

**SEGMENTASI CITRA MENGGUNAKAN
*ANT COLONY OPTIMIZATION***



SKRIPSI

ditulis dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Sains Matematika

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2011
commit to user

PENGESAHAN

Skripsi ini dibimbing oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Wiharto, ST., M.Kom
NIP. 19750210 200801 1 005

Winita Sulandari, M.Si
NIP. 19780814 200501 2 002

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi pada

Hari : Kamis

Tanggal : 3 Maret 2011

Anggota Tim Penguji :

1. Titin Sri Martini, S.Si., M.Kom
NIP. 19750120 200812 2 001

1.

2. Irwan Susanto, DEA
NIP. 19710511 199512 1 001

2.

Disahkan oleh :

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret

Surakarta

Dekan

Ketua Jurusan Matematika

Prof. Drs. Sutarno, M.Sc, Ph.D
NIP. 19600809 198612 1 001

Drs. Sutrima, M.Si
NIP. 19661007 199302 1 001

commit to user

ABSTRAK

Setyo Wahyudi, 2011. **SEGMENTASI CITRA MENGGUNAKAN *ANT COLONY OPTIMIZATION***. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret.

Segmentasi citra merupakan proses pemisahan citra menjadi bagian-bagian atau obyek tersendiri. Dalam hal ini citra dibagi menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kriteria keserupaan tertentu seperti pengelompokan wilayah derajat keabuan suatu *pixel* dengan derajat keabuan *pixel-pixel* tetangganya yang memiliki derajat keabuan sama.

Ant Colony Optimization (ACO) dapat diterapkan dalam segmentasi citra dimana sistem koloni semut diterapkan pada gambar digital. Bidang homogen dari model asli digantikan oleh gambar *gray-level*. Semut meningkatkan gambarnya sendiri, dengan menguatkan tingkat *pheromone* di sekitar *pixel* dengan *gray-level* berbeda pada gambar tersebut.

Hasil percobaan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7, menerangkan bahwa hasil gambar untuk ukuran 100x100 *pixel* lebih optimum pada iterasi 20. Setelah iterasi tersebut, mulai terdapat kerusakan gambar yang berupa munculnya bintik-bintik.

Kata kunci: pengolahan citra, segmentasi citra, *Ant Colony Optimization*,

ABSTRACT

Setyo Wahyudi, 2011. **IMAGE SEGMENTATION USE ANT COLONY OPTIMIZATION**. The Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sebelas Maret University.

Image segmentation represents the process of image dissociation become partitions or separate object. This image is divided into the homogeneous regions based on certain similarity such as grey-level region of pixel subdividing where as its neighbors have same grey-level.

Ant Colony Optimization (ACO) can be applied in image segmentation where ant colony system is applied in image digital. The homogeneous of the original model is replaced by gray-level images. The ants evolve on the image itself, by reinforcing pheromone levels around pixels with different gray levels in this image.

The result from *Delphi 7* programming test, show that the image represented by 100x100 pixel is optimum for 20 iteration. And its will appear spots for the next iteration.

Keywords : image processing, image segmentation, *ant colony optimization*.

MOTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu akan ada kemudahan.

(QS. Al Insyirah : 6)

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya

(QS. Al Baqarah : 286)



commit to user

PERSEMBAHAN



Karya sederhana ini penulis persembahkan untuk

- Bapak (Alm) dan Ibu tercinta, atas doa, segala pengorbanan, motivasi, dan cinta yang tulus kepada penulis.
- Kakak-kakak tersayang, yang selalu menjadi suri tauladan bagi penulis.
 - Mas Istar, Hanung, Agus, Marno, Dwi, Tofa, Ali, Bakti kalian semua adalah sahabat sejati.

commit to user

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari akan keterbatasan yang dimiliki dan masih jauh dari kesempurnaan karena keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, kerjasama, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Wiharto, ST., M.Kom selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Winita Sulandari, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberi arahan dan motivasi kepada penulis dengan penuh kesabaran selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Teman-teman kuliah yang telah memberikan bantuan dan fasilitas sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan,
3. Serta semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
MOTO	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan	2
1.5 Manfaat Penulisan	2
BAB II LANDASAN TEORI	3
2.1 Tinjauan Pustaka	3
2.1.1 Citra	3
2.1.2 Pengolahan Citra	3
2.1.3 Segmentasi citra (<i>Image Segmentation</i>)	3
2.1.4 Ant Colony Optimization (ACO)	4
2.1.5 <i>Ant Colony Optimization</i> Pada Citra Digital	5
2.2 Kerangka Pemikiran	7
BAB III METODE PENELITIAN	8
BAB IV PEMBAHASAN	9
4.1 Inialisasi Input	9
4.2 Randomize Semut	9
4.3 Bobot Pheromone	10

commit to user

4.4	Proses <i>Update</i>	10
4.5	Penerapan Kasus.....	12
BAB V	PENUTUP.....	16
5.1	Kesimpulan	16
5.2	Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	18



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Nilai bobot pheromone	6
Gambar 2.2. Nilai $w(\Delta\theta)$. dimana satu semut bergerak dari arah selatan.....	6
Gambar 4.1. Skema pengolahan citra dengan ACO	7
Gambar 4.2. Gambar asli	13
Gambar 4.3. Hasil gambar setelah dilakukan uji beberapa iterasi	14
Gambar 4.4. Perbandingan histogram dari gambar 4.3.e.....	15



commit to user

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dengan berkembangnya teknologi digital, semakin banyak gambar digunakan sebagai sarana teknologi informasi. Gambar atau citra sangat mudah didapat dengan cara download di internet, pengambilan obyek dengan kamera, dan masih banyak lagi. Kadang gambar atau citra yang diperoleh tidak sesuai dengan yang diinginkan, sehingga perlu dilakukan pengolahan citra agar gambar digital sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Namun dalam memanipulasi gambar ini juga terdapat kesulitan, yaitu manipulasi gambar pada satu obyek saja tanpa mengubah obyek lain.

Segmentasi citra merupakan proses pemisahan citra menjadi bagian-bagian atau obyek tersendiri. Dalam hal ini citra dibagi menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kriteria keserupaan tertentu seperti pengelompokan wilayah derajat keabuan suatu *pixel* dengan derajat keabuan *pixel-pixel* tetangganya yang memiliki derajat keabuan sama [5]. Dalam menerapkan segmentasi citra terdapat beberapa algoritma. Salah satu algoritma yang digunakan adalah *Ant Colony Optimization* (ACO).

2.1.1. *Ant Colony Optimization* (ACO)

Ant Colony Optimization adalah suatu pendekatan *metaheuristic* untuk menyelesaikan masalah optimisasi kombinatorial yang sulit [5]. Seperti yang ditulis dalam paper Ramos [4] bahwa ACO juga dapat diterapkan pada gambar. Sistem koloni semut diterapkan pada gambar digital, di mana bidang homogen dari model asli digantikan oleh gambar *gray-level*. Semut meningkatkan gambarnya sendiri, dengan menguatkan tingkat *pheromone* di sekitar *pixel* dengan *gray-level* berbeda pada gambar tersebut. Dalam hal ini semut didistribusikan dalam gambar *gray-level*. Satu semut menempati satu titik dan bergerak pada titik-titik tetangga yang *adjacent* dengan titik tersebut untuk meningkatkan *pheromone* pada titik tersebut. Prosedur ACO adalah suatu pendukung yang baik

commit to user

untuk melakukan segmentasi citra. Di sini penulis tertarik dan ingin menerapkan segmentasi citra dengan ACO.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan permasalahan bagaimana implementasi pengolahan citra pada segmentasi citra menggunakan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO).

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada skripsi ini adalah,

- a. gambar atau citra yang digunakan adalah *gray-level image* dengan ukuran 100×100 *pixel*.
- b. format gambar adalah bitmap (.bmp).
- c. *image mask* berukuran 3×3 .
- d. pergerakan semut dimulai hanya satu arah saja.
- e. jumlah populasi semut tetap.

1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah dapat mengimplementasikan pengolahan citra pada segmentasi citra dengan algoritma ACO untuk menghasilkan gambar yang lebih optimum.

1.5. Manfaat Penulisan

Manfaat penulisan skripsi ini diharapkan dapat mengetahui aplikasi dan menambah wawasan tentang pengolahan citra gambar *gray-level* sesuai yang diinginkan dengan peningkatan derajat keabuan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Citra

Citra adalah suatu representasi, kemiripan atau imitasi dari suatu obyek atau benda. Citra dikelompokkan menjadi dua yaitu citra tampak dan citra tidak tampak. Contoh citra tampak seperti foto, gambar, lukisan, apa yang nampak pada monitor atau televisi, hologram dan lain-lain. Sedangkan contoh citra tak tampak seperti data gambar dalam file (citra digital). Di antara jenis-jenis citra tersebut hanya citra digital yang bisa diolah menggunakan komputer. Jika citra yang lain hendak diolah dalam komputer, maka harus diubah dahulu menjadi citra digital. Kegiatan mengubah citra fisik (non digital) menjadi citra digital disebut pencitraan (*Imaging*) [1].

2.1.2. Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah kegiatan memperbaiki kualitas citra menggunakan komputer. Inputnya adalah citra dan outputnya juga citra. Misal citra warnanya kurang tajam, kabur (*blurring*), mengandung *noise*, dan lain-lain, sehingga perlu ada pemrosesan untuk memperbaiki citra [4].

2.1.3. Segmentasi citra (*Image Segmentation*)

Segmentasi citra merupakan proses pemisahan citra menjadi bagian-bagian atau obyek tersendiri. Dalam hal ini citra dibagi menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kriteria keserupaan tertentu seperti pengelompokan wilayah derajat keabuan suatu pixel dengan derajat keabuan pixel-pixel tetangganya yang memiliki derajat keabuan sama [7].

2.1.4. *Ant Colony Optimization (ACO)*

Ant Colony Optimization adalah suatu pendekatan *metaheuristic* untuk menyelesaikan masalah optimisasi kombinatorial yang sulit. ACO terinspirasi dari jalur *pheromone* yang ditinggalkan oleh semut dan mengikuti perilaku semut yang menggunakan *pheromone* sebagai media komunikasi [5].

Secara alamiah koloni semut mampu menemukan jalur terpendek dalam perjalanan dari sarang ke tempat-tempat sumber makanan. Koloni semut dapat menemukan jalur terpendek antara sarang dan sumber makanan berdasarkan jejak kaki pada lintasan yang telah dilalui. Semut selalu meninggalkan cairan yang bernama *pheromone* pada tiap jejak kakinya. Semakin banyak semut yang melewati suatu lintasan maka akan semakin jelas bekas jejak kakinya, hal ini akan menyebabkan lintasan yang dilalui semut dalam jumlah sedikit semakin lama akan semakin berkurang kepadatan semut yang melewatinya, atau bahkan akan tidak dilewati sama sekali dan sebaliknya. Mengingat prinsip algoritma yang didasarkan pada perilaku koloni semut dalam menemukan jarak perjalanan paling pendek tersebut, Algoritma Semut sangat tepat digunakan untuk diterapkan dalam penyelesaian masalah optimasi, salah satunya adalah untuk menentukan jalur terpendek [5].

Algoritma ACO dibuat berdasarkan gagasan berikut :

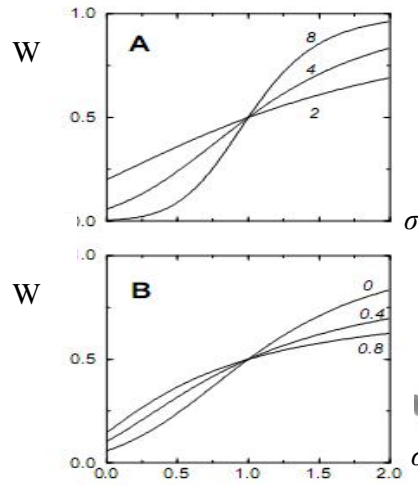
1. Setiap jalur yang dilalui oleh semut diasosiasikan dengan kandidat solusi dari suatu masalah.
2. Jika suatu semut mengikuti suatu jalur, jumlah *pheromone* pada jalur tersebut sebanding dengan kualitas kandidat solusi yang bersangkutan.
3. Jika suatu semut diharuskan untuk memilih antara dua jalur, jalur yang memiliki jumlah *pheromone* lebih banyak memiliki peluang lebih besar untuk dipilih semut tersebut.

2.1.5. *Ant Colony Optimization* Pada Citra Digital

Ant Colony Optimization telah dikembangkan pada citra digital. Semut didistribusikan ke dalam suatu gambar berukuran $N \times N$ pada gambar gray level 8 bit yaitu suatu gambar yang mempunyai nilai keabuan antara 0 sampai 255. Satu semut hanya menduduki satu pixel (titik) dan satu semut bergerak pada titik-titik yang *adjacent* dengannya serta menguatkan *pheromone* pada titik tersebut. Keberadaan semut dapat dinyatakan oleh posisi semut r , dan orientasi θ . Karena respon pada waktu yang diberikan diasumsikan independen dengan keadaan individu sebelumnya, hal ini cukup untuk menentukan transisi probabilitas dari satu tempat (r, θ) ke tempat berikutnya (r^*, θ^*) . Fungsi respon dapat efektif dengan dibawa ke dalam dua parameter transisi aturan antar titik-titik dengan menggunakan fungsi bobot *pheromone* yang dilambangkan dengan simbol $W(\sigma)$.

$$W(\sigma) = \left(1 + \frac{\sigma}{1 + \delta\sigma} \right)^\beta \quad (1)$$

Dimana σ adalah kepadatan *pheromone* yaitu jumlah *pheromone* yang terdapat pada titik keberadaan semut, β menggambarkan sensitivitas *osmotropotaxic* yaitu salah satu jenis alat pengolah informasi yang mengatur kecenderungan mengikuti *pheromone*. Nilai β yang besar menyebabkan komunitas lebih tertarik dengan *pheromone*, sedangkan untuk nilai yang kecil menyebabkan komunitas menelusuri jalan secara random. Untuk δ adalah *invers* dari kapasitas sensor yang artinya nilai penurunan kapasitas sensor. Dengan penurunan kapasitas sensor, semut akan lebih mudah untuk membuat jalan *pheromone*[2]. Grafik hubungan antara bobot *pheromone* $W(\sigma)$ dengan β dan δ disajikan pada Gambar 2.1.



(Sumber dari jurnal Chialvo D. " How swarms build cognitive maps ")

Gambar 2.1. Nilai bobot pheromone untuk grafik (A) $\delta=0.2$ dan β ditandai pada grafik tersebut dan untuk grafik (B) $\beta=4$ dan δ ditandai pada grafik tersebut

Di samping bobot *pheromone*, juga terdapat bobot faktor $w(\Delta\theta)$ dimana $\Delta\theta$ adalah perubahan arah setiap langkah. Bobot faktor $w(\Delta\theta)$ mengukur besar perbedaan arah pada arah sebelumnya, waktu terakhir semut menduduki. Besar arah ($\Delta\theta$) adalah kelipatan 45° yaitu $0^\circ, \pm 45^\circ, \pm 90^\circ, \pm 135^\circ, \pm 180^\circ$ dengan nilai $w(0^\circ) = 1, w(\pm 45^\circ) = 1/2, w(\pm 90^\circ) = 1/4, w(\pm 135^\circ) = 1/12, w(\pm 180^\circ) = 1/20$ [3]. Berikut gambar arah gerak semut dan nilai bobot faktornya dimana perjalanan semut dimulai ke arah utara

1/2	1	1/2
1/4	Ant	1/4
1/12	1/20	1/12

Gambar 2.2. Nilai $w(\Delta\theta)$. dimana satu semut bergerak dari arah selatan

Sehingga probablilitas transisi dari titik k ke titik i , dimana i merupakan delapan titik yang mengelilingi k adalah sebagai berikut

commit to user

$$P_{ik} = \frac{W(\sigma_i)w(\Delta\theta_i)}{\sum_{j/k} W(\sigma_j)w(\Delta\theta_j)}$$

dimana notasi j/k adalah jumlah semua titik j yang merupakan tetangga lokal titik k [6]. Nilai $W(\sigma_i)$ adalah nilai bobot faktor pada titik i dimana rumus bobot faktor terdapat pada persamaan (1).

Setiap waktu semut menempati sebuah titik, semut menambah sejumlah *pheromone* yang tetap sebesar η dan nilai dinamis $p\Delta_{gl}$ dimana p adalah konstan dan Δ_{gl} merupakan perbedaan antara median grey-level titik sebelumnya beserta tetangganya dengan titik dan tetangganya yang sekarang. Hal ini dirumuskan sebagai berikut

$$T = \eta + p \frac{\Delta_{gl}}{255}$$

dimana T adalah jumlah *pheromone* yang ditinggalkan semut ketika semut akan berpindah tempat. Kemudian setiap iterasi pada semua titik *pheromone* mengalami penguapan konstan sebesar K [6].

2.2. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan tinjauan pustaka, dapat disusun suatu kerangka pemikiran untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Penulis akan membawa *Ant Colony Optimization* (ACO) ke dalam segmentasi citra yaitu dengan menentukan bobot *pheromone* $W(\sigma)$ dimana σ digambarkan dalam citra sebagai nilai warna *pixel* kemudian menentukan probabilitas transisi (P_{ik}) dari titik k menuju titik-titik tetangga lokal i yang mengelilingi titik k dimana k adalah posisi awal semut bergerak dan i adalah titik tujuan semut bergerak. Langkah ini dilakukan dengan iterasi dan setiap iterasi akan meninggalkan jejak *pheromone* sebesar T tetapi jejak yang telah dilewati tersebut mengalami penguapan sebanyak K sehingga hasil *pheromone* yang baru pada tiap iterasi dibagi dengan K . Setelah iterasi berakhir, jumlah *pheromone* yang ditinggalkan semut pada titik tersebut, ditambahkan pada nilai keabuan citra asli. Segmentasi citra dengan ACO dapat diterapkan dengan banyak iterasi yang diinginkan untuk menghasilkan gambar yang optimum.

BAB III

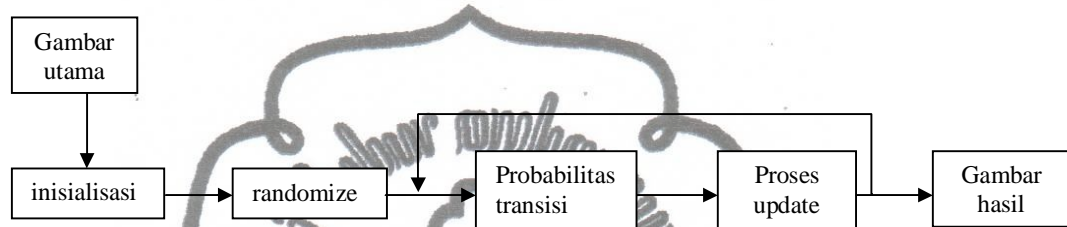
METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi adalah studi literatur. Keseluruhan bahan dalam penulisan skripsi diambil dari buku-buku referensi yang membahas berbagai pengetahuan yang berkaitan dengan persoalan yang dibahas dalam tulisan ini. Selain itu juga digunakan eksperimen komputer artinya komputer sebagai media untuk membuat dan mengevaluasi program komputer yang dibuat pada masalah tersebut. Bahasa yang digunakan adalah *Delphi 7.0*. Adapun langkah-langkah dalam pembahasan rumusan masalah adalah sebagai berikut,

1. menentukan gambar yang akan diolah
2. pengolahan gambar dengan algoritma ACO pada *pixel* yang ditentukan secara random
 - a. menentukan bobot *pheromone*
 - b. menentukan probabilitas transisi semut
 - c. menentukan besar *pheromone* yang ditinggalkan semut
3. menentukan nilai warna sehingga menghasilkan tingkat kecerahan gambar yang optimum.

BAB IV PEMBAHASAN

Dalam bab ini, pengolahan citra dengan Ant colony optimization (ACO) dilakukan pada gambar *grayscale* 8 bit dan pengoperasiannya dengan matriks berordo 3x3. Pengolahan gambar dilakukan dengan langkah-langkah gambar 4.1



Gambar 4.1. Skema pengolahan citra dengan ACO.

4.1 Inisialisasi Input

Setelah posisi *pixel* ditentukan, maka perlu inisialisasi kepadatan *pheromone* yaitu nilai warna pada *pixel* gambar. Kekuatan sensor, penambahan iterasi dan besar penguapan berupa konstanta. Inisialisasi ini berlaku untuk semua iterasi.

4.2 Randomize Semut.

Pada langkah ini, jumlah dan posisi titik *pixel* gambar ditentukan secara random dimana titik tersebut merupakan titik awal semut memulai perjalanannya. Setiap titik hanya ditempati maksimal satu semut saja. Berikut prosedur inisialisasi titik secara random dengan bahasa *Delphi 7*.

```

Procedure titikrandom;
var w,h,z,I,g : integer
    posisiX, posisiY: array of integer;

begin
w := FormCitra.Image.Picture.Width;
h := FormCitra.Image.Picture.Height;
setlength(posisiX, w*h);
setlength(posisiY, w*h);
z:= Round(0.30*w*h);
randomize;
i:=0;
  
```

commit to user

```

repeat
  i:=i+1;
  posisiX[i]:= random(w-2)+1;
  posisiY[i]:= random(h-2)+1;
  try
    for g:= 0 to i-1 do
      if (posisiX[i]=posisiX[g]) and (posisiY[i]=posisiY[g])
      then
        begin
          i:=i-1;
          break;
        end;
    finally end;
  until (i=z) ;
end;

```

4.3 Bobot Pheromone

Bobot *pheromone* digunakan untuk menentukan probabilitas langkah semut berpindah dari satu titik ke titik lainnya pada interaksi berikutnya.

Prosedur menentukan bobot *pheromone* adalah

```

Procedure bobot_pheromone(x,y:integer);
var x,y,w,h : integer;
    beta, delta : real;
    Ki : array of array of byte;
    Bp : array of array of real
begin
  w := FormCitra.Image.Picture.Width;
  h := FormCitra.Image.Picture.Height;

  SetLength(Ki, w, h);
  SetLength(bp, w, h);
  beta:= StrToFloat(edbeta.Text);
  delta := StrToFloat(eddelta.Text);

  bp[x,y]:= exp(beta*ln(1+(K2[x, y]/(1+(delta*K2[x,y])))));
end;

```

4.4 Proses Update

Setiap iterasi akan terjadi *update* pergerakan semut menuju titik lain berdasarkan nilai probabilitas transisi terbesar semut menuju titik tetangga. Semut tidak akan bergerak ke titik yang sudah ada semut lain dan mencari titik lain yang

commit to user

tidak ada semutnya. Semut akan meninggalkan jejak *pheromone* sebesar T yang mana akan menambah nilai kepadatan *pheromone* atau nilai keabuan pada titik yang ditinggalkannya. Jika semut tidak bergerak, maka semut tidak akan meninggalkan jejak *pheromone*. Prosedurnya adalah sebagai berikut

```

procedure update semut;
type mask= array [-1..1,-1..1] of real;
const bias: mask =
((0.5, 1, 0.5),
 (0.25, 0, 0.25),
 (0.0833, 0.05, 0.0833));

begin

w := FormCitra.Image.Picture.Width;
h := FormCitra.Image.Picture.Height;
if (FormCitra.Image.Picture.Bitmap.PixelFormat = pf8bit)
then
begin
SetLength(Ki, w, h);
SetLength(Ko, w, h);
SetLength(K2, w, h);
SetLength(bp, w, h);
SetLength(median, w*h, w*h);
SetLength(mx, w*h);
SetLength(my, w*h);
SetLength(K3, w, h);
SetLength(p, w, h);
SetLength(tambah, w, h);

ro := StrToFloat(edP.Text);
eta := StrToFloat(edeta.Text);
iterasi := StrToInt(editerasi.Text);
K:= StrToFloat(edK.Text);
for y := 0 to h-1 do
begin
PC := FormCitra.Image.Picture.Bitmap.ScanLine[y];
for x := 0 to w-1 do
begin
Ki[x, y] := PC[x];
K2[x, y] := PC[x];
K3[x,y]:=0;
end;
end;
titikrandom;
for i:=1 to z do
median[0,i]:=0;
for T:=1 to iterasi do
begin
for i:=1 to z do
begin
if (posisiX[i]<>0) and (posisiY[i]<>0) and

```

```

(posisiX[i]<>w) and (posisiY[i]<>h) then
begin
  bobot_pheromone(posisiX[i],posisiY[i]);
  carimedian;
  gl := abs(median [T,i]- median[T-1,i]);
  jumlah:=0;
  for a := -1 to 1 do
  for b := -1 to 1 do
    jumlah := jumlah+bp[posisiX[i]-a,posisiY[i]-b];
  if (jumlah<>0) then
  begin
    prob:=0;
    for a := -1 to 1 do
    for b := -1 to 1 do
    begin
    for j:=1 to z do
    begin
    if (mx[j]<>posisiX[i]-a) and (my[j]<>posisiY[i]-b)
then
      m:=bias[a,b]*bp[posisiX[i]-a,posisiY[i]-b]/jumlah;
    end;
    if (prob < m) then
    begin
      prob:=m;
      mx[i]:= posisiX[i]-a;
      my[i]:=posisiY[i]-b;
    end; end;
    if (mx[j]<>posisiX[i]) and (my[j]<>posisiY[i]) then
    begin
      tambah[posisiX[i],posisiY[i]] := eta +(ro*gl/255);
      K3[posisiX[i],posisiY[i]]:=
      K3[posisiX[i],posisiY[i]]+tambah[posisiX[i],posisiY[i]];
      posisiX[i]:=mx[i];
      posisiY[i]:=my[i]; end;
    end;
  end;
  end;
  end;
  for x := 1 to w-2 do
  for y :=1 to h-2 do
  begin
    K2[x,y]:= (K2[x,y]+K3[x,y])/(1+k);
  end;
  end;

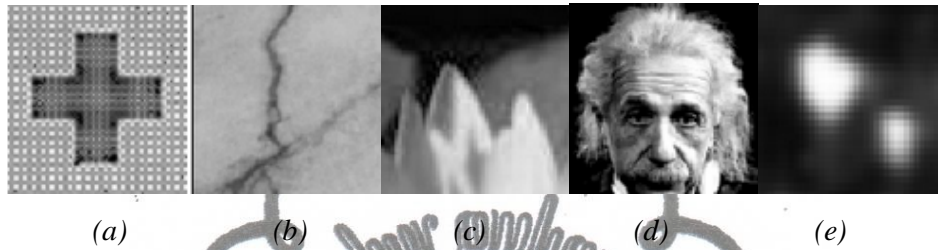
```

4.5 Penerapan Kasus

Teknik segmentasi citra dengan algoritma ACO diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman *Delphi 7*. Gambar utama berupa gambar *grayscale* 8 bit dengan ukuran 100x100 *pixel*. Kasus yang akan digunakan sebagai

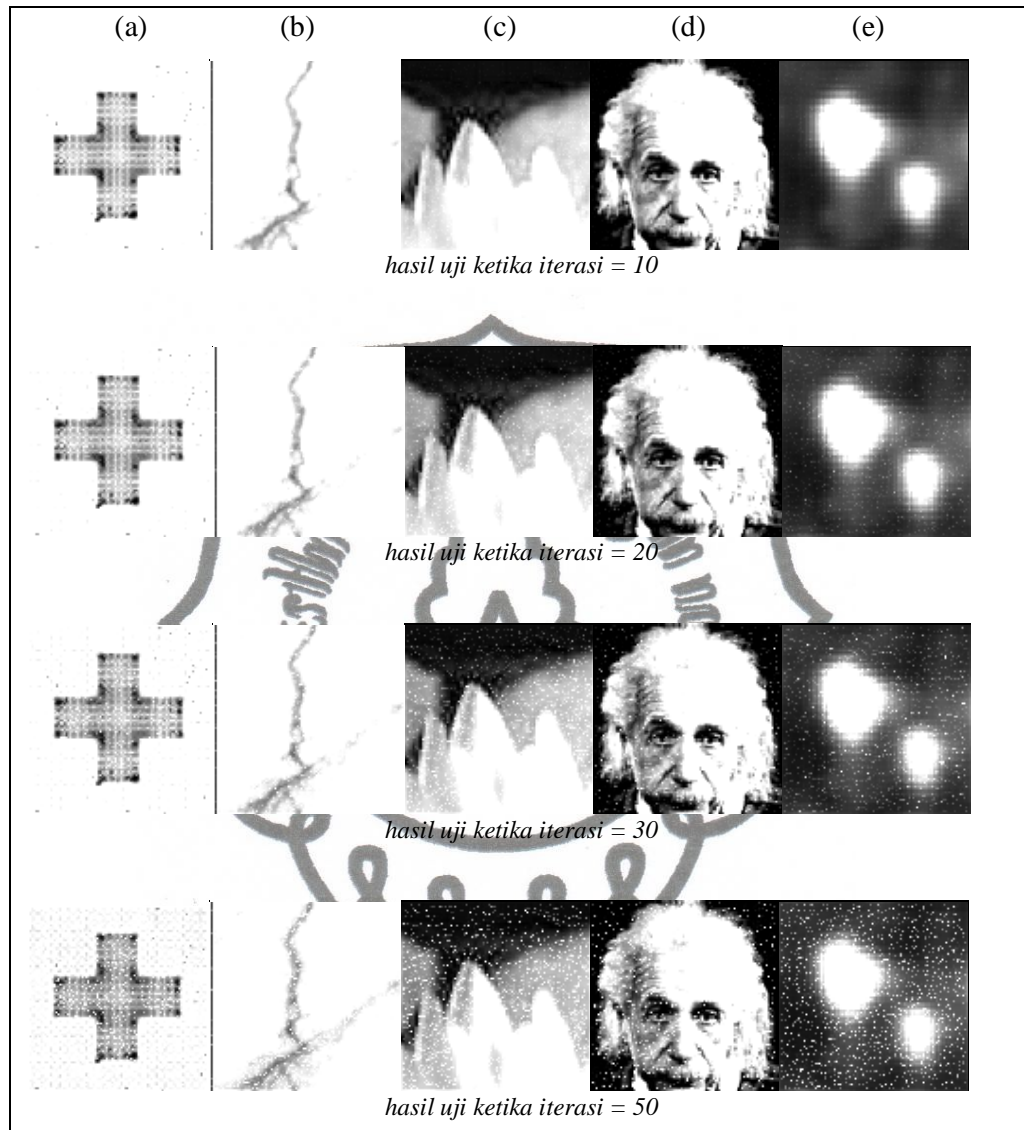
commit to user

contoh pada skripsi ini adalah menggunakan beberapa gambar yang berbeda dan akan diuji dengan beberapa iterasi yang berbeda pula. Berikut gambar-gambar yang akan diuji



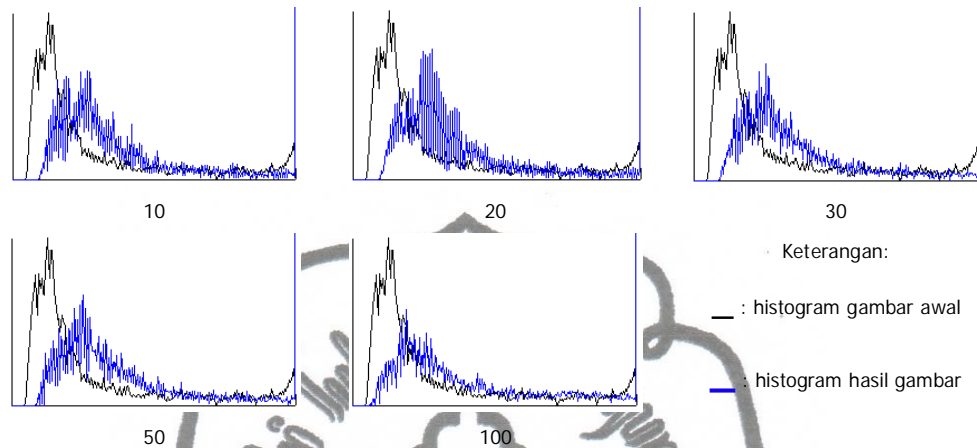
Gambar 4.2. Gambar asli

Kemudian pemberian inisialisasi untuk $\beta = 3.5$, $\delta = 0.5$, $\eta = 0.07$, $p = 1.5$ dan $k = 0.01$. Sedangkan nilai σ didasarkan pada nilai warna pada *pixel* tersebut. Jumlah populasi semut adalah 30% dari jumlah total *pixel* pada gambar tersebut. Kemudian dilakukan percobaan dengan iterasi 10, 20, 30 dan 50. Berikut hasil gambar yang diperoleh.



Gambar 4.3. Hasil gambar setelah dilakukan uji beberapa iterasi

Berikut histogram dari salah satu gambar yang diambil yaitu Gambar 4.2.e dengan beberapa iterasi.



Gambar 4.4. Perbandingan histogram dari gambar 4.3.e

Dilihat dari hasil Gambar 4.3 menunjukkan bahwa peningkatan warna gambar terlihat bagus ketika iterasi sampai ke 20 dan ketika iterasi di naikkan menjadi 30, gambar mulai muncul bintik-bintik dan ketika di naikkan menjadi 50 semakin jelas bintik-bintiknya. Selain itu, terjadi pergeseran nilai histogram sedikit demi sedikit pada tiap iterasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Algoritma ini bagus untuk gambar *grayscale* yang perbedaan intensitas warnanya terlalu jauh.
2. Hasil gambar optimum terjadi pada iterasi ke 20 dan untuk di atas iterasi tersebut, gambar mulai terdapat bintik-bintik.

5.2 Saran

Dalam skripsi ini, dikembangkan teknik segmentasi citra dengan ACO yang yang dibatasi menggunakan gambar *grayscale* 8 bit dan berukuran 100x100 *pixel* saja. Untuk lebih lanjut bisa dikembangkan untuk gambar *grayscale* dan gambar berwarna dan untuk gambar semua ukuran.