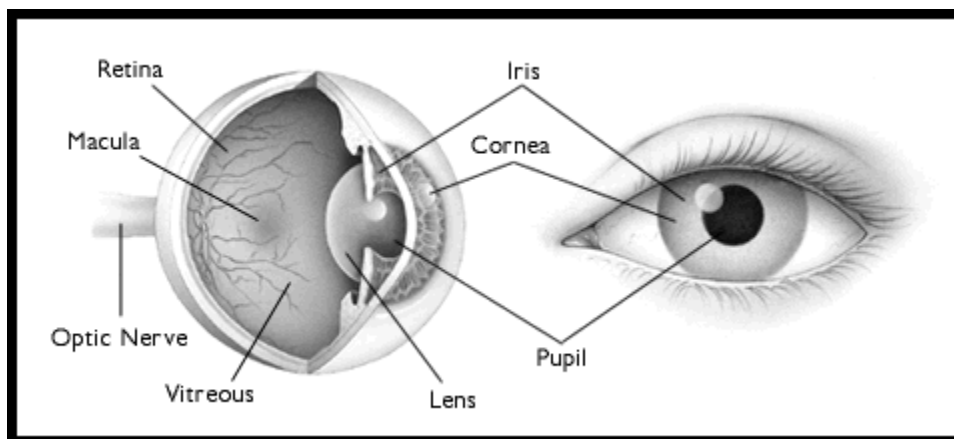


# Perbandingan 3 Metode Iris Scan

## I. Pendahuluan

Dalam memperoleh jaminan keamanan sistem, dibutuhkan sebuah sistem keamanan yang reliabel dan cukup mudah digunakan oleh user. Untuk memperoleh tingkat keamanan yang tinggi, dibutuhkan sebuah sistem yang memiliki kunci yang unik untuk setiap orang. Maka dari itu dikembangkanlah sebuah sistem yang menggunakan kunci yang dimiliki setiap orang dan sifatnya unik, sistem tersebut disebut dengan Biometrik. Sistem biometrik ini akan menggunakan bagian tubuh manusia yang sifatnya unik untuk setiap orang.

Salah satu bagian tubuh manusia yang bersifat unik dan bisa dijadikan sebagai media keamanan adalah iris atau selaput pelangi pada mata manusia. Letak selaput pelangi ini berada diantara kornea dan lensa mata. (lihat Gambar) Selaput pelangi ini sendiri akan terlihat oleh mata telanjang dari luar mata dan memiliki pola tertentu.



Gambar 1. Skema mata

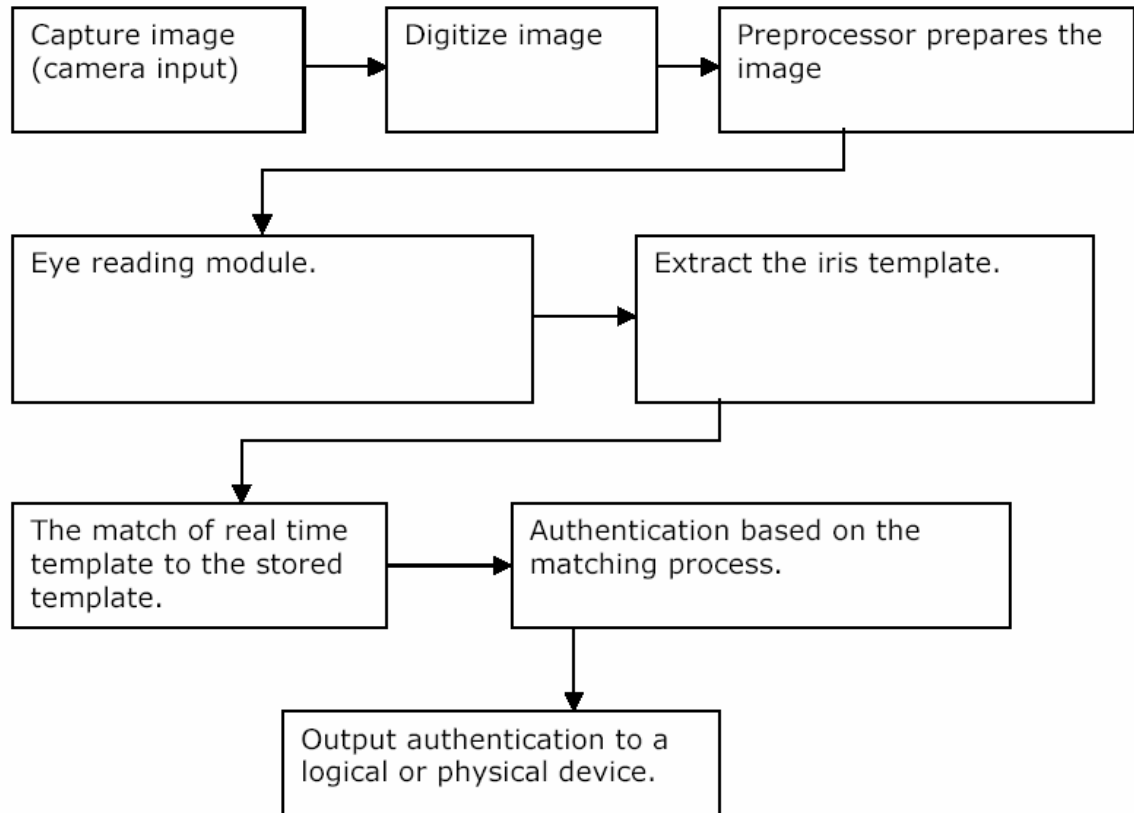
Dari pola yang dimiliki oleh selaput pelangi ini, ternyata memiliki pola yang unik untuk setiap orang. Pola ini unik dan juga memiliki kekonsistenan dan kestabilan yang tinggi bertahun-tahun tanpa mengalami perubahan. Dari kondisi ini, maka para ahli mata mengusulkan bahwa iris ini dapat dijadikan seperti sidik jari untuk identitas pribadi seseorang.

## **II. Iris Recognition**

Seperti yang telah digambarkan sebelumnya, iris recognition ini menggunakan selaput pelangi mata yang dikodekan secara digital dan kemudian dijadikan kunci. Proses otentifikasinya membutuhkan dua tahap yaitu tahap identifikasi dan tahap verifikasi. Proses ini dapat dilakukan secara one-to-many (1:m) atau one-to one (1:1).

Proses one-to-many akan melibatkan satu database yang berisi user id dan iris template masing-masing id. Proses capture akan dilanjutkan dengan searching database untuk mencari iris template yang cocok. Sedangkan proses one-to-one akan lebih pada membandingkan dua iris, yaitu hasil scan dan iris template yang sudah disimpan. Dari ke dua proses ini sudah tentu proses one-to-one lebih disukai sebab prosesnya lebih cepat karena perbandingan dilakukan dalam skala yang terbatas.

Proses iris scan secara umum dapat dilihat pada gambar 2. Hasil dari image capture akan diubah menjadi template digital dengan melakukan mapping iris secara radial. Template ini berupa 512 byte kode iris.



Gambar 2. Proses Iris Scan

### III. Metode Daugman

Hasil dari pekerjaan Daugman ini adalah dengan mengambil tekstur iris manusia yang tampak pada imej video secara real-time dan dikodekan dalam koefisien 2-D Gabor Wavelet skala banyak, dan kemudian bit paling signifikan akan menjadi kode iris 256 byte. Hasil akhir dari proses ini memiliki kecukupan dalam derajat kebebasan, atau membentuk variasi iris antar individu yang memiliki keunikan yang mirip dengan sidik jari konvensional.

Proses ini masih diragukan apakah algoritma yang efisien dapat dapat dikembangkan until mengekstraksi deskripsi iris detail secara reliabel dari video live, menghasilkan kode padat dari iris (kompleksitas panjang minuscule versus ukuran data gambar), dan mengambil keputusan tentang identitas individual dengan tingkat keyakinan statistik yang tinggi. Masalah terakhir adalah apakah kemampuan proses dari general purpose microprocessor mampu memproses algoritma ini secara real-time.

## **Implementasi Sistem**

Sistem Daugman ini menggunakan sebuah kamera video, lensa, framegrabber, dan sebuah monitor tampilan yang dihubungkan ke sebuah komputer workstation. Sistem ini dapat diimplementasikan ke dalam 3 jenis penggunaan yaitu pendaftaran, verifikasi, dan autentifikasi. Proses pendaftaran dan verifikasi membutuhkan waktu yang cepat untuk pemrosesannya. Untuk versi komersialnya ditambahkan proses optimisasi dan penggunaan modul perangkat keras yang spesifik.

Proses pengenalan gambar yang digunakan adalah pengenalan batas lingkaran iris yang memisahkan iris dengan white sclera. Proses ini dilakukan oleh edge detector dan tidak akan berhasil (batas lingkaran tidak terdeteksi) jika mata tertutup dan/atau tidak ada mata di depan kamera.

Sistem ini akan terus melakukan pengambilan gambar ke dalam beberapa sekuen hingga bentuk iris dikonfirmasi dari gambar terakhir yang terambil. Sistem nyatanya menyertakan sebuah display agar pengguna dapat terbantu memposisikan matanya. Prosedur ini juga menghasilkan pengukuran reaksi dari iris pupil efek dari penyinaran. Kegunaannya adalah untuk fasilitas yang memiliki tingkat keamanan yang sangat tinggi, sebab dewasa ini, iris dapat dipalsukan dengan contact lense.

Bentuk iris yang berupa lingkaran, untuk menentukan lokasinya dibutuhkan integrasi dan diferensiasi. Proses ini dilakukan dengan memperbesar rekayasa pengaburan gambar parsial, dan menambahkan batas radius  $r$ , dari integral kontur gambar yang dinormalisasi sepanjang busur radius dan pusat iris.

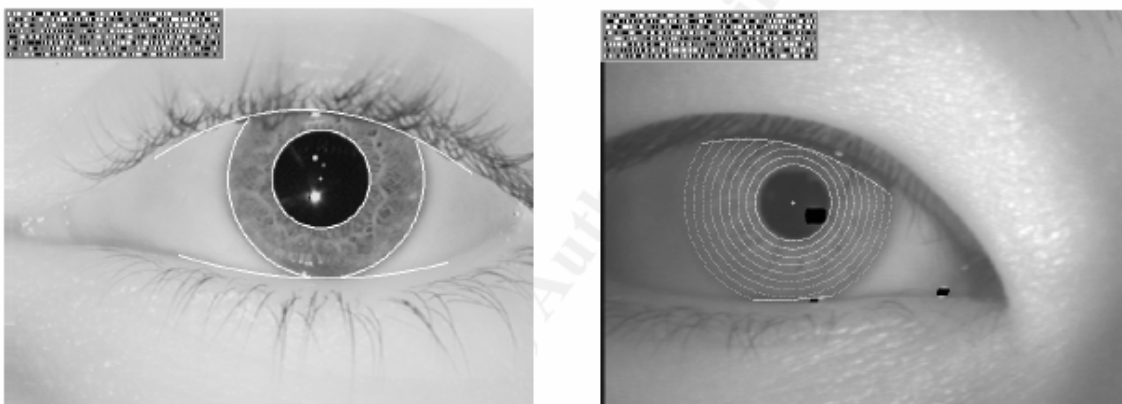
Setelah iris dapat diperkirakan secara kasar, langkah selanjutnya adalah mendeteksi batas dalam pada pupil. Proses pendeteksian batas dalam ini mirip dengan proses sebelumnya, hanya menggunakan jangkauan pencarian batas yang lebih kecil. Setelah proses ini selesai, hasil akhirnya adalah lokasi yang presisi dari batas luar dan batas dalam iris.

Karakteristik fisik yang nyata bahwa sclera akan lebih terang dibanding iris menjadikannya mudah untuk dideteksi. Sedangkan kesulitan mengenai pupil yang tidak selalu lebih gelap dibanding iris dapat diatasi dengan menggunakan

nilai absolut dari partial derivatives. Hal ini meningkatkan performansi operator sebagai detektor batas lingkaran iris dengan mengabaikan polaritas yang terjadi.

Pada prakteknya, proses ini dilakukan dengan menggunakan pencarian multi grid dengan gradien naik pada domain gambar untuk penentuan koordinat pusat dan radius awal untuk setiap rangkaian integral kontur. Teori incremental radius dan angular sampling akan dikurangi dalam skala empat oktaf yang lebih halus secara berturutan. Hal ini menunjukkan bahwa metode ini sangat efisien dan cepat dalam menentukan posisi iris. Dengan menggunakan CPU RISC untuk melakukan proses deteksi iris dan lokalisasi dengan presisi berbasis single pixel, hanya membutuhkan waktu 250 ms.

Kode akhir yang menggambarkan iris harus disaring dari wilayah tekstur iris yang telah diambil. Area yang sama pada iris harus mengalami pengujian kesamaan. Skala dan hasil gambar iris secara keseluruhan dapat bervariasi akibat adanya kontraksi pupil atau perbedaan jarak dengan kamera. Hal ini dapat distandarkan dengan menggunakan sistem proyeksi koordinat polar. Pemekaran iris terhadap kontraksi pupil dapat dimodelkan dengan lembaran karet yang homogen. Lembaran ini memiliki topologi sebuah anulus yang terpasang sepanjang batas luar iris, dengan tingkat ketegangan dikendalikan oleh cincin dalam berupa diameter variabel. Model ini akan menghasilkan koordinat tanpa dimensi sebenarnya (Radius, sudut) pada tiap titik dari iris.



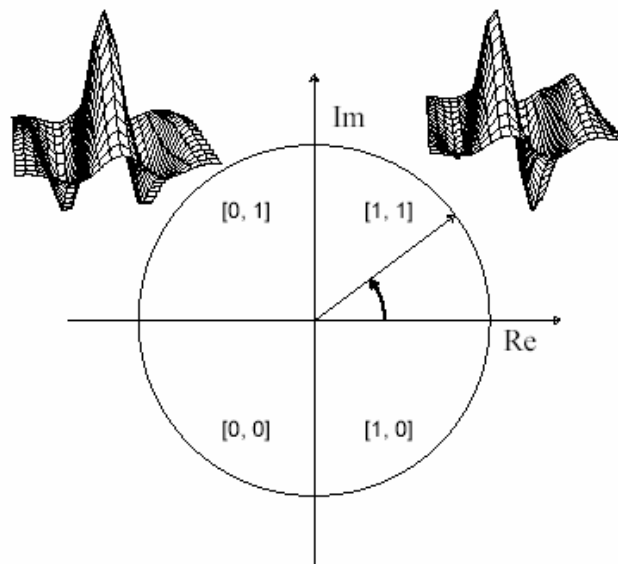
*Figure 3: a) Edge Detection*

*b) Iris with Segments*

Setelah pemetaan zona iris sudah dilakukan dengan sistem koordinat tanpa dimensi, zona ini akan mengabaikan area atas dari iris yang biasanya tertutup oleh kelopak mata dan area yang memantulkan cahaya yang masuk.

Tingkat iluminasi dari sudut tertentu juga menyebabkan pemantulan tetapi akan membantu mengurangi efek penggunaan kaca mata.

Untuk membangun kode identifikasi dari tekstur iris yang dianalisis digunakan filter Gabor 2-D dalam skala banyak. Lebih tepatnya lagi, salah satu cara efektif untuk memperoleh informasi tekstual secara koheren dan inkoheren dari data tekstur detel dari iris adalah hasil perhitungan dari koefisien phasor Gabor. Daugman memperkenalkan filter ini pada tahun 1980. Property matematis yang digunakan memiliki kemampuan menyediakan informasi resolusi tinggi tentang orientasi dan isi frekuensi spasial dari struktur gambar. Dengan memperoleh koefisien yang dibutuhkan untuk fungsi kompleks ini akan menghasilkan informasi yang dibutuhkan untuk merepresentasikan iris dengan transformasi Gabor. Kode akhir dari iris tertentu (256 byte) dihitung per bit dengan memproyeksikan area iris tertentu pada filter Gabor. Jumlah byte dipilih berdasarkan kapasitas tiga channel yang ada pada pita magnetik yang menjadi standar kartu kredit. Perlu diketahui bahwa nilai ini adalah batas atas kapasitas untuk merepresentasikan iris.

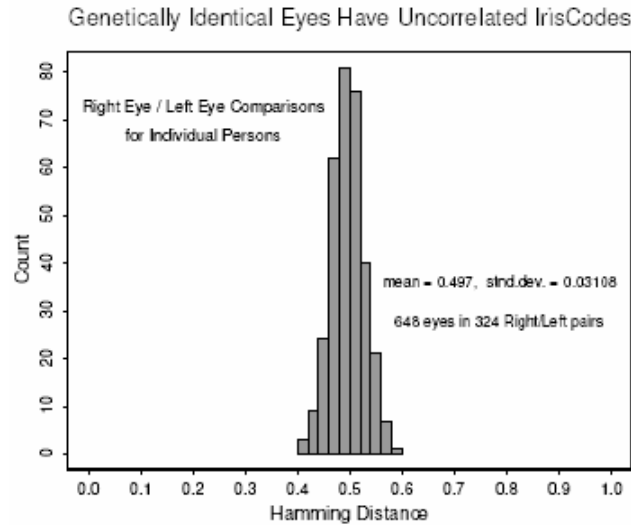


Gambar 4. konversi struktur gambar menjadi nilai kompleks 2-D wavelet

Dengan menggunakan sistem koordinat yang telah didefinisikan, filter Gabor 2-D dirancang dengan mengatur part yang sebenarnya agar tidak mendapatkan respon arus DC. Hal ini akan menghilangkan masalah yang

disebabkan oleh perbedaan pencahayaan dan perolehan kontras. Hasil proyeksi gambar kompleks, mengingat digunakannya part asli dan bayangan pada filter ini. Setiap bit dalam kode iris merupakan koordinat salah satu dari empat vertex dari unit segi empat lokal pada sebuah dataran kompleks. Nilainya akan ditentukan dengan perhitungan tiap skala analisis tanda part asli dan bayangan dari proyeksi gambar kuadrat dari gambar lokal menjadi filter Gabor 2-D yang kompleks. Dengan kata lain, sebuah filter Gabor 2-D sederhana dengan parameter ukuran dan posisi akan melakukan kuantifikasi dalam koordinat tanpa dimensi dari sebuah sinyal tekstur.

Sampel dari sinyal stokastik dengan kompleksitas yang cukup, sangat mudah digunakan untuk memeriksa apakah kedua sampel memiliki kecukupan keputusan untuk menolak hipotesis yang dihasilkan dari dua distribusi. Pada tahap ini, demodulasi tekstur iris dan koding argumen phasor akan mengkonversi masalah pengenalan pola menjadi sebuah uji independensi secara statistik sederhana. Untuk menghasilkan pengenalan dilakukan perhitungan Hamming Distance dari kode iris baru dan kode yang telah disimpan. Dengan menggunakan operasi XOR sederhana antara pasangan kode akan menghasilkan Hamming Distance-nya. Proses ini dilakukan dengan mengetahui bahwa iris memiliki kira-kira 400 derajat kebebasan (DOF). Jumlah ini jauh dibawah  $256 \times 8$ . Sebuah alur akan membentang sepanjang jarak radial dari iris dan pengaruhnya akan dikembangkan ke dalam berbagai remote part dari kode. Transformasi Fourier dari fitur ini dapat direpresentasikan dalam berbagai oktaf dan pada skala analisis yang berbeda. Lebih jauh lagi, korelasi dihasilkan oleh properti bandpass dari filter Gabor.



Gambar 5. Pemetaan kode iris berdasarkan Hamming Distance

Untuk mencari jumlah derajat kebebasannya, perhitungan Hamming Distance dilakukan diantara sebuah populasi kode iris yang tidak berhubungan. Distribusi dari jarak ini akhirnya membuktikan derajat kebebasannya berjumlah 173 derajat kebebasan yang saling independen. Hal ini termasuk pengurangan kedua korelasi pada iris demikian juga dengan korelasi yang diikutkan dalam filter. Teori keputusan statistik membangkitkan keputusan-keputusan dari perbandingan XOR dari kode iris yang lengkap pada kecepatan 4000/detik, termasuk perhitungan tingkat keyakinan keputusan. Kecepatan ini dapat dicapai dengan memanfaatkan bentuk perbandingan vektor secara bitwise. Bentuk ini dieksploitasi dengan menggunakan arsitektur CPU 32 bit.

<i>Operation</i>	<i>Time</i>
Assess image focus	15 msec
Scrub specular reflections	56 msec
Localize eye and iris	90 msec
Fit pupillary boundary	12 msec
Detect and fit both eyelids	93 msec
Remove lashes and contact lens edges	78 msec
Demodulation and IrisCode creation	102 msec
XOR comparison of two IrisCodes	10 $\mu$ s

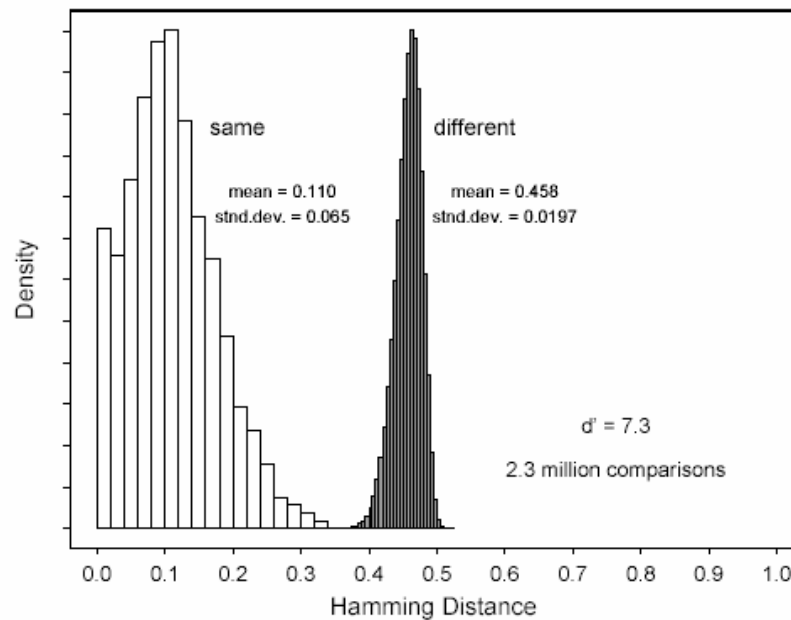
Tabel 1. Kecepatan proses setiap tahap dengan 300 MHz SUN Workstation

## Hasil Implementasi

Hasil asli dilaporkan dalam paper hasil riset dilakukan berdasarkan database fotografis yang tersedia di Ophthalmology Associates of Connecticut. Gambar-gambar ini didigitalisasi dan dikombinasikan dengan dengan hasil video yang tertangkap. Jumlah akhir iris sebanyak 592 iris yang berasal dari 323 orang yang berbeda (masing-masing orang sekitar 3 gambar iris). Board penangkap gambar dengan mode 480x640 monokrom 8 bits/pixel melakukan digitalisasi gambar yang ditangkap. Resolusi gambar dan ukuran iris bervariasi tergantung pada jarak mata dengan kamera dan penggunaan zoom. Diameter iris selalu lebih besar dari 60 pixel. Gambar diambil pada jarak antara 46 mm hingga 15 cm dengan menggunakan lensa positif dengan fokus 330 mm.

Distribusi yang diobservasi secara empiris dalam perbandingan ini menghasilkan tingkat error "cross over" teoritis sebesar 1 : 131.000 saat sebuah kriteria keputusan diambil dan akan menyamakan tingkat kesalahan false accept dan false reject. Hamming Distance untuk 2064 penyusup dan 1208 orang yang benar dihitung dan distribusinya diestimasi. Distribusi ini dapat menyediakan probabilitas teoritis untuk false accept atau false reject. Error crossover yang terjadi pada kriteria Hamming Distance 0,321 dan menghasilkan probabilitas yang salah adalah 1 : 131000 untuk kedua kasus. Pada kasus pengenalan umum, jika mean dari tingkat persetujuan kode iris diketahui, tingkat keyakinan keputusan akan berhubungan dengan probabilitas false accept kondisional 1 : 10 dengan tingkat kekuatan 78. Jadi tidak perlu dikatakan lagi, pada tingkat keyakinan dan parameter ini tidak ada kesalahan terjadi untuk pengujian ini. Hampir semua produk komersil yang menggunakan metode dan algoritma ini bisa diterima secara luas. Kecepatan pengenalan memungkinkan seseorang hanya menempatkan mata dalam rentang fokus kamera dan secara otomatis dan cepat akan teridentifikasi tanpa proses yang lainnya. Aplikasi IrisScan dengan 200 DOF sangat cukup untuk tingkat pengenalan yang sempurna. Lebih jauh lagi, pengenalan iris tidak memiliki resiko kerusakan pada manusia dan lebih diterima publik sebagai metode identifikasi.

## Operational Decision Environment for Iris Recognition



Gambar 6. Pemetaan Keputusan Pengenalan Iris

### IV. Metode Wilde

Wilde yang membangun sistem yang mirip pada bagian ini akan dibahas lebih dalam. Setelah mendapatkan gambar iris dan proses filter area sekitarnya dan melakukan operasi dengan properti histogram, akan menghasilkan sebuah skema pemilihan untuk menggambarkan batas iris. Gambar ini akan difilter dengan low pass filter dan sub sampling untuk mengurangi noise. Sebuah detektor batas gradient akan memperkirakan batas iris dan kelopak mata. Kemudian pemilihan dilakukan dengan memilih yang paling cocok antara model dengan parameter batas yang ada. Untuk mengambil informasi spesifik yang ada pada iris terdapat pada area keseluruhan termasuk area yang lebih kecil dari piramid Lapace untuk menerapkan transformasi 2-D. Perbandingan iris dilakukan dengan teknik registrasi berdasarkan area gambar. Kemudian akan dicari sebuah fungsi mapping untuk mendekatkan data gambar dengan model gambar. Sebuah nilai kecocokan akan dihitung untuk 4 pita melalui korelasi sebagian dan Diskriminan Linier Fisher akan melakukan evaluasi terhadap 4 nilai ini.

## Implementasi Sistem

Pada penelitian sebelumnya, untuk memperoleh pengenalan yang bagus, gambar iris disarankan harus tajam dan memiliki resolusi tinggi. Posisi iris harus ditengah dan memiliki diameter sekitar 128 pixel. Konsep lainnya yang harus diperhitungkan untuk menghindari ketidaknyamanan user adalah tingkat iluminasi (intensitas cukup dan brightness tidak berlebih). Lebih jauh lagi, sistem harus mampu menghindari pemantulan cahaya yang akan menurunkan kemampuan pengenalan. Selain itu, pada sistem pengambilan gambar harus memiliki fungsi untuk segmentasi iris.

Pada sistem ini, Wilde mengajukan sistem pengambilan gambar yang terdiri atas susunan 3 sub komponen yang memiliki fungsi antara lain :

- Penangkapan fisik

Untuk menangkap gambar mata dengan kualitas dan resolusi yang tinggi, digunakan kamera putih (silicon Intensified SIT) dengan tingkat pencahayaan rendah digabungkan dengan penangkap frame standar (DASMFGM analog) dengan resolusi 512 x 480 piksel. Diameter iris sebenarnya menjadi 256 piksel pada array sensor pada penangkapan gambar 20 cm dari mata. Ukuran diameter yang dua kali lipat ini memungkinkan filter Gaussian low pass mengurangi noise frekuensi tinggi

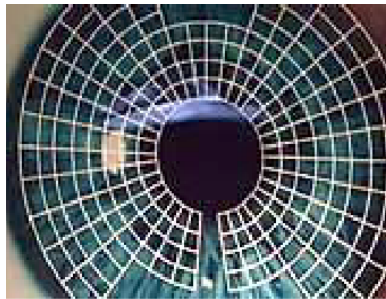
- Iluminasi

Untuk pencahayaan yang merata tanpa mengurangi kenyamanan pengguna, digunakan sebuah array cahaya (8.5 watt lampu quartzhalogen) diarahkan pada iris. Pencahayaan merata dapat dicapai dengan meletakkan filter (panel difusi) antara iris dengan kamera. Panel ini juga membantu mendistribusikan intensitas cahaya. Lensa kamera berada pada posisi tengah dari panel difusi ini. Akhirnya, untuk menghindari pengaruh refleksi, digunakan filter ke dua yang diletakkan didepan panel difusi yang berfungsi sebagai circular polariser. Polariser ini akan menahan refleksi kornea (atau objek bulat) agar tidak sampai ke kamera. Tapi polariser ini tidak menahan refleksi cahaya dari bagian mata (iris).

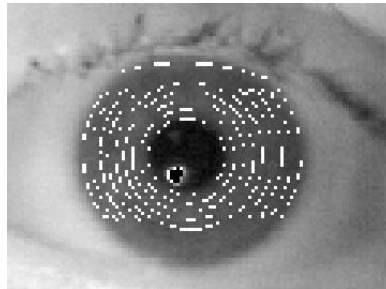
- Peletakan posisi

Peletakan posisi mata menggunakan proses otomatis yang diarahkan oleh self positioning operator. Tujuannya adalah memberikan batasan pada tiga derajat kebebasan mata yang akan digambarkan dengan menempatkan mata di tengah array sensor pada fokus lensa. Hal ini bisa dicapai dengan menggunakan kontur segi empat dan membuat operator memposisikan mata dengan mengatur ukuran dan jarak relatif.

- Segmentasi



Gambar 7. Segmentasi Iris



Gambar 8. Kode Iris

Proses segmentasi ini dilakukan dengan melakukan filter sederhana dan operasi histogram. Tujuannya adalah mengisolasi iris dari area sekitarnya. Efisiensi komputasi dicari dengan filter Gaussian low pass diikuti dengan sub-sampling sebagian. Hal ini juga membantu menghilangkan noise frekuensi tinggi. Dengan menggunakan metode ini, kemampuan deteksi batas iris menjadi lebih baik karena detail interior iris tidak diperlukan pada proses ini. Tapi tahap pengenalan pola iris pada area ini harus menggunakan resolusi yang sebenarnya. Segmentasi ini dilakukan dengan menggunakan beberapa hal yang mirip dengan Transformasi Hugh umum. Lokasi iris ditentukan melalui lokasi komponennya atau dengan batas luar dan dalam iris (limbic,

papillary, dan kelopak mata). Edge detector digunakan juga tapi menggunakan pilihan arah yang berbeda dan memanfaatkan karakteristik natural dari area ini.

## **Pengenalan pola**

Untuk menghasilkan pengenalan, dilakukan formulasi 3 bagian untuk memilih representasi iris, menetapkan korespondensi antara model dengan gambar percobaan dan melakukan evaluasi kemiripannya.

### **Representasi**

karakteristik khusus dari iris (jaringan penyambung, serat, kerut kontraksi, lingkaran, dan warna) memiliki rentang variasi yang banyak. Bentuk secara keseluruhan termasuk bagian yang kecil masih dapat dibedakan. Untuk memanfaatkan karakteristik ini digunakan proses dekomposisi 2-D bandpass. Proses penyeleksian yang sebenarnya berdasarkan pita dengan lebar oktaf yang dihuting pada empat resolusi yang berbeda sesuai dengan piramid Laplace. Subsampling pada pita frekuensi rendah memungkinkan kecepatan proses tinggi dan penggunaan penyimpanan data yang efektif.

### **Korespondensi**

Untuk mencapai tingkat korespondensi yang presisi antar struktur, digunakan teknik registrasi image area-based. Fungsi ini memaksimalkan kemiripan nilai piksel antara gambar input dan data gambar. Fungsi ini juga berusaha untuk mengimbangkan variasi skala, pergeseran, dan rotasi.

### **Evaluasi**

Dengan korespondensi sebelumnya, pengukuran kesamaan dapat dihitung dengan proses integrasi perbedaan piksel pada semua level frekuensi. Korelasi sebagian dipilih sebagai pembanding korelasi standar untuk menghilangkan variasi lokal pada intensitas gambar. Untuk setiap band, digunakan piksel 8 x 8 untuk melakukan perhitungan blok-blok korelasi dan diuji dengan median statistik. Hasilnya merupakan empat nilai kesamaan, untuk setiap band satu. Untuk itu digunakan diskriminan Fischer linier agar variansi dalam kelas dapat

diminimasi dan variansi antar kelas dapat dimaksimalkan. Fungsi ini diujikan pada lima gambar dari sepuluh iris.

### **Hasil Implementasi**

Semua konsep yang telah dibahas (pengambilan gambar, lokalisasi iris, dan pencocokan pola iris), diimplementasikan dalam bentuk sistem terotomasi yang mampu melakukan registrasi dan verifikasi pengguna. Untuk proses registrasi, pengambilan cukup sejumlah 5 gambar iris pengguna. Perangkat keras yang digunakan ada di pasaran dan perangkat lunaknya ditulis dengan menggunakan bahasa C.

Pengujian dilakukan pada 50 orang secara random. Registrasi dilakukan pada 10 orang dan sisanya berfungsi sebagai penyusup. Dari sepuluh orang tersebut diambil gambar irisnya masing-masing 5 buah. Untuk pengujian dan verifikasi dilakukan dengan mengambil 5 gambar lagi pada saat yang sama dan 5 gambar pada 5 bulan ke depan sehingga menghasilkan total 100 pengujian verifikasi.

Hasilnya, sistem mampu melakukan verifikasi pada semua data dengan baik. Untuk menguji verifikasi dengan hasil ditolak, 10 gambar yang diambil dari 40 penyusup menghasilkan 400 uji penolakan. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan menggunakan iris mata kiri, pengambilan 20 gambar ditambahkan sebagai data registrasi tambahan. Hasilnya juga sama, sistem mampu melakukan verifikasi dengan baik. Sistem ini merupakan satu bukti lagi bahwa iris recognition telah berhasil sebagai alat yang paling cocok untuk mengenali orang.

### **V. Metode Bole**

Metode terakhir yang diajukan Bole adalah didasarkan pada menghitung crossing yang bernilai nol pada transformasi wavelet. Diluar proses lokalisasi iris dan algoritma normalisasi, Metode Bole mengharuskan iris memiliki diameter yang sama dan titik-titik data yang sama. Dari tingkat warna abu sample gambar iris, diambil sinyal satu dimensi dan dijadikan sebagai ciri khas pokok iris.

Kemudian dilakukan perhitungan Zero-Crossing berdasarkan transformasi wavelet. Representasi zero-crossing ini disimpan sebagai template dan digunakan untuk algoritma pencocokan. Dengan cara ini diklaim bahwa pengaruh noise dapat dihilangkan karena zero-crossing tidak terpengaruh oleh noise. Lebih jauh lagi, transformasi 1 dimensi dan jumlah crossing yang sedikit akan meningkatkan kecepatan komputasi. Yang mengagumkan dari sistem ini adalah kemampuan transformasi wavelet untuk mengeliminasi efek pemendaran dan refleksi cahaya pada permukaan iris, sesuatu yang masih belum terpecahkan secara sempurna pada 2 metode sebelumnya. Hasil pengenalan yang diperoleh dilakukan dengan jumlah gambar yang sedikit dan pelaksanaannya tidak memakan banyak resource dengan hasil yang teliti.

### **Implementasi Sistem**

Gambar yang digunakan pada sistem ini diperoleh dengan melakukan scanning pada gambar negatif yang berbeda. Kondisi pencahayaan diberikan dalam beberapa variasi sehingga menghasilkan gambar yang underexposed (pencahayaan rendah), overexposed (pencahayaan tinggi), dan gambar normal pencahayaan. Lingkaran virtual digunakan untuk pengambilan data (diameter 45 piksel dan lebar 3 piksel). Ukuran gambar 128 x 128 piksel. Data diambil dengan menggunakan transform wavelet dyadic berdasarkan sub sampel nilai level warna abu pada panjang 256 poin, hasilnya adalah 8 level resolusi. Dari semua variasi yang ada diuji dan dipilih variasi yang paling signifikan (level 4,5, dan 6). Level ini berisi energi gelombang tertinggi dari tanda khas iris dan paling tidak terpengaruh oleh noise.

### **Formulasi Teoritis**

Selain filtering maksimum zero-crossing Gaussian, penggabungan dengan Laplacian atau Gaussian akan menghasilkan informasi pada variasi intensitas gambar yang tajam. Logika dan fakta bahwa informasi khusus dari iris terdapat pada skala yang berbeda yang digunakan Bole dengan analisis

berdasar zero-crossing telah dilakukan juga oleh Mallat. Stabilitas teori ini telah terbukti meski tidak ditunjukkan pada lingkup matematis yang lengkap.

Setelah mengetahui letak pupil dengan mengasumsikan bahwa pupil merupakan objek berbentuk lingkaran dengan kontur rapat, dilakukan penentuan titik tengah pupil sebagai titik referensi. Berangkat dari referensi ini, lingkaran konsentris dibuat untuk mengambil data dalam buffer sirkular. Dalam tiap buffer dibangkitkan tanda khas iris. Prosedur ini membutuhkan proses normalisasi tambahan karena diameter iris dapat bervariasi. Untuk menggunakan metode ini, diameter maksimum diambil dan digunakan untuk memberi skala pada lingkaran virtual diameter pada ukuran yang konstan. Proses normalisasi ini juga terjadi pada titik-titik data. Mengingat jumlah titik data harus sama, maka diambil nilai normalisasi untuk membantahi transformasi wavelet melakukan kestraksi informasi yang ada pada tanda khusus iris. Pada transformasi wavelet, nilai maksimum dan minimum akan menjadi zero-crossing. Usaha untuk mengurangi efek noise dilakukan dengan melakukan perbandingan antar level resolusi.

### **Pengenalan Pola**

Untuk mendapatkan hasil pengenalan, dibangun sebuah model dari tanda khusus iris dari semua tanda khusus yang diperoleh dengan menggunakan proses normalisasi konstan dari semua sampel iris (iris pengguna dan iris yang diuji). Dengan menggunakan jumlah dan lokasi titik zero crossing, akan diperoleh pengukuran ketidaksamaan. Iris dengan nilai terkecil dipilih sebagai target nilai yang benar. Nilai ketidaksamaan adalah nilai rata-rata dari 4 nilai ketidaksamaan pada berbagai level resolusi. Dua resolusi pertama dihitung dengan menggunakan semua titik data dan dua selanjutnya hanya menggunakan zero-crossing.

### **Hasil Implementasi**

Metode ini diuji dengan jumlah gambar yang sedikit. Pengujian ini dilakukan dengan variasi pencahayaan dan jarak mata dengan kamera antara model awal

dengan gambar yang diuji. Metode ini berhasil tanpa noise tapi pada tingkat pencahayaan dan jarak yang berbeda. Tapi pengujian hanya dilakukan 4 kali.

## **VI. Kesimpulan**

Dua sistem pertama telah mendapatkan paten dan dijadikan objek pengujian dan evaluasi performansi lebih jauh. Keduanya memiliki 3 modul yang sama yaitu pengambilan gambar, lokalisasi iris, dan pencocokan pola.

Selama proses evolusi metode Daugman, hasil sempurna diperoleh dengan pengujian 592 iris. Sistem diuji lebih jauh dengan evaluasi IriScan diluar percobaan selama evolusi penelitian. Pada penelitian ke dua, produk komersial telah dipasang pada tempat publik di Laboratorium Nasional Sandia, NM. Penelitian ini terdiri atas 2 tahap, tahap pendaftaran dari 122 orang menghasilkan 199 gambar iris. Kemudian proses identifikasi dilakukan. Dari orang yang berpartisipasi, dilakukan 878 kali proses identifikasi dan dihasilkan 89 kali kesalahan penolakan. Tapi 47 kali diantaranya diminta oleh sistem untuk mencoba lagi, semua sukses kecuali 16 kasus. Di sisi lain, tidak ada hasil kesalahan penerimaan dan kesalahan diketahui akibat refleksi cahaya kaca mata dan kekurangan pengguna.



Gambar 9. Scanner iris

Pada tahap ke dua, 96 orang yang ikut pada tahap pertama mencoba untuk menjadi penyusup dengan database baru berisi 403 data iris. Hasilnya tidak ada kesalahan penerimaan lagi. Kesimpulannya, pengguna menerima sistem identifikasi ini diluar kekurangannya pada proses pencahayaan.

Sistem Wilde beroperasi dalam dua tahap yang sama dengan sistem Daugman. Tahap sistem ini membutuhkan waktu 10 detik. Sistem ini belum diuji secara menyeluruh hanya dengan penelitian secara empiris. Pada penelitian 40 orang membuat 60 jenis iris dengan masing-masing 10 gambar. Penelitian ini tidak menghasilkan kesalahan penerimaan atau kesalahan penolakan meskipun di salah satu kasusnya menggunakan iris dari kembar identik.

Bole mencoba untuk mengimplementasikan sistem yang memperbaiki kemampuan kedua metode yang ada. Pada dasarnya Bole mencoba untuk membuat sistem yang mampu menerima iris meski tidak pada lokasi yang sama dan gambar yang bebas pemendaran dengan tingkat pencahayaan yang tetap. Masalah ini sebenarnya sudah diatasi pada metode Daugman dengan proses sekuensial dari banyak frame hingga edge detector untuk lokalisasi iris mendeteksi adanya iris di depan kamera. Namun, transformasi wavelet menghasilkan kemampuan pencocokan pola dalam kondisi distorsi hopping lokal untuk mengakomodasi pemendaran akibat refleksi pada permukaan iris, translasi, dan variasi ukuran. Dia juga mencoba untuk menguji toleransi sistem dalam level noise yang berbeda. Meski hasilnya bagus, tapi sistem ini hanya diuji dengan jumlah gambar yang sedikit sehingga tidak cukup untuk membuat kesimpulan lebih lanjut. Hal yang membedakan metode ini dengan yang lain adalah analisis informasi yang dilakukan pada berbagai level resolusi. Untuk mengurangi waktu proses, Bole menemukan bahwa level intermediate memiliki energi terbesar.

Kriteria	Daugman	Wilde	Bole
Ukuran Gambar Iris	128 x 128	256 x 256	128 x 128
Pencahayaan	Rendah, mengurangi refleksi	Rendah, dibantu circular polariser sebagai filter	Bervariasi
Identifikasi kode Iris	most significant bit pada koefisien 2-D Gabor wavelet	Piramida Laplace untuk menghasilkan 2D bandpass	Perhitungan Zero Crossing dari transformasi wavelet pada lingkaran konsentris iris
Noise	Diatur dengan sudut pencahayaan yang berbeda	difilter dengan Low pass filter dan sub sampling	Menggunakan transformasi 1-D untuk menghilangkan noise
Overall	Metode Pionir yang telah mendapat paten dan diimplementasikan secara nyata	Metode mirip Daugman, hanya pengujiannya masih terbatas secara empiris	Metode yang masih membutuhkan penelitian dan pembuktian lebih lanjut

Tabel 2. Perbandingan tiga metode Iris Scan

## VII. Daftar Pustaka

1. *Biometric Technology Today 1995*, vol. 3, SJB Services, Soberest, England (<http://www.sjb.co.uk>).
2. Daugman, J. "High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence" *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v. 15, n. 11, Nov. 1993.
3. Daugman, J. "Biometric Personal Identification System Based on Iris Analysis," US patent 5,921,560 Patent and Trademark Office, Washington D.C., 1994.
4. IriScan Inc, USA, Marlton, NJ (<http://www.iris-scan.com>)
5. R. Wildes et al., "A system for automated iris recognition," *Applications of Computer Vision*, 1994, Proceedings of the Second IEEE Workshop 1994.
6. R. Wildes, "Iris recognition: an emerging biometric technology," *Proceedings of the IEEE* Volume 85, 1997
7. W. Boles, B. Boashash, "A human identification technique using images of the iris and wavelet transform," *IEEE Transactions on Signal Processing* vol. 46, 1998.
8. <http://www.cim.mcgill.ca>
9. <http://www.eb.uah.edu>
10. <http://www.sensar.com> Sensar Secure
11. <http://www.oki.com/jp/SSG/ENG/Prod/iris/>
12. Miltiades Leonidou, "Iris Recognition: Closer than we think?", *GSEC Certification Paper – Research on Topics in Information Security*, 2002.