

PERANCANGAN PERBANDINGAN IDENTIFIKASI TANDA TANGAN STATIK MENGGUNAKAN ALIHHRAGAM WAVELET SYMLET DAN COIFLET

Kumalasanti, Rosalia Arum¹, Susanti, Erma²

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

²Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

¹rosaliaarum@akprind.ac.id, ²erma@akprind.ac.id

Abstract

Signatures are personal identities that can be used as evidence of document legality. The use of signs is fairly easy and simple, no expensive electronic equipment needed. This is what makes this signature is still common nowadays. The higher needs for transactions in society will give effects to the irresponsible parties. The lack of security tools for transactions or transactions involving this signature makes the roles of signature is at risk. The Signatures belongs to the authentic holder is supposed to be an important discussion for the sake of society.

This research will discuss about signature identification to recognize the authentic holder of the signature. This process consists of two main parts: training and testing. The image size is 256x256 pixels. At the training stage, hand drawings used are the threshold, wavelet Symlet and Coiflet wavelets, normalization and then will be generated using Backpropagation Neural Network (ANN) algorithm. The testing stage has the same process but at the end of the process will be comparison between the image data that has been stored with the comparison image. ANN can work optimally when it is trained using the calculated data input, parameters, and number of nodes on the network. It is expected that these wavelets can determine the optimal wavelets and parameters in identification. The range of applied wavelets are Symlet and Coiflet.

Keyword : JST Backpropagation, Wavelet, Symlet, Coiflet

Pendahuluan

Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang sangat pesat di era ini membuat intensitas transaksi di masyarakat semakin tinggi. Transaksi berupa barang atau jasa dari satu pihak ke pihak lain. Mulai maraknya *online shop*, pendaftaran lapangan pekerjaan melalui dunia maya, media sosial yang dapat dimanfaatkan sebagai alat penerus informasi. Lapangan pekerjaan dan berbagai macam bisnis banyak ditawarkan melalui media sosial. Kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat akhirnya membuka peluang untuk berbisnis di dunia maya dengan memanfaatkan media sosial. Tanpa memerlukan tempat secara fisik, tanpa bertatap muka, bisnis tetap dapat berjalan dan ini membuat segalanya menjadi lebih mudah. Kemajuan teknologi ini pun juga diikuti oleh munculnya *cyber*

crime atau kejahatan di dunia maya. Ada beberapa jenis kejahatan dunia maya yang bertujuan untuk merusak data atau menyalahgunakan data. Undang-undang ITE telah mengatur aktifitas atau kegiatan yang berkaitan dengan kejahatan dunia maya. Diharapkan dengan adanya undang-undang tersebut dapat mempertegas kegiatan *cyber crime* dan memberikan dampak jera bagi pelaku kejahatan. Kemajuan teknologi ini selain memberikan dampak positif, pastinya juga akan muncul dampak negatif.

Menurut data yang dipublikasikan oleh Solo Pos, menyatakan bahwa Kejaksaan Negeri (Kejari) Solo terjadi tindak pemalsuan tanda tangan dalam pencairan dana melalui Bank UOB Solo. Tersangka melakukan pemalsuan tanda tangan untuk mencairkan dana milik temannya namun penyalahgunaan transaksi tersebut dapat segera ditanggulangi oleh pihak berwajib. Kebutuhan hidup manusia yang semakin meningkat juga mempengaruhi melonjaknya kebutuhan lapangan kerja (Ismail, 2016). Berbagai macam cara dilakukan demi bisa mendapatkan pekerjaan sesuai yang diinginkan, namun hal ini juga berdampak adanya tindak kejahatan terkait pemalsuan tanda tangan. Data yang dipublikasikan oleh Solo Pos menyatakan bahwa di kota Solo terjadi tindak kecurangan dalam pengiriman berkas lamaran para Calon Pegawai Negeri Sipil (CPNS) dengan memalsukan tanda tangan pada bagian legalisir ijazah sebanyak 40% dari 247 peserta. Kejadian tersebut dapat diketahui setelah tim verifikasi memeriksa berkas lamaran (Khamdi, 2013). Identitas diri yang disalahgunakan oleh pihak yang tidak bertanggungjawab seperti yang sudah dipaparkan di atas merupakan contoh bahwa kepemilikan identitas terutama tanda tangan ini sangat penting dan sensitif. Tanda tangan merupakan bukti legalitas untuk suatu kegiatan transaksi atau legalitas suatu dokumen. Pemalsuan tanda tangan ini terintegrasi dokumen dari sekolah atau kampus, perusahaan, perbankan, dan bahkan pemerintahan yang disalahgunakan. Kesadaran masyarakat akan pentingnya identitas ini masih terlalu rendah sehingga tindak kejahatan ini selalu terjadi di tiap tahunnya. Tanda tangan merupakan cara termudah dan praktis dalam memberikan bukti legalitas karena tidak memerlukan peralatan elektronik. Tanda tangan adalah tanda kepemilikan yang memang secara fisiologis menjadi ciri khas untuk setiap individu. Penelitian terkait dapat disebut sebagai ilmu biometrik. Biometrik adalah ilmu *automatic recognition of individual* yang tergantung pada fisiologis dan perilaku suatu atribut (Kumar et al., 2010). Terdapat dua metode utama dalam suatu kegiatan verifikasi tanda tangan, yaitu pendekatan secara dinamik (*online*) dan statik (*offline*) (Mohammadzade & Ghonodi, 2012).

Permasalahan

Kebutuhan masyarakat yang semakin tinggi berdampak pula pada kebutuhan akan kemudahan bertransaksi. Dimanapun, kapanpun, masyarakat mengupayakan untuk mendapatkan kemudahan itu. Keterbatasan waktu karena aktifitas yang padat dan kebutuhan transaksi yang semakin tinggi ini akhirnya banyak dimanfaatkan oleh berbagai pihak untuk memberikan solusi. Berbagai macam bentuk kemudahan ditawarkan untuk memberikan pelayanan yang optimal bagi masyarakat. Identitas diri yang menjadi bukti dari legalitas suatu transaksi menjadi hal yang sangat sensitif untuk digunakan. Kemudahan orang untuk menggunakan identitas diri sebagai bukti legalitas ternyata juga mengundang adanya tindak kejahatan. Salah satu identitas diri yang sering digunakan adalah tanda tangan. Tanda tangan menjadi salah satu bentuk bukti legalitas yang sejak dulu hingga sekarang masih digunakan. Tanda tangan masih eksis hingga

sekarang karena setiap orang dapat menggunakannya dimanapun dan kapanpun tanpa membutuhkan peralatan elektronik yang mahal.

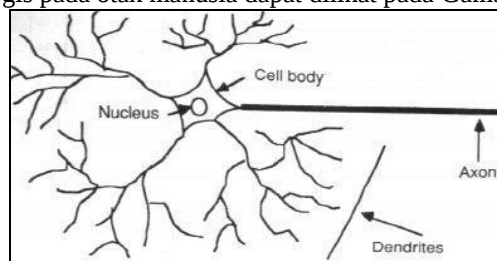
Penelitian ini bertujuan untuk menjadikan tanda tangan sebagai objek yang patut dan perlu dilindungi dalam hal keasliannya, maka perlu adanya identifikasi tanda tangan supaya terhindar dari tindak kecurangan seperti pemalsuan tanda tangan oleh pihak yang tidak bertanggungjawab.

Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan pada penelitian ini akan mengembangkan sistem pengenalan pola tanda tangan statik. Sistem ini akan melibatkan algoritma *Backpropagation* dan beberapa parameter untuk memberikan hasil yang optimal. Alihramgam *wavelet* dimanfaatkan dalam *preprocessing* citra untuk mendapatkan informasi yang diinginkan. Sampel tanda tangan manual di atas media kertas ini akan dipindai lalu dikenai proses pelatihan dan pengujian. Pada tahap pengujian, sistem akan membandingkan citra yang sudah dilatih dengan citra uji.

Landasan Teori

Penelitian identifikasi citra tanda tangan ini didasarkan pada penggunaan pengolahan citra pada komputer dan teknik pengenalan pola untuk memecahkan berbagai jenis masalah yang ditemui saat masuk pada *preprocessing*. Pengenalan pola adalah cabang ilmu yang berkembang khususnya dalam pengklasifikasian untuk mengenali objek yang tidak diketahui sehingga dalam hal ini bertujuan untuk menetapkan salah satu dari serangkaian kemungkinan (Verma & Goel, 2011). Jaringan syaraf menawarkan model matematis sebagai teknik untuk meniru cara kerja otak manusia. Jaringan syaraf secara umum sangat saling berhubungan dengan sejumlah besar elemen pemrosesan yang disebut neuron yang dianalogikan sebagai otak dan memiliki pemrosesan yang terdistribusi secara paralel (Kosbatwar & Pathan, 2012). Jaringan syaraf tiruan terinspirasi secara biologis program komputer untuk memanipulasikan cara kerja otak manusia dalam menerima informasi. Hal tersebut merupakan pendekatan yang kuat untuk membangun hubungan yang kompleks dan nonlinear antara satu set input dan data output. Ketika neuron menerima masukan yang cukup besar dibandingkan dengan penghambatan pada *input*, maka ia mengirimkan aktivitas listrik ke akson. Pembelajaran terjadi dengan mengubah efektivitas sinap sehingga pengaruh satu neuron akan memberikan perubahan lain pula (Abikoye et al., 2011). Neuron biologis pada otak manusia dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Neuron Biologis (Oladele et al., 2014).

Jaringan syaraf tiruan secara karakteristik terstruktur dalam lapisan yang terdiri dari sejumlah node yang memegang fungsi aktivasi. Pola yang teredia untuk jaringan

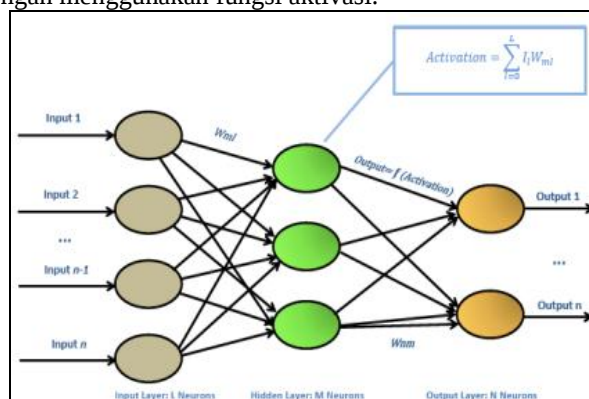
dengan melalui lapisan input yang berkomunikasi dengan satu atau lebih lapisan tersembunyi dengan menggunakan sistem koneksi subjektif. Lapisan tersembunyi kemudian bersatu untuk menuju pada lapisan *output* (Sthapak et al., 2013). Pada lapisan output jaringan syaraf tiruan terdiri dari satu neuron yang memberikan tingkat kepercayaan keaslian tanda tangan yang diberikan ke jaringan dengan memberikan tingkat kepercayaan dari 0 sampai 1 (Tiwari & Sharma, 2012).

Alihragam *wavelet* pada penelitian ini dimanfaatkan dalam *preprocessing*. Gelombang *wavelet* memiliki batas durasi dengan nilai rata-rata adalah nol. Alihragam *wavelet* merupakan cara untuk mewakili sinyal pada frekuensi waktu dan bentuk (Telagarapu, et al., 2011). Ada pula beberapa jenis *wavelet transform*, meliputi (Patil & Hegadi, 2013) :

1. *Continues Wavelet Transform*. *Continues Wavelet Transform* akan menghitung koefisien *wavelet* pada setiap skala yang memungkinkan. CWT mampu mengoperasikan pada skala banyak mulai dari sinyal asli ke beberapa skala maksimum.
2. *Discrete Wavelet Transform*. *Discrete Wavelet Transform* dihitung hanya pada skala dan posisi yang dipilih berdasarkan kekuatan yang disebut *dyadic scales* dan posisi, maka analisis akan jauh lebih efisien dan akurat. Sinyal yang akan dianalisis dilewatkan melalui filter dengan frekuensi *cut off* yang berbeda pada skala yang berbeda pula. DWT merupakan cara yang efisien dan akurat yang digunakan pada citra berupa data yang bersifat diskrit.

Algoritma *Backpropagation*

Berbagai algoritma banyak ditawarkan di dunia pengolahan citra karena berbeda kasus, berbeda pula teknik dan algoritma yang digunakan. Pada penelitian ini memanfaatkan algoritma *backpropagation* yang sudah populer akan kehandalannya dalam bidang pengolahan citra. *Backpropagation* termasuk algoritma pembelajaran terbimbing karena hasil atau tujuannya sudah ditetapkan sebelumnya. Algoritma *backpropagation* memanfaatkan *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 tersebut akan diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi.



Gambar 2. Backpropagation Neural Network (Dewan & Ashraf, 2012)

Pemilihan bobot awal sangat memberikan pengaruh pada jaringan syaraf dalam pencapaian nilai minimum global terhadap nilai *error*. Nilai bobot awal yang terlalu besar akan menyebabkan *input* ke setiap lapisan tersembunyi atau lapisan *output* akan jatuh di daerah yang memiliki turunan fungsi sigmoid bernilai kecil, dan begitu pula sebaliknya. Siklus algoritma *backpropagation* melalui dua tahap yang berbeda yaitu tahap *forward pass* yang diikuti *backward pass* melalui dua lapisan jaringan dan dua tahap tersebut dikenai pelatihan data (Ganatra et al., 2011). Dengan diawali *input* dan diakhiri dengan *output* seperti gambar 2.

Setiap individu memiliki identitas sebagai atribut yang digunakan sebagai tanda pengenal. Salah satu identitas diri yang sering digunakan dan sudah menjadi hal umum untuk identitas diri yang otentik adalah penggunaan tanda tangan atau signature. Karakteristik tanda tangan yang begitu sensitif dan sangat aktif digunakan sebagai identitas maka perlu adanya pengamanan, maka pada penelitian ini akan dirancang sistem untuk identifikasi. Menurut Kumar, (2011) jika dilihat dari alat untuk input data, maka terdapat dua kelas dari sistem verifikasi tanda tangan, yaitu:

1. *Online (Dynamic) system*. Tanda tangan online menggunakan informasi yang dinamis seperti tekanan pada ujung pena, arah setiap stroke yang akan diambil sebagai tanda tangan sementara penandatanganan sedang menulis dan dieksekusi oleh sistem.
2. *Offline (Static) system*. Tanda tangan offline didasarkan pada penggunaan citra pada komputer melalui teknik pengolahan dan pengenalan pola untuk memecahkan berbagai jenis masalah yang dihadapi dalam preprocessing, ekstraksi fitur, specimen comparison dan evaluasi kinerja.

Studi Pustaka

Pola dari tanda tangan ini dapat dipelajari ciri-cirinya supaya dapat dibedakan antara tanda tangan yang asli dengan yang palsu. 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 (Basu, et al., 2010). Pemanfaatan pengenalan pola dalam dunia medis biasanya digunakan untuk mendiagnosa suatu penyakit atau bisa juga digunakan untuk mengetahui perkembangan janin yang ada di dalam kandungan. 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 tepat yang nantinya akan digunakan untuk penindakan lebih lanjut bagi pasien. Pembangunan sistem tersebut bertujuan untuk memberikan informasi tambahan bagi dokter dalam mengambil keputusan tahap medis berikutnya (Gurgaon, 2013; Bhulyan et al., 2013).

Metode Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini memerlukan data konkret dan juga membutuhkan partisipan atau penandatanganan untuk pengumpulan data berupa tanda tangan sebagai sampel. Adapun langkah penelitian yang dilakukan dalam proses penyusunan penelitian yang meliputi beberapa tahap sebagai berikut:

Metode Studi Pustaka

Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan data dari buku-buku referensi maupun sumber lain yang ada kaitannya dengan pengolahan citra, pengenalan pola, khususnya untuk identifikasi dan verifikasi tanda tangan statik. Kegunaan metode ini adalah untuk mempertegas teori serta untuk keperluan analisis dan mendapatkan data supaya dapat dibandingkan dengan citra terkait sehingga sistem dapat menentukan keaslian tanda tangan.

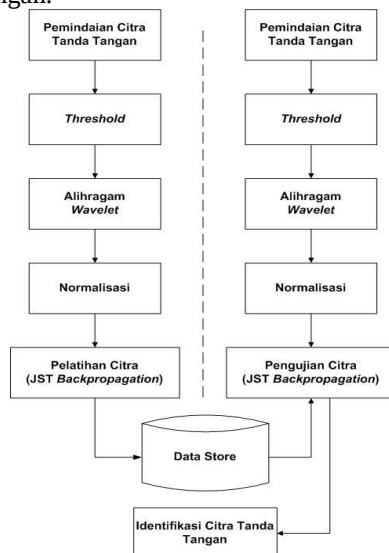
Metode Pembangunan Perangkat Lunak

Metode ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Analisis Sistem, yaitu proses untuk mendefinisikan kebutuhan perangkat lunak yang akan dibangun.
2. Perancangan Sistem, yaitu proses untuk mendefinisikan perancangan sistem yang akan dibangun.
3. Pengkodean, yaitu proses penulisan program dalam rangka merealisasikan rancangan sistem dan akan dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman yang berlaku yaitu MATLAB 2013.
4. Pengujian Perangkat Lunak, yaitu proses pengujian kesesuaian spesifikasi awal yang ditetapkan dengan output sistem.

Metode Pengembangan Perangkat Lunak

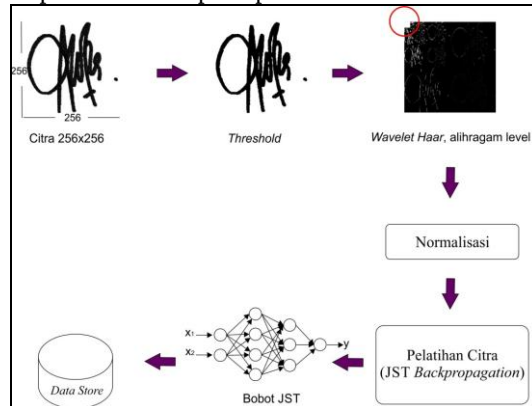
Diagram alir identifikasi tanda tangan static dapat dilihat pada gambar 3. Proses identifikasi terdiri dari pelatihan dan pengujian citra. Proses identifikasi citra tanda tangan dimulai dari proses pelatihan yaitu pemindaian citra tanda tangan, threshold, alihragam wavelet, normalisasi, pelatihan citra dengan menggunakan JST Backpropagation, sampai data disimpan di data store. Selanjutnya dilakukan pengujian citra dimulai dengan pemindaian citra tanda tangan, threshold, alihragam wavelet, normalisasi, pengujian citra dengan JST Backpropagation sampai mendapatkan hasil identifikasi citra tanda tangan.



Gambar 3. Diagram Alir Identifikasi Tanda Tangan Statik

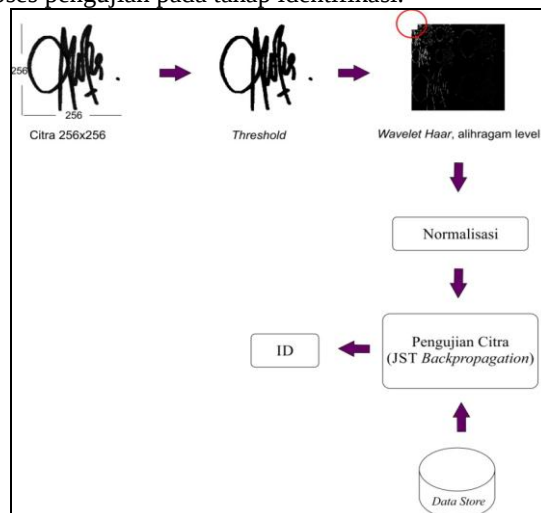
Hasil dan Pembahasan

Identifikasi dan verifikasi citra tanda tangan ini masing-masing terdiri atas pelatihan dan pengujian. Sampel citra tanda tangan dengan ukuran 256x256 akan dikenai proses *threshold* dan alihragam *wavelet* untuk kemudian dilatih dengan menggunakan *JST Backpropagation*. Hasil dari pelatihan citra ini adalah berupa bobot yang kemudian dipilih yang paling optimal dan disimpan pada *data store* gambar 4 merupakan gambaran pelatihan citra pada proses identifikasi.



Gambar 4. Pelatihan pada proses Identifikasi

Pengujian pada tahap identifikasi ini merupakan tahap untuk membandingkan data yang sudah tersimpan pada *data store* dengan data citra uji. Citra uji yang digunakan juga harus melewati beberapa proses yaitu *threshold*, alihragam *wavelet* level 4, dan normalisasi untuk kemudian siap diujikan. Keluaran yang didapat dari pengujian ini adalah ID yang sesuai dengan citra terkait. Gambar 5 merupakan gambaran dari proses pengujian pada tahap identifikasi.

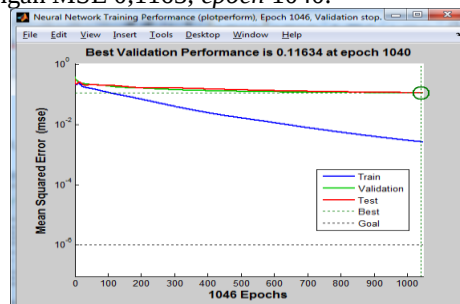


Gambar 5 Pengujian pada proses Identifikasi

Pada tahap ini, penulis melibatkan 15 partisipan sebagai sampel yang akan dilatih pada sistem. Setiap individu diwakili oleh enam sampel tanda tangan sehingga jumlah sampel tanda tangan keseluruhan adalah 90 sampel citra. Citra tanda tangan yang terkumpul ini akan diseragamkan ukurannya menjadi 256x256 piksel. Setelah citra dianggap sudah memenuhi ketentuan, maka citra-citra ini akan diproses melalui tahap-tahap algoritma yang sudah ada sehingga data hasil pemrosesan yang diperoleh kemudian disimpan dalam *data store*. Citra yang sudah tersimpan di dalam *data store* ini kemudian dilatih dengan menggunakan *JST Backpropagation*. Dalam menentukan jaringan yang optimal, tentunya melibatkan parameter-parameter yang bertujuan untuk memberikan nilai akurasi yang optimal pula.

Pada penelitian ini sangat penting untuk memperhitungkan ukuran data input yang akan dilatih dengan menggunakan *JST*. Ukuran data input ini nantinya akan mempengaruhi beban komputasi atau cepat lambatnya pemrosesan pada komputer. Sebelum data dilatih dan diuji, perlu dilakukan percobaan-percobaan untuk menentukan jenis *wavelet*, level *wavelet*, jumlah node, dan jumlah *layer* pada *JST*. Pada sistem ini, setiap individu diwakili oleh enam buah sampel tanda tangan di atas kertas yang kemudian sampel tersebut dipindai menggunakan *scanner* dan diseragamkan ukuran pikselnya. Citra-citra digital yang sudah tersedia ini disimulasikan menggunakan beberapa jenis *wavelet*, meliputi *Symlets 2*, dan *Coiflets 2*. Hasil dari percobaan tersebut disimpan di dalam *data store* yang akan dilatih dengan menggunakan *JST Backpropagation* sehingga dapat dilihat *Wavelet* yang memberikan hasil paling optimal yang akan digunakan pada tahap berikutnya.

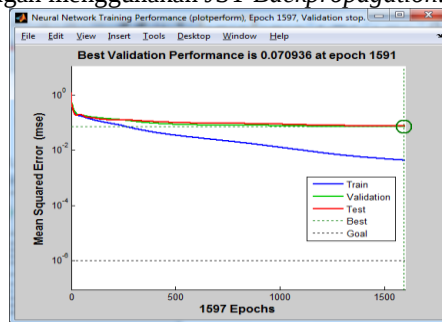
Percobaan ini diaplikasikan dengan menggunakan alihragam *wavelet* level 4 sehingga diperoleh input untuk tiap citra adalah 16x16. Selama melakukan percobaan menggunakan *wavelet* pada level 4 ini, sistem berjalan stabil dan dalam pemilihan jumlah node lebih variatif sehingga lebih leluasa dalam melakukan percobaan untuk menemukan parameter yang ideal. Setelah melakukan beberapa percobaan maka telah didapat parameter yang ideal dan jumlah node yang ideal. Percobaan awal dicoba dengan menggunakan *learning rate* 0,1. Jumlah *node* yang digunakan adalah 20 dan 10 pada dua *hidden layer*. 6 merupakan grafik kinerja *JST backpropagation* menggunakan *Wavelet Symlets 2* dengan MSE 0,1163, epoch 1040.



Gambar 6. Kinerja *JST* menggunakan *Wavelet Symlets 2*, alihragam level 4 dan *learning rate* 0,1

Gambar 7 merupakan grafik kinerja *JST backpropagation* menggunakan *Wavelet Coiflet 2* dengan MSE 0,0709, epoch 1591. Citra telah diaplikasikan ke

beberapa *wavelet* di atas kemudian dari data tersebut dapat dilihat akurasi yang dicapai untuk tiap *Wavelet* dengan menggunakan JST *Backpropagation*.



Gambar 7. Kinerja JST menggunakan *Wavelet Coiflet 2*, alihragam level 4 dan *learning rate* 0,1

Penelitian ini melibatkan 15 partisipan sebagai sampel yang akan dilatih pada sistem. Setiap individu diwakili oleh enam sampel tanda tangan sehingga jumlah sampel tanda tangan keseluruhan adalah 90 sampel citra. Citra tanda tangan yang terkumpul ini akan diseragamkan ukurannya menjadi 256x256 piksel. Tabel 1 dibawah ini merupakan sampel sejumlah 15 partisipan dengan masing-masing memberikan enam sampel tanda tangan dengan menggunakan media pena di atas kertas. Masing-masing penulis diberikan ID supaya memudahkan dalam proses identifikasi.

Tabel 8. Sampel Tanda Tangan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi pelatihan dan simulasi pengujian, yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem identifikasi dan verifikasi tanda tangan statik dengan menggunakan JST *Backpropagation* merupakan algoritma yang sesuai dengan identifikasi tanda tangan statik.

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, penelitian ini mendapatkan parameter dan dua jenis *wavelet* yang cocok untuk mencapai hasil yang optimal. Diharapkan dengan menggunakan *wavelet Coiflet* dan *Symlet* akan didapat prosentase yang optimal dari salah satu *wavelet* tersebut. Prosentase yang optimal diharapkan dapat memberikan hasil identifikasi yang sesuai dengan kepemilikan tanda tangan.

Daftar Pustaka

- Abikoye, O.C., Mabayoje, M.A. & Ajibade, R., 2011. Offline Signature Recognition & Verification using Neural Network. *International Journal of Computer Applications*, 35(2), pp.44-51.
- Bhulyan, A. H., Azad, I. & Uddin, K., 2013. Image Processing for SKin Cancer Features Extraction. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(2), pp. 1-6.
- Dewan, U. & Ashraf, J., 2013. Offline Signature Verification Using Neural Network. *International Journal of Computer and Communication Security*, 1(4), pp.143-5
- Gurgaon, 2013. Computer Aided Diagnosis Based on Medical Image Processing and Artificial Intelligence Methodes. *International Journal of Information and Computation Technology*, 3(9), pp. 887-892.
- Ismail, M., 2016. <http://www.solopos.com>. [Online] Available at: <http://www.solopos.com/2016/09/30/pemalsuan-solo-kejari-tahan-tersangka-pemalsu-tanda-tangan-di-bank-uob-757117> [Accessed 26 04 2017].
- Kaur, T., 2012. Implementation of Backpropagation Algorithm a Neural Network Approah for Pattern Recognition. *International Jorunal of Engineering Research and Development*, 1(5), pp.30-37
- Khamdi, M., 2013. Solo Pos. [Online] Available at: www.solopos.com [Accessed 4 Oktober 2014].
- Kosbatwar, S.P. & Pathan, S.K., 2012. Pattern Association for Character Recognition by Back Propagation Algorithm Using Neural Network Approach. *International of Computer Science & Engineering Survey (IJCSES)*, 3(1), pp.127-34.
- Kumar, L. R., 2011. Genuine and Forged Offline Signature Verification Using Backpropagation Neural Network. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 2(4), pp. 1618-1624.
- Kumar, S., Raja, K. B., Chhotaray, R. K. & Pattanaik, S., 2010. Offline Signature Verification Based on Fusion of Grid and Global Feature Using Neural Networks. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 2(12), pp. 7035-7044.
- Mohammadzade, M. & Ghonodi, A., 2012. Persian Offline Signature Recognition with Structural and Rotation Invariant Features Using by One Against All SVM. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 2(2), pp. 260-263.
- Oladele, T.O., Adewole, K.S. & Oyelami, A.O., 2014. Forged Signature Detection Using Artificial Neural Network. *African Journal of Computing & ICT*, 7(3), pp.11-20
- Patil, P. G. & Hegadi, R. S., 2013. Offline Handwritten Signature Classification Using Wavelet and Support Vector Machines. *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology*, 2(4), pp. 573-575.
- Sharma, P., Malik, S., Sehgal, S. & Pruthi, J., 2013. Computer Aided Diagnosis Based on Medical Image Processing and Artificial Intelegence Method. *International Journal of Information and Computation Technology*, 3(9), pp.887-92.

- Shihab, K. & Shailka, S., 2013. Neural Network Based Offline Signature Recognition and Verification System. *Research Journal of Engineering Science*, 2(2), pp.11-15.
- Scmitt, E., Idowu, P. & Morales, A., 2010. Application of Wavelets in Introduction Machine Fault Detection. *Ingeniare Revista Chilena de Ingenieria*, 18(2), pp. 887-892.
- Sigari, M. H., Pourshahabi, M. R. & Pourreza, H. R., 2011. Offline Handwritten Signature Identification and Verification Using Multi Resolution Gabor Wavelet. *International Journal of Biometrics and Bioinformatics*, 5(4), pp. 234-248.
- Sthapak, S., Khopade, M. & C, K., 2013. Artificial Neural Network Based Signature Recognition & Verification. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3(8), pp.191-97.
- Telagarapu, P., Naveen, V. J. & Prasanhit, A. L., 2011. Image Compression Using DCT and Wavelet Transformations. *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, 4(3), pp. 61-74.
- Tiwari, D. & Sharma, B., 2012. Development of Intelligent Network for Offline Signature Verification Using Pixel Density, Directional Method and Both Method Together. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 31(3), pp.403-11.
- Verma, R. & Goel , A., 2011. Wavelet Application in Fingerprint Recognition. *International Journal of Soft Computing and Engineering* , 6(3), pp. 129-134.
- Verma, R. & Goel, A., 2011. Wavelet Application in Fingerprint Recognition. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 1(4), pp. 129-134.