

Penerapan Teori Graf dan Graf Cut pada Teknik Pemisahan Objek Citra Digital

Rio Dwi Putra Perkasa 13515012
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
dwiputra.rio@gmail.com
13515012@std.stei.itb.ac.id

Abstraksi- Pada era digital seperti sekarang, perkembangan komputer sangat cepat, dan oleh karenanya beberapa hal bisa didigitalisasi dan digantikan pengerjaannya melalui komputer salah satunya adalah pemrosesan citra digital. Pemrosesan citra digital sangat berguna dalam berbagai bidang seperti bidang robotika, arsitektur, seni, dan perfilman. Komputer sendiri mengolah citra digital tersebut menggunakan beberapa teknik, salah satunya adalah pemisahan objek citra digital. Teknik ini berguna untuk komputer agar mengenali setiap objek yang ada di dalam sebuah citra digital. Dalam makalah kali ini, penulis akan membahas tentang penerapan teori graf pada pemrosesan citra digital.

Kata Kunci – Citra Digital, Pemrosesan, Graf

I. PENDAHULUAN

Citra digital merupakan gambar dua dimensi suatu objek yang ditampilkan oleh sebuah komputer atau sejenisnya. Keberadaan citra digital tidak terlepas dari perkembangan kamera saat ini. Dimulai dari kamera analog yang menangkap objek kemudian disimpan di dalam kertas film, hingga kamera digital yang bisa merepresentasikan gambar yang ditangkap menjadi objek diskrit berupa pixel-pixel yang menyusun foto digital. Perkembangan teknologi tidak berhenti sampai disitu saja. Penemuan kamera digital menjadi terobosan baru yang membuat dunia fotografi berkembang pesat, selain itu di bidang desain juga terkena dampak yang cukup signifikan.

Diawali dari pengambilan suatu gambar yang kemudian hanya disimpan dan tidak bisa diolah, sekarang setiap orang bisa untuk memanipulasi foto. Hal ini dikarenakan komputer bisa mengendalikan setiap elemen dari foto tersebut. Penggunaan graf yang membuat setiap pixel dari foto tersebut, bisa dimanipulasi.

Penggunaan teori graf pada citra digital mengakibatkan banyak teknik baru dalam pemrosesannya. Hal ini sangat membantu dan digunakan dalam beberapa hal seperti, bidang robotika, yang menggunakan pemrosesan citra digital untuk mendeteksi suatu objek

sehingga robot tersebut bisa membedakan antar benda. Pada bidang seni pemrosesan citra digital sangat sering digunakan, terutama dalam hal desain. Para desainer saat ini sudah banyak yang beralih ke software desain grafis, dikarenakan lebih banyak fitur yang bisa digunakan. Tidak hanya itu, pada bidang yang lain seperti Arsitektur, Perfilman, dan masih banyak lagi yang memanfaatkan pemrosesan gambar.

Dalam pemrosesan gambar sendiri, terdapat beberapa teknik yang digunakan yaitu, *Image Enhancement, Image Restoration, Color Image Processing, Wavelet and Multiresolution Processing, Image Compression, Morphological Processing, Image Segmentation*, dan *Object Recognition*.

Teknik *Image Segmentation* merupakan sebuah teknik yang akan memisahkan suatu objek dalam citra digital, seperti pemisahan antara objek dan latar belakangnya. Makalah ini akan membahas penerapan sederhana graf pada teknik *Image Segmentation* dalam sebuah citra digital.

II. KAJIAN TEORI GRAF

2.1 Graf

Teori graf merupakan suatu ilmu yang membahas tentang graf. Graf itu sendiri merupakan suatu sistem yang merepresentasikan objek diskrit dan hubungan antar objek tersebut. Graf tersusun atas dua himpunan yaitu Noktah (*Vertices*) dan Sisi (*Edge*), sehingga graf ditulis dalam notasi $G = (V, E)$, dimana V adalah himpunan tidak kosong.

2.2 Jenis-Jenis Graf

Graf memiliki berbagai macam jenis berdasarkan ada tidaknya sisi ganda, maka graf dibedakan menjadi graf sederhana yang tidak memiliki sisi ganda dan graf ganda yang memiliki sisi ganda.

Berdasarkan Arahnya maka graf dibedakan menjadi dua yaitu graf berarah, dan graf tak-berarah.

2.3 Terminologi Graf

Dalam graf terdapat beberapa istilah yang menyatakan objek dan hubungan antar objek di graf.

1. Bertetangga

Dua buah simpul dikatakan bertetangga apabila dihubungkan langsung dengan sebuah sisi. Dengan kata lain a bertetangga dengan b bila (a,b) merupakan sebuah sisi di dalam G .

2. Bersisian

Sebuah sisi akan dikatakan bersisian jika setiap ujungnya memiliki dua simpul. Jadi sisi $e = (a, b)$ dikatakan bersisian dengan a, b .

3. Derajat

Merupakan jumlah anak dari sebuah simpul, atau merupakan jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.

4. Lintasan

Lintasan merupakan garis pada graf yang selang-seling antara simpul dan sisi, tapi masih di dalam himpunan graf.

5. Simpul terpencil

Merupakan sebuah simpul yang tidak bertetangga, dan tidak ada sisi yang bersisian dengannya.

6. Graf Kosong

Graf kosong merupakan graf yang himpunan sisinya adalah himpunan kosong, sehingga masing-masing simpul tidak bisa terhubung.

7. Terhubung.

Dua buah simpul terhubung jika terdapat lintasan antara dua simpul tersebut.

8. Siklus atau sirkuit

Lintasan yang berawal dari suatu titik dan berakhir di titik yang sama.

9. Cut-Set

Himpunan sisi dari graf dimana jika himpunan tersebut dihapus dari graf, maka akan mengakibatkan graf tidak terhubung.

10. Graf Berbobot

Graf yang setiap sisinya memiliki nilai.

2.4 Graf Cut

Graf Cut adalah proses partisi suatu graf untuk memisahkan suatu objek dalam citra digital dengan objek lain. Graf Cut ini pada umumnya menggunakan teknik cut set dengan aturan-aturan tertentu.

Graf cut sering digunakan pada pemrosesan citra digital seperti Pemisahan objek dan lain sebagainya. Graf Cut pada dasarnya memanipulasi setiap elemen pada graf

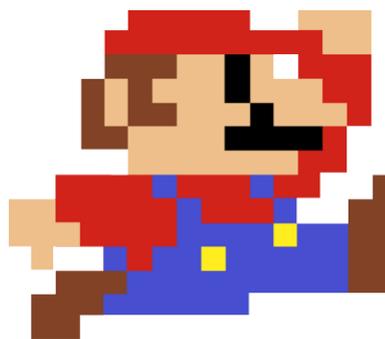
yaitu sisi dan simpul.

III. METODOLOGI

Dapat diketahui sebelumnya bahwa pemrosesan citra secara digital menggunakan teknik graf pada pixel-pixelnya. Disini penulis akan membuat sebuah permodelan graf yang merepresentasikan citra digital.

3.1 Citra Digital

Citra Digital yang ada saat ini diolah oleh komputer dalam bentuk pixel-pixel, komputer akan menyimpan informasi warna setiap pixel sehingga apabila semua pixel disatukan akan menghasilkan gambar yang diinginkan. Kejelasan gambar juga bergantung pada rapat pixel pada daerah tertentu.



Gambar 1 : Susunan pixel terhadap gambar oleh komputer

(Sumber: <http://www.officialpsds.com/images/thumbs/Super-Mario-Pixel-psd37077.png>)

Apabila di teliti lebih dekat maka penyusunan pixel akan terlihat seperti tabel 2D dengan ukuran setiap elemen sama, tetapi informasi yang disimpan berbeda. Seperti informasi warna yang dimiliki oleh sebuah pixel.

3.2 Ketentuan Graf

Pada makalah ini penulis akan membuat jenis graf yang sesuai dengan pemrosesan gambar, yaitu graf berbobot dan graf berarah, graf berbobot untuk mengetahui range dari warna setiap pixel sehingga bisa digunakan untuk penentuan pemotongan graf. Perlu diperhatikan bahwa disini bobot dari sisi graf bisa menjadi nol, dikarenakan bobot sisi dari graf ini didapatkan dari pengurangan nilai antara simpul awal dan simpul akhir. Nilai simpul itu sendiri merupakan nilai sebuah warna dalam RGB (0-255).

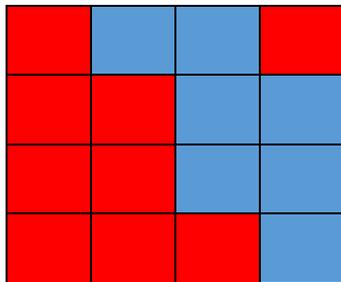
Graf juga merupakan graf berarah, hal ini dikarenakan graf merupakan susunan dari beberapa pixel atau simpul yang menyimpan informasi sehingga apabila semua pixel digabungkan maka akan terbentuk suatu citra

digital. Apabila simpul-simpul dari graf ini tidak mempunyai arah pasti atau pemasangan yang bebas maka tidak akan terbentuk suatu citra digital yang diinginkan, dikarenakan susunan informasi yang dimiliki pixel atau simpul tidak tertata dengan baik.

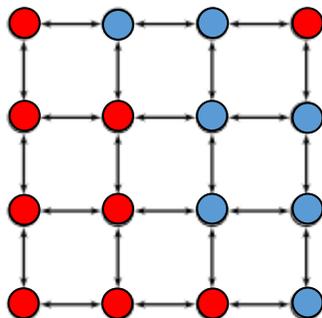
3.2 Pengaplikasian Graf

Disini penulis akan membuat sebuah graf yang merepresentasikan citra digital dengan memanfaatkan informasi pixel. Graf yang akan dibentuk merupakan graf berarah dan graf berbobot. Graf berarah digunakan untuk memastikan bahwa hubungan suatu pixel harus sesuai karena hal ini berpengaruh terhadap hasil gambar. Kemudian, graf berbobot digunakan untuk mengetahui besar perpindahan antar warna, yang akan digunakan untuk memisahkan suatu objek sesuai dengan besar bobot sisi graf. Disini penulis akan menggunakan sistem pewarnaan RGB.

Dibawah ini merupakan sampel potongan pixel-pixel yang menyusun suatu citra digital, dengan memanfaatkan konsep dual graf maka sekumpulan pixel akan terlihat seperti pada gambar 3.



Gambar 2. Potongan sebuah citra digital, untuk memperjelas pixel.



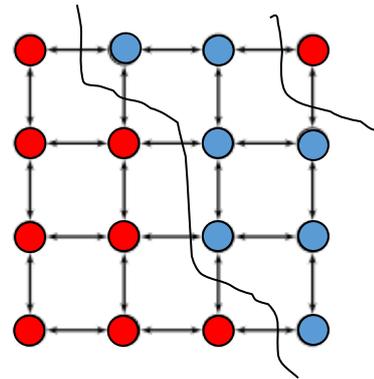
Gambar 3. bentuk graf dari contoh pixel yang diberikan. (sumber : Image Processing using Graphs Filip Malmberg)

Dari gambar diatas kita asumsikan bahwa hubungan

warna yang berbeda akan menghasilkan x dan hubungan warna yang sama akan menghasilkan nol ,sehingga terdapat perbedaan bobot dalam potongan gambar diatas.

Ide dasar dari pemisahan citra digital adalah dengan adanya perbedaan bobot dari suatu graf. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan maka graf akan di *cut* sesuai dengan tempat sisi yang mempunyai bobot tertentu, proses ini akan menghasilkan dua komponen graf terpisah yang merupakan objek yang berbeda.

Untuk saat ini hanya akan digunakan 2 warna yang solid, sehingga pemisahannya akan lebih mudah, nanti akan dibahas bagaimana menangani sebuah gambar dengan gradienya.



Gambar 4. Pemotongan graf dari contoh pixel yang diberikan.

(sumber : Image Processing using Graphs Filip Malmberg)

Pada pemotongan diatas terlihat bahwa pemotongan dilakukan pada sisi yang mempunyai nilai x, hal ini mengakibatkan terjadinya komponen-komponen graf yang nantinya bisa di proses lagi. Dengan cara ini juga, komputer bisa mengenali suatu objek dan membedakannya dengan objek yang lain.

3.3 Penanganan Warna Gradien

Tidak semua citra digital memiliki komposisi warna seperti contoh diatas, terkadang terdapat warna gradien yang merupakan satu warna tetapi berbeda informasi.

Apabila tetap menggunakan cara seperti yang pertama tentu akan sangat sulit. Dikarenakan sangat jarang terdapat dua warna yang sama bertetangga, sehingga perlu adanya suatu sistem baru untuk memroses pemisahan citra digital kali ini.

Ide dasar dari pemisahan gambarnya masih sama yaitu menandai semua sisi dengan bobot yang besar, tapi dikarenakan saat menghadapi gradient warna, nilai yang terdapat pada sisi graf akan sangat bervariasi, sehingga diperlukan adanya nilai pembatas, Algoritma untuk memisahkan graf yang memiliki warna gradient adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai pembatas, pada dasarnya nilai

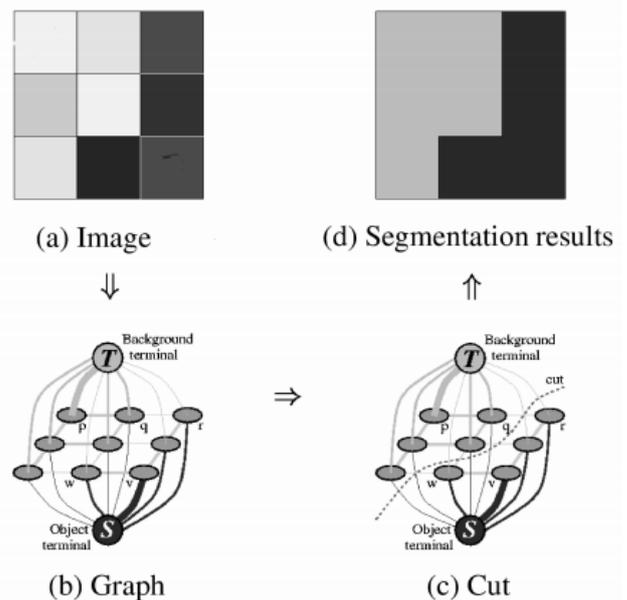
pembatas ini bisa berapapun tai untuk menjaga hasilnya, maka disarankan untuk memilih nilai pembatas sebagai nilai tengah antara dua simpul

2. Membandingkan semua hubungan antar simpul dan simpul lainnya dengan nilai pembatas, apabila lebih besar maka sisi yang menghubungkan di putus, apabila lebih kecil maka tetap.
3. Setelah rangkaian algoritma diatas maka didapatkan komponen graf yang terpisah sehingga bisa dibedakan sebuah objek dengan objek lainnya atau objek dengan latar belakangnya.

Cara lain yaitu menggunakan simpul perantara, Top (T), dan Shrink (S). kedua simpul ini memiliki informasi warna yang berlawanan (contoh hitam dan putih). Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

1. Pertama-tama semua simpul yang ada dihubungkan ke simpul perantara, kecuali simpul perantara itu sendiri tidak boleh berhubungan langsung.
2. Menentukan nilai pembatas, pada dasarnya nilai pembatas ini bisa berapapun tai untuk menjaga hasilnya, maka disarankan untuk memilih nilai pembatas sebagai nilai tengah antara dua simpul
3. Membandingkan semua hubungan antar simpul dan simpul perantara dengan nilai pembatas, apabila lebih besar maka sisi yang menghubungkan di putus, apabila lebih kecil maka tetap.
4. Setelah langkah diatas dilakukan maka akan terdapat cut set yang memisahkan daerah simpul T dan daerah simpul S
5. Hapus cut-set, sehingga akan menghasilkan 2 komponen graf yang sudah memiliki informasi sesuai simpul yang terhubung.

Sebagai ilustrasi pada gambar 5. Terdapat sampel yang terdiri dari beberapa gradient warna hitam kemudian dipisahkan



Gambar 5: Langkah-langkah pemisahan citra digital menggunakan simpul perantara (sumber: Anders P. Eriksson, Olof Barr and Kalle Astrom, Image Segmentation Using Minimal Graph Cut)

Setelah terpisah maka suatu objek dalam citra digital bisa dibedakan atau dikenali setelah dibandingkan dengan objek lain.

3.4 Tambahan

Teknik Pemisahan citra digital seperti diatas berguna untuk mengenali suatu objek dalam suatu citra digital, atau memisahkan suatu objek dengan latar belakang.

Teknik yang telah dibahas juga masih terbatas pada gradient dua warna sehingga apabila sudah mencapai citra digital yang kompleks maka diperlukan algoritma lain yang sesuai. Apabila tetap memakai cara diatas maka citra digital yang kompleks akan menjadi citra digital dua warna, dimana hal tersebut malah akan merusak kualitasnya.

Algoritma ini akan berguna jika dihadapkan dengan sebuah citra digital Hitam Putih, seperti kita tahu bahwa citra digital hitam putih, hanya memiliki dua warna yaitu hitam dan putih selebihnya merupakan komposisi warna pada masing-masing pixels.

V. KESIMPULAN

Teori graf sangat berguna dalam pemrosesan sebuah citra digital di dalam komputer, salah satunya adalah teknik pemisahan citra digital yang akan memisahkan gambar sehingga komputer bisa mengenali suatu objek dalam citra digital, maupun membedakannya dengan latar belakang. Tapi Algoritma yang sudah di paparkan hanya berlaku pada citra digital yang memiliki dua warna gradient, sehingga apabila ingin mengolah suatu citra digital yang kompleks maka diperlukan algoritma yang lebih kompleks lainnya.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya selama ini. Saya sangat bersyukur karena telah menyelesaikan makalah ini dengan baik. Tidak lupa saya ucapkan terima kasih kepada orang tua dan orang-orang di sekitar saya karena telah mendukung dan menyemangati pengerjaan makalah ini. Dan juga terima kasih kepada bapak Rinaldi dan Ibu Harlili selaku dosen matakuliah IF2120 yang telah membimbing saya selama satu semester ini.

REFERENSI

- [1] Rinaldi Munir, *Diktat Kuliah IF2120: Matematika Diskrit*. Bandung: Program Studi Teknik Informatika Sekolah Teknik Elektro dan Informatika Institut Teknologi Bandung, 2006
- [2] Basuki, Ahmad, dkk. 2005, *Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*, Graha Ilmu: Yogyakarta.
- [3] <https://romirpti.wordpress.com/2014/12/15/perkembangan-kamera-dari-zaman-dahulu-sampai-sekarang/> waktu akses 12/7/2016 pukul 8:41
- [4] <http://koneksiartikel.blogspot.co.id/2013/01/teknik-pengolahan-citra-digital.html> waktu akses 12/8/2016 pukul 15.38.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 9 Desember 2016

ttd



Rio Dwi Putra Perkasa
13515012