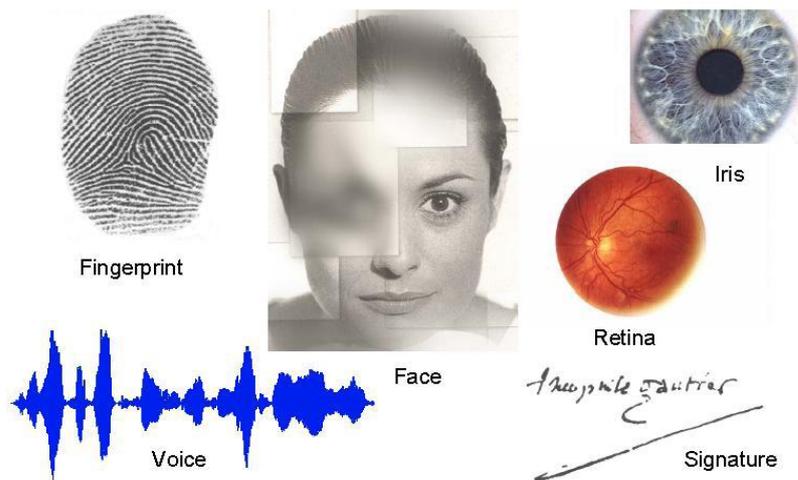


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biometrik

Secara harfiah, biometrika atau *biometrics* berasal dari kata *bio* dan *metrics*. *Bio* berarti sesuatu yang hidup, dan *metrics* berarti mengukur. Biometrika berarti mengukur karakteristik pembeda (*distinguishing traits*) pada badan atau perilaku seseorang yang digunakan untuk melakukan pengenalan secara otomatis terhadap identitas orang tersebut, dengan membandingkannya dengan karakteristik yang sebelumnya telah disimpan pada suatu database. Secara umum karakteristik pembeda tersebut dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu karakteristik fisiologis atau fisik (*physiological/physical characteristic*) dan karakteristik perilaku (*behavioral characteristic*). Biometrika berdasarkan karakteristik fisiologis/fisik menggunakan bagian-bagian fisik dari tubuh seseorang sebagai kode unik untuk pengenalan, seperti DNA, telinga, jejak panas pada wajah, geometri tangan, pembuluh tangan, sidik jari, iris mata, telapak tangan, retina, gigi dan bau (komposisi kimia) dari keringat tubuh. Sedangkan biometrik berdasarkan karakteristik perilaku menggunakan perilaku seseorang sebagai kode unik untuk melakukan pengenalan, seperti gaya berjalan, hentakan tombol, tanda tangan dan Suara[1].



Gambar 2.1 Jenis Biometrik

2.2 Pengertian Citra

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Citra sebagai keluaran suatu sistem perekaman data dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu media penyimpanan.

2.3 Perbedaan Citra Analog dan Citra Digital

2.3.1 Citra Analog

Citra analog adalah citra yang bersifat *continue*, seperti gambar pada monitor televisi, foto sinar X, foto yang tercetak di kertas foto, lukisan, pemandangan alam, hasil *CT scan*, gambar-gambar yang terekam pada pita kaset, dan lain sebagainya. Citra analog tidak dapat direpresentasikan dalam komputer, sehingga tidak bisa diproses di komputer secara langsung. Oleh sebab itu, agar ini dapat diproses di komputer, proses konversi analog ke digital harus dilakukan terlebih dahulu. Citra analog dihasilkan dari alat-alat analog, seperti video kamera analog, kamera foto analog, cam, *CT scan*, sensor rontgen untuk foto *thorax*, sensor gelombang pendek pada sistem radar, sensor ultrasound pada sistem USG, dan lain-lain.

2.3.2 Citra Digital

Citra digital merupakan representatif dari citra yang diambil oleh mesin dengan bentuk pendekatan berdasarkan *sampling* dan kuantisasi. *Sampling* menyatakan besarnya kotak-kotak yang disusun dalam baris dan kolom. Dengan kata lain, *sampling* pada citra menyatakan besar kecilnya ukuran *pixel* (titik) pada citra, dan kuantisasi menyatakan besarnya nilai tingkat kecerahan yang dinyatakan dalam nilai tingkat keabuan (*grayscale*) sesuai dengan jumlah bit biner yang digunakan oleh mesin, dengan kata lain kuantisasi pada citra menyatakan jumlah warna yang ada pada citra.

2.4 Teori Dasar Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra yang dimaksud disini adalah gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (yang berasal dari webcam). Sedangkan digital disini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra/gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer. Secara matematis, citra merupakan fungsi kontinu (continue) dengan intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus dipresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Reperesentasi dari fungsi kontinu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi citra. Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi $f(x,y)$ yang terdiri dari M kolom dan N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*pixel = picture element*) atau elemen terkecil dari sebuah citra[8].

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

dimana : M = jumlah piksel baris $0 \leq x \leq M-1$
 N = jumlah piksel kolom $0 \leq y \leq N-1$
 G = jumlah skala keabuan $0 \leq f(x,y) \leq G-1$

2.4.1 Elemen Dasar Citra

Adapun elemen-elemen dasar citra adalah sebagai berikut:

1. Kecerahan dan Kontras

Kecerahan yang dimaksud adalah intensitas yang terjadi pada satu titik citra. Umumnya pada sebuah citra, kecerahan ini merupakan kecerahan

rata-rata dari suatu daerah lokal. Kontras yang dimaksud adalah kepekaan (*contrast sensitivity*) pada mata manusia.

2. *Acuity*

Adalah kemampuan mata manusia untuk merinci secara detail bagianbagian pada suatu citra.

3. Kontur

Adalah keadaan pada citra dimana terjadi perubahan intensitas dari suatu titik ke titik tetangganya.

4. Warna

Reaksi yang dirasakan oleh sistem visual mata manusia terhadap perubahan panjang gelombang cahaya.

5. Bentuk

Pada umumnya citra yang dibentuk oleh mata adalah citra 2 dimensi sedangkan objek yang diamati adalah 3 dimensi.

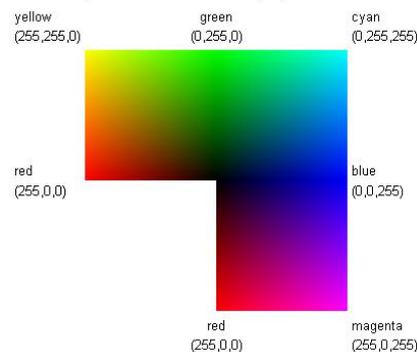
6. Deteksi dan Pengenalan

Dalam mendeteksi dan mengenali suatu citra, ternyata tidak hanya sistem visual manusia saja yang bekerja, tetapi juga melibatkan ingatan dan daya pikir manusia.

2.4.2 *Color Image* atau Citra RGB (*Red, Green, Blue*)

RGB Merupakan gabungan dari beberapa lapis citra kanal warna yang bertumpuk. Masing-masing lapisan merepresentasikan nilai intensitas warna tertentu terhadap warna gelap sehingga pada citra berwarna setiap pixel mempunyai informasi warna tertentu yang merupakan gabungan warna-warna dari citra kanal warna. Pada color image ini masing-masing piksel memiliki warna tertentu, warna tersebut adalah merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*). Jika masing-masing warna memiliki *range* 0 - 255, maka totalnya adalah $255^3 = 16.581.375$ (16 K) variasi warna berbeda pada gambar, dimana variasi warna ini cukup untuk gambar apapun. Karena jumlah bit yang diperlukan untuk setiap *pixel* gambar tersebut juga disebut gambar-bit warna. *Color image* ini terdiri dari

tiga matriks yang mewakili nilai-nilai merah, hijau dan biru untuk setiap pikselnya.



2.2 Representasi Warna pada Citra RGB

2.4.3 Citra *Grayscale*

Citra *Grayscale* merupakan citra yang setiap pixelnya bisa memiliki nilai lain diantara warna hitam dan putih, yang disebut nilai abu-abu. Banyaknya kemungkinan warna abu-abu tergantung besarnya kedalaman bit dari citra tersebut. Misalnya suatu citra mempunyai kedalaman sebesar 8 bit. Berarti citra tersebut mempunyai skala warna sebanyak 28 atau 256 skala yaitu skala nol sampai 255 (0-255). Angka nol mewakili warna hitam dan angka 255 mewakili warna putih sedangkan lainnya mewakili warna abu-abu. Warna abu-abu skala 200 lebih gelap jika dibandingkan warna abu-abu skala 201.

Perhitungan yang digunakan untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matriks masing-masing R, G, dan B menjadi citra *grayscale* dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai R, G, dan B[6].

Untuk mengubah citra berwarna menjadi *Gray-scale* digunakan rumus berikut:

$$gray = 0,2989R + 0,5870G + 0,1140B$$

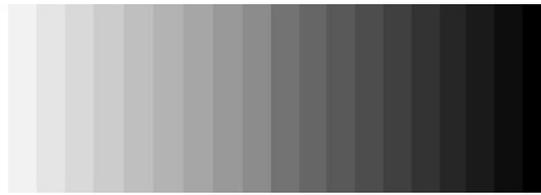
Keterangan:

Gray : Nilai *grayscale*

R : Nilai pada komponen R-layer

G : Nilai pada komponen G-layer

B : Nilai pada komponen B-layer

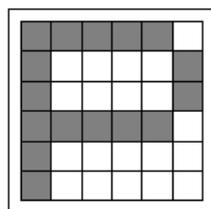


Gambar 2.3 Skala Keabuan

2.4.4 Citra Biner

Citra biner (*binary image*) adalah citra digital yang hanya memiliki 2 kemungkinan warna, yaitu hitam dan putih. Citra biner disebut juga dengan citra W&B (*White&Black*) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 bit untuk mewakili nilai setiap piksel dari citra biner. Pembentukan citra biner memerlukan nilai batas keabuan yang akan digunakan sebagai nilai patokan. *Piksel* dengan derajat keabuan lebih besar dari nilai batas akan diberi nilai 1 dan sebaliknya piksel dengan derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas akan diberi nilai 0.

Citra biner sering sekali muncul sebagai hasil dari proses pengolahan, seperti segmentasi, pengambangan, morfologi ataupun *dithering*. Fungsi dari binerisasi sendiri adalah untuk mempermudah proses pengenalan pola, karena pola akan lebih mudah terdeteksi pada citra yang mengandung lebih sedikit warna.



Gambar 2.4 Citra Biner

1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0

Gambar 2.5 Array Citra Biner

2.5 Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tujuan akuisisi citra adalah untuk menentukan data yang diperlukan dan memilih metode perekaman citra digital. Tahap ini dimulai dari objek yang akan diambil

gambarnya, persiapan alat-alat, sampai pada pencitraan. Pencitraan adalah kegiatan transformasi dari citra tampak(foto, gambar, lukisan, patung, pemandangan dan lain-lain) menjadi citra digital.

2.6 Histogram Citra

Pengertian histogram dalam pengolahan citra adalah representasi grafis untuk distribusi warna dari citra digital atau menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam citra. Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi kemunculan relatif dari intensitas pada citra, kecerahan, dan kontras dari sebuah gambar.

Proses Histogram :

1. Gambar gelap : histogram cenderung ke sebelah kiri
2. Gambar terang : histogram cenderung ke sebelah kanan
3. Gambar *low contrast* : histogram mengumpul di suatu tempat
4. Gambar *high contrast* : histogram merata di semua tempat.

Pada umumnya, sebuah histogram hanya memetakan seluruh nilai total dari citra digital pada bin *luminasi* masing-masing. Nilai total tersebut telah tersedia dalam *color space* yang umum digunakan adalah RGB dan *Adobe RGB* yang mempunyai nilai gamma $\gamma = 2,2$.

Informasi yang didapat dari Histogram :

1. Puncak histogram \rightarrow intensitas piksel yang paling menonjol
2. Lebar puncak \rightarrow rentang kontras
3. Citra yang baik mengisi daerah derajatkeabuan secara penuh dan merata pada setiap nilai intensitas piksel
4. *Over-exposed* (terlalu terang) dan *under-exposed* (terlalu gelap) memiliki rentang kontras sempit.

Kegunaan Histogram dalam pengolahan citra :

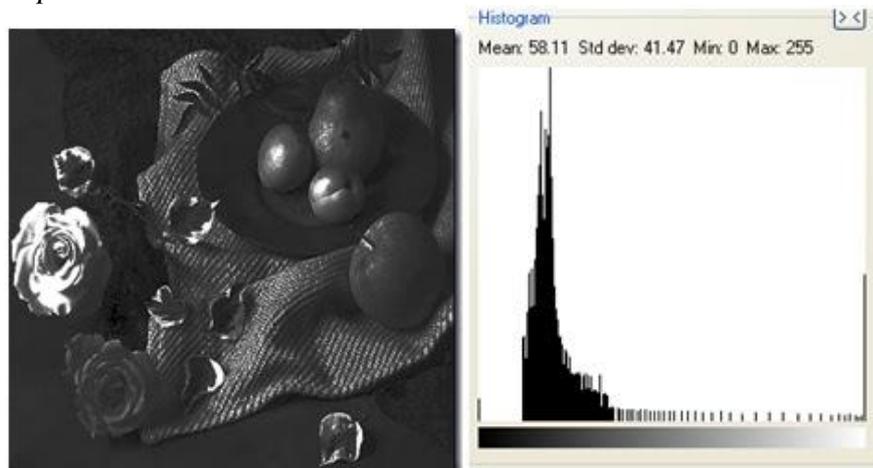
1. Untuk melihat apakah distribusi informasi yang ada dalam suatu citra sudah baik atau belum.

2. Histogram juga banyak digunakan dalam texture analysis, yaitu analisa untuk melihat apakah kedua tekstur sama atau berbeda. Misalkan seberapa mirip tekstur karpet A dengan tekstur karpet B.

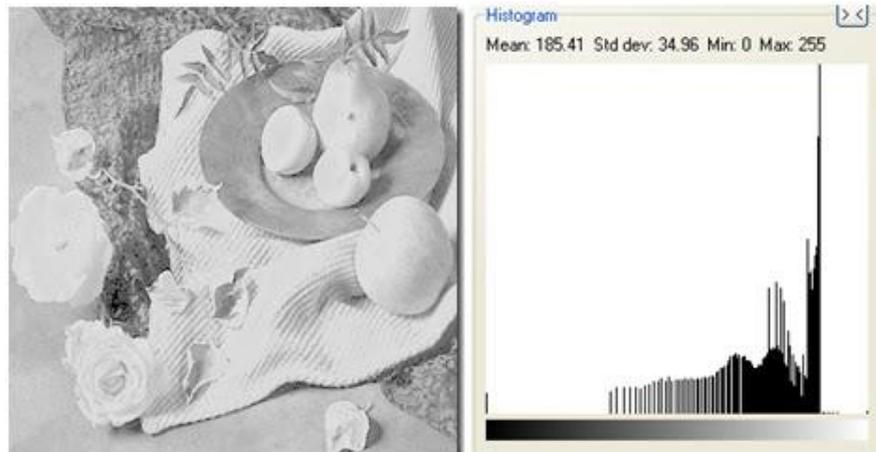
Untuk melihat apakah pencahayaan dan *contrast* suatu citra sudah cukup atau belum (terlalu terang atau terlalu gelap). Caranya *histogram* dari suatu citra yang terlalu terang cenderung mengumpul di nilai *grey level* yang tinggi (ke arah nilai 255), sebaliknya *histogram* dari suatu citra yang terlalu gelap cenderung mengumpul di nilai *grey level* yang rendah (ke arah nilai 0).

Histogram citra banyak memberikan informasi penting sebagai berikut :

Puncak histogram menunjukkan intensitas *pixel* yang menonjol. Lebar dari puncak menunjukkan rentang kontras dari gambar. Citra yang mempunyai kontras terlalu terang (*overexposed*) atau terlalu gelap (*underexposed*) memiliki histogram yang sempit. Histogramnya terlihat hanya menggunakan setengah dari daerah derajat keabuan. Citra yang baik memiliki histogram yang mengisi daerah derajat keabuan secara penuh dengan distribusi yang merata pada setiap nilai intensitas *pixel*.



Gambar 2.6 Histogram Terlalu Gelap



Gambar 2.7 Histogram citra yang terlalu terang

2.7 Peningkatan Kualitas Citra

Peningkatan kualitas citra dikenal dengan *pre-processing*. Tahap ini untuk meningkatkan kualitas citra, dapat meningkatkan kemungkinan dalam keberhasilan pada tahap pengolahan citra digital berikutnya.

2.7.1 *Cropping*

Cropping adalah pemotongan bagian tertentu dari citra menjadi matrik baru yang independen. Normalisasi bertujuan untuk mengurangi kesalahan akibat ketidaksempurnaan atau ketidakseragaman pencahayaan pada saat akuisisi[3].



Gambar 2.8 Gambar Contoh *cropping*

2.7.2 Pengaturan Kontras

Di dalam ruangan, seringkali kita perlu mengatur intensitas lampu agar ruangan menjadi lebih terang atau lebih gelap. Dalam dunia pengolahan citra, hal itu disebut pengaturan brightness(kontras) dimana dapat dilakukan dengan cara meningkatkan atau menurunkan nilai piksel dari seluruh bagian dalam citra tersebut. Peningkatan kontras citra bertujuan untuk memperbaiki mutu citra untuk memperoleh keindahan gambar dan untuk mengoreksi citra dari segala gangguan yang terjadi waktu perekaman gambar.

2.7.3 *Resize*

Resize adalah proses mengubah ukuran sebuah citra. *Resize* terdiri dari *downsize* dan *upsized*. *Downsize* menurunkan jumlah pixel dan menghilangkan sebagian informasi dari citra sedangkan *upsized* menambah jumlah pixel dengan informasi pixel baru sesuai warna yang ada. *Downsize* menghasilkan ukuran citra yang lebih kecil sedangkan *upsized* menghasilkan citra dengan ukuran lebih besar.

2.7.4 *Thresholding*

Thresholding merupakan operasi ambang batas yaitu batas pembagian tunggal, berarti nilai *pixel* dikelompokkan menjadi dua kelompok yang bertujuan untuk mengubah dimensi citra menjadi citra biner dengan kata lain citra yang diproses oleh *thresholding* nilai *pixel* nya hanya akan ada 2 jenis yaitu 1 dan 0 atau putih dan hitam atau orang awam melihatnya sebagai gambar hitam putih tetapi dalam pengolahan citra disebut citra *grayscale*. Kegunaan Threshold yang paling menonjol adalah membedakan antara objek dan background dalam sebuah citra atau gambar yang nantinya akan bisa dimanfaatkan untuk operasi citra yang lain atau bahkan untuk pengembangan sebuah *software*. Dalam pengimplementasiannya untuk melakukan nilai *thresholding* dibutuhkan sebuah nilai ambang sebagai alat pembatas untuk menentukan *pixel* mana saja yang akan menjadi putih dan *pixel* mana saja yang akan menjadi hitam. Nilai ambang 150 dan (nilai tertinggi) 255. Maka semua *pixel* yang bernilai diatas 150 maka akan dijadikan bernilai 255 alias menjadi putih atau 1 kemudian untuk *pixel-pixel* yang

bernilai dibawah 150 maka akan dijadikan 0 alias hitam. Untuk penentuan nilai pixel yang akan di thresholdkan dapat dilihat pada histogram.

2.7.5 Normalisasi Citra

Tujuan dari normalisasi adalah untuk menggunakan seluruh *range* nilai *grayscale* sehingga di peroleh gambar yang lebih tajam. Membuat citra ke bentuk normal citra yang sesuai dengan yang diinginkan. Yang dapat diartikan bahwa normalisasi citranya dapat disesuaikan dengan keinginan karena tidak bergantung dari besar atau kecilnya ukuran citra semula.

2.8 *Pattern Recognition* (Pengenalan Pola)

Pengenalan pola yaitu mengelompokkan data numerik dan simbolik (termasuk citra) secara otomatis oleh komputer. Tujuan pengelompokkan adalah untuk mengenali suatu objek di dalam citra. Manusia bisa mengenali objek dilihatnya karena otak manusia telah belajar mengklasifikasi objek-objek di alam sehingga mampu membedakan suatu objek dengan objek lainnya. Kemampuan sistem visual manusia inilah yang dicoba ditiru oleh komputer. Komputer menerima masukan berupa citra objek yang akan diidentifikasi, memproses citra tersebut, dan memberikan keluaran berupa deskripsi objek di dalam citra[2]. Telapak tangan adalah salah satu contoh pola.

2.8.1 Pengenalan dan Interpretasi

Pengenalan pola tidak hanya bertujuan untuk mendapatkan citra dengan suatu kualitas tertentu, tetapi juga untuk mengklasifikasikan bermacam-macam citra. Dari sejumlah citra diolah sehingga citra dengan ciri yang sama akan dikelompokkan pada suatu kelompok tertentu. Interpretasi meliputi penekanan dalam mengartikan objek yang dikenali.

Dalam perkembangan lebih lanjut, *image processing* dan *computer vision* digunakan sebagai mata manusia, dengan perangkat *input image capture* seperti kamera dan *scanner* dijadikan sebagai mata dan mesin komputer (dengan program komputasinya) dijadikan sebagai otak yang mengolah informasi. Sehingga

muncul beberapa pecahan bidang yang menjadi penting dalam *computer vision*, antara lain: *pattern recognition* (pengenalan pola), *biometric* pengenalan identifikasi manusia berdasarkan ciri-ciri biologis yang tampak pada badan manusia), *content based image and video retrieval* (mendapatkan kembali citra atau video dengan informasi tertentu), video editing, dan lain-lain.

2.8.2 Sistem Pengenalan Biometrika

Sistem pengenalan biometrika (*biometrics recognition system*), atau sering disebut sistem biometrika saja, merupakan sistem otentikasi (*authentication system*) dengan menggunakan biometrika. Sistem biometrika akan melakukan pengenalan secara otomatis atas identitas seseorang berdasarkan suatu ciri biometrika dengan mencocokkan ciri tersebut dengan ciri biometrika yang telah disimpan pada database. Sebagai suatu sistem otentikasi, sistem biometrika mampu memutuskan apakah hasil pengenalan itu sah atau tidak sah, diterima atau ditolak, dikenali atau tidak dikenali.

Secara umum terdapat 2 model sistem biometrika, yaitu sistem verifikasi (*verification system*) dan sistem identifikasi (*identification system*).

a. Sistem Verifikasi

Bertujuan untuk menerima atau menolak identitas yang diklaim oleh seseorang. Pengguna membuat klaim “positif” terhadap suatu identitas. Diperlukan pencocokan “satu ke satu” dari sampel yang diberikan terhadap acuan (*template*) yang terdaftar atas identitas yang diklaim tersebut.

b. Sistem Identifikasi

Bertujuan untuk memecahkan identitas seseorang. Pengguna dapat tidak memberi klaim atau member klaim implicit negative untuk identitas terdaftar. Diperlukan pencocokan “satu ke banyak”, yaitu pencarian ke seluruh database identitas terdaftar.

2.8.3 Teknik Pengenalan

2.8.3.1 Klasifikasi Data

Proses klasifikasi merupakan suatu tahap untuk mengelompokkan data masukan dalam database yang memiliki ciri yang serupa, klasifikasi ditentukan berdasarkan jarak.

2.8.3.2 *Distance* (Jarak)

Jarak digunakan untuk menentukan tingkat kesamaan (*similarity degree*) atau ketidak samaan (*dissimilarity degree*) dua vector fitur. Tingkat kesamaan berupa suatu nilai (*score*) dan berdasarkan nilai tersebut dua vector fitur akan dikatakan mirip atau tidak.

2.8.3.3 *Euclidean Distance*

Euclidean distance paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan 2 vektor. *Euclidean distance* menghitung akar dari kuadrat perbedaan dua *vector* (*root of square differences between 2 vectors*).

2.9 Ekstraksi Ciri

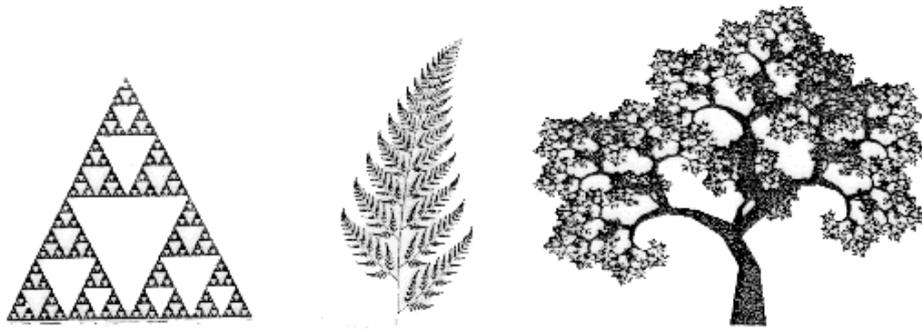
Ekstraksi Ciri merupakan tahapan mengekstrak ciri/informasi dari objek di dalam citra yang ingin dikenali/dibedakan dengan objek lainnya. Ciri yang telah diekstrak kemudian digunakan sebagai parameter/nilai masukan.

2.9.1 Fraktal

Secara harfiah fraktal berasal dari bahasa latin yaitu *fractus* yang berarti pecah atau tidak teratur. Fraktal pertama kali diperkenalkan oleh Benoit B. Mandelbrot sekitar tahun 1977 dalam bukunya yang berjudul “The Fractal Geometry of Nature”. Fraktal mampu menghasilkan dimensi pecahan (*fractional dimension*) suatu objek, tidak seperti geometri Euclidean yang hanya mampu menentukan dimensi bulat suatu objek. Seperti garis memiliki dimensi satu, bidang berdimensi dua, dan balok berdimensi tiga.

Fraktal juga dapat didefinisikan dari dua buah properti: 1) *self similarity*, dan 2) matra (*dimension*).

1. Fraktal adalah obyek yang memiliki kemiripan dirinya-sendiri (*self-similarity*) namun dalam skala yang berbeda. Ini artinya, bagian-bagian dari obyek akan tampak sama dengan obyek itu sendiri bila dilihat secara keseluruhan.
2. Fraktal adalah objek yang memiliki matra bilangan riil atau pecahan (*fractional*). Kata terakhir inilah yang menurunkan kata fraktal.



Gambar 2.9 Segitiga Sierpinski, daun pakis Barsnsley, dan pohon fractal

Pemilihan metode fraktal didasari pada pertimbangan garis-garis telapak tangan bersifat alami. Garis telapak tangan bukan murni garis lurus, jumlah garis lemah atau kusut cenderung banyak dan tidak teratur, sementara fraktal adalah suatu metode yang sangat cocok untuk model alami dan keadaan yang tidak teratur.

2.9.2 Dimensi Fraktal

Dimensi adalah bilangan yang menyatakan kebebasan untuk melakukan pergerakan di sebuah ruang. Pada umumnya, dimensi suatu objek adalah bilangan yang mendefinisikan bentuk dan ukuran objek tersebut. Konsep dimensi fraktal digunakan sebagai indikator kekasaran permukaan. Untuk suatu himpunan fraktal, dimensi Hausdorff- Besicovitch lebih besar dibandingkan dimensi topologi[9]. Terdapat dua konsep dimensi yang berkaitan dengan karakteristik objek fraktal, yaitu dimensi topologi dan dimensi Hausdorff. Dimensi topologi dilambangkan dengan DT dan dimensi Hausdorff dilambangkan dengan D .

Dimensi topologi ini sesuai dengan dimensi menurut Euclid, yakni nilainya selalu berupa bilangan bulat. Besarnya dimensi topologi suatu objek di ruang vector Rn adalah bilangan bulat antara 0 dan n [4]. Suatu fraktal didefinisikan sebagai himpunan yang mana dimensi Hausdorff Besicovitch lebih kuat dari pada dimensi topologinya. Dengan kata lain dimensi pada fraktal merupakan dimensi Hausdorff, yang memiliki nilai bukan bilangan bulat. Dimensi Hausdorff dilambangkan dengan D , banyaknya subunit atau subsegmen hasil iterasi dari suatu objek fraktal dilambangkan dengan N .

Sedangkan panjangnya subsegmen tersebut dilambangkan dengan r . Sehingga hubungan antara D , N , dan r dinyatakan dengan persamaan:

$$N = \left(\frac{1}{r}\right)^D \quad (2.1)$$

Dengan mengambil logaritma dari kedua ruas persamaan tersebut, dimensi dapat dicari dengan persamaan (2.2):

$$D = \frac{\log(N)}{\log\left(\frac{1}{r}\right)} \quad (2.2)$$

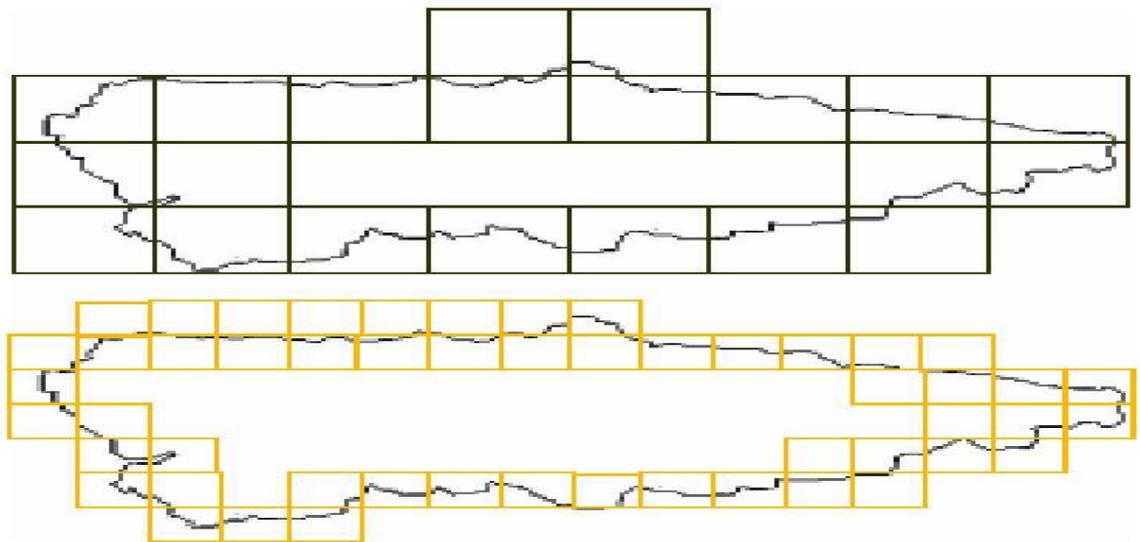
2.9.3 Perhitungan Box Counting

Metode box counting sering dikenal sebagai metode penghitungan kotak. Metode ini membagi suatu objek menjadi beberapa bagian kotak dengan berbagai variasi ukuran. Langkah-langkah bekerja dengan metode box counting adalah sebagai berikut:

- a. Mengambil citra suatu objek fraktal yang akan dihitung dimensinya
- b. Membagi citra tersebut ke dalam kotak-kotak dengan variasi ukuran yang berbeda s
- c. Menghitung banyaknya kotak yang berisi bagian objek pada citra N
- d. Menghitung besarnya dimensi D dengan persamaan (2.3)[7]. :

$$D(s) = \frac{\log(N(s))}{\log(s)} \quad (2.3)$$

Gambar 2.8 menunjukkan ilustrasi metode *box-counting*. Mengenai penghitungan metode box counting pada citra telapak tangan, kategori kotak terisi adalah citra telapak tangan yang memiliki nilai derajat keabuan tidak nol, atau yang berwarna hitam. Setelah melalui tahapan pengolahan citra, garis-garis pada citra telapak tangan akan memiliki tingkat derajat keabuan yang berbeda.



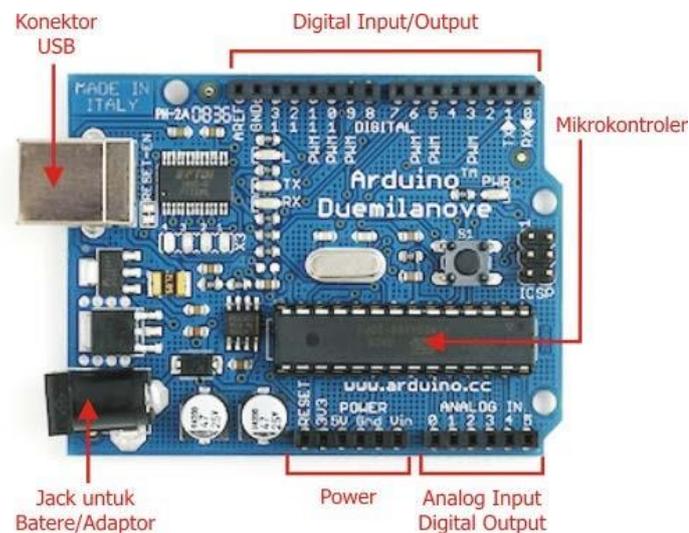
Gambar 2.10 Ilustrasi pembagian kotak *box counting*

2.10 Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler yang berdasarkan ATmega 328. Papan mikrokontroler ini memiliki 14 digital input/output (dimana 6 digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, resonator keramik 16 MHz, koneksi USB, jack catu daya, header ICSP dan tombol reset. Kabel USB pada arduino uno, berfungsi sebagai kabel komunikasi dan catu daya. Selain menggunakan USB sebagai catu daya, arduino uno bisa menggunakan catu daya adaptor ataupun baterai. Arduino memiliki kelebihan yaitu:

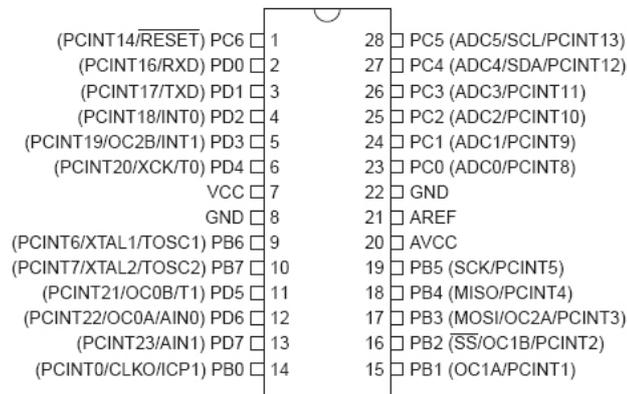
- 1 Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena di dalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload program* dari komputer.
- 2 Sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna Laptop yang tidak memiliki *port serial/RS323* bisa menggunakannya.

- 3 Bahasa pemrograman relatif mudah karena *software arduino* dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap.
- 4 Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board arduino*. Misalnya *shield GPS, Ethernet, SD Card*, dan sebagainya.



Gambar 2.11 *Board* Arduino ATmega328

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat open source, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam board arduino sendiri sudah terdapat loader yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan board mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.



Gambar 2.12 Konfigurasi Pin ATmega328

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam board kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16.

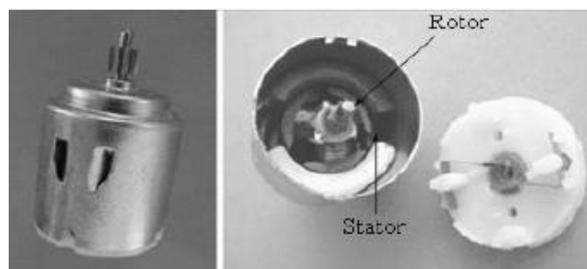
Berikut ini adalah konfigurasi dari arduino 328 :

- Mikronkontroler ATmega328
- Beroperasi pada tegangan 5V
- Tegangan input (rekomendasi) 7 - 12V
- Batas tegangan input 6 - 20V
- Pin digital input/output 14 (6 mendukung output PWM)
- Pin analog input 6
- Arus pin per input/output 40 mA
- Arus untuk pin 3.3V adalah 50 mA
- Flash Memory 32 KB (ATmega328) yang mana 2 KB digunakan oleh *bootloader*
- SRAM 2 KB (ATmega328)

- EEPROM 1KB (ATmega328)
- Kecepatan clock 16 MHz

2.11 Motor DC

Setiap kutub memiliki lilitan yang menghasilkan medan magnet yang akan menggerakkan motor. Pemberi arus yang berurutan pada kutub-kutubnya menyebabkan medan magnet berputar yang akan menarik motor ikut berputar.



Gambar 2.13 Motor DC

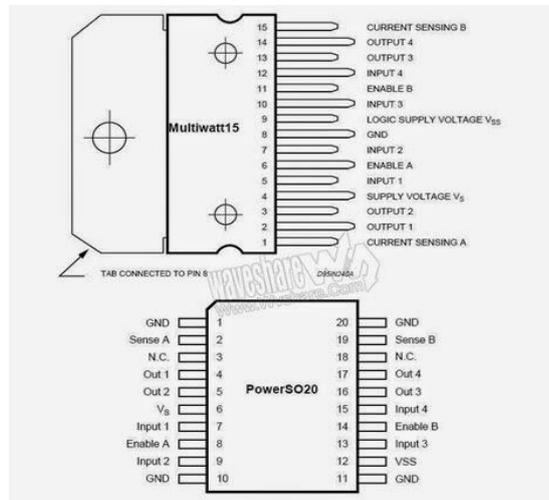
Prinsip kerja motor DC yaitu suatu kumparan atau lilitan kawat yang dialiri arus listrik untuk memperkuat medan magnetik akan mendapatkan gaya yang dikeluarkan medan magnet tersebut dengan arah tegak lurus pada garis medan yang dialiri arus.

2.12 IC L298D

L298D adalah jenis IC driver motor yang dapat mengendalikan arah putaran dan kecepatan motor DC. IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc. IC L298 mempunyai 2 buah H-bridge di dalamnya sehingga bisa mengendalikan kecepatan dan arah 2 buah motor DC dengan arus 2 Amps setiap H-bridge nya. Kedua H bridge di dalam IC ini bisa di parallel untuk meningkatkan kemampuan menopang arus mencapai 4 Amp.

Dalam penggunaannya IC L298 biasanya dipasang heat sink untuk mencegah terjadinya over temperature.

Konfigurasi pin ic l298 :



Gambar 2.14 Konfigurasi Pin IC L298D