

PERANCANGAN SISTEM IDENTIFIKASI KUALITAS KAYU UNTUK *QUALITY* KONTROL BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

Timber Identification System Design For Quality Control Based On Digital Image Processing

Igun Gunawan¹, Junartha Halomoan, ST.,MT.², Ratri Dwi Atmaja, ST.,MT.³

^{1,3}Teknik Elektro, ²Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
¹igun.gunawan89@yahoo.com, ²jnt@itttelkom.ac.id, ³ratriidwiatmaja@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pengenalan kualitas kayu yang sering dilakukan dengan menggunakan panca indra manusia adalah kegiatan yang sudah lazim dilakukan. Cara ini membutuhkan pengalaman yang cukup banyak, selain itu akurasi cara pengenalan seperti ini pun kurang akurat. Jaringan syaraf tiruan (JST) sangat terlibat dalam penelitian ini. Tekstur yang digunakan sebagai informasi citra untuk memprediksi kondisi objektif dari sifat permukaan. Pengenalan tekstur dilakukan dengan menggunakan metode ekstraksi ciri yang selanjutnya dilakukan pengenalan pola oleh JST. Dengan citra pori kayu dapat diambil unsur teksturnya untuk mengidentifikasi kualitas kayu dengan mengenali pola yang melewati ekstraksi ciri. Dengan teknik ini dapat mencapai tingkat akurasi 99.8%.

Kata kunci : *pengenalan pola, jaringan syaraf tiruan, tekstur, ekstraksi ciri.*

Abstract

People used to analyze wood quality using human senses. This method requires high skill and experience. Thus this method is subjective and low in accuracy. System could identify wood pattern using Artificial Neural System (ANS). This system use texture as image information to predict objective condition from surface characteristic. Characteristic extraction method is chosen to identify wood texture. Later, the texture information will be compared by ANSto identify sample wood pattern. With this method, system can gain wood pore characteristic to identify wood quality by identifying patterns that go through characteristic extraction. This system may got to level of accuraction 99.8%.

Keywords : *pattern identification, artificial neural system, texture, characteristic extraction*

1. Pendahuluan

Kayu sangat beraneka ragam, dengan keaneka ragamannya tersebut kayu dapat diklasifikasikan. Pengklasifikasian tersebut memiliki nama dan karakteristik yang bermacam-macam. Harga kayu pun dipengaruhi oleh kualitas dan fungsi kayu tersebut. Sekalipun pemerintah dapat menentukan pajak dari setiap jenis kayu tersebut. Maka penamaan dari setiap kayu sangatlah penting.

Cara pengklasifikasian atau pengidentifikasian jenis kayu dapat dilakaukan dengan dua cara. Pertama, dengan makroskopis atau yang lebih dikenal dengan pengenalan sifat kasar berdasarkan dari perbedaan warna, tekstur, arah serat, berat dan lain-lain. Cara ini biasa yang biasa dilakukan bagi yang memiliki pengalaman. Kedua, dengan cara makroskopis atau dengan cara mengenali sifat struktur, data makroskopis digunakan untuk mengidentifikasi kayu, yang demikikan ini membutuhkan alat bantu berupa alat pembesar (luv), serta membutuhkan waktu yang lebih lama karena dilakukan penghitungan untuk meneliti struktur pori.

Pengenalan citra merupakan suatu mekanisme untuk mengenali kembali citra yang secara signifikan oleh mata tidak dapat dikenali, namun dengan metode dan teknik tertentu, citra tersebut masih bisa dikenali. Pada penelitian ini, sebuah citra RGB memiliki unsur warna merah, warna hijau dan warna biru. Sebuah citra skala keabuan (*grayscale*) memiliki unsur-unsur *entropy*, *inertia*, *energy*, dan *correlation*. Ketujuh unsur ini dapat dijadikan masukan ke sistem *computer* untuk diproses lanjut dalam pengenalan jenis kayu.

Jaringan sistem syaraf tiruan (*artificial neural network*) merupakan sistem pemrosesan informasi berbasis *computer* yang mempunyai karakteristik perilaku yang menyerupai jaringan syaraf biologi yang mengolah informasi stimuli melalui beberapa lapisan neuron untuk menyimpulkan stimuli yang terdeteksi tersebut. Jaringan syaraf tiruan (JST) mampu mengenali atau mengidentifikasi objeknya lebih tepat dibanding komputasi konvensional, karena JST masih bekerja dengan informasi yang tidak lengkap.

Tekstur dicirikan sebagai distribusi *sqasial* dari derajat keabuan di dalam sekumpulan *pixel-pixel* yang bertetangga. Jadi tekstur tidak dapat didefinisikan untuk sebuah *pixel*, melainkan kumpulan semua *pixel* dari citra yang dianggap sebagai kesatuan. Dengan tekstur akan didapat informasi citra untuk memprediksi kondisi

objektif dari sifat permukaannya. Pengukuran tekstur dilakukan dengan mengukur energi, inersia, entropi, dan *correlation*.

Pada penelitian ini sistem identifikasi akan menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) dengan algoritma propagasi balik. Penggunaan algoritma ini merujuk dari berbagai hasil penelitian pengenalan pola yang menunjukkan hasil yang baik

2. Dasar Teori dan Perancangan

2.1 Citra/Image

Citra atau yang lebih sering dikenal dengan gambar merupakan kumpulan dari titik-titik penyusun citra itu sendiri. Titik-titik tersebut disebut dengan *pixel*. Banyaknya titik yang membangun citra itu sendiri disebut dengan resolusi. Masing-masing *pixel* yang menyusun sebuah citra tersebut dapat memiliki warna dengan variasi yang berbeda-beda, yang disebut dengan *bit depth*. *Bit depth* dinyatakan dengan angka yang bersatuan bit. Misalnya citra dengan *bit depth* = 3, artinya terdapat $2^3 = 8$ variasi warna yang mungkin pada setiap pixelnya. Semakin besar nilai *bit depth*, maka semakin besar pula ukuran fungsi citra tersebut.

2.2 Komponen Citra Digital[3]

Komponen citra digital yang digunakan pada penelitian ini adalah komponen yang bersumber dari citra RGB dan citra *grayscale*.

1. Citra RGB

Dari citra RGB yang diambil adalah unsur warna merah, hijau dan biru. Dasarnya adalah warna -warna yang diterima oleh mata (sistem *visual* manusia) merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah *red* (R), *green* (G), dan *blue* (B)[8].

Dengan cara menormalkan setiap komponen warna dengan persamaan sebagai berikut:

$$r = \frac{R}{R+G+B} \quad (1)$$

$$r = \frac{G}{R+G+B} \quad (2)$$

$$r = \frac{B}{R+G+B} \quad (3)$$

2. Citra *Grayscale*

Bagian ini melibatkan matriks korelasi kejadian (*co-occurrence matrix*) dari sebuah citra. *Co-occurrence matrix* bertujuan menganalisa pasangan *pixel* yang bersebelahan secara *horizontal*. Pada objek citra *gray-level*, matriks ini disebut GLCM (*Gray-level co-occurrence matrix*). Jika objek berupa citra biner, maka akan terbentuk matriks GLCM 2 *levels* (2 x 2)[7].

Sedangkan jika objek berupa citra intensitas, maka akan terbentuk matriks GLCM 8 *levels* (8 x 8)^[6].

a. Energi[7]

Digunakan untuk mengukur konsentrasi pasangan *gray level*. Nilai ini didapat dengan memangkatkan setiap elemen dalam GLCM, kemudian dijumlahkan.

b. Momen Inersia[7]

Menyatakan sebaran terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah gambar. Berfungsi untuk mengukur perbedaan local dalam citra.

c. Entropy[7]

Berfungsi untuk mengukur keteracakan dari distribusi perbedaan lokal dalam citra

d. Korelasi[7]

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra.

2.3 Pengenalan Pola

Pengenalan merupakan salah satu aplikasi yang dapat dilakukan dengan menerapkan Jaringan syaraf tiruan. Pengenalan di sini merupakan pengenalan pola, yang mana sebelumnya data awal yang didapat akan diolah dahulu, sehingga membentuk pola-pola tertentu, yang kemudian menjadi masukan bagi JST dengan tujuan untuk dikenali. Dalam konteks pengenalan pola di sini, data awal yang dibutuhkan adalah citra/*image*.

Secara umum, pengenalan pola terdiri dari 4 langkah besar. Langkah pertama adalah mendapatkan *image* (*image acquisition*). Langkah kedua adalah pemrosesan awal *image* (*image preprocessing*). Langkah ketiga yaitu pengekstrakan ciri *image* (*feature extraction*). Langkah keempat yaitu pengenalan *image* (*image recognition*).

2.4 Jaringan Syaraf Tiruan

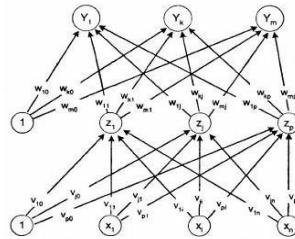
Jaringan *neural artificial* adalah pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik kinerja tertentu seperti jaringan neural biologis. yang berbasis pada asumsi sebagai berikut:

1. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana yang disebut *neuron*.
2. Sinyal diberikan antara neur on lewat jalinan koneksi.

3. Setiap jalinan koneksi mempunyai bobot yang mengalikan sinyal yang ditransmisikan.
4. Setiap *neuron* menerapkan fungsi aktivasi (yang biasanya non linear) terhadap jumlah sinyal masukan terbobot untuk menentukan sinyal keluarannya.

Jaringan syaraf tiruan dicirikan oleh[2] :

1. Pola hubungan antara *neuron-neuronnya*, disebut arsitektur.
2. Metode penentuan bobot (*weight*) pada hubungan, disebut pelatihan (*training*), pembelajaran (*learning*), atau algoritma.
3. Fungsi aktivasinya.

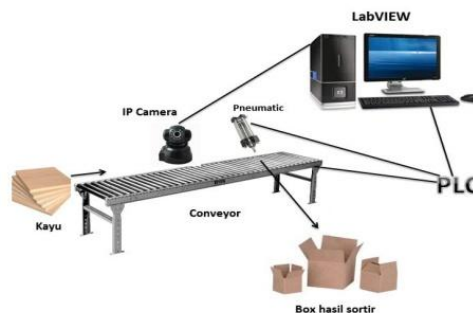


Gambar 1. JST Propagasi Balik

Struktur jaringan neural terdiri atas sejumlah besar komponen yang disebut *neuron*. Setiap *neuron* terhubung dengan *neuron* lainya dengan jalinan koneksi yang berkaitan dengan bobot. Bobot mewakili informasi yang diterima jaringan dan dijadikan sebagai nilai untuk menyelesaikan masalah.

Fungsi aktivasi merupakan keadaan internal suatu *neuron*, dengan fungsi aktivasi ini *neuron* dapat mengambil keputusan dari pengolahan bobot-bobot yang ada. Hasil dari fungsi aktivasi ini juga digunakan sebagai sinyal untuk *neuron* berikutnya.

2.5 Gambaran Umum Sistem



Gambar 2. Gambaran Umum Sistem

Secara umum sistem yang dirancang terdiri dari blok *hardware* dan *software*. Blok *hardware* terdiri dari *conveyor*, *pneumatic*, *ip camera*, dan *PLC*. Sedangkan blok *software* terdiri dari sistem pengolahan citra digital berbasis LabVIEW. Kamera terhubung langsung dengan sistem *image processing* pada LabVIEW. Kamera akan *capture* otomatis kayu yang melewati sensor yang berada pada mesin *conveyor*. Lalu citra kayu akan diolah pada proses klasifikasi dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk bit. Keluaran inilah yang akan mengontrol PLC untuk mengoperasikan *pneumatic* yang berfungsi untuk mendorong kayu yang melewati sensor PLC. Pada tugas akhir ini penulis hanya merancang blok *software* saja.

2.6 Kerangka Penelitian

Sistem identifikasi kayu ini terdiri dari 3 tahap, yaitu: persiapan input, pra proses dan jaringan syaraf tiruan.

2.6.1 Persiapan Input

Tahap ini yang diperlukan adalah menyiapkan bahan dan alat yang akan digunakan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir ini.

Untuk bahan yang akan dipakai adalah potongan kayu sebanyak 6 jenis potongan kayu dan *sample image* yang sudah berupa *file JPEG*.

Perangkat keras yang akan digunakan adalah:

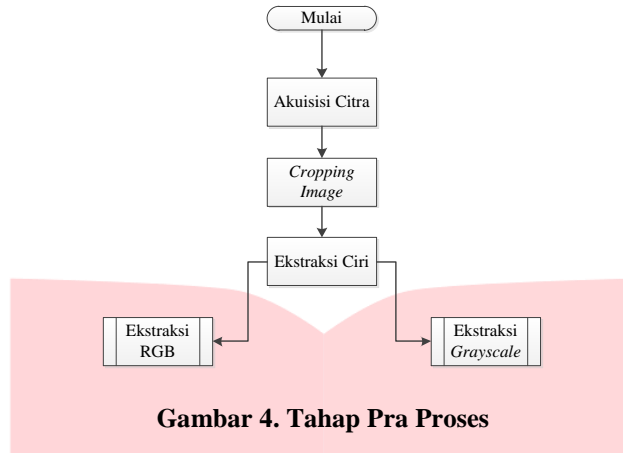
1. Notebook ASUS x45c dengan spesifikasi *Intel Core i3*, *RAM 1GB DDR2*, dan *harddisk 40GB*.
2. *AXIS M1014 Network Camera*.
3. *D-Link Ethernet Switch 8 Port*.

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan sistem ini adalah:

1. Sistem Operasi Windows 7 Home Premium

2. NI Labview 2013 Evaluation
3. Labview Report Generation Toolkit
4. NI Vision Acquisition Software
5. Labview Real-Time Module
6. Labview Machine Learning Module

2.6.2 Pra Proses



Gambar 4. Tahap Pra Proses

Tahapan pra proses merupakan tahapan dimana dilakukan pengolahan dari *input* yang sudah disiapkan sebelumnya. Berikut pengerjaan mengenai tahapan pra proses:

1. Akuisisi Image

Akuisisi *Image* merupakan proses dimana mengambil (*captured*) *image* dari potongan kayu yang sudah disiapkan. *Image* yang sudah didapatkan selanjutnya akan diolah untuk ke proses selanjutnya, yaitu *cropping image*. Tahapan ini akan mendapatkan hasil *image* yang memiliki *extention .jpg*. Ukuran dari *image* ini adalah 1280x800 *pixel*.

2. Cropping Image

Proses *cropping image* merupakan proses dimana *image* disamakan ukurannya dengan cara *cropping*. *Image* untuk proses pelatihan JST diambil dari sampel kayu yang sudah ada dalam *folder* dan *image* untuk proses pengujian diambil dari *output* dari proses akuisisi *image*. *Image* yang diambil berukuran 150x150 dan berformat *JPEG*.

3. Ekstraksi Image

Image yang sudah melewati proses *cropping image* akan di proses menjadi 4 mode warna, yaitu RGB dan *grayscale*. Kedua mode warna itu akan mengalami ekstraksi ciri yang nantinya menjadi *input* untuk program JST selanjutnya. Ekstraksi ciri yang diambil dari mode RGB adalah nilai *red*, *green*, dan *blue*.

Sedangkan untuk ekstraksi ciri yang diambil dari mode *grayscale* adalah nilai dari ciri *energy*, *inertia*, *entropy* dan *correlation*. Untuk bisa mengambil nilai dari ciri *energy*, *inertia*, *entropy* dan *correlation* maka diperlukan metode GLCM (*Grey Level Co-occurrence Matrix*) yang mana GLCM ini merubah *image* yang berupa RGB diubah menjadi nilai-nilai *grayscale* dalam bentuk *matrix grayscale*.

Setelah mendapatkan nilai dari GLCM maka nilai dari ekstraksi ciri *grayscale* bisa didapatkan. Sama halnya dengan ekstraksi ciri RGB, ekstraksi ciri ini pun menjadi *input* bagi JST yang akan dioperasikan. Nilai ciri yang dicari adalah:

a. Energi

Digunakan untuk mengukur konsentrasi pasangan *gray level*. Nilai ini didapat dengan memangkatkan setiap elemen dalam GLCM, kemudian dijumlahkan. Dijelaskan dengan persamaan 3.1.

$$\sum_{i,j} p(i,j)^2 \quad (4)$$

b. Momen Inersia

Menyatakan sebaran terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah gambar. Berfungsi untuk mengukur perbedaan local dalam citra. Dijelaskan dengan persamaan 3.2.

$$\sum_{i,j} |i - j|^2 p(i,j) \quad (5)$$

c. Entropy

Berfungsi untuk mengukur keteracakan dari distribusi perbedaan lokal dalam citra. Dijelaskan dengan persamaan 3.3.

$$-\sum_n p(f_n) \cdot \log p(f_n) \quad (6)$$

d. Korelasi

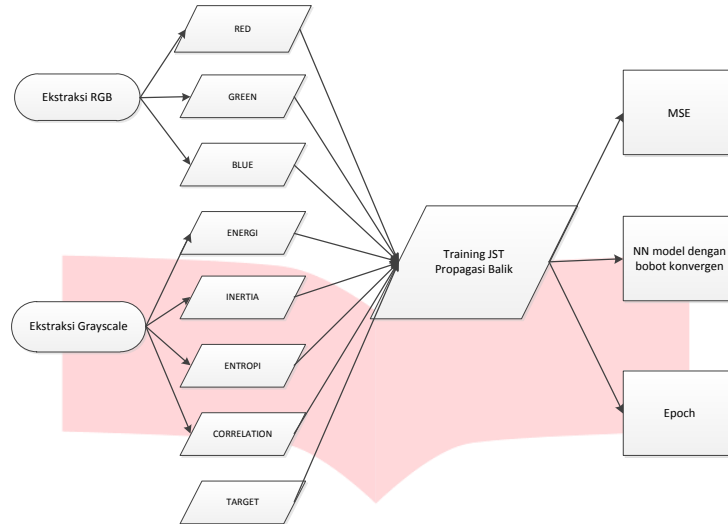
Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra. Dijelaskan dengan persamaan 3.4.

$$\sum_{i,j} \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)p(i,j)}{\sigma_i\sigma_j}$$

2.6.3 Jaringan Syaraf Tiruan

Tahap JST mempunyai dua data masukan yang melewati dua tahap pra-proses, yaitu proses latih dan uji.

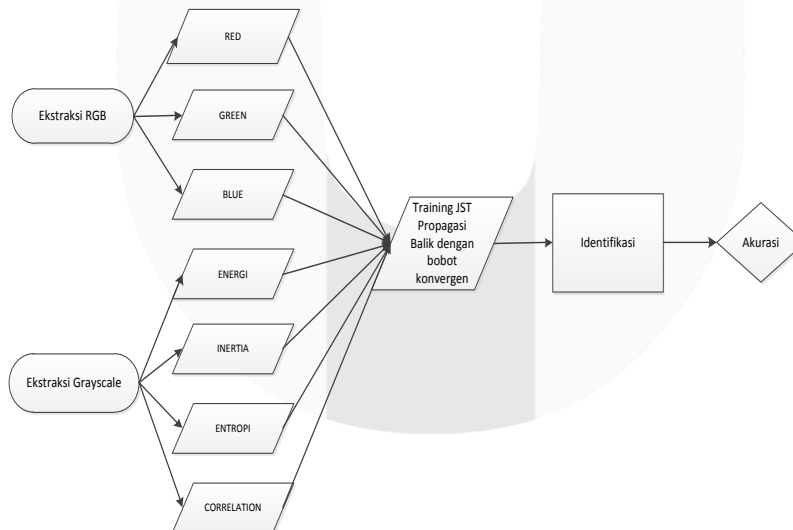
1. Proses Latih



Gambar 5. Proses Latih

Proses latih bertujuan untuk mengambil ciri yang dominan dari citra yang digunakan untuk membentuk model jaringan. Data target dijadikan masukan ke proses *training* untuk melengkapi proses *training* JST Propagasi Balik untuk mencapai NN model dengan konvergen. NN model dengan bobot konvergen akan dicapai setelah *error* < maksimum *error* atau epoch mencapai nilai maksimum.

2. Proses Uji



Gambar 6. Proses Uji

Tahap uji bertujuan untuk mengambil ciri yang dominan dari citra yang digunakan untuk menguji model jaringan yang sudah terbentuk. Sama seperti pada tahap latih tetapi pada tahap JST propagasi balik, data langsung masuk ke dalam *neural network* yang sudah dimodelkan pada tahap latih. Selanjutnya data dapat atau tidak diidentifikasi dengan tingkat akurasi.

Pembentukan model dan percobaan dilakukan menggunakan JST Propagasi Balik (*Backpropagation*). Menggunakan arsitektur *Multi Layer Perceptron* dengan satu lapisan tersembunyi. Jumlah *neuron* lapisan *output* sama dengan jenis kayu yang akan diidentifikasi. Sedangkan jumlah *neuron* lapisan tersembunyi yang digunakan adalah 6, 10, 14 dan 21. Target menggunakan nilai 1 untuk yang sesuai dan 0 untuk yang tidak sesuai dengan

jenis kayu. Minimal toleransi galat (Min MSE) yang digunakan adalah 20 dan 15 dan total maksimum iterasi adalah 3000. Pada tabel 1 dan tabel 2 dijelaskan data teknis yang digunakan dalam penelitian ini.

2.7 Data Teknis

Data teknis terdiri dari data teknis jaringan yang dimodelkan dan data teknis definisi target.

Tabel 1. Data Teknis Jaringan

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	1 lapisan tersembunyi
<i>Input Neuron</i>	Hasil ekstraksi RGB dan <i>Grayscale</i>
<i>Hidden Neuron</i>	6, 10, 14 dan 21
<i>Output Neuron</i>	Sejumlah kayu yang teridentifikasi
Fungsi Aktivasi	Sigmoid
Min MSE	20 dan 15
Laju Pembelajaran	0,1
Momentum	0,8
<i>Max Iteration</i>	3000
Sampel Pelatihan tiap kayu	100 <i>image</i>
Sampel Pengujian tiap kayu	20 <i>image</i> ukuran 250x250 pixel

Data teknis jaringan yang disajikan dalam tabel 3.1 merupakan parameter-parameter yang digunakan pada pemodelan JST *Backpropagation*. Parameter-parameter yang digunakan untuk mempercepat waktu yang dibutuhkan dalam proses pengenalan citra.

Data teknis definisi target yang dapat dilihat pada tabel 3.2 merupakan hasil yang akan dicapai penelitian ini. *Output* yang menjadi target ini mampu mengoptimalkan penelitian yang dijalankan. Jenis kayu yang digunakan berdasarkan pada nilai warna dan pola tekstur pada citra kayu.

Tabel 2. Data Identifikasi Kayu

No	Jenis Kayu	Resolusi (pixel)	Warna	Arah Serat
1	Tipe 1	250x250	Terang	Lurus
2	Tipe 2	250x250	Gelap	Lurus
3	Tipe 3	250x250	Gelap	Miring
4	Tipe 4	250x250	Terang	Miring

3. Pembahasan

3.1 Tahap Persiapan *Input*

Tahap persiapan input meliputi konfigurasi *Axis Camera* terhadap program *Labview 2013*. Konfigurasi *camera* tidak menggunakan *port USB* tetapi melalui *setting* dengan *switch ethernet LAN* yang diintegrasikan dengan *labview 2013* menggunakan *Real-time RIO Compact*.

3.2 Tahap Pra Proses

Percobaan yang telah dilakukan dalam tahap praproses yang meliputi akuisisi *image*, *cropping image* kayu menjadi 250x250 *pixel* dan ekstraksi *image* RGB dan *grayscale* mengambil nilai-nilai dari *energy*, *inertia*, *entropy* dan *correlation* sehingga dengan teknik ini ukuran dan posisi *image* tidak bermasalah. *Image* pelatihan dan pengujian memiliki ukuran yang sama yaitu 250x250 *pixel*.

3.3 Tahap Jaringan Syaraf Tiruan

Proses pelatihan, JST akan menyesuaikan tiap bobot yang ada untuk mencapai tingkat konvergen, sehingga terbentuk model referensi bagi pola lainnya. Waktu yang dibutuhkan untuk pelatihan bergantung dengan jumlah *input* pada JST. Sehingga semakin besar jumlah *input* semakin besar waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat konvergen. Dengan demikian dibutuhkan reduksi jumlah *input* dengan berbagai cara. Pelatihan dan pengujian menggunakan 4 (empat) macam jumlah *neuron* pada *hidden layer*, yaitu 6, 10, 15 dan 21 *neuron*.

1. Pelatihan dan pengujian pada tipe kayu 1

Proses pelatihan atau waktu iterasi yang didapatkan pada tipe kayu 1 yaitu kurang dari 1 detik. Paling cepat yaitu 0,12 detik pada *hidden neuron* 10 dengan 85 untuk min MSE 15. Waktu iterasi paling lama ada pada *hidden neuron* 6 yaitu 0,9 detik dengan epoch 65 untuk min MSE 20. Akurasi tertinggi yaitu 99,72% pada *hidden neuron* 14 dengan min MSE 15 dan akurasi terendah yaitu 97,71% pada *hidden neuron* 10 dengan min MSE 20. Selengkapnya dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Pelatihan dan pengujian pada tipe kayu 1

Hidden Neuron	MSE		Epoch yang dicapai	Akurasi (%)	Waktu Iterasi (detik)
	Min	Latih			
6	20	20.3165	65	97.92	0.8
	15	15.1956	90	99.52	0.9
10	20	20.1018	65	97.71	0.14
	15	15.1106	85	99.13	0.12
14	20	20.2839	85	99.39	0.17
	15	15.0458	90	99.72	0.17
21	20	20.81	65	99.1	0.23
	15	15.7228	80	99.23	0.2

2. Pelatihan dan pengujian pada tipe kayu 2

Proses pelatihan atau waktu iterasi yang didapatkan pada tipe kayu 2 yaitu kurang dari 5 detik. Paling cepat pada *hidden neuron* 10 yaitu 0,13 detik dengan epoch 45 untuk min MSE 20 dan min MSE 15. Waktu iterasi paling lama ada pada *hidden neuron* 14 yaitu 4 detik dengan epoch 1920 untuk min MSE 15. Akurasi tertinggi yaitu 99,8% pada *hidden neuron* 14 dengan min MSE 15 dan akurasi terendah yaitu 97,86% pada *hidden neuron* 6 dengan min MSE 20. Selengkapnya dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Pelatihan dan pengujian pada tipe kayu 2

Hidden Neuron	MSE		Epoch	Akurasi (%)	Waktu Iterasi (detik)
	Min	Latih			
6	20	22.8589	45	97.86	0.8
	15	16.4061	55	98.16	0.8
10	20	20.8709	45	98.75	0.13
	15	15.2817	60	99.52	0.13
14	20	22.2822	45	98.32	0.15
	15	15.0007	1920	99.7	4
21	20	20.3	50	99.36	0.2
	15	15.0039	2510	99.8	2

3. Pelatihan dan pengujian pada tipe kayu 3

Proses pelatihan atau waktu iterasi yang didapatkan pada tipe kayu 3 yaitu kurang dari 0.5 detik. Paling cepat pada *hidden neuron* 10 yaitu 0.12 detik dengan epoch 35 untuk min MSE 15. Waktu iterasi paling lama ada pada *hidden neuron* 6 yaitu dengan epoch 35 untuk min MSE 20 dan epoch 40 untuk min MSE 15. Akurasi tertinggi yaitu 99,29% pada *hidden neuron* 14 dengan min MSE 15 dan akurasi terendah yaitu 98.11% pada *hidden neuron* 21 dengan min MSE 20. Selengkapnya dapat dilihat pada table 5.

Tabel 5. Pelatihan dan pengujian pada tipe kayu 3

Hidden Neuron	MSE		Epoch	Akurasi (%)	Waktu Iterasi (detik)
	Min	Latih			
6	20	28.3146	35	98.87	0.7
	15	19.8093	40	99.08	0.7
10	20	33.9189	35	98.91	0.13
	15	17.0231	35	98.6	0.12
14	20	37.0752	30	99.17	0.14
	15	18.5209	35	99.29	0.14
21	20	44.8261	25	98.11	0.18
	15	15.1941	30	99.15	0.23

4. Pelatihan dan pengujian pada tipe kayu 4

Proses pelatihan atau waktu iterasi yang didapatkan pada tipe kayu 4 yaitu kurang dari 4 detik. Paling cepat pada *hidden neuron* 10 yaitu 0,13 detik dengan epoch 80 untuk min MSE 20. Waktu iterasi paling lama ada pada *hidden neuron* 6 yaitu 3 detik dengan epoch 1205 untuk min MSE 15. Akurasi tertinggi yaitu 99,31% pada *hidden neuron* 14 dengan min MSE 15 dan akurasi terendah yaitu 96,08% pada *hidden neuron* 6 dengan min MSE 20. Selengkapnya dapat dilihat pada table 6.

Tabel 6. Pelatihan dan pengujian pada tipe kayu 4

Hidden Neuron	MSE		Epoch	Akurasi (%)	Waktu Iterasi (detik)
	Min	Latih			
6	20	22.3594	65	96.08	0.6
	15	15.0045	1205	99.23	3
10	20	20.5904	80	98.4	0.13
	15	15.0003	1010	99.29	6
14	20	21.4901	100	99.11	0.16
	15	15.0049	1025	99.31	1
21	20	21.423	75	97.67	0.23
	15	15.0047	765	98.54	1.9

4. Kesimpulan

Dari pengerjaan tugas akhir ini telah dilakukan ada beberapa kesimpulan yang dapat peneliti berikan,

1. Data masukan yang bersumber dari unsur RGB dan *grayscale* mampu mencapai tingkat akurasi identifikasi sebesar 99,8% pada *hidden neuron* 21 dan min MSE 15 dengan kondisi jumlah epoch 2510 pada iterasi 2 detik.
2. Jaringan syaraf tiruan propagasi balik dengan teknik ekstraksi ciri dari data dengan mengambil unsur RGB yaitu warna merah (R), warna hijau (G) dan warna biru (B) dari citra RGB, dan empat unsur dari citra *grayscale* yaitu, *energy*, *inertia*, *entropy* dan *correlation* dapat mengidentifikasi jenis citra kayu dengan baik.

Daftar Pustaka:

- [1] Agustin, Maria. 2012. *Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru Pada Jurusan Teknik Komputer di Politeknik Negeri Sriwijaya*. Tesis diterbitkan. Semarang: Program Studi Pasca Sarjana Magister Sistem Informasi. Universitas Diponegoro.
- [2] Fausett, L. 1994. *Fundamentals of Neural Network Architectures: Algorithm and Applications*. Prectice-Hall, Inc.
- [3] Gasim. 2006. *Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Pengenalan Jenis Kayu Berbasis Citra*. Tesis diterbitkan. Bogor: Program Studi Pasca Sarjana Ilmu Komputer. Institut Pertanian Bogor.
- [4] Gasim dan Hartati, Sri. *Arsitektur ANFIS untuk Pengenalan Kayu Berbasis Citra Cross-Section*. Jurnal diterbitkan. Yogyakarta: Program Pasca Sarjana Fakultas MIPA UGM Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas MIPA UGM Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika.
- [5] Hartati, Sri., Gasim., Rulliaty, Sri dan Damayanti, Ratih. *Generalized Regression Neural Network Sebagai Metode untuk Mengenal 15 Jenis Kayu Komersil Indonesia*. Jurnal diterbitkan. Yogyakarta: FMIPA Universitas Gajah Mada., Palembang: Program Studi Teknik Informatika Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Multi Data Palembang.
- [6] Maharani, Warih. 2009. *Klasifikasi Data Menggunakan JST Backpropagation Momentum Dengan Adaptive Learning Rate*. Jurnal diterbitkan. Yogyakarta: Seminar Nasional Informatika 2009.
- [7] Mathwork Inc., 1999. *Neural Network Toolbox for Use With Matlab*. The Mathwork Inc. Natick, USA.
- [8] Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika.
- [9] Relf, Chirstopher. *Image Acquisition and Processing with Labview*. Boca Raton. London. New York. Washington, D.C