

# ANALISIS DAN PERANCANGAN IDENTIFIKASI SERTA VERIFIKASI TANDA TANGAN STATIK MENGUNAKAN *BACKPROPAGATION* DAN ALIHRAGAM *WAVELET*

R. Arum Kumalasanti<sup>1)</sup>, Ernawati<sup>2)</sup>, B. Yudi Dwiandiyanta<sup>3)</sup>

<sup>1), 2), 3)</sup> Program Studi Magister Teknik Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Jl Babarsari 43 Yogyakarta

Email : [rosalia.arum@gmail.com](mailto:rosalia.arum@gmail.com)<sup>1)</sup>, [ernawati@mail.uajy.ac.id](mailto:ernawati@mail.uajy.ac.id)<sup>2)</sup>, [yudi-dwi@mail.uajy.ac.id](mailto:yudi-dwi@mail.uajy.ac.id)<sup>3)</sup>

## Abstrak

Tanda tangan merupakan atribut biometrik yang penting dari seseorang atau individu yang dapat digunakan sebagai identitas. Penggunaan tanda tangan merupakan cara yang alami dan tradisional sebagai identitas yang sah. Hal ini membuat keberadaan tanda tangan menjadi sesuatu yang penting dan sensitif, oleh sebab itu tanda tangan memerlukan pengamanan supaya tidak disalahgunakan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Berbagai pendekatan telah diusulkan dalam pengembangan identifikasi dan verifikasi tanda tangan untuk meminimalkan tindak kecurangan yaitu pemalsuan tanda tangan.

Pada penelitian ini akan dibahas tentang analisis dan perancangan identifikasi serta verifikasi tanda tangan untuk menentukan keasliannya. Proses ini terdiri atas dua bagian utama meliputi fase pelatihan dan fase pengujian. Pada tahap pelatihan, citra tanda tangan dikenai beberapa proses yaitu *threshold*, alihragam *Wavelet*, kemudian diproses lagi dengan menggunakan *thinning*. Pelatihan dan pengujian tanda tangan akan dilatih dan diuji dengan menggunakan algoritma *Backpropagation* dan Jaringan Syaraf Tiruan (*JST*). Berdasarkan penelitian yang dilakukan, telah memberikan hasil berupa analisis dan perancangan yang tepat untuk pengenalan pola tanda tangan statik sehingga dapat meminimalkan tindak pemalsuan tanda tangan.

**Kata kunci:** Tanda tangan, pengenalan pola, *Wavelet*, *Backpropagation*, *JST*

## 1. Pendahuluan

Dewasa ini banyak aktivitas yang mengharuskan seseorang menggunakan tanda tangan sebagai identitas diri. Tanda tangan menjadi alat yang digunakan untuk tanda pengesah sebuah transaksi atau dokumen-dokumen penting lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa tanda tangan merupakan identitas diri yang legal dan lebih fleksibel untuk digunakan kapanpun, dimanapun. Aktivitas ini telah berlangsung cukup lama dan hanya memerlukan dua alat saja yaitu alat tulis dan media kertas. Menurut data yang dipublikasikan oleh Solo Pos, diberitakan bahwa di kota Solo terjadi tindak kecurangan dalam pengiriman berkas lamaran para Calon Pegawai Negeri Sipil (CPNS)

dengan memalsukan tanda tangan pada legalisir ijazah sebanyak 40% dari 247 peserta dan hal ini diketahui setelah tim verifikasi memeriksa berkas lamaran [1]. Tanda tangan juga dianggap sebagai cara yang utama dan mudah untuk identifikasi identitas individu secara tertulis dibandingkan dengan metode identifikasi elektronik seperti *fingerprnt scanning* dan *retinal vascular pattern screening* [2].

Perkembangan kebutuhan manusia dan proses transaksi yang tinggi mengakibatkan peningkatan resiko tindak pemalsuan tanda tangan semakin tinggi pula. Mengingat identifikasi dan verifikasi tanda tangan menjadi sesuatu sangat penting maka diperlukan adanya peningkatan keamanan tanda tangan. Permasalahan ini menjadi menarik untuk diteliti dan dikembangkan karena menyangkut hak kepemilikan atau identitas. Tanda tangan merupakan tanda kepemilikan yang memang secara fisiologis menjadi ciri khas untuk setiap individu dan penelitian ini disebut sebagai ilmu biometrik. Biometrik adalah ilmu pengenalan otomatis terhadap individu yang tergantung pada fisiologis dan perilaku suatu atribut [3]. Dalam hal ini, terdapat dua metode utama dalam verifikasi tanda tangan yaitu pendekatan secara dinamik (*online*) dan statik (*offline*) [4]. Pendekatan secara dinamik biasanya menggunakan alat elektronik atau peralatan modern dalam penandatanganan, sedangkan pendekatan secara statik yaitu menangkap citra tanda tangan di atas kertas yang kemudian diakuisisi dengan menggunakan *scanner* atau kamera digital, sehingga tanda tangan tersebut menjadi citra digital yang kemudian akan diproses lebih lanjut. Meskipun sudah banyak metode-metode yang lebih baik untuk mengidentifikasi tanda tangan secara dinamik, namun tidak semua orang mengenal metode tersebut karena peralatan pendukung yang sangat modern dan mahal. Hal tersebut membuat aktivitas tanda tangan secara tradisional ini menjadi lebih dikenal dan sering digunakan. Pada akhirnya tanda tangan secara manual ini lebih banyak dilakukan dan sudah diterima oleh masyarakat sejak dahulu hingga sekarang.

Pada penelitian ini akan menganalisis dan merancang identifikasi serta verifikasi tanda tangan statik dengan menggunakan metode *backpropagation* dan alihragam *wavelet*. *Wavelet* dimanfaatkan dalam penelitian ini karena menawarkan *high temporal* untuk citra pada

frekuensi tinggi. Sementara untuk frekuensi rendah akan menjadi frekuensi yang lebih baik [5]. Sistem ini membutuhkan beberapa sampel tanda tangan statik dengan menggunakan media kertas dan pena. Tanda tangan akan ditangkap dengan menggunakan *scanner* sehingga data yang ditangkap berupa citra digital yang kemudian digunakan untuk perbandingan data terkait. Dalam penelitian ini mencakup dua fase yang meliputi fase pelatihan dan fase pengujian. Pada fase pelatihan, sistem akan mempelajari pola-pola tanda tangan sehingga ciri-ciri dari tanda tangan tersebut dapat diketahui dan dikenali. Selanjutnya pada tahap pengujian, sistem akan membandingkan data yang sudah ada dengan citra baru yang memang menjadi objek pembandingan sehingga dari perbandingan ini akan diperoleh nilai akurasi.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu, bagaimana proses analisis dan perancangan untuk identifikasi serta verifikasi tanda tangan statik supaya setiap individu memiliki identitas sesuai keasliannya dan memberikan keamanan tanda tangan sebagai identitas individu?

### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah di atas yaitu, menganalisis dan merancang identifikasi serta verifikasi tanda tangan statik dengan menggunakan alihragam *wavelet* dan *JST backpropagation* untuk mendapatkan akurasi dan keaslian tanda tangan, sehingga dapat memberikan keamanan bagi penandatanganan.

### Tinjauan Pustaka

Kebutuhan informasi yang akurat dari sebuah pola suatu objek menjadi sangat penting ketika objek tersebut bersangkutan dengan tanda kepemilikan. Keberadaan tanda tangan memudahkan seseorang karena sering digunakan sebagai alat pengesah suatu transaksi atau dokumen penting lainnya. Pentingnya tanda tangan menjadikan tanda tangan sebagai objek yang patut untuk dilindungi keasliannya supaya dapat dipertanggungjawabkan oleh pihak terkait. Keunikan atau karakteristik tanda tangan ini dapat dimanfaatkan untuk pengenalan pola tanda tangan satu dengan yang lain. Ketika karakteristik tanda tangan sudah didapat maka hal ini dapat memberikan patokan untuk perbandingan. Pengamanan dengan cara ini memerlukan sistem yang canggih beserta teknik-teknik yang handal di dalamnya supaya keaslian tanda tangan dapat diketahui. Sistem pengamanan tanda tangan ini berupa identifikasi dan verifikasi tanda tangan untuk meminimalkan tindak kecurangan seperti pemalsuan tanda tangan oleh pihak yang tidak bertanggungjawab. Pada dasarnya ketepatan sistem verifikasi tanda tangan yang membedakan tanda tangan asli dari yang palsu ini dapat dinyatakan dalam dua jenis kesalahan yaitu tanda tangan asli ditolak sebagai pemalsu disebut *False Rejection Rate* (FRR) dan tanda tangan pemalsu yang diterima sebagai tanda tangan asli

yang disebut *False Acceptance Rate* (FAR) [6]. Penelitian yang berkaitan dengan verifikasi tanda tangan dengan menggunakan pengolahan citra terletak di dalam salah satu paradigma ini, yaitu berorientasi pada pengolahan piksel, berorientasi pada pengolahan *frame*, dan berorientasi pada pengolahan *cluster* [7]. Prosedur pengolahan citra mencerminkan bagian yang paling penting dalam analisis dan perancangan identifikasi sekaligus verifikasi. Sebuah citra yang diperoleh dapat berbeda-beda dalam hal piksel, resolusi, skala abu-abu (*greyscale*) dan masih banyak lagi karena sumber citra yang diperoleh dapat berbeda-beda pula [8]. Pola dari citra harus dikenali terlebih dahulu oleh sistem sebelum selanjutnya diproses lebih lanjut. Pengenalan pola atau disebut juga *pattern recognition* adalah salah satu bidang kajian dari pengolahan citra yang saat ini sangat berkembang. Pengenalan pola merupakan studi untuk mengetahui cara mesin mengamati lingkungan sekitarnya dan mempelajari perbedaan pola objek dengan latar belakangnya [9]. Pengenalan pola ini dapat dimanfaatkan di dunia medis untuk mendiagnosa penyakit atau untuk mengetahui perkembangan janin di kandungan dan lain sebagainya. Kompleksitas dalam penanganan organ dalam manusia ini memiliki tingkat kesulitan yang cukup tinggi sehingga untuk memperkuat estimasi dokter, sistem ini dimanfaatkan untuk memberikan hasil yang nantinya akan digunakan untuk memberikan penindakan lebih lanjut bagi pasien [10] [11].

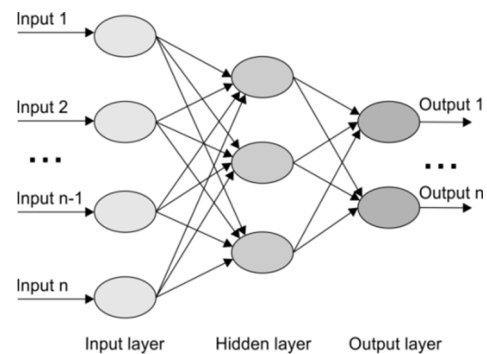
Kemajuan teknologi yang sangat pesat ini memberikan manfaat pula bagi penelitian biometrik untuk mengidentifikasi identitas individu. Dalam mengenali individu, sistem harus mempelajari pola objek yang menjadi identitas, contohnya seperti identifikasi sidik jari, iris mata, wajah, dan lain sebagainya. Objek-objek tersebut merupakan bagian-bagian dari tubuh yang memiliki keunikan dan ciri khas. Identifikasi dan verifikasi sidik jari ini memerlukan alat elektronik untuk menangkap pola sidik jari yang kemudian data berupa citra digital tersebut disimpan untuk dibandingkan dengan citra terkait. Penelitian tentang pengenalan pola sidik jari tersebut masih terus digunakan dan dikembangkan untuk mencapai akurasi dan metode yang lebih baik [12][13]. Salah satu objek biometrik ini juga ada pada tanda tangan, oleh sebab itu identifikasi dan verifikasi tanda tangan ini masih terus dikembangkan untuk mencapai akurasi yang memuaskan [14]. Beberapa metode diterapkan dalam pembangunan sistem ini dan salah satu metode yang diterapkan adalah dengan menggunakan metode *backpropagation*. Sistem identifikasi tanda tangan ini bertujuan untuk memastikan bahwa layanan yang diberikan tersebut diakses oleh penandatanganan yang asli, bukan pihak lain. *JST backpropagation* dalam hal ini mengambil kendali dalam identifikasi pola antar sampel tulisan tangan yang berbeda. Sampel tanda tangan tersebut dianggap suatu masukan untuk *JST* dan biasanya memiliki bobot [15]. Pengenalan tanda tangan statik untuk verifikasi menggunakan *JST* ini sedang banyak dikembangkan dan diteliti karena manfaat dan kepentingannya yang sangat besar [16].

Penelitian identifikasi dan verifikasi tanda tangan statik yang akan dianalisis dan dirancang ini menggunakan objek berupa citra tanda tangan yang dikenai proses *threshold*, *thinning* dan algoritma *backpropagation*, serta alihragam *wavelet*. Proses *threshold* akan mengubah citra asli menjadi citra biner yang kemudian akan diproses lebih lanjut. *Thinning* merupakan proses untuk menghapus piksel yang tidak diinginkan dan ditransformasikan menjadi gambar dengan ketebalan satu piksel [17]. Dalam penangkapan citra tanda tangan statik ini memiliki keunikan dalam ketebalan tulisan yang dicoretkan maka untuk mempermudah pengenalan pola, digunakan proses *thinning*. Proses *thinning* ini akan mengubah citra menjadi citra biner dan kemudian dikurangi pada bagian-bagian pinggir objek sehingga mendekati pusat kerangka objek [18]. JST digunakan untuk pelatihan sistem terhadap pola tanda tangan yang kemudian data tersebut disimpan ke dalam basis data untuk dibandingkan dengan citra tanda tangan terkait. Jaringan syaraf menawarkan model matematis sebagai teknik untuk meniru cara kerja otak manusia. JST secara umum sangat saling berhubungan dengan sejumlah besar elemen-elemen pemrosesan yang terdistribusi secara paralel [19]. Pola yang tersedia untuk jaringan dengan melalui lapisan input yang berkomunikasi dengan satu atau lebih lapisan tersembunyi kemudian bersatu untuk menuju pada lapisan *output* [20]. Penangkapan citra dengan sudut yang berbeda akan menyebabkan adanya perubahan geometris, maka perlu teknik yang handal untuk menanganinya. *Wavelet* yang digunakan ini merupakan *Discrete Wavelet Transform* dengan menghitung hanya pada skala dan posisi yang dipilih [21]. DWT dibagi menjadi berbagai *subband* citra yaitu Low-Low (LL), Low High (LH), High Low (HL) dan High-High (HH) [22]. DWT merupakan cara yang efisien dan akurat yang digunakan pada citra berupa data yang bersifat diskret pula. *Wavelet* memberikan representasi dan analisis sinyal lebih dari satu resolusi yang disebut multiresolusi. Keuntungan dari multiresolusi ini adalah fitur yang mungkin tidak terdeteksi pada satu resolusi akan dapat terdeteksi pada resolusi lainnya.

### Algoritma Backpropagation

*Backpropagation* menjadi pilihan untuk dimanfaatkan kehandalannya dalam bidang pengenalan pola khususnya dalam identifikasi dan verifikasi tanda tangan. *Backpropagation* termasuk algoritma pembelajaran terbimbing karena hasil atau tujuannya sudah ditetapkan sebelumnya. Algoritma ini menggunakan *error output* untuk mengubah nilai-nilai bobot pada arah mundur namun untuk mendapatkan *error* tersebut haruslah terlebih dahulu melakukan tahap perambatan maju. Pada saat perambatan maju, neuron-neuron akan diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi. Pemilihan bobot awal sangat memberikan pengaruh pada jaringan syaraf dalam pencapaian nilai minimum global terhadap nilai *error*. Pada dasarnya, jumlah elemen pengolahan di setiap lapisan akan bervariasi tergantung dengan objek yang

akan diverifikasi. Proses diawali pada lapisan *input* dan diakhiri pada lapisan *output* [23], seperti pada Gambar 1.



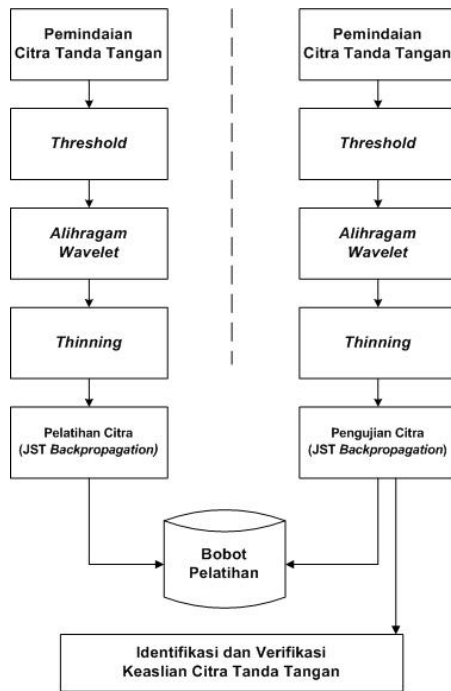
Gambar 1. Backpropagation Neural Network.

### Metodologi Penelitian

Penelitian ini memerlukan data dari penandatanganan untuk dijadikan sampel. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penyusunan penelitian ini. Langkah awal yang dilakukan adalah studi pustaka. Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari buku-buku referensi maupun sumber lain tentang kajian terkait yang bertujuan untuk memperkuat analisis dan perancangan sistem. Setelah pustaka terkumpul beserta data yang diperlukan maka tindakan selanjutnya adalah menganalisis dan merancang alur untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

### 2. Pembahasan

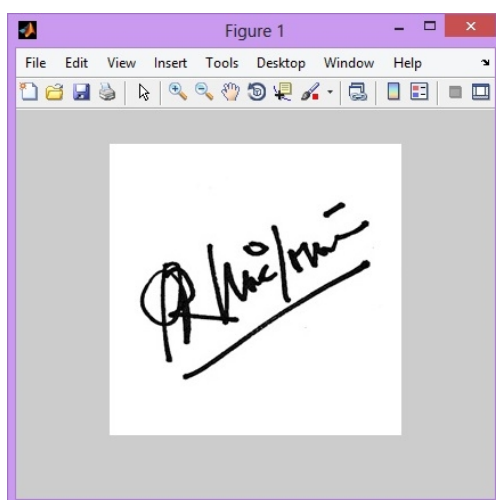
Dalam penelitian ini memiliki beberapa tahap yang harus dilakukan. Tahap-tahap yang digunakan merupakan teknik-teknik yang memiliki keunggulan tersendiri. Keunikan dari penelitian pengenalan pola ini ada pada penerapan metodologi atau teknik yang tergantung dari objek dan sudut pandang karena setiap kasus memiliki permasalahannya masing-masing. Hal ini sangat mempengaruhi pemilihan langkah-langkah dan metodologi yang akan dipilih. Dalam identifikasi dan verifikasi khususnya citra tanda statik ini memiliki kerentanan dalam hal geometris dan fisiologis. Keadaan posisi fisik dan psikologis seseorang akan sangat mempengaruhi pola tanda tangan yang dicoretkan. Membutuhkan teknik-teknik yang handal untuk menangani permasalahan-permasalahan tersebut. Kerentanan yang dimiliki citra tanda tangan ini dapat ditangani oleh JST yang bersifat multiresolusi. JST merupakan algoritma pelatihan terbimbing karena hasil yang diinginkan telah ditentukan sebelumnya. Algoritma *backpropagation* semakin melengkapi kehandalan pada penelitian ini. Algoritma ini cocok untuk memberikan solusi pada pola yang bersifat kompleks dan pelaksanaan algoritma ini lebih cepat dan efisien karena tergantung pada jumlah data pada *input output* yang tersedia dalam lapisan.



Gambar 2. Alur Pelatihan dan Pengujian Citra Tanda Tangan.

Penelitian ini terdiri dari beberapa langkah atau tahap yang saling berkesinambungan satu sama lain, seperti pada Gambar 2. Citra tanda tangan dalam format digital digunakan sebagai sampel dengan ukuran yang sudah ditentukan. Setelah pengambilan sampel tanda tangan, kemudian pada fase pelatihan, citra akan dikenai beberapa proses yaitu *threshold*, alihragam *Wavelet*, *thinning*, dan dilatih menggunakan *JST Backpropagation*. Pada fase pengujian, citra akan diberlakukan proses yang sama namun kemudian akan dibandingkan dengan citra terkait yang sudah disimpan di dalam basis data.

### Citra Tanda Tangan

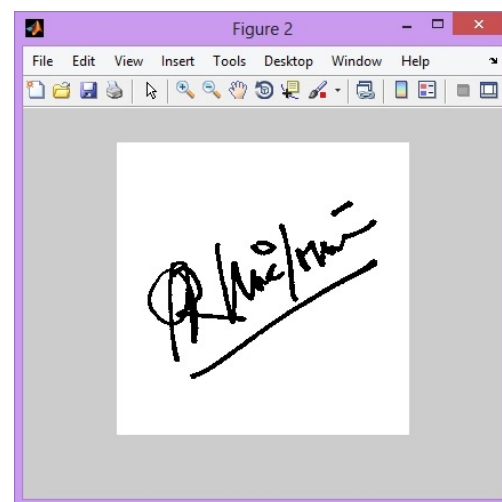


Gambar 3. Citra asli.

Objek berupa citra tanda tangan ini ditangkap dengan menggunakan alat berupa *scanner*. Citra tanda tangan yang masih mentah ini berupa citra RGB dan kemudian

perlu diatur dalam ukuran dan format yang diinginkan. Pada penelitian ini dibutuhkan citra dengan ukuran 256x256 piksel, sehingga sampel citra yang digunakan memiliki ukuran yang seragam. Pemilihan alat berupa *scanner* ini untuk meminimalkan jarak pengambilan gambar supaya stabil, karena jika pengambilan gambar dengan menggunakan kamera akan lebih rentan terhadap penskalaan. Stabilitas posisi, ukuran, dan jarak dalam penangkapan citra ini akan sangat berpengaruh pada saat proses identifikasi dan verifikasi. Dalam penelitian ini yang terpenting adalah untuk mendapatkan pola atau karakteristik tanda tangannya saja sehingga warna yang ada pada citra tidak begitu penting. Untuk mendapatkan pola dari citra ini cukuplah dengan menggunakan citra biner. Hasil citra digital yang ditangkap dengan menggunakan *scanner* dapat dilihat pada Gambar 3.

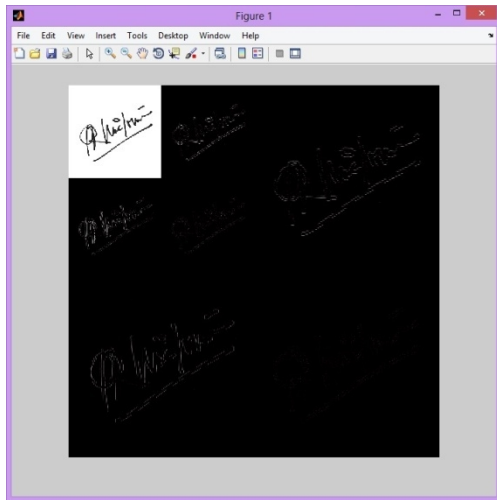
### Threshold



Gambar 4. Citra hasil *threshold*

Dalam proses identifikasi dan verifikasi ini melibatkan pola yang ada pada citra. Pola-pola ini menjadi dasar untuk mengenali citra tanda tangan oleh karena itu warna dalam citra tersebut tidak menjadi prioritas penting. Citra asli yang ditangkap merupakan citra RGB sedangkan yang dibutuhkan untuk penelitian ini cukup citra biner saja karena dengan menggunakan citra biner ini maka secara otomatis beban komputasi lebih ringan mengingat komputasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini cukup berat. Hal tersebut dapat diatasi dengan penggunaan teknik *threshold* karena teknik ini dapat dimanfaatkan untuk mengubah citra RGB menjadi citra biner. Citra yang dihasilkan memiliki karakteristik yang lebih tegas dan dapat mempermudah untuk proses selanjutnya karena beban komputasi yang lebih ringan. Citra hasil *threshold* dapat dilihat pada Gambar 5.

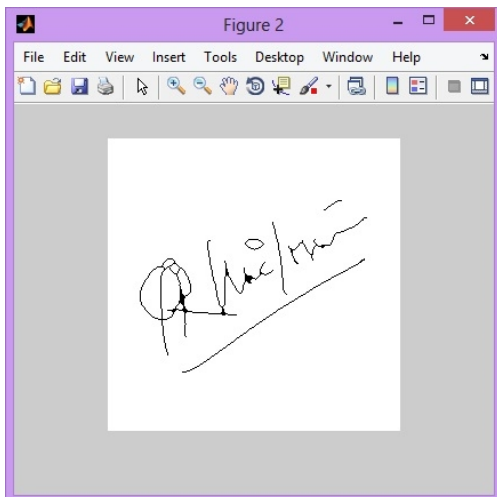
### Alihragam Wavelet



Gambar 5. Citra hasil wavelet

Posisi tanda tangan yang mempengaruhi rotasi dan beberapa dampak perubahan geometris ini menjadi cukup kompleks. Perbedaan posisi tanda tangan akan menjadikan pola citra menjadi berbeda pula. Hal tersebut memberikan peluang bagi alihragam wavelet untuk menangani kompleksitas tersebut. Penelitian ini memanfaatkan Wavelet Daubechies level tiga untuk mendapatkan citra yang baik. dalam pemilihan tipe wavelet ini memerlukan percobaan untuk mencari hasil citra yang paling maksimal. Penggunaan teknik ini akan membedakan antara citra resolusi rendah dan resolusi tinggi. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini

### Thinning

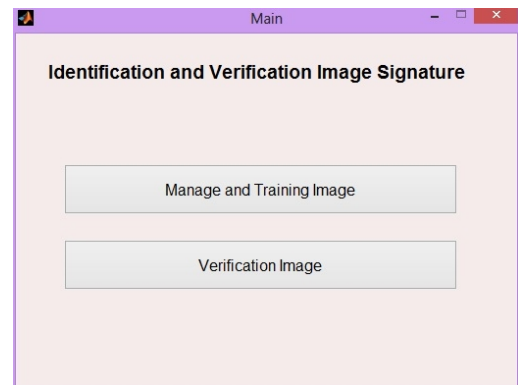


Gambar 6. Citra biner hasil proses thinning.

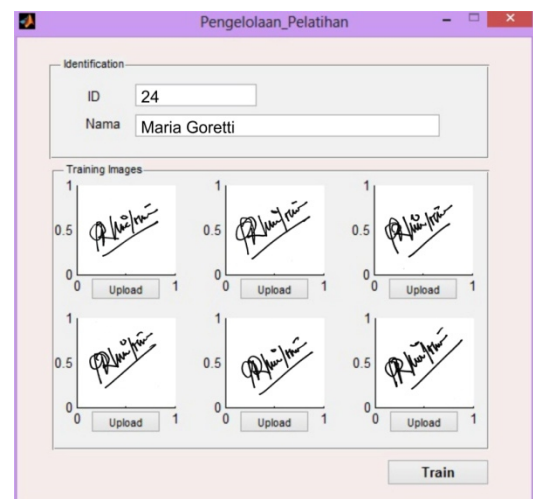
Ketebalan coretan dalam pembuatan tanda tangan ini tergantung pada fisiologis seseorang pada saat itu. Pada saat yang bersamaan dan dengan orang yang sama, belum tentu menghasilkan tanda tangan yang sama. Posisi fisik seseorang pada saat menuliskan tanda tangan akan sangat mempengaruhi bentuk atau ketebalan tanda tangan. Permasalahan tersebut dapat ditangani dengan

menggunakan teknik *thinning*. Teknik ini akan memproses citra hasil dari alihragam wavelet yang masih memiliki ketebalan tulisan yang bervariasi. Teknik thinning akan memproses citra biner dengan mengurangi ketebalan tanda tangan hingga mendekati satu piksel. Hasil dari *thinning* ini nampak seperti kerangka karena piksel-piksel di bagian pinggir dan sekitarnya dihilangkan supaya terlihat pola aslinya. Hasil citra setelah proses *thinning* dapat dilihat pada Gambar 6.

Beberapa tahap dalam pengolahan citra ini akan lebih mudah diakses dan dilihat hasilnya dengan memanfaatkan antarmuka. Antarmuka dirancang untuk menampilkan tahapan yang harus dilakukan oleh user dan juga akan memberikan *feedback* berupa hasil dari pemrosesan. Pada penelitian ini terdapat tiga antarmuka yang digunakan yaitu untuk menu utama (Gambar 7.), pengelolaan dan pelatihan (Gambar 8.), dan Pengujian (Gambar 9.)



Gambar 7. Menu Utama



Gambar 8. Pengelolaan dan Pelatihan Tanda Tangan





Gambar 9. Pengujian Tanda Tangan

### 3. Kesimpulan

Analisis dan perancangan identifikasi serta verifikasi tanda tangan statik telah berhasil dilakukan. Pemilihan metode dan teknik yang tepat dapat mengoptimalkan akurasi dalam menentukan keaslian tanda tangan. Akurasi yang didapat akan menentukan asli atau palsu suatu tanda tangan sehingga tindak pemalsuan tanda tangan dapat teratasi.

### Daftar Pustaka

- [1] Khamdi, M., *Solo Pos*. [www.Solopos.com](http://www.Solopos.com), 2013.
- [2] Choudhary, Nilesh Y., Patil, Rupal, "Signature Recognition & Verification System Using Back Propagation Neural Network", *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)*, vol. 2, no 1, pp.1-8, 2013.
- [3] Kumar, S., Raja, K. B., Chotary, R. K. & Pattanaik, S., "Offline Signature Verification Based on Fusion of Grid and Global Features Using Neural Networks", *International Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 2, no 12, pp. 7035-7044, 2010
- [4] Kalera, M. K., Srihari, S. & Xu, A., "Offline Signature Verification and Identification Using Distance Statistics", *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, vol. 18, no 7, 2004.
- [5] Haleem, M. G. A., George, L. E. & Bayti, H. M., "Fingerprint Recognition Using Haar Wavelet Transformation and Local Ridge Attributes Only", *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 4, no 1, pp. 122-130, 2014.
- [6] Garhawal, S. & Shukla, N., "A Study on Handwritten Signature Verification", *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJEARCET)*, vol. 2, no 8, pp. 2497-2503, 2013.
- [7] Alamoudi, O. Omar & Elfaki, M. S., "Offline Signature Verification Using Machine Vision", *Journal of Science & Technology*, vol. 14, no 2, pp. 3-35, 2009.
- [8] Abdullah, A. A., & Shaharum, S. M., "Lung Cancer Cell Classification Method Using Artificial Neural Network", *Information Engineering Letters*, vol. 2, no 1, pp. 48-57, 2012.
- [9] Basu, J. K., Bhattacharyya, D. & Kim, T., "Use of Artificial Neural Network in Pattern Recognition", *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, vol. 4, no 2, pp. 40-42, 2010.
- [10] Bhulyan, A. H., Azad, I. & Uddin, K., "Image Processing for Skin Cancer Features Extraction", *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 4, no 2, pp. 1-6, 2013.
- [11] Patil, S. A. & Kuchnaur, M. B., "Lung Cancer Classification Using Image Processing", *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEAT)*, vol. 2, no 3, pp. 37-42, 2008.
- [12] Antonelli, A., Cappelli, R., Maio, D. & Maltoni, D., "Fake Finger Detection by Skin Distortion Analysis", *IEEE Transaction on Information Forensics and Security*, vol. 1, no 3, pp. 360-373, 2006.
- [13] Ani, M. S. & Aloosi, W. M., "Biometric Fingerprint Recognition using Discrete Cosine Transform (DCT)", *International Journal of Computer*, vol. 69, no 6, pp. 44-48, 2013.
- [14] Kisku, D. R., Gupta, P. & Sing, J. K., "Offline Signature Identification by Fusion of Multiple Classifiers Using Statistical Learning Theory", *International Journal of Security and Its Applications*, vol. 4, no 3, pp. 35-45, 2010.
- [15] Bhattacharyya, D. & Kim, T., "Design of Artificial Neural Network for Handwritten Signature Recognition", *International Journal of Computer and Communication*, vol. 4, no 3, pp. 59-66, 2010.
- [16] Impedovo, D. & Pirlo, G., "Automatic Signature Verification The State of The Art", *IEEE Transactions On Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 38, no 5, pp. 609-635, 2008.
- [17] Jagna, A., & Kamakshiprasad, V., "New Parallel Binary Image Thinning Algorithm", *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 5, no 4, pp. 64-67, 2010.
- [18] Kaur, K. & Sharma, M., "A Method for Binary Image Thinning using Gradient and Watershed Algorithm", *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, vol. 3, no 1, pp. 287-290, 2013.
- [19] Kosbatwar, S. P. & Pathan, S. K., "Pattern Association for Character Recognition by Back Propagation Algorithm Using Neural Network Approach", *International of Computer Science & Engineering Surey (IJCSSES)*, vol. 3, no 1, pp. 127-134, 2012.
- [20] Sthapak, S., Khopade, M. & Kashid, C., "Artificial Neural Network Based Signature Recognition & Verification", *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 3, no 2, pp. 205-207, 2009.
- [21] Patil, P. G. & Hegadi, R. S., "Offline Handwritten Signature Classification Using Wavelets and Support Vector Machines", *International Journal Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, vol. 2, no 4, pp. 537-578, 2013.
- [22] Saranya, P., Fatimakani, K., Kanchanadevi, P., Venkatesan, S., & Govindaraju, S., "A Survey on Wavelet Domain techniques for Image Super Resolution", *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, vol. 3, no 3, pp. 235-243, 2014.
- [23] Dewan, U. & Ashraf, J., "Offline Signature Verification Using Neural Network", *International Journal of Computational Engineering & Management*, vol. 15, no 4, pp. 50-54, 2012.

### Biodata Penulis

**Rosalia Arum Kumalasanti**, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.T.), Jurusan Teknik Informatika Universitas Atma Jaya Yogyakarta, lulus tahun 2012.

**Ernawati**, selaku dosen Teknik Informatika dan Magister Teknik Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

**B. Yudi Dwiandiyanta**, selaku dosen Teknik Informatika dan Magister Teknik Informatika, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.