

PENGGUNAAN METODE *BACKPROPAGATION ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* DALAM SISTEM PENGENALAN NOTASI BALOK MENJADI MIDI

Dewi Kusumaningsih¹, Stefanus Adhie Putra Pramudita²

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur
Jl. Raya Ciledug, Petukangan Utara, Pesanggrahan, Jakarta Selatan 12260
Telp. (021) 5853753, Fax. (021) 5866369
¹dewi.kusumaningsih@budiluhur.ac.id, ²stefanusadhie@gmail.com

ABSTRAK

Pengenalan pola merupakan bidang dalam pembelajaran mesin, salah satu aplikasinya adalah pengenalan pola dari sebuah citra menggunakan jaringan saraf tiruan. Jaringan saraf tiruan sendiri merupakan sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik seperti jaringan saraf biologis. Jaringan saraf tiruan ini sebelum digunakan harus dilatih terlebih dahulu agar nantinya dapat digunakan untuk mengenali suatu pola yang menyerupai pola yang sudah dilatih. Jaringan saraf tiruan yang digunakan adalah jaringan saraf tiruan backpropagation. Program yang dibuat akan menampilkan citra input kemudian mencari dan mengekstrak notasi balok, kemudian melakukan segmentasi citra digital notasi balok menjadi citra karakter. Langkah terakhir yang dilakukan adalah mengenali tiap citra karakter hasil segmentasi dengan menggunakan jaringan saraf tiruan backpropagation. Pemilihan model dilakukan dari implementasi pola yang didapatkan pada basis data citra notasi balok, berdasarkan akumulasi frekuensi kemunculan masing-masing model. Ciri citra aksara uji dibandingkan dengan ciri acuan. Perbandingan tersebut menghasilkan nilai beda yang kemudian diurutkan dan nilai beda yang terkecil dipergunakan sebagai dasar untuk menentukan dikenali atau tidak aksara uji yang dimasukkan melalui perbandingan dengan suatu nilai ambang.

Kata Kunci : Pengenalan Pola, Notasi Balok, *Backpropagation*, *Neural Network*.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam dunia seni musik, notasi merupakan salah satu komponen yang penting. Notasi musik adalah sarana untuk menyimpan hasil karya musik seseorang. Lagu-lagu klasik yang rumit tidak akan pernah bisa dimainkan lagi pada zaman sekarang apabila tidak dituliskan dalam bentuk notasi musik. Walaupun saat ini media rekam sudah berkembang pesat, notasi musik yang baik tetap digunakan untuk mendukung proses edukasi musik dan cara memainkan musik itu sendiri. Permasalahan yang muncul adalah susahnya belajar not balok yang sudah ratusan tahun menjadi standar notasi musik di seluruh dunia. Perlu ketelatenan dan kesungguhan dalam mempelajari not balok. Untuk itu diciptakanlah not angka yang lebih mudah dipelajari bagi kaum awam musik.

Dari sinilah tercipta perbedaan antara pemusik yang menggunakan not balok dan not angka. Pemusik yang sudah terbiasa memakai not balok, seringkali kesulitan memakai not angka. Hal yang sama juga terjadi sebaliknya. Penyanyi paduan suara sulit sekali diajak membaca not balok walaupun kemampuannya membaca not angka tidak diragukan lagi. Oleh karena permasalahan di atas, dibutuhkan penerjemah yang mampu mengkonversi dua jenis notasi ini. *Artificial Neural Network* merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan digunakan karena jaringan saraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan

sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran berlangsung[1].

B. Masalah

Berasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang dapat diambil adalah bagaimana merancang dan membuat aplikasi yang dapat digunakan untuk mengenali pola notasi balok dengan menggunakan metode *Backpropagation Artificial Neural Network*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Dasar Musik

Musik adalah sekumpulan nada yang memiliki kepaduan dan harmonisasi yang terikat dalam satu irama dan tempo yang beraturan. Musik memiliki abjad yang disebut sebagai tangga nada (*scale*). Setiap nada identik dengan huruf yang nantinya membentuk suatu *chord*. Kemudian *chord* tersebut bersamasama membentuk kalimat musik (*frasa*). Sekumpulan frasa yang baik akan membentuk lagu yang dapat dinyanyikan. Oleh karena itu, *chord* merupakan sebuah kosakata. Kosakata saja tidak cukup, melainkan harus dapat membentuk suatu kata yang bermakna ketika diucapkan dan akhirnya membentuk kalimat yang baik, yang dapat dimengerti oleh orang lain[2].

B. Midi

Midi adalah bahasa antara sebuah alat musik digital dengan alat musik digital lainnya[3]. Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa midi adalah format file suara digital pada perangkat suara elektronik yang dapat dibuka pada hardware midi maupun keyboard yang mendukung midi.

C. Artificial Neural Network

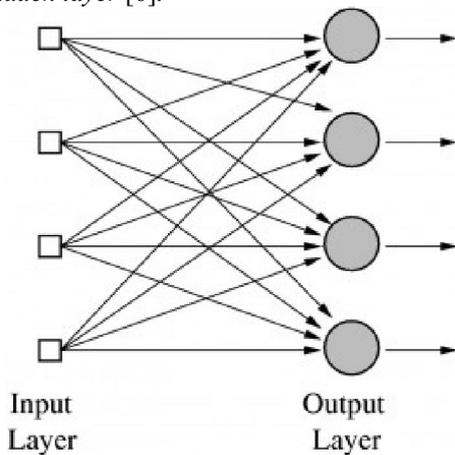
Artificial Neural Network atau jaringan saraf tiruan berawal dari memodelkan jaringan saraf pada otak manusia dengan karakteristik kerja yang sama dengan jaringan saraf biologi. Selain itu juga dapat merancang struktur dasar suatu jaringan yaitu neuron menjadi rancangan yang pasti seperti pengenalan pola lebih cepat. Jaringan ini menyerupai otak manusia dalam dua hal yaitu pengetahuan diperoleh melalui proses pembelajaran dan kekuatan koneksi antar neuron dikenal sebagai bobot sinaptik yang digunakan untuk menyimpan pengetahuan[4]. Artificial Neural Network secara umum digunakan dalam klasifikasi pola, pola penyelesaian, fungsi pendekatan, prediksi, optimasi, dan aplikasi sistem kontrol[5].

D. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan diklasifikasikan sebagai jaringan lapisan tunggal (*single layer network*) atau jaringan banyak lapisan (*multilayer network*). Banyak *input* tidak dapat dihitung sebagai banyak lapisan, sebaliknya banyaknya lapisan tidak berarti sama dengan banyak *input*, melainkan banyaknya lapisan bergantung pada bobot koneksi. Hal ini dikarenakan bobot koneksi mengandung informasi penting pada setiap lapisan[6]

1) Jaringan Lapisan Tunggal (*Single Layer Network*)

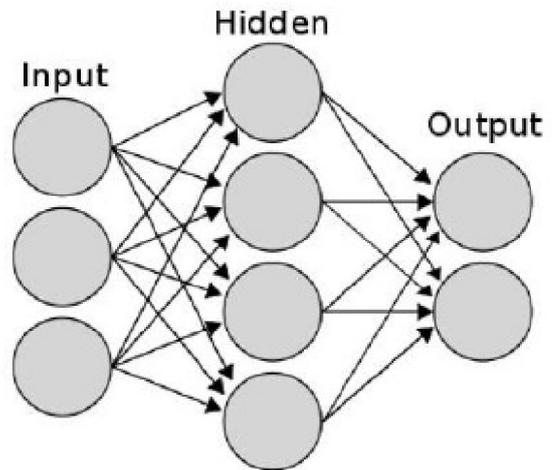
Pada Gambar 1 merupakan gambar jaringan *single layer*. Jaringan ini hanya mempunyai satu lapisan bobot koneksi (*one layer of weight*) dan hanya menerima *input*, kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi *output* tanpa harus melalui *hidden layer* [6].



Gambar 1. Single Layer Network

2) Jaringan Banyak Lapisan (*Multilayer Network*)

Jaringan *multilayer* pada Gambar 2. merupakan jaringan yang mempunyai lapisan lebih dari satu yang berada di antara *input* dan *output*. Pada umumnya ada lapisan bobot yang letaknya di antara dua lapisan yang bersebelahan. Jaringan dengan *multilayer* dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit serta dengan pembelajaran yang lebih rumit dibandingkan jaringan *single layer*. Jaringan ini akan lebih berhasil dalam penyelesaian masalah walaupun membutuhkan waktu yang lebih lama[6].



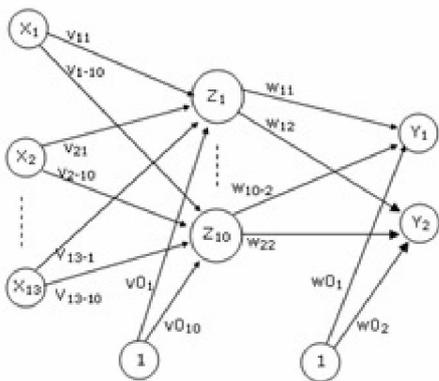
Gambar 2. Multilayer Network

E. Metode Backpropagation

Perambatan galat mundur (*Backpropagation*) adalah sebuah metode sistematis untuk pelatihan *multiplayer* jaringan saraf tiruan. Metode ini memiliki dasar matematis yang kuat, obyektif dan algoritma ini mendapatkan bentuk persamaan dan nilai koefisien dalam formula dengan meminimalkan jumlah kuadrat galat error melalui model yang dikembangkan (*training set*).

- a. Dimulai dengan lapisan masukan, hitung keluaran dari setiap elemen pemroses melalui lapisan luar.
- b. Hitung kesalahan pada lapisan luar yang merupakan selisih antara data aktual dan target.
- c. Transformasikan kesalahan tersebut pada kesalahan yang sesuai di sisi masukan elemen pemroses.
- d. Propagasi balik kesalahan-kesalahan ini pada keluaran setiap elemen pemroses ke kesalahan yang terdapat pada masukan. Ulangi proses ini sampai masukan tercapai.
- e. Ubah seluruh bobot dengan menggunakan kesalahan pada sisi masukan elemen dan luaran elemen pemroses yang terhubung.

Jaringan saraf terdiri dari 3 lapisan, yaitu lapisan masukan/*input* terdiri atas variabel masukan unit sel saraf, lapisan tersebut terdiri atas 10 unit sel saraf, dan lapisan keluaran/*output* terdiri atas 2 sel saraf. Lapisan masukan digunakan untuk menampung 12 variabel yaitu x_1 sampai dengan x_{13} sedangkan 2 lapisan keluaran digunakan untuk mempresentasikan pengelompokan pola, nilai 00 untuk gangguan stress, nilai 01 untuk gangguan fobia, nilai 10 untuk gangguan obsesifkomulsif, nilai 11 untuk gangguan panik.



Gambar 3. Arsitektur Jaringan Backpropagation

Keterangan:

- x = Masukan (input)
- J = 1 s/d n ($n = 10$)
- V = Bobot pada lapisan tersembunyi
- W = Bobot pada lapisan keluaran
- n = Jumlah unit pengolah pada lapisan tersembunyi
- b = Bias pada lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran
- k = Jumlah unit pengolah pada lapisan keluaran
- y = Keluaran hasil

Tujuan dari perubahan bobot untuk setiap lapisan, bukan merupakan hal yang sangat penting. Perhitungan kesalahan merupakan pengukuran bagaimana jaringan dapat belajar dengan baik. Kesalahan pada keluaran dari jaringan merupakan selisih antara keluaran aktual (*current output*) dan keluaran target (*desired output*).

Langkah berikutnya adalah menghitung nilai SSE (*Sum Square Error*) yang merupakan hasil penjumlahan nilai kuadrat *error* neuron 1 dan neuron 2 pada lapisan *output* tiap data, dimana hasil penjumlahan keseluruhan nilai SSE akan digunakan untuk menghitung nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) tiap iterasi.

$$SSE = \sum_{i=1}^N (D_{ij} - f_j(X_i))^2$$

Sum Square Error (SSE) dihitung sebagai berikut :

- a. Hitung lapisan prediksi atau keluaran model untuk masukan pertama
- b. Hitung selisih antara nilai prediksi dan nilai target atau sinyal latihan untuk setiap keluaran
- c. Kuadratkan setiap keluaran kemudian hitung seluruhnya. Ini merupakan kuadrat kesalahan untuk contoh lain

$$RMSE = \sqrt{\frac{SSE}{N * K}}$$

Root Mean Square Error (RMS Error) dihitung sebagai berikut :

- a. Hitung SSE
 - b. Hasilnya dibagi dengan perkalian antara banyaknya data pada latihan dan banyaknya luaran, kemudian diakarkan
- RMSE = Root Mean Square Error
SSE = Sum Square Error

- N = Banyaknya data pada latihan
- K = Banyaknya luaran

F. Tinjauan Penelitian Sebelumnya

Penelitian dengan metode *Backpropagation Artificial Neural Network* telah digunakan beberapa kali. Beberapa referensi yang digunakan sebagai bahan acuan untuk menjelaskan adalah sebagai berikut :

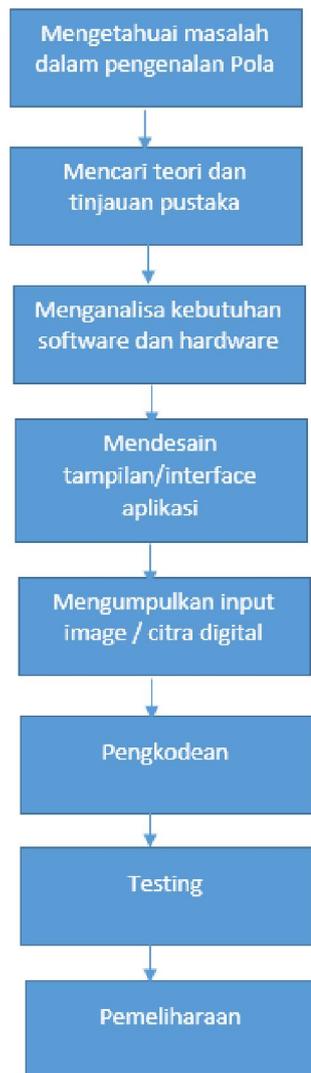
- a. Penelitian yang dilakukan oleh Intan Widya Kusuma pada tahun 2011 dengan judul “Aplikasi Model *Backpropagation Neural Network* untuk Perkiraan Produksi Tebu pada PT. Perkebunan Nusantara IX”. Pada penelitian ini membahas sebuah aplikasi untuk memprediksi produksi tebu agar produsen tebu dapat memperkirakan jumlah produksi tebu tahun depan. Perkiraan produksi tebu ini menggunakan *variabel input* produksi tebu dan curah hujan masa lalu. Prosedur peramalan/perkiraan diawali dengan pembagian data menjadi data pelatihan dan pengujian. Selanjutnya dilakukan pemilihan *variabel input* yang memberikan korelasi cukup signifikan terhadap *variabel output*. Kemudian dilakukan perancangan struktur jaringan yang optimum serta pemilihan *learning rate* dan momentum. Proses *validasi* dilakukan terhadap struktur jaringan yang optimum untuk mengetahui tingkat keakuratan perkiraan produksi tebu. Model *backpropagation neural network* terpilih adalah model dengan 4 *input*, 1 lapisan tersembunyi (dengan 8 neuron), dan 1 *output* yang menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner* pada pelatihan dan fungsi aktivasi *linear* pada *output*. Hasilnya adalah perkiraan produksi tebu menggunakan *backpropagation neural network* dengan tingkat keakuratan pada proses pelatihan[7].
- b. Penelitian yang dilakukan oleh Junta Zeniarja dan Ardytha Luthfiarta pada tahun 2015 dengan judul “Prediksi *Churn* dan Segmentasi Pelanggan Menggunakan *Backpropagation Neural Network* Berbasis *Evolution Strategies*”. Pada penelitian ini membahas prediksi *churn* pelanggan adalah bagian dari manajemen *churn*, yang memprediksi perilaku pelanggan dengan klasifikasi pelanggan setia dan mana yang cenderung pindah ke kompetitor lain. Keakuratan prediksi ini mutlak diperlukan karena tingginya tingkat migrasi pelanggan ke perusahaan pesaing. Hal ini penting karena biaya yang digunakan untuk meraih pelanggan baru jauh lebih tinggi dibandingkan dengan mempertahankan *loyalitas* pelanggan yang sudah ada. Meskipun banyak studi tentang prediksi *churn* pelanggan yang telah dilakukan, penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk meningkatkan akurasi prediksi. Penelitian ini akan membahas penggunaan teknik data mining *Backpropagation Neural Network (BPNN) in hybrid* dengan *Strategi Evolution (ES)* untuk atribut bobot. Validasi model dilakukan dengan menggunakan validasi palang 10-Fold dan evaluasi pengukuran dilakukan dengan menggunakan matriks kebingungan dan area bawah *ROC Curve (AUC)*. Hasil percobaan menunjukkan bahwa *hibrida BPNN* dengan *ES* mencapai kinerja yang lebih baik daripada *Basic BPNN*[8].

III. METODE PENELITIAN

Pada bab ini membahas mengenai metode yang dipakai. Adapun metodologi penelitian yang digunakan sebagai berikut:

1. Metode Penelitian

Metode penelitian dapat dilihat pada gambar 4 berikut :



Gambar 4. Metode Penelitian

2. Langkah Pemecahan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini maka disusun langkah-langkah pemecahan masalah tersebut yang diuraikan sebagai berikut :

- a. Mencari citra/gambar Notasi Balok sebagai data training
- b. Proses Pengenalan Pola dari Input Image

Input image merupakan proses awal yang dilakukan untuk mendapatkan data yang akan diproses selanjutnya. Dalam tahap ini dilakukan proses perubahan suatu citra digital. Citra digital adalah citra yang diekspresikan oleh sekumpulan bilangan sehingga dapat diproses oleh komputer. Pada aplikasi ini, pengenalan pola notasi balok dilakukan secara *offline* yaitu

image notasi balok. Setelah data diperoleh, data tersebut harus diubah menjadi data yang dapat diolah oleh aplikasi.

c. Melakukan *Pre Processing* Citra

Sebelum suatu citra mengalami pemrosesan lebih lanjut, perlu dilakukan proses awal (*preprocessing*) terlebih dahulu, yaitu pengolahan citra (*image*) dengan tujuan mendapatkan gambar dengan pola yang dapat digunakan *Pre pocessing* dilakukan untuk memperoleh citra yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk sistem yang akan dibuat. Proses ini meliputi cropping, normalisasi ukuran citra, mengubah citra menjadi grayscale, menajamkan kualitas citra, deteksi tepi, dan proses ekstraksi ciri.

d. Menghilangkan garis paranada

Proses menghilangkan garis paranada adalah proses untuk menghilangkan lima garis horizontal yang terdapat pada citra uji. Tujuannya adalah untuk mempermudah proses pengenalan pola notasi balok. Jika garis paranada masih terdapat pada citra uji, maka hasil pengenalan pola tidak akurat dan bahkan menjadi gagal. Disaat yang bersamaan, sistem mencatat letak kelima garis paranada yang selanjutnya akan digunakan untuk mengetahui letak notasi balok.

e. Membuat Sistem Pengenalan Notasi Balok menjadi MIDI dengan metode *Backpropagation*

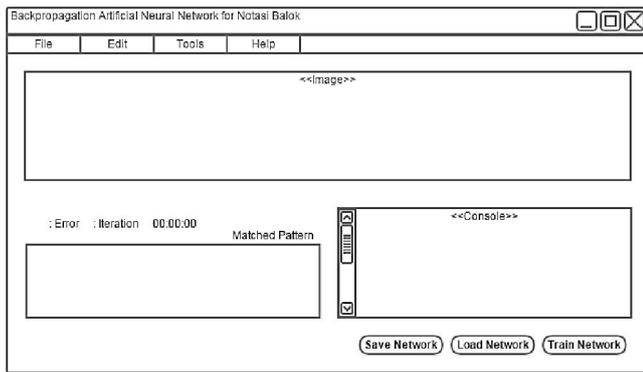
Arsitektur jaringan saraf tiruan yang digunakan disini terdiri dari 3 layer, yaitu 1 input layer, 1 hidden layer dan 1 output layer. Proses pelatihan diawali dengan proses inialisasi yang diikuti dengan tahapan *feedforward* yaitu menjumlahkan sinyal-sinyal *input* terbobot pada *hidden layer* dan *output layer*. Sinyal-sinyal tersebut diaktifkan dengan fungsi sigmoid biner. Tahap selanjutnya adalah tahap *backpropagation* yang dimulai dengan menghitung informasi *error*. Informasi *error* diperoleh dari selisih antara nilai target yang telah ditentukan dengan nilai keluaran dari *output layer*. Informasi *error* tersebut digunakan untuk mengoreksi bobot pada unit *output* dan *hidden*. Koreksi bias dilakukan pula pada unit *output* dan unit *hidden*. Tiap-tiap unit *output* dan unit *hidden* memperbaiki bobot dan biasanya. Langkah ini dikerjakan berulang-ulang selama kurang dari maksimal epoh atau kuadrat *error* kurang dari target *error*.

f. Melakukan pengujian dengan menggunakan citra uji

3. Rancangan Layar

Suatu aplikasi dapat dikategorikan baik apabila memenuhi beberapa kriteria tentang pemrograman, yang salah satunya adalah memiliki struktur tampilan antarmuka (*user interface*) yang baik. Karena dengan *user interface* yang baik akan membuat pengguna aplikasi merasa nyaman dan tidak cepat jenuh dalam menjalankannya. Di bawah ini adalah rancangan layar untuk aplikasi desktop.

a. Rancangan Layar Menu Utama



Gambar 5. Rancangan Layar Utama

Pada gambar 5 merupakan rancangan layar utama. Dibawah ini merupakan keterangan dari rancangan layar utama, yaitu:

- 1) Pada bagian atas terdapat 4 buah menu yang terdiri dari menu:
 - a) File
 - b) Edit
 - c) View
 - d) Help
- 2) Di bawah menu terdapat *picture box* yang akan menampilkan gambar notasi balok yang akan dijadikan citra uji.
- 3) Kolom bagian kiri terdapat *matched pattern* yang akan menampilkan gambar notasi angka hasil dari pengenalan pola notasi balok.
- 4) Kolom sebelah kanan terdapat *console* yang akan menampilkan keterangan proses yang sedang berjalan.
- 5) Pada bagian bawah terdapat 3 tombol yang terdiri dari:
 - a) *Save network*
 - b) *Load network*
 - c) *Train network*

b. Rancangan Layar Table Result

View Recognize Result			
Pattern Mirip	Score Mirip	Pattern Beda	Score Beda

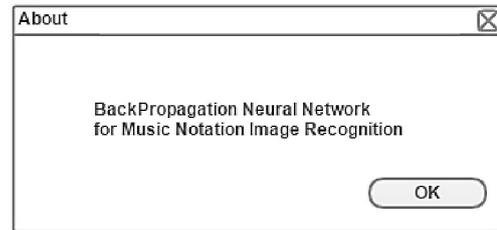
Gambar 6. Rancangan Layar Table Result

Pada gambar 6 merupakan rancangan layar *table result*. *Table result* akan menampilkan hasil dari proses *recognize music notation characters* dalam bentuk *numerik*. Dibawah ini merupakan keterangan dari rancangan layar *table result*:

- 1) Kolom *pattern* mirip akan menampilkan nama notasi balok yang sangat cocok dengan notasi balok citra uji.
- 2) Kolom *score* mirip akan menampilkan nilai kecocokan yang diperoleh dari pengenalan pola notasi balok.

- 3) Kolom *pattern* beda akan menampilkan nama notasi balok yang sangat berbeda dengan notasi balok citra uji.
- 4) Kolom *score* beda akan menampilkan nilai perbedaan yang diperoleh dari pengenalan pola notasi balok.

c. Rancangan Layar Form About

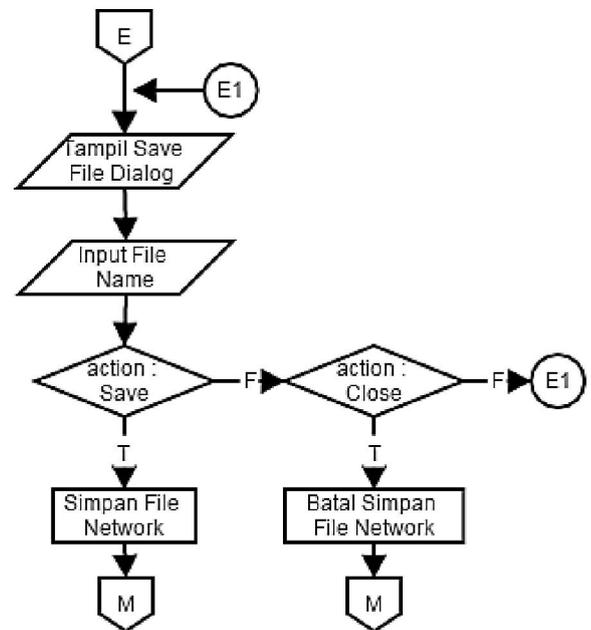


Gambar 7. Rancangan Layar Form About

4. Flowchart

Untuk menggambarkan urutan proses pada aplikasi ini, akan digunakan *flowchart* untuk menjelaskan proses. Di bawah ini akan digambarkan beberapa *flowchart* untuk masing-masing proses

a. Flowchart Tombol Save Network



Gambar 8. Flowchart Tombol Save Network

Dari gambar 8 *flowchart* tombol *save network* di atas, dapat dijelaskan proses manipulasi aplikasi saat *user* memilih tombol *save network*. Bila dijelaskan lebih detail langkah-langkah yang dapat dilakukan oleh *user* adalah sebagai berikut:

- 1) Pada langkah ini simbol *off line connector* menggambarkan awal dari tombol *save network* yang akan menampilkan *save file dialog*.
- 2) *User* dapat memberi nama pada file yang akan disimpan.
- 3) Jika *user* memilih tombol *save*, maka file *network* akan tersimpan dan *user* kembali ke layar utama.

Jika *user* memilih tombol *cancel*, maka file *network* tidak akan tersimpan dan *user* kembali ke layar utama.

IV. HASIL DAN ANALISIS

1. Spesifikasi Kebutuhan *Hardware* dan *Software*

Adapun kebutuhan *hardware* yang direkomendasikan untuk pengerjaan penelitian ini adalah:

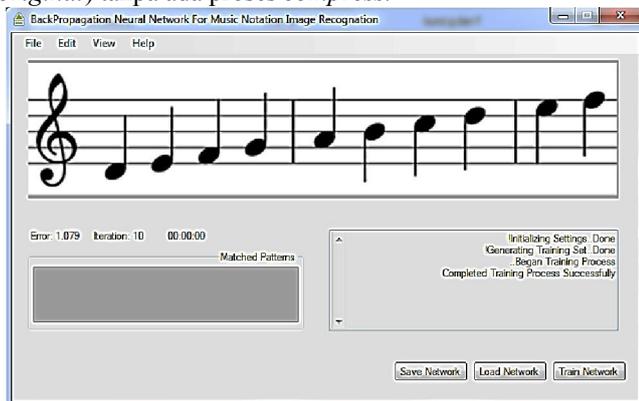
- a. Processor AMD E-450 1.65 GHz
- b. RAM 1.60GB
- c. Harddisk

Sedangkan kebutuhan *software* yang direkomendasikan untuk pengerjaan penelitian ini adalah:

- a. Microsoft Visual Studio 2010
- b. .Net Framework 4
- c. Java 8

2. Tampilan Layar Pengujian

Layar pengujian pada gambar 9 menampilkan gambar yang akan diuji pada bagian *picture box*. Citra uji yang dapat diproses adalah gambar dengan format *bmp*. Gambar dengan format *bmp* dipilih karena gambar tersebut adalah gambar asli (*original*) tanpa ada proses *compress*.



Gambar 9. Tampilan Layar Pengujian

a. Tampilan Layar *Convert to BW Image*

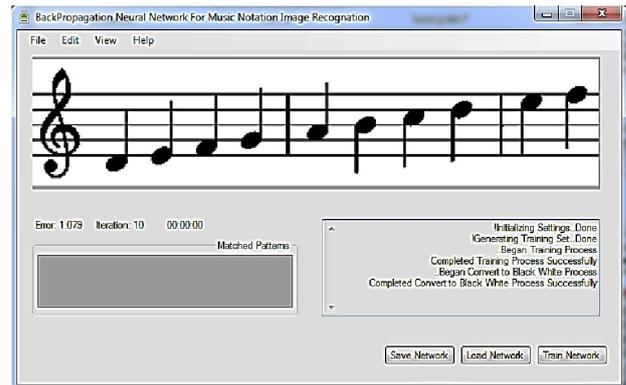
Proses selanjutnya adalah *convert to bw image*, *user* dapat membuka menu *edit* lalu memilih sub menu *convert to bw image*. Pada bagian ini citra uji diubah menjadi citra biner, yaitu citra digital yang hanya mempunyai dua kemungkinan nilai (hitam atau putih). Tujuannya pengubahan menjadi citra biner adalah untuk memudahkan dalam pemisahan segmentasi citra.

Layar *convert to bw image* pada gambar 10 menampilkan citra uji yang telah diubah menjadi warna hitam dan putih. Proses ini dilakukan untuk mengetahui daerah mana yang termasuk dalam objek dan daerah mana yang termasuk dalam latar.

Pada bagian *console* akan tampil keterangan:

- 1) “*Began Convert Black White Process*” yang menunjukkan bahwa aplikasi sedang melakukan proses pengubahan gambar menjadi hitam putih.
- 2) “*Completed Convert to Black White Process Successfully*” yang menunjukkan aplikasi telah berhasil

melakukan proses pengubahan gambar menjadi hitam putih.



Gambar 10. Tampilan Layar *Convert to BW Image*

3. Evaluasi Program

Evaluasi program merupakan salah satu hal yang perlu dilakukan dalam setiap pengembangan aplikasi untuk menganalisa dan mengetahui hasil yang telah dicapai oleh aplikasi yang dikembangkan. Dalam evaluasi tersebut ditemukan beberapa kelebihan dan kekurangan program yang dilihat dari beberapa kondisi dan situasi. Adapun kelebihan dan kekurangan pada aplikasi yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

- a. Kelebihan Program
 - 1) Aplikasi dapat dengan mudah dioperasikan oleh *user*.
 - 2) Aplikasi ini dapat mengenali pola-pola notasi balok dan mengubahnya menjadi notasi angka hingga dapat memutar musik dari format file *MIDI*.
- b. Kekurangan Program
 - 1) Waktu komputasi akan lama jika bertambahnya jumlah unit masukan maupun jumlah unit tersembunyi.
 - 2) Jika jarak garis paranada pada citra uji berbeda, maka hasil proses yang didapat tidak akurat.
 - 3) Kurangnya pengaman agar *user* tidak dapat melakukan proses sesuai dengan urutan proses.
 - 4) Aplikasi tidak dapat menampilkan pesan *error* jika terjadi kesalahan.

V. PENUTUP

Berdasarkan analisa yang dilakukan mulai dari pengumpulan informasi, pemecahan masalah hingga pengembangan aplikasi, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dan juga terdapat beberapa saran yang perlu diperhatikan demi kelancaran sistem yang dibangun ini.

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisa atas masalah dan pemecahannya adalah:

- 1) Pada pembuatan penelitian ini, dibuat sebuah aplikasi pengenalan pola yang menggunakan metode *backpropagation artificial neural network*.

- 2) Aplikasi ini akan mengenali pola notasi balok untuk diproses dan diubah menjadi notasi angka untuk selanjutnya dibuat file musik dengan format MIDI.
- 3) Keberhasilan proses aplikasi sangat tergantung pada citra uji yang digunakan.

B. Saran

Beberapa saran yang perlu diperhatikan diantaranya adalah:

- 1) Dilakukan *training* yang lebih lanjut untuk memperkaya data *training* agar memperoleh data output yang lebih baik.
- 2) Perlunya dilakukan penelitian yang lebih lanjut dalam penggunaan metode pengenalan pola notasi balok agar didapat hasil yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oktaorora, Amethis, Bilqis Amaliah², Ahmad Saikhu³, 2011, *Penentuan Jenis Produk Kosmetik Pilihan Berdasarkan Faktor Usia Dan Warna Kulit Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan*, Fakultas Teknologi Informasi, ITS Surabaya
- [2] Herdian, Iwan, 2007, *Analisis Audio MIDI dengan Menggunakan MIDI Toolbox pada Matlab Visualisasi Melodi, Kontur Melodi, Melodic Similarity dan Sequence*, Universitas Indonesia, Depok
- [3] Purwacandra, Pandan P, 2008, *Asyik Berkreasi dengan MIDI*, Yogyakarta: AND
- [4] Haykin, S, 1998, *Neural Network A Comprehensive Foundation*, Canada: Prentice Hall
- [5] Stevens, Lori, dkk, 2013, *Assessing Linkages In Stream habitat, Geomorphic Condition, and Biological Intergrity Using A Generalized Regression Neural Network*, Journal Of The America Water Resources Association (Vol. 49, No. 2), Page 415-425.
- [6] Fausett, L, 1994, *Fundamentals of Neural Network (Archetectors, Algoruthms, and Applications)*, Upper Saddle River, New-Jersey: Prentice-Hall.
- [7] Widya, Intan Kusuma, & Agus Maman Abadi, 2011, *Aplikasi Model Backpropagation Neural Network Untuk Perkiraan Produksi Tebu Pada PT. Perkebunan Nusantara IX*, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [8] Zeniarja, Junta, & Ardytha Luthfiarta, 2011, *Prediksi Churn dan Segmentasi Pelanggan Menggunakan Backpropagation Neural Network Berbasis Evolution Strategies*, Universitas Dian Nuswantoro Semarang.