

PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN PADA MESIN ATM MENGUNAKAN VERIFIKASI SIDIK JARI LIFE FINGERPRINT SECURITY

Yunitha Melyan Rih¹⁾, Albertus Joko Santoso²⁾, Irya Wisnubadhra³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Magister Teknik Informatika, Program Pascasarjana, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Atma Jaya Yogyakarta,

Jl. Babarsari 43 Yogyakarta 55281, Telp. (0274) 487711

E-mail: 1) melyan_indry85@yahoo.co.id, 2) albjoko@staff.uajy.ac.id, 3) iryawisnubadhra@staff.uajy.ac.id

Abstrak

Sistem keamanan dengan menggunakan kata sandi (password) tampaknya belum menjamin sebuah sistem keamanan terlindungi dengan baik karena kata sandi bisa diketahui orang lain menggunakan perangkat lunak (software). Teknologi ini dirasakan memiliki banyak kekurangan sehingga akhir-akhir ini ada kecenderungan untuk menggunakan sistem keamanan lain yang lebih baik. Salah satu sistem keamanan yang sering digunakan adalah melalui pengenalan sidik jari. Hal ini disebabkan sidik jari telah terbukti unik, akurat, aman, mudah, dan nyaman untuk dipakai sebagai identifikasi bila dibandingkan dengan sistem biometrik lainnya. Perangkat biometrik mengenali orang dari ciri-ciri fisiknya, misalnya dengan sidik jari, sidik telapak tangan, pengenalan wajah, pengenalan retina, pengenalan suara. Di antara seluruh teknik biometrik, pengenalan sidik jari adalah metode tertua yang sukses digunakan banyak aplikasi perangkat lunak dan telah terbukti keakuratannya sebagai identifikasi bila dibandingkan dengan sistem biometrik seperti retina mata atau DNA. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan wavelet terbaik untuk pengenalan citra sidik jari yang digunakan sebagai pengaman PIN pada mesin ATM. Pengenalan citra sidik jari menggunakan Gelombang-singkat (wavelet) dan jaringan syaraf tiruan memberikan hasil yang baik, hal ini ditunjukkan dengan tingkat kesuksesan pengenalan diatas 80% dan waktu pengenalan yang singkat. Wavelet Symlet 6 merupakan wavelet yang terbaik untuk pengenalan citra sidik jari. Sistem pengenalan ini memerlukan waktu pengenalan relatif kecil, yaitu sekitar 0,11 detik untuk ukuran basis data 1500 rekord.

Kata Kunci : Keamanan, Biometrik, Sidik jari, Pengenalan citra, Gelombang-Singkat (Wavelet), ATM.

1. PENDAHULUAN

Keamanan sistem informasi sangat penting artinya bagi dunia perbankan yang menjalankan bisnisnya, berdasarkan kepercayaan dari para nasabah yang menginvestasikan dananya. Keamanan mengenai kualitas dan kinerja sistem juga sangat penting artinya juga, hal ini karena sumber daya sistem informasi merupakan bagian dari kekayaan (*vital Business asset*) perusahaan selain itu faktor keamanan dalam mengelola atau menyimpan dana nasabah merupakan salah satu faktor yang menjadi tolak ukur dari kepercayaan nasabah memilih suatu bank menjadi mitra usahanya.

Maraknya kasus pembobolan ATM atau sering disebut dengan mesin Anjungan Tunai Mandiri di Indonesia cukup menimbulkan kerisauan pada masyarakat yang memanfaatkan jasa layanan bank ini. Salah satu modus pembobolan ATM yang pernah dilakukan dan cukup menimbulkan kegemparan di Indonesia adalah *ATM skimming & PIN capturing*. *ATM skimming* adalah metode di mana pelaku kejahatan menempelkan alat *card skimmer/card reader* di tempat memasukkan kartu, metode ini digunakan untuk mencuri data magnetis pada kartu ATM yang dimasukkan. Sedangkan *PIN capturing* adalah metode yang digunakan untuk memperoleh PIN (*Personal Identification Number*) pemilik kartu ATM yang telah dicuri datanya, dengan cara menggunakan kamera tersembunyi untuk membaca gerakan jari pengguna ATM. Dengan dimilikinya data magnetik kartu ATM, maka pelaku dapat membuat duplikat kartu ATM tersebut, dan ditambahkan dengan informasi PIN yang dimiliki, transaksi ilegal pun dapat dilakukan oleh pelaku (<http://bang-anuh.blogspot.com/2010/01/atm-security>).

Permasalahan pada teknologi ini adalah sistem keamanan mesin ATM saat ini bisa dibilang masih kurang. Semua orang akan dapat mengaksesnya cukup dengan mengetahui PIN kita. Sampai saat ini beberapa kasus pembobolan ATM sudah sering terjadi. Hal hanya dengan alat pengacak PIN, orang - orang yang tidak bertanggung jawab berhasil mengambil saldo orang lain. Keamanan aplikasi menggunakan kata sandi (*password*) belum menjamin keamanan karena selain bisa dipinjamkan, kata sandi juga bisa didapatkan menggunakan perangkat lunak tambahan. Akibatnya menimbulkan kerugian material setiap bulannya.

Saat ini jaringan syaraf tiruan telah berkembang dengan pesat dan telah diupayakan untuk berbagai aplikasi, salah satu aplikasinya adalah pengenalan pola sidik jari. Sistem pengenalan sidik jari *Life Fingerprint Security* pada ATM merupakan sistem pengamanan yang sederhana tapi terjamin tingkat keamanannya dimana sidik jari

hanya dapat diverifikasi jika masih terdapat denyut nadi kapiler yang mengalir dari setiap jengkal organ tubuh manusia. Sistem pengenalan sidik jari lebih sering digunakan. Hal ini disebabkan sidik jari telah terbukti unik, akurat, aman, mudah, dan nyaman untuk dipakai sebagai identifikasi bila dibandingkan dengan sistem biometrik lainnya. Sistem biometrik merupakan sarana yang dikembangkan untuk pengamanan yang lebih baik dari pada teknologi-teknologi sebelumnya. Teknik identifikasi biometrik didasarkan pada karakteristik alami manusia yaitu karakteristik perilaku dan karakteristik fisiologis seperti wajah, sidik jarik, suara, telapak tangan, iris dan retinamata, DNA dan tanda tangan. Di antara seluruh teknik biometrik, pengenalan sidik jari adalah metode tertua yang sukses digunakan banyak aplikasi perangkat lunak, karena tidak mudah dicuri atau di gunakan oleh pengguna yang tidak berwenang (<http://hebros.co.id/artikel/sistem-keamanan-akses-menggunakan-sidik-jari.html>).

Gelombang-singkat (*wavelet*) adalah suatu fungsi matematika yang membagi data menjadi beberapakomponen yang frekuensinya berbeda, kemudian mempelajari setiap komponen dengan resolusi yang cocok untuk setiap ukuran (*scale*) (Mubarak, R., 2003). Transformasi wavelet telah digunakan sebagai ekstraksi ciri yang merupakan input bagi sistem klasifikasi. Hal ini disebabkan wavelet mempunyai kemampuan membawa keluar ciri-ciri (*feature*) khusus pada suatu citra yang diteliti.

Dalam penelitian ini, pembahasan difokuskan pada pengamanan PIN dengan menggunakan metode Gelombang-singkat (*wavelet*) symlet 6.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Berikut ini akan diuraikan beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan metode wavelet symlet dalam hal pengenalan sidik jari :

Sistem klasifikasi sidik jari manusia menggunakan metode wavelet. Klasifikasi ini dikembangkan berdasar jenis pola utama dari sidik jari manusia. Jika ditemukan ada sidik jari manusia diluar dari jenis tersebut, maka jenis tersebut tidak akan diproses. Pada saat pertama gambar akan diproses dengan menggunakan transformasi wavelet[4]. Transformasi wavelet dapat memberikan multiresolusi dari gambar nyata. Transformasi wavelet juga digunakan sebagai metode ekstraksi karakteristik dan mengurangi dimensi gambar input. Gambar yang telah dikurangi akan proses ke dalam klasifikasi sidik jari. Sidik jari yang menjadi masukan ke dalam klasifikasi pola utama, antara lain: *Whorl*, *Arch*, *Tented Arch*, *Right Loop*, dan *Left Loop*. Simpulan dari penelitian ini adalah *Wavelet symlet 6* mampu mengolah citra dan menampilkan ciri-ciri khusus citra, namun cara pengambilan sidik jari dengan tinta stempel yang dicap pada kertas kemudian di *scan* merupakan cara yang kurang baik. Walaupun dengan menerapkan pendekatan binerisasi dengan pola *input 9 bit* terhadap data citra sidik jari secara manual penerapan metode *wavelet symlet 6* dapat memberikan hasil ketepatan mencapai 80 % (Sediyono, Nataliani, Rorimpandey, 2009).

Sistem autentikasi menggunakan pola sidik jari telah terbukti keakuratannya sebagai identifikasi bila dibandingkan dengan sistem biometrik seperti retina mata atau DNA. Sistem Keamanan Akses dengan menggunakan pengenalan pola sidik jari berbasiskan Jaringan Saraf Tiruan (JST). Arsitektur JST yang digunakan adalah dengan menggabungkan dua arsitektur JST yaitu, arsitektur Jaringan Widrow-Hoff (JWH) dan Jaringan Propagasi Balik (JPB). Hasil simulasi yang didapatkan, bahwa JST dengan menggunakan gabungan arsitektur JWH-JPB akan memiliki kemampuan belajar yang lebih cepat bila dibandingkan dengan JST menggunakan hanya arsitektur JPB (Evayandri, 2002). Pencarian citra berbasis histogram warna Swain dalam Dharma Putra, pencarian citra dengan teknik multiresolusi dengan memanfaatkan ciri-ciri tepi suatu citra oleh Hirata dan Kato pencarian citra dengan memanfaatkan warna, tekstur, dan bentuk citra yang dikenal dengan metode QBIC (*Query By Image Content*), pencarian citra berbasis pada rupa (*appearance*). Pencarian citra berbasis metode dekomposisi wavelet dan telah juga dilakukan penelitian tentang perbandingan beberapa transformasi wavelet untuk pencarian citra pada basis data citra, pencarian citra berbasis metode *Discrete Cosine Transform (DCT)*, dan pengenalan citra sidik jari berbasis transformasi wavelet (Wijaya, Pesek, 2010).

2.1 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra menjadi citra yang kualitasnya lebih baik, tujuannya agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin (komputer). Beberapa contoh operasi pengolahan citra adalah pengubahan kontras citra, penghilangan derau (*noise*) dengan operasi penapisan (*filtering*), penghasilan tepi objek, penajaman (*sharpening*), pemberian warna semu (*pseudocoloring*), dan sebagainya. Peningkatan mutu citra dilakukan untuk memperoleh keindahan citra yang akan digunakan untuk kepentingan analisis citra.

Sifat-sifat yang dimiliki oleh sidik jari, antara lain :

1. *Perennial nature*, yaitu guratan-guratan pada sidik jari yang melekat pada kulit manusia seumur hidup.

2. *Immutability*, yaitu sidik jari seseorang tidak pernah berubah, kecuali mendapatkan kecelakaan yang serius.
3. *Individuality*, pola sidik jari adalah unik dan berbeda untuk setiap orang.

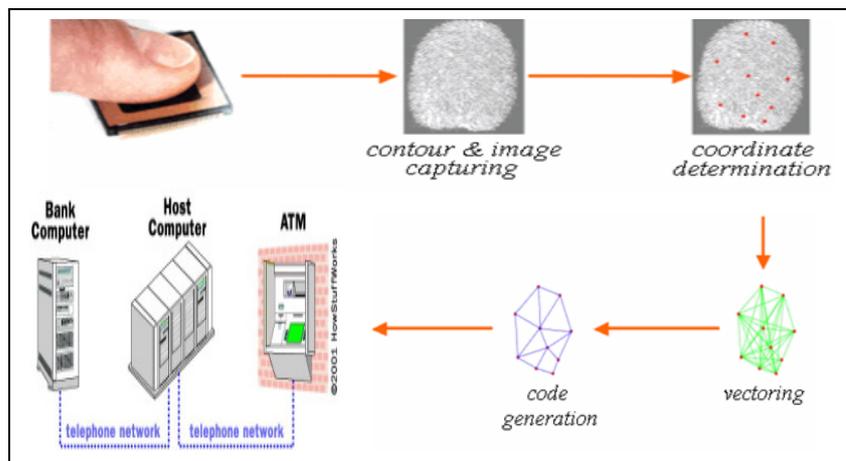
Dari ketiga sifat ini, sidik jari dapat digunakan sebagai sistem identifikasi yang dapat digunakan dalam penerapan teknologi informasi seperti :

1. Sistem akses keamanan, yaitu akses untuk masuk ke suatu area atau ruangan tertentu yang dibatasi.
2. Sistem autentikasi, yaitu untuk akses data yang sifatnya rahasia dan terbatas. Misalnya data pada perbankan, militer, dan diplomatik. Ciri khas sidik jari yang digunakan adalah guratan sidik jari yang dapat diidentifikasi dengan cara menganalisis detail dari guratan-guratan sidik jari yang dinamakan dengan "*minutiae*". Berdasarkan klasifikasi, pola sidik jari dapat dinyatakan secara umum ke dalam tiga bentuk yaitu busur (*arch*), sangkutan (*loop*), dan lingkaran (*whorl*).

2.2 Finger Print

Penggunaan identifikasi seseorang menggunakan sidik jari pada *fingerprint reading*, retina mata pada *retina scan*, dan lainnya tidak lain adalah untuk menjaga keamanan suatu tempat atau benda. Penggunaan anggota tubuh sebagai input untuk identifikasi seseorang dalam keamanan disebut penggunaan system *biometric*. Sistem *biometric* adalah studi tentang metode otomatis untuk mengenali manusia berdasarkan satu atau lebih bagian tubuh manusia atau kelakuan dari manusia itu sendiri yang memiliki keunikan. Tujuan utama dari penggunaan system *biometric* adalah untuk menjaga keaslian keunikan kunci, karena hampir tidak mungkin pembacaan input sidik jari atau retina orang yang berbeda menghasilkan hasil pembacaan yang sama.

Fingerprint merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi sidik jari, identifikasi sidik jari ini dikenal dengan daktiloskopi. Daktiloskopi adalah ilmu yang mempelajari sidik jari untuk keperluan pengenalan kembali identitas seseorang dengan cara mengamati garis-garis yang terdapat pada guratan jari tangan dan telapak tangan. Daktiloskopi sendiri berasal dari bahasa Yunani yaitu *dactylos* yang berarti jari jemari atau garis jari, dan kata *scopein* yang berarti mengamati atau meneliti.



Gambar 1. Contoh Aplikasi Sidik Jari MesiN ATM

Sistem pengenalan identitas dengan sidik jari seperti yang dijelaskan pada gambar di atas merupakan teknologi pengenalan pola yang banyak dipakai oleh industri biometrik pada saat ini. Sistem tersebut masih mempunyai kelemahan, dimana *user* harus menempelkan jari pada bidang sensor secara lurus, sehingga seringkali dijumpai *user* berulang kali mengalami kegagalan akses. Untuk menangani permasalahan tersebut kita akan mencoba merancang suatu sistem pengenalan pola yang lebih cerdas, yaitu sistem tersebut dapat mengenali pola sidik jari meskipun *user* menempatkan posisi jarinya secara sembarang pada bidang sensor. Perkembangan algoritma kecerdasan buatan (*artificial intelligent*) yang semakin handal akan dicoba untuk studi ini yaitu dengan menggunakan algoritma *feed forward backpropagation*.

2.3 Gelombang-Singkat (Wavelet)

Teori wavelet adalah suatu konsep yang relatif baru dikembangkan. Kata *wavelet* sendiri diberikan oleh Jean Morlet dan Alex Grossmann di awal tahun 1980-an, dan berasal dari bahasa Prancis, *ondelette* yang berarti gelombang kecil. Kata *onde* yang berarti gelombang kemudian diterjemahkan ke bahasa Inggris menjadi *wave*, lalu digabung dengan kata aslinya sehingga terbentuk kata baru *wavelet*.

Gelombang-singkat (*wavelet*) adalah suatu fungsi matematika yang membagi data menjadi beberapakomponen yang frekuensinya berbeda, kemudian mempelajari setiap komponen dengan resolusi yang cocok untuk setiap ukuran (*scale*) (Mubarak, 2003). Ide ini bukanlah sesuatu yang baru, sebab sebelumnya fungsi-fungsi yang lain telah dapat dinyatakan sebagai superposisi fungsi *sinus* dan *cosines* yang sangat terkenal dengan sebutan alihragam Fourier. Akan tetapi, dalam analisis gelombang-singkat, skala yang digunakan untuk melihat data memainkan peranan yang sangat khusus. Gelombang-singkat mengolah data pada perbedaan skala dan resolusi.

Gelombang-singkat merupakan merupakan sebuah basis. Basis gelombang-singkat berasal dari sebuah fungsi skala atau disebut *scaling function*. Fungsi skala mempunyai sifat yaitu dapat disusun dari sejumlah salinan dirinya yang telah didilasikan, ditranslasikan dan diskalakan. Fungsi ini diturunkan dari persamaan dilasi (*dilation equation*), yang dianggap sebagai dasar dari teori gelombang-singkat. Dari persamaan fungsi skala ini dapat dibentuk persamaan gelombang-singkat yang pertama (atau disebut juga *mother wavelet*), dengan bentuk sebagai berikut:

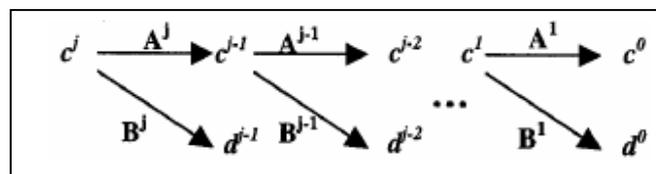
$$\varphi^0(x) = \sum_k (-1)^k c_{1-k} \phi(2x - k)$$

Dari mother wavelet ini kemudian dapat dibentuk wavelet-wavelet berikutnya (ψ^1, ψ^2 dan seterusnya) dengan cara mendilasikan (memampatkan atau meregangkan) dan menggeser mother wavelet.

Scaling function yang dapat membentuk wavelet bermacam-macam jenisnya. Berdasarkan *scaling function* inilah basis wavelet memiliki nama yang berbeda-beda.

- Wavelet Haar memiliki *scaling function* dengan koefisien $c_0 = c_1 = 1$.
- Wavelet Daubechies dengan 4 koefisien (DB4) memiliki *scaling function* dengan koefisien $c_0 = (1+\sqrt{3})/4$, $c_1 = (3+\sqrt{3})/4$, $c_2 = (3-\sqrt{3})/4$, $c_3 = (1-\sqrt{3})/4$
- Wavelet B-Spline kubik memiliki *scaling function* dengan koefisien $c_0 = 1/8$, $c_1 = 4/8$, $c_2 = 6/8$, $c_3 = 4/8$, $c_4 = 1/8$.

Transformasi wavelet merupakan uraian dari suatu sinyal atau citra menggunakan fungsi wavelet. Transformasi merupakan suatu proses pengubahan data kedalam bentuk lain agar mudah dianalisis, misalnya transformasi *fourier* merupakan suatu proses pengubahan data (sinyal) kedalam beberapa gelombang kosinus yang berfrekuensi berbeda, sedangkan transformasi wavelet merupakan proses pengubahan sinyal kedalam berbagai wavelet basis (*mother wavelet*) dengan berbagai fungsi pergeseran dan penyekalaan. Transformasi wavelet memiliki dua seri dalam pengembangannya yaitu Continuous Wavelet Transform (CWT) dan Discrete Wavelet Transform (DWT). Semua fungsi yang digunakan dalam transformasi CWT dan DWT diturunkan dari mother wavelet melalui translasi atau pergeseran dan penskalaan atau kompresi. Proses transformasi wavelet dilakukan dengan mengkonvolusi sinyal dengan data tapis atau dengan proses perata-rataan dan pengurangan secara berulang, yang sering disebut dengan metode filter bank [2].



Gambar 2. Transformasi Wavelet dengan Metode Filter Bank

Salah satu alasan mengapa transformasi wavelet menjadi begitu penting dalam berbagai bidang adalah karena sifat-sifat berikut:

- a. Waktu kompleksitasnya bersifat linear. Transformasi wavelet dapat dilakukan dengan sempurna dengan waktu yang bersifat linear.
- b. Koefisien-koefisien wavelet yang terpilih bersifat jarang. Secara praktis, koefisien-koefisien wavelet kebanyakan bernilai kecil atau nol. Kondisi ini sangat memberikan keuntungan terutama dalam bidang kompresi atau pemampatan data.
- c. Wavelet dapat beradaptasi pada berbagai jenis fungsi, seperti fungsi yang tidak kontinu, dan fungsi yang didefinisikan pada domain yang dibatasi.

Transformasi wavelet memiliki prinsip dasar membagi data menjadi komponen-komponen frekuensi yang berbeda. Proses ini dinamakan dekomposisi. Proses transformasi sinyal menjadi koefisien-koefisien wavelet

diperoleh dengan filtering menggunakan highpass filter dan lowpass filter yang kemudian di downsampling. Operasi downsampling adalah operasi untuk mengurangi sampel sinyal menjadi setengahnya dan tetap mempertahankan periodanya. Downsampling dapat dilakukan dengan cara menghilangkan titik-titik yang bernomor ganjil dan hanya akan mengambil sampel-sampel yang berindeks genap. Sedangkan untuk menggabungkan koefisien-koefisien wavelet dinamakan rekonstruksi. Proses ini merupakan kebalikan dari proses dekomposisi.

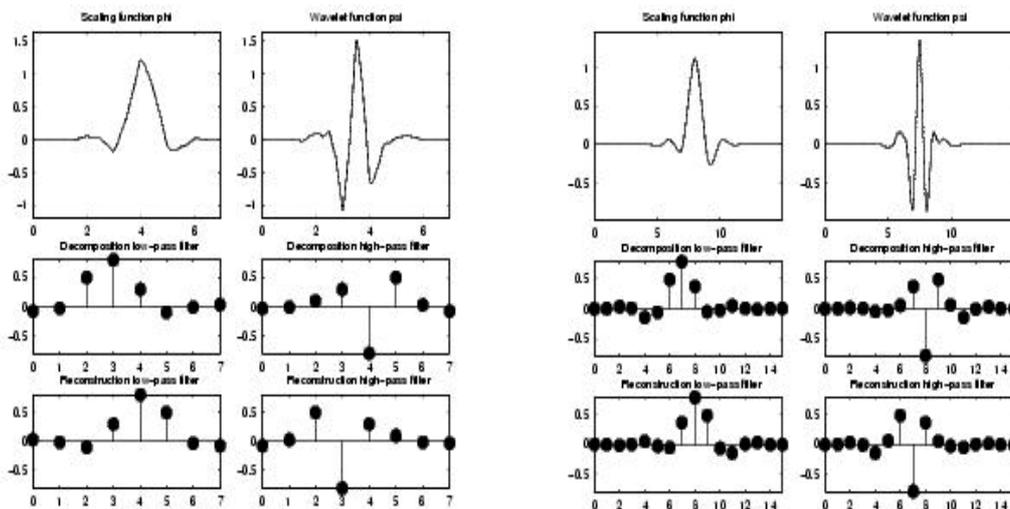
Transformasi wavelet dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu Transformasi wavelet Kontinu dan Transformasi Wavelet Distrik.

Cara kerja Transformasi wavelet kontinu adalah dengan menghitung konvolusi sebuah sinyal dengan sebuah jendela modulasi pada tiap dengan skala yang di inginkan. Jendela modulasi yang mempunyai skala fleksibel di sebut induk wavelet atau fungsi dasar wavelet. Transformasi wavelet kontinu secara matematika dapat di definisikan sebagai berikut :

$$\gamma(s, \tau) = \int f(t) \psi_{s, \tau}^*(t) dt$$

Persamaan di atas menjelaskan $\gamma(s, \tau)$ yang merupakan fungsi sinyal setelah informasi , dengan variabel s (skala) dan τ (translasi) sebagai dimensi baru. $f(t)$ sinyal asli sebelum transformasi. Fungsi dasar $\psi_{s, \tau}^*$ disebut sebagai wavelet dengan $*$.

Karakteristik umum *wavelet symlet* secara lengkap didukung oleh *wavelet* melalui asimetri terkecil dan angka lenyap tertinggi pada saat *width* ditentukan. *Wavelet symlet* dikenal dengan singkatan *sym*. Pada penulisan *symN*, N adalah order, contohnya *sym2*, *sym8*. Beberapa pengarang menggunakan 2N sebagai ganti N. *Symlet* berkaitan dengan *symmetric*, sehingga sebagai konsekwensi beberapa pengarang tidak menyebutnya sebagai *symlets*.



Gambar 3. Wavelet Symlet

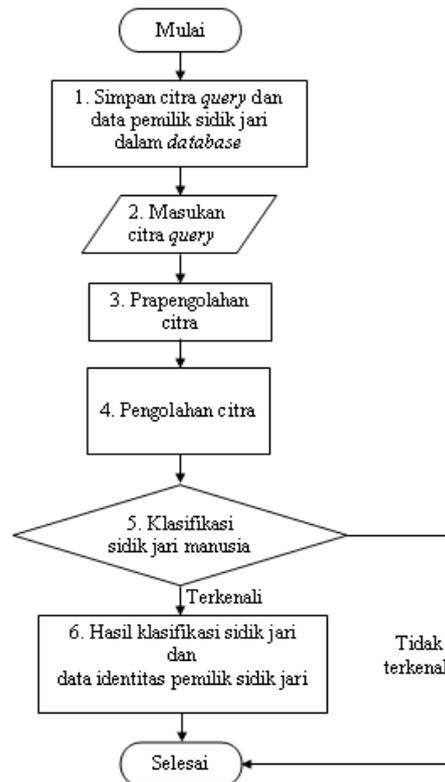
Gambar 2 menjelaskan mengenai pencuplikan sinyal yang diskalakan dan kemudian didekomposisikan dengan *wavelet symlet*.

Daubechies mengusulkan bahwa modifikasi *wavelets* dalam hal peningkatan simetri dapat dilakukan pada saat tetap mempertahankan bentuk yang paling sederhana. Gagasan tersebut yaitu menggunakan kembali persamaan m_0 yang terdapat dalam dbN, dengan mempertimbangkan $|m_0(\omega)|^2$ sebagai fungsi W dari $W(z) = U(z)U(\frac{1}{z})$ Faktor W pada beberapa cara berbeda dalam bentuk $z = e^{i\omega}$ sebab aka W dengan modulus tidak sepadan dengan 1 yang pergi berpasangan. Jika salah satu dari akar adalah z_1 , kemudian juga suatu akar. Dengan memilih U pada modulus dari $s \frac{1}{z_1}$ a akar yang kurang dari 1, berarti telah membangun

Daubechies wavelets dbN. Filter U merupakan suatu "saringan tahap minimum". Dengan membuat pilihan lain, dapat diperoleh saringan yang lebih simetris, inilah yang disebut *symle*.

3. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem ini menjelaskan proses pengenalan citra sidik jari dengan menggunakan metode *wavelet symlet 6*. Sebelum citra diproses, citra telah disimpan ke dalam database beserta data identitas pemilik sidik jari tersebut. Kemudian citra diklasifikasikan ke salah satu pola utama sidik jari manusia dan selanjutnya ditampilkan beserta informasi identitas pemilik sidik jari tersebut dan keterangan termasuk dalam kelas manakah citra sidik jari tersebut. Proses diatas ditunjukkan pada Gambar 1



Gambar 4 Diagram Alir Sistem Klasifikasi Sidik Jari Manusia.

Berikut adalah urutan langkah yang diterapkan dalam sistem ini:

- 1) Simpan citra *query* dan data pemilik sidik jari dalam *database* merupakan tahap awal dimana citra yang akan diklasifikasi terlebih dahulu dimasukan kedalam *database* beserta informasi kepemilikan sidik jari tersebut. Data informasi berupa nama dan no ID.
- 2) Masukan citra *query* merupakan tahap memasukan citra sidik jari yang berbentuk JPG dengan ukuran 128x128 piksel kemudian akan diproses lebih lanjut.
- 3) Prapengolahan citra merupakan tahap mengubah dan mempersiapkan nilai-nilai piksel citra digital terkait sehingga menghasilkan bentuk yang lebih cocok untuk dilanjutkan ke tahap berikutnya. Tahap ini dimulai dengan mengubah warna citra menjadi *grayscale*. Tujuannya adalah untuk mendapatkan matriks intensitas warna penyusun citra. Selanjutnya, proses binerisasi yaitu citra diubah menjadi bentuk biner, 1 adalah hitam dan 0 adalah putih, kemudian pola inputan yang telah di binerkan dicocokkan dengan vektor *input 9 bit*. Vektor *input 9 bit* merupakan pola ukuran piksel 3 x 3 yang sederhana dalam mencocokkan pola *input* dan *output*, karena semakin sedikit pola maka akan semakin presisi citra yang diproses dan tidak memakan waktu yang lama.

Tabel 1 Contoh pola masukan dan keluaran dengan proses binerisasi (Elvayandri, 2002)

No.	feature	Vektor input (9 bit)	Vektor output (2 bit)	No.	Feature	Vector input (9 bit)	Vector Output (2 bit)
1.		101010010 (pola-1)	00	9.		010111000 (pola-3)	10
2.		001110001 (pola-1)	00	10.		010011010 (pola-3)	10
3.		010010101 (pola-1)	00	11.		000111010 (pola-3)	10
4.		100011100 (pola-1)	00	12.		010110010 (pola-3)	10
5.		010011100 (pola-2)	01	13.		101010001 (pola-4)	11
6.		100011010 (pola-2)	01	14.		100010101 (pola-4)	11
7.		001110010 (pola-2)	01	15.		101010100 (pola-4)	11
8.		010110001 (pola-2)	01	16.		001010101 (pola-4)	11

Tahap prapengolahan citra bertujuan untuk mengubah citra agar bentuk yang dihasilkan lebih jelas, detail dan lebih cocok untuk proses selanjutnya.

- 4) Pengolahan citra dengan metode *wavelet* merupakan langkah selanjutnya untuk memproses citra. Transformasi *wavelet* merupakan alat yang biasa digunakan untuk menyajikan data atau fungsi atau operator ke dalam komponen-komponen frekuensi yang berlainan, dan kemudian mengkaji setiap komponen dengan suatu resolusi yang sesuai dengan skalanya. Transformasi *wavelet* memiliki kemampuan membawa keluar ciri-ciri (*features*) khusus dari citra yang diteliti, yaitu ketika *wavelet* melakukan proses dekomposisi dan mengambil *sub-sampling* pada citra, pada proses ini mendeteksi jumlah titik *vocal*, *whorl*, *core*, dan parameter *gradient* antara dua titik *vocal*. Ciri-ciri inilah yang membedakan pola pada sidik jari. Tahap ini citra diproses melalui dekomposisi *wavelet symlet 6*.
- 5) Klasifikasi sidik jari. Tahap ini merupakan proses mencocokkan dengan metode korelasi koefisien antara citra pustaka dengan citra *query*. Korelasi koefisien yang paling besar merupakan pencocokan terbaik antara citra yang telah dimasukkan atau yang di sebut citra *query* dengan salah satu pola kelas dalam klasifikasi sidik jari atau yang disebut citra pustaka. Pencocokan dilakukan dalam bentuk matriks. Matriks korelasi n peubah acak X_1, \dots, X_n adalah $n \times n$ matrik dimana i, j adalah $\text{corr}(X_i, X_j)$. Ukuran korelasi yang digunakan adalah koefisien momen-produk, matriks korelasi akan sama dengan matriks kovarians peubah acak yang telah distandardkan $X_i / \text{SD}(X_i)$ untuk $i = 1, \dots, n$. Sehingga, matriks korelasi merupakan matriks definit tak-negatif. Matriks korelasi selalu simetris, yakni korelasi antara X_i dan X_j adalah sama dengan korelasi antara X_j and X_i). Nilai ambang batas yang ditentukan adalah lebih dari sama dengan 97% dari 100% kemiripan. Jika terdapat sidik jari manusia yang tidak sesuai dengan lima kelompok besar sidik jari manusia maka citra tersebut dinyatakan tidak terkenali dan tidak akan diproses lebih lanjut.
- 6) Hasil klasifikasi sidik jari dan data identitas pemilik sidik jari. Tahap ini merupakan tahap yang menampilkan citra hasil proses klasifikasi dan juga tahap dimana citra *query* dinyatakan terkenali atau termasuk salah satu kelas dalam klasifikasi sidik jari manusia, serta menampilkan data informasi identitas pemilik sidik jari tersebut.

5. KESIMPULAN

Wavelet symlet 6 mampu mengolah citra dan menampilkan ciri-ciri khusus citra, namun cara pengambilan sidik jari dengan tinta stempel yang dicap pada kertas kemudian di *scan* merupakan cara yang kurang baik. Walaupun dengan menerapkan pendekatan binerisasi dengan pola *input 9 bit* terhadap data citra sidik jari secara manual, penerapan metode *wavelet symlet 6* dapat memberikan hasil ketepatan mencapai 80 %.

DAFTAR PUSTAKA

- <http://bang-anuh.blogspot.com/2010/01/atm-security.html> Diakses pada tanggal 20 April 2013, Pukul 09.00.
<http://hebros.co.id/artikel/sistem-keamanan-akses-menggunakan-sidik-jari.html>.
 Mubarak, R., 2003, "Pemampatan Data Citra dengan Menggunakan Transform Gelombang-singkat", UGM, Yogyakarta.

- Albertus Joko Santoso., 2012. "Metode Mendapatkan Koefisien Filter Gelombang-Singkat Baru pada Pemampatan Citra Sekuensial, AtmaJaya, Yogyakarta.
- Eko Sedyono, Yessica Nataliani, Chrisanty Mariana Rorimpandey. *Klasifikasi Sidik Jari Menggunakan Metode Wavelet Symlet*, Jurnal Informatika, Vol. 5, No. 2, 2009, pp. 17-33.
- Evayandri. Sistem Keamanan Akses Menggunakan Pola Sidik Jari Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan, Januari 2002.
- Dharma Putra, Ketut, Pencarian Citra pada Sistem Basis Data Citra dengan Metode Dekomposisi Wavelet Multiresolusi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2000.
- Jacob, E. Charles, Finkelstein, Adam, Salesin, David H., Fast Multiresolution Image Querying, Dept. Computer Science dan Engineering, University of Washington.
- Suta Wijaya, Gede Pasek, Perbandingan beberapa Alihragam Wavelet untuk Pencarian Citra pada Basis Data Citra, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2002.
- Sutarno, 2010, *Analisis Perbandingan Transformasi Wavelet pada Pengenalan Citra Wajah*, Jurnal Generic, Vol.5 No.2.
- Pramiswari, Aisyah Niken, Yudhi Purwananto, dan Rully Soelaiman, 2012, *Implementasi Denoising Citra RGB Menggunakan Metode Wavelet Berbasis Logika Fuzzy*, Skripsi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, ITS.
- Minarni. (2004). Klasifikasi sidik jari dengan pemrosesan awal transformasi wavelet.
- I Gede Pasek Suta Wijaya, dkk. Pengenalan Citra Sidik Jari Berbasis Transformasi Wavelet dan dan Jaringan Syaraf Tiruan. Universitas Mataram, 2004.
- Novira, Ade Chopie, "Pengenalan Pola Sidikjari dengan Jaringan Syaraf Tiruan", *Skripsi*, Teknik Elektro FT UGM, 2002.