

Penggunaan Graf dalam Sistem *Face Recognition*

Yoga Adrian Saputra - 13513030
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
yoga.adrian@students.itb.ac.id

Abstrak ---- Graf merupakan salah satu pokok bahasan yang ada di dalam Mata Kuliah Matematika Diskrit. Graf adalah suatu tipe data yang memiliki 2 unsur yang sangat penting, yaitu *node*(simpul) dan *edge*(sisi). Variasi tipe data ini sangatlah beragam. Dengan menambahkan nilai pada setiap simpul dan pada setiap sisi dapat memberi banyak keuntungan. Salah satunya adalah dalam masalah *Pattern Matching* yang bisa digunakan dalam *face recognition*. Dengan mencocokkan bentuk graf pada wajah seseorang, kita bisa menentukan apakah kedua wajah tersebut sama atau tidak.

Kata Kunci ---- Bentuk Muka , *Face Recognition*, Graf , *Pattern Matching* .

I. PENDAHULUAN

Saat ini, banyak kejadian kriminalitas yang terjadi dimana-mana. Hal itu disebabkan karena kurang efektifnya sistem pengaman yang standar. Tentu saja hal ini dapat menyebabkan bermacam-macam dampak buruk pada setiap orang. Salah satunya adalah kerugian ekonomi. Untungnya perkembangan teknologi zaman ini sudah maju. Ada beberapa sistem pengaman yang sudah memakai organ pada tubuh kita sendiri. Organ pada kita yang umumnya berbeda dengan orang lain menyebabkan efektifitas sistem pengaman ini menjadi lebih baik. Salah satu sistem pengaman yang menggunakan organ pada tubuh kita sendiri adalah *Face Recognition*.

Face Recognition adalah sebuah sistem yang membaca bentuk muka seseorang dari suatu gambar digital atau video, lalu mencocokkan pada suatu bentuk muka yang dimiliki dalam database. Cara Pendekatan masalah ini biasa disebut dengan *Pattern Matching*. Sistem pengaman ini sudah banyak dipakai. Selain karena tingkat keamanan yang lebih tinggi, Pemeriksaannya tidak perlu ada interaksi langsung dari orang yang ingin diperiksa. Selain itu, sistem *Face Recognition* ini juga bisa mendeteksi dalam jarak yang cukup jauh. Hal ini sangat menguntungkan, terutama untuk pihak kepolisian. Dengan adanya hal ini, pelaku kriminal yang tertangkap oleh kamera pengawas, dapat diketahui identitasnya.



Gambar 1. Face Recognition System
(Sumber : www.microsyslimited.com diakses pada Rabu,10 Desember 2014 pukul 01.49)

Karena sistem ini yang sangat aplikatif, saat ini sistem *Face Recognition* tidak hanya digunakan pada bidang keamanan. Banyak software aplikasi yang menggunakan sistem ini pada bidang-bidang lain. Contohnya adalah software yang bisa memprediksi bagaimana wajah kita di suatu usia. Aplikasi yang menggunakan sistem ini banyak yang sedang berkembang, terutama aplikasi pada *Smart Phone*.

II. DASAR TEORI

A. Definisi Graf

Graf adalah suatu tipe data yang biasa digunakan dalam merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan yang terkait antara objek objek diskrit tersebut. Graf memiliki 2 unsur penting yang digunakan untuk merepresentasikan objek-objek tersebut dan hubungan objek-objek itu, yaitu *Node* (simpul) dan *Edge* (sisi). Maka dari itu, Graf didefinisikan sebagai himpunan yang terdiri dari simpul dan sisi.

Graf $G = (V,E)$ dimana:

V = himpunan tidak kosong dari simpul

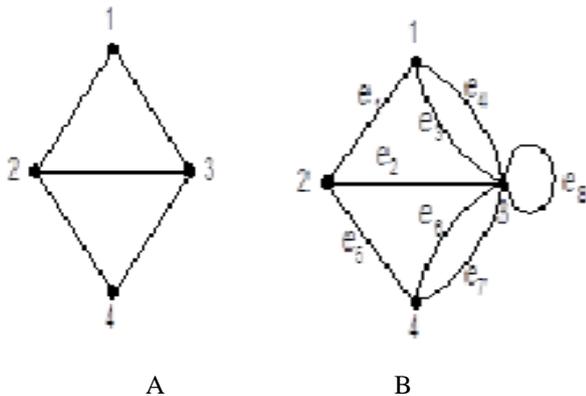
E = himpunan sisi yang menghubungkan sepasang simpul

Suatu Graf disebut kosong apabila tidak terdapat sisi dan minimal memiliki 1 simpul. Maka dari itu, agar dianggap sebagai graf, himpunan simpul tidak boleh kosong.

B. Jenis-Jenis Graf

Berdasarkan ada tidaknya gelang atau sisi ganda pada suatu graf

- Graf sederhana
Graf yang tidak mengandung gelang maupun sisi ganda
- Graf tak-sederhana
Graf yang mengandung sisi ganda atau gelang. Graf tak-sederhana juga dibagi menjadi 2 macam. Yaitu graf ganda dan graf semu. Graf ganda adalah graf yang memiliki sisi ganda. Sedangkan graf semu adalah graf yang memiliki gelang.

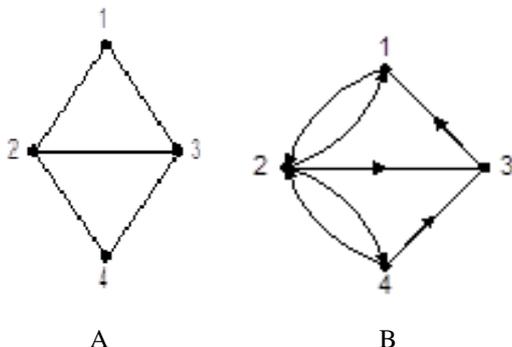


Gambar 2. A:Graf sederhana B: Graf tak-sederhana(graf ganda dan semu)
(Sumber :

[http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2014-2015/Graf%20\(2014\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2014-2015/Graf%20(2014).ppt) diakses pada Rabu,10 Desember 2014 pukul 10.10)

Berdasarkan orientasi arah pada sisi

- Graf tak-berarah
Graf yang orientasi sisinya tidak memiliki arah.
- Graf berarah
Graf yang orientasi sisinya memiliki arah. Yaitu arah kesalah satu simpulnya.



Gambar 3. A:Graf tak-berarah B: Graf berarah
(Sumber :

[http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2014-2015/Graf%20\(2014\).ppt](http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2014-2015/Graf%20(2014).ppt) diakses pada Rabu,10 Desember 2014 pukul 10.13)

C. Terminologi Graf

Berikut adalah Terminologi Graf yang mungkin dipakai dalam pembahasan dalam makalah ini.

1. Ketetanggaan
Dua buah simpul dikatakan bertetangga jika dua buah simpul itu dihubungkan dengan sebuah sisi secara langsung.
Dalam gambar 2A, simpul 1 dan simpul 2 dikatakan bertetangga.
2. Bersisian
Suatu sisi dikatakan bersisian dengan sebuah simpul apabila ada salah satu ujung sisi terletak pada simpul tersebut.
Dalam gambar 2B, sisi e_1 bersisian dengan simpul 1. Sekaligus juga bersisian dengan simpul 2.
3. Derajat
Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.
Dalam gambar 2A, derajat dari simpul 2 adalah 3. Sedangkan derajat dari simpul 1 adalah 2
4. Lintasan
Lintasan adalah jalan yang ditempuh dari simpul awal (v_0) hingga simpul tujuan (v_n) yang berbentuk barisan berselang seling simpul dan sisi $v_0, e_1, v_1, e_2, \dots, e_n, v_n$.
Pada Gambar 2B, salah satu lintasan dari simpul 1 ke simpul 4 memiliki barisan sisi (e_1, e_5)
5. Siklus
Lintasan yang memiliki simpul awal dan simpul tujuan yang sama.
Pada gambar 2A, lintasan yang melewati simpul 1, 2, 3, 1 adalah siklus
6. Terhubung
Dua simpul dikatakan terhubung apabila terdapat lintasan dari simpul pertama ke simpul kedua.
7. Graf Berbobot
Graf yang setiap sisinya memiliki suatu nilai.

D. Representasi Graf

Representasi Graf berguna untuk memasukkan data-data suatu graf kedalam komputer. Komputer tidak bisa membaca data dari sebuah bagan graf yang langsung berupa bermacam macam simpul lalu dihubungkan dengan sisi. Oleh karena representasi Graf ini sangat penting.

- Matriks Ketetanggaan
Yaitu Graf yang direpresentasikan dengan sebuah Matriks yang isi / nilainya merupakan pernyataan ketetanggaan.

$$A = [a_{ij}],$$

1, jika simpul i dan j bertetangga

$$a_{ij} = \{$$

0, jika simpul i dan j tidak bertetangga

- Matriks Bersisian
Yaitu Graf yang direpresentasikan dengan

sebuah Matriks yang isi / nilainya merupakan pernyataan kesisian.

$$A = [a_{ij}],$$

1, jika simpul i bersisian dengan sisi j

$$a_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{jika simpul } i \text{ tidak bersisian dengan sisi } j \end{cases}$$

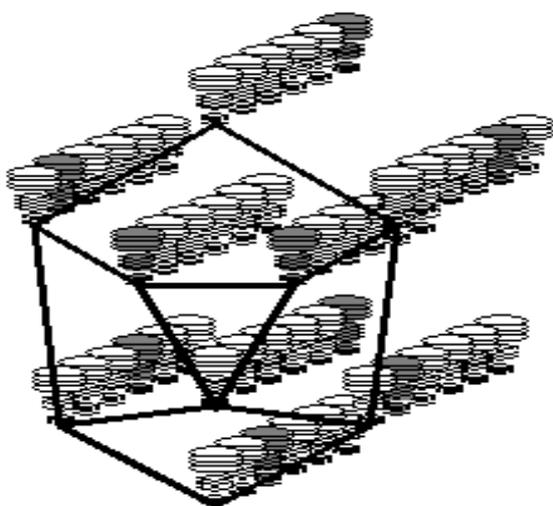
- Senarai Ketetanggan
Yaitu Graf yang direpresentasikan dengan senarai sepanjang jumlah simpul. Lalu isi setiap elemen senarai tersebut ialah pernyataan ketetanggan simpul ke-elemen dengan simpul lainnya.

E. Bentuk Data Lanjutan Graf

Seiring berkembangnya pengetahuan, hal-hal yang sudah kita ketahui bisa dikembangkan menjadi sesuatu yang lebih kompleks untuk menyelesaikan suatu permasalahan lain yang lebih kompleks. Hal ini juga berlaku dengan tipe data Graf. Berikut adalah Modifikasi tipe data Graf menjadi lebih kompleks untuk salah satu pembahasan pada makalah ini. Yaitu:

1. *Bunch Graph*

Tipe data ini seperti gabungan dari tipe data Graf itu sendiri dan Teori Himpunan. Graf biasa memiliki penamaan pada suatu simpul. Tapi seiring perkembangan ilmu pengetahuan, terkadang penamaan simpul itu sendiri bisa digunakan dalam proses *Pattern Matching* atau pencocokan pada label penamaan simpul. Lalu semakin berkembangnya ilmu pengetahuan, untuk melakukan proses pencocokan terhadap penamaan simpul graf bisa didapat sangat banyak kombinasi. Maka dari itu dibuat tipe data dengan setiap simpulnya adalah himpunan dari banyak elemen tertentu. Tipe data inilah yang disebut *Bunch Graph*.



face bunch graph

Gambar 4. Face Bunch Graph

(Sumber : <http://www.neuroinformatik.ruhr-uni->

bochum.de/PEOPLE/wiskott/Projects/BunchGraph.html

diakses pada Rabu, 10 Desember 2014 pukul 09.51)

Dari gambar tersebut bisa dilihat di kesembilan node tersebut memiliki 6 elemen. Elemen yang dipilih di tunjukkan dengan adanya penggelapan warna pada elemen tersebut.

Dengan adanya tipe data ini, kita bisa merepresentasikan graf dengan bentuk yang sama namun dengan memiliki 10077696 penamaan simpul yang berbeda.

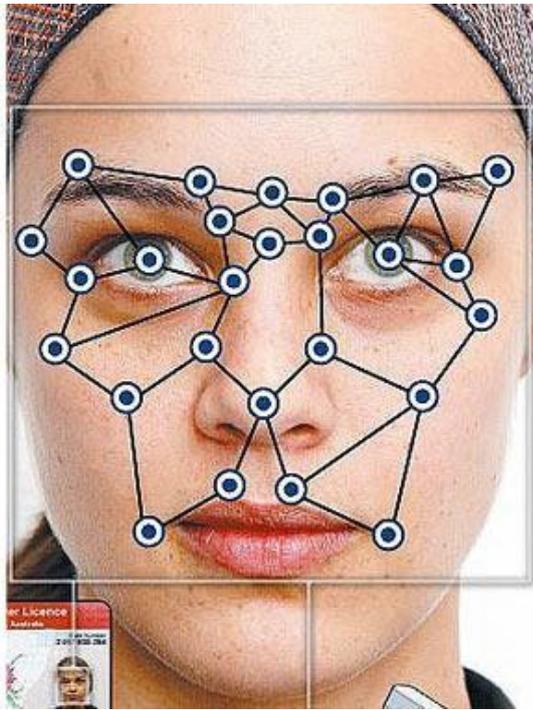
III. PENJELASAN

A. Metode Dasar Pengubahan Wajah pada Gambar Digital Menjadi Graf.

Gambar digital menjadi sumber dari pemrosesan *Face Recognition*. Dari sebuah gambar, bisa diketahui bagian mana yang disebut wajah, atau bahkan objek-objek pada wajah seperti mata, telinga, hidung, mulut, dan masih banyak lagi. Objek-objek tersebut bisa diketahui karena pencocokan *bitwise* dari bit-bit didalam gambar digital dengan bit-bit *sample* dari berbagai macam, sudut pandang wajah atau bahkan objek-objek dalam wajah.

Setelah diketahui objek objek yang terkait dengan wajah pada suatu gambar digital, maka mulai dibentuklah simpul-simpul berdasarkan objek objek yang telah terdeteksi. simpul simpul tersebut dibuat berdasarkan bagian bagian penting suatu objek pada wajah. Hal itu dilakukan karena wajah seseorang tidak bisa digambarkan dalam graf apabila hanya memiliki letak objek tersebut. Namun juga harus dapat merepresentasikan ukuran dari objek-objek tersebut. Penamaan suatu simpul juga ditentukan dari objek yang ditinjau.

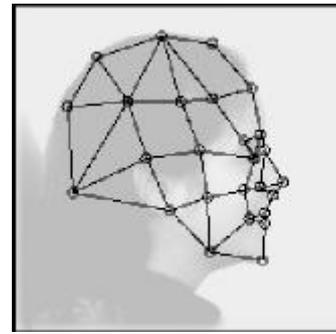
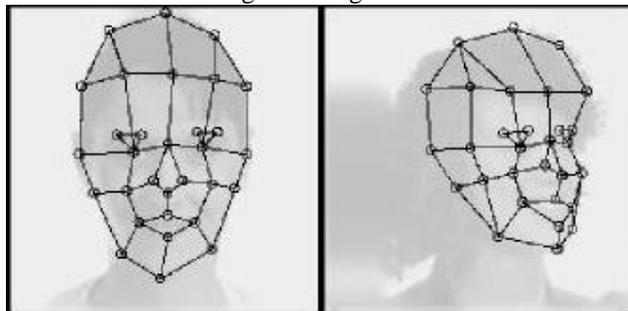
Kita belum bisa menganggap simpul simpul tersebut sebagai representasi wajah dalam suatu gambar digital. Walaupun kita sudah memiliki posisi setiap simpul atau objek wajah, kita tidak bisa membaca posisi itu lewat koordinat gambar digital. Diperlukan posisi suatu objek atau simpul dari sudut pandang simpul atau objek lain. Maka dari itu dibuatlah sisi yang menghubungkan simpul simpul tersebut. Sisi-sisi tersebut itu lah yang akan diberi nilai berupa jarak dari suatu simpul ke simpul lain, jarak dari suatu bagian objek ke bagian objek yang lain.



Gambar 5. Contoh Graf yang dibentuk dari gambar wajah dalam 2D.

(Sumber: keshavchinna.blogspot.com diakses pada Rabu, 10 Desember 2014 pukul 14.00)

Contoh diatas adalah *Face Recognition* pada 2D atau pada tampak depan. Setelah berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan, juga di ciptakan metode untuk merubah gambar wajah ke graf dalam 3D atau dari beberapa sudut penglihatan. Dalam metode merubah gambar ke graf dalam 3D, dibutuhkan beberapa gambar digital pada suatu objek yang sama pada beberapa sudut pandang. Metode itu dilakukan dengan cara menyimpan simpul tertentu dengan hasil konversi dari kode bitwise yang hampir sama dalam 2 gambar digital. Lalu melakukan penggabungan dari 2 atau lebih graf yang berasal dari 2 atau lebih gambar digital.



Gambar 6. Contoh Graf yang dibentuk dari gambar wajah dalam 3D.

(Sumber: <http://www.neuroinformatik.ruhr-uni-bochum.de/PEOPLE/wiskott/Projects/EGMFaceRecognition.html> diakses pada Rabu, 10 Desember 2014 pukul 15.20)

B. Proses Dasar Pencocokan Graf

Ketika sudah terbentuk Graf dari gambar digital, maka bentuk itu mudah kita rekayasa untuk suatu permasalahan. Dalam proses pencocokan Graf, graf bisa dibentuk menjadi sebuah data yang bisa dibaca lalu divalidasi dengan data data yang kita miliki di suatu database. Tentu saja proses validasi dengan penyesuaian skala, dan rotasi agar sudut pandang dalam melihat suatu graf menjadi identik.

C. Algoritma Lanjutan untuk Akurasi yang Lebih Baik

Setelah beberapa lama sistem *Face Recognition* menjadi terkenal. Ada yang menyadari bahwa ada banyak kelemahan yang ditemukan. Seperti saat diambil dengan intensitas cahaya yang tinggi maupun rendah. Atau gambar wajah seseorang diambil ketika dengan mimik wajah yang berbeda.

Setelah itu, banyak orang yang mencoba menemukan metode metode lain agar bisa mendapat tingkat akurasi yang lebih tinggi dan yang bisa mengantisipasi hal hal yang menyebabkan akurasi pembacaan wajah berkurang atau bahkan salah.

Berikut adalah algoritma yang ditemukan yang berguna agar tingkat akurasi pembacaan wajah lebih tinggi dan

- *Elastic Bunch Graph Matching*

Algoritma ini memakai tipe data *Bunch Graph* seperti yang sudah dijelaskan di Dasar Teori. Selain mengambil bagian objek sebagai penamaan node, kontur wajah, hubungan node dalam berbagai pose juga dimasukkan dalam elemen elemen node. Lalu dalam proses pencocokannya, dilakukan validasi pada nilai dalam sisi seperti metode dasar, juga dilakukan validasi pada setiap elemen node. Dengan melakukan perhitungan ,fungsi, dan persamaan yang kompleks, maka akan ditemukan tingkat kesamaan suatu graf gambar dengan graf database yang dimiliki

- *Eigenface*
Algoritma ini tidak lagi menggunakan Graf sebagai metode *Face Recognition*. Metode ini dilakukan dengan menggunakan kovarians matriks pada probabilitas distribusi. Dengan menurunkan resolusi pixel hingga menghilangkan faktor faktor yang menyebabkan adanya pengurangan akurasi pembacaan wajah seperti mimik wajah atau pencahayaan. lalu dalam proses pencocokannya, menggunakan kovarians matriks.

IV. KESIMPULAN

Pada awalnya sistem *Face Recognition* ini dibuat untuk bidang keamanan. Namun beberapa jenzang waktu setelah sistem ini ditemukan, muncullah ide-ide orang lain untuk menggunakan sistem ini sebagai suatu hal selain keamanan. Bahkan sudah banyak bidang keilmuan lain yang menggunakan sistem ini, lalu dikembangkan sesuai bidang keilmuannya untuk menyelesaikan suatu permasalahan baru. Maka bisa dibilang penemuan sistem *Face Recognition* adalah salah satu penemuan yang penting.

Teori Graf sebagai salah satu teori dasar yang menyebabkan ditemukannya sistem *Face Recognition* menjadi tanda bahwa penting bagi kita untuk mengerti hal-hal yang mendasar dalam sekitar kita.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama, penulis panjatkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, kerana telah diberikan rahmat – NYA agar dapat menyelesaikan makalah ini. Tidak lupa juga ucapan terimakasih kepada dosen yang memberi tugas ini sekaligus juga dosen yang telah mengajar mata kuliah Matematika Diskrit, Dr. Ir. Rinaldi Munir atas jasa beliau dengan rela mengajar dan membagikan ilmu pengetahuannya kepada penulis.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi, "Matematika Diskrit", Informatika, Bandung: 2010.
- [2] Turk, Matthew A and Pentland, Alex P. Face recognition using eigenfaces. Computer Vision and Pattern Recognition, 1991. Proceedings {CVPR'91.}, {IEEE} Computer Society Conference on 1991.
- [3] Wiskott, laurenz, Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching, 1999.
- [4] <http://www.neuroinformatik.ruhr-uni-bochum.de/PEOPLE/wiskott/Projects/EGMFaceRecognition.html>
- [5] <http://www.neuroinformatik.ruhr-uni-bochum.de/PEOPLE/wiskott/Projects/BunchGraph.html>
- [6] <http://stackoverflow.com/questions/4978630/how-do-facial-recognition-programs-work>
- [7] "Facial Recognition Applications". Anometrics. Retrieved 2008-06-04

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, 10 Desember 2014



Yoga Adrian Saputra - 13513030