

VERIFIKASI PERSONAL BERDASARKAN CITRA TANGAN DENGAN METODE FILTER GABOR

Resmana Lim & Santoso
Jurusan Teknik Elektro
Universitas Kristen Petra
Siwalankerto 121-131 Surabaya
Fax: 031-8436418
resmana@petra.ac.id

Abstrak

Penggunaan sistem biometrik sebagai salah satu sistem identifikasi telah berkembang dengan pesat, salah satu yang digunakan adalah berdasarkan citra tangan. Untuk dapat menganalisa informasi yang terdapat pada citra tangan, diperlukan suatu metode *feature extraction* yang tepat. Penelitian ini membuat suatu perangkat lunak pengenalan bentuk geometri tangan dengan menggunakan metode Filter Gabor. Bahasa Pemrograman yang dipakai adalah *Microsoft Visual++ 6.0[®]*, *Intel[®] Image Performance Library* dan *Open Source Computer Vision Library*. Pengujian sistem dilakukan dengan membandingkan vektor Gabor yang diambil dari hasil konvolusi antara 40 kernel Gabor dengan 12 titik sampling yang diambil pada posisi tertentu pada citra tangan, menghasilkan 480 vektor Gabor. Pengujian sistem dilakukan dengan mengambil citra tangan dari 14 orang, masing-masing sebanyak 10 buah. Sistem diuji menggunakan 42 citra dalam database dan 98 citra testing, 70 citra dalam database dan 70 citra testing, 98 citra dalam database dan 42 citra testing, serta dengan memberikan noise pada citra. Keberhasilan pengenalan rata-rata yang didapat adalah lebih dari 90%.

Kata kunci:

Biometrics, Verifikasi Personal, *Feature Extraction*, Filter Gabor

1. PENDAHULUAN

Dalam masyarakat modern sekarang ini, banyak sekali hal yang membutuhkan adanya identifikasi maupun verifikasi akan identitas seseorang, mulai dari pelayanan kesehatan, pengelolaan rekening bank, pelayanan penerbangan, keimigrasian, dan banyak lainnya. Ada beberapa cara untuk membuktikan atau mengenali identitas seseorang yang digunakan oleh masyarakat umum ataupun oleh sistem automasi. Secara umum dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian:

Tabel 1. Metode Pengenalan Identitas

Metode	Contoh	Keterangan
Apa yang kita punya	<i>ID Card</i> , tanda pengenal	Hilang, dicuri, digandakan
Apa yang kita ketahui	PIN, password	Lupa, bisa ditebak
Biometrik	<i>Hand geometry</i> , sidik jari, iris	Unik dan tidak dapat digandakan

Penggunaan teknik biometrik sebagai salah satu sistem identifikasi sebenarnya bukanlah sesuatu hal yang baru. Sistem biometrik menggunakan ciri-ciri fisiologis (*physiological*) seseorang dan sifat bawaan (*behavioral traits*) untuk mengenali atau membuktikan identitas seseorang. Ciri-ciri fisik misalnya: wajah, sidik jari, iris mata sedangkan kebiasaan/perilaku misalnya: suara dan tulisan tangan. Biometrik yang paling populer digunakan adalah sidik jari dan wajah. Biometrik yang lain yang telah digunakan dalam sistem komersial adalah *iris scan* (pemindaian selaput pelangi mata), *speech recognition* (pengenalan suara), *retinal scan* (pemindaian selaput jala mata), *facial thermograms* (peta suhu wajah), dan *hand geometry verification* (bentuk geometri tangan).

Hand geometry adalah struktur geometri tangan seseorang. Struktur ini termasuk lebar jari tangan, lebar telapak tangan, tebal tipisnya telapak tangan, panjang jari tangan dan lainnya. Pada lain pihak, tipe biometrik ini sangat efektif dan gampang digunakan karena selain pengukurannya mudah dilakukan karena bentuk tangan yang khas juga karena tidak membutuhkan alat pengenalan yang rumit. Tipe biometrik ini juga merupakan metode yang paling mudah diterima oleh masyarakat. Selain itu juga hampir semua populasi usia produktif (orang yang bekerja) mempunyai tangan dan pengecualian pengolahan untuk orang yang mempunyai cacat tubuh dapat dengan mudah direncanakan.

Dalam Paper ini dikembangkan sistem verifikasi personal berdasarkan citra tangan dengan metode Gabor filter. Filter Gabor disini digunakan sebagai metode feature extraction untuk kemudian disimpan dalam database yang akan digunakan kemudian pada proses verifikasi. Metode Gabor ini adalah pengembangan metode pengukuran geometri tangan yang sebelumnya pernah dibuat oleh Budiono Sentoso [9] untuk aplikasi yang sama.

Paper ini selanjutnya akan membahas tentang sistem secara keseluruhan serta teknik-teknik yang digunakan seperti tertuang pada bab 2. Hasil-hasil pengujian ditampilkan pada bab 3, dan pada bagian akhir paper ditutup dengan diskusi.

2. DESKRIPSI SISTEM

Untuk proses pengambilan citra, pengguna menempatkan tangan kanannya pada tempat yang sudah disediakan, seperti pada gambar 1 dan citra tangan diambil dengan *webcam*, secara keseluruhan ditunjukkan pada gambar 2.

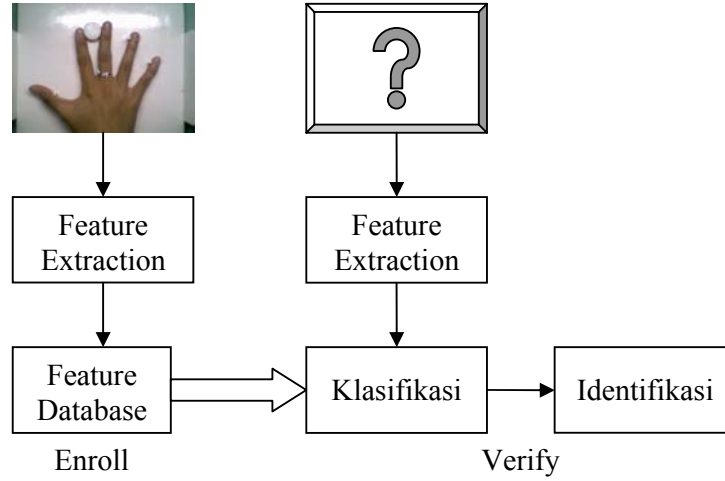


Gambar 1. Citra Tangan



Gambar 2. Sistem Set Up [9]

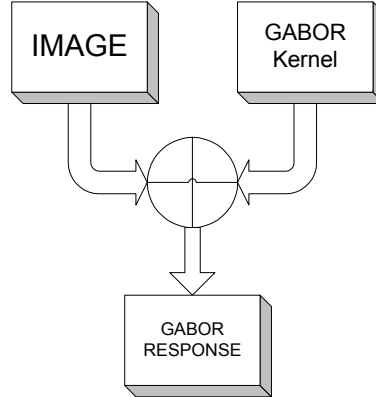
Blok diagram sistem secara umum seperti pada gambar 3. Sistem dibagi menjadi dua bagian yaitu proses *enroll* (pendaftaran pada database) dan proses *verify* (pembuktian)



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

2.1. Pembuatan *Gabor Kernel*

Gabor kernel yang dibangkitkan akan dikonvolusikan dengan gambar tangan untuk mendapatkan *Gabor Response*.



Gambar 4. Blok Diagram *Gabor Response*

Untuk membangkitkan kernel digunakan persamaan sbb:

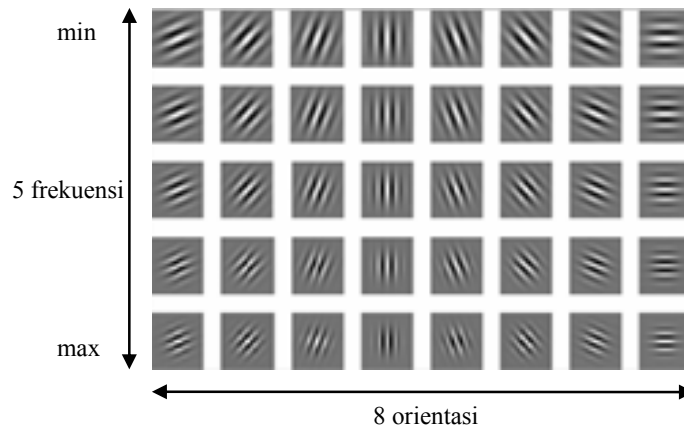
$$v(\bar{x}) = \frac{kj^2}{\delta^2} \exp\left(-\frac{kj^2 x^2}{2\delta^2}\right) \left[\exp(i\bar{k}j \cdot \bar{x}) - \exp\left(-\frac{\delta^2}{2}\right) \right] \quad (1)^{[6]}$$

$$\bar{k}j = \begin{pmatrix} k j x \\ k j y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k v \cos \varphi \mu \\ k v \sin \varphi \mu \end{pmatrix} \text{ dimana } k v = 2^{\frac{v+2}{2}} \pi \text{ dan } \varphi \mu = \mu \frac{\pi}{8} \quad (2)^{[6]}$$

Frekuensi yang digunakan ada 5, yaitu ($v = 0, 1, 2, 3, 4$) sehingga didapatkan $k v = 2^{-1} \pi, 2^{-1.5} \pi, 2^{-2} \pi, 2^{-2.5} \pi$ dan $2^{-3} \pi$. Sudut orientasi yang digunakan ada 8, yaitu ($\mu = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$) sehingga didapatkan $\varphi \mu = 0^\circ, 22.5^\circ, 45^\circ, 67.5^\circ, 90^\circ, 112.5^\circ, 135^\circ$ dan

157.5°. Pemilihan ini dianggap telah mewakili masing-masing frekuensi dan sudut orientasi kernel Gabor yang diinginkan.

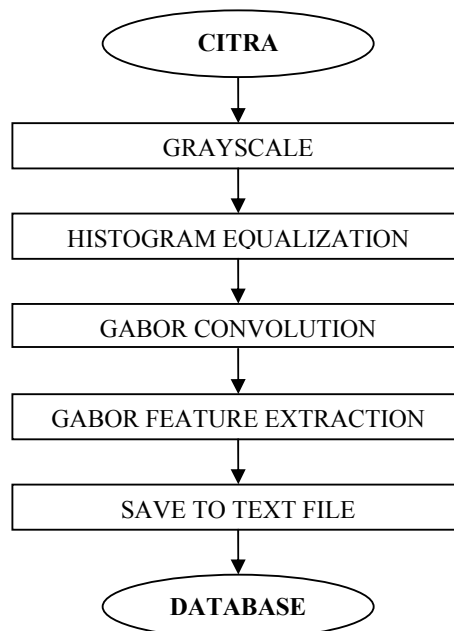
Untuk membangkitkan kernel digunakan program Matlab 5.3 (listing program pada lampiran). Respon yang dihasilkan berupa kumpulan bilangan real dan bilangan imajiner yang kalau digabungkan merupakan kumpulan bilangan kompleks. Sehingga didapatkan kernel sebanyak 80 kernel ($2 \times 5 \times 8 = 80$ kernel). Kedelapan puluh kernel ini kemudian disimpan dalam file teks dan digabungkan ke dalam satu file. Dalam penggunaannya kernel real dan kernel imajiner digabungkan dengan operasi akar dari penjumlahan kuadrat kedua bilangan tersebut ($complex = \sqrt{real^2 + imaginer^2}$).



Gambar 5. Kernel Gabor

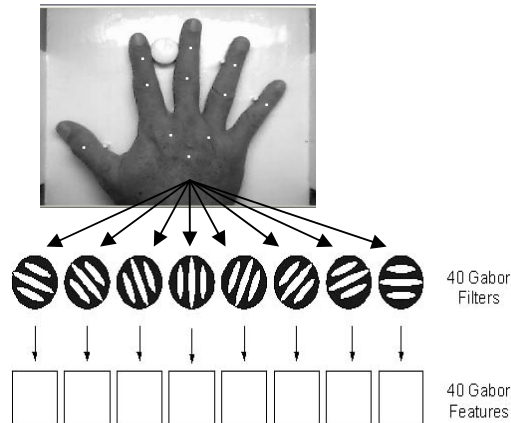
2.2. Proses Enroll

Enroll berarti mendapatkan vektor *gabor feature* dengan konvolusi antara citra tangan dan kernel kemudian disimpan dalam database.



Gambar 4. Bagan Proses *Enroll*

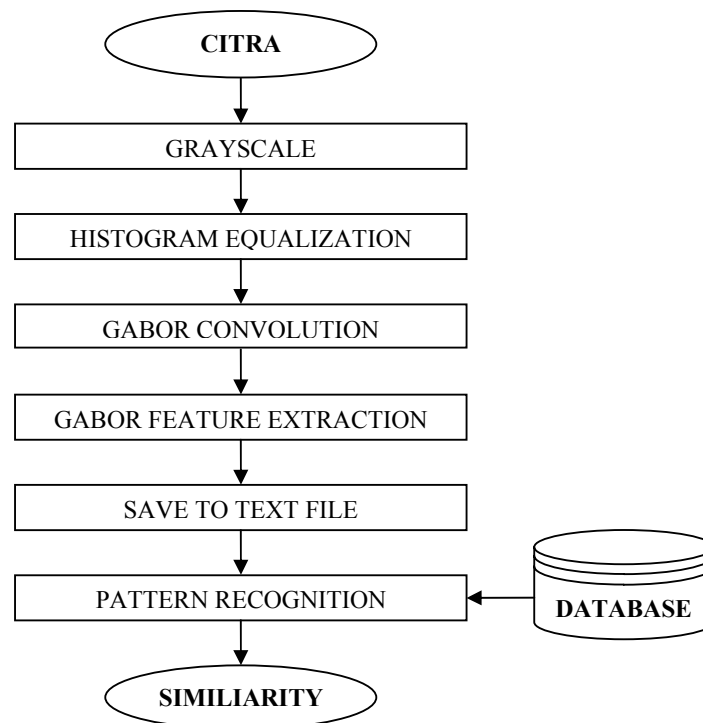
Citra tangan yang didapat diubah menjadi 8 bit *gray-scale* terlebih dahulu dan dipertajam teksturnya dengan *histogram equalization*. Kemudian dilakukan proses konvolusi dengan 40 kernel Gabor pada 12 titik sampling yang sudah ditentukan posisinya terlebih dahulu kemudian nilai yang didapat disimpan dalam database. Proses konvolusi dengan kernel ini dilakukan sebanyak 960 kali (12 titik sampling x 80 kernel (40 real + 40 imajiner)) yang menghasilkan 480 nilai vektor Gabor.



Gambar 5. *Gabor Feature Extraction* pada 12 Titik Sampling

2.3. Proses Verify

Verify berarti mendapatkan vektor gabor dengan konvolusi antara citra input dengan kernel, kemudian membandingkan vektor gabor yang didapat dengan database untuk mencocokkan identitas pengguna.



Gambar 6. Bagan Proses *Verify*

Langkah-langkah yang dilakukan sama dengan proses *Enroll* untuk proses *gray-scale*, *histogram equalization*, konvolusi *citra* dengan kernel Gabor, sampai didapatkan nilai vektor Gabor pada 12 titik sampling. Proses selanjutnya adalah membandingkan nilai vektor Gabor yang didapat dengan nilai vektor Gabor yang ada di dalam database. Setelah dibandingkan dengan seluruh database kemudian dicari nilai *similarity*nya [8] dengan:

$$S = \frac{x^T y}{|x||y|} \quad (3)$$

Dimana x^T adalah transpose array db, y adalah array input. Operasi yang berlaku adalah operasi cross. Nilai array db ke- n dikalikan dengan nilai array input yang ke- n , operasi ini dilakukan pada seluruh array db dan input dan hasil operasi ini dijumlahkan. $|x|$ adalah akar dari penjumlahan kuadrat pada array db, $|y|$ adalah akar dari penjumlahan kuadrat pada array input. Nilai S berada antara -1 sampai 1. Proses ini diulang sebanyak database yang telah disimpan. Dari semua nilai *similarity* diambil 3 nilai yang terbesar, kemudian dilakukan klasifikasi *k-nearest neighbor* untuk menentukan calon mana yang sering muncul dan mempunyai nilai *similarity* terbesar.













3. HASIL-HASIL PERCOBAAN

Pengujian dilakukan dengan melibatkan 14 orang sebagai subyek dengan pengambilan citra sebanyak 10 kali tiap orang sehingga dihasilkan 140 *citra* dimana sebagian digunakan sebagai database dan sebagian digunakan sebagai pengujian. Juga dilakukan pengujian terhadap noise dan pengambilan citra dengan latar belakang yang berbeda. Berikut adalah contoh *citra* pengujian:



Gambar 7. Contoh *Citra* Pengujian

Tabel 2. Pengujian Sistem

Citra Input	Citra yang Dikenali Rangking 1	Citra yang Dikenali Rangking 2	Citra yang Dikenali Rangking 3	Klasifikasi 1 - nn	Klasifikasi 3 - nn
 Budi7.jpg	 Budi1.jpg 0.996647 Benar	 Budi2.jpg 0.994917 Benar	 Budi3.jpg 0.983985 Benar	Benar	Benar
 Mama5.jpg	 Mama2.jpg 0.992589 Benar	 Mama9.jpg 0.988970 Benar	 Mama3.jpg 0.975998 Benar	Benar	Benar
 Darun6.jpg	 Jayus6.jpg 0.965281 Salah	 Darun5.jpg 0.964514 Benar	 Darun1.jpg 0.961055 Benar	Salah	Benar

Pengujian dilakukan dengan 3 kali percobaan dengan variasi, 3 citra sebagai citra database dan 7 citra sebagai citra uji, 5 citra sebagai citra database dan 5 citra sebagai citra uji, dan 7 citra sebagai citra database dan 3 citra sebagai citra uji, sehingga didapat suatu hasil percobaan seperti yang terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Keberhasilan Pengujian

No.	Data Uji Coba	Tingkat Keberhasilan	
		Klasifikasi 1-nn	Klasifikasi 3-nn
1.	Citra database 14 orang \times 3 = 42 citra Citra testing 14 orang \times 7 = 98 citra	96.93 %	96.93 %
2.	Citra database 14 orang \times 5 = 70 citra Citra testing 14 orang \times 5 = 70 citra	98.57 %	100 %
3.	Citra database 14 orang \times 7 = 98 citra Citra testing 14 orang \times 3 = 42 citra	100 %	100 %

Dalam pengujian dengan noise, menggunakan data yang sudah ada dalam database sebanyak 98 buah. Kemudian diambil 20 citra baru, yang diolah dengan menggunakan bantuan Adobe Photoshop 6.0 untuk mendapatkan efek noise. Berikut ini adalah contoh *citra* Budi1.jpg yang sudah diberi noise:



Gambar 4.6. *Citra* Budi1.jpg dengan Penambahan Noise

Table 4.5. Pengujian Terhadap Noise

Citra Input	Citra yang dikenali Rangking 1	Citra yang dikenali Rangking 2	Citra yang dikenali Rangking 3	Klasifikasi 1-nn	Klasifikasi 3-nn
Budi_noise 3.jpg	Budi1.jpg 0.982927 Benar	Budi2.jpg 0.980456 Benar	Budi7.jpg 0.978037 Benar	Benar	Benar
Budi_noise 4.jpg	Budi1.jpg 0.987879 Benar	Budi2.jpg 0.985639 Benar	Budi7.jpg 0.983157 Benar	Benar	Benar
Budi_noise 5.jpg	Budi1.jpg 0.986630 Benar	Budi2.jpg 0.983497 Benar	Budi7.jpg 0.980956 Benar	Benar	Benar

Pengujian ini memberikan tingkat keberhasilan pengujian sebesar 85% dari 20 citra testing untuk klasifikasi 1-nn maupun 3-nn.

Untuk menguji akibat adanya perbedaan latar belakang, digunakan *citra* database dari satu orang pengguna yang diambil sebanyak 10 kali menggunakan latar belakang putih kemudian diuji dengan citra dari pengguna yang sama tetapi diambil dengan menggunakan latar belakang yang berbeda warna. Berikut ini adalah contoh citra yang diujikan:



Gambar 4.7. Pengambilan Gambar dengan Latar Belakang yang Berbeda

Table 4.6. Pengujian Dengan Latar Belakang Berbeda

Citra Input	Citra yang dikenali Rangking 1	Citra yang dikenali Rangking 2	Citra yang dikenali Rangking 3
San_biru1.jpg	San8.jpg 0.53228	San10.jpg 0.556608	San9.jpg 0.553122
San_dof1.jpg	San5.jpg 0.599124	San4.jpg 0.593669	San2.jpg 0.588761
San_hitam7.jpg	San2.jpg 0.458149	San4.jpg 0.455409	San5.jpg 0.449586

4. KESIMPULAN

- Filter Gabor dapat digunakan sebagai feature extraction dengan mengambil vektor gabor sebagai pendefinisian informasi yang spesifik dari citra. Hal ini dapat dibuktikan dengan tingginya nilai similarity yang didapat untuk tekstur citra yang mirip dan nilai similarity yang rendah untuk tekstur yang berbeda.
- Nilai ambang batas (threshold value) dari nilai similarity ditentukan sebesar lebih dari sama dengan 0,95 sehingga suatu citra dapat dikatakan benar sama dan berasal dari satu orang pengguna.
- Sudut dan intensitas pencahayaan serta latar belakang yang berbeda warna sangat mempengaruhi sistem. Karena hal ini menyebabkan citra yang ditangkap oleh kamera berbeda teksturnya sehingga oleh sistem dianggap bukan berasal dari satu orang yang sama.

Daftar Referensi

- [1] A.K. Jain, A. Ross, and S. Pankanti. *A Prototype Hand Geometry-based Verification System*. 2nd Int'l Conference on Audio- and Video-based Biometric Person Authentication, Washington D.C.1999.
- [2] Low, Adrian. *Introductory Computer Vision and Citra Processing*. London: McGraw-Hill, Inc.1991.
- [3] Baxes, Gregory A. *Digital Citra Processing: Principles and Applications*. New York: John Wiley & Sons, Inc.1994.
- [4] Sid-Ahmed, Maher A. *Citra Processing: Theory, Algorithms, and Architectures*. New York: McGraw-Hill, Inc.1995.
- [5] G.J. Awcock and R. Thomas. *Applied Citra Processing*. Singapore: McGraw-Hill, Inc.1996.
- [6] Daugman, John G. *Complete Discrete 2-D Gabor Transforms by Neural Network for Citra Analysis and Compression*. IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol. 36, p. 116 9-1179, July 1988.
- [7] Lim, Resmana and M.J.T, Reinder. *Facial Landmark detection using a Gabor Filter Representation and a Genetic Search Algorithm*. Proceeding of ASCI 2000 conference, Lommel Belgium, 2000.
- [8] Karu, K. and A.K. Jain. *Fingerprint Classification*. 1995. February 2002. <http://ini.cs.tu-berlin.de/~schoener/sem-biometry/karujain fingerprint.ps.gz>
- [9] Budiono Sentoso, Identifikasi Personal Berdasarkan Citra Struktur Tangan, Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Petra, 2003