

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR
PENGENALAN JENIS-JENIS IKAN
MENGGUNAKAN METODE ANALISIS KOMPONEN UTAMA
Suharto Jati Santoso *, Budi Setiyono **, R. Rizal Isnanto **

Abstrak - Selama ini pengenalan jenis ikan pada umumnya dilakukan secara manual menggunakan pengamatan mata. Ikan-ikan dipilih sesuai jenisnya dan dimasukkan ke wadah. Bagaimanapun juga pemilihan ikan-ikan tersebut akan membutuhkan waktu yang lama, apalagi dalam jumlah yang sangat banyak, sehingga diperlukan pengenalan ikan secara otomatis. Pada kasus ini komputer dapat mengatasinya dengan cara melakukan proses pengenalan ikan yang diambil melalui foto digital, kemudian diproses melalui suatu perangkat lunak dan hasilnya berupa citra ikan dan nama ikan yang dikenali.

Sudah banyak metode pengenalan citra yang dikembangkan dan diaplikasikan. Pada Tugas Akhir ini dikembangkan teknik pengenalan citra dengan menggunakan metode Analisis Komponen Utama, dimana beberapa citra akan dikenali jika citra tersebut sama atau mirip sesuai dengan citra yang ada di dalam basis-data. Penelitian dimulai dengan merancang sebuah program komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab. Program hasil rancangan tersebut digunakan untuk menguji metode PCA dengan menggunakan sejumlah citra ikan. Metode pengenalan yang dipakai menggunakan ketetanggaan terdekat (nearest neighbour).

Dari penelitian yang dilakukan, disimpulkan bahwa PCA cukup layak dijadikan metode pengenalan ikan. Pengujian dilakukan berdasarkan jumlah citra latih. Data penelitian menunjukkan hasil pengenalan yang baik tanpa ada kesalahan pada 46 pengujian menggunakan empat citra latih.

Kata-kunci: citra digital, analisis komponen utama (PCA), ketetanggaan terdekat (nearest neighbour).

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Apabila ingin mengambil citra ikan menggunakan kamera, kemudian ingin menyimpan hasil karyanya itu ke dalam komputer maka paling tidak harus memperhitungkan dua masalah. Pertama, bagaimana caranya citra ikan tersebut dapat disimpan ke dalam komputer. Jika masalah pertama sudah teratasi misalnya menggunakan pemayar untuk mengkonversi citra analog tersebut menjadi citra digital atau menggunakan kamera digital sehingga langsung dapat mentransfer hasil karyanya itu ke dalam komputer menggunakan kabel serial atau USB, maka masalah kedua akan muncul yaitu bagaimana citra ikan yang sudah disimpan ke perangkat komputer dapat dikenali oleh perangkat komputer itu sendiri. Masalah ini akan sangat terasa pada saat ingin mengenali citra ikan yang berbeda jenisnya dalam jumlah banyak, misalnya pada suatu tempat penyortiran ikan. Untuk membuat data pengenalan jenis-jenis ikan dapat diproses secara cepat maka dilakukan suatu proses pengenalan citra ikan yang diambil melalui foto digital, kemudian dari foto tersebut akan diproses melalui suatu perangkat lunak dan hasilnya berupa data nama jenis ikan yang akan dikenali.

Pengenalan ikan adalah cara mengidentifikasi ikan berdasarkan gambaran bentuk pola tubuh ikan beserta ciri-cirinya. Otak manusia memiliki kemampuan yang handal dalam melakukan pengenalan ikan tersebut. Dengan berkembangnya dan semakin meluasnya penggunaan komputer, diharapkan kemampuan pengenalan ikan yang dimiliki oleh manusia dapat diadopsi pada perangkat pintar tersebut.

Analisis Komponen Utama atau lebih dikenal dengan PCA (Principal Components Analysis) adalah suatu metode ekstraksi ciri atau pengkompresian data yang mampu mengidentifikasi ciri tertentu yang merupakan karakteristik suatu citra (dalam hal ini adalah ikan). PCA bertujuan mentransformasikan sejumlah besar variabel yang berkorelasi menjadi beberapa variabel yang tidak berkorelasi tanpa menghilangkan informasi penting di dalamnya.

Pengenalan jenis-jenis ikan ini dilakukan terutama bertujuan untuk memudahkan pengambilan data nama jenis-jenis ikan dan dapat diproses secara cepat. Ada berbagai macam metode yang dapat digunakan, namun yang diterapkan pada Tugas Akhir kali ini adalah metode Analisis Komponen Utama.

1.2 Tujuan

Tujuan Tugas Akhir ini adalah merancang suatu perangkat lunak untuk mengenali nama jenis-jenis ikan menggunakan metode Analisis Komponen Utama.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah Tugas Akhir adalah sebagai berikut :

1. Metode pengolahan citra digital yang akan digunakan adalah Analisis Komponen Utama (*Principal Components Analysis*).
2. Citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil pemotretan dengan menggunakan kamera digital, yang telah diubah ukuran menjadi 318×222 piksel.
3. Format citra yang digunakan sebagai masukan adalah JPEG (ekstensi *.jpg).
4. Citra masukan yang digunakan beraras keabuan, tanpa membahas proses yang terlibat di dalamnya.
5. Program bantu yang digunakan adalah MATLAB 6.5.
6. Jenis ikan yang dipakai yaitu bandeng, bawal, gurami, karper, lele, dan mujair dengan ukuran dan pengambilan posisi citra ikan yang berbeda.

II. DASAR TEORI

2.1 Citra Digital

Secara harfiah, citra adalah gambar pada bidang dua dimensi. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam. Citra yang dimaksudkan di dalam

keseluruhan Tugas Akhir ini adalah citra diam. Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak atau biasa disebut citra saja.

Sebuah citra kaya informasi, namun seringkali citra mengalami penurunan mutu (degradasi), misalnya mengandung cacat atau derau (*noise*), warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blurring*), dan sebagainya. Tentu saja citra semacam ini menjadi lebih sulit diinterpretasi karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi kurang. Agar citra yang mengalami gangguan mudah diinterpretasi (baik oleh manusia maupun mesin), maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik. Bidang studi yang menyangkut hal ini adalah pengolahan citra (*image processing*). Pada Tugas Akhir ini kasus yang diambil adalah menyangkut pengenalan citra (*image recognition*). Pengenalan citra itu sendiri adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, sehingga hasil pemrosesan citra tersebut dapat dikenali sesuai basis data yang tersimpan di dalam komputer.

Citra digital diambil dengan cara melakukan pemotretan terhadap suatu objek. Pemotretan dapat dilakukan dengan kamera analog maupun kamera digital. Selanjutnya hasil pemotretan tersebut diubah menjadi suatu data digital yang disebut dengan citra digital supaya dapat diolah oleh komputer. Jika menggunakan kamera analog, maka foto analog hasil cetak harus dipayar terlebih dahulu untuk mendapatkan data citra digital. Jika menggunakan kamera digital, data hasil pemotretan yang disimpan pada memori kamera sudah berbentuk digital dan dapat langsung dikirim ke komputer menggunakan kabel data serial, USB, atau inframerah, tergantung spesifikasi kamera digital yang digunakan.

Untuk mendapatkan citra digital selain dengan cara merekam langsung secara digital, diperlukan suatu proses konversi dari analog, yang bersifat kontinu ke digital. Konversi ini meliputi proses pencuplikan (*sampling*), yang akan membuat sejumlah kisi arah horisontal dan vertikal untuk menghasilkan gambar dalam bentuk larik dua dimensi. Sejumlah elemen dari larik tersebut adalah elemen gambar yang dinyatakan dengan piksel. Ukuran dan jumlah piksel dalam menyajikan suatu citra menentukan kualitas atau kehalusan suatu citra digital. Semakin banyak jumlah piksel dan semakin kecil ukuran piksel, maka tingkat kehalusan suatu citra yang dinyatakan dengan resolusi, akan semakin tinggi, dan kualitasnya akan semakin bagus.

Proses selanjutnya adalah kuantisasi, yaitu proses untuk menyatakan tingkat keabuan atau warna suatu citra dalam suatu nilai integer tertentu. Tingkat kecerahan atau kedalaman warna suatu citra tergantung dari besar kecilnya rentang nilai integer yang digunakan. Semakin besar rentang integer, yang dinyatakan dengan banyaknya bit untuk menyimpan nilai integer tertentu, maka semakin tinggi tingkat kecerahan atau kedalaman warna suatu citra. Misalkan digunakan 8-bit, maka akan diperoleh 256 tingkat keabuan.

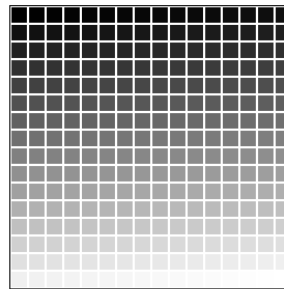
2.2 Tingkat Warna Citra

Berdasarkan tingkat pewarnaan, citra dapat dibagi menjadi dua kelas, yaitu citra monokrom atau hitam putih, yang merupakan citra satu kanal, dan citra multi-spektral atau multiwarna. Citra hitam putih menyajikan warna dengan nilai integer pada piksel yang menyatakan tingkat

keabuan dari hitam ke putih. Jadi misalkan pada citra 8-bit dengan 256 tingkat keabuannya, maka nilai 0 akan menyatakan warna hitam, semakin naik nilai warnanya akan semakin cerah, dan akhirnya pada batas integer 255 warna yang disajikan adalah putih.

Sedangkan pada citra multi-spektral, warna citra dinyatakan oleh tiga komponen warna, yaitu merah, hijau, dan biru (RGB), sehingga penyajian warnanya adalah dalam bentuk fungsi nilai tingkat warna merah, hijau, dan biru: $\{f_{merah}(x, y), f_{hijau}(x, y), f_{biru}(x, y)\}$. Jenis pewarnaan pada citra yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah kelas citra yang digunakan adalah citra hitam putih dengan 256 tingkat keabuan.

Intensitas citra beraras keabuan disimpan sebagai integer 8 bit sehingga memberikan $2^8 = 256$ tingkat keabuan dari warna hitam sampai warna putih. Dengan menggunakan pola 8 bit ini citra beraras keabuan membutuhkan ruang memori, *disk*, dan waktu pengolahan yang lebih sedikit daripada citra berwarna (RGB). Pada Gambar 2.1 diperlihatkan visualisasi 256 aras keabuan.



Gambar 2.1 Visualisasi 256 aras keabuan

Sedangkan Gambar 2.2 menunjukkan contoh perbedaan antara citra berwarna menjadi citra beraras keabuan dengan menggunakan pola 8-bit.



Gambar 2.2 Perbedaan citra berwarna menjadi citra beraras keabuan

2.3 Analisis Komponen Utama

Sasaran utama digunakannya teknik Analisis Komponen Utama pada tugas akhir ini adalah untuk mereduksi dimensi citra sehingga menghasilkan variabel yang lebih sedikit.

Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*) atau PCA adalah suatu metode yang melibatkan prosedur matematika yang mengubah dan mentransformasikan sejumlah besar variabel yang berkorelasi menjadi sejumlah kecil variabel yang tidak berkorelasi, tanpa menghilangkan informasi penting di dalamnya.

Sejumlah citra dua dimensi dari setiap objek tiga dimensi yang akan dikenali, dikumpulkan untuk mewakili objek tersebut sebagai citra acuan. Dari sekumpulan citra acuan tersebut, kemudian akan dilakukan ekstraksi ciri

untuk memperoleh informasi karakteristik (ciri) dari objek tersebut. Hasil ekstraksi ciri digunakan untuk dalam proses pengenalan objek multiorientasi.

Analisis Komponen Utama banyak digunakan untuk memproyeksikan atau mengubah suatu kumpulan data berukuran besar menjadi bentuk sajian data dengan ukuran yang lebih kecil. Transformasi PCA terhadap sebuah ruang data yang besar akan menghasilkan sejumlah vektor basis ortonormal dalam bentuk kumpulan vektor eigen dari suatu matriks kovarian tertentu yang dapat secara optimal menyajikan distribusi data.

Ortonormal berarti bahwa vektor-vektor basis tersebut adalah saling ortogonal (tegak lurus) ternormalisasi (merupakan hasil perkalian dengan suatu konstanta sehingga memiliki nilai yang telah bersesuaian, bersesuaian dalam hal ini nilai kuadratnya adalah 1). Dua vektor taknol adalah ortogonal jika dan hanya jika hasil kali titiknya (hasil kalinya skalar) adalah nol.

Sasaran dari PCA adalah menangkap variasi total dari citra ikan-ikan yang ada di dalam basis data yang dilatihkan. Untuk kemudian mereduksinya sehingga menjadi variabel-variabel yang lebih sedikit. Dengan reduksi ini maka waktu komputasi dapat dikurangi dan kompleksitas dari ikan yang tidak perlu dapat dihilangkan.

Dengan mereduksi sehingga dimensinya menjadi lebih kecil, maka vektor mana yang harus direduksi dan mana yang tidak direduksi dapat ditentukan dengan mengurutkan nilai eigen terbesar ke nilai eigen terkecil dan vektor eigennya diurutkan sesuai dengan nilai eigen yang bersangkutan. Vektor yang direduksi adalah vektor yang mempunyai nilai eigen yang kecil, karena nilai eigen yang kecil menandakan informasi yang dibawa tidaklah seberapa penting, sehingga dapat direduksi tanpa mempengaruhi ruang citra.

Secara singkat langkah-langkah dari proses pembentukan ruang eigen menggunakan Analisis Komponen Utama adalah sebagai berikut:

1. Misalnya, terdapat sejumlah n citra.

$$X = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_n \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

2. Menghitung citra rata-rata dari matriks X dengan persamaan sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.5)$$

3. Mengurangi matriks X dengan citra rata-rata, sehingga didapatkan matriks Y sebagai berikut.

$$Y = \begin{bmatrix} x_1 - \bar{x} & x_2 - \bar{x} & \dots & x_n - \bar{x} \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

4. Menentukan matriks kovarians C dengan dimensi $m \times m$, yaitu jumlah piksel \times jumlah piksel sebagai berikut.

$$C = Y_i * Y_i^T \quad (2.7)$$

5. Mencari nilai eigen dan vektor eigen dari C sehingga memenuhi persamaan:

$$C \cdot b = \lambda \cdot b \quad (2.8)$$

dimana b adalah vektor eigen dan λ adalah nilai eigen.

6. Jika $\begin{bmatrix} e_1 & e_2 & \dots & e_M \end{bmatrix}$ dan $\begin{bmatrix} \lambda_1 & \lambda_2 & \dots & \lambda_M \end{bmatrix}$ adalah Analisis Komponen Utama atau vektor eigen dan nilai eigen dari matriks kovarians C ,

maka harga e dapat dihitung dari λ hasil langkah 6.

$$e_i = \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 & \dots & Y_M \end{bmatrix} * \lambda_i \quad (2.9)$$

$$\lambda_i = \sigma_i$$

7. Menentukan jumlah vektor eigen (e_m) berdasarkan nilai ambang, yaitu dengan mengambil sejumlah tertentu dari vektor eigen e .

2.4 Ketetanggaan Terdekat

Sebuah objek mempunyai banyak variasi pola yang dapat dijadikan dasar informasi untuk mengenali objek tersebut. Misalnya, bentuk ikan bisa mempunyai banyak variasi penampakan yang diperoleh dengan melakukan variasi ekspresi, variasi sudut pandang, maupun variasi pencahayaan yang dapat digunakan sebagai pola atau ciri dari bentuk ikan tersebut.

Proses pengenalan yang terjadi pada suatu sistem pengenalan pola pada umumnya adalah dengan membandingkan suatu pola masukan dengan pola yang telah tersimpan pada sistem tersebut. Selanjutnya, sebagai bagian dari pengenalan pola, pengenalan ikan dengan metode PCA pun bekerja dengan prinsip yang sama.

Setelah melakukan proses pelatihan, maka akan dihasilkan suatu pola latih yang pada metode ini berupa vektor ciri yang berisi komponen utama dari sejumlah citra latih (citra yang dilatihkan ke sistem). Sejumlah vektor ciri tersebut disimpan dalam suatu matriks, dan akan dikeluarkan pada saat proses pengenalan. Untuk proses pengenalan, suatu citra uji (citra yang disajikan ke sistem untuk proses pengenalan) yang memiliki dimensi yang sama dengan citra latih telah disajikan ke sistem. Citra uji tersebut kemudian diekstraksi ciri dengan cara mengalikan dengan vektor eigen citra latih, dan akan menghasilkan vektor ciri berisikan komponen utama yang memiliki dimensi yang sama dengan vektor ciri citra latih.

Setelah didapatkan vektor ciri dari citra uji, maka proses selanjutnya adalah membandingkan vektor ciri dari citra uji dengan vektor ciri citra latih. Perbandingan tersebut dapat dilakukan dengan cara menghitung jarak euclidean (*euclidean distance*), yang merupakan selisih nilai piksel antara 2 vektor tersebut. Jarak euclidean adalah akar dari jumlah selisih kuadrat antara 2 vektor, dan secara matematis dapat dirumuskan:

Rumus untuk mencari jarak euclidean adalah.

$$dist(a, b) = \sqrt{\sum_{i=1}^K (a_i - b_i)^2} \quad (2.10)$$

dengan $dist(a, b)$ adalah jarak euclidean antara vektor a dan vektor b ;

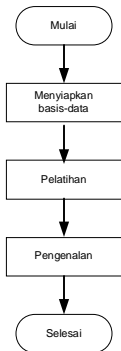
a_i adalah komponen ke i dari vektor a ;

b_i adalah komponen ke i dari vektor b ;

K adalah jumlah komponen pada vektor a dan vektor b . Dari hasil perhitungan jarak euclidean tersebut dapat ditentukan suatu citra wajah adalah mirip bila memiliki jarak yang paling dekat.

III. PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Bab ini membahas perencanaan simulasi sistem pengenalan jenis ikan yang secara umum terdiri atas dua proses penting, yaitu proses pelatihan dan proses pengenalan. Proses pelatihan mencakup proses penyajian sejumlah ikan latih (berupa citra berukuran $m \times n$ piksel) pada sistem, yang kemudian akan ditransformasikan dengan metode Analisis Komponen Utama menjadi beberapa variabel yang berdimensi lebih kecil untuk disimpan dalam memori sistem. Proses pengenalan adalah proses penyajian ikan (citra) uji ke sistem yang telah terlatih untuk kemudian dikenali dengan identitas yang sesuai oleh sistem pengenalan ikan. Secara garis besar diagram proses sistem pengenalan ikan ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

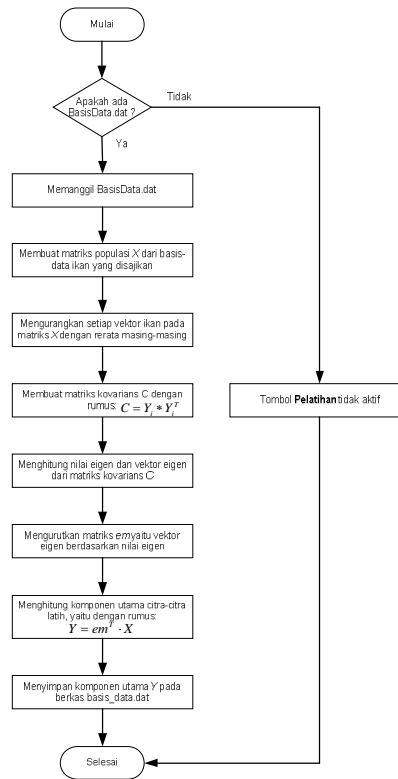


Gambar 3.1 Diagram proses sistem pengenalan ikan

Diagram pada Gambar 3.1 menunjukkan bahwa secara umum program pengenalan ikan pada Tugas Akhir ini terdiri atas tiga proses penting. Ketiga proses tersebut yang pertama adalah menyiapkan basis-data yaitu diperlukan sekumpulan citra ikan dengan ukuran piksel yang sama yang disiapkan untuk pelatihan.

Kedua adalah pelatihan sistem yang merupakan proses ekstraksi ciri terhadap sejumlah citra latih dengan menggunakan metode PCA sehingga menghasilkan sejumlah vektor ciri citra latih. Dalam rangka pelatihan sistem, diperlukan sekumpulan citra yang disiapkan untuk pelatihan dengan ukuran piksel yang sama. Sebelum disajikan ke basis-data, suatu citra latih perlu ditampilkan terlebih dahulu untuk memastikan bahwa citra yang akan disajikan ke basis-data adalah sesuai dengan nama atau individu tertentu. Sebuah diagram alir pada Gambar 3.2 diberikan untuk menjelaskan proses tersebut.

Ketiga adalah proses pengenalan, yaitu penyajian suatu citra untuk dikenali dengan cara membandingkan vektor ciri citra tersebut dengan vektor ciri citra latih. Setelah dilatihkan, maka sistem telah siap untuk melaksanakan tugas utamanya, yaitu pengenalan ikan. Dengan demikian, hal pertama yang akan dilakukan adalah menyajikan citra uji ke sistem. Citra uji tersebut cara untuk mengambilnya adalah sama seperti pada penyajian citra latih ke basis-data, yaitu dengan menggunakan suatu kotak dialog yang dapat melihat folder tempat berkas citra uji tersebut berada.



Gambar 3.2 Diagram proses sistem pelatihan ikan

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hal yang diteliti dalam Tugas Akhir ini adalah pengaruh jumlah citra latih terhadap hasil pengenalan citra uji.

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

Delapan puluh dua citra terdiri atas 6 jenis citra ikan, yang terdiri atas 36 citra untuk basis-data, dan 46 citra untuk citra uji, telah dikumpulkan dalam rangka persiapan untuk penelitian ini. Proses pengumpulan citra menggunakan media kamera digital dengan latar belakang citra menggunakan warna putih dengan jarak pemotretan 46 cm. Seluruh citra tersebut semuanya telah diubah dimensi dan warnanya sehingga berukuran 318×222 piksel, dan berada pada aras warna 256 tingkat keabuan.

Dalam rangka pengujian ini, sistem dilatihkan menggunakan sampai dengan 4 citra latih. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 4.1 dan 4.2.

TABEL 4.1 HASIL PENGUJIAN MENGGUNAKAN 1 CITRA LATIH

| No. | Citra uji | Hasil pengenalan | | Kesimpulan pengenalan |
|-----|-----------|------------------|----------------|-----------------------|
| | | Jarak | Citra terdekat | |
| 1 | bandeng1 | 7193 | mujaier-1 | Tidak sesuai |
| 2 | bandeng2 | 8954 | mujaier-1 | Tidak sesuai |
| 3 | bandeng3 | 6183 | mujaier-1 | Tidak sesuai |
| 4 | bandeng4 | 8232 | mujaier-1 | Tidak sesuai |
| 5 | bandeng5 | 7589 | bandeng-1 | Sesuai |
| 6 | bandeng6 | 9551 | mujaier-1 | Tidak sesuai |
| 7 | bandeng7 | 9109 | mujaier-1 | Tidak sesuai |
| 8 | bawal1 | 4297 | bawal-1 | Sesuai |
| 9 | bawal2 | 3963 | bawal-1 | Sesuai |

| | | | | |
|----|----------|------|----------|--------------|
| 10 | bawal3 | 3875 | bawal-1 | Sesuai |
| 11 | bawal4 | 4284 | karper-1 | Tidak sesuai |
| 12 | gurami1 | 6001 | bawal-1 | Tidak sesuai |
| 13 | gurami2 | 7025 | bawal-1 | Tidak sesuai |
| 14 | gurami3 | 5349 | bawal-1 | Tidak sesuai |
| 15 | gurami4 | 6886 | bawal-1 | Tidak sesuai |
| 16 | gurami5 | 7297 | bawal-1 | Tidak sesuai |
| 17 | gurami6 | 6737 | bawal-1 | Tidak sesuai |
| 18 | karper1 | 3439 | karper-1 | Sesuai |
| 19 | karper2 | 4511 | mujair-1 | Tidak sesuai |
| 20 | karper3 | 4845 | karper-1 | Sesuai |
| 21 | karper4 | 4249 | mujair-1 | Tidak sesuai |
| 22 | karper5 | 4836 | mujair-1 | Tidak sesuai |
| 23 | karper6 | 3323 | karper-1 | Sesuai |
| 24 | karper7 | 2887 | mujair-1 | Tidak sesuai |
| 25 | karper8 | 4027 | mujair-1 | Tidak sesuai |
| 26 | lele1 | 4982 | karper-1 | Tidak sesuai |
| 27 | lele2 | 5779 | lele-1 | Sesuai |
| 28 | lele3 | 4659 | lele-1 | Sesuai |
| 29 | lele4 | 6126 | lele-1 | Sesuai |
| 30 | lele5 | 4836 | lele-1 | Sesuai |
| 31 | lele6 | 6736 | mujair-1 | Tidak sesuai |
| 32 | lele7 | 5299 | lele-1 | Sesuai |
| 33 | lele8 | 4520 | lele-1 | Sesuai |
| 34 | lele9 | 5606 | lele-1 | Sesuai |
| 35 | mujair1 | 4624 | mujair-1 | Sesuai |
| 36 | mujair2 | 3768 | mujair-1 | Sesuai |
| 37 | mujair3 | 2482 | mujair-1 | Sesuai |
| 38 | mujair4 | 3941 | mujair-1 | Sesuai |
| 39 | mujair5 | 4311 | mujair-1 | Sesuai |
| 40 | mujair6 | 4274 | mujair-1 | Sesuai |
| 41 | mujair7 | 3483 | mujair-1 | Sesuai |
| 42 | mujair8 | 3607 | mujair-1 | Sesuai |
| 43 | mujair9 | 3180 | mujair-1 | Sesuai |
| 44 | mujair10 | 4489 | mujair-1 | Sesuai |
| 45 | mujair11 | 4501 | mujair-1 | Sesuai |
| 46 | mujair12 | 4001 | mujair-1 | Sesuai |

sehingga dapat diperoleh prosentase kesalahan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Prosentase kesalahan} &= \frac{\sum \text{kesalahan}}{\sum \text{citra uji}} \times 100\% \\ &= \frac{20}{46} \times 100\% \\ &= 43,47\% \end{aligned}$$

Jumlah kesalahan yang besar ini disebabkan belum adanya variasi pada citra latih yang disajikan ke sistem, sehingga pada saat suatu ikan dengan ekspresi yang berbeda dari citra latihnya disajikan ke sistem untuk dikenali, citra uji tersebut cenderung mengacu pada citra latih ikan lain yang bentuk ekspresi ikannya lebih mirip.

Sedangkan untuk pengujian 2 dan 3 citra latih dapat diperoleh prosentase kesalahan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Prosentase kesalahan 2 citra latih} &= \frac{9}{46} \times 100\% \\ &= 19,56\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prosentase kesalahan 3 citra latih} &= \frac{7}{46} \times 100\% \\ &= 15,21\% \end{aligned}$$

TABEL 4.2 HASIL PENGUJIAN MENGGUNAKAN 4 CITRA LATIH

| No. | Citra uji | Hasil pengenalan | | Kesimpulan pengenalan |
|-----|-----------|------------------|----------------|-----------------------|
| | | Jarak | Citra terdekat | |
| 1 | bandeng1 | 5207 | bandeng-3 | Sesuai |
| 2 | bandeng2 | 5997 | bandeng-3 | Sesuai |
| 3 | bandeng3 | 6702 | bandeng-4 | Sesuai |
| 4 | bandeng4 | 6380 | bandeng-3 | Sesuai |
| 5 | bandeng5 | 5112 | bandeng-4 | Sesuai |
| 6 | bandeng6 | 5949 | bandeng-3 | Sesuai |
| 7 | bandeng7 | 6052 | bandeng-3 | Sesuai |
| 8 | bawal1 | 4594 | bawal-3 | Sesuai |
| 9 | bawal2 | 5137 | bawal-1 | Sesuai |
| 10 | bawal3 | 4434 | bawal-1 | Sesuai |
| 11 | bawal4 | 2933 | bawal-2 | Sesuai |
| 12 | gurami1 | 7617 | gurami-4 | Sesuai |
| 13 | gurami2 | 5564 | gurami-3 | Sesuai |
| 14 | gurami3 | 3568 | gurami-4 | Sesuai |
| 15 | gurami4 | 7745 | gurami-4 | Sesuai |
| 16 | gurami5 | 7140 | gurami-4 | Sesuai |
| 17 | gurami6 | 6685 | gurami-4 | Sesuai |
| 18 | karper1 | 3833 | karper-1 | Sesuai |
| 19 | karper2 | 4088 | karper-4 | Sesuai |
| 20 | karper3 | 5274 | karper-1 | Sesuai |
| 21 | karper4 | 4481 | karper-4 | Sesuai |
| 22 | karper5 | 3988 | karper-4 | Sesuai |
| 23 | karper6 | 3697 | karper-1 | Sesuai |
| 24 | karper7 | 3426 | karper-3 | Sesuai |
| 25 | karper8 | 4033 | karper-4 | Sesuai |
| 26 | lele1 | 5013 | lele-3 | Sesuai |
| 27 | lele2 | 4902 | lele-4 | Sesuai |
| 28 | lele3 | 4413 | lele-3 | Sesuai |
| 29 | lele4 | 4782 | lele-3 | Sesuai |
| 30 | lele5 | 6148 | lele-1 | Sesuai |
| 31 | lele6 | 4438 | lele-4 | Sesuai |
| 32 | lele7 | 4030 | lele-3 | Sesuai |
| 33 | lele8 | 5321 | lele-1 | Sesuai |
| 34 | lele9 | 5110 | lele-4 | Sesuai |
| 35 | mujair1 | 2170 | mujair-4 | Sesuai |
| 36 | mujair2 | 2698 | mujair-3 | Sesuai |
| 37 | mujair3 | 2931 | mujair-1 | Sesuai |
| 38 | mujair4 | 2469 | mujair-2 | Sesuai |
| 39 | mujair5 | 2940 | mujair-4 | Sesuai |
| 40 | mujair6 | 2953 | mujair-4 | Sesuai |
| 41 | mujair7 | 4010 | mujair-2 | Sesuai |
| 42 | mujair8 | 4005 | mujair-2 | Sesuai |
| 43 | mujair9 | 2254 | mujair-2 | Sesuai |
| 44 | mujair10 | 2552 | mujair-4 | Sesuai |
| 45 | mujair11 | 2508 | mujair-4 | Sesuai |
| 46 | mujair12 | 3814 | mujair-4 | Sesuai |

Tingkat keberhasilan pengenalan pada pengujian menggunakan 4 citra latih adalah cukup tinggi, yaitu 100%, dan mampu mengurangi kesalahan pengenalan yang terjadi pada pengujian dengan jumlah citra latih yang lebih sedikit. Hal ini kemungkinan akibat variasi ekspresi ikan dari citra uji, yang membutuhkan sejumlah citra latih dengan ekspresi yang sesuai untuk dapat dikenali dengan baik oleh sistem pengenalan ikan. Oleh karenanya dapat disimpulkan bahwa jumlah citra latih berbanding lurus dengan kinerja dari sistem pengenalan ikan, dalam hal kemampuan melakukan pengenalan terhadap variasi ekspresi ikan yang disajikan ke sistem. Artinya, semakin banyak variasi ikan yang dilatihkan, kemampuan sistem pengenalan ikan juga akan semakin tinggi.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pengambilan citra ikan menggunakan kamera digital dengan latar belakang citra menggunakan warna putih dengan jarak pemotretan 46 cm.
2. Seluruh citra ikan yang digunakan untuk pengujian menggunakan dimensi berukuran 318×222 , dan berada pada aras warna 256 tingkat keabuan.
3. Pada penelitian Tugas Akhir ini, pengujian dilakukan berdasarkan jumlah citra latih dengan pengujian pengenalan sebanyak 46 citra uji.
4. Jumlah citra latih yang digunakan pada metode PCA berbanding lurus dengan kinerja sistem pengenalan ikan, artinya semakin banyak citra latih yang digunakan untuk pelatihan, hasil pengenalan akan semakin bagus.
5. Faktor ciri-ciri ikan juga berpengaruh penting dalam sistem pengenalan, artinya setiap jenis ikan semakin banyak ciri-ciri yang dominan, hasil pengenalan akan semakin akurat.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Penelitian dapat dilanjutkan dengan menambahkan perangkat keras, yaitu kamera bergerak untuk membuat sistem pengenalan ikan dengan kondisi bergerak atau bersifat *online*.
2. Penggabungan dengan metode lain, misalnya menggunakan Jaringan Saraf Tiruan perlu dilakukan untuk memperoleh hasil pengenalan yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Jain, A. K., *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall, 1989.
- [2]. Murni, A., *Pengantar Pengolahan Citra*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1992.
- [3]. Munir, R., *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung, 2004.
- [4]. Patridge, Matthew., *Fast Dimensionality Reduction and Simple PCA*, <http://www.yahoo/pca/>, December 1997.
- [5]. Romdhani, S., Face Recognition Using Principal Components Analysis, <http://www.elec.gla.ac.uk/~romdhani>, Juli 2004.
- [6]. Smith, Lindsay., *A Tutorial on Principal Components Analysis*, <http://www.google/pca/>, February 2002.
- [7]. Wibowo, B.B., *Pengenalan Wajah Menggunakan Analisis Komponen Utama*, Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2005.
- [8]. ----, *Image Processing Toolbox User's Guide MATLAB Help v. 6.5*, The MathWorks, Inc., Natick, MA., 2003.
- [9]. ----, *Principal Components Analysis*, <http://www.fon.hum.uva.nl/paat>, Juli 2004.



Suharto Jati Santoso (L2F000639) dilahirkan di Semarang, 8 Desember 1980. Menempuh pendidikan di SDN Rejosari 1 Semarang lulus tahun 1994, kemudian melanjutkan ke SLTP Institut Indonesia Semarang lulus tahun 1997, dilanjutkan lagi di SMU Institut Indonesia Semarang lulus tahun 2000, dan sampai saat ini masih menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang Konsentrasi Elektronika Telekomunikasi dan semoga dapat lulus tahun 2006.

Menyetujui dan Mengesahkan,

Pembimbing I,

Budi Setiyono, S.T., M.T.

NIP. 132 283 184

Tanggal

Pembimbing II,

R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.

NIP. 132 288 515

Tanggal

