.jpg yang merupakan citra yang menampilkan sidik jari seseorang, dengan menggunakan operasi-operasi yang ada Morphological Image Processing yang ada pada program Matlab, kita dapat melihat secara lebih jelas bentuk-bentuk atau alur-alur yang ada pada sebuah sidik jari seseorang, dapat terlihat pada proses dilation, erotion dan juda thicken. Sehingga, diharapkan proses-proses Morphology yang digunakan dapat membantu pihak kepolisian untuk memastikan sidik jari sesorang atau hal-hal yang berkaitan dengan kejahatan yang meninggalkan bukti sidik jari.

3. Simpulan

Morphological Operation pada Binary Image adalah operasi yang mengolah bentuk dan ukuran dari suatu citra atau image. Operasi dasar ada pada Morphological Operation ada dua yaitu:

- 1) Dilation
- 2) Erosion

Kedua operasi tersebut merupakan operasi-operasi yang menggunakan dasar dari teori himpunan serta logical operation, karena dalam pengoperasiannya setiap piksel yang ada pada citra atau image akan ditampilkan sebagai nilai 0 dan 1. Kemudian, berdasarkan dua buah operasi, yaitu dilation dan erosion dapat dibangun operasi-operasi lain seperti:

- 1) Opening pada Binary Image (Morphological Opening)
- 2) Closing pada Binary Image (Morphological Closing)

Penggunaan Morphological Operation dapat digunakan dalam dunia kedokteran, contohnya untuk melihat lebih detil saraf-saraf manusia atau organ-organ yang kecil supaya terlihat lebih besar. Dapat digunakan untuk meneliti sidik jari dalam pada bidang keamanan (kepolisian).

4. Daftar Pustaka

[1] Gonzales, Rafael. *Digital Image Processing*. Education Pearson
 [2] www.matlabcentral.com