IDENTIFIKASI JENIS BATU AKIK MENGGUNAKAN METODE LEARNING VEKTOR QUANTIZATION (LVQ)

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom.) Pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri

OLEH :

DIMAS EKO PRATOMO

NPM: 11.1.03.02.0096

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2016

Skripsi oleh:

DIMAS EKO PRATOMO

NPM: 11.1.03.02.0096

Judul:

IDENTIFIKASI JENIS BATU AKIK MENGGUNAKAN METODE LEARNING VEKTOR QUANTIZATION (LVQ)

Telah disetujui untuk diajukan kepada
Panitia Ujian/Sidang Skripsi Program Studi Teknik Informatika
FT UNP Kediri

Tanggal : 11 Januari 2016

Pembimbing I	Pembimbing II
M. Rizal Arief, S.T., M.Kom	**Ahmad Bagus Setiawan, S.T., M.Kom., M.M**
NIDN. 0716027505	**NIDN. 0703018704**

ii

Skripsi oleh:

DIMAS EKO PRATOMO

NPM: 11.1.03.02.0096

Judul:

IDENTIFIKASI JENIS BATU AKIK MENGGUNAKAN METODE LEARNING VEKTOR QUANTIZATION (LVQ)

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika FT UNP Kediri
Pada Tanggal : 11 Januari 2016

Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji :

1. Ketua : M. Rizal Arief, S.T., M.Kom.
2. Penguji I : Ardi Sanjaya, M.Kom.
3. Penguji II : Ahmad Bagus Setiawan, S.T., M.Kom., M.M

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Suryo Widodo, M.Pd.
NIP. 19640202 199103 1 002

iii

IDENTIFIKASI JENIS BATU AKIK MENGGUNAKAN METODE LEARNING VEKTOR QUANTIZATION (LVQ)

Dimas Eko Pratomo
11.1.03.02.0096
Teknik – Teknik Informatika
dimasekpra@gmail.com
M. Rizal Arief, S.T., M.Kom dan Ahmad Bagus Setiawan, S.T., M.Kom., M.M
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Penelitian ini adalah merancang suatu aplikasi untuk melakukan pengenalan terhadap jenis batu akik dengan algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ) dan *Euclidean Distance*. Aplikasi dimulai dengan *input* batu akik yang dideteksi warna yang spesifik yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar, yaitu merah (*red*), hijau (*green*) dan biru (*blue*). Selanjutnya, hasil deteksi akan disimpan ke *database*.

Penelitian ini membangun aplikasi jenis batu akik *offline* dimana proses ekstraksi ciri menggunakan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk mendapatkan ciri pada setiap karakter masukan batu akik dalam perhitungan nilai RGB sehingga bobotnya bisa ter-*update*. kemudian melakukan penggabungan untuk menghasilkan vektor ciri yang spesifik, selanjutnya dilakukan perhitungan klasifikasi dengan menggunakan metode *Euclidean Distance* untuk mengenali jenis batu akik.

Dari uji coba yang dilakukan pada aplikasi, hasil terbaik untuk pengenalan citra batu akik diperoleh dengan jumlah data pelatihan sebanyak 120 citra dan data uji coba sebanyak 20 citra. Hasil akurasi sistem yang didapatkan sebesar 75 %.

I. LATAR BELAKANG

Cincin bermatakan batu akik yang dari dulu sudah ada kini memasuki masa keemasannya. Lantas fenomena itu pun menjadi tren yang digandrungi tidak hanya yang tua, yang muda pun kini tak malu memamerkan aksesoris jari tersebut. Batu akik penghias cincin atau ada pula yang dijadikan bandul pada kalung ternyata beragam jenisnya. Tidak hanya jenis ternyata, harganya pun juga beraneka dari yang paling murah hingga yang paling mahal. Semua disesuaikan dengan kombinasi warna dan bentuknya.

Batu Akik/*agate* merupakan batu yang tercipta karena proses alam yang sangat lama dari pengendapan fosil dan pembentukan mineral yang berpadu menjadi sebuah batu akik atau permata. Batu akik mempunyai jenis yang berbagai macam, Oleh karena itu sulit untuk menentukan jenis batu akik/*agate* bagi orang awam (Putra Ayu, 2015). Berdasarkan diatas penulis ingin membuat sebuah sistem untuk menentukan jenis batu akik dengan mengambil sampel batu akik dan diambil nilai *RGB* untuk diklasifikasikan dan dihitung menggunakan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ). Metode ini akan menghitung jarak antara bobot awal dengan data pelatihan, sehingga pada akhir interasi akan ditemukan bobot akhir tiap kelas/data. Dalam proses pencocokan atau dalam sisem ini dipakai untuk proses pencarian, maka sistem akan mencari jarak terpendek antara data *input* baru batu akik dengan bobot akhir tiap kelas. Kemudian akan dianalisis mengenai keberhasilan sistem dalam mengenali pola batu akik yang baru diinputkan, serta hubungannya dengan banyaknya *epoh* yang digunakan serta banyaknya waktu yang diperlukan. *LVQ* memiliki bobot tertentu yang diperoleh pada waktu pembelajaran. Bobot ini digunakan untuk pengenalan karakter atau angka. Pengenalan dilakukan dengan membandingkan dua vektor. Jarak dari kedua vektor akan menentukan skor. Tingkat kemiripan ditentukan oleh skor diperoleh. Semakin kecil nilai skor maka kedua vektor tersebut semakin mirip.

Penelitian-penelitian tentang aplikasi penggunaan pengenalan pola telah banyak dikaji dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan. Penelitian yang dilakukan sebelumnya tentang *Learning Vector Quantization* (Lvq) (Djalu Ranadhi, 2006). Dan memperoleh kesimpulan Dengan menggunakan metode *Learning Vector Quantization* untuk pengenal pola sidik jari, nilai

keberhasilan yang diperoleh mencapai 60%. Penelitian lain yang berhubungan dengan pengenalan pola adalah yang dilakukan oleh S. Heranurweni tahun 2010 yaitu Pengenalan Wajah dari 35 data citra wajah *input*, yang berhasil diidentifikasi ada 30 data citra (88,2%). Hal ini dapat dimanfaatkan untuk membantu meyelesaikan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini yaitu membuat suatu sistem yang dapat mengenali citra batu akik.

Menurut (Kusumadewi 2003:221), terdapat dua jenis metode pembelajaran pada pengenalan wajah, yaitu pembelajaran terawasi (*supervised learning*) dan pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*). Metode pembelajaran pada batu akik disebut terawasi jika *output* yang diharapkan sudah diketahui sebelumnya. Pada metode pembelajaran yang tak terawasi ini tidak memerlukan target *output*. Untuk melakukan pengenalan batu akik, pembelajaran terawasi lebih cocok karena menggunakan target keluaran, diantaranya yang termasuk metode pembelajaran terawasi adalah *Learning Vector Quantization (LVQ)* merupakan metode pembelajaran pada lapisan kompetitif yang akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor masukan (Kusumadewi, 2004:295).

Berdasarkan hal tersebut, penulis mengusulkan penggunaan aplikasi IDENTIFIKASI JENIS BATU AKIK MENGGUNAKAN METODE LEARNING VEKTOR QUANTIZATION (LVQ).

II. METODE

a. Metode *Learning Vector Quantization* (LVQ)

Dalam penelitiannya, Andri, 2012 menjelaskan bahwa *Learning Vector Quantization* (LVQ) adalah suatu metode untuk melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Suatu lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor

input. Kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor-vektor *input*. Jika 2 (dua) vektor *input* mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan kedua vektor *input* tersebut ke dalam kelas yang sama.

Algoritmanya adalah sebagai berikut:

1. Tentukan maksimum *epoh* (banyaknya proses pelatihan yang akan diulangi), eps (*error* minimum yang diharapkan) dan nilai *alpha*.
2. Hasil ekstraksi ciri pertama dari masing-masing pola digunakan sebagai data awal (inisialisasi). Data inisialisasi ini akan diisi sebagai nilai bobot awal (w).
3. *Epoh* = 0
4. Selama (*Epoh* < MaxEpoh) atau (alpha > eps), maka lakukan hal berikut:
   a. *Epoh* = *Epoh* + 1
   b. Untuk setiap data hasil ekstraksi ciri, lakukan hal berikut:
      1) Set x = hasil ekstraksi ciri dari pola.
      2) Set T = nomor urut dari setiap kelas.
      3) Hitung jarak hasil ekstraksi ciri pola saat ini dengan masing-masing bobot.

      Misalkan dihitung jarak hasil ekstraksi ciri pola pertama dengan setiap bobot, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

Jarak =

$$\sqrt{(x_{11}-w_{11})^2+(x_{12}-w_{12})^2+\ldots+(x_{1m}-w_{1m})^2}$$

dengan:

$x1m$ = bit ekstraksi ciri dari pola-1 yang ke-m.

*w*1m = bobot W(1,m)

m = banyak bit ekstraksi cirri

4) Bila nomor kelas pada bobot yang memiliki jarak terkecil sama dengan nilai nomor urut (T) pola, maka hitung:

wj (baru) = wj (lama) + α (x – wj (lama)

5) Bila tidak, maka hitung:

wj (baru) = wj (lama) - α (x – wj (lama)

c. Kurangi nilai *Alpha*:

*α = α – (0.1 * α)*

5. Simpan bobot hasil pelatihan (w).

b. Metode *Euclidean Distance*

Euclidean merupakan perhitungan jarak untuk membandingkan antara 2 vektor citra yang dapat digunakan dalam proses identifikasi citra dengan cara menghitung selisih nilai piksel antara 2 vektor tersebut. Jarak *euclidean* atau *euclidean distance* adalah akar dari jumlah selisih kuadrat antara 2 vektor, dan secara matematis dapat dirumuskan :

$$\text{dist(i,k)}= \sqrt{\sum_{i=j}^{D}(i_j - k_j)^{\ 2}}$$

Keterangan :

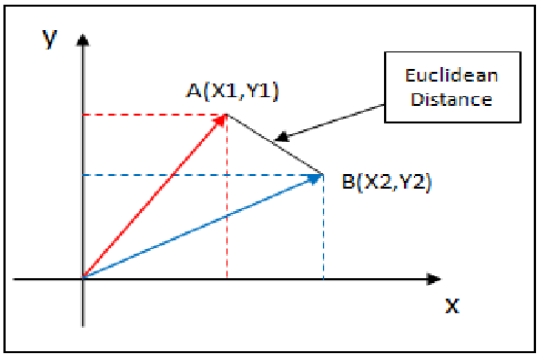
a. dist (i,k) adalah jarak *euclidean* antara vektor i dan vektor k;

b. ij adalah komponen ke-j dari vektor i;

c. kj adalah komponen ke-j dari vektor k;

d. D adalah jumlah komponen pada vektor i dan vektor k.

Dari hasil perhitungan jarak *euclidean* tersebut dapat ditentukan bahwa suatu citra adalah mirip jika memiliki jarak yang paling dekat



Gambar 1. Vector Space 2 Dimensi

Gambar diatas merupakan contoh dari ruang vektor, pada ruang vektor tersebut terdapat 2 vektor yaitu vektor A dan vektor B. Untuk menghitung jarak antara 2 vektor tersebut, digunakan persamaan *Euclidean distance*.

Berikut ini merupakan penyelesaian dalam menghitung jarak antara vektor A dan vector B dari Gambar 1 diatas.

Panjang vektor A dan B dapat didefinisikan sebagai berikut:

$\|\bar{A}\|=\sqrt{x1^2+y1^2}$

$\|B\|=\sqrt{x2^2+y2^2}$

Dengan demikian, untuk menghitung penyelesaian dalam menghitung jarak antara kedua vektor tersebut menggunakan persamaan sebagai berikut:

$d(\bar{A},B)=$

$\sqrt{(x1-x2)^2+(y1-y2)^2}$

Keterangan :

a. d ($\bar{A}$, B) adalah jarak antara vektor A dan Vektor B;
b. X1 adalah koordinat titik x dari vektor A;
c. X2 adalah koordinat titik x dari vektor B;
d. Y1 adalah koordinat titik y dari vektor A;
e. Y2 adalah koordinat titik y dari vektor B;

III. HASIL DAN KESIMPULAN

A. Hasil rancangan Aplikasi

a. Perancangan Sistem Pelatihan

Sistem pelatihan merupakan bagian awal dari sistem pengenalan citra batu akik. Sistem ini berfungsi untuk menyiapkan informasi-informasi yang akan digunakan dalam proses pengenalan citra batu akik. Proses ini memiliki beberapa tahapan penting sebagai berikut.

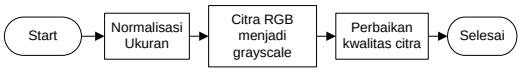
1. Pembagian Citra

Jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini masing – masing batu akik sebanyak 30 sample jadi total keseluruhan ada 120 sample batu akik. Selanjutnya 120 citra batu akik tersebut dibagi menjadi dua bagian yaitu 120 citra bata akik digunakan sebagai citra latih, yakni

citra yang akan digunakan untuk pembelajaran. Sedangkan untuk citra batu akik yang lain dimanfaatkan sebagai citra query yaitu citra uji yang tidak melalui proses pelatihan. Proses pengujian nanti akan digunakan keseluruhan citra baik citra latih maupun citra non-latih, sehingga tingkat akurasi sistem secara keseluruhan dapat diukur.

2. *Pre Processing*

Serangkaian proses *pre processing* yang dilakukan pada penilitian ini meliputi proses *cropping*, normalisasi ukuran, mengubah citra RGB menjadi citra grayscale, melakukan perbaikan citra. *Flowchart* pre processing dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 2. *Flowchart pre processing*

3. *Cropping*

Cropping merupakan proses memotong citra dan mengambil bagian dari citra yang dibutuhkan. Gambar batu akik yang diambil merupakan gambar yang umum, artinya tidak semua komponen gambar dibutuhkan dalam sistem yang akan dirancang, sehingga perlu proses *cropping*. Proses ini menggunakan *software PhotoScape*.

4. Normalisasi Ukuran

Normalisasi ukuran merupakan proses untuk menyeragamkan ukuran citra. Hal ini dimaksudkan agar citra yang akan diolah dalam sistem mempunyai ukuran yang sama. Citra masukan yang digunakan adalah citra RGB dengan ukuran 100 × 100 pixel. Pada citra yang seperti ini, supaya pada waktu proses waktu yang dibutuhkan tidak terlalu lama dan meminimalisir waktu proses.

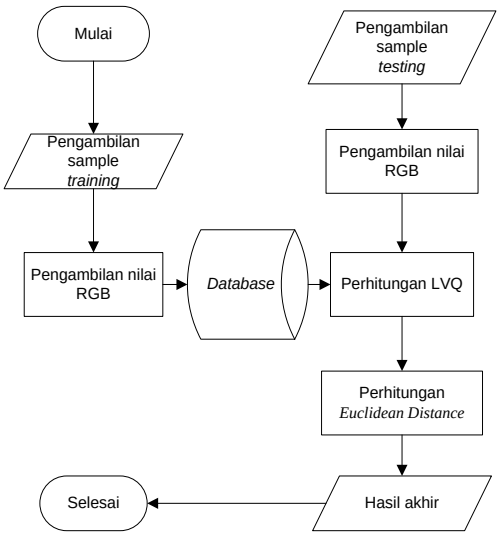
5. Mengubah Citra RGB Menjadi Citra *Grayscale*

Data yang diinputkan dalam sistem awalnya adalah gambar tipe RGB. Citra RGB akan membentuk vektor 3 lapis sehingga akan sulit untuk dilakukan proses selanjutnya. Citra perlu diubah tipenya menjadi *grayscale* untuk mempermudah proses pengolahan citra pada proses selanjutnya.

6. Perbaikan Citra

Setelah citra diubah menjadi *grayscale*, selanjutnya citra dipertajam untuk memperoleh dan memperjelas citra yang akan digunakan pada proses selanjutnya. Langkah ini dimaksudkan agar pola garis-garis pada batu akik tampak lebih jelas.

b. Flowchart Sistem



Gambar 3. Flowchat sistem

c. Berikut adalah contoh dari perhitungan identifikasi jenis batu akik.

Diketahui 6 input vektor dalam 2 kelas sebagai berikut :

Tabel 1. Data batu akik testing

No	Input Vektor	Jenis Batu Akik
1	(1110)	Badar Tawon
2	(1011)	Badar Emas
3	(0110)	Badar Tawon
4	(0011)	Badar Emas
5	(1111)	Badar Tawon
6	(1001)	Badar Emas
	(1011)	Badar Emas

Dua input pertama dijadikan sebagai inisialisasi bobot:

Table 2. Data batu akik training

No	Bobot	Jenisa Batu Akik
1	(1110)	Badar Tawon
2	(1011)	Badar Emas

Data yang lain sebagai data yang akan dilatih C α=0,05, dan maksimum epoh= 1, penurunan α=0,1 . α(lama)

Epoh ke-1

Data ke-1 : (0110)

- Bobot ke-1

$= \sqrt{(0-1)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2 + (0-0)^2} = 1$

- Bobot ke-2

$= \sqrt{(0-1)^2 + (1-0)^2 + (1-1)^2 + (0-1)^2} = 1{,}73$

Jarak terkecil pada bobot ke-1

Target data ke-1=1

Bobot ke-1 baru:

W11(baru) = w11(lama)+ α*x11-w11(lama)] = 1+0,05*(0-1) = 0,95

W12(baru) = w12(lama)+ α*x12-w12(lama)] = 1+0,05*(1-1) = 1

W13(baru) = w13(lama)+ α*x13-w13(lama)] = 1+0,05*(1-1) = 1

W14(baru) = w14(lama)+ α*x14-w14(lama)] = 0+0,05*(0-0) = 0

Shg w1 = (0,95 1 1 0)

W2 = (1011)

Data ke-2 : (0011)

- Bobot ke-1

$= \sqrt{(0-0{,}95)^2 + (0-1)^2 + (1-1)^2 + (1-0)^2} = 1{,}7$

- Bobot ke-2

$= \sqrt{(0-1)^2 + (0-0)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2} = 1$

Jarak terkecil pada bobot ke-2

Target data ke-2 = 2

Bobot ke-2 baru:

W21(baru) = w21(lama)+ α*x21-w21(lama)] = 1+0,05*(0-1) = 0,95

W22(baru) = w22(lama)+ α*x22-w22(lama)] = 0+0,05*(0-0) = 0

W23(baru) = w23(lama)+ α*x23-w23(lama)] = 1+0,05*(1-1) = 1

W24(baru) = w24(lama)+ α*x24-w24(lama)] = 1+0,05*(1-1) = 1

Shg w2 = (0,95 0 1 1)

w1 = (0,95 1 1 0)

Data ke-3 : (1111)

- Bobot ke-1

$= \sqrt{(1-0{,}95)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2 + (1-0)^2} = 1{,}0023$

- Bobot ke-2

$= \sqrt{(1-0{,}95)^2 + (1-0)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2} = 1{,}0023$

Jarak terkecil pada bobot ke-1

Target data ke-3 = 1

Bobot ke-1 baru:

W11(baru) = w11(lama)+ α*x11-w31(lama)] = 0,95+0,05*(1-0,95) = 0,953

W12(baru) = w12(lama)+ α*x12-w32(lama)] = 1+0,05*(1-1) = 1

W13(baru) = w13(lama)+ α*x13-w33(lama)] = 1+0,05*(1-1) = 1

W14(baru) = w14(lama)+ α*x14-w34(lama)] = 0+0,05*(1-0) = 0,05

Shg w1 = (0,95 1 1 0,05)

w2 = (0,95 0 1 1)

Data ke-4 : (1001)

- Bobot ke-1

$= \sqrt{(1-0{,}95)^2 + (0-1)^2 + (0-1)^2 + (1-0{,}05)^2} = 1{,}704$

- Bobot ke-2

$= \sqrt{(1-0{,}95)^2 + (0-0)^2 + (0-1)^2 + (1-1)^2} = 1{,}00125$

Jarak terkecil pada bobot ke-2

Target data ke-4 = 2

Bobot ke-1 baru:

W11(baru) = w11(lama)+ α*x11-w31(lama)] = 0,95+0,05*(1-0,95) = 0,953

W12(baru) = w12(lama)+ α*x12-w32(lama)] = 0+0,05*(0-0) = 0

W13(baru) = w13(lama)+ α*x13-w33(lama)] = 1+0,05*(0-1) = 0,95

W14(baru) = w14(lama)+ α*x14-w34(lama)] = 1+0,05*(1-1) = 1

Shg w2 = (0,953 0 0,95 1)

w1 = (0,95 1 1 0,05)

Di dapat bobot-bobot:

w2 = (0,953 0 0,95 1)

w1 = (0,95 1 1 0,05)

Misalnya akan menguji vektor (1011), masuk kelas yang mana?

Maka dilakukan perhitungan untuk mencari jarak terdekat menggunakan metode *euclidean distance* :

- Bobot ke-2

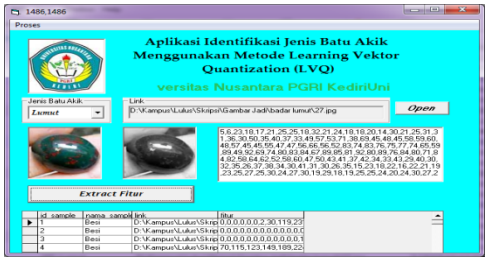
$= \sqrt{(1-0{,}953)^2 + (0-0)^2 + (1-0{,}95)^2 + (1-1)^2}$
$= 0{,}0686$

- Bobot ke-1

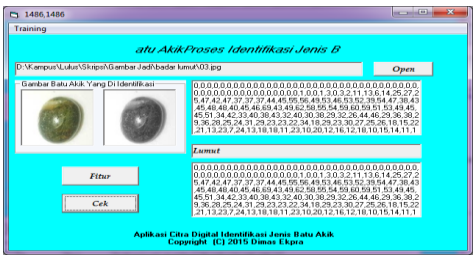
$= \sqrt{(1-0{,}95)^2 + (0-1)^2 + (1-1)^2 + (1-0{,}05)^2}$
$= 1{,}38$

Minimum pada ke-2 maka masuk jenis badar emas.

d. Tampilan Aplikasi



Gambar 4. Proses training



Gambar 5. Proses testing

e. Analisis Hasil Uji Coba

Setelah dilakukan uji coba terhadap pengenalan dengan beberapa kondisi, diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi

Uji Coba	Total Data Pelatihan	Total data Uji coba	Tingkat Akurasi
1	50 Batu akik	75 Batu akik	51%
2	75 Batu akik	50 Batu akik	58%
3	120 Batu akik	20 Batu akik	75%

Keterangan :

Skenario 1

Uji coba pada skenario 1 merupakan uji coba dengan menggunakan total data pelatihan sebanyak 50 citra batu akik dan data uji coba sebanyak 75 citra batu akik. Pada skenario ini memiliki tingkat akurasi sebesar 51%.

Skenario 2

Uji coba pada skenario 2 merupakan uji coba dengan menggunakan total data pelatihan sebanyak 75 citra batu akik dan data uji coba sebanyak 50 citra batu akik. Pada skenario ini memiliki tingkat akurasi sebesar 58%.

Skenario 3

Uji coba pada skenario 3 merupakan uji coba dengan menggunakan total data pelatihan sebanyak 120 citra batu akik dan data uji coba sebanyak 20 citra batu akik. Pada

skenario ini memiliki tingkat akurasi sebesar 72%.

Berdasarkan tabel tingkat akurasi hasil uji coba pada table 3, tingkat akurasi tertinggi ada pada skenario 3 yang mempunyai data pelatihan terbanyak. Sedangkan tingkat akurasi paling rendah ada pada skenario 1 yang memiliki data pelatihan paling sedikit. Semakin banyak data pelatihan yang digunakan, semakin tinggi tingkat akurasi yang diperoleh.

Tingkat akurasi yang tinggi, dapat diperoleh dengan memperbanyak data pelatihan serta menyamakan jenis data pelatihan. Jika jenis data pelatihan yang digunakan makin beragam, maka tingkat akurasi akan menurun. Data pelatihan dan uji coba harus mempunyai kesamaan.

Selain itu penurunan nilai akurasi juga dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti, pola dan bentuk batu akik yang hampir serupa.

B. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, pengolahan citra, perancangan, pembuatan, pengujian aplikasi jenis batu akik menggunakan *Learning Vector Quantization* (LVQ), dan *Euclidean Distance* dengan pada penelitian ini, didapatkan simpulan sebagai berikut :

1. Tahapan penelitian pada proses pelatihan dan pengujian meliputi konversi ruang warna citra batu akik menjadi *grayscale*, melakukan klasifikasi batu akik menggunakan *Learning Vector Quantization* (LVQ), dan *Euclidean Distance*. Dengan hasil pengenalan yang harus sesuai untuk data yang diujikan.
2. Tingkat akurasi identifikasi dengan benar menggunakan tahapan penelitian tersebut menggunakan data pelatihan 120 citra batu akik dan menggunakan 20 data uji pada data citra yang diambil adalah 75%.
3. Jumlah data pelatihan (*training*) sangat berpengaruh dalam proses pengenalan citra. Semakin banyak jumlah data pelatihan (*training*), semakin tinggi tingkat akurasi pengenalan citra uji coba (*testing*).

IV. DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Hidayanto, Dkk. "*Penentuan Wilayah Wajah Manusia pada Citra Berwarna Berdasarkan Warna Kulit Dengan Metode Template Matching*", **Jurnal Teknologi Elektro. Vol. 5, No. 2, 2006.**

Andri, *"Implementasi Segmentasi Citra dan Algoritma Learning Vector Quantization (LVQ) Dalam Pengenalan Bentuk Botol"*. **Jurnal STMIK Mikroskil. Vol. 13, No. 2, Oktober 2012.**

Cahyono, G.P. 2006. "*Sistem Pengenalan Barcode Mengguanakan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization"*. **FMIPA ITS.**

Djalu Ranadhi, Dkk., "*Implementasi Learning Vector Quantization (Lvq) Untuk Pengenal Pola Sidik Jari Pada Sistem Informasi Narapidana Lp Wirogunan"*. **Media Informatika, Vol. 4, No. 1, 2006.**

Hidayati, Nurul dan Budi Warsito, *"Prediksi Terjangkitnya Penyakit Jantung Dengan Metode Learning Vector Quantization***". Media Statistika Vol. 3, No. 1, Juni 2010.**

Kasmoni, 2003. "*Visual Basic 6.0 Untuk Orang Awam*", **Palembang:CV. Maxikom.**

Kusumadewi, Sri, 2003, *Artificial Intelegence (Teknik dan Pengaplikasiannya),* **Yogjakarta:Graha Ilmu.**

Kusumadewi, Sri, 2004, "*Membangun Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan Matlab dan Excel link"*, **Yogjakarta:Graha Ilmu.**

Maha Kinnoy Sembiring. "*Perancangan Aplikasi Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Fisher Linear Discriminant (FLD)"*, **jurnal Pelita Informatika Budi Darma, Volume : IX, Nomor: 1, Maret 2015.**

Putra Ayu, 2015. "*Jenis-Jenis Batu Akik dan Permata"*, (online). Tersedia: **www.books.google.com.**

Ranadhi, D., Indarto, W., dan Hidayat, T., Implementasi Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Pengenal Pola Sidik Jari pada Sistem Informasi Narapidana LP Wirogunan, **Media Informatika, 2006, Vol. 4, No. 1: 51-65.**

S. Heranurweni. "*Pengenalan Wajah Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ)"*, **Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, 2010.**