Identifikasi Retina Mata Menggunakan Metode Run Length dan Naive Bayesian

Dicky Tanaga Putra
Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur 112-114 Bandung
E-mail : tan.dickyputra@gmail.com

ABSTRAK

Retina merupakan salah satu anggota tubuh manusia yang dapat digunakan sebagai identitas seseorang. Retina mengandung banyak pembuluh darah yang membentuk pola unik, setiap manusia memiliki pola yang berbeda. Cara membedakan suatu retina dengan yang lainnya yaitu dengan membedakan tekstur citra retina tersebut. Metode run length adalah suatu metode yang dapat mengekstrak ciri suatu citra berdasarkan tekstur, ciri yang didapat adalah *Short Run Emphasis* (SRE), *Long Run Emphasis* (LRE), *Grey Level Uniformity* (GLU), *Run Length Uniformity* (RLU), dan *Run Percentage* (RPC). Hasil dari ekstraksi ciri citra berdasarkan tekstur tersebut kemudian akan digunakan sebagai nilai masukan untuk menentukan hasil klasifikasi citra berdasarkan tekstur menggunakan metode naive bayesian. Metode naive bayesian merupakan sebuah metode pengklasifikasian probabilistik sederhana yang menghitung sekumpulan probabilitas dengan menjumlahkan frekuensi dan kombinasi nilai dari dataset yang diberikan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui identifikasi citra retina mata dapat dilakukan dengan klasifikasi berdasarkan tekstur menggunakan metode run length sebagai metode untuk ekstraksi tekstur pada citra retina mata dan metode naive bayesian sebagai metode untuk klasifikasi. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan identifikasi citra retina mata berdasarkan tekstur menggunakan metode run length dan naive bayesian didapat tingkat akurasi sebesar 100%.

Kata Kunci : Identifikasi Retina, Run Length, Naive Bayesian, Kecerdasan Buatan.

1. PENDAHULUAN

Retina adalah selapis tipis sel yang terletak pada bagian belakang bola mata. Retina mengandung banyak pembuluh darah yang membentuk pola yang unik seperti pada sidik jari, oleh karena itu retina mata dapat digunakan sebagai alat identifikasi. Sistem identifikasi retina bekerja dengan membaca pola retina mata seseorang yang pindai menggunakan sinar inframerah berintensitas rendah, pola ini kemudian disimpan dalam komputer untuk dijadikan identitas seseorang [1]. Sebelumnya dilakukan penelitian oleh Md. Amran Siddiqui, untuk identifikasi retina mata yang melalui empat proses yaitu penentuan pusat deteksi, segmentasi dan derivasi, ekstraksi, dan pencocokan didapatkan tingkat akurasi sebesar 80% [2]. Pada penelitian yang yang dilakukan oleh Nurul Hikmah, identifikasi retina mata menggunakan metode HSV dan ANFIS didapatkan tingkat akurasi 65% untuk membership function Trapesium dan 80% untuk membership function Gaussian [3].

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penelitian lebih lanjut tentang identifikasi retina mata untuk meningkatkan akurasi dengan menggunakan metode yang berbeda. Penelitian ini menggunakan metode ekstraksi Run Length untuk proses ektraksi citra dan metode Naive Bayesian untuk klasifikasi. Metode Run Length menggunakan distribusi suatu pixel dengan intensitas yang sama secara berurutan dalam satu arah tertentu sebagai primitifnya. Ciri-ciri citra tekstur yang didapat pada metode Run Length diantaranya adalah *Short Run Emphasis* (SRE), *Long Run Emphasis* (LRE), *Grey Level Uniformity* (GLU), *Run Length Uniformity* (RLU), dan *Run Percentage* (RPC). Hasil dari ekstraksi ciri-ciri citra tekstur tersebut kemudian akan digunakan sebagai nilai masukan untuk menentukan hasil klasifikasi citra berdasarkan tekstur menggunakan metode Naive Bayesian. Pada penelitian yang dilakukan oleh Zanobya Nizar, metode Naive Bayesian digunakan untuk klasifikasi citra digital pada telapak tangan menghasilkan tingkat akurasi sebesar 97% [4]. Metode Naive Bayesian merupakan sebuah metode pengklasifikasian probabilistik sederhana yang menghitung sekumpulan probabilitas dengan menjumlahkan frekuensi dan kombinasi nilai dari dataset yang diberikan.

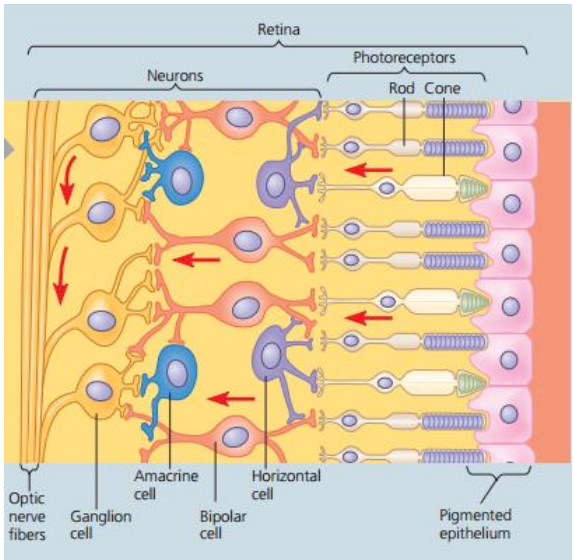
Dari permasalahan dan solusi yang telah dijelaskan, maka penelitian ini akan mengidentifikasi retina mata berdasarkan citra retina mata dengan menerapkan metode Run Length untuk proses ekstraksi citra dan metode Naïve Bayesian untuk proses klasifikasi citra, diharapkan metode Run Length dan Naïve Bayesian dapat mengidentifikasi retina mata berdasarkan tekstur dan mengukur tingkat keakuratan klasifikasinya.

1.1 Retina Mata

Mata adalah organ yang dapat mendeteksi cahaya, secara sederhana mata hanya mendeteksi apakah lingkungan disekitarnya terang atau gelap. Dalam hal yang lebih kompleks mata dapat membedakan bentuk dan warna. Pada mata manusia, cahaya masuk melalui pupil dan difokuskan pada retina dengan bantuan lensa. Sel-sel saraf sensitif cahaya disebut rod (untuk kecerahan) dan cone (untuk cahaya) yang beraksi terhadap cahaya. Keduanya berinteraksi satu dengan lainnya dan mengirimkan pesan ke otak yang mengindikasikan kecerahan, warna, kontur.

Retina adalah lapisan terdalam pada mata yang mengandung sel fotoreseptor (rod dan cone) dan neuron yang berfungsi mentransmisikan bentuk benda yang kita lihat yang dibentuk oleh lensa ke otak melalui saraf optik.

Cahaya masuk kedalam retina melewati sebagian besar lapisan transparan neuron sebelum mencapai rod dan cone, dua jenis fotoreseptor yang berbeda dalam bentuk dan fungsi. Neuron retina kemudian menyampaikan informasi visual yang ditangkap oleh fotoreseptor ke saraf optik dan otak. Setiap sel bipolar memerima informasi dari beberapa rod atau cone dan setiap ganglion sel mengumpulkan hasil informasi dari beberapa bipolar sel, Horisontal dan Amacrine sel mengintegrasikan informasi di retina. Salah satu daerah retina yaitu optik disk tidak memiliki reseptor sebagai akibatnya daerah ini membentuk "blind spot" dimana cahaya tidak terdeteksi [6].



Gambar 1 Bagian pada Retina

1.2 Biometrik

Biometrik adalah suatu cabang keilmuan dengan menggunakan data unik yang terdapat pada anggota tubuh atau tingkah laku manusia untuk tujuan identifikasi. Teknologi biometrik sangat berguna untuk mencegah pemalsuan identitas, karena menggunakan anggota tubuh atau tingkah laku manusia sebagai identitas seseorang tersebut. Anggota tubuh atau tingkah laku manusia yang akan dijadikan untuk sistem biometrik harus memenuhi beberapa syarat diantaranya adalah :

a. *Universality*, bahwa setiap orang memiliki karakteristik.
b. *Uniqueness*, tidak ada kesamaan karakteristik.
c. *Permanence*, bahwa karakteristik konstan dengan waktu.
d. *Collectability*, karakteristik dapat diukur secara kuantitatif.
e. *Performance*, keakuratan dalam mengidentifikasi karakteristik.
f. *Acceptability*, sistem biometrik ini dapat diterima.
g. *Circumvention*, sistem tidak mudah untuk dicurangi.

Anggota tubuh atau tingkah laku yang bisa digunakan untuk sistem biometrik ini diantaranya adalah Wajah, Sidik jari, Geometri tangan, *Keystrokes*, Vena tangan, Iris mata, Retina mata, Tanda tangan, Suara, *Thermograms*, Bau, DNA, Gaya berjalan, dan Telinga. Berikut adalah tabel tingkat kualitas anggota tubuh atau tingkah laku pada sistem biometrik:

Tabel 1 Perbandingan Biometrik

Biometrik	Universality	Uniqueness	Permanence	Collectability	Performance	Acceptability	Circumvention
Wajah	High	Low	Medium	High	Low	High	Low
Sidik Jari	Medium	High	High	Medium	High	Medium	High
Geometri Tangan	Medium	Medium	Medium	High	Medium	Medium	Medium
Keystrokes	Low	Low	Low	Medium	Low	Medium	Medium
Vena Tangan	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	High
Iris Mata	High	High	High	Medium	High	Low	High
Retina Mata	High	High	Medium	Low	High	Low	High
Tanda Tangan	Low	Low	Low	High	Low	High	Low
Suara	Medium	Low	Low	Medium	Low	High	Low
Thermograms	High	High	Low	High	Medium	High	High
Bau	High	High	High	Low	Low	Medium	Low
DNA	High	High	High	Low	High	Low	Low
Gaya Berjalan	Medium	Low	Low	High	Low	High	Medium
Telinga	Medium	Medium	High	Medium	Medium	High	Medium

1.3 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Umumnya, operasi –operasi pada pengolahan citra diterapkan pada citra bila :

1. Perbaikan atau memodifikasi citra perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau untuk menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam citra.
2. Elemen di dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur.
3. Sebagian citra perlu digabung dengan bagian citra yang lain.

Pengolahan citra bertujuan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (dalam hal ini komputer). Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Jadi, masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra, namun citra keluaran mempunyai kualitas lebih baik daripada citra masukan [7].

1.4 Operasi Pengolahan Citra

Operasi-operasi yang dilakukan di dalam pengolahan citra banyak ragamnya. Namun, secara umum, operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis sebagai berikut [7]:

1. Perbaikan kualitas citra (*image enhancement*).
   Jenis operasi ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi parameter-parameter citra. Dengan operasi ini, ciri-ciri khusus yang terdapat di dalam citra lebih ditonjolkan. Contoh operasi perbaikan citra diantaranya adalah perbaikan kontras, perbaikan tepian objek (*edge enhancement*), penajaman (*sharpening*), pemberian warna semu (*pseudocoloring*), dan penapisan derau (*noise filtering*).
2. Pemugaran citra (*image restoration*).
   Operasi ini bertujuan menghilangkan / meminimumkan cacat pada citra. Tujuan pemugaran citra hampir sama dengan operasi perbaikan citra. Bedanya, pada pemugaran citra penyebab degradasi gambar diketahui. Contoh operasi pemugaran citra diantaranya adalah penghilangan kesamaran (*deblurring*) dan penghilangan derau (*noise*).
3. Pemampatan citra (*image compression*).
   Jenis operasi ini dilakukan agar citra dapat direpresentasikan dalam bentuk yang lebih kompak sehingga memerlukan memori yang lebih sedikit. Hal penting yang harus diperhatikan dalam pemampatan adalah citra yang telah dimampatkan harus tetap mempunyai kualitas gambar yang bagus.
4. Segmentasi citra (*image segmentation*).
   Jenis operasi ini bertujuan untuk memecah suatu citra ke dalam beberapa segmen dengan suatu kriteria tertentu. Jenis operasi ini berkaitan erat dengan pengenalan pola.
5. Pengorakan citra (*image analysis*)
   Jenis operasi ini bertujuan menghitung besaran kuantitif dari citra untuk menghasilkan deskripsinya. Teknik pengorakan citra mengekstraksi ciri-ciri tertentu yang membantu dalam identifikasi objek. Proses segmentasi kadangkala diperlukan untuk melokalisasi objek yang diinginkan dari sekelilingnya. Contoh operasi pengorakan citra diantaranya adalah pendeteksian tepi objek (*edge detection*), ekstraksi batas (*boundary*), dan representasi daerah (*region*).
6. Rekonstruksi citra (*image reconstruction*)
   Jenis operasi ini bertujuan untuk membentuk ulang objek dari beberapa citra hasil proyeksi. Operasi rekonstruksi citra banyak digunakan dalam bidang medis. Misalnya beberapa foto rontgen dengan sinar X digunakan untuk membentuk ulang gambar organ tubuh.
7. Perubahan Model Warna
   Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek [5]. Setiap warna mempunyai panjang gelombang yang berbeda. Warna merah mempunyai panjang gelombang paling tinggi, sedangkan warna ungu mempunyai panjang gelombang paling rendah. Warna-warna yang diterima oleh mata merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah red (R), green (G), blue (B).
   Dalam pembentukan citra digital model warna yang umum digunakan antara lain sebagai berikut :
   a. Citra RGB
      Citra RGB yang biasa disebut juga citra true color, disimpan dalam citra berukuran (m x n) x 3 yang mendefinisikan warna merah (red), hijau (green) dan biru (blue) untuk setiap pikselnya. Warna pada setiap piksel ditentukan berdasarkan kombinasi dari warna red, green dan blue (RGB). RGB merupakan citra 24 bit dengan komponen merah, hijau, dan biru yang masing-masing umumnya bernilai 8 bit sehingga intensitas kecerahan warna sampai 256 level dan kombinasi warnanya kurang dari sekitar 16 juta warna.
   b. Citra Keabuan
      Citra dengan derajat keabuan berbeda dengan citra RGB, citra ini didefinisikan oleh satu nilai derajat warna. Umumnya bernilai 8 bit sehingga intensitas kecerahan warna sampai 256 level dan kombinasi warnanya 256 varian. Tingkat kecerahan paling rendah yaitu 0 untuk warna hitam dan putih bernilai 255. Untuk mengkonversikan citra yang memiliki warna RGB ke derajat keabuan bisa menggunakan persamaan :
      $Gray = 0.30 * R + 0.59 * G + 0.11 * B$
      Dimana :
      R = nilai *Red*
      G = nilai *Green*
      B = nilai *Blue*

1.5 Tekstur

Secara umum tekstur mengacu pada repetisi elemen-elemen tekstur dasar yang sering disebut primitif atau texel (texture element). Suatu texel terdiri dari beberapa pixel dengan aturan posisi bersifat periodik, kuasiperiodik, atau acak. Pengertian dari tekstur dalam hal ini adalah keteraturan pola-pola tertentu yang terbentuk dari susunan piksel-piksel dalam citra digital [5].

Untuk membentuk suatu tekstur setidaknya ada dua persyaratan yang harus dipenuhi antara lain :

1 Terdiri dari satu atau lebih piksel yang membentuk pola-pola primitif (bagian-bagian terkecil). Bentuk-bentuk pola primitif ini dapat berupa titik, garis lurus, garis lengkung, luasan dan lain-lain yang merupakan elemen dasar dari sebuah bentuk.

2 Munculnya pola-pola primitif yang berulang-ulang dengan interval jarak dan arah tertentu sehingga dapat diprediksi atau ditemukan karakteristik perulangannya, untuk contoh dari citra tekstur dapat dilihat dari gambar 2.



Gambar 2 Contoh Citra Tekstur

Suatu citra memberikan interpretasi tekstur yang berbeda apabila dilihat dengan jarak dan sudut yang berbeda, manusia memandang tekstur berdasarkan deskripsi yang bersifat acak, seperti halus, kasar, teratur, tidak teratur, dan lain sebgainya. Hal ini merupakan deskripsi yang tidak tepat dan non-kuantitatif, sehingga diperlukan adanya suatu deskripsi yang kuantitatif (matematis) untuk memudahkan analisis [5].

1.6 Analisis Tekstur

Analisis tekstur merupakan dasar dari berbagai macam aplikasi, aplikasi dari analisis tekstur antara lain adalah penginderaan jarak jauh, pencitraan medis, identifikasi kualitas suatu bahan (kayu, kulit, tekstil dan lain-lain). Pada analisis citra, dikategorikan menjadi lima kategori utama yaitu statistis, struktural, geometri, model dasar dan pengolahan sinyal. Pendekatan statistis mempertimbangakan bahwa internsitas dibangkitkan oleh medan acak dua dimensi, metode ini berdasar pada frekuensi-frekuensi ruang. Contoh metode statistis adalah fungsi autokorelasi, run-length, matriks kookurensi, tranformasi fourier, frekuensi tepi. Teknik struktural berkaitan dengan penyusupan bagian-bagian terkecil suatu citra. contoh metode struktural adalah model fraktal. Metode geometri berdasar atas perangkat geometri yang ada pada elemen tekstur. Contoh model dasar adalah medan acak. Sedangkan metode pengolahan sinyal adalah metode yang berdasarkan analisis frekuensi seperti transformasi gabor dan transformasi wavelet [5].

1.7 Metode Run Length

Grey level run length matrix yang biasa disingkat dengan GLRLM merupakan salah satu metode untuk mengekstrak tekstur sehingga diperoleh ciri statistik atau atribut yang terdapat dalam tekstur dengan mengestimasi piksel-piksel yang memiliki derajat keabuan yang sama. Ekstraksi tekstur dengan metode run-length dilakukan dengan membuat rangkaian pasangan nilai (*i,j*) pada setiap baris piksel. Perlu diketahui maksud dari run-length itu sendiri adalah jumlah piksel berurutan dalam arah tertentu yang memiliki derajat keabuan/nilai intensitas yang sama. Jika diketahui sebuah matriks run-length dengan elemen matriks $q(i, j \mid \theta)$ dimana i adalah derajat keabuan pada masing-masing piksel, j adalah nilai run-length, dan θ adalah orientasi arah pergeseran tertentu yang dinyatakan dalam derajat. Orientasi dibentuk dengan empat arah pergeseran dengan interval 45^0, yaitu 0^0, 45^0, 90^0, dan 135^0.

Terdapat beberapa jenis ciri tekstur yang dapat diekstraksi dari matriks run-length [8]. Berikut variabel-variabel yang terdapat di dari ekstraksi citra dengan menggunakan metode statistikal *Grey Level Run Length Matrix* :

i = nilai derajat keabuan
j = piksel yang berurutan (*run*)
M = Jumlah derajat keabuan pada sebuah gambar
N = Jumlah piksel berurutan pada sebuah gambar
r(j) = Jumlah piksel berurutan berdasarkan banyak urutannya (*run length)*
g(i) = Jumlah piksel berurutan berdasarkan nilai derajat keabuannya
s = Jumlah total nilai *run* yang dihasilkan pada arah tertentu
p(i,j)= himpunan matrik i dan j
n = jumlah baris * jumlah kolom.

Dimana varibel-variabel tersebut akan digunakan untuk mencari nilai dari atribut-atribut tekstur sebagai berikut:

1. *Short Run Emphasis* (SRE)

   SRE mengukur distribusi short run. SRE sangat tergantung pada banyaknya short run dan diharapkan bernilai besar pada tekstur halus.

$$SRE = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N}\frac{p(i,j)/s}{j2} = \sum_{j=1}^{n}\frac{r(j)/s}{j2}$$

2. *Long Run Emphasis* (LRE)

   LRE mengukur distribusi long run. LRE sangat bergantung pada banyaknya long run dan diharapkan bernilai besar pada tekstur kasar.

$$LRE = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} j2p(i,j)/s = \sum_{j=1}^{N} r(j)j2/s$$

3. *Grey Level Uniformity* (GLU)

   GLU mengukur persamaan nilai derajat keabuan seluruh citra dan diharapkan bernilai kecil jika nilai derajat keabuan serupa diseluruh citra.

$$GLU = \sum_{i=1}^{M}(\sum_{j=1}^{N} p(i,j))2/s = \sum_{i=1}^{M}\frac{g(i)2}{s}$$

4. *Run Length Uniformity* (RLU)

   RLU mengukur persamaan panjangnya run diseluruh citra dan diharapkan bernilai kecil jika panjangnya run serupa diseluruh citra.

$$RLU = \sum_{j=1}^{N}(\sum_{I=1}^{M} p(i,j))2/s = \sum_{j=1}^{N}\frac{r(j)2}{s}$$

5. *Run Percentage* (RPC)

   RPC mengukur kebersamaan dan distribusi run dari sebuah citra pada arah tertentu. RPC bernilai paling besar jika panjangnya run adalah 1 untuk semua derajat keabuan pada arah tertentu.

$$RPC = \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} p(i,j)/n = \sum_{j=1}^{N} r(j)/n$$

1.8 Metode Naive Bayesian

Naïve bayesian adalah suatu metode pengklasifikasian paling sederhana dengan menggunakan peluang yang ada, dimana diasumsikan bahwa setiap variable X bersifat bebas (*independence*) [4]. Karena asumsi variabel tidak saling terikat, maka didapatkan :

$$P(X \mid Y = y) = \prod_{i=1}^{q} P(X_i \mid Y = y)$$

Terdapat beberapa langkah dalam pengklasifikasian menggunakan metode naive bayesian, berikut adalah langkah - langkahnya :

Training :

1. Hitung rata-rata (*mean*) tiap fitur dalam dataset training dengan.

   $\mu = \frac{\sum x_i}{n}$

   Dimana:
   μ = mean
   n = banyaknya data
   $\sum x_i$ = jumlah nilai data
2. Kemudian hitung nilai varian dari dataset training tersebut seperti pada.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x]_i - [(\mu)^2$$

   Dimana:
   σ^2= varians
   μ= mean
   x_i = nilai data
   n = banyaknya data

Testing :

1. Hitung probabilitas (*Prior*) tiap kelas yang ada dengan cara menghitung jumlah data tiap kelas dibagi jumlah total data secara keseluruhan.
2. Selanjutnya menghitung densitas probabilitasnya. Fungsi densitas mengekspresikan probabilitas relatif. Data dengan mean μ dan standar deviasi σ, fungsi densitas probabilitasnya adalah :

$$\varphi_{\mu\sigma}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

   Dimana :
   x = data masukan
   π = 3,14
   σ = standar deviasi
   μ = mean
3. Setelah didapatkan nilai densitas probabilitasnya, selanjutnya menghitung posterior masing-masing kelas dengan menggunakan persamaan.

$$posterior = \frac{prior\ x\ likehood}{evidence}$$

   Atau bisa ditulis

$$Posterior = \frac{P(C_i)x\ P(X1.....Xn|C_i)}{P(X1.....Xn|C_i)}$$

4. Setelah didapat nilai posterior masing-masing kelas, maka kelas yang sesuai untuk data masukan adalah kelas yang memiliki nilai posterior terbesar.

1.9 Pengujian *Confusion Matrix*

Pengujian yang dilakukan pada metode klasifikasi terdapat pada bagian akurasi dari hasil klasifikasi. Akurasi sebuah klasifikasi berpengaruh terhadap performa dari suatu metode klasifikasi. Untuk melakukan pengujian akurasi dapat digunakan *confusion matrix* yaitu sebuah matriks dari prediksi yang akan dibandingkan dengan kelas yang asli dari data masukan. Setiap kolom dari matriks berkorespondensi kepada hasil klasifikasi dan setiap baris pada masukan. Akurasi sebuah klasifikasi dimana i=j menerangkan akurasi dari klasifikasi pada setiap kelas [9]. Berikut contoh *Confusion Matrix* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 *Confusion Matrix*

Kelas		Hasil Klasifikasi	
		0	1
Target	0	00	01
	1	10	11

Untuk menghitung akurasinya digunakan formula :

$$\frac{jumlah\ akurasi}{total\ data} X\ 100\% = Akurasi\%$$

2. ISI PENELITIAN

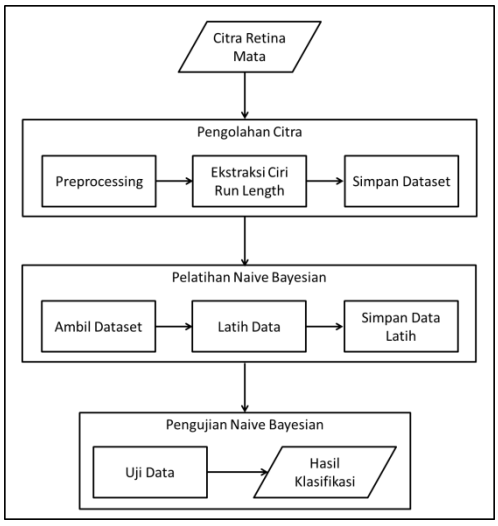
2.1 Analisis Masalah

Retina mata merupakan suatu anggota tubuh pada manusia yang dapat dijadikan sebagai objek identifikasi. Citra retina mata dapat diklasifikasikan berdasarkan informasi yang terdapat pada citra tersebut. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan sistem identifikasi retina mata berdasarkan ciri warna dari citra retina mata dan hasil pada penelitian tersebut didapatkan tingkat akurasi 65% untuk *membership function Trapesium* dan 80% untuk *membership function Gaussian* [3]. Maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi pada sistem identifikasi retina mata.

Naive Bayesian merupakan salah satu algoritma yang dapat mengklasifikasi citra berdasarkan pelatihan yang diberikan. Sebelum proses klasifikasi, akan dilakukan ekstraksi citra terlebih dahulu untuk mendapatkan ciri dari citra tersebut. Metode yang akan digunakan untuk ekstraksi adalah Run Length, metode ini merupakan salah satu metode untuk mengekstrak tekstur sehingga diperoleh ciri statistik atau atribut yang terdapat dalam tekstur dengan mengestimasi piksel-piksel yang memiliki derajat keabuan yang sama.

2.2 Analisis Proses

Analisis proses pada penelitian ini akan menjelaskan proses yang ada pada pada sistem identifikasi retina mata dalam mengklasifikasi citra berdasarkan tekstur. Berikut adalah alur proses sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3 Alur Proses Sistem

2.3 Analisis Data

Analisis data terdiri dari analisis data masukan atau *input* dan analisis data keluaran atau *output*. Sampel data berupa citra retina mata yang telah dipersiapkan sebelumnya.

2.3.1 Analisis Data Masukan

Data masukan berupa citra retina mata manusia yang tersedia pada dataset VARIA. Citra retina tersebut memiliki ukuran 768x584 piksel

2.3.2 Analisis Data Keluaran

Data keluaran adalah nama hasil klasifikasi dari suatu citra retina yang diujikan, data ini didapat dari beberapa proses yaitu pengolahan citra, pelatihan naive bayesian dan pengujian naive bayesian.

2.4 Analisis Metode

Analisis metode atau algoritma pada sistem identifikasi citra retina mata adalah untuk menganalisis cara kerja naive bayesian dalam mengklasifikasi citra berdasarkan tekstur. Sebelum dapat mengklasifikasi, citra masukan akan melalui beberapa tahapan yaitu pengolahan citra dan pelatihan. Setelah citra masukan melalui beberapa tahapan tersebut kemudian pengujian naive bayes dapat dilakukan untuk mengklasifikasi citra retina mata.

2.4.1 Analisis Tahapan Pengolahan Citra

Tahapan pengolahan citra dilakukan untuk mendapatkan ekstraksi ciri yang terdapat pada citra masukan. Berikut adalah proses yang dilakukan untuk mendapatkan ekstraksi ciri :

2.4.1.1 Proses *Resize*

Resize adalah proses mengubah ukuran citra, proses ini dilakukan untuk menyamakan ukuran dari setiap citra masukan. Pada penelitian ini citra akan di *resize* menjadi 32x32 piksel. Contoh hasil citra yang sudah di *Resize* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Citra Hasil *Resize*

2.4.1.2 Proses *Grayscale*

Grayscale adalah proses mengubah citra RGB menjadi citra keabuan, proses ini bertujuan untuk menyederhanakan nilai piksel yang sebelumnya citra RGB memiliki 3 nilai menjadi satu nilai pada setiap pikselnya. Konversi informasi suatu citra warna ke skala keabuan dapat juga dilakukan dengan cara memberi bobot pada setiap elemen warna [5] dengan R = 0.30, G = 0.59 dan B = 0.11. Sehingga didapat persamaan.

Gray = 0.30 * R + 0.59 * G + 0.11 * B
Dimana :
R = nilai red * 31 / 255
G = nilai green *31 / 255
B = nilai blue * 31 / 255
Contoh perhitungan *grayscale* :
Citra masukan yang digunakan pada contoh perhitungan *grayscale* ini adalah gambar 4.
Perhitungan *grayscale* piksel (0,0) :

R = 40 * 31/255 = 4,86
G = 40 * 31/255 = 4,86
B = 40 * 31/255 = 4,86
Gray = 4,86*0,3 + 4,86*0,59 + 4,86*0,11
Gray = 1,46 + 2,87 + 0,53
Gray = 4,86
Gray = 5

Dengan menggunakan rumus yang sama terhadap semua piksel maka akan didapatkan matriks *grayscale* yang dapat dilihat pada gambar 5.

5	5	5	6	6	6	5	6	6	7	7	7	8	7	7	7	7	7	7	8	8	7	7	7	7	6	6	6	5	5	4	4
9	9	10	10	11	11	12	11	10	10	11	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	12	13	12	12	12	11	10	9	8	7	7
9	9	10	11	11	11	12	12	12	12	12	11	13	14	14	15	15	15	15	15	14	13	14	13	12	12	12	11	10	9	8	7
9	9	10	10	11	11	11	11	12	12	12	13	13	14	16	15	16	16	16	15	15	14	15	14	13	13	12	11	10	9	8	8
9	9	10	10	11	11	11	11	12	12	12	13	15	14	14	17	16	17	16	16	16	14	15	15	14	13	12	11	10	10	9	9
9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	13	14	15	15	15	15	16	17	17	17	17	15	15	15	14	12	11	11	11	10	10	9
9	9	9	10	10	10	10	11	11	12	13	14	15	16	17	16	15	18	18	17	17	16	16	15	15	14	13	12	11	10	10	9
9	9	9	9	10	10	10	11	12	12	13	14	15	16	17	18	18	18	19	18	16	18	16	17	16	14	13	13	12	11	10	9
8	8	9	9	10	10	10	11	11	12	13	14	15	16	17	19	20	18	20	19	19	17	18	17	16	15	14	13	12	12	11	9
8	8	8	9	9	9	10	10	11	12	12	13	15	17	19	21	22	20	20	20	20	19	17	17	16	15	14	13	12	12	11	10
8	8	8	8	9	9	9	10	11	12	12	13	15	18	22	25	23	20	20	22	21	20	19	18	17	16	14	14	13	12	11	10
7	7	8	8	8	9	9	10	10	11	12	13	15	17	26	26	24	20	20	22	21	20	19	17	16	16	15	15	13	13	12	11
7	7	7	7	8	8	9	9	10	11	11	12	14	18	27	28	26	21	23	21	21	20	19	18	17	17	16	15	14	13	13	11
7	7	6	7	7	7	8	9	9	10	11	12	14	18	27	27	27	22	22	22	23	20	19	18	17	17	16	16	14	13	13	11
6	6	6	6	7	7	8	8	9	10	11	12	14	18	27	26	26	21	23	22	21	20	19	18	18	17	17	15	14	13	12	11
6	5	5	6	6	7	7	8	9	10	10	12	14	17	24	26	24	21	22	23	19	19	19	18	18	17	17	15	13	13	12	11
5	5	5	5	6	6	7	8	9	10	10	12	13	16	20	25	23	20	22	21	20	19	18	18	18	17	16	15	14	13	13	12
5	5	5	5	6	6	7	8	9	9	10	11	13	15	17	20	21	18	21	19	20	20	19	17	16	17	15	14	14	13	13	12
6	5	5	5	6	7	7	8	8	9	10	11	13	15	16	17	16	18	20	19	19	20	19	18	17	15	15	14	14	13	13	12
6	5	5	6	6	7	7	8	8	9	10	11	13	14	16	17	17	17	18	20	19	20	19	18	17	16	14	14	14	13	13	11
6	6	6	6	7	7	7	8	8	9	10	11	13	14	16	18	18	19	17	20	19	19	18	18	17	16	15	13	13	13	12	12
7	6	6	7	7	7	8	8	8	9	10	11	13	14	16	18	19	19	17	19	19	19	18	18	17	16	15	14	13	12	11	11
7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	10	11	13	15	17	18	19	19	17	19	19	18	18	18	17	16	15	14	13	13	11	10
7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	10	11	13	15	17	17	18	17	18	18	19	18	18	17	16	15	15	14	13	12	12	11
7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10	11	13	15	16	16	18	15	18	18	18	18	17	16	15	15	14	14	14	13	13	12
7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	11	12	13	14	15	17	15	17	17	17	18	18	17	16	16	15	15	14	13	13	12	12
7	7	7	7	8	8	8	8	9	10	11	12	13	14	15	15	14	17	16	16	17	17	16	16	15	14	13	13	13	12	12	12
7	7	7	7	8	8	8	9	9	10	11	12	12	13	14	12	15	16	16	16	15	16	15	15	15	14	13	13	13	13	12	12
7	7	7	7	8	8	8	9	9	10	11	11	12	13	12	12	15	15	15	15	15	15	15	14	14	14	13	13	12	12	12	11
7	7	7	7	7	8	8	9	9	9	10	11	12	13	11	14	15	15	15	14	14	14	14	15	14	13	13	12	12	12	12	11
7	7	7	7	7	8	8	9	10	10	10	11	12	11	12	13	14	14	14	14	14	15	14	14	13	12	12	12	12	12	11	11
6	7	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	10	12	12	12	13	13	13	13	13	13	12	12	11	10	11	11	11	11	10

Gambar 5 Matriks *Grayscale*

2.4.1.3 Proses Ekstraksi Run Length

Run-length adalah metode untuk ekstraksi ciri, dimana nilai ekstraksi ciri yang akan diperoleh adalah nilai SRE (*short run emphasis*), LRE (*long run emphasis*), GLU (*grey level uninformity*), RLU (*run length uninformity*) dan RPC (*run percentage*). Langkah pertama dalam melakukan perhitungan menggunakan metode run length adalah dengan membuat matriks run length, nilai matriks run length diperoleh dari matriks *grayscale* dengan menghitung derajat keabuan yang sama di setiap barisnya. Orientasi dibentuk dengan empat arah pergeseran, yaitu 0^0, 45^0, 90^0 dan 135^0.

Sebagai contoh matriks *grayscale* pada gambar 5 digunakan untuk memperoleh matriks run length. Berikut adalah matriks run length dengan arah pergeseran 0^0, 45^0, 90^0 dan 135^0 yang dihasilkan.

Dimana
i = nilai derajat keabuan
j = piksel yang berurutan (*run*)
r(j) = Jumlah piksel berurutan berdasarkan banyak urutannya
g(i) = Jumlah piksel berurutan berdasarkan nilai derajat keabuannya
s = Jumlah total nilai *run* yang dihasilkan

Tabel 3 Matriks Run Length 0^0

i	r (j)																															G(i|θ)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	1	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
6	6	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
7	4	7	4	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
8	8	10	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
9	19	15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
10	27	12	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
11	44	7	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
12	31	13	7	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
13	37	16	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
14	39	6	3	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
15	33	9	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
16	29	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
17	33	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
18	20	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
19	17	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
20	16	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
21	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
22	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
26	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
27	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r(j|θ)	397	141	52	29	9	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	632

Tabel 4 Matriks Run Length 45^0

i	r (j)																															G(i|θ)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
6	19	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
7	27	7	3	2	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
8	20	8	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
9	33	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
10	43	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
11	49	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
12	47	12	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
13	47	6	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
14	47	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
15	44	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
16	32	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
17	34	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
18	25	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
19	17	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
20	19	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
21	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
22	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
26	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
27	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r(j|θ)	546	128	37	12	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	734

Tabel 5 Matriks Run Length 90^0

i	r (j)																															G(i|θ)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5	6	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
6	10	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
7	16	3	4	2	0	1	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
8	8	4	4	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
9	5	3	4	1	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
10	8	5	6	4	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
11	19	4	5	4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
12	20	7	9	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
13	19	7	5	4	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
14	22	10	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
15	22	12	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
16	20	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
17	21	9	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
18	11	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
19	7	5	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
20	7	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
21	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
22	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
26	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
27	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r(j|θ)	252	95	67	28	16	6	2	2	2	7	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	480

Tabel 6 Matriks Run Length 135^0

i	r(j)																													G(i|θ)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5	7	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
6	19	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
7	20	10	1	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
8	8	8	9	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
9	19	9	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
10	24	8	3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
11	37	12	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
12	32	19	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
13	42	13	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
14	40	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58
15	43	12	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57
16	37	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
17	32	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
18	23	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
19	14	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
20	9	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
21	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
22	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
23	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
24	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
26	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
27	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r(j|θ)	445	150	43	15	8	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	668

Setelah dilakukan perhitungan fitur SRE (*Short Run Emphasis*), LRE (*Long Run Emphasis*), GLU (*Grey Level Uninformity*), RLU(*Run Length Uninformity*), dan RPC (*Run Percentage*) pada matriks run length 0^0, 45^0, 90^0, dan 135^0, maka didapatkan nilai fitur sebagai berikut :

Tabel 7 Nilai Fitur Matriks Run Length

Fitur	Matriks Run Length			
	0^0	45^0	90^0	135^0
SRE	0.69666	0.79458	0.59571	0.73156
LRE	3.67089	2.66213	7.9125	3.35329
GLU	40.61392	46.80109	29.525	42.47305
RLU	286.58544	430.62398	162.83333	333.35329
RPC	0.61719	0.7168	0.46875	0.65234

2.4.2 AnalisisTahap Pelatihan Naive Bayesian

Tahapan pelatihan naive bayesian dilakukan untuk mendapatkan data latih berupa nilai mean dan varians. Nilai mean dan varians ini akan menjadi acuan dalam melakukan pengujian. Pada tahap pelatihan ini nilai mean dan varians dicari dari setiap fitur pada setiap kelas data latih. Berikut dataset yang digunakan untuk pelatihan dapat dilihat pada table 8.

Tabel 8 Dataset Pelatihan

Retina	SRE	LRE	GLU	RLU	RPC
A.1	0.70463	4.3997	39.85326	303.34901	0.61377
A.2	0.68916	4.27881	38.94517	287.53854	0.60889
B.1	0.66979	5.1908	40.03463	261.16692	0.57544
B.2	0.64519	5.91579	41.56174	232.42015	0.54858

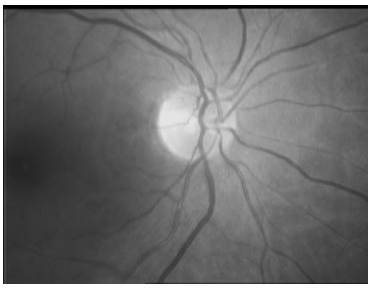
Setelah dilakukan proses pelatihan maka didapat hasil data pelatihan yang dapat dilihat pada table 9.

Tabel 9 Hasil Pelatihan

Retina	Nilai	Fitur				
		SRE	LRE	GLU	RLU	RPC
A	Mean	0.69690	4.33926	39.39922	295.44378	0.61133
	Varian	0.00012	0.00731	0.41231	124.98548	0.00001
B	Mean	0.65749	5.55330	40.79819	246.79354	0.56201
	Varian	0.00030	0.26281	1.16603	413.18839	0.00036

2.4.3 Analisis Tahap Pengujian Naive Bayesian

Tahap pengujian naive bayesian merupakan tahap pengujian data baru terhadap data latih. Contoh citra yang akan diuji dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Citra Uji

Berikut nilai fitur ekstraksi ciri citra uji dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10 Fitur Citra Uji

Fitur	Nilai
SRE	0.68916
LRE	4.27881
GLU	38.94517
RLU	287.53854
RPC	0.60889

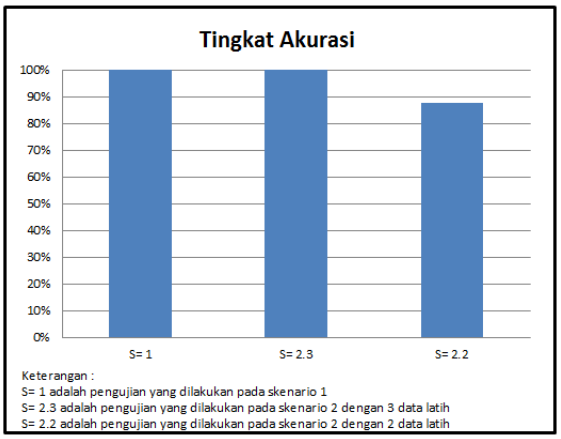
Setelah dilakukan proses pengujian naive bayesian didapat nilai posterior retina kelas A lebih besar dari retina kelas B, maka kelas yang cocok untuk citra uji diatas adalah retina kelas A.

3. PENGUJIAN DAN HASIL PENGUJIAN

Pengujian metode bertujuan untuk mengetahui hasil dari metode run length dan naive bayesian dalam mengidentifikasi retina mata. Pada penelitian ini, rencana pengujian dilakukan dengan beberapa skenario. Berikut adalah skenario yang akan dilakukan :

1. Menguji citra retina mata yang telah dijadikan data latih.
2. Menguji citra retina mata yang belum dilatih sebelumnya dan menguji pengaruh jumlah data latih terhadap tingkat akurasi

.



Gambar 6 Hasil Pengujian Metode

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan metode run length dan metode naive bayesian dapat digunakan untuk mengidentifikasi citra retina mata manusia dan berdasarkan pengujian diatas didapat kesimpulan bahwa jumlah data latih berpengaruh terhadap tingkat akurasi dimana semakin banyak data latih semakin besar pula tingkat akurasi yang dihasilkan.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Hasil yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan dalam penyusunan skripsi ini serta mengacu pada tujuan penelitian, maka dapat disimpulkan.

1. Metode run length dan naive bayesian dapat digunakan untuk mengidentifikasi retina mata berdasarkan citra.
2. Tingkat akurasi metode run length dan naive bayesian dalam mengidentifikasi retina mata berdasarkan citra adalah sebesar 100%.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah tercapai saat ini, terdapat beberapa saran yang mungkin bermanfaat jika ada yang akan melakukan penelitian yang sejenis, yaitu :

1. Dataset citra yang digunakan sebaiknya memiliki kelas yang lebih beragam.
2. Untuk mendapat tingkat keakurasian yang tinggi dalam mengklasifikasikan berbagai citra, sebaiknya menggunakan data latih yang banyak.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Dan M. Bowers, *Acces Control and Personal Identification Systems*. Boston: Butterworth Publishers, 1988.

[2] Md. Rounok Salehin, S. M. Hasan Sazzad Iqba, Md. Amran Siddiqui, "Personal Authentication through Retinal Blood," *International Journal of Computer Applications*, vol. 33– No.9, November 2011.

[3] Nurul Hikmah, "Identifikasi Retina Mata Manusia Menggunakan Sistem Inferensi Neuro Fuzzy Adaptif," *Tugas Akhir Teknik Elektro*, Universitas Indonesia, Depok, 2008.

[4] Zanobya Nizar, Zahoor Jan, Rehanullah Khan, Rashid Jalal Quereshi, "Palmprint Recognition: A Naïve Bayesian Approach," *World Applied Sciences Journal*, Mei 2014.

[5] Ahmad U., *Pengolahan Citra Digital & Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2005

[6] Neil A. Campbell, Lisa A. Urry, Michael L. Cain, Jane B. Reece, Steven A. Wasserman, Peter V. Minorsky, Robert B. Jackson, *Campbell Biology Ninth Edition*. San Francisco: Benjamin Cummings, 2011.

[7] Munir R., *Pengolahan Citra Digital.* Bandung: Informatika, 2002.

[8] Galloway M., "Texture analysis using gray level run length", Computer Graphics Image Process., vol. 4, pp.172-179, juni 1975.

[9] Anik A., "Sistem Pedukung Keputusan Berbasis Decision Tree Dalam
Pemberian Beasiswa Studi Kasus: AMIK BSI YOGYAKARTA," *Tugas Akhir Teknik Informatika*, AMIK BSI Jakarta, Jakarta Selatan, 2013.