

**IDENTIFIKASI POLA SIDIK BIBIR PADA IDENTITAS MANUSIA
MENGUNAKAN METODE *CONTENT BASED IMAGE RETRIEVAL* (CBIR)
DAN KLASIFIKASI *LEARNING VECTOR QUANTIZATION* SEBAGAI
APLIKASI BIDANG FORENSIK BIOMETRIK**

***IDENTIFICATION OF LIP PRINT FOR HUMAN IDENTIFICATION USING
METHOD OF CONTENT BASED IMAGE RETRIEVAL (CBIR) AND
CLASSIFICATION OF LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ) AS A
BIOMETRIC FORENSIC APPLICATION***

Mutiara Ulfach¹, Dr. Ir. Bambang Hidayat, DEA², drg. Fahmi Oscandar M.Kes., Sp.RKG³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Prodi S1 Kedokteran Gigi, Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Padjajaran Bandung

¹mulfach@telkomuniversity.ac.id, ²bhidayat@telkomuniversity.ac.id, ³fahmi.oscandar@fkg.unpad.ac.id

Abstrak

Ilmu forensik atau yang sederhananya biasa disebut forensik merupakan suatu ilmu yang dimanfaatkan untuk memudahkan dalam pemeriksaan dan pengumpulan bukti-bukti secara fisik dari tempat kejadian perkara sebagai proses penegakan keadilan maupun identifikasi secara pribadi. Mengidentifikasi wujud yang sudah tak utuh tersebut dapat dilakukan dengan forensik odontologi yang mengidentifikasi berdasarkan pengenalan fitur unik seperti pada sidik bibir. Pada bibir terdapat guratan-guratang unik yang berbeda-beda pada setiap individu dan dapat menjadi penentu jenis kelamin sehingga dapat mempermudah identifikasi. Guratan dan alur pada bibir merupakan pola-pola yang dapat diidentifikasi melalui teknik biometrik. Teknik biometrik merupakan teknik untuk mengidentifikasi berdasarkan bagian tubuh atau kelakuan manusia tersebut, dan pada tugas akhir ini adalah sidik bibir. Tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan identifikasi pola sidik bibir yang berbeda-beda dengan menggunakan metode *Content Based Image Retrieval* (CBIR) dan metode klasifikasi *Learning Vector Quantization* (LVQ). Hasil yang di dapat dari tugas akhir ini berupa sebuah program berbasis MATLAB yang mampu mengidentifikasi pola sidik bibir. Didapatkan akurasi terbaik pada sistem ini sebesar 86% dan waktu komputasi 10,7460 s.

Kata kunci: Forensik, biometrik, sidik bibir, *Content Based Image Retrieval* (CBIR), *Learning Vector Quantization* (LVQ)

Abstract

Forensic science or simply called forensics is a science that is used to facilitate the examination and collection of physical evidence from the crime scene as a process of enforcing justice and personal identification. Identifying such an incomplete form can be done by identifying odontological forensics based on the introduction of unique features such as on lips print. On the lips there are unique strokes that vary on each individual and can be a determinant of sex so it can facilitate the identification. Scars and grooves on the lips are patterns that can be identified through biometric techniques. Biometric technique is a technique to identify based on body parts or human behavior, and in this final project is lipstick. This final assignment aims to identify different pattern of lipstick by using Content Based Image Retrieval (CBIR) method and classification method Learning Vector Quantization (LVQ). The results obtained from this final project in the form of a program that based on MATLAB is able to identify patterns of lip patterns. Best accuracy on this system is 86% and computing time of 10,7460seconds.

Keywords: *Forensic, biometric, lip print, Content Based Image Retrieval (CBIR), Learning Vector Quantization (LVQ)*

Copyright © 2018 TelkomUniversity. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Di Indonesia setiap hari pasti terdapat kecelakaan, maupun kriminalitas yang mengakibatkan jatuhnya korban jiwa. Tidak semua korban dapat langsung dikenali setelah terjadi sebuah kecelekaan tersebut. Tidak semua korban dapat langsung dikenali setelah terjadi sebuah kecelekaan tersebut. Contoh kasusnya pada 18 Desember 1993 silam terdapat kasus pembunuhan, dimana pada Tempat Kejadian Perkara (TKP) ditemukan barang bukti berupa lakban. Pada lakban tersebut ditemukan sidik bibir yang diduga dimiliki oleh terdakwa kasus tersebut. Sidik bibir tersebut kemudian dibandingkan oleh penyidik dengan foto sidik bibir terdakwa. Dan hasilnya sidik bibir yang terdapat pada lakban tersebut cocok dengan sidik bibir terdakwa. Maka dari itu ilmu forensik sangat penting untuk mengidentifikasi korban-korban maupun pelaku yang tidak dapat dikenali identitasnya.

Pada masa serba teknologi saat ini, baiknya ilmu forensik dapat ditunjang dengan kemampuan teknologi informasi. Dengan kemampuan teknologi ini dapat mempermudah dan meminimalisir waktu pada proses penyidikan. Selain itu dengan adanya teknologi juga dapat meningkatkan akurasi dari identifikasi dan biaya yang dikeluarkan pun menjadi lebih berkurang karena tenaga ahli yang dibutuhkan tidak banyak. Dan pada penelitian ini, bertujuan untuk

membantu dan memudahkan pada proses identifikasi sidik bibir dengan menggunakan *Digital Image Processing*. Dalam penelitian ini citra dari setiap sidik bibir tersebut diabadikan melalui kamera, kemudian dilakukan ekstraksi ciri dengan menggunakan metode *Content Based Image Retrieval (CBIR)*. Selanjutnya, citra hasil ekstraksi ciri tersebut diklasifikasikan menggunakan metode *Learning Vector Quantization (LVQ)*.

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, sehingga akan dibuat sebuah aplikasi berbasis MATLAB yang akan digunakan untuk mempermudah pada proses identifikasi dan klasifikasi pola sidik bibir. Pembuatan aplikasi tersebut dimulai dengan pengambilan sampel foto bibir dari setiap individu sehingga dapat diperoleh pola-pola bibir.

2. Dasar Teori

2.1 Odontologi Forensik

Odontologi forensik merupakan cabang dari ilmu kedokteran gigi yang memiliki manfaat sebagai kepentingan peradilan untuk menangani dan memeriksa bukti yang benar dengan evaluasi dan presentasi temuan gigi maupun yang berhubungan dengan rongga mulut yang tepat. [4] Odontologi forensik telah ada sejak dahulu kala, namun pada akhir abad ke-19 terdapat salah satu momen yang menarik perhatian publik ketika program instruksional formal kedokteran gigi pertama dibuat oleh Armen Force dari *Institute of Pathology*. Mulai saat itu banyak kasus yang menggunakan pemanfaatan odontologi forensik dilaporkan dalam literatur sehingga odontologi forensik mulai dikenal banyak kalangan bukan hanya dokter gigi, tetapi juga dalam kalangan penegak hukum dan ahli forensik. [5]

2.2 Bibir

Bibir memiliki bagian atas dan bawah, berupa dua lipatan otot yang membentuk gerbang mulut. Bibir yang paling luar ditutupi oleh jaringan kulit, sedangkan pada bagian dalam ditutupi oleh mukosa mulut. Bibir memiliki 3 permukaan, yaitu kulit, vernilion, dan mukosa. [5] Pada bagian kulit terdapat kelenjar keringat, folikel rambut dan kelenjar sebacea. Vermilion merupakan epitel berlapis pipih dengan keratin, pada vermilion kapiler dekat dengan permukaan dan berwarna merah. Mukosa pada bibir memiliki struktur yang sama dengan mukosa yang terdapat pada rongga mulut dengan kelenjar ludah minor. [6]

2.3 Sidik Bibir

Sidik bibir dapat diartikan sebagai gambaran alur pada mukosa bibir atas dan bawah, hal tersebut disebut "*figura linearum labiorum rubrorum*" oleh Suzuki. Pola garis-garis yang terdapat pada bibir mempunyai karakteristik yang individual sama halnya dengan yang dimiliki sidik jari. [5] Sidik bibir dapat digunakan dalam identifikasi karena memiliki pola tekstur mukosa bibir yang stabil. Domiaty menyebutkan bahwa sidik bibir bersifat stabil dan tidak berubah walaupun bertam usianya. Pertanyaan ini didukung juga oleh Tsuchihashi yang menyatakan bahwa sidik bibir bersifat tetap. Selain itu sidik bibir juga bersifat unik, Adamu dan Toura menyatakan pola yang terdapat pada bibir tidak ada yang sama antara satu dan yang lainnya dan juga dapat dipengaruhi ras. [7]

2.4 Klasifikasi Pola Sidik Bibir

Pada tahun 1967 Santos mengklasifikasikan mejadi empat tipe, tahun 1970 Suzuki dan Tsuchihashi mengklasifikasikan menjadi enam tipe, dan Renaud membagi pola sidik bibir menjadi sepuluh tipe. [16]

Pada penelitian ini, penulis menggunakan klasifikasi Suzuki dan Tsuchihashi seperti ditunjukkan pada gambar 2.3, yang dianggap polanya dapat dipahami dengan mudah dan merupakan salah satu penelitian yang mengembangkan metode fotografi pada pengambilan data sidik bibir. Suzuki mengklasifikasikan pola sidik bibir menjadi enam tipe yang berbeda-beda yaitu [15] :

Tipe I : Alur yang vertikal, lurus (*complete straight grooves*).

Tipe I' : Alur yang sama dengan tipe I, tetapi hanya sebagian (*partial straight grooves*).

Tipe II : Alur yang bercabang (*branched grooves*).

Tipe III : Alur yang memiliki cabang lebih banyak, saling memotong (*intersected grooves*).

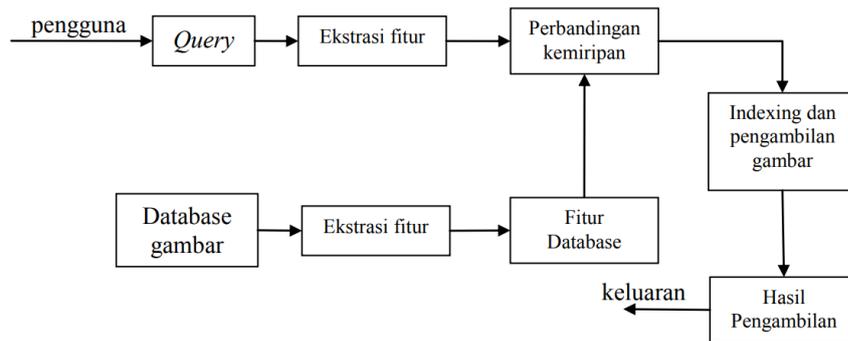
Tipe IV : Alur yang menyerupai jalan, retikuler (*reticular grooves*).

Tipe V : Alur yang berbeda dari tipe I-IV.

2.5 Content Based Image Retrieval (CBIR)

Content based image retrieval atau yang disingkat dengan CBIR merupakan teknik untuk memperoleh pemanggilan kembali gambar berdasarkan fitur gambar awal seperti warna, tekstur dan bentuk. [12] Untuk mendapatkan pembalikan citra tersebut, user harus menginput citra uji terlebih dahulu, kemudian sistem mengekstrak citra hingga menghasilkan fitur citra. Fitur yang terdapat pada citra uji dan database akan dicari tingkat persamaannya. Citra yang memiliki nilai persamaan yang paling tinggi akan terlihat diurutun paling atas. [13] Salah satu contoh penerapan CBIR yaitu pada *Google Image Search Engine*. Aplikasi tersebut digunakan untuk melakukan pencarian, seseorang yang melakukan pencarian dapat mengunggah citra *query*. Dan untuk melihat keunggulan sistem tersebut, dapat dilakukan pengujian domain citra yang bermacam-macam. Domain disini yaitu berupa citra foto, lukisan maupun sketsa. Hal tersebut dilakukan dikarenakan pada dunia nyata masih cukup sulit untuk mendapatkan citra *query* yang dibutuhkan, sehingga terkadang hanya memiliki sketsa saja ataupun lukisannya saja. Maka dari itu sistem CBIR yang baik dapat menjalankan pencarian citra secara *multidomain* maupun *crossdomain*.

Berikut merupakan tahapan umum dalam sistem CBIR yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

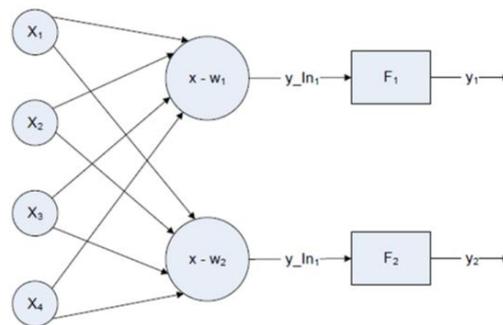


Gambar 2.1 Skema sistem umum pada CBIR

Tahapan dimulai dari mengekstraksi fitur berdasarkan visualnya salah satu contohnya seperti warna. Selanjutnya dilakukan perbandingan kemiripan menggunakan hasil ekstraksi fitur, dengan membandingkan antara citra uji dengan citra-citra yang terdapat pada database. Untuk mendapatkan nilai kemiripan, dilakukan proses perhitungan antara jarak vektor dan kedua citra tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan proses pengurutan citra sehingga didapat sejumlah N citra yang paling mirip dengan citra uji akan dikembalikan.

2. 6 Learning Vector Quantization (LVQ)

Learning vector quantization merupakan suatu metode klasifikasi yang setiap outputnya menggambarkan sebuah kelas. LVQ mengklasifikasikan vektor inputnya ke dalam kelas yang sama dan unit output yang mempunyai nilai vektor paling dekat dengan vektor input. Jika kedua vektor input mendekati sama, kemudian lapisan kompetitif akan menempatkan keduanya pada kelas yang sama. Kelas-kelas yang berasal dari lapisan kompetitif tersebut hanya berdasarkan jarak vektor input. [14] Pada LVQ, algoritmanya yaitu mencari output yang terdekat dengan vektor input. Sehingga pada saat sistem hampir mencapai akhir x dan w merupakan kelas yang sama, selanjutnya memindahkan bobot terakhir yang jauh dari vektor inputnya.



Gambar 2.2 Arsitektur LVQ

Keterangan pada Gambar 2.2 :

- $X(1)$ sampai $X(n)$ = nilai *input*, vektor pembelajaran
- $\|X(i)-W(i)\|$ sampai $\|X(n)-W(n)\|$ = jarak bobot
- $F(1)$ sampai $F(n)$ = lapisan *output*
- $y(1)$ sampai $y(n)$ = nilai *output*
- n = jumlah kata (jumlah kelas)

2. 7 Performansi Sistem

Pengujian performansi sistem diperlukan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan system. Performansi sistem pada penelitian ini dapat diukur melalui 2 parameter, yaitu :

1. Akurasi Sistem

Akurasi merupakan ukuran ketepatan sistem dalam mengenali masukan yang diberikan sehingga menghasilkan keluaran yang benar. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Data Benar}}{\text{Jumlah Data Keseluruhan}} \times 100\% \quad (2.1)$$

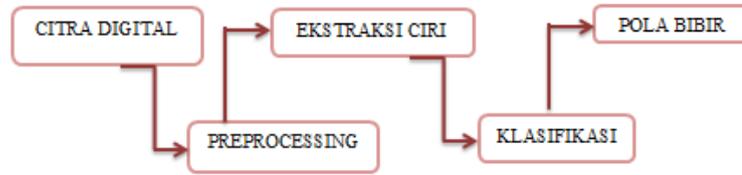
2. Waktu Komputasi

Waktu Komputasi adalah waktu yang diperlukan sistem dalam melakukan proses dari awal sampai akhir. Parameter waktu komputasi secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Waktu Komputasi} = \text{waktu akhir} - \text{waktu mulai} \quad (2.2)$$

2. 8 Perancangan Sistem

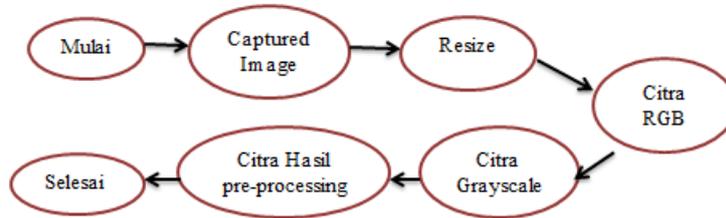
Sistem yang dirancang pada tugas akhir ini terdiri dari dua tahap yaitu, tahap pelatihan dan tahap pengujian. Guna melatih dan menguji data citra yang akan dimasukkan ke dalam perangkat, digunakan metode LVQ dan metode ekstraksi ciri CBIR. Perangkat lunak yang digunakan untuk merancang sistem tersebut yaitu MATLAB dengan tahapan sebagai berikut:



Gambar 2.3 Diagram blok deskripsi sistem

Dari diagram blok yang dapat dilihat pada gambar, sistem diawali dengan menginput citra digital, selanjutnya masuk pada tahap *preprocessing* guna meningkatkan kualitas pada citra tersebut, kemudian dilanjutkan dengan ekstraksi ciri menggunakan CBIR untuk mendapatkan ciri yang dipakai pada inputan, tahap selanjutnya yaitu proses klasifikasi dengan menggunakan LVQ untuk membedakan pola-pola pada bibir melalui citra yang telah diinput ke perangkat lunak.

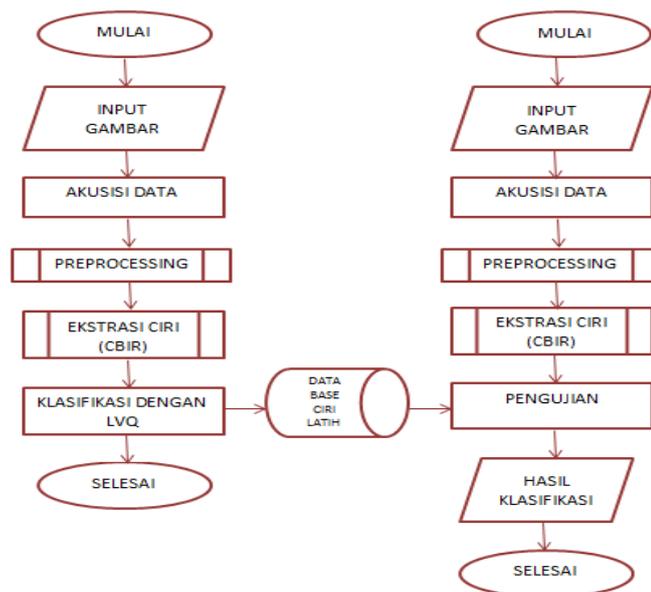
Akuisisi citra merupakan proses pengumpulan, persiapan, dan pengambilan data citra, sehingga citra tersebut dapat diproses ke dalam sistem. Tujuan pada tahap ini adalah untuk mendapatkan citra *digital* sebagai data latih ataupun data uji. Pada tugas akhir ini, penulis menggunakan objek foto sidik bibir pada proses akuisisi. *Pre-processing* merupakan proses setelah mendapatkan data citra inputan, kemudian diolah lebih lanjut sehingga dapat meningkatkan kualitas citra tersebut dan dapat memudahkan pada tahap selanjutnya. Pada tahap ini untuk meningkatkan kualitas dengan meminimalisir *noise* sehingga memudahkan proses komputasi citra.



Gambar 2.4 Blok Diagram Pre-processing

Setelah didapat citra digital dari pola bibir, maka selanjutnya yaitu proses identifikasi citra dengan melewati dua proses, yaitu dengan proses latih dan uji, dimana diagram alir nya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4. Proses latih adalah proses mencari nilai acuan, sebagai parameter citra uji saat mendeteksi jenis pola sidik bibir tersebut. Pada proses latih digunakan 86 sampel dengan 50 sampel latih dan 36 sampel uji. Kemudian, pada tahap latih dilakukan input citra pola sidik bibir yang telah melakukan tahap *pre-processing* dan dilanjutkan dengan segmentasi ke dalam folder data sesuai pada jenis masing-masing pola.

Lalu, setelah semua citra latih dimasukkan ke dalam *database*, maka setiap jenis pola yang ada akan diproses dengan ekstraksi ciri. Pada ekstraksi ciri ini setiap folder akan diproses menggunakan LVQ. Dan ekstraksi ciri merupakan tahapan dimana sejumlah folder yang ada tersebut diproses menggunakan CBIR. Berikut merupakan tahapan proses identifikasi citra untuk pengambilan pada data latih dan data uji yang diimplementasikan ke dalam diagram alir pada gambar 2.5 dibawah ini :



Gambar 2.5 Diagram alir

3. Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Sistem

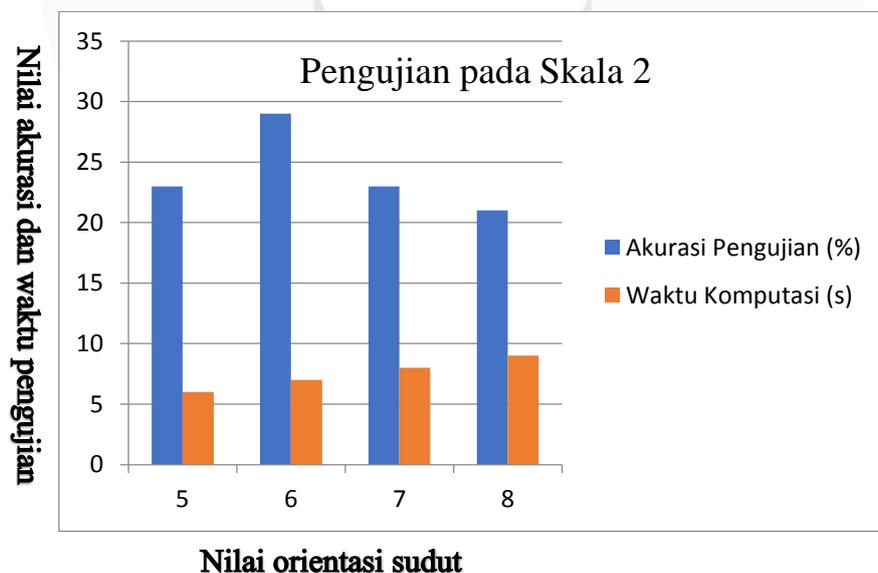
Pengujian sistem pertama dilakukan dengan mengubah parameter ekstraksi ciri dan parameter klasifikasi untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih baik. Pada bagian ini dapat diketahui pengaruh perubahan parameter ekstraksi ciri dan klasifikasi terhadap akurasi dan waktu komputasi yang diperoleh.

3.2 Pengujian pengaruh Orientasi Sudut dan Skala pada *Gabor Wavelet*

Tabel 3.1 adalah hasil pengujian pengaruh skala orientasi sudut dan skala pada ekstraksi fitur gabor wavelet. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh parameter skala dan sudut orientasi pada *Gabor Wavelet*. Nilai yang digunakan yaitu 4 nilai skala (2, 3, 4 dan 5) dan 4 sudut orientasi (5, 6, 7 dan 8).

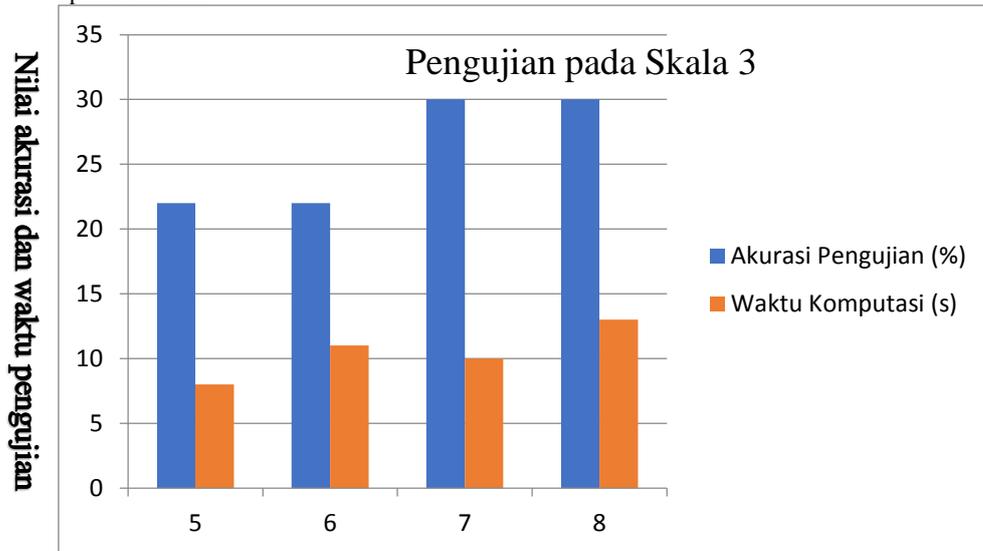
Tabel3.1 Hasil Pengujian Parameter Orientasi Sudut dan Skala

Skala	Epoch=10, Hidden Layer = 10		
	Orientasi	Akurasi	Waktu Komputasi
		Peengujian(%)	Pengujian (s)
2	5	23,3333	6,1718
	6	29,8889	7,2800
	7	23,3333	7,8825
	8	21,5556	8,9318
3	5	21,5556	8,0090
	6	21,5556	10,6462
	7	29,8889	9,6343
	8	29,8889	12,8801
4	5	26,1111	9,1080
	6	23,3333	12,6900
	7	32,6667	13,1082
	8	35	12,9828
5	5	18,7778	10,0394
	6	21,5556	12,3280
	7	21,5556	14,1626
	8	21,5556	14,3485



Gambar 3.1 Hasil Pengujian Parameter Orientasi Sudut dan Skala pada Skala 2

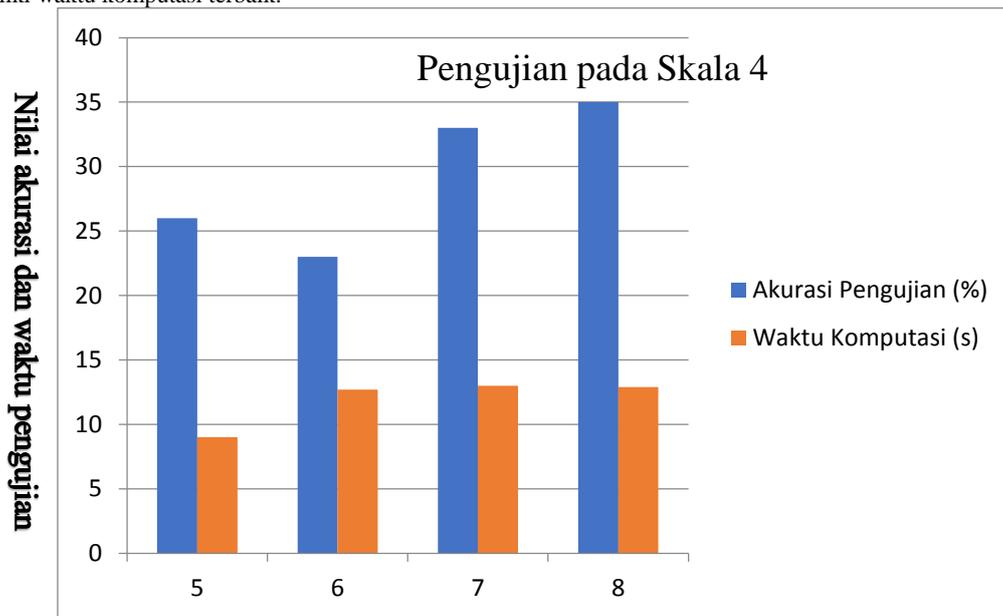
Gambar 3.1 memperlihatkan akurasi dan waktu komputasi pada skala 2 yang memiliki sudut orientasi yang berbeda. Dapat dilihat bahwa pada orientasi sudut 6 memiliki akurasi terbaik. Dan pada orientasi sudut 5 memiliki waktu komputasi terbaik.



Nilai orientasi sudut

Gambar 3.2 Hasil Pengujian Parameter Orientasi Sudut dan Skala pada Skala 3

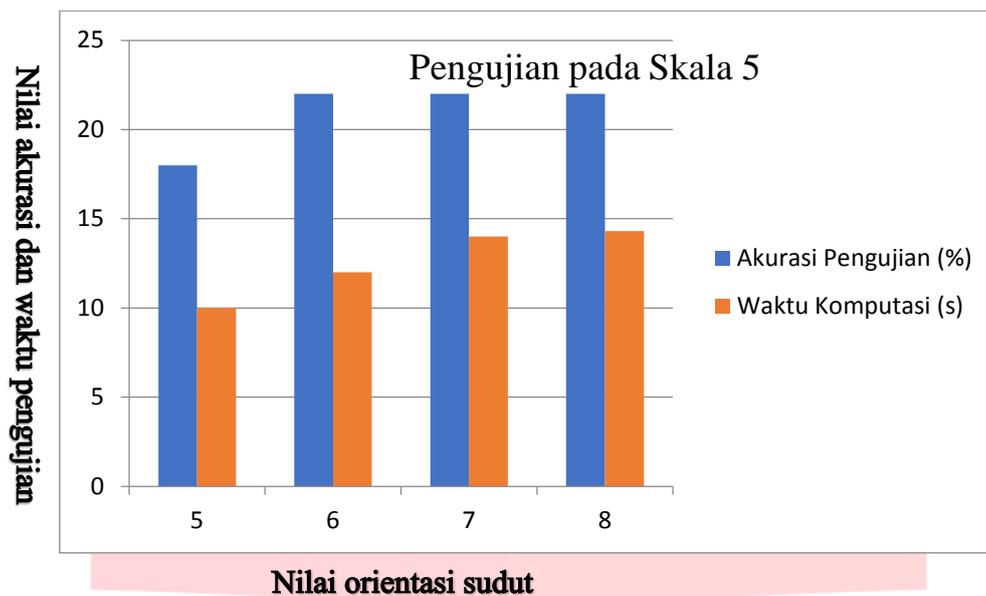
Gambar 3.2 memperlihatkan akurasi dan waktu komputasi pada skala 3 yang memiliki sudut orientasi yang berbeda. Dapat dilihat bahwa pada orientasi sudut 7 dan 8 memiliki akurasi terbaik. Dan pada orientasi sudut 5 memiliki waktu komputasi terbaik.



Nilai orientasi sudut

Gambar 3.3 Hasil Pengujian Parameter Orientasi Sudut dan Skala pada Skala 4

Gambar 3.3 memperlihatkan akurasi dan waktu komputasi pada skala 4 yang memiliki sudut orientasi yang berbeda. Dapat dilihat bahwa pada orientasi sudut 8 memiliki akurasi terbaik. Dan pada orientasi sudut 5 memiliki waktu komputasi terbaik.



Gambar 3.4 Hasil Penguujian Parameter Orientasi Sudut dan Skala pada Skala 5

Gambar 3.4 memperlihatkan akurasi dan waktu komputasi pada skala 5 yang memiliki sudut orientasi yang berbeda. Dapat dilihat bahwa pada orientasi sudut 6, 7 dan 8 memiliki akurasi terbaik. Dan pada orientasi sudut 5 memiliki waktu komputasi terbaik.

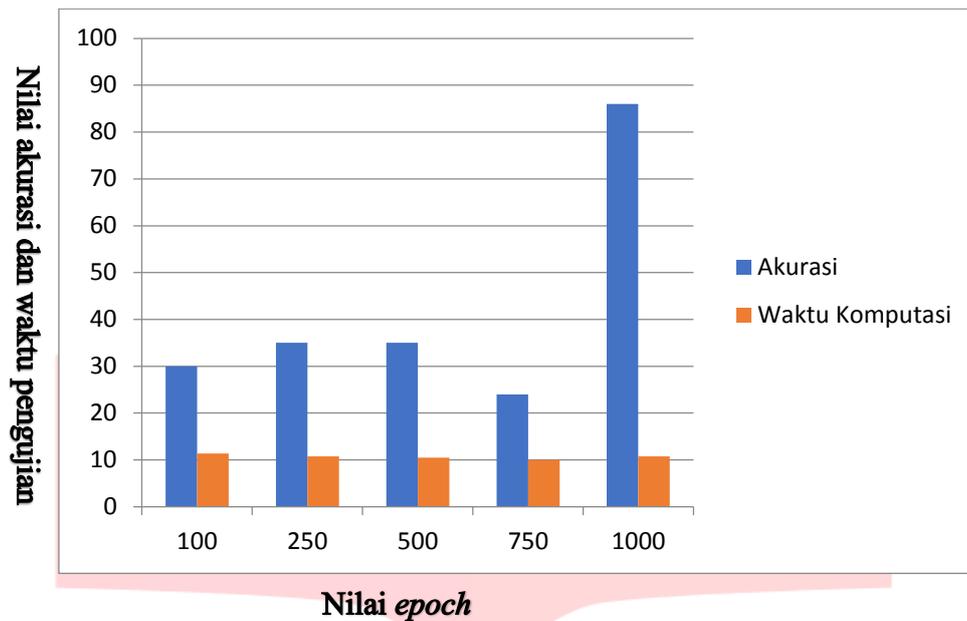
Dari penelitian tersebut dapat kita lihat bahwa dibutuhkan skala yang lebih besar untuk mendapatkan performansi yang lebih baik. Parameter skala performansi dan sudut orientasi tersebut membuat *Gabor Wavelet* handal dalam mengatasi citra yang terotasi.

3.3 Penguujian pengaruh Epoch pada LVQ

Tabel 3.2 adalah hasil penguujian parameter pada *epoch* pada LVQ dan Gambar 4.4 yaitu akurasi dan waktu komputasi penguujian parameter *epoch* pada LVQ dalam bentuk grafik. Di mana pada parameter *epoch* terdiri dari nilai 100, 250, 500, 750 dan 1000. Penguujian pada tahap ini menggunakan parameter orde dua energi, homogenitas, kontras, korelasi, *epoch* dan *hidden layer* 10.

Tabel 3.2 Hasil Penguujian Pengaruh Epoch pada LVQ

<i>Epoch</i>	Akurasi Pelatihan(%)	Waktu Komputasi Penguujian (s)
100	30	11,3462
250	35	10,7956
500	35	10,5270
750	24	10,0293
1000	86	10,7460



Gambar 3.5 Hasil Pengujian Pengaruh Epoch pada LVQ

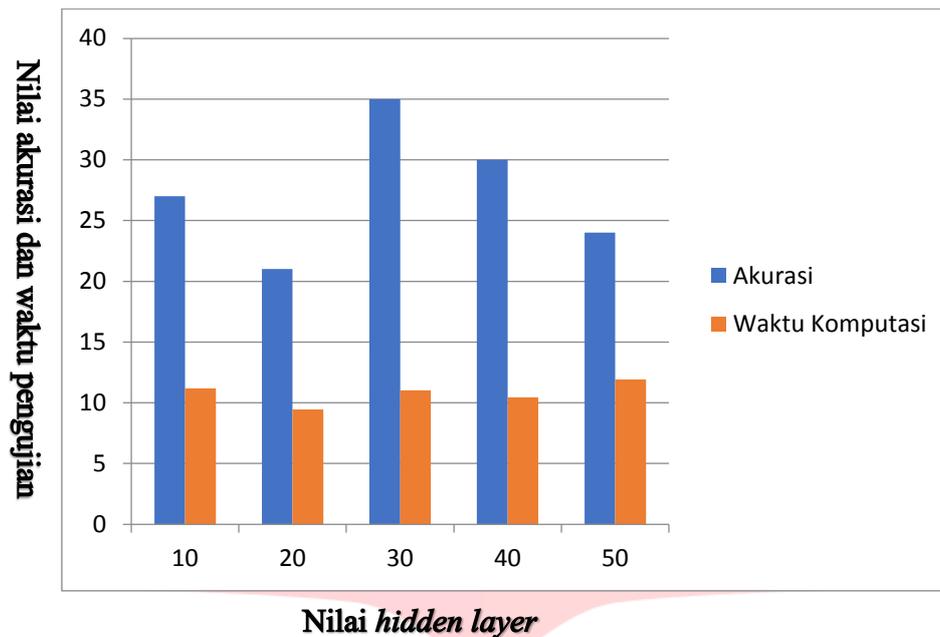
Berdasarkan Tabel 3.2 akurasi terbesar diperoleh pada saat nilai *epoch* 1000, yaitu sebesar 86% kemudian untuk akurasi terkecil diperoleh pada saat nilai *epoch* 750, yaitu sebesar 24%. Selanjutnya untuk waktu komputasi terbesar diperoleh pada saat nilai *epoch* 100 yaitu 11,3462 s, dan waktu komputasi terkecil diperoleh pada saat nilai *epoch* 750 yaitu 10,0293 s. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi *epoch*, maka semakin banyak pengulangan yang dilakukan, sehingga data tersebut dapat diklasifikasikan secara tepat.

3.4 Pengujian Pengaruh Hidden Layer pada LVQ

Tabel 3.3 adalah hasil pengujian pada parameter *hidden layer* pada LVQ dan Gambar 3.2 yaitu akurasi dan waktu komputasi pengujian parameter *hidden layer* pada LVQ dalam bentuk grafik. Di mana pada parameter *hidden layer* terdiri dari nilai 10, 20, 30, 40, dan 50. Pengujian pada tahap ini menggunakan parameter orde dua energi, homogenitas, kontras dan korelasi, *epoch* 100 dan *hidden layer*.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Pengaruh pada Hidden Layer pada LVQ

<i>Hidden Layer</i>	Akurasi Pelatihan (%)	Waktu Komputasi Pengujian (s)
10	27	11,1788
20	21	9,4404
30	35	11,0170
40	30	10,4359
50	24	11,9138



Gambar 3.6 Hasil Pengujian Parameter *Hidden Layer* pada LVQ

Berdasarkan Tabel 3.3 akurasi terbesar diperoleh pada saat nilai *hidden layer* 30, yaitu sebesar 35% kemudian untuk akurasi terkecil diperoleh pada saat nilai *hidden layer* 20 yaitu sebesar 21%. Selanjutnya untuk waktu komputasi terbesar diperoleh pada saat nilai *hidden layer* 50 yaitu 11,9138 s, dan waktu komputasi terkecil diperoleh pada saat nilai *hidden layer* 20 yaitu 9,4404 s. Hal tersebut dikarenakan pada *hidden layer* 30 telah mencapai titik stabil sehingga berdampak dengan lebih banyak kesamaan yang diperoleh data uji ketika dibandingkan dengan data latih. Oleh karena itu, dapat diklasifikasikan ke dalam kelasnya secara akurat.

Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa parameter yang paling optimal yaitu menggunakan *hidden layer* 30 dengan yaitu 35% dengan waktu komputasi 11,0170 s.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada sistem identifikasi dan klasifikasi pola sidik bibir melalui pengolahan citra digital, dalam penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem ini dapat mengidentifikasi pola sidik bibir pada individu menggunakan metode *Content Based Image Retrieval* (CBIR) dengan ekstraksi fitur *Gabor Wavelet* dan klasifikasi *Learning Vector Quantization* (LVQ) dengan baik pada parameter epoch=1000 dan hidden layer=10 dengan akurasi 86%.
2. Parameter pada metode *Content Based Image Retrieval* (CBIR) dengan ekstraksi fitur *Gabor Wavelet* yaitu skala dan orientasi sudut. Kemudian nilai *Epoch* dan *hidden layer* pada klasifikasi *Learning Vector Quantization* (LVQ) berpengaruh pada performansi sistem dan akurasi.
3. Akurasi sistem yang paling baik diperoleh pada saat ekstraksi ciri dengan menggunakan metode CBIR dan klasifikasi LVQ dengan epoch = 1000 dan hidden layer = 10 yaitu mencapai 86 % dengan waktu komputasi 10,7460 s.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] John, MK. 2006. *Justice Through Forensic Odontology*. Dental Asian Nov/Des.
- [2] Singh H, Chikkara P. Ritusingroha, 2011, *Lip Prints as Evidence*, J Puncab Acad Forensic Med Toxicol ; 11:24
- [3] Chrish S Toby B, 2011, *Fundamentals of Digital Image Processing*, John Wiley & Sons
- [4] Rajendran R Sivapathasundharam B, 2012, *Shafer's Textbook of Oral Pathology*, 7th ed. New Delhi: Elsevier; pp. 879–922
- [5] Septadina Indri, 2015, *Identifikasi Individu dan Jenis Kelamin Berdasarkan Pola Sidik Bibir*, Universitas Sriwijaya Palembang, Jurnal Kedokteran dan Kesehatan vol.2
- [6] Sugiritama, 2014, *Struktur Histolog Rongga Mulut*, Bagian Histologi PSPD FK UNUD
- [7] M.Atmaji, Mindya Yuni, Atmadja D.S, 2013, *Metode Pengambilan Sidik Bibir untuk Kepentingan Identifikasi Individu*, Jurnal PDGI
- [8] T Sutoyo, 2009, *Teori Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Penerbit ANDI
- [9] Arif Muntasa Mauridhi Henry Purnomo, 2010, *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstrasi Fitur*, Yogyakarta: Graha Ilmu
- [10] Abdul Kadir Susanto, 2013, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*, Yogyakarta: Penerbit ANDI
- [11] Darma Putra, 2010, *Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Penerbit ANDI
- [12] John Eakins and Margaret Graham, 1999, *Content-based Image Retrieval*, University of Northumbria at Newcastle
- [13] Jain, Anil K.; Vailaya, Aditya, 1995, *Image Retrieval using Colour and Shape*, Department of Computer Science Michigan State University
- [14] Widodo TN, 2005, *Sistem Neuro Fuzzy*, Yogyakarta, Graha Ilmu
- [15] Eckert, W. G, 1997, *Introduction to Forensic Science 2nd edition*. Boca Raton: CRC Press.
- [16] Domiaty MAE, Al-gaidiSA, Elayat AA, Safwat MDE, Galal SA, 2010, *Morphological patterns of lip prints in Saudi Arabia at Almasinah Almonawwaroh province*. J For Sci Int; 200: 179.e1 – 179.e
- [17] A. Sandhu and A. Kochhar, 2012, *Content Based Image Retrieval using Texture, Color and Shape for Image Analysis*, International Journal of Computers & Technology, vol. 3, pp. 149-152.
- [18] R. Ashraf, et al., 2016, *Content-based image retrieval by exploring bandletized regions through support vector machines*, Journal of Information Science and Engineering, vol. 32, pp. 245-269.
- [19] W.-M. Pang, et al., 2016, *Fast Gabor texture feature extraction with separable filters using GPU*, Journal of Real-Time Image Processing, vol. 12, pp. 5-13.
- [20] Daubechies, I. 1990. *The Wavelet Transform, Time-Frequency Localization And Signal Analysis*. IEEE Trans. Information Theory 36 (1990) 961–1005.
- [21] Wisesty, Untari Novia dan Titik Mutiah. 2016. *Implementasi Gabor Wavelet dan Support Vector Machine pada Deteksi Polycystic Ovary (POC) Berdasarkan Citra Ultrasonografi*. Bandung: School of Computing, Telkom University.
- [22] Nurul. D.A. 2015. *Implementasi Dan Analisis Metode Gabor Wavelet Dan Jaringan Saraf Tiruan Untuk Pengenalan Wajah Berbasis Video*. Bandung: Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom. hal. 11.
-