

Analisis dan Perancangan Jaringan Saraf Tiruan untuk Mengidentifikasi Tingkat Kematangan Buah Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L.)

Okidahwanu¹, Sarjono²

Program Studi Magister Sistem Informasi, Pasca Sarjana STIKOM Dinamika Bangsa, Jambi
E-mail: okidahwanu@rocketmail.com¹, sarjono@gmail.com².

Abstract

Starfruit is one of the fruits that are widely cultivated in Indonesia. But at this time sorting of starfruit is still done manually by humans, consequently resulting in a uniform level of maturity that is not good. For this reason, a system is needed that can identify the level of maturity of starfruit with artificial neural networks. The main problem of designing artificial neural networks is how to analyze and design an artificial neural network architecture in order to determine the maturity level of sweet starfruit properly. This study aims to design artificial neural networks with backpropagation method to identify the maturity level of starfruit. From the results of the study, the best configuring of backpropagation artificial neural network model is a model of artificial neural networks with 3 inputs, 11 hidden layer neurons and 3 outputs (3-11-3). With this configuration, artificial neural networks are able to identify the level of maturity with a success rate of 95.8% of 48 starfruit test data.

Keywords: Star fruit, The Level of Maturity, Artificial Neural Network, Backpropagation

Abstrak

Buah belimbing manis adalah salah satu buah yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Namun saat ini pemilahan buah belimbing masih dilakukan secara manual oleh manusia, akibatnya menghasilkan keseragaman tingkat kematangan yang kurang baik. Untuk itu diperlukan sistem yang dapat mengidentifikasi tingkat kematangan buah belimbing manis dengan jaringan saraf tiruan. Permasalahan utama merancang jaringan saraf tiruan adalah bagaimana menganalisis dan merancang arsitektur jaringan saraf tiruan agar dapat menentukan tingkat kematangan buah belimbing manis dengan benar. Penelitian ini bertujuan merancang jaringan saraf tiruan dengan metode backpropagation untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah belimbing. Dari hasil penelitian didapat konfigurasi terbaik model jaringan saraf tiruan backpropagation adalah model jaringan saraf tiruan dengan 3 input, 11 neuron layer tersembunyi dan 3 output (3-11-3). Dengan konfigurasi tersebut, jaringan saraf tiruan mampu mengidentifikasi tingkat kematangan dengan tingkat keberhasilan sebesar 95,8% dari 48 data uji buah belimbing.

Kata kunci: Buah Belimbing Manis, Tingkat Kematangan Buah, Jaringan Saraf Tiruan, Backpropagation

© 2019 Jurnal Manajemen Sistem Informasi

1. Pendahuluan [Heading Level 1: Times New Roman 10 bold]

Jaringan saraf tiruan adalah merupakan sebuah model yang dirancang berdasarkan cara kerja otak melakukan tugas atau fungsi tertentu, jaringan biasanya diimplementasikan dengan menggunakan komponen elektronik atau disimulasikan dalam perangkat lunak pada komputer digital [1]. Jaringan saraf tiruan merupakan sistem pemrosesan informasi yang memiliki kemampuan pembelajaran terhadap data dan informasi yang diterima, kemampuan untuk memodelkan fungsi linear, komputasi paralel, dan mempunyai sifat mentolerir ketidakpastian (*fault tolerance*) [2].

Kemampuan jaringan saraf tiruan memungkinkan memberikan solusi dari jenis masalah lain yang berasal dari bidang pengetahuan yang berbeda [3]. Salah satu contoh di bidang kedokteran, di mana jaringan saraf tiruan digunakan untuk mengklasifikasikan dan memprediksi kanker berdasarkan profil genetik individu [4]. Di bidang farmasi jaringan saraf tiruan untuk mendukung perumusan obat baru, menunjukkan

apakah obat harus diproduksi dengan metode mikroemulsi atau metode dispersi padat [5]. Di bidang pertanian, jaringan saraf tiruan dimanfaatkan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah-buahan [6].

Letak wilayah Indonesia di daerah tropis sangat menguntungkan dalam bidang pertanian karena banyak komoditas buah-buahan yang dapat dibudidayakan, salah satunya belimbing manis. Luas lahan untuk tanaman belimbing manis rata-rata 2.848,9 ha dengan jumlah produksi rata-ratanya 78.762 ton [7]. Namun buah belimbing manis belum mampu menembus pasaran ekspor. Salah satu penyebabnya yaitu tidak seragamnya tingkat kematangan buah yang disortasi. Hal ini karena cara mengidentifikasi dan mendeteksi kematangan buah yang dilakukan masih banyak menggunakan cara manual dengan menggunakan indera manusia. Kerugian dari cara manual ini memakan waktu sementara ketepatan hasil tidak dapat dijamin karena sifat manusia seperti kelelahan. Efektivitas teknik manual ini tergantung pada keahlian, pengalaman, dan konsentrasi operator yang tinggi. Selain itu cara ini bersifat kurang dapat dipercaya karena subjektivitas yang tinggi dan *unreproducible* (bila diulangi oleh orang lain akan menghasilkan hasil yang berbeda) dalam melakukan identifikasi atribut mutu buah.

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan suatu metode yang dapat menjamin keseragaman tingkat kematangan buah belimbing manis. Metode pengukuran non konvensional yaitu menggunakan citra (*image processing*) menghasilkan data yang akan diproses secara pembelajaran dengan jaringan saraf tiruan (*artificial neural network*) yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat kematangan buah belimbing manis. Oleh karena itu dalam tugas akhir ini penulis akan melakukan penelitian dengan judul “Analisis dan Perancangan Jaringan Saraf Tiruan untuk Mengidentifikasi Tingkat Kematangan Buah Belimbing Manis (*Averrhoa carambola* L)”.

2. Penelitian Sebelumnya

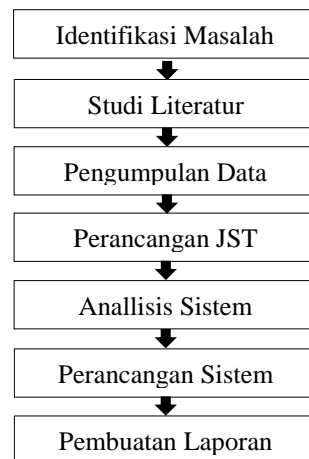
Adapun penelitian yang pernah mengangkat masalah jaringan saraf tiruan antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian dari Jurnal dengan judul “Identifikasi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan (JST)” yang ditulis oleh Sella Kusumaningtyas dan Rose Andrie Asmara (Februari, 2016) [8]. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu single perceptron. Tingkat keberhasilan identifikasi tomat hanya sebesar 43,33%. Sedangkan penulis akan menggunakan metode backpropagation dalam penelitian yang akan dilakukan karena berdasarkan literatur metode backpropagation dapat meminimalkan error pada output yang dihasilkan oleh jaringan saraf tiruan. Diharapkan dapat meningkatkan tingkat keberhasilan jaringan saraf tiruan dalam melakukan identifikasi.
2. Penelitian dari jurnal dengan Judul “Pemrosesan Citra Digital untuk Klasifikasi Mutu Buah Pisang Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan” yang ditulis oleh Yanuar Putu Wiharja dan Agus Harjoko (April, 2014) [6]. Penelitian yang dilakukan tersebut membahas tentang perancangan jaringan saraf tiruan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah pisang dengan parameter input citra digital warna. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa konfigurasi terbaik model jaringan backpropagation untuk sistem klasifikasi mutu pisang adalah pada laju pembelajaran sebesar 0,3 dan jumlah neuron pada lapisan tersembunyi sebanyak 10 neuron didapatkan tingkat keberhasilan sebesar 94 %. Sedangkan yang akan penulis lakukan menggunakan objek yang berbeda yaitu buah belimbing manis sehingga arsitektur backpropagation yang dihasilkan akan berbeda.

3. Metodologi

3.1 Alur Penelitian

Berikut disajikan diagram alir penelitian yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Dalam tahap ini, peneliti mengidentifikasi permasalahan yang ada yaitu merumuskan masalah yang akan diteliti. Dengan adanya perumusan masalah, maka penelitian akan menjadi jelas dan terarah.

2. Studi Literatur

Merupakan suatu cara yang bermanfaat dan penting dalam mencari dan mengumpulkan data untuk merancang suatu sistem penunjang keputusan di mana data yang diperoleh dapat diolah dan dievaluasi sehingga masalah yang ada dapat diselesaikan. Sebelum dilakukan penelitian dengan masalah yang ada maka peneliti harus mengkaji terlebih dahulu dan memahami masalah yang dihadapi. Agar permasalahan tersebut jelas maka diperlukan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan cara mempelajari masalah itu dan mencari literatur. Mempelajari dan memahami teori-teori yang menjadi pedoman dan referensi guna penyelesaian masalah dan mempelajari penelitian yang relevan dengan masalah yang diteliti.

3. Pengumpulan data

Untuk mendapatkan data-data yang akurat sebagai input dalam jaringan saraf tiruan penulis menggunakan teknik citra digital yaitu dengan melakukan pengambilan citra dari objek penelitian menggunakan kamera digital. Setelah pemroses citra RGB dari objek penelitian menggunakan bantuan software Matlab R2016a. Objek penelitian yang digunakan memiliki tingkat kematangan yang berbeda.

4. Perancangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Arsitektur jaringan saraf tiruan juga terdiri dari input, hidden layer, serta output. Hidden layer dalam penelitian ini jumlah neuron ditetapkan sebanyak 2, 5, 8 dan 11 neuron. Sedangkan dalam inputan dan output, peneliti memasukkan inputan berupa angka yang meliputi nilai indeks RGB dari objek penelitian. Kemudian untuk variabel output, peneliti menargetkan untuk hasil output berupa tingkat kematangan buah belimbing manis yang dikonversikan ke bilangan biner.



Gambar 2. Alur Perancangan Jaringan Saraf Tiruan

5. Perancangan Pelatihan Jaringan

Pelatihan Jaringan menggunakan metode Backpropagation dilatihkan dengan menggunakan software MATLAB. Dimana di dalam MATLAB sudah terdapat berbagai variasi pelatihan jaringan backpropagation. Berikut ini adalah algoritma pelatihan standar backpropagation yang melalui 3 fase yaitu Fase Propagasi Maju, Fase Propagasi Mundur, dan Fase Perubahan Bobot dan Bias. Proses pelatihan dilakukan untuk mencari persamaan terbaik dengan melakukan pelatihan bobot dan bias secara berulang.

6. Validasi

Validasi model bertujuan untuk mengetahui ketepatan JST dalam memprediksi keluaran sebuah informasi. Pada proses validasi, setelah model JST dilatih dengan menggunakan data pelatihan, model diuji dengan data yang lain Hal ini dimaksudkan sejauh mana model dapat memprediksi nilai-nilai keluaran dari nilai-nilai parameter masukan yang diberikan pada JST. Hasil validasi model untuk tiap lapisan tersembunyi dilakukan dengan membandingkan nilai target output yang telah ditetapkan dengan hasil prediksi jaringan yang telah dilatih dengan data validasi. Program akan memberikan hasil prediksi dan hasil dari program kemudian dibulatkan dimana nilai keluaran program bernilai > 0.5 maka dibulatkan menjadi nilai keluaran 1 dari nilai target yang ditentukan sebelumnya dan nilai keluaran program bernilai < 0.5 maka dibulatkan menjadi nilai keluaran 0 dari target yang ditentukan sebelumnya. Karena bentuk fungsi yang digunakan selama pelatihan adalah fungsi sigmoid, maka hasil yang diberikan oleh program memiliki kecenderungan tidak akan mencapai nilai maksimum 1 dan tidak akan mencapai nilai minimum 0. Oleh karena itu dilakukan pembulatan untuk mencapai nilai biner 0 atau 1. Untuk menentukan ketepatan model perlu dilakukan validasi model dengan persamaan :

$$\text{Ketepatan (\%)} = \frac{A}{B} \times 100 \% \quad (16)$$

(1)
A = Jumlah data hasil pendugaan yang sama dengan target ; B = Jumlah target

7. Analisis Sistem

Analisis bertujuan untuk menguraikan sistem informasi pemasaran yang utuh ke dalam komponen-komponennya dengan maksud mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan, sehingga dapat dirancang perbaikan.

8. Perancangan Sistem

Perancangan Sistem adalah sekumpulan aktivitas yang menggambarkan secara rinci bagaimana sistem akan berjalan. Hal itu bertujuan untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan user.

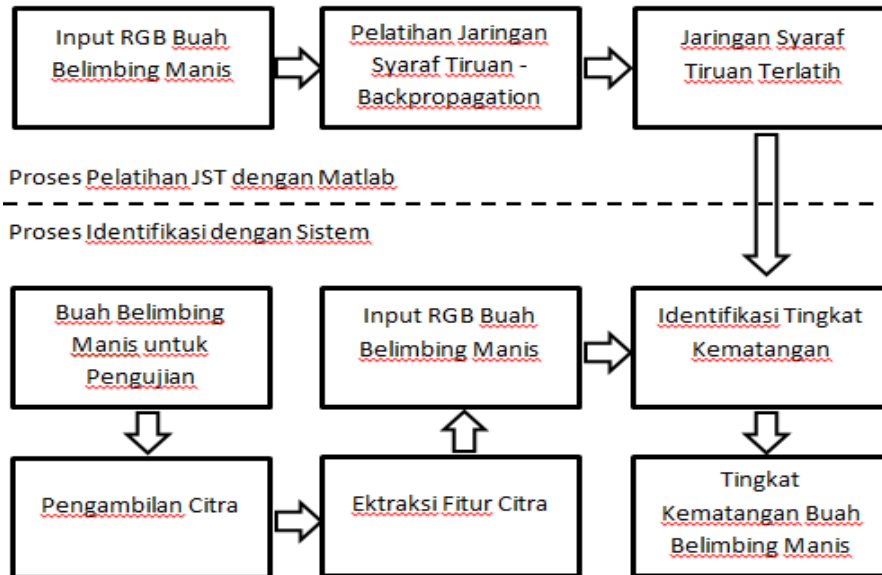
9. Pembuatan Laporan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan laporan yang disusun berdasarkan hasil penelitian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Sistem

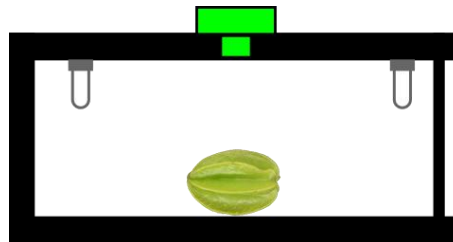
Analisis sistem dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang sistem. Sistem yang akan dibangun adalah sebuah sistem yang dapat mengidentifikasi tingkat kematangan buah belimbing berdasarkan data yang diperoleh dari pengolahan citra digital buah tersebut. Sistem yang akan dibangun menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan backpropagation.



Gambar 3. Blog Diagram Rancangan Sistem Secara Keseluruhan

4.2 Perancangan Kotak Pengambilan Citra

Kotak pengambilan citra dirancang agar proses pengambilan citra dapat dilakukan dengan pencahayaan yang sama, jarak kamera dengan objek sama, dan jenis kamera yang sama sehingga data yang diperoleh memiliki tingkat akurasi yang sama.



Gambar 4. Kotak Pengambilan Citra

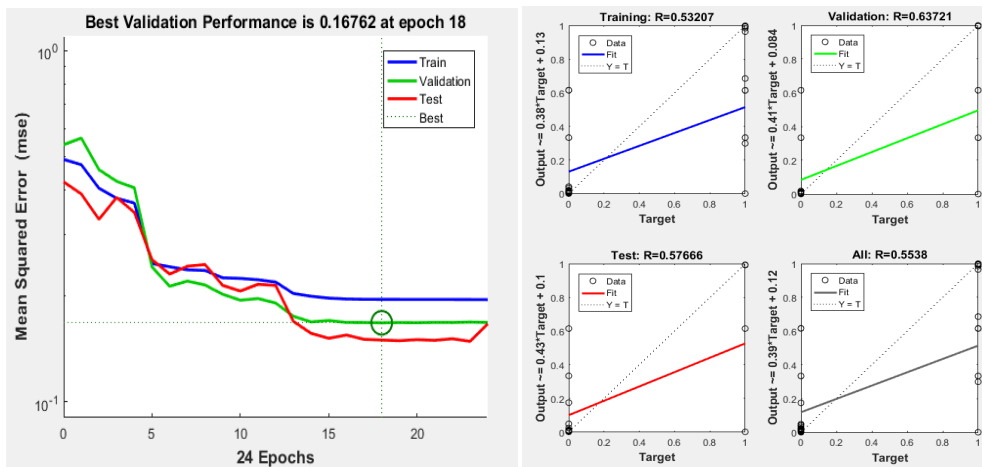
4.3 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah belimbing manis adalah jaringan saraf tiruan backpropagation dengan langkah pembelajaran feedforward. Aturan pelatihan jaringan saraf tiruan yang digunakan adalah pembelajaran terawasi. Aturan ini dipilih karena dapat mempelajari data masukan yang diberikan dan dapat memproses data masukan yang bersifat non-linier. Arsitektur jaringan saraf tiruan yang diteliti pada penelitian ini terdiri dari 4 arsitektur.

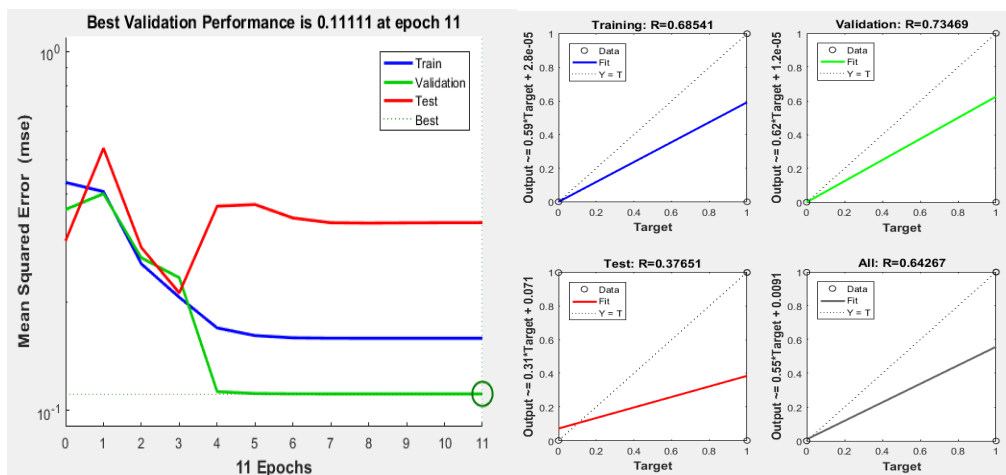
4.4 Pelatihan Jaringan saraf tiruan

Jaringan saraf tiruan model 1 sampai model 4 dilatih menggunakan aplikasi Matlab 2016a. Data komponen warna hasil dari pengolahan citra belimbing manis berupa nilai Red, Green, dan Blue dibagi menjadi dua bagian yaitu data pelatihan sebanyak 60 set data dan data validasi sebanyak 48 set data.

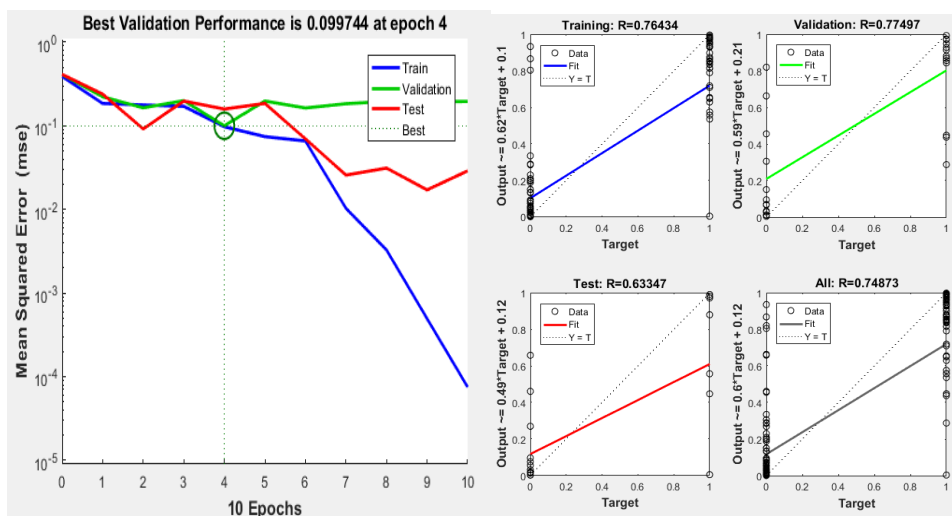
Untuk melihat unjuk kerja dari jaringan saraf tiruan maka tiap-tiap model diuji dengan jumlah neuron yang berbeda di lapisan tersembunyi. Jumlah neuron di lapisan tersembunyi yang diujikan tiap model yaitu 2, 5, 8 dan 11 neuron. Parameter pelatihan yang digunakan yaitu parameter default di Matlab r2016a.



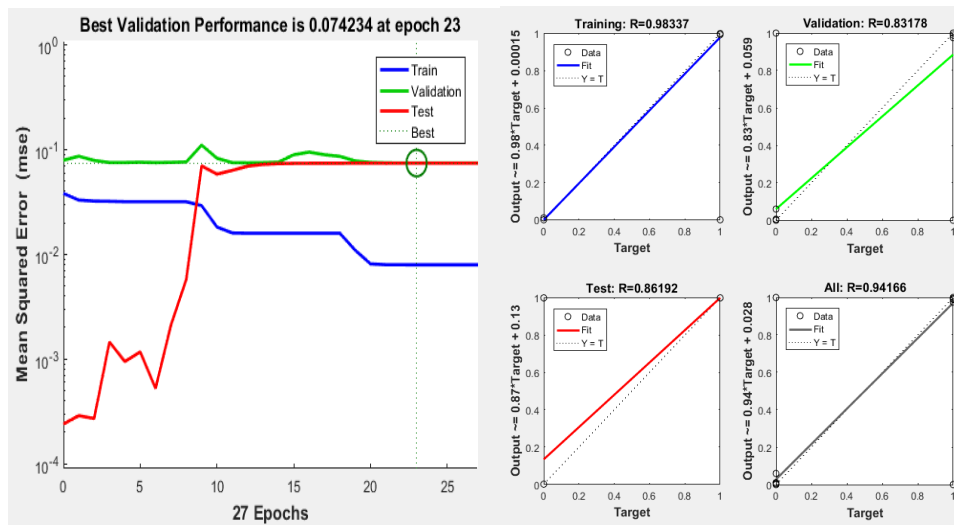
Gambar 5. Grafik Penurunan Error Selama Pelatihan JST Model 1 (3-2-3)



Gambar 6. Grafik Penurunan Error Selama Pelatihan JST Model 2 (3-5-3)



Gambar 7. Grafik Penurunan Error Selama Pelatihan JST Model 3 (3-8-3)



Gambar 8. Grafik Penurunan Error Selama Pelatihan JST Model 4 (3-11-3)

4.5 Validasi

Hasil pembobotan serta nilai Mean square errors (MSE) terkecil yang didapatkan dari hasil pelatihan JST digunakan untuk validasi yaitu JST Model 4 (3-11-3). Pada proses validasi digunakan data lain untuk menentukan ketepatan model JST dalam hasil prediksinya.

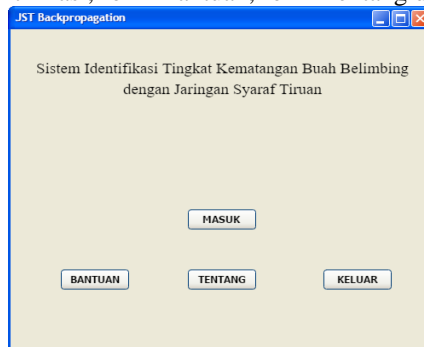
Tabel 1. Akurasi Jaringan Saraf Tiruan Model 4 (3-11-3)

No	Tingkat kematangan	Target Keluaran	Keluaran Jaringan	Keterangan
1	Indeks 1	000	000	Berhasil
2	Indeks 1	000	000	Berhasil
3	Indeks 1	000	000	Berhasil
4	Indeks 1	000	000	Berhasil
5	Indeks 1	000	000	Berhasil
6	Indeks 1	000	000	Berhasil
7	Indeks 1	000	000	Berhasil
8	Indeks 1	000	000	Berhasil
9	Indeks 2	001	001	Berhasil
10	Indeks 2	001	001	Berhasil
11	Indeks 2	001	001	Berhasil
12	Indeks 2	001	001	Berhasil
13	Indeks 2	001	001	Berhasil
14	Indeks 2	001	001	Berhasil
15	Indeks 2	001	001	Berhasil

4.6 Perancangan Antarmuka

Tahap perancangan user interface menyediakan tampilan antarmuka untuk interaksi antar pengguna dengan sistem yang akan dibangun. Perancangan antarmuka ini diharapkan agar pengguna atau user dapat

berinteraksi dengan mudah dalam penggunaan sistem tersebut. Perancangan antarmuka dalam program aplikasi ini terdiri dari lima rancangan antarmuka. Tujuh rancangan antarmuka yaitu form Menu Utama, form Pelatihan, form Validasi, form Identifikasi, form Bantuan, form Tentang dan form Keluar.



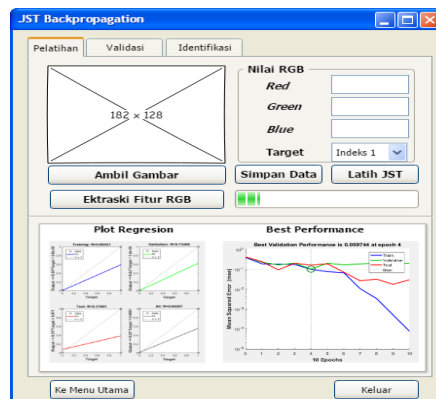
Gambar 9. Form Menu Utama

1. Form Menu Utama

Form ini merupakan antarmuka saat pertama kali program aplikasi dijalankan. Pada form ini berisi semua menu-menu pilihan yang dapat digunakan oleh user untuk mengidentifikasi tingkat kematangan belimbing. Tampilan rancangan form Menu Utama dalam sistem yang akan dibangun terlihat pada gambar 9.

2. Form Menu Pelatihan

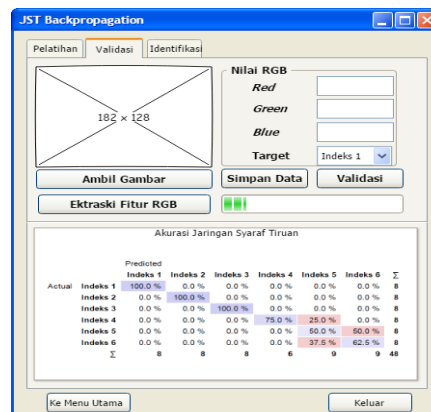
Tampilan rancangan form Pelatihan dalam sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut:



Gambar 10. Form Menu Pelatihan

3. Form Menu Validasi

Form ini merupakan antarmuka saat menu Pelatihan dijalankan. Pada form ini user memasukkan data-data yang dibutuhkan oleh sistem. Tampilan rancangan form Pelatihan dalam sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut:

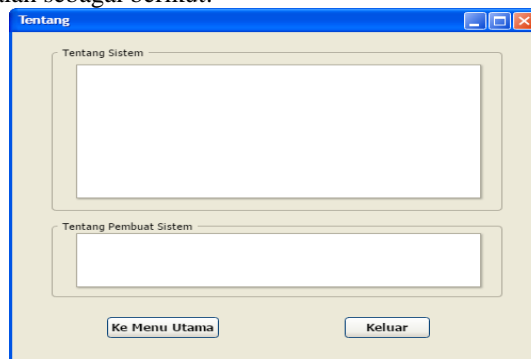


Gambar 11. *Form Menu Validasi*4. *Form Bantuan*

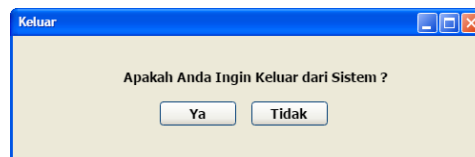
Form ini merupakan antarmuka saat menu Bantuan dijalankan. Pada menu ini berisi tentang tata cara menggunakan sistem (berupa petunjuk) agar user dapat menggunakan sistem dengan baik dan benar. Tampilan rancangan form Bantuan dalam sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut:

Gambar 4.20 *Form Menu Bantuan*3. *Form Menu Tentang*

Form ini merupakan antarmuka saat menu Tentang dijalankan. Pada form ini hanya terdapat penjelasan mengenai penjabaran sistem dan pengembang sistem. Tampilan rancangan form Tentang dalam sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut:

Gambar 11. *Form Menu Tentang*4. *Form Menu Keluar*

Form ini merupakan antarmuka saat menu Keluar dijalankan. Pada form ini terdapat pilihan apakah user ingin keluar dari aplikasi atau tidak. Jika user memilih Ya, maka user akan keluar dari sistem, tetapi jika user memilih tidak maka user akan tetap berada didalam sistem. Tampilan rancangan form Keluar dalam sistem yang akan dibangun adalah sebagai berikut:

Gambar 12. *Form Menu Keluar*

5. Kesimpulan

5.1 Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Komponen warna Red, Green, Blue (RGB) dari buah belimbing manis dapat digunakan untuk menentukan tingkat kematangan buah belimbing manis dengan Jaringan Saraf Tiruan menggunakan metode backpropagation.
2. Pada pengujian Jaringan Saraf Tiruan terbaik model 4 (3-11-3) yang terdiri dari 3 unit pada lapisan input, 3 unit neuron pada lapisan tersembunyi dan 3 unit pada lapisan keluaran dengan tingkat keberhasilan mengidentifikasi sebesar 95,8 %

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan sistem yaitu :

1. Perlu dilakukan pengujian berbagai parameter pelatihan jaringan saraf tiruan dengan metode backpropagation.
2. Perlu penelitian lebih lanjut tentang pengembangan alat pemilahan berdasarkan tingkan kematangan buah belimbing manis dengan menggunakan pengolahan citra dan jaringan saraf tiruan.

6. Daftar Rujukan

- [1] Haykin, S. 2009. *Neural Network and Learning Machines* (3rd ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall..
- [2] Kaswidjanti, W., Widiastuti, F., & Rustamaji, H.C. 2013. *Analisis dan Perancangan Jaringan Saraf Tiruan dengan Metode Backpropagation pada Aplikasi Pengenalan Tanda Tangan*. Jurnal Teknik. Volume 3, Nomor 2. Yogyakarta: UPN Veteran.
- [3] Silva, I., Spatti, D., Flauzino, R. A., Liboni, L., & Alves, S. 2017. *Artificial Neural Networks*. Switzerland: Springer International Publishing.
- [4] Ciresan, D. C., Giusti, A., Gambardella, L. M., & Schmidhuber, J. 2013. *Mitosis Detection in Breast Cancer Histology Images with Neural Networks*. Lecture Notes in Computer Science, Voume 1, Nomor 1.
- [5] Deeb, O. 2010. *Correlation Ranking and Stepwise Regression Procedures in Principal Components Artificial Neural Networks Modeling With Application to Predict Toxic Activity and Human Serum Albumin Binding Affinity*. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, Volume 104, Nomor 1.
- [6] Wiharja, Y. P., & Harjoko, A. 2014. *Pemrosesan Citra Digital untuk Klasifikasi Mutu Buah Pisang Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan*. Indonesian Journal of Electronics and International System, Volume 4 Nomor 1.
- [7] Badan Pusat Statistik RI. 2016. Hortikultura. Retrieved Mei 29, 2018, from Badan Pusat Statistik Republik Indonesia: <https://www.bps.go.id/subject/55/hortikultura.html#subjekViewTab3>
- [8] Kusumaningtyas, S., & Asmara, R. A. 2016. *Identifikasi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan (JST)*. Jurnal Informatika Polinema, Volume 2, Nomor 2. Malang: Politeknik Negeri Malang.
- [9] Effendi, M., Fitriyah, & Effendi, U. 2017. *Identifikasi Jenis dan Mutu Teh Menggunakan Pengolahan Citra Digital dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan*. Jurnal Teknotan, Volume 11, Nomor 2. Malang: Universitas Brawijaya.