

IDENTIFIKASI TANDA TANGAN STATIK MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN BACKPROPAGATION DAN WAVELET HAAR

R. Arum Kumalasanti¹, Ernawati², B. Yudi Dwiandiyanta³

¹Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, IST AKPRIND Yogyakarta

Jl. Kalisahak No. 28, Komp. Balapan Tromol Pos 45, Yogyakarta 55222 Telp 0274 563029

^{2,3}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jl. Babarsari 43 Yogyakarta 55281 Telp 0274 487711

Email: rosaliaarum@akprind.ac.id

Abstrak

Tanda tangan merupakan atribut biometrik yang penting dari 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 penting, sehingga diperlukan adanya sistem yang digunakan untuk memberi pengamanan supaya tidak disalahgunakan oleh pihak yang tidak bertanggungjawab. Berbagai pendekatan telah diusulkan dalam pengembangan identifikasi tanda tangan yang bertujuan untuk mengidentifikasi tanda tangan sesuai kepemilikannya. Penelitian ini akan membahas identifikasi tanda tangan statik yang terdiri atas dua proses utama yaitu pelatihan dan pengujian. Ukuran citra yang digunakan adalah 256x256 piksel. Pada tahap pelatihan, citra tanda tangan dikenai beberapa proses yaitu threshold, alihragam wavelet Haar, normalisasi, dan kemudian dilatih dengan menggunakan algoritma Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation. Tahap pengujian memiliki proses yang sama seperti pada tahap pelatihan namun di akhir proses akan dilakukan perbandingan antara data citra yang telah tersimpan dengan citra pembanding. JST dapat bekerja secara optimal apabila dilatih dengan menggunakan data input yang sudah dipertimbangkan ukuran, parameter, dan jumlah node pada jaringan. Hasil optimal didapat dengan menggunakan JST yang memiliki dua hidden layer, masing-masing 20 dan 10 node, alihragam wavelet Haar pada level 4, learning rate 0,12. Pelatihan dan pengujian pada tahap identifikasi ini, masing-masing memberikan akurasi sebesar 95,56% dan 100%.

Kata kunci: backpropagation identifikasi; JST; tanda tangan; Wavelet Haar

Pendahuluan

Dewasa ini banyak aktivitas yang mengharuskan seseorang untuk menggunakan tanda tangan banyak digunakan sebagai sarana atau alat identifikasi bagi individu. Penggunaan tanda tangan ini bersifat *critical* sehingga sangat mungkin terjadi tindak kriminal seperti pemalsuan tanda tangan oleh pihak yang tidak bertanggungjawab. Menurut 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 legalisir ijazah sebanyak 40% dari 247 peserta dan hal ini diketahui setelah tim verifikasi memeriksa berkas lamaran (Khamdi, 2013). Tanda tangan dianggap sebagai cara utama untuk mengidentifikasi penandatanganan secara tertulis dan menjadi salah satu cara untuk mengotorisasi suatu transaksi dan otentikasi identitas manusia dibandingkan dengan metode identifikasi elektronik lainnya seperti *fingerprints scanning* dan *retinal vasculer pattern screening* (Choudhary et al., 2013; Abikoye et al., 2011). Perluasan jaringan masyarakat dan peningkatan penggunaan berbagai perangkat transaksi menuntut individu untuk memiliki identitas yang secara umum dipandang sebagai hal yang sah dan dapat diandalkan. Tanda tangan merupakan tanda kepemilikan yang memang secara fisiologis menjadi ciri khas untuk individu dan penelitian ini disebut sebagai ilmu biometrik. Biometrik adalah ilmu *automatic recognition of individual* yang tergantung pada fisiologis dan perilaku suatu atribut (Kumar et al., 2010; Daramola & Ibiyemi, 2010). Terdapat dua metode utama yang menyangkut dalam proses penelitian ini, yaitu pendekatan secara dinamik (*online*) dan statik (*offline*) (Kalera et al., 2004; Mohammadzade & Ghonodi, 2013; Kumar 2012). Pendekatan secara dinamik biasanya menggunakan alat elektronik atau peralatan modern dalam penandatanganan, sedangkan pendekatan secara statik menangkap citra tanda tangan di atas kertas yang kemudian diakuisisi dengan menggunakan *scanner* atau kamera digital sehingga data diubah menjadi format digital untuk kemudian diproses lebih lanjut.

Penelitian ini akan membangun identifikasi tanda tangan statik dengan menggunakan metode *backpropagation* dan alihragam *Wavelet Haar*. *Wavelet* dimanfaatkan dalam penelitian ini karena menawarkan *high temporal* untuk citra pada frekuensi tinggi sementara untuk frekuensi rendah akan menjadi frekuensi yang lebih

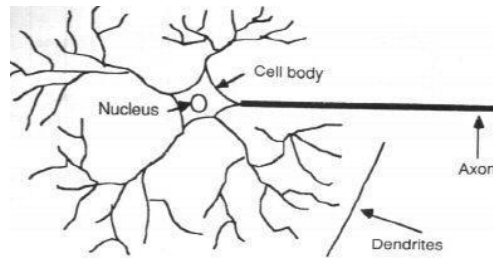
baik (Haleem et al., 2014). Tiap tanda tangan pastinya memiliki pola tersendiri yang menjadi ciri khas masing-masing. Keunikan ini kemudian dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi dalam penelitian khususnya untuk identifikasi. Kebutuhan informasi yang akurat terhadap pola suatu objek menjadi sangat penting ketika objek tersebut bersangkutan dengan kepemilikan. Sistem dituntut untuk mampu mempelajari pola tanda tangan supaya dapat mengidentifikasi kepemilikan tanda tangan. 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). Sistem yang akan dibangun ini membutuhkan beberapa sampel tanda tangan statik dengan menggunakan media kertas dan pena yang kemudian dipindai dengan menggunakan scanner dan hasil citra digital ini akan disimpan ke dalam *data store*. Data yang telah tersimpan di dalam *data store* ini kemudian akan digunakan untuk perbandingan dengan data terkait. Kebiasaan masyarakat menggunakan tanda tangan secara manual ini kemudian dikembangkan dan diteliti lebih lanjut untuk dipelajari polanya. tanda tangan akan dipindai dengan menggunakan *scanner* atau kamera digital dan diperoleh data berupa citra digital. citra berupa data digital tersebut selanjutnya akan diidentifikasi dengan menggunakan bantuan komputer (Kisku et al., 2010; Radmehr et al., 2011; Bhatia, 2013; Verma & Rao, 2013).

Beberapa metode diterapkan dalam membangun sistem identifikasi tanda tangan statik. Salah satu metode yang diterapkan adalah dengan menggunakan metode *backpropagation*. Sistem identifikasi tanda tangan ini bertujuan untuk memastikan bahwa layanan yang diberikan, diakses oleh penandatanganan asli. sampel tanda tangan yang terkumpul akan menjadi masukan untuk JST dan biasanya memiliki bobot dalam pengenalan pola. Metode ini diujikan dan memberikan hasil akurasi yang tinggi dan juga memberikan kepuasan bagi pengguna (Bhattacharyya & Kim, 2010; Verma & Dubey, 2013). Sistem yang digunakan untuk analisis tanda tangan harus menggunakan konsep pengolahan citra. tanda tangan dari penandatanganan biasanya bervariasi namun tetap memiliki karakteristik yang unik di dalamnya sehingga memudahkan untuk mengidentifikasi. Dalam evaluasi kinerja biasanya terdapat empat jenis kategori yang dipertimbangkan yaitu, *False Rejection*, *False Acceptance*, *True Rejection*, dan *True Acceptance* (Yadav et al., 2013).

Pengolahan citra mewakili teknik-teknik yang ada untuk memanipulasi dan modifikasi citra. Prosedur pengolahan citra mencerminkan bagian yang paling penting dalam pembangunan sistem identifikasi. Sebuah citra yang akan 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 (Abdullah & Shaharum, 2012). Sistem identifikasi tanda tangan statik ini didasarkan pada penggunaan pengolahan citra pada komputer dan teknik pengenalan pola untuk memecahkan berbagai jenis masalah yang ditemui pada saat *preprocessing*. Pengenalan pola adalah cabang ilmu yang berkembang khususnya dalam pengklasifikasian pengenalan objek yang tidak diketahui sehingga dalam hal ini bertujuan untuk menetapkan salah satu dari serangkaian kemungkinan (Verma & Goel, 2011). Metode yang tepat akan sangat berpengaruh dalam pembangunan sistem identifikasi tanda statik ini. Pencocokan parameter juga sangat penting dipertimbangkan terutama parameter di dalam JST yang akan mempengaruhi bobot dan hasil.

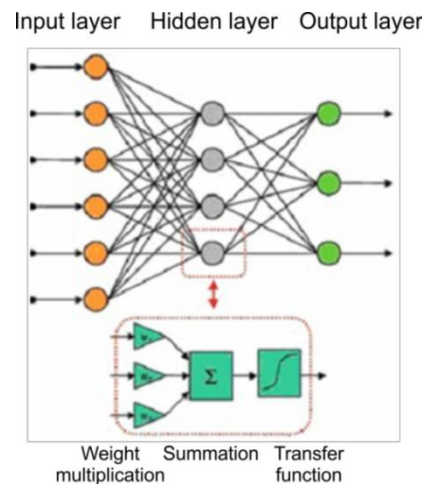
Bahan dan Metode

Proses identifikasi tanda tangan ini memiliki dua proses yaitu meliputi pelatihan dan pengujian. pengujian pada penelitian ini menjadi sangat penting karena dalam hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa penandatanganan adalah pemilik tanda tangan tersebut. Penelitian ini memakai model matematis sebagai teknik untuk meniru cara kerja otak manusia, yaitu menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). 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). JST terinspirasi secara biologis program komputer yang digunakan untuk memanipulasi 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. Di dalam otak manusia, neuron bekerja mengumpulkan sinyal dari neuron lainnya melalui serangkaian struktur halus yang disebut dendrit. Neuron mengirimkan aktivitas listrik melalui akson yang terbagi menjadi ribuan cabang. Pada ujung cabang disebut sinaps yang bertugas mengubah aktivitas akson pada aktivitas neuron yang saling terhubung satu sama lain. Ketika neuron menerima masukan yang cukup besar dibandingkan dengan penghambatan pada *input*, maka ia akan mengirimkan aktivitas listrik ke akson. Pembelajaran terjadi dengan mengubah efektivitas sinaps sehingga pengaruh satu neuron akan memberikan perubahan lain pula (Abikoye et al., 2011). Neuron biologis pada otak manusia dapat dilihat pada gambar 1.



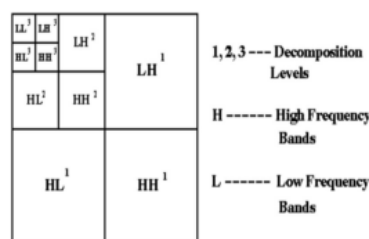
Gambar 1. Neuron biologis (Oladele et al., 2014)

Jaring syaraf secara karakteristik terstruktur dalam lapisan yang terdiri dari sejumlah node yang memegang fungsi aktivasi. Pola yang tersedia 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). Jenis arsitektur jaring syaraf tiruan dapat dibedakan menjadi dua yaitu (Sharma et al., 2013), *supervised training algorithm* atau disebut juga sebagai algoritma terbimbing karena hasil yang diinginkan telah ditentukan sebelumnya dan *unsupervised training algorithm* atau disebut juga sebagai algoritma pelatihan tidak terbimbing karena dalam tahap pelatihan, jaringan mempelajari pola tanda tanpa adanya hasil yang ditentukan di lapisan *output*. Skema JST dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



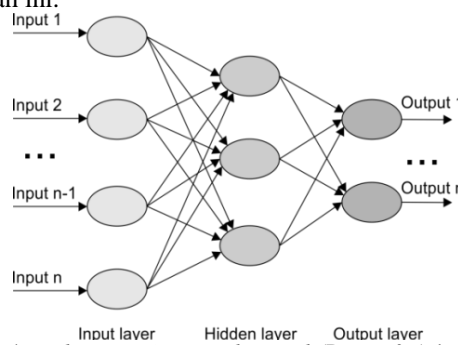
Gambar 2. Skema jaringan syaraf tiruan (Bastaki, 2009).

Penelitian ini juga memanfaatkan alihragam *Wavelet Haar* dalam *preprocessing* citra tanda tangan. Alihragam *wavelet* adalah cara untuk mewakili sinyal pada frekuensi waktu dan bentuk (Telagarapu et al., 2011). Gelombang *wavelet* memiliki batas durasi dengan nilai rata-rata adalah nol. Ada pula beberapa jenis alihragam *wavelet*, meliputi *Wavelet Transform* (CWT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) (Patil & Hegadi, 2013). Penelitian yang akan dilakukan ini memanfaatkan DWT yang merupakan akurasi skala waktu sinyal digital diperoleh dengan menggunakan penyaringan teknik digital. 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 dalam citra berupa data yang bersifat diskrit. *Wavelet* memberikan akurasi dan analisis sinyal lebih dari satu resolusi yang disebut kemampuan multiresolusi. Keuntungan dari analisis multiresolusi adalah fitur yang mungkin tidak terdeteksi pada satu resolusi akan dapat terdeteksi dengan menggunakan resolusi lainnya. *Wavelet* dapat menganalisis baik sinyal stasioner dan non stasioner dengan peregangan dan pergeseran *wavelet*, dapat berkorelasi dengan keadaan yang baik sehingga antara frekuensi dan waktu dapat diukur secara tepat. DWT alihragam 3 level dengan dimensi 2 dapat dilihat pada gambar 3.



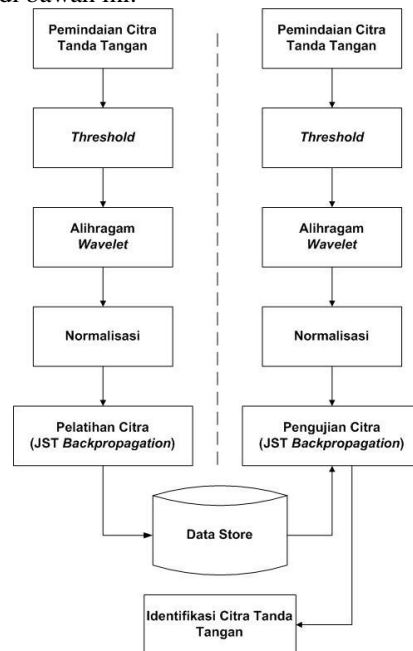
Gambar 3. 2d dwt alihragam 3 level (Kaur & Kaur, 2013).

Berbagai algoritma banyak ditawarkan di dunia identifikasi citra karena berbeda kasus, maka berbeda pula teknik dan algoritma yang digunakan. Kasis identifikasi tanda tangan ini menggunakan algoritma *backpropagation* yang sudah cukup populer akan keahwalannya 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. 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 turuna fungsi sigmoid bernilai kecil, dan begitu pula sebaliknya. Siklus algoritma *backpropagation* melalui dua tahap yang berebda yaitu *forward pass* yang diikuti *backward pass* melalui dua lapisan jaringan dan dua tahap tersebut dikenai pelatihan data (Ganatra et al., 2011). Diawali *input* dan diakhiri dengan *output* seperti gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. *Backpropagation neural network* (Dewan & Ashraf, 2012)

Algoritma *backpropagation* semakin melengkapi keahwalan pada penelitian ini. *Backpropagation* cocok untuk memberikan solusi pada pola yang bersifat kompleks dan pelaksanaan algoritma ini lebih cepat dan efisien karena tergantung pada jumlah lapisan. Adapun langkah penelitian yang dilakukan dalam proses penyusunan penelitian yang meliputi beberapa tahap yaitu metode studi pustaka dan metode perangkat lunak. Alur identifikasi citra tanda tangan statik dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Alur identifikasi citra tanda tangan

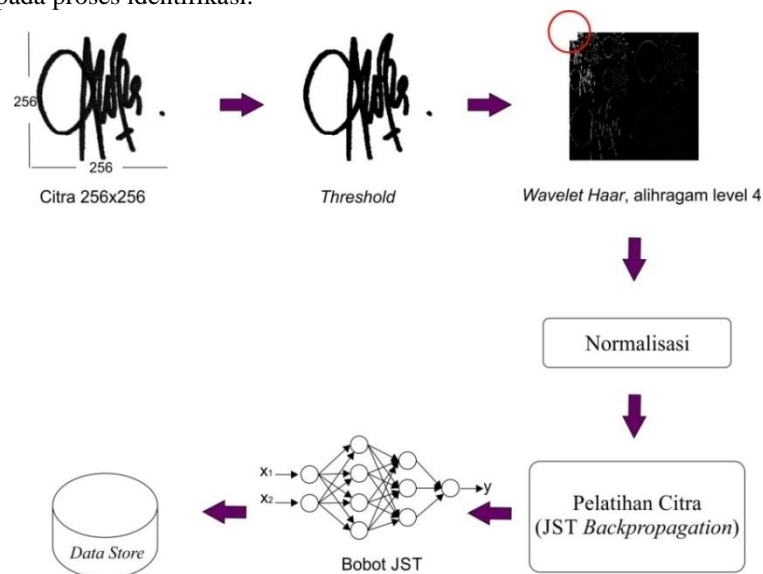
Alat dan bahan perlu dipertimbangkan untuk mendapatkan data yang sesuai dengan mempertimbangkan beberapa ketentuan. *Hardware* yang diperlukan berupa *scanner* yang digunakan untuk memindai tanda tangan statik yang masih berupa tanda tangan manual. Hasil pemindaian itu berupa citra digital yang kemudian akan menjadi sampel dalam proses identifikasi. *Software* yang digunakan untuk membangun identifikasi tanda tangan ini yaitu menggunakan MATLAB. Dalam membangun identifikasi ini membutuhkan bahan atau data berupa citra tanda tangan statik dengan ukuran yang sudah ditentukan. penandatanganan menuliskan tanda tangan pada media kertas dan

menggunakan alat tulis berupa pena. Tanda tangan di atas kertas akan ditangkap dengan menggunakan *scanner* sehingga akan didapat citra digital. Citra digital tersebut akan menjadi sampel yang akan dilatih dan dipelajari oleh sistem. Bobot-bobot yang optimal disimpan di dalam *data store* untuk kemudian diproses lebih lanjut.

Hasil dan Pembahasan

Pelatihan tanda tangan statik pada identifikasi

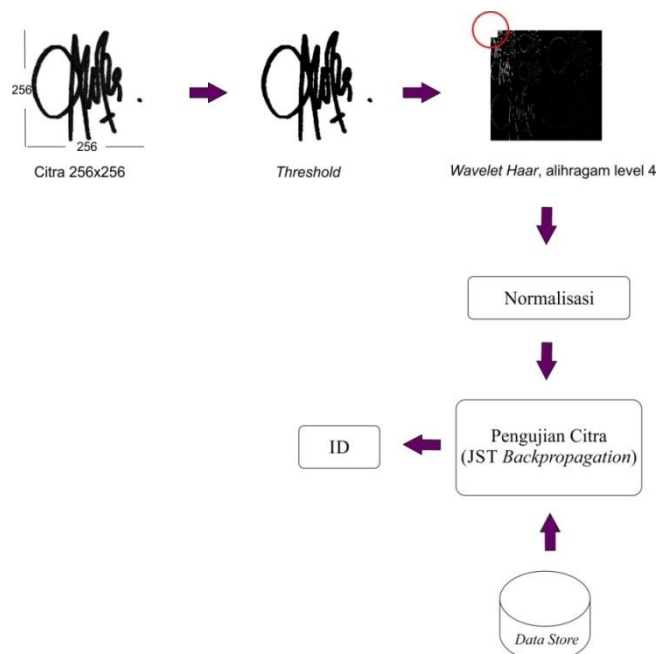
Identifikasi citra tanda tangan ini terdiri atas dua proses, yaitu pelatihan dan pengujian. sampel citra tanda tangan dengan ukuran 256x256 akan dikenai proses *threshold* dan alihragam *Wavelet Haar* untuk kemudian dilatih dengan menggunakan *JST Backpropagation*. Hasil dari pelatihan citra ini adalah berupa bobot dan hasil bobot ini akan dipilih yang optimal untuk disimpan pada *data store*. Pada tahap 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 tanda tangan yang terkumpul ini akan diseragamkan ukurannya. 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 paling optimal pula. Citra tanda tangan yang sudah terkumpul kemudian dikenai proses *threshold*, alihragam *Wavelet Haar* pada level 4 sehingga diperoleh data input citra dengan ukuran 16x16 piksel. Tahap selanjutnya adalah citra dengan ukuran 16x16 ini akan dinormalisasi sehingga dari hasil normalisasi tersebut, data bisa langsung dilatih dengan menggunakan *JST backpropagation*. Hasil dari pelatihan tersebut berupa bobot yang kemudian disimpan di dalam *data store*. Beberapa percobaan telah dilakukan untuk menentukan parameter yang optimal untuk mendapatkan hasil yang baik. parameter yang memiliki hasil yang paling optimal adalah dengan menggunakan *learning rate* 0,12 dan memiliki dua *hidden layer* pada jaringan. Jumlah *node* yang ada pada tiap *hidden layer* adalah sebanyak 20 dan 10. Min MSE yang diberikan adalah 10^{-6} dan max *epoch* diberikan 10000. Akurasi yang didapat dari hasil simulasi identifikasi tanda tangan statik ini mencapai 95,56%. Gambar 6 merupakan gambaran pelatihan citra pada proses identifikasi.



Gambar 6. Pelatihan tanda tangan statik pada identifikasi

Pengujian tanda tangan statik pada identifikasi

Pengujian tanda tangan statik pada 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 Haar* pada level 4, dan normalisasi untuk kemudian siap diujikan. Parameter yang digunakan masih sama seperti pada tahap pelatihan sebelumnya. Keluaran yang didapat dari pengujian ini adalah ID yang sesuai dengan citra terkait. Setelah semua data diujikan, ternyata semua citra tersebut dapat dikenali sesuai dengan ID terkait dan pengujian identifikasi ini dianggap berhasil 100%. Gambar 7 merupakan gambaran dari proses pengujian tanda tangan statik pada identifikasi.



Gambar 7. Pengujian tanda tangan statis pada identifikasi

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pelatihan, pengujian, analisis, dan implementasi yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sistem identifikasi tanda tangan statis dengan menggunakan JST Backpropagation telah berhasil dibangun. Pelatihan tanda tangasn statis telah diperoleh hasil yang optimal yaitu dengan menggunakan Wavelet Haar , alihragam pada level 4, dengan learning rate 0,12. Akurasi yang di dapat dalam simulasi ini mencapai 95,56%. Pengujian tanda tangan statis ini telah diperoleh hasil yang optimal yaitu dengan akurasi mencapai 100%.

Daftar Pustaka

- Abdullah, A.A. & Shahrarum, S.M., (201) "Lung Cancer Cell Classification Method Using Artificial Neural Networ" *Information Engineering Letters*, Vol. 2(1), pp.48-57.
- Abikoye, O.C., Mabayoje, M.A. & Ajibade, R., (2011), "Offline Signature Recognition & Verification using Neural Network" *International Journal of COmputer Applications*, Vol. 35(2), pp.44-51.
- Bastaki, Y.A., (2009) "An Artificial Neural Network Based on Line Monitoring Odor Sensing System" *Jorunal of Computer Science*, Vol. 5(11), pp.878-82.
- Basu, J.K., Bhattacharyya, D. & Kim, T., (2010) "Use of Artificial Neural Network in Pattern Recognition" *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, Vol. 4(2), pp.23-34.
- Bhatia, M., (2010) "Offline Hand Written Signature Verification Using Neural Network" *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM)*, Vol. 4(3), pp.59-66.
- Bhattacharyya, D. & Kim, T., (2010) "Design of Artificial Neural Network for Handwritten Signature Recognition" *International journal of Computers and Communications*, Vol. 4(3), pp.59-66.
- Choudhary, Y.N. & Chaudhari, B.M., (2013) "Signature Recognition & Verification System Using Back Propagation Neural Network" *International Journal of IT, Engineering and Applied Scences Research (IJIEASR)*, Vol. 2(1), pp.1-8.

- Daramola, S.A. & Ibiyemi, T.S., (2010) "Offline Signature Recognition Using Hidden Markov Model (HMM)" *International Journal of Computer Application*, Vol. 10(2), pp.17-22.
- Dewan, U. & Ashraf, J., (2012) "Offline Signature Verification Using Neural Networ" *International Journal of Computational Engineering & Management*, Vol. 15(4), pp.50-54.
- Ganatra, A., Panchal, M. & Koruga, P., (2011) "Handwritten Signature Identification Using Basic Concepts of Graph Theory" *WSEAS Transactions on Signal Processing*, Vol. 4(7), pp.117-29.
- Haleem, M.G.A., George, L.E. & Bayti, H.M., (2014) "Fingerprint Recognition Using Haar Wavelet Tranformastion and Local Ridge Attributes Only" *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, Vol. 4(1), pp.122-30.
- Kalera, M.K., Srihari, S. & Xu, A., (2004) "Offline Signature Verification and Indentification Using Distance Statistics" *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, Vol. 18(7), pp.1339-60.
- Kaur, M. & Kaur, G., (2013) "A Survey on Implementation of Discrete Wavelet Transform for Image Denoising" *International Jorunal of Communication Networking System*, Vol. 2(1), pp.158-63.
- Khamdi, M., 2013. Solo pos. [Online] (1) Available at: www.solopos.com [Accessed 4 Oktober 2014].
- Kisku, D.R., Gupta, P. & Sing, J.K., (2010) "Offline Signature Identification by Fusion of Multiple Classifier Using Statistical learning Theory" *International Journal of Security and Its Application*, Vol. 2(1), pp.1-6.
- 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)*, Vol. 3(1), pp.127-34.
- Kumar, L.R., (2012) "Genuine and Forged Offline Signature Verification Using Backpropagation Neural Network" *International Journal of Computer Science and Infromation Technologies*, Vol. 4(9), pp.1798-504.
- 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*, Vol. 2(12), pp.7035-44.
- 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)*, Vol. 2(2), pp.260-63.
- Oladele, T. O., Adewole, K. S., Oyelami, A. O., (2014) "Forged Signature Detection Using Artificial Neural Network" *Artificial Journal of Computing & ICT*, Vol. 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*, Vol. 2(4), pp.573-79.
- Radmehr, M., Anisheh, S.M., Nikpur, M. & Yaseri, A., (2011) "Designing an Offline Method for Signature Recognition" *World Applied Sciences Journal*, Vol. 13(2), pp.438-43.
- Sharma, P., Malik, S., Sehgal, S. & Pruthi, J., (2013) "Computer Aided Diagnosis Based on Medical Image Processing and Artificial Intellegence Method" *International Journal of Information and Computation Technology*, Vol. 3(9), pp.887-92.
- Sthapak, S., Khopade, M. & Kashid, C., (2013) "Artificial Neural Network Based Signature Recognition & Verification" *International Jorunal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 3(8), pp.191-97.
- Telagarapu, P., Naveen, V.J., Prasanthi, A.L. & Santhi, G.V., (2011) "Image Compression Using DCT and Wavelet Transformation" *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, Vol. 4(3), pp.61-74.
- Verma, D. & Dubey, S., (2013) "Static Signature Recognition System for User Authentication Based Two Level Cog, Hough Tranform and Neural Network" *International Journal of Engineering Sciences & Emerging Technologies*, Vol. 6(3), pp.335-43.

- Verma, R. & Goel, A., (2011) "Wavelet Application in Fingerprint Recognitio" *International Jorunal of Soft Computing and Engineering*, Vol. 1(4), pp.129-34.
- Verma, R. & Rao, D., (2013) "Offline Signature Verification and Identification Using Angle Feature and Pixel Density Feature and Both Method Together" *International Journal of Soft Computing and Engineering*, Vol. 2(4), pp.740-46.
- Yadav, M., Kumar, A., Patnaik, T. & Kumar, B., (2013) "A Survey on Offline SignatureVerification" *International Journal of Engineering and Inovative Technology*, Vol. 2(7), pp.337-40