

A Review Paper: Sistem Identifikasi Berdasarkan Pengenalan Iris (*Iris Recognition*) dalam Pemrosesan Gambar Digital

Cynthia Diana Sinaulan^{1*}, Setyawan Widyarto²

¹ Program Studi Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur
cynthiadianasinaulan@gmail.com

²Centre for Graduate Studies, Universiti Selangor
swidyarto@gmail.com

Abstract:

With the advancement of technology digital image processing is increasing rapidly, it can make human life easier, and today many applications that can apply it, in a variety of fields. Image processing is an image processing technique that converts the input image into another image so that the output has better quality than the input image quality. The development of technology in daily life makes the emergence of the need to prove on the machine and system that an individual is the owner of the identity displayed by the machine and the system. The activity of opening the door, attendance, open the computer, to the document requires the verification that the activities carried out by the right people. The method that can be used to identify an individual's identity is by biometric identification. The use of biometric identification to help increase the security of a computer system to replace the use of a keyword or password that can be hacked. Iris recognition is one method of recognition systems biometric accurate, ideal and more stable on the eye and the iris of the human eye because the internal organs are protected by the cornea. In recent years, iris recognition is used for some field of active research such as, image acquisition, restoration, quality assessment, image compression, segmentation and others. This research utilizes the technology of digital image processing to build a system to identify based on iris recognition. Some of the shortcomings of this method are the users of glasses, contact lenses, veil, as well as alcohol drinkers.

Keywords: Digital image processing, biometric, iris recognition, identity recognition system

Abstrak:

Dengan kemajuan teknologi pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) yang semakin pesat, maka dapat mempermudah kehidupan manusia, dan dewasa ini banyak aplikasi yang dapat menerapkannya, dalam berbagai bidang. Pengolahan citra adalah teknik mengolah citra yang mentrasformasikan citra masukan menjadi citra lain agar keluaran memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan kualitas citra masukan. Perkembangan teknologi dalam kehidupan sehari-hari membuat timbulnya kebutuhan untuk membuktikan pada mesin dan sistem bahwa seorang individu ialah pemilik identitas yang ditampilkan oleh mesin dan sistem tersebut. Aktivitas membuka pintu, absensi, membuka komputer, hingga dokumen membutuhkan verifikasi bahwa kegiatan tersebut dilakukan oleh orang yang tepat. Metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi identitas seorang individu adalah dengan identifikasi biometrik. Penggunaan identifikasi biometrik membantu peningkatan keamanan sistem komputer dengan menggantikan penggunaan kata kunci (*password*) yang dapat diretas. *Iris recognition* (pengenalan iris) adalah salah satu metode sistem pengenalan biometrik yang akurat, ideal dan lebih stabil berdasarkan mata dan iris mata manusia karena organ internal yang terproteksi oleh kornea. Dalam beberapa tahun terakhir, pengenalan iris digunakan untuk beberapa bidang penelitian aktif seperti, akuisisi gambar, restorasi, penilaian kualitas, kompresi gambar, segmentasi dan lain-lain. Penelitian ini memanfaatkan teknologi pengolahan citra digital untuk membangun sebuah sistem untuk mengidentifikasi berdasarkan pengenalan iris (*Iris Recognition*). Beberapa kekurangan metode ini adalah pada pengguna kacamata, lensa kontak, atau cadar, serta pemimin alkohol.

Purpose: Untuk meningkatkan keakuratan dan ketepatan mengidentifikasi seseorang.

Background: The research background provides context to the information discussed throughout the paper.

Design/Methodology/Approach: This section should be coherent and relate with your type of paper in the title.

Results/Findings: The results section reports the findings of your study based upon the information gathered as a result of the design/methodology/approach you applied.

Conclusion and Implications: The conclusion is intended to highlight and help the reader understand why your research should matter to them and you may bold any novelties or significance.

Keywords: Pengolahan citra digital, biometrik, pengenalan iris, sistem pengenalan identitas.

1. Pendahuluan

Dengan kemajuan teknologi pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) yang semakin pesat, maka dapat mempermudah kehidupan manusia, dan dewasa ini banyak aplikasi yang dapat menerapkannya, dalam berbagai bidang. Pengolahan citra adalah teknik mengolah citra yang mentrasformasikan citra masukan menjadi citra lain agar keluaran memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan kualitas citra masukan. Pengolahan citra sangat bermanfaat, diantaranya adalah untuk meningkatkan kualitas citra, menghilangkan cacat pada citra, mengidentifikasi objek, penggabungan dengan bagian citra yang lain. Dengan memanfaatkan teknologi tersebut, maka diharapkan adanya suatu aplikasi yang dapat menangkap suatu obyek yang ada di depan kamera bisa mengidentifikasi jenis objek serta melakukan *tracking* objek secara *realtime*¹.

Perkembangan teknologi dalam kehidupan sehari-hari membuat timbulnya kebutuhan untuk membuktikan pada mesin dan sistem bahwa seorang individu ialah pemilik identitas yang ditampilkan oleh mesin dan sistem tersebut. Aktivitas membuka pintu, absensi, membuka komputer, hingga membuat dokumen, membutuhkan verifikasi bahwa kegiatan tersebut dilakukan oleh orang yang tepat. Kebutuhan ini dijawab dengan suatu metode identifikasi yang disebut identifikasi biometrik. Penggunaan identifikasi biometrik membantu peningkatan keamanan sistem komputer dengan menggantikan penggunaan kata kunci (*password*) yang dapat diretas².

Biometrik adalah cara popular untuk otentikasi, yang dianggap sebagai cara yang paling aman dan paling sulit untuk tujuan otentikasi³. Dimulai dengan pengenalan sidik jari beberapa dekade yang lalu, biometrik telah berevolusi selama bertahun-tahun untuk mencakup modalitas pengenalan lain yang memanfaatkan karakteristik unik dari bagian tubuh yang lain seperti wajah, pembuluh darah, dan sebagainya. Sebagian besar modalitas baru ini telah digunakan secara praktis. Salah satu yang terbaru adalah pengenalan iris⁴. Identifikasi iris dianggap merupakan salah satu metode identifikasi biometrik yang ideal dan lebih stabil karena iris adalah organ internal

yang terproteksi oleh kornea. Beberapa kekurangan metode ini ialah pada pengguna kacamata, lensa kontak, atau cadar, serta pemumin alkohol².

Berdasarkan hal tersebut, penulis akan membahas mengenai pemanfaatan pengolahan citra digital menggunakan biometrik iris untuk mengidentifikasi seseorang dengan judul Sistem Identifikasi Berdasarkan Pengenalan Iris (*Iris Recognition*) dalam Pemrosesan Gambar Digital.

1.1 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi identifikasi biometrik iris mata manusia menggunakan metode ANFIS-Minkowski dengan memanfaatkan *image processing* yang mampu memperbaiki tingkat akurasi identifikasi yang hanya dilakukan dengan metode ANFIS saja.

2. Landasan Teori

2.1 Pengolahan Citra

Pengolahan citra atau Image Processing adalah suatu sistem dimana proses dilakukan dengan masukan (*input*) berupa citra (*image*) dan hasilnya (*output*) juga berupa citra (*image*). Pada awalnya pengolahan citra ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra, namun dengan berkembangnya dunia komputasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya kapasitas dan kecepatan proses komputer, serta munculnya ilmu - ilmu komputer yang memungkinkan manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra maka *image processing* tidak dapat dilepaskan dengan bidang *computer vision*¹.

2.2 Citra Digital

Citra atau image adalah angka, dari segi estetika, citra atau gambar adalah kumpulan warna yang bisa terlihat indah, memiliki pola, berbentuk abstrak dan lain sebagainya. Citra dapat berupa foto udara, penampang lintang (*cross section*) dari suatu benda, gambar wajah, hasil tomografi otak dan lain sebagainya. Dari segi ilmiah,citra adalah gambar 3-dimensi (3D) dari suatu fungsi, biasanya intensitas warna sebagai fungsi spatial x dan y. Di komputer,

warna dapat dinyatakan, misalnya sebagai angka dalam bentuk skala RGB. Karena citra adalah angka, maka citra dapat diproses secara digital.

2.3 Identifikasi Biometrik

Identifikasi biometrik adalah metode pengukuran objektif atas karakteristik fisik tertentu dari seseorang. Data biometrik dari sekelompok orang bisa disimpan dalam sebuah bank data, dapat digunakan untuk verifikasi identitas orang dalam kelompok tersebut. Metode identifikasi biometrik yang telah banyak digunakan yaitu sidik jari, pengenalan wajah dan identifikasi iris².

Mekanisme penggunaan sistem biometrik dapat digambarkan dengan beberapa fase. Fase pertama yaitu fase pemasukan data (enrollment). Pada fase ini masukan akan diambil oleh sensor biometrik, yang mengambil data digital karakteristik anggota tubuh seseorang. Fase ini dilanjutkan dengan fase pencocokan dalam fase ini sekelompok data pembanding yang telah dimasukkan sebelumnya akan dicocokkan dengan identifikasi data yang dimasukkan pada fase pertama.

Pada fase pengenalan, bagian tubuh individu dibaca oleh pembaca biometrik dan dikonversi dalam bentuk digital, untuk diproses sebagai template. Selanjutnya, template ini dicocokkan dengan identifikasi individu yang disimpan dalam *database*, kartu magnetik, chip, atau media penyimpan lain.

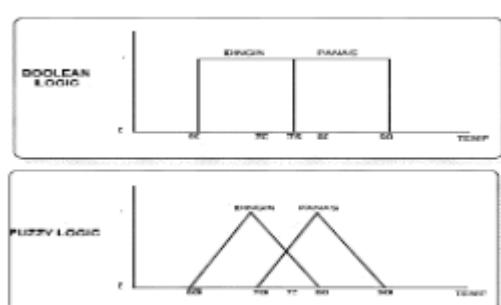
2.4 Pengenal Iris (*Iris Recognition*)

Pengenalan iris adalah teknologi identifikasi biometrik baru, karena kompasasinya yang dimengerti, secara

bertahap menjadi hotspot penelitian di lapangan. Iris adalah organ yang tergerai baik yang terlihat secara eksternal dan yang pola epigenetiknya [6] sangat unik dan tetap stabil di sebagian besar kehidupan seseorang. Individualitas dan stabilitasnya yang tinggi menjadikannya biometrik yang baik yang dapat digunakan untuk identifikasi. Pola unik ini dapat diekstraksi menggunakan teknik pemrosesan gambar yang digunakan pada gambar digital mata dan kemudian tanda dapat dikodekan ke dalam template biometrik yang nantinya dapat disimpan dalam database untuk perbandingan di masa mendatang. Pola biometrik biasanya dibuat menggunakan sejumlah jenis operasi numerik. Jika suatu entitas ingin dikenali oleh sistem, maka pertama gambar digital mata mereka pertama kali diproduksi, dan kemudian pola biometrik dibuat untuk daerah iris mereka. Template biometrik ini dibandingkan dengan semua templat lain yang sudah ada sebelumnya di folder menggunakan algoritma pencocokan tertentu untuk mendapatkan identifikasi individu⁵.

2.5 Logika Fuzzy

Sistem *Fuzzy* ditemukan pertama kali oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada pertengahan tahun 1960 di Universitas California. Sistem ini diciptakan karena logika Boolean tidak mempunyai ketelitian yang tinggi, hanya mempunyai logika 0 dan 1 saja⁵. Sehingga untuk membuat sistem yang mempunyai ketelitian yang tinggi maka kita tidak dapat menggunakan logika *boolean*. Dapat dilihat perbedaan logika *fuzzy* dan logika *boolean* pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbedaan Logika *Fuzzy* dan Logika *Boolean*

2.6 Adaptive Neuro Fuzzy Inference Sistem (ANFIS)

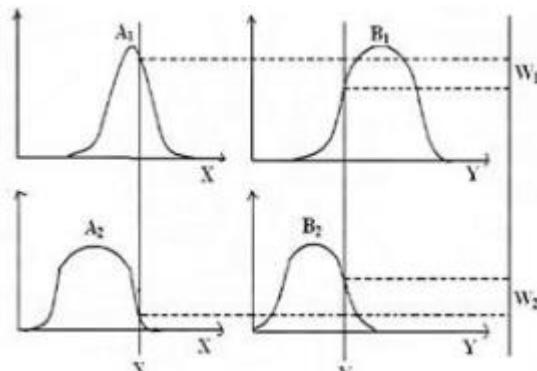
Adaptive Neuro Fuzzy Inference Sistem (ANFIS) adalah suatu jaringan kerja antara jaringan syaraf tiruan dengan sistem inferensi

Fuzzy (*Fuzzy Inference Sistem*) model Sugeno. Sistem ini disebut juga suatu kelas jaringan adaptif yang secara fungsional sama dengan sistem inferensi *Fuzzy* (FIS), atau disebut juga dengan *Adaptive Network-based Fuzzy Inference Sistem*. Arsitektur dan

prosedur pembelajaran yang ada pada jaringan adaptif adalah suatu bentuk unit jaringan yang secara keseluruhan

berdasarkan paradigma jaringan syaraf tiruan dengan kemampuan pembelajaran *supervised*. Sesuai dengan namanya jaringan adaptif adalah suatu struktur jaringan dari node-node yang berhubungan sebab akibat dalam satu jaringan membentuk suatu unit pemroses. Seluruh atau sebagian node-node tersebut dapat menyesuaikan diri, yaitu node-node keluarannya bergantung pada parameter yang dimodifikasi di tiap-tiap node⁵.

Aturan pembelajaran menunjukkan bahwa parameter-parameter tersebut dapat diperbarui untuk meminimalkan kesalahan pengukuran, yang secara matematik berupa perbedaan antara keluaran jaringan yang aktual dan perkiraan keluaran. Adapun mekanisme sistem inferensi *Fuzzy* model *Sugeno* dan arsitektur *ANFIS* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Inferensi *Fuzzy* model Sugeno

2.7 Kajian Literatur

Kajian literature merupakan *paper* yang berhubungan dengan penulisan ini yaitu

mengenai sistem identifikasi pengenalan iris (*iris recognition*) dalam pemrosesan gambar digital. Berikut data kajian literatur yang terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Kajian Literatur

No	Judul	Penulis, Tahun	Metode	Hasil
1	<i>Biometric Iris Recognition Based on Hybrid Technique</i>	Khattab M. Ali Alheeti, 2015	Wavelet dan Hybrid	Sistem pengenalan iris telah terbukti sangat efektif dalam melindungi informasi dan sumber daya dalam area aplikasi yang luas. Pendekatan ini mengarah pada kinerja tinggi dibandingkan dengan banyak sistem yang terpisah
2	<i>An Enhanced iris Recognition And Authentication System Using Energy Measure</i>	Habibah Adamu Biu, Rashid Husain dan Abubakar S. Magaji, 2018	Haar wavelet	Sistem menunjukkan 98% <i>True Acceptance Rate</i> dan 1% <i>False Rejection Rate</i> dan ini karena beberapa iris tidak ditangkap dengan benar selama fase akuisisi iris. Sistem ini diimplementasikan menggunakan <i>Database UBIRIS v.1</i>

3	Analisis Tekstur Pada Citra Iris Mata Menggunakan Algoritma <i>GRAY LEVEL CO-OCCURENCY MATRIX</i>	Asti Herliana dan Toni Arifin, 2019	Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)	Proses feature extraction pada citra iris mata dengan menggunakan metode Analisa tekstur GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix) dapat menghasilkan 18 atribut, dengan nilai yang beragam.
4	<i>Iris Recognition by Daugman's Method</i>	Miss. A. J. Dixit dan Mr. K. S. Kazi, 2018	Algoritma Daugman	50 gambar untuk percobaan dari 756 gambar dari basis data CASIA. Setelah kinerja karya eksperimental pengakuan Iris saya mendapat FAR sebagai 0%, FRR sebagai 1,04% dan RR sebagai 98,96%.
5	Identifikasi Iris Dengan <i>Snake Model-PSO</i> dan <i>GABOR 2-D</i>	I Gusti Ayu Agung Diatri Indradewi Program, 2018	Snake Model-PSO dan Gabor 2-D	Persentase FMR sebesar 3,6737% dan FNMR sebesar 4,2735% untuk database iris kiri. Persentase FMR dan FNMR untuk database iris kanan menghasilkan yang sama, yakni 0%. Unjuk kerja sistem berdasarkan akurasi keputusan menghasilkan persentase terbaik sebesar 91,0256% untuk database iris kiri dan 98,7179% untuk database iris kanan. Rata-rata waktu proses pada pendaftaran adalah 6,3109 detik, sedangkan pada identifikasi adalah 20,494 detik.
6	Implementasi Metode <i>ANFIS-MINKOWSKI</i> Untuk Identifikasi Biometrik Iris Mata Menggunakan <i>IMAGE PROCESSING</i>	Busro Akramul Umam, Sunaryo, Erni Yudaningtyas, 2016	ANFIS-Minkowski	Dari hasil penelitian, sistem ini mampu mengidentifikasi iris mata dengan ketelitian sampai 91.43% untuk proses cropping citra iris secara acak dan menghasilkan akurasi 100% untuk identifikasi dengan proses <i>cropping</i> dengan ukuran tetap.
7	Deteksi Level Kolesterol melalui Citra Mata Berbasis HOG dan ANN	Muhammad Arsyad Siddik, Ledy Novamizanti dan I Nyoman Apraz Ramatryana, 2019	Histogram of Oriented Gradients (HOG) dan Artificial Neural Network (ANN)	Sistem dapat mendeteksi kadar kolesterol dengan tiga level klasifikasi, yaitu normal, berisiko kolesterol tinggi, dan kolesterol tinggi dengan tingkat akurasi sebesar 93% dan waktu komputasi 0,0862 detik.
8	<i>Iris Recognition from an Image at Lengthy Distance by using Deep Belief Neural Network (DBN)</i>	Swati D. Shirke dan C.Rajabhusanam, 2019	Deep Belief Neural Network (DBN)	Strategi pengenalan iris yang diusulkan mencapai ketelitian paling ekstrim yaitu 97,96%, FAR yang dapat diabaikan sebesar 0,493%, dan FRR yang tidak signifikan sebesar 0,48% yang menunjukkan keunggulannya.

9	Pengenalan Iris menggunakan Ekstraksi Fitur <i>Histogram of Oriented Gradient</i>	Siska Devella, 2018	Histogram of Oriented Gradient	Akurasi tertinggi dalam penelitian ini adalah HOG + KNN untuk iris dengan normalisasi, dengan akurasi 96%.
10	<i>Feature Matching in Iris Recognition System using MATLAB</i>	Imran Naguru dan Narendra Kumar Rao B, 2016	Hamming distance dan Euclidean distance	Hasil akurasi tertinggi dengan menggunakan Hamming Distance FAR adalah 99,75% pada threshold 0.54 dan FRR adalah 98,94% pada threshold 0.12. Hasil akurasi tertinggi dengan menggunakan Euclidean Distance FAR adalah 91,81% pada threshold 0.54 dan FRR adalah 92,4% pada threshold 0.18.

Berdasarkan dari kajian penelitian sebelumnya, penulis akan membahas mengenai identifikasi pengenalan iris dengan metode *ANFIS-MINKOWSKI*. Penulis menggunakan metode tersebut karena dari hasil yang didapatkan mendapat nilai akurasi yang tertinggi dari beberapa penelitian yang terdapat di kajian literatur yaitu menghasilkan akurasi 100%.

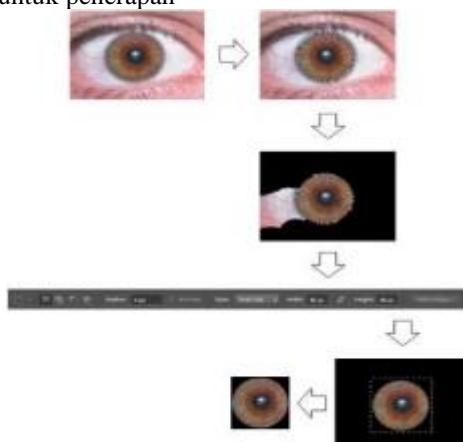
3 Metodologi Penelitian

Pada metodologi penelitian ini, metodologi yang akan dibahas untuk penerapan

pengenalan iris mata atau *iris recognition* adalah dengan metode *ANFIS-MINKOWSKI*.

3.1 Prosedur Akuisisi Data

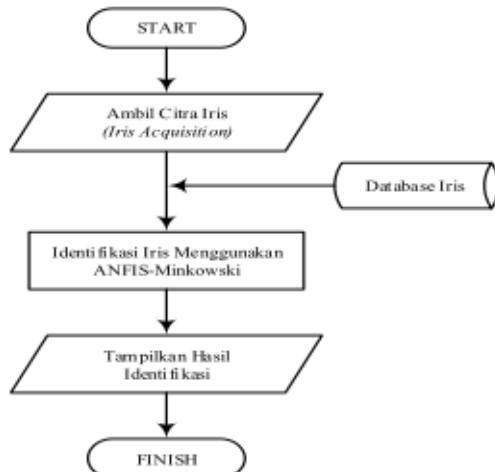
Untuk pembuatan sistem identifikasi biometric iris mata, langkah-langkah pengambilan dan pengolahan data serta algoritma yang digunakan untuk identifikasi iris dengan metode logika *Neuro-Fuzzy* dan *Minkowski* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses pemisahan iris dengan bagian yang tidak diperlukan

Di program ini, sampel iris masukkan diambil dan kemudian akan melalui proses pengolahan ekstraksi fitur warna serta

algoritma logika fuzzy. Alur dari proses identifikasi ini dapat dilihat pada Gambar 4.



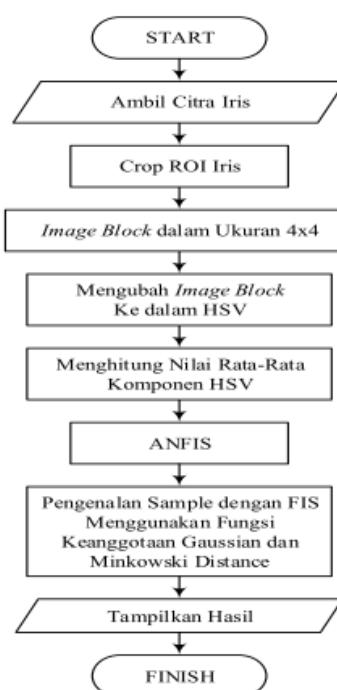
Gambar 4. Diagram alir program utama Program

Program akan membandingkan fitur warna citra masukan dengan fitur-fitur warna dalam *database* utama. Dengan demikian dapat diketahui siapa pemilik iris masukan sesuai dengan diagram alir utama program pada Gambar 2. Jika iris tidak teridentifikasi dengan benar oleh *ANFIS* akibat evaluasi nilai output yang terlalu melebar, maka *Minkowski Distance* akan membantu mengidentifikasi iris

tersebut sehingga iris dapat kembali teridentifikasi dengan lebih baik

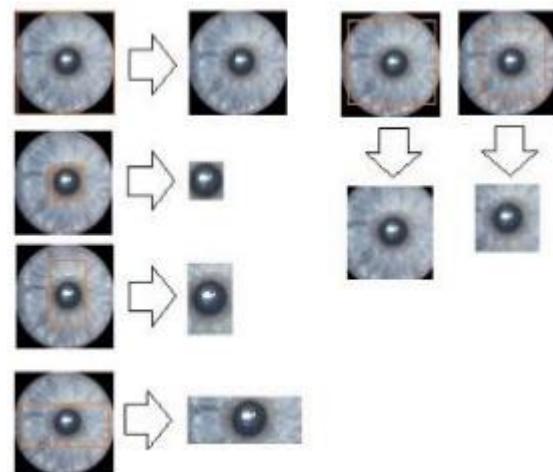
3.2 Proses Pengenalan Citra

Flowchart data iris masukan yang telah dimiliki kemudian diolah pada tahapan *Color Feature Extraction*. Berikut adalah *flowchart* pengenalan citra pada Gambar 5.



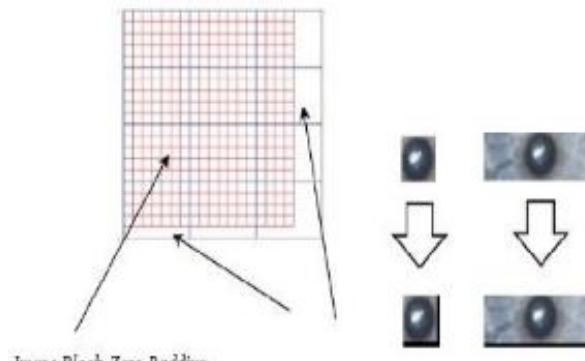
Gambar 5. Diagram alir poses pengenalan citra

Proses *ROI Block* untuk mendapatkan area yang diinginkan dari sebuah iris dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Proses ROI Crop

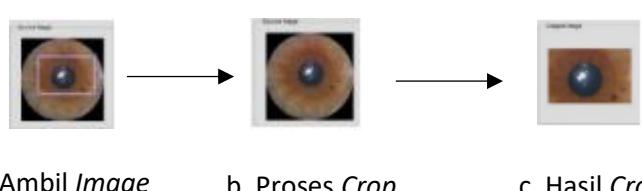
Selanjutnya pada tahapan *image block*, citra iris hasil dari ROI akan dibagi menjadi blok-blok citra berukuran 4x4 pixel. Setelah itu dilakukan konversi warna citra iris dari RGB ke HSV sebagaimana terlihat pada Gambar 7.

Gambar 7. Ilustrasi proses *Image Block*

3.3 Perancangan Sistem

Di tahap ini akan dilakukan pengujian tingkat akurasi biometric iris mata yang dibuat

dengan metode ANFIS Minkowski dengan *crop* bagian citra mata. Proses *crop* yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan proses cropping gambar

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian Menggunakan Metode ANFIS

Hasil dari simulasi yang akan dilakukan oleh peneliti sebanyak 175 kali dengan model

crop yang dibuat secara acak. Namun, tetap mengambil bagian tengah iris yaitu pupil sebagai pusat syaraf mata untuk memperoleh hasil identifikasi benar sebanyak yang diinginkan peneliti. Berikut data yang diproleh dari hasil simulasi pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil simulasi identifikasi metode ANFIS dengan ROI acak

Nama Iris	n-Percobaan	Benar	Salah
Alpha	25	13	12
Beta	25	24	1
Charlie	25	12	13
Delta	25	14	11
Emma	25	5	20
Fuji	25	10	15
Gamma	25	11	14
Total	175	89	86

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa dengan hanya mengandalkan metode ANFIS saja diperoleh hasil identifikasi benar sebanyak 89 citra iris (50.86%) dan teridentifikasi salah sebanyak 86 citra iris (49.14%).

4.2 Hasil Pengujian Menggunakan Metode ANFIS dan Minkowski

Berikut adalah sajian data yang diperoleh dari hasil simulasi identifikasi iris mata dengan menggunakan gabungan kedua metode ANFIS dan Minkowski yang ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi identifikasi iris mata menggunakan metode gabungan (ANFIS-Minkowski) dengan ROI acak.

Nama Iris	n-Percobaan	Benar	Salah
Alpha	25	21	4
Beta	25	25	0
Charlie	25	23	2
Delta	25	22	3
Emma	25	23	2
Fuji	25	24	1
Gamma	25	22	3
Total	175	160	15

Dari tabel di atas dapat dilihat dengan menggunakan gabungan metode ANFIS dan minkowski memperoleh hasil identifikasi benar sebanyak 160 citra iris dan teridentifikasi salah sebanyak 15 citra iris. Hasil pengujiannya lebih baik dibandingkan hanya menggunakan metode ANFIS saja.

Untuk pengujian tingkat akurasi, sistem diujikani juga model crop dengan ROI yang dibuat tetap. Hasil simulasi yang akan dilakukan adalah sebanyak 14 kali diperoleh hasil identifikasi benar sebanyak yang diinginkan peneliti dan teridentifikasi dengan baik. Berikut data hasil simulasi yang dapat dilihat pada Tabel 4.

4.3 Hasil Pengujian dengan Pengambilan ROI Tetap

Tabel 4. Hasil simulasi Hasil simulasi dengan ROI dibuat tetap

Nama Iris	n-Percobaan	Benar	Salah
Alpha	2	2	0
Beta	2	2	0
Charlie	2	2	0
Delta	2	2	0
Emma	2	2	0
Fuji	2	2	0
Gamma	2	2	0
Total	14	14	0

Dari tabel di atas dapat dilihat, data yang diuji nantinya akan dapat dilihat bahwa tingkat

akurasi dengan pengambilan ROI yang dibuat tetap menghasilkan tingkat akurasi yang lebih

baik daripada pengambilan ROI yang dibuat secara acak atau manual.

5 Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan uji coba sistem identifikasi iris mata yang telah dibuat peneliti, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Warna, tingkat kecerahan dan pola iris mata manusia memiliki ciri yang berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya namun tidak mengalami perubahan atau bersifat tetap sehingga dapat digunakan sebagai parameter biometrik identifikasi personal.
2. Penggunaan metode ANFIS saja dengan hasil yang diperoleh bisa melakukan pengidentifikasi dengan akurasi mencapai citra iris 50,86% identifikasi benar dan teridentifikasi salah sebanyak 49,14% dengan ROI dibuat acak.
3. Kolaborasi metode ANFIS-Minkowski Distance dapat digunakan untuk membuat sebuah aplikasi yang bisa melakukan analisa pengidentifikasi biometrik berupa warna dan pola iris mata manusia dengan akurasi mencapai 91.43% untuk proses identifikasi dengan ROI dibuat acak dan mencapai 100% untuk proses identifikasi dengan ROI dibuat tetap.
4. Kombinasi metode ANFIS-Minkowski secara signifikan dapat memperbaiki akurasi pengidentifikasi yang dihasilkan oleh metode ANFIS saja.
5. Identifikasi iris mata manusia dengan memanfaatkan fitur HSV pada teknik pengolahan citra sangat dipengaruhi oleh posisi dan keragaman pengambilan ROI, karena dengan posisi dan model pengambilan ROI yang beragam akan dihasilkan nilai HSV yang berbeda pula, untuk itu diperlukan sampel yang lebih banyak dan beragam untuk dilatih dan diuji pada program untuk meningkatkan keterbatasan logika Fuzzy dalam melakukan identifikasi iris

5.2 Kritik dan Saran

Untuk pengembangan penelitian ke depannya, kritik dan saran dari penulis untuk dijadikan sebagai bahan pertimbangan sebagai berikut:

1. Data yang digunakan untuk pengujian citra iris bisa lebih banyak dan beragam.
2. Untuk pengembangan aplikasi yang lebih serius hendaknya ROI dibuat lebih beragam dengan model *cropping* dibuat tetap pada masing-masing model ROI

karena akan didapat hasil yang lebih presisi.

3. Pada penelitian ini, tidak diperlihatkan berapa data citra yang dijadikan sebagai data training.
4. Pada penelitian, tidak menunjukkan hasil pengenalan iris mata untuk mengidentifikasi seseorang dan hanya mengidentifikasi berdasarkan klasifikasi nama iris.
5. Penelitian ini sudah mendapatkan hasil yang baik, tetapi lebih baik lagi bila dilakukan identifikasi secara *realtime*.

Referensi

1. Mulyawan H, Samsono MZH, Setiawardhana. Identifikasi Dan Tracking Objek Berbasis Image Processing Secara Real Time. *Jur Telekomun Politek Elektron Negeri Surabaya*. 2011:1-5. http://repo.pens.ac.id/1324/1/Paper_TA_MBAH.pdf.
2. Erwin G. Kristanto, Rompas E, Wangko S. Identifikasi iris. 2013.
3. G Alasni M, Elrefaei LA. Transfer Learning with Convolutional Neural Networks for IRIS Recognition. *Int J Artif Intell Appl*. 2019;10(5):49-66. doi:10.5121/ijaiia.2019.10505
4. Su L, Shimahara T. Advanced iris recognition using fusion techniques. *NEC Tech J*. 2019;13(2):74-77.
5. Biometrik I, Mata I. Implementasi Metode Anfis-Minkowski Untuk. 2017;3(1):29-36.