JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

INSITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

# **USULAN TUGAS AKHIR**

# IDENTITAS PENGUSUL

Nama : **Yandri Ash Shiddieqy**

NRP : **5109100038**

Dosen Wali : **Isye Arieshanti, S.Kom., M.Phil.**

# JUDUL TUGAS AKHIR

**“Pengenalan Sidik Jari Dengan Sistem Fuzzy Automata”**

**“Fingerprint Recognition with Fuzzy Automata System”**

# URAIAN SINGKAT

Dalam kehidupan masyarakat yang modern, pengenalan target dan validasi identitas menjadi sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, contohnya saja di bidang keuangan, keamanan, jaringan dan lain-lain. Pengenalan target dan validasi identitas sangat tidak cocok jika menggunakan metode tradisional karena akan memperbesar resiko kesalahan dalam melakukan pengenalan target. Tetapi bagaimanapun juga pengenalan target berdasarkan fitur gambar menunjukkan prospek yang luas. Pada tugas akhir ini, pengenalan target yang diangkat adalah pendeteksian sidik jari. Pada pendeteksian sidik jari memiliki permasalahan seperti lingkungan sinyal yang rumit dan beberapa persyaratan dari kerahasiaan dalam komunikasi dan urusan militer, sehingga informasi fitur dari target memiliki karakter *fuzzy* yang terbatas. Contoh fitur disini adalah arah rotasi sidik jari, panjang, lebar, titik akhir serta percabangan dari bentuk sidik jari. Selain itu juga terdapat masalah dalam kecepatan dalam mengenal sidik jari dan tingkat kebenaran dari pengenalan itu sendiri. Hal tersebut menyulitkan pendeteksian sidik jari. Karena itu perlu dilakukan metode yang baru untuk pengenalan sidik jari agar memiliki hasil kebenaran yang lebih tinggi.

Metode sebelumnya digunakan algoritma *statistical* untuk melakukan pengenalan sidik jari. Metode ini dapat mengintegrasikan data baru dan data lama yang sudah diketahui. Tetapi metode ini memiliki kekurangan seperti kecilnya tingkat kebenaran dalam pengenalan sidik jari, lambatnya kecepatan proses dalam menghitung tingkat kebenaran sidik jari serta besarnya kapasitas memori yang dibutuhkan.

Untuk mendapatkan tingkat kebenaran pengenalan sidik jari yang lebih baik, pada tugas akhir ini menggunakan metode sistem *fuzzy automata*. Sistem kerja dari metode ini adalah gambar sidik jari akan dilakukan tahap pra-pengolahan gambar, ekstraksi fitur dan pencocokan dan pengenalan target menggunakan *fuzzy*. Tahap ini akan dilakukan secara berurutan agar tingkat kebenaran pengenalan sidik jari dapat lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini memiliki tingkat kebenaran pengenalan sidik jari yang lebih baik daripada metode sebelumnya yaitu algoritma *statistical* . Tugas akhir ini bertujuan untuk mendapatkan tingkat kebenaran pengenalan sidik jari yang lebih baik dengan menggunakan metode sistem *fuzzy automata* dan melakukan uji coba.

# PENDAHULUAN

**4.1 LATAR BELAKANG**

Pendeteksian sidik jari merupakan sistem pengenalan target terhadap gambar yang sudah dikenali sebelumnya. Untuk mendapatkan pencitraan suatu gambar dan pengenalan target yang lebih baik, yaitu dengan menggunakan sistem *fuzzy automata* untuk pengenalan target. Sistem ini terdiri dari tiga bagian yaitu pra-pengolahan suatu gambar, ekstraksi fitur dan pencocokan target.

Sistem *fuzzy automata* memiliki kelebihan dalam mendapatkan tingkat kebenaran pengenalan sidik jari seseorang. Meskipun kelebihannya sangat bermanfaat dalam pendeteksian sidik jari tetapi sistem *fuzzy automata* ini memiliki kekurangan yaitu sistemnya cukup rumit karena kita harus menentukan parameter pada pengaturan bobot sebelum melakukan bagian-bagian dari sistem *fuzzy automata*. Bagian-bagian ini adalah pra-pengolahan suatu gambar dimana terdiri dari tahap mengurangi *noise*, memperhalus suatu gambar, memperbaiki suatu gambar dan mendeteksi tepi. Bagian kedua dari sistem ini adalah ekstraksi fitur. Pada suatu gambar sidik jari seseorang, kita dapat melihat fitur bentuknya seperti panjang, tinggi, lebar serta percabangan atau titik akhir dari bentuk sidik jari seseorang tersebut. Hal seperti inilah yang akan dijadikan sebagai fitur-fitur yang nantinya akan dihitung tingkat kemiripannya dengan gambar yang dikenal. Sedangkan bagian terakhir adalah pencocokan target menggunakan *fuzzy*.

Pada simulasi yang dibahas pada , menunjukkan hasil pengenalan target dengan tingkat kemiripan yang sangat tinggi dengan persentase 94,59 %. Sedangkan pengenalan target menggunakan algoritma *statistical* hanya mencapai persentase 49,35 %. Maka sistem *fuzzy automata* ini akan dipakai untuk pendeteksian sidik jari.

## RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini dapat dipaparkan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *Wavelet threshold value*, *median filter* dan operator *Susan* untuk pra-pengolahansuatu gambar?
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma operator *Susan* dan filter *Gabor* untuk ekstraksi fitur?
3. Bagaimana mengimplementasikan algoritma *fuzzy automata* untuk pencocokan dan pengenalan target?
4. Bagaimana cara menyusun uji coba yang sesuai dengan performa pendeteksian sidik jari dengan sistem *fuzzy automata*?

# 4.3 BATASAN MASALAH

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini memiliki beberapa batasan, diantaranya sebagai berikut:

1. Sistem perangkat lunak dibangun dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB 7.6.0.
2. Kumpulan data yang digunakan adalah FCV2004 .
3. Aplikasi berbasis desktop.

# TUJUAN DAN MANFAAT

Tugas akhir ini memiliki tujuan yang rinciannya dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Mendesain dan merancang sistem perangkat lunak yang mampu melakukan pra-pengolahansuatu gambar dengan menggunakan algoritma *Wavelet* dua dimensi dan operator *Canny*.
2. Mendesain dan merancang sistem perangkat lunak yang mampu melakukan ekstraksi fitur dengan menggunakan algoritma operator *Susan* dan filter *Gabor*.
3. Mendesain dan merancang sistem perangkat lunak yang mampu melakukan pencocokan dan pengenalan target dengan menggunakan algoritma *fuzzy automata*.

# TINJAUAN PUSTAKA

## DATASET FVC2004

Pendeteksian sidik jari ini akan menggunakan dataset FVC2004. Data ini terdiri dari 4 database yaitu DB1, DB2, DB3 dan DB4. Yang membedakan keempat database ini hanyalah cara mengambil sidik jari seseorang, seperti DB1 menggunakan sensor optik “V300” oleh CrossMatch, DB2 menggunakan sensor optik “U.are.U 4000” oleh Digital Persona, DB3 menggunakan sensor panas tubuh “FingerChip FCD4B14CB” oleh Atmel dan DB4 menggunakan *synthetic fingerprint generation* . Tetapi untuk dataset pendeteksian sidik jari ini tidak mempermasalahkan gambar sidik jari itu diambil menggunakan alat apa melainkan mencocokkan fitur suatu gambar dengan gambar yang sudah dikenali.

Pada masing-masing database terdiri dari 10 jenis sidik jari dimana tiap sidik jari memiliki 8 perilaku saat pengambilan sidik jari. Perilaku ini seperti posisi sidik jari sedikit miring dari posisi awalnya yaitu vertikal, penekanan sidik jari ke alat sensor, rotasi dari jari, dan lain-lain. Perilaku inilah yang akan membedakan suatu sidik jari yang akan dikenali dengan sidik jari yang sudah dikenali walaupun sidik jari itu berasal dari satu orang.

Dengan banyaknya perilaku saat pengambilan sidik jari seseorang ini akan mempermudah saat melakukan uji coba pendeteksian sidik jari. Jumlah gambar sidik jari di dataset ini 320 gambar, dimana memiliki 4 folder (DB1, DB2, DB3 dan DB4) dan tiap folder memiliki 80 gambar.

## Wavelet Threshold Value Denoising

Metode *wavelet threshold value denoising* bertujuan untuk mengurangi *noise.* Metode ini berhubungan dengan setiap koefisien layer dari *wavelet* yang diuraikan (*decomposed wavelet*), dimana koefisien-koefisien ini lebih besar atau lebih kecil daripada beberapa nilai ambang (*threshold value*), kemudian menggunakan koefisien *wavelet* yang diproses untuk mengatur ulang gambar yang akan dihilangkan *noise*-nya.

## Wavelet Dua Dimensi

*Wavelet* dua dimensi merupakan perluasan dari wavelet satu dimension. Metode ini dibutuhkan untuk analisis komputasional pada konten suatu gambar. *Wavelet* dua dimensi dapat mengatasi beberapa masalah. Contoh penggunaan *wavelet* dua dimensi adalah mengurangi *noise*, forensik digital dan untuk memperhalus suatu gambar .

Formula untuk *wavelet* dua dimensi ini seperti Persamaan (1) di bawah ini:

(1)

Keterangan:

: *mother wavelet* dua dimensi

Jika untuk pengolahan gambar, formula *wavelet* dua dimensi ini seperti Persamaan (2) di bawah ini:

(2)

Keterangan:

adalah sinyal dua dimensi.

## Median Filter

Pada pra-pengolahan suatu gambar, sering kali dibutuhkan pengurangan *noise* pada suatu gambar. Metode *median filter* adalah teknik penyaringan *noise* yang bersifat bukan linier. Pengurangan *noise* adalah langkah pra-pengolahan untuk memperbaiki hasil dari pengolahan nantinya, seperti pendeteksian tepi. Metode *median filter* sangat banyak digunakan pada pengolahan gambar digital karena metode ini menjaga tepi pada saat menghilangkan *noise*.

**5.5 2D wavelet decomposition**

Metode *2D wavelet decomposition* bertujuan untuk menghilangkan efek pencahayaan yang tidak rata pada suatu gambar serta mengurangi *noise*. Metode ini cukup baik untuk memperjelas karakteristik dari suatu gambar. Cara kerja dari metode ini adalah dengan menguraikan gambar menjadi komponen-komponen yang berbeda dan memiliki ukuran, posisi dan arah yang berbeda. Kemudian mengubah ukuran dari beberapa koefisien pada daerah *wavelet transform* sebelum melakukan *inverse transform*. Sehingga beberapa komponen yang dibutuhkan dapat diperbesar dan komponen yang tidak dibutuhkan dapat dikurangi. Setelah gambar diuraikan dengan *wavelet* dua dimensi, bentuk garis dari suatu gambar menunjukkan bagian frekuensi rendah dari gambar, sedangkan *detail* menunjukkan bagian frekuensi yang tinggi. Sehingga untuk melakukan tahap perbaikan suatu gambar akan dilakukan peningkatan koefisien frekuensi rendah dari penguraian dan mengurangi koefisien frekuensi tinggi [1].

## Susan Operator

Metode *susan operator* bertujuan untuk mendeteksi tepi. Algoritma ini biasanya dari mengambil suatu gambar dan menggunakan *window* yang telah ditentukan berpusat pada setiap piksel dari gambar. Lalu menerapkan kumpulan peraturan yang bersifat lokal untuk memberikan sebuah tepi respon. Respon ini kemudian diproses sebagai output dari kumpulan tepi-tepi .

## Gabor Filter

*Gabor filter* adalah operator yang baik untuk segmentasi tekstur. Operator ini juga dapat digunakan untuk ekstraksi fitur. *Gabor filter* memiliki sifat lokalisasi yang optimal pada domain frekuensi dan spasial. *Gabor filter* sukses pada beberapa aplikasi seperti segmentasi tekstur, deteksi tekstur, pengenalan karakter, pendeteksian sidik jari, pendeteksian wajah seseorang dan deteksi tepi.

## Sistem fuzzy automata

Sistem *fuzzy automata* dapat digunakan untuk pengenalan target dan validasi identitas. Pada pengenalan target, sistem *fuzzy automata* memiliki serangkaian tahap untuk melakukannya. Tahap itu adalah pra-pengolahan gambar, ekstraksi fitur dan pencocokan *fuzzy*. Pada serangkaian ini bobot tiap layer per tahap harus diatur sebelum melakukan tahap selanjutnya. Bobot tiap layer ini memiliki nilai antara 0 sampai 1 . Penjelasannya akan digambarkan pada Gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Sistem *fuzzy automata* untuk pengenalan target

## MATLAB

MATLAB adalah bahasa tingkat tinggi dan interaktif untuk pemrograman dan perhitungan numerik visualisasi. MATLAB dapat mengembangkan algoritma, menganalisa data dan membuat aplikasi . Selain itu, MATLAB dapat juga digunakan untuk pemrosesan sinyal, gambar dan video, pengujian dan pengukuran serta komputasi keuangan.

# METODOLOGI



Gambar 2. Diagram alir sistem *fuzzy automata* untuk pendeteksian sidik jari pada saat *training*



Gambar 3. Diagram alir sistem *fuzzy automata* untuk pendeteksian sidik jari pada saat percobaan



Gambar 4. Diagram alir menghitung *recognation rate*

Gambar 2 dan Gambar 3 merupakan gambar dari diagram alir sistem *fuzzy automata* untuk pendeteksian sidik jari pada *training* dan percobaan. Kedua diagram ini berbeda pada tahap menghitung tingkat kemiripan gambar target dan tidak adanya database pada percobaan. Pada *training*, tahap menghitung tingkat kemiripan tidak perlu dilakukan karena fitur-fitur ini akan disimpan di database untuk bahan uji coba gambar target.

Gambar 4 merupakan gambar diagram alir untuk menghitung *recognation rate*. Untuk menghitungnya, perlu dilakukan simulasi uji coba sebanyak *n* kali. Kemungkinan besar uji coba pada tugas akhir ini akan dilakukan sebanyak 600 kali agar nilai *recognation rate* yang dihasilkan akan lebih baik. Lalu jumlah dari *recognation rate* per-simulasinya nanti akan dibagi dengan jumlah simulasi.

## PRA-PENGOLAHAN SUATU GAMBAR

Sebelum melakukan tahap pra-pengolahan gambar, bobot *uhl* dari lapisan masukan harus diatur agar tahap pengolahan gambar dapat dilakukan dengan baik, dimana nilai bobot *uhl*bernilai diantara 0 sampai 1. Langkah untuk mengatur bobot *uhl* ini dengan cara mengatur data yang diambil dari *neuron* pada lapisan ini. Jika banyak informasi karakteristik lokal dari gambar maka nilai bobot *uhl*  akan ditambah. Sebaliknya, jika sedikit informasi karakteristik lokal maka nilai bobot akan dikurangi. Pada bobot *uhl*, *h* = 1,2,..., N menyatakan jumlah nilai masukan. Sedangkan l = 1,2,..., M menyatakan jumlah *neuron* pada lapisan pra-pengolahan. Maka jika pada waktu t, masukan pada lapisan pra-pengolahan adalah seperti Persamaan (3) di bawah ini:

(3)

Keterangan:

t : waktu

: *regulating constant*

: informasi data dari gambar masukan

Pra-pengolahan suatu gambar merupakan salah satu langkah yang akan digunakan untuk pendeteksian sidik jari. Tujuan dari pra-pengolahaan adalah untuk mempermudah melakukan langkah selanjutnya yaitu ekstraksi fitur dan pencocokan sidik jari. Pra-pengolahaan gambar ini menghilangkan *noise* pada gambar yang dapat mempersulit pada langkah ekstraksi fitur. Sehingga langkah ini sangat penting untuk melakukan langkah selanjutnya.

Pra-pengolahan gambar ini mempunyai beberapa tahap yang akan dilakukan sebelum tahap ekstraksi fitur pada pendeteksian sidik jari yang harus dilakukan berurutan tiap tahapnya, yaitu:

* 1. Mengurangi *noise*

Jika gambar mengalami kerusakan pada beberapa sisi, sebagai contoh suatu gambar yang kotor atau tekstur yang terpisah, maka kita butuh melakukan pemfilteran suatu gambar untuk mengurangi *noise.* Tahap ini sangat penting dilakukan agar pada hasil tahap ekstraksi fitur suatu gambar target lebih baik. Untuk mengurangi *noise,* pada pendeteksian sidik jari ini akan menggunakan metode *wavelet threshold value denoising*.

* 1. Memperhalus suatu gambar (*Smoothening the image*)

Setelah melakukan tahap mengurangi *noise*, maka akan dilakukan tahap memperhalus suatu gambar. Tujuan tahap ini dilakukan adalah untuk mengurangi *noise*. Pada , diberikan suatu gambar dengan *noise* dan pada tahap ini menggunakan analisis bentuk *wavelet* dua dimensi dan *median filter.* Sehingga menghasilkan efek memperhalus suatu gambar yang lebih baik.

* 1. Perbaikan suatu gambar (*Image enhancement*)

Tahap perbaikan suatu gambar sangat penting dilakukan sebelum kita memasuki tahap selanjutnya yaitu tahap ekstraksi fitur. Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan efek pencahayaan yang tidak rata pada suatu gambar serta mengurangi *noise* yang masih tersisa. Tahap perbaikan suatu gambar ini tidak akan menambah informasi pada suatu gambar tetapi membantu untuk menunjukkan karakteristik yang spesifik pada ekstraksi fitur. Sehingga untuk langkah selanjutnya tidak mengalami kesulitan untuk melakukan ekstraksi fitur. Pada pendeteksian sidik jari, tahap ini menggunakan metode *wavelet* dua dimensi penguraian.

* 1. Pendeteksian tepi dan lokalisasi

Tahap pendeteksian tepi dan lokalisasi akan digunakan setelah tahap mengurangi *noise*, memperhalus suatu gambar dan perbaikan suatu gambar. Ekstraksi tepi merupakan cara yang efektif untuk memperbaiki posisi dari gambar target. Tahap pendeteksian tepi akan digunakan metode operator *Susan*, dimana dapat mendeteksi tepi dari gambar yang lebih baik maupun pojok dan gangguan tepi.

## Ekstraksi Fitur

Sebelum melakukan tahap ekstraksi fitur, bobot dari antara lapisan pra-pengolahan dan lapisan ekstraksi fitur harus diatur agar tahap ekstraksi fitur dapat dilakukan dengan baik, dimana nilai bobot bernilai diantara 0 sampai 1. Langkah untuk mengatur bobot ini dengan cara mengatur data yang diambil dari *neuron* pada lapisan ini. Jika variansi dari karakteristik lebih kecil daripada nilai ambang yang sudah diberikan, maka nilai dari bobot ditambah. Sebaliknya, Jika variansi dari karakteristik lebih besar daripada nilai ambang yang sudah diberikan, maka nilai dari bobot akan dikurangi. Pada bobot , *l,p* = 1,2,..., M menyatakan jumlah *neuron* pada lapisan pra-pengolahan dan lapisan ekstraksi fitur. Maka jika pada waktu t, masukan pada lapisan ekstraksi fitur adalah seperti Persamaan (4) di bawah ini:

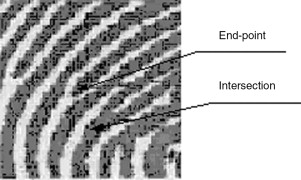
(4)

Keterangan:

t : waktu

: data keluaran dari lapisan pra-pengolahan

Tahap ekstraksi fitur bertujuan untuk melakukan ekstraksi fitur dari gambar yang sudah melakukan tahap pra-pengolahaansuatu gambar. Hasil dari pra-pengolahaan berupa tekstur gambar. Umumnya ekstraksi fitur dilakukan di pusat dari tekstur gambar karena memiliki banyak informasi dari tekstur seperti arah rotasi dari tekstur, panjang, titik akhir dan percabangan dari sidik jari. Salah satu contoh gambar dari titik akhir dan percabangan sidik jari akan ditampilkan seperti Gambar 5 .



Gambar 5. Titik akhir dan percabangan sidik jari

Ekstraksi fitur pada pendeteksian sidik jari akan dibagi menjadi dua yaitu ekstraksi titik akhir dan percabangan, dan yang kedua adalah ekstraksi fitur umum. Fitur umum terdiri dari fitur-fitur pada sidik jari selain titik akhir dan percabangan, seperti panjang, arah rotasi dari tekstur dan lain-lain. Metode yang akan digunakan untuk pendeteksian pojok ini adalah operator *Susan*. Ekstraksi fitur ini akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Ekstraksi fitur titik akhir dan percabangan

Untuk melakukan ekstraksi fitur titik akhir dan percabangan ini akan menggunakan metode operator *Susan*. Tetapi operator *Susan* ini tidak dapat membedakan titik akhir dan percabangan, sehingga akan digunakan operator *Susan* yang diimprovisasi. Operator *Susan* mendeteksi titik pojok tetapi tidak dapat membedakan titik tepi, kemudian dari titik itu akan dipakai sebagai pusat lingkaran O untuk melakukan kelompok dari *concentric circle rings*. Lingkaran itu akan diperiksa berdasarkan arah jarum jam untuk mengetahui berapa kali perubahan keabuan (*change of gray*). Jika perubahan keabuan lebih dari dua kali, maka titik itu disebut percabangan .

1. Ekstraksi fitur dari fitur umum

Segmentasi fitur dapat digunakan untuk ekstraksi fitur umum ini dan filter *Gabor* adalah operator yang cocok untuk segmentasi fitur. Persamaan fungsi *Gabor* dua dimensi seperti Persamaan (5):

(5)

Dan bentuk *Fourier*-nya adalah seperti Persamaan (6):

(6)

Persamaan (1) adalah hasil dari translasi fungsi *Gaussian* terhadap sumbu frekuensi. Kemudian menggunakan konvolusi dari fungsi *Gabor* g(x,y) dan tekstur gambar dua dimensi p(x,y), persamaannya seperti Persamaan (7):

(7)

Setelah itu akan digunakan filter *multicenter* *Gabor*  untuk melakukan analisis tekstur dengan mengasumsikan model matematika untuk setiap alur (*channel*). Persamaannya seperti Persamaan (8):

(8)

Keterangan:

: gambar masukan dari *channel*

: filter *Gabor* yang simetris

: filter *Gabor* tidak simetris

Untuk mendapatkan nilai dari dan maka akan digunakan persamaan konvolusi menggunakan *Fourier Transform*. Persamaannya seperti Persamaan (9) di bawah ini:

(9)

Keterangan:

: bentuk *Fourier Transform* dari gambar masukan dari *channel*

: bentuk *Fourier Transform* dari filter *Gabor* yang simetris

: bentuk *Fourier Transform* dari filter *Gabor* yang tidak simetris

Untuk mendapatkan nilai bentuk *Fourier Transform* dari filter *Gabor* yang simetris dan tidak simetris, maka akan digunakan Persamaan (10) dan (11) di bawah ini:

(10)

Dan

(11)

Pada algoritma ini, setiap filter *Gabor*  dan sesuai dengan frekuensi spasial dan arah yang diberikan. Informasi frekuensi dan arah diekstraksi untuk proses ekstraksi fitur dari gambar. Pada algoritma pendeteksian sidik jari, pusat frekuensi yang dipilih adalah kelipatan 2, seperti 2,4,8,16,32,64. Untuk setiap pusat frekuensi, empat sudut fase yang dipilih adalah ehingga ada 24 *channel* dari filter *Gabor*. Untuk hasil filter dari setiap *channel*, rata-rata dan variansi diekstrak sebagai fitur dari filter *Gabor*. Sehingga setiap gambar masukan, filter *multicenter Gabor* seperti Persamaan (8) akan mengekstraksi 48 fitur. Hasil simulasi menunjukkan bahwa ketika menggunakan semua 48 fitur atau menggunakan pusat frekuensi f = 2, 4, 8, 16, 32, maka tingkat kebenaran yang didapatkan adalah 93,8% [1].

**5.4 Pencocokan Dan Pengenalan Target Menggunakan Fuzzy**

Sebelum melakukan tahap ekstraksi fitur, bobot pada lapisan pencocokan *fuzzy* harus diatur agar pengidentifikasian target lebih baik, dimana nilai bobot bernilai diantara 0 sampai 1. Langkah untuk mengatur bobot ini dengan cara mengatur data yang diambil dari *neuron* pada lapisan ini. Jika nilai tingkat kemiripan lebih tinggi daripada nilai ambang, maka nilai bobot ditambah. Sebaliknya, jika nilai tingkat kemiripan lebih rendah daripada nilai ambang, maka nilai bobot dikurangi. Pada bobot , *p,q* = 1,2,..., M menyatakan jumlah nilai *neuron* pada lapisan ekstraksi fitur dan lapisan pencocokan target. Maka jika pada waktu *t*, masukan pada lapisan pencocokan *fuzzy* adalah seperti Persamaan (12) di bawah ini:

(12)

Keterangan:

*t* : waktu

: data keluaran pada lapisan ekstraksi fitur

Berdasarkan vektor karakteristik yang diekstraksi dari suatu gambar, maka akan dilakukan pengenalan target. Karena beberapa gambar mengalami kerumitan atau kabur, vektor karakteristik yang terdiri dari gambar-gambar yang bersifat kabur (*fuzzy)* memiliki karakteristik *fuzzy* sampai batas tertentu. Sehingga parameter karakteristik yang sudah diketahui, semuanya bernilai *fuzzy.* Begitu juga vektor karakteristik yang diketahui dan vektor karakteristik yang diekstrasi, semuanya bernilai vektor *fuzzy*. Oleh karena itu, akan digunakan *fuzzy automata* untuk pengenalan target.

Untuk melakukan algoritma *fuzzy automata*, maka diambil contoh dengan mengasumsikan terdapat *n* kategori dari gambar target. Kategori *i*th memiliki nilai padaparameter karakteristik *j*th. menyatakan angka *fuzzy* *m*th dari kategori target *i*th pada parameter karakteristik *j*th, dan adalah rata-rata. adalah observasi *fuzzy* dari target yang tidak diketahui pada parameter karakteristik *j*th dan adalah rata-rata, dimana *i* = 1,2,....,n *j* = 1,2,....,k dan *m* = 1,2,....,.

Pengenalan target disini menyatakan vektor observasi *fuzzy* terdiri dari angka *fuzzy* yang diobservasi dari target yang tidak diketahui digabung berdasarkan urutan vektor karakteristik dari kategori target yang diketahui. Vektor karakteristik terdiri dari angka *fuzzy* yang diketahui dimana angka ini paling mirip dengan vektor observasi *fuzzy* dari target yang tidak diketahui.

Asumsikan bahwa dan adalah fungsi keanggotaan dari dan . Persamaan untuk fungsi keanggotaan akan digunakan fungsi keanggotaan normal. Persamaan (13) dan (14) akan menjelaskan fungsi keanggotaan normal, sebagai berikut:

(13)

dan

(14)

Keterangan:

*u*  : faktor *fuzzy* yang berhubungan dengan atau

: tingkat *ductility* dari

: tingkat *ductility* dari

Untuk menentukan jenis dari target yang tidak diketahui, maka akan dilakukan langkah untuk memastikan tingkat kemiripan dari dan . Persamaan (15), (16) dan (17) akan digunakan untuk menghitung tingkat kemiripan, sebagai berikut:

(15)

Dimana

(16)

(17)

Persamaan (16) menyatakan inner product dari dan . Sedangkan Persamaan (17) menyatakan cross product.

Tetapi ketika dan maka tingkat kemiripan ini dapat diubah menjadi Persamaan (18) sebagai berikut:

(18)

Tingkat kemiripan inilah yang akan digunakan untuk pendeteksian sidik jari dan akan dinyatakan sebagai vektor kemiripan antara vektor *fuzzy* yang tidak diketahui dan vektor *fuzzy* dari *i*th kategori target. Persamaan (19) yang akan digunakan untuk menyatakan tingkat kemiripan seperti di bawah ini:

(19)

# JADWAL KEGIATAN

Tugas akhir ini diharapkan dapat dikerjakan menurut jadwal sebagai berikut:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Kegiatan** | **Bulan** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Februari 2013** | | | | **Maret 2013** | | | | **April 2013** | | | | **Mei 2013** | | | | **Juni 2013** | | | | **Juli 2013** | | | |
| 1. | Penyusunan Proposal Tugas Akhir |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2. | Studi Literatur |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. | Analisa dan Perancangan |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4. | Implementasi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5. | Pengujian dan Evaluasi |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6. | Penyusunan Buku Tugas Akhir |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# DAFTAR PUSTAKA

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Q.-E. Wu, X.-M. Pang dan Z.-Y. Han, “Fuzzy automata system with application to target recognition based on image pengolahan,” *Computers and Mathematics with Applications,* pp. 1267-1277, 2011. |
| [2] | The Biometric Systems Lab (University of Bologna), “FVC2004: the Third International Fingerprint Verification Competition,” [Online]. Available: http://bias.csr.unibo.it/fvc2004/databases.asp. [Diakses 6 Maret 2013]. |
| [3] | R. Maidstone, “Wavelets in a Two-Dimensional Context,” 2012. |
| [4] | S. Smith dan J. Brady, “SUSAN - A New Approach to Low Level Image Pengolahan,” 1995. |
| [5] | D. Zheng, Y. Zhao dan J. Wang, “FEATURES EXTRACTION USING A GABOR FILTER FAMILY,” 2004. |
| [6] | The MathWorks, Inc, MATLAB-The language of technical computing, 2012. [Online]. Available: http://www.mathworks.com. |