
Identifikasi Telinga Berdasarkan Fitur Geometrik dan KNN

Alda Cendekia Siregar

Universitas Muhammadiyah Pontianak

Jl.Jend Ahmad Yani No.111 Pontianak Kalimantan Barat, Tlp/Fax : (0561) 764571

e-mail: alda.siregar@unmuhpnk.ac.id

Abstrak

Sistem identifikasi saat ini telah menjadi kebutuhan untuk keamanan sistem. Salah satu metode sistem identifikasi yang memiliki tingkat keamanan yang tinggi dan akurat adalah biometrik. Biometrik menggunakan bagian tubuh manusia yang dianggap unik dan dapat membedakan antar individu satu dan yang lainnya. Salah satu biometrik yang baru dan menjadi perhatian dalam dunia penelitian tentang biometrik adalah telinga. Telinga memiliki beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh biometrik lainnya salah satunya adalah tidak terpengaruh oleh perubahan usia. Bentuk telinga manusia akan tetap sama mulai dari lahir hingga lanjut usia, yang mengalami perubahan hanyalah ukurannya saja sehingga fitur telinga yang dapat digunakan sebagai pembeda adalah bentuk geometrikeranya. Fitur yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai perbandingan antara panjang long axis dengan titik-titik fitur yang tidak terpengaruh terhadap perputaran, penskalaan, dan perpindahan sedangkan classifier yang digunakan sebagai tolak ukur akurasi sistem identifikasi telinga adalah KNN. Nilai akurasi yang dihasilkan dari sistem identifikasi telinga dengan menggunakan fitur geometrik dan KNN adalah sebesar 97%, nilai akurasi ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan classifier JST MLP Backpropagation yang menghasilkan akurasi 79,67%.

Kata kunci: Biometrik, Identifikasi telinga, Fitur geometrik, KNN.

Abstract

Nowadays, needs for identification system is increasing. Biometric is considered as one of the most robust human identification method due to its high level of security and accuracy. Ear has been introduced as biometric recently. Ear has distinct feature that possess unique value for every individuals. One of ear features which can be used to differentiate one person from another is geometrical feature. Feature extraction produces the ratio of long axis to each feature point. This ratio are invariant to rotation, scaling and translation.

System performance is evaluated using accuracy measure. Result of this research shows that KNN has 97% accuracy. Accuracy comparison is conducted among other classifier i.e. MLP backpropagation. KNN has 97% accuracy and MLP backpropagation has 79,67% accuracy. KNN's accuracy higher then MLP's

Keywords: Biometric, Ear identification, Geometrical feature, KNN.

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan sistem identifikasi semakin berkembang. Identitas seseorang menjadi informasi utama yang digunakan dalam dokumen-dokumen penting seperti visa, SIM, rekening bank. Pada dasarnya ada 3 metode untuk mengidentifikasi seseorang : (i) barang yang dimiliki, seperti : kunci atau sebuah kartu ; (ii) pengetahuan yang dimiliki, seperti : *userid*, kata kunci, ataupun PIN (*Personal Identification Number*); dan (iii) biometrik. Biometrik merupakan suatu ilmu untuk mengidentifikasi seseorang berdasarkan karakteristik fisik atau perilakunya [1]. Karakteristik fisik yang umum digunakan sebagai biometrik antara lain yaitu DNA, telinga, jejak

panas pada wajah, geometri tangan, pembuluh tangan, wajah, sidik jari, iris, telapak tangan, retina, gigi, dan bau dari keringat tubuh sedangkan biometrik berdasarkan karakteristik perilaku menggunakan perilaku seseorang sebagai kode unik untuk melakukan pengenalan, seperti gaya berjalan, hentakan saat mengetik, tanda tangan, dan suara [2].

Karakteristik fisik atau perilaku seseorang yang dapat dijadikan sebagai biometrik harus memiliki sifat sebagai berikut : (i) bersifat universal (tiap orang memiliki karakteristik tersebut), (ii) unik (tidak ada dua individu yang memiliki karakteristik yang sama), (iii) permanen (karakteristik tidak terpengaruh oleh perubahan waktu), (iv) *collectable* (karakteristik mudah diperoleh dan dapat diukur secara kuantitatif)[1].

Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa telinga merupakan salah satu bagian tubuh manusia yang unik antara individu yang satu dan lainnya. Alphonse Bertillon (1853 - 1914) merupakan kriminolog Perancis yang pertama kali menciptakan sistem antropologi dengan melakukan pengukuran bagian tubuh manusia terutama bagian kepala dan wajah termasuk telinga untuk mengidentifikasi kasus kriminal. Dari hasil pengukurannya, Alphonse menyatakan bahwa bentuk telinga dapat dijadikan sebagai alat untuk mengidentifikasi karena hampir tidak mungkin menemukan dua telinga yang identik. Penelitian berikutnya yang paling terkenal membuktikan bahwa telinga itu unik adalah penelitian yang dilakukan oleh Iannarelli terhadap 10.000 telinga sebagai objek. Penelitian dilakukan dengan mengukur secara manual titik-titik tertentu yang ada pada telinga. Iannarelli menyatakan bahwa selain sidik jari, garis telinga terluar merupakan bentuk yang paling unik dan merupakan ciri khas yang dapat digunakan untuk melakukan identifikasi [3].

Telinga memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan biometrik lainnya. Telinga tidak terpengaruh oleh perubahan ekspresi wajah dan bentuk telinga cenderung stabil, tidak mengalami perubahan sepanjang hidup seseorang hingga usia dewasa [4]. Perubahan bentuk telinga manusia hanya terjadi pada usia 4 bulan sampai dengan 8 tahun dan pada saat usia seseorang mencapai lebih dari 70 tahun. Pertumbuhan telinga terjadi secara linier di usia 4 bulan hingga 8 tahun dan setelah itu tidak mengalami perubahan hingga usia 70 tahun namun pada usia 70 tahun ke atas akan mengalami perubahan yang diakibatkan oleh penuaan [5]. Akuisisi citra telinga tidak terganggu dengan masalah kebersihan seperti yang terjadi pada akuisisi sidik jari. Kondisi psikologis seseorang dapat mempengaruhi akuisisi citra iris dan retina mata. Pada kondisi emosional tertentu ukuran pupil akan berubah, namun tidak demikian halnya dengan akuisisi citra telinga. Telinga lebih mudah diakuisisi bila dibandingkan dengan iris, retina, dan sidik jari yang memerlukan peralatan khusus. Bentuk garis terluar telinga lebih sederhana bila dibandingkan dengan iris mata yang memiliki tekstur beragam, atau bila dibandingkan dengan sidik jari yang memiliki garis-garis *minutiae* yang acak.

Beberapa penelitian menggunakan informasi yang terdapat pada bagian-bagian telinga untuk dijadikan sebagai ciri. Informasi yang dapat diperoleh dari bagian-bagian telinga tersebut adalah atribut geometrik suatu objek yang terdiri dari titik, garis, sudut, bidang, dan ruang yang kemudian disebut sebagai fitur geometrik. [6] menggunakan pendekatan geometrik sederhana untuk melakukan pengenalan telinga. Fitur yang digunakan berasal dari informasi yang ada pada garis terpanjang telinga yang memiliki dua buah titik akhir pada garis-garis di telinga. Choras telah melakukan beberapa penelitian tentang identifikasi manusia dengan menggunakan citra telinga dan fitur geometrik [7][8][9]. Dalam penelitiannya Choras menggunakan fitur geometrik yang diperoleh dari area lokal telinga yang mana lebih cocok untuk biometrik telinga bila dibandingkan informasi yang diperoleh dari area global telinga. Fitur geometrik yang digunakan Choras diperoleh dengan mengekstraksi kontur telinga. Fitur geometrik yang digunakan Choras diperoleh dengan mengekstraksi kontur telinga. Choras mengekstrak titik-titik karakteristik yang ada pada kontur dalam.

Titik-titik karakteristik yang digunakan Choras sangatlah sensitif terhadap perubahan skala, rotasi, dan pergeseran. Hal ini dikarenakan nilai yang dijadikan sebagai fitur adalah koordinat dari titik-titik karakteristik (*bifurcation*, *intersection*, dan *ending*) untuk itu sangat perlu dilakukan normalisasi untuk setiap data pelatihan dan data pengujian agar proses identifikasi menghasilkan akurasi yang baik. [10] juga mengambil informasi geometrik dari telinga untuk mendapatkan fitur. Dalam penelitiannya Mu dkk. menggunakan fitur bentuk yang terdiri dari vektor fitur bentuk telinga luar dan vektor fitur struktur telinga dalam yang menghasilkan rasio panjang antara titik tertentu pada telinga dengan panjang *long axis* telinga. Mu dkk. menyatakan bahwa fitur-fitur yang diperoleh ini bersifat *invariant* terhadap pergerakan citra, penskalaan, dan perputaran. Hal ini dikarenakan nilai yang dijadikan sebagai fitur merupakan

rasio dari panjangnya *long axis* dengan garis-garis yang menghubungkan titik pusat dengan titik-titik telinga yang dihasilkan dari perpotongan tegak lurus garis *long axis*.

Uraian di atas menjadi latar belakang penulis untuk melakukan penelitian mengidentifikasi seseorang dengan meng- ekstraksi fitur geometrik telinga. Penelitian ini akan mengadopsi metode ekstraksi ciri yang digunakan oleh Mu dkk. dikarenakan metode ekstraksi yang digunakan oleh Mu dkk. menghasilkan fitur yang tidak terpengaruh oleh penskalaan, perputaran, dan perpindahan citra secara paralel. Titik-titik fitur yang digunakan dalam penelitian Mu dkk. berjumlah 9 titik yang termasuk didalamnya titik yang berada pada garis telinga bagian tengah, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti titik fitur yang digunakan berjumlah 8 titik dimana titik yang berada diantara titik tengah dan titik akhir paling atas dari *long axis* yang digunakan hanya sebanyak 1 titik yaitu yang terletak paling dekat dengan titik tengah. Hal ini dilakukan karena bagian yang berada diantara titik tengah dan titik paling atas telinga banyak mengandung *noise* sehingga untuk mendefinisikan titik yang dianggap sebagai bagian telinga, penulis memilih hanya menggunakan 1 titik yang letaknya paling dekat dengan titik tengah.

Penelitian ini akan menggunakan *classifier* yang berbeda-beda untuk dievaluasi performanya. Penelitian-penelitian yang membandingkan beberapa *classifier* seperti yang telah dijelaskan, menjadi acuan peneliti untuk menggunakan beberapa *classifier* yang berbeda. *Classifier* yang akan digunakan adalah KNN dan MLP Backpropagation. Kedua *classifier* akan dievaluasi performanya dengan tolak ukur nilai akurasi.

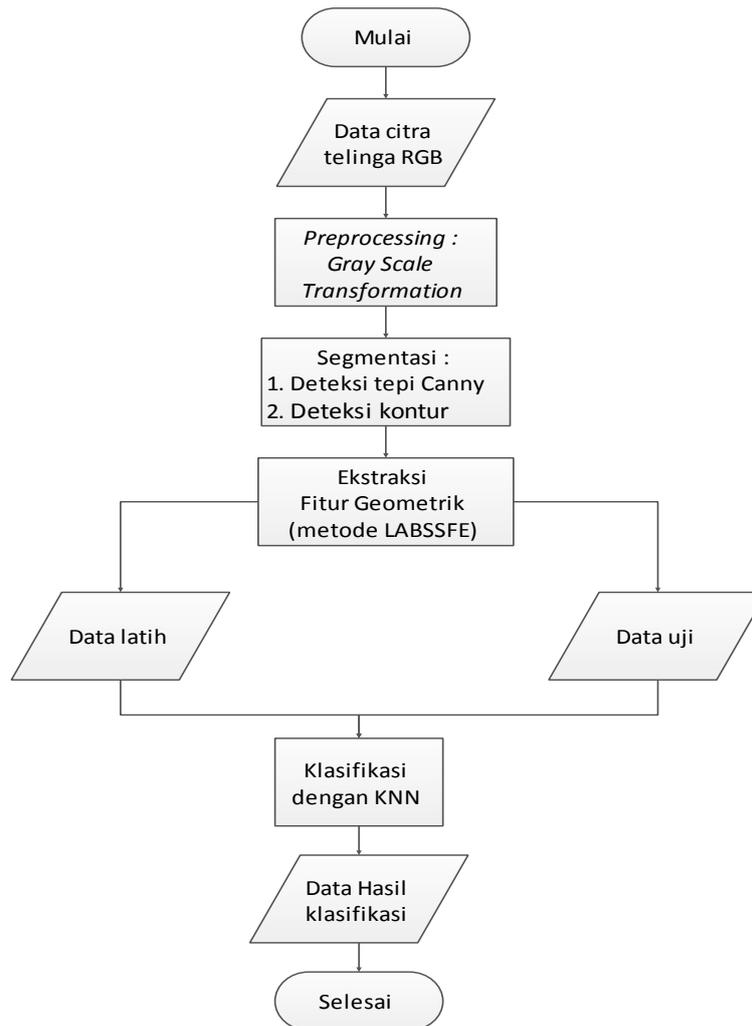
2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini akan dibangun sistem identifikasi manusia dengan menggunakan citra telinga. Sistem ini bertujuan untuk melakukan identifikasi terhadap citra telinga setiap individu dengan menggunakan *classifier* KNN. Data masukan yang akan diproses oleh sistem adalah citra telinga individu. Citra telinga ini diakuisisi dengan menggunakan camera digital. Proses pengambilan citra telinga setiap individu dilakukan di ruangan terbuka dengan cahaya yang cukup serta posisi dan jarak yang tetap. Masing-masing individu akan diambil citra telinganya sebanyak 10 kali. Total individu yang digunakan adalah sebanyak 30 orang. Contoh citra telinga yang diakuisisi ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Citra telinga hasil akuisisi

Identifikasi individu dengan menggunakan citra telinga dimulai dengan melakukan akuisisi telinga. Tahapan sistem identifikasi citra telinga dengan menggunakan KNN ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan penelitian sistem identifikasi citra telinga

2.1 Preprocessing

Citra telinga dari proses akuisisi memiliki format citra dengan level warna RGB sehingga perlu dilakukan proses transformasi *Grayscale* dimana citra RGB diubah ke dalam level warna keabuan. Setelah citra menjadi *grayscale* maka citra dapat diproses untuk tahap segmentasi. Transformasi *grayscale* dilakukan dengan menggunakan persamaan (1).

$$I(x,y) = \alpha \cdot R + \beta \cdot G + \gamma B \quad (1)$$

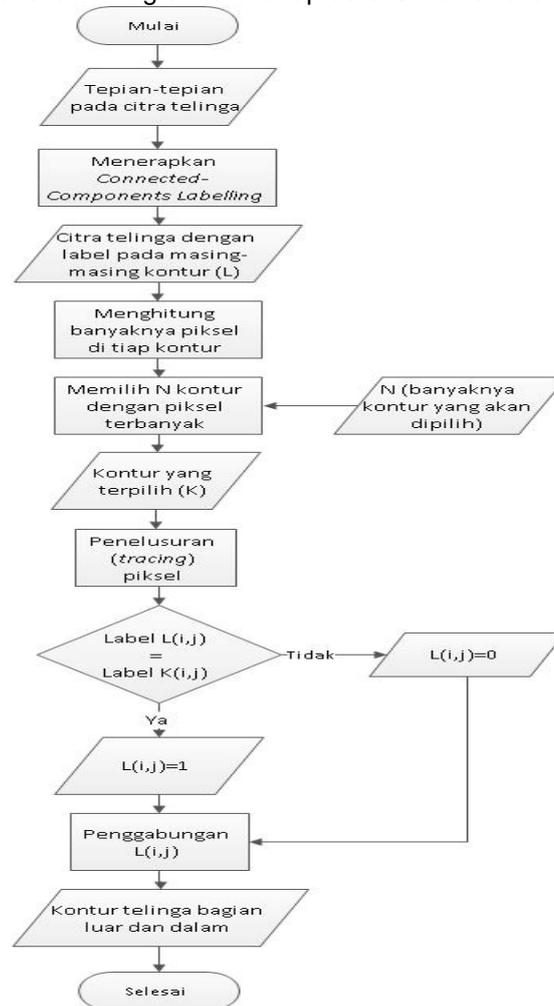
dengan $I(x,y)$ adalah level keabuan pada suatu koordinat yang diperoleh dengan mengatur komposisi warna R (merah), G (hijau), B (biru) yang ditunjukkan oleh nilai parameter α , β , dan γ . Algoritma yang paling sederhana untuk melakukan transformasi *grayscale* adalah dengan mencari nilai rata-rata dari komponen R,G, dan B sehingga total keseluruhan nilainya adalah 1.

2.2 Segmentasi

Tahap segmentasi bertujuan untuk memisahkan antara bagian telinga yang terdiri kontur telinga bagian luar dan bagian dalam (*foreground*) dengan bagian yang bukan merupakan bagian telinga seperti leher dan rambut (*background*). Tahap segmentasi terdiri dari beberapa proses yaitu proses deteksi tepi dan proses deteksi kontur. Proses deteksi tepi dilakukan dengan metode *canny*.

Pada proses deteksi kontur, citra telinga akan dibersihkan dari gangguan (*noise*) seperti rambut, aksesoris, serta efek dari gambar buram yang dapat menghalangi region telinga bagian luar dan bagian dalam yang dinilai penting untuk dijadikan sebagai ciri. *Output* dari proses deteksi kontur ini adalah citra telinga biner yang bebas *noise* dimana kontur telinga bagian luar

dan bagian dalam tampak jelas sehingga kontur telinga bagian luar dan bagian dalam ini dapat diproses ke tahap ekstraksi ciri. Diagram alir tahap deteksi kontur ditampilkan pada Gambar 3.



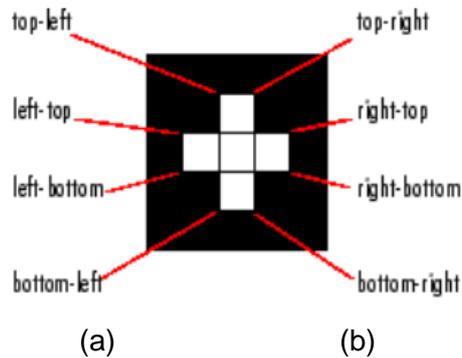
Gambar 3. Diagram alir proses deteksi kontur

2.3 Ekstraksi Fitur Geometrik

Tahap berikutnya adalah melakukan ekstraksi fitur geometrik. Pada tahap ini citra biner telinga dengan kontur telinga bagian luar dan bagian dalam yang dihasilkan dari proses segmentasi akan diukur dan dianalisa titik-titik yang akan menjadi titik fitur telinga, yaitu titik O,A,B,C,D,E,F. Titik-titik fitur ini kemudian akan menghasilkan vektor fitur struktur telinga yang terdiri dari nilai rasio panjang *long axis* dengan titik-titik fitur telinga. Setelah nilai rasio panjang *long axis* dengan titik-titik fitur telinga masing-masing individu diperoleh, maka tahap selanjutnya adalah melakukan klasifikasi dengan RBFNN.

Tahapan-tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan fitur struktur telinga adalah sebagai berikut :

1. Proses ini dimulai dengan mencari titik-titik ekstrema yang terdiri dari titik *top-left*, *top-right*, *right-top*, *right-bottom*, *bottom-right*, *bottom-left*, *left-bottom* dan *left-top*. Gambar 4 merupakan ilustrasi titik *ekstrema* dari 2 region yang berbeda. Pada Gambar 4(a), setiap titik-titik *ekstrema* terpisah satu sama lainnya, sedangkan pada Gambar 4(b) terdapat 1 titik yang dikategorikan sebagai 2 titik ekstrema, misalnya *top-left* dan *left-top*.



(a) (b)
Gambar 4. Ilustrasi titik ekstrema dari 2 region yang berbeda
(www.mathwork.com, 2015)

Data citra telinga yang digunakan adalah citra telinga kanan dari setiap individu. Jarak terpanjang dari 2 buah titik dalam penelitian ini ditetapkan dengan mengukur panjang dari titik ekstrema *top-left* dan *bottom-right* dari kontur telinga bagian luar dan dalam yang dihasilkan dari proses segmentasi.

2. Menghitung titik tengah $O(X_0, Y_0)$ dengan menggunakan persamaan (2) dan (3).

$$X_0 = \frac{(X_1 + X_2)}{2} \quad (2)$$

$$Y_0 = \frac{(Y_1 + Y_2)}{2} \quad (3)$$

3. Membuat garis lurus AB dengan menggunakan persamaan garis lurus.

- a. Mencari gradien dari 2 buah titik A dan B dengan persamaan (4)

$$m = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \quad (4)$$

- b. Membentuk persamaan garis lurus AB dengan gradien m_1 dan melalui sebuah titik pusat $O(5,4)$ dengan menggunakan persamaan (5)

$$Y - Y_1 = m(x - x_1) \quad (5)$$

4. Membuat garis tegak lurus AB yang dinamakan garis EOG dengan langkah-langkah yang sama seperti membuat garis lurus AB pada point 3. Yang berbeda adalah perhitungan gradiennya. Gradien garis tegak lurus AB (garis EOG) dihitung dengan menggunakan persamaan (6)

$$m_1 \times m_2 = -1 \quad (6)$$

dimana :

m_1 merupakan gradien garis AB

m_2 merupakan gradien garis tegak lurus AB

Setelah garis lurus AB dan garis tegak lurus AB (garis EOG) terbentuk, maka dapat dilakukan penelusuran piksel-piksel yang berpotongan dengan kedua garis tersebut.

5. Menelusuri piksel-piksel yang berpotongan dengan garis *long axis* AB untuk menemukan titik C dan D.

- a. Titik C dapat ditemukan dengan cara mencari piksel yang letaknya berada di atas dan paling dekat dengan titik pusat O.

- b. Titik D dapat ditemukan dengan cara mencari piksel yang letaknya di bawah dan paling dekat dengan titik pusat O.

6. Menelusuri piksel-piksel yang berpotongan dengan garis EOG untuk menemukan titik F dan G.

- a. Titik F dapat ditemukan dengan cara mencari piksel yang letaknya berada di sebelah kiri dan paling dekat dengan titik pusat O.

- b. Titik G dapat ditemukan dengan cara mencari piksel yang letaknya berada di sebelah kanan dan paling dekat dengan titik pusat O.
7. Menghitung rasio dari panjang antara titik-titik fitur C,D,E,F dan G dengan panjang *long axis* AB. Dalam penelitian ini perhitungan panjang antar titik menggunakan rumus jarak *Euclidean distance*.
8. Membentuk vektor fitur struktur telinga seperti pada persamaan (7)

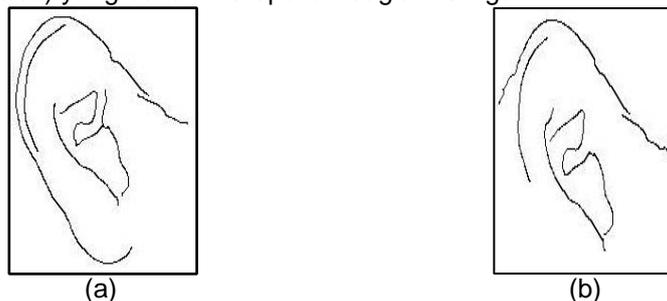
$$\left[\frac{OC}{AB}; \frac{OD}{AB}; \frac{OE}{AB}; \frac{OF}{AB}; \frac{OG}{AB} \right] \quad (7)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari proses segmentasi akan dievaluasi dan pengujian terhadap akurasi sistem akan dilakukan. Tahap pengujian bertujuan untuk mengetahui kinerja dari metode yang diusulkan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *classifier* yang berbeda dari yang dilakukan pada penelitian ini yaitu JST MLP *Backpropagation*.

3.1 Evaluasi Hasil Segmentasi

Evaluasi terhadap hasil segmentasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan segmentasi telinga. Hasil segmentasi yang baik akan mempengaruhi hasil identifikasi sehingga dapat menaikkan nilai akurasi dari sistem. Hasil segmentasi citra telinga yang diharapkan pada penelitian ini adalah citra telinga biner yang memiliki kontur telinga bagian luar dan kontur telinga bagian dalam yang utuh seperti yang tampak pada Gambar 5 hasil segmentasi yang dikatakan berhasil adalah garis kontur terluar telinga tidak terputus-putus dan tidak terdapat garis-garis kecil (*noise*) yang bukan merupakan bagian telinga.



Gambar 5. Hasil segmentasi yang berhasil (a) Hasil segmentasi yang gagal (b)

Hasil dari proses segmentasi dievaluasi secara visual dan dikategorikan ke dalam 2 kategori, yang pertama adalah hasil segmentasi yang berhasil dan yang kedua adalah hasil segmentasi yang gagal. Pada tabel 1 dijelaskan bahwa segmentasi yang berhasil adalah citra telinga biner yang kontur telinga bagian luar tampak utuh secara visual dan tidak ada *noise* yang berada diluar kontur telinga bagian luar, sedangkan yang dimaksud hasil segmentasi yang gagal adalah citra telinga biner yang kontur telinga bagian luar tidak utuh secara visual dan atau terdapat *noise* pada kontur telinga bagian luar. Dari keseluruhan 300 citra telinga yang digunakan, 162 citra termasuk dalam hasil segmentasi yang berhasil dan 138 citra masuk dalam hasil segmentasi yang gagal.

Tabel 1. Rangkuman evaluasi hasil segmentasi

No	Kategori keberhasilan segmentasi	Banyak data citra	Penjelasan
1.	Berhasil	162	citra telinga biner yang kontur telinga bagian luar tampak utuh secara visual dan tidak ada <i>noise</i> yang berada diluar kontur telinga bagian luar
2.	Gagal	138	citra telinga biner yang kontur telinga bagian luar tidak utuh secara visual dan atau terdapat <i>noise</i> pada kontur telinga bagian luar

3.2 Pengujian dengan menggunakan *classifier* KNN (*K-Nearest Neighbour*)

Metode pengujian menggunakan teknik validasi *k-fold cross-validation*. Penelitian ini menggunakan *5-fold cross-validation*. Total data yang digunakan dalam penelitian ada sebanyak 300 data yang kemudian dibagi menjadi *5-fold*. Pembagian data ke dalam *5-fold* ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pembagian data dengan *k-fold cross validation* (k=5)

<i>Fold</i> ke-	Data pengujian	Data pelatihan
1	1,2	3,4,5,6,7,8,9,10
2	3,4	1,2,5,6,7,8,9,10
3	5,6	1,2,3,4,7,8,9,10
4	7,8	1,2,3,4,5,6,9,10
5	9,10	1,2,3,4,5,6,7,8

Kelas atau individu dalam penelitian ini ada sebanyak 30 orang dimana masing-masing individu memiliki 10 data citra telinga. Pada Tabel XX pembagian data untuk *fold* ke-1 adalah data ke-1 dan ke-2 dari tiap kelas/individu akan menjadi data pengujian, sedangkan data ke-3 hingga ke-10 untuk setiap kelas akan menjadi data pelatihan demikian seterusnya untuk *fold* ke-2 hingga ke-5. Total data pelatihan ada sebanyak 240 data, dan data pengujian ada sebanyak 60 data. Proses pelatihan dan pengujian dalam *5-fold cross validation* diulang sebanyak 5 kali dengan menggunakan bagian data uji yang berbeda pada setiap iterasi.

Nilai akurasi yang ditampilkan adalah nilai rata-rata dari ke-5 *fold* seperti yang tampak pada Tabel 3. Berikut adalah hasil pengujian menggunakan KNN dengan nilai K=1,2,3,4 dan 5.

Tabel 3. Hasil pengujian dengan *K-Nearest Neighbours*

Nilai K	Akurasi (%)
1	97 %
2	97 %
3	89.33 %
4	86 %
5	80,67 %

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai akurasi tertinggi KNN dihasilkan dengan menggunakan nilai K=1 dan 2 yaitu sebesar 97%. KNN dengan nilai K=1 dikenal pula sebagai metode *Nearest Neighbour* (NN).

3.3 Pengujian dengan menggunakan JST MLP *Backpropagation*

Pengujian dengan menggunakan JST MLP *backpropagation* dilakukan dengan menggunakan *open source tool* WEKA. WEKA merupakan kumpulan dari algoritma-algoritma *machine learning* yang dapat digunakan untuk klasifikasi dan *clustering*. Pengujian JST MLP *backpropagation* dilakukan dengan metode *5 fold cross validation* dengan mengkombinasikan nilai parameter jumlah *hidden node* dan *learning rate*. Jumlah *hidden node* yang akan dicoba adalah 5, 10, 15, dan 25, Nilai *learning rate* yang akan diujikan adalah 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8 dan 0,9 dengan momentum=0.2, max iterasi = 1000 dan min error=0.1. Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian dengan JST *Backpropagation*.

Tabel 4. Hasil pengujian dengan *backpropagation*

Hidden Node	Learning Rate								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5	50%	54.67%	55.33%	57%	53%	56.55%	52.67%	51.67%	53.33%
10	73.67%	73%	73%	75.67%	71.33%	72%	71%	73.33%	71.33%
15	76.67%	76.33%	77%	75.67%	75%	76%	74%	77%	78.67%
20	77.33%	78%	76.33%	74.67%	74.67%	75%	76.33%	74.67%	76.67%
25	79.33%	78.67%	79.67%	79.33%	77%	77%	78%	76%	79.33%

Tabel 4 menunjukkan pada jumlah *hidden node* 25 memiliki akurasi yang paling tinggi dibanding dengan jumlah *hidden node* lainnya. Jumlah *hidden node* 25 dengan nilai *learning rate* 0.3 menghasilkan akurasi tertinggi yaitu sebesar 79.67%.

Pengujian dengan menggunakan *classifier* yang berbeda akan menghasilkan nilai akurasi yang berbeda pula. Tabel 5 menunjukkan perbedaan nilai akurasi yang diperoleh dari ke-2 *classifier* yang digunakan. Nilai akurasi KNN lebih tinggi bila dibandingkan dengan MLP *backpropagation*.

Tabel 5. Perbedaan nilai akurasi dari classifier RBF-Kmeans, KNN dan MLP

Jenis classifier	Nilai akurasi (%)
KNN	97 %
MLP Backpropagation	79.67%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh sebagai berikut:

1. Fitur geometrik yang dihasilkan dari metode ekstraksi fitur LABSFFE menghasilkan vektor fitur nilai rasio dari panjang antara titik-titik fitur C,D,E,F dan G dengan panjang *long axis* AB. Titik-titik fitur yang dihasilkan sangat tergantung pada hasil proses *preprocessing* dan segmentasi. Citra yang tersegmentasi dengan baik akan menghasilkan titik-titik fitur yang akurat.
2. Akurasi yang dihasilkan dengan menggunakan KNN adalah sebesar 97 %. Nilai akurasi ini lebih baik bila dibandingkan dengan menggunakan MLP *backpropagation* yang menghasilkan akurasi sebesar 79.67%.

Daftar Pustaka

- [1] Lammi, H., 2004, Ear biometrics. *Tech. rep. Lappeenranta University of Technology.*, 1 – 6.
- [2] Putra, S., 2008, *Sistem Biometrika: Teori dan Aplikasi*. Andi Offset, Yogyakarta.
- [3] Iannarelli, A., 1989, *Ear Identification : Forensic Identification Series*, Paramount Publishing Company.
- [4] Hurley, D.J., Nixon, M.S. dan Carter, J.N., 2005, Force Field Energy Functionals for Ear Biometrics, *Computer Vision and Image Understanding*, 98, 3, 491-512.
- [5] Kumar, V.K.N. and Srinivasan, B., 2012, Ear Biometrics in Human Identification System, *International Journal of Information Technology and Computer Science*, 4, March, 41–47.
- [6] Shailaja, D. and Gupta, P., 2007, A simple geometric approach for ear recognition. *Proceedings - 9th International Conference on Information Technology, ICIT 2006*, 164–167.
- [7] Choras, M., 2005, Ear biometrics based on geometrical feature extraction. *Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis*, 5, 3, 84–95. <http://revc.cvc.uab.es/index.php/elcvia/article/viewArticle/108>.
- [8] Choras, M., 2007, Image Feature Extraction Methods for Ear Biometrics--A Survey. *6th International Conference on Computer Information Systems and Industrial Management Applications (CISIM'07)*.
- [9] Choras, M. and Choras, R.S., 2006, Geometrical algorithms of ear contour shape representation and feature extraction. *Proceedings - ISDA 2006: Sixth International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, 2, 451–456.
- [10] Mu, Zhichun., Xu, Zhengguang., Xi, Dechun., Qi, Shuai, 2004, Shape and Structural Feature Based Ear Recognition, *Proceedings of Advances in Biometric Person Authentication :5th*