

Sistem Deteksi Lama Waktu Penyimpanan Daging Ayam Berdasarkan Warna Dan Kadar Amonia Berbasis Sensor TCS3200 dan MQ135 Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan

M. Adib Fauzi Rahmana¹, Dahnia Syauqy², Tibyani³

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹adibpaero@gmail.com, ²dahnial87@ub.ac.id, ³tibyani@ub.ac.id

Abstrak

Lama waktu penyimpanan daging ayam adalah faktor penting yang berhubungan dengan kesegaran dan kualitas dari daging ayam apakah daging tersebut layak dikonsumsi atau tidak. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem yang dapat mengidentifikasi tingkat kesegaran daging ayam secara cepat, akurat, dan bersifat *non-destructive*. Sistem ini diimplementasikan ke dalam sebuah mikrokontroler arduino dengan menggunakan sensor gas dan sensor warna sebagai alat klasifikasi dalam menentukan lama waktu penyimpanan sebuah daging ayam. Proses penginputan data didapatkan melalui akuisisi data dengan dua buah sensor, yaitu sensor gas MQ135 dan sensor warna TCS3200 yang mampu membaca parameter berupa kadar amonia dan warna RGB. Untuk proses klasifikasi digunakan algoritme *supervised learning* dari jaringan syaraf tiruan yang mampu mengenali dan mengelompokkan data berdasarkan target yang telah ditentukan di awal. Terdapat 3 jenis kelas tingkatan lama waktu penyimpanan daging yang diuji yaitu daging yang baru saja disembelih s/d lama waktu penyimpanan 12 jam, kelas kedua daging dengan lama penyimpanan lebih dari 12 jam s/d 24 jam dan kelas ketiga yaitu daging dengan lama penyimpanan lebih dari 24 jam. Penelitian ini menghasilkan akurasi sistem sebesar 86,7% dalam menentukan lama waktu penyimpanan daging ayam, dengan rata-rata waktu komputasi yang dibutuhkan selama 3,2 detik.

Kata kunci: lama waktu penyimpanan, jaringan syaraf tiruan, sensor gas, sensor warna

Abstract

The length of time for storing chicken meat is the important factor that is related to the freshness and quality of chicken meat whether or not the meat is suitable for consumption. It is very important in determining the feasibility of chicken meat for consumption. In this research, it is designed a system that can be used fastly, accurately, and non-destructive. This system is implemented into an Arduino microcontroller by using gas sensors and color sensors as a measurement tool for determining chicken meat based on length of time storage. The process of inputting data is gained by data acquisition with two sensors, there are MQ135 gas sensor and TCS3200 color sensor which is able to read parameters in the form of ammonia levels and RGB colors. For the classification process, supervised learning algorithms are used from artificial neural networks that are able to recognize and group data based on predetermined targets at the beginning. There are 3 types of chicken meat based on the length of time storage. First, meat of chicken that are only slaughtered up to 12 hours long storage time. Second, it is stored longer than 12 hours up to 24 hours. The last, it has been stored for more than 24 hours. This research gave accuracy system of 86.7% in deciding time of period chicken meat time storage, by average computational time needed for 3.2 seconds.

Keywords: time storage, artificial neural network, gas sensor, color sensor

1. PENDAHULUAN

Daging ayam adalah salah satu komoditas pangan yang paling diminati oleh konsumen karena harganya yang cukup terjangkau, dan

mudah didapatkan dimana saja (Yashoda et al. 2001). Dari tahun ke tahun konsumsi masyarakat terhadap daging ayam khususnya ayam broiler terus meningkat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, pada tahun 2012-2014 rata-rata

konsumsi daging ayam broiler di Indonesia perkapita perminggu sebesar 0.078 Kg (BPS, 2014).

Dengan terus meningkatnya permintaan daging ayam oleh konsumen mengakibatkan harga daging ayam ikut melonjak naik. Kenaikan harga daging ayam yang cukup signifikan ini terkadang dimanfaatkan oleh beberapa oknum pedagang nakal dengan cara mencampurkan daging ayam yang layak konsumsi dengan daging ayam yang sudah tidak layak konsumsi, yaitu daging yang telah membusuk karena disimpan terlalu lama. Untuk saat ini

Kualitas dari sebuah daging ayam dapat ditentukan dari kesegaran daging itu sendiri. Daging ayam apakah dikatakan layak dikonsumsi atau tidak, dapat dilihat dari tingkat kesegarannya maupun lama waktu penyimpanannya. Saat ini masih digunakan cara tradisional untuk menentukan kualitas dan kesegaran sebuah daging yaitu dengan menggunakan kontak langsung manusia melalui inspeksi visual dan juga penciuman (Hajrawati, 2016). Selain itu juga terdapat metode lain yang lebih modern yaitu dengan menggunakan metode klasifikasian secara kimiawi. Namun umumnya proses ini relatif kompleks, memakan waktu yang cukup lama hingga 48 jam, serta bersifat destruktif (daging yang diuji akan rusak oleh zat kimia) (Matuwo, 2012). Oleh karena itu sudah sewajarnya dibangun suatu sistem yang dapat mendeteksi tingkat kesegaran daging dengan cepat, akurat dan bersifat *non-destructive*.

Penelitian ini berfokus pada proses identifikasi untuk menentukan apakah daging ayam yang diuji masuk ke dalam kategori daging segar ataukah daging tidak segar berdasarkan lamanya waktu simpan saat daging ayam baru selesai disembelih hingga daging ayam diuji. Dengan memanfaatkan karakteristik dari pembusukan daging, digunakan sebuah sensor gas dan sensor warna untuk dapat mendeteksi tingkat kesegaran daging. Sensor gas MQ135 akan mendeteksi gas NH₃ yang dikeluarkan oleh daging. Kemudian sensor warna TCS3200 akan digunakan untuk mendeteksi perubahan nilai RGB dari warna daging (Horczyczak, 2016).

Dalam penelitian ini sistem dirancang dengan menggunakan Arduino Uno sebagai otak pemrosesannya. Yang akan dihubungkan dengan sensor TCS3200 dan sensor MQ135. Sedangkan metode yang digunakan adalah jaringan syaraf tiruan. Sistem akan mengidentifikasi apakah daging ayam yang diuji

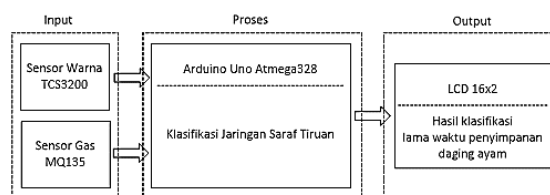
masih segar atau tidak berdasarkan lama waktu penyimpanannya. Hasil identifikasi daging ayam akan ditampilkan pada LCD 16x2 untuk memudahkan user melihat *outputnya*.

Metode jaringan syaraf tiruan (JST) dipilih karena merupakan suatu algoritme yang bersifat *supervised leaning*, dimana cara kerjanya yakni mengklasifikasikan suatu data ke dalam kelas-kelas yang telah ditentukan sebelumnya atau diistilahkan sebagai target. Metode jaringan syaraf tiruan mampu berpikir layaknya otak manusia, melakukan pengenalan terhadap obyek dengan menggabungkan informasi-informasi yang didapatkan sebelumnya lalu menyimpulkannya ke dalam suatu kelas yang paling sesuai (Simamora, 2017).

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

2.1 Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum sistem diwakili oleh gambar blok diagram pada gambar 1. Blok diagram dirancang berdasarkan dari kebutuhan sistem yang ingin dibuat.



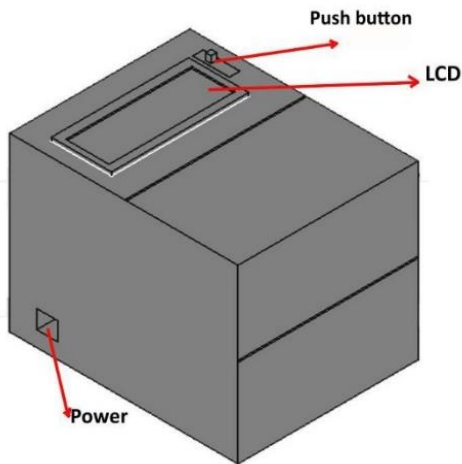
Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Dari Gambar 1, dapat dijelaskan bahwasanya sistem yang dibuat terdiri dari 3 bagian yaitu *input*, *proses*, dan *output*. Sensor gas dan sensor warna disini masuk ke dalam bagian input. Sensor pada sistem berfungsi untuk mengakuisisi nilai RGB pada daging dan kadar gas amonia yang dikeluarkan oleh daging ayam. Selanjutnya pada bagian prosesing terdapat arduino uno sebagai pusat pengolahan data dan proses klasifikasi menggunakan algoritme jaringan syaraf tiruan. Terakhir, hasil klasifikasi akan ditampilkan lama waktu penyimpanan daging ayam selama 0 s/d 12 jam, lebih dari 12 jam s/d 24 jam, atau lebih dari 24 jam melalui LCD 16x2 sebagai keluaran dari sistem.

2.2 Perancangan Sistem

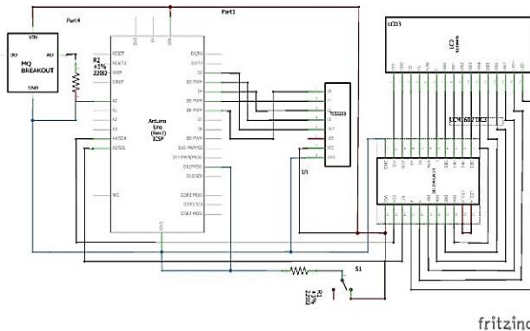
Sebelum prototipe benar-benar dibuat, perlu dirancang sebuah desain alat agar memudahkan peletakan komponen nantinya. Desain pada Gambar 2 diatas dirancang dengan

bantuan software free cad. Dengan dimensi 13,3 cm x 10,5 cm x 10 cm desain tersebut akan di cetak pada sebuah akrilik berwarna hitam. Desain prototipe sistem dibuat sekecil mungkin agar sistem ini menjadi praktis sehingga mudah untuk dibawa kemana-mana. Pada bagian atas dan bagian depan dari sistem, dirancang dapat dibuka dan ditutup untuk memudahkan pengguna dalam meletakkan daging ayam yang akan diuji. Sedangkan akrilik warna hitam dipilih agar nantinya pembacaan sensor warna tidak terganggu dengan adanya pengaruh cahaya di luar kotak prototipe sistem.



Gambar 2. Desain prototipe alat

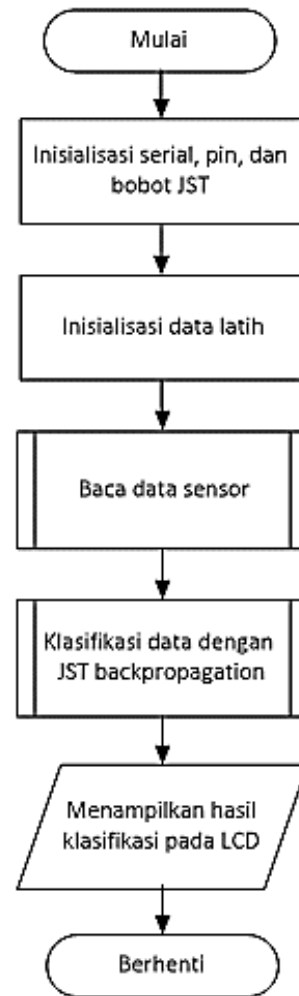
Pada Gambar 3 menunjukkan Skematik rangkaian perangkat keras yang diimplementasikan dalam pembuatan sistem. Diantarnya adalah Arduino Uno sebagai otak pemrosesan sistem, sensor warna TCS3200, sensor gas MQ135, *push button*, dan resistor sebagai komponen untuk rangkaian pembagi tegangan pada sensor MQ135, serta, sebuah LCD 16x2 yang telah dirangkai dengan modul I2C.



Gambar 3. Diagram skematik sistem

Selanjutnya untuk perancangan umum

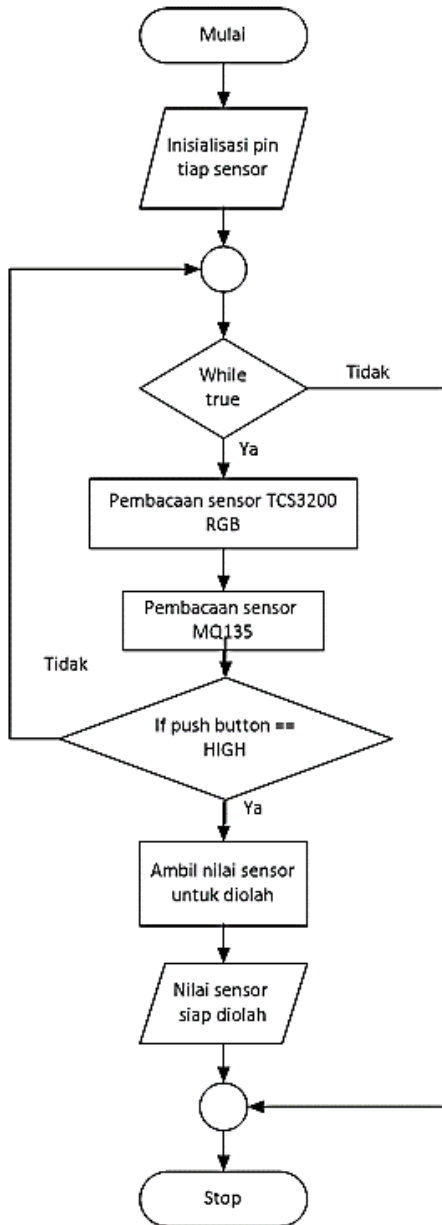
perangkat lunak pada sistem, dibuat diagram seperti gambar 4 berikut.



Gambar 4. Flowchart sistem

Gambar 4 diatas adalah diagram alir sistem secara keseluruhan. Alur dari cara kerja sistem dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pertama-tama sebelum sistem melakukan pembacaan data sensor, dilakukan inisialisasi terlebih dahulu terhadap serial, pin, dan bobot awal dari hasil pelatihan jaringan syaraf tiruan.
2. Melakukan inisialisasi data latih.
3. Setelah sensor dapat membaca data *input* dari daging ayam, kemudian masuk pada tahap proses klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan *backpropagation*.
4. Sampai pada tahap terakhir yaitu sistem menampilkan hasil klasifikasi pada LCD.



Gambar 5. Flowchart perancangan pengambilan data sensor.

Pada Gambar 5 terlihat bahwa proses pengambilan data sensor diawali dengan inisialisasi pin-pin *input* dan *output* yang terkoneksi antara arduino dengan sensor warna dan sensor gas. Apabila nilai dari kedua sensor telah dapat dibaca oleh mikrokontroler arduino, dibutuhkan suatu *trigger* untuk dapat melakukan klasifikasi yaitu dengan cara menekan *push button* yang ada di samping dari layar LCD 16x2. Pemberian *trigger* dilakukan untuk mendapatkan nilai terakhir yang terbaca oleh sensor. Nilai tersebut kemudian akan diolah dengan algoritme jaringan syaraf tiruan untuk menentukan tingkat lama waktu penyimpanan

daging dari daging ayam.

2.3 Perancangan Jaringan Syaraf tiruan

Tahap perancangan jaringan syaraf tiruan ini bertujuan untuk menentukan bagaimana pengumpulan data set, bagaimana arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan, serta bagaimana menentukan *epoch* dan *learning rate* yang dibutuhkan sistem.

A. Pengumpulan Data Set

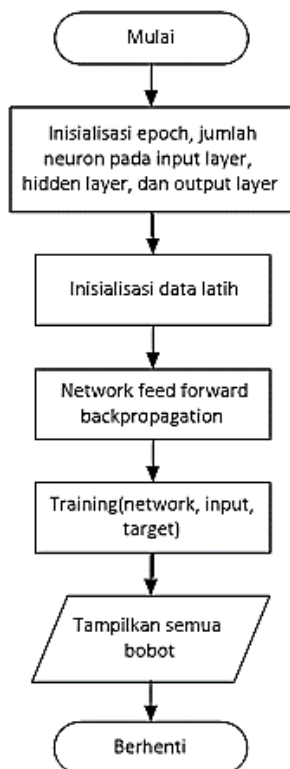
Untuk pengumpulan data set, peneliti melakukan percobaan dengan mengambil nilai R, G, B dan nilai ppm gas amonia pada 9 sampel daging ayam hingga didapatkan total data latih sebanyak 108 data. Pengambilan data latih dilakukan dengan menggunakan sensor warna dan sensor gas dari sistem pendeteksi lama waktu penyimpanan daging ayam. Pada pengambilan data ini dibagi dalam 3 kelas seperti yang ditunjukkan Tabel

Tabel 1. Pembagian kelas pada data set

Kelas ke-	Penjelasan
1	Daging ayam dengan lama waktu penyimpanan 0 s/d 12 jam setelah peyembelihan
2	Daging ayam dengan lama waktu penyimpanan lebih dari 12jam s/d 24 jam setelah peyembelihan
3	Daging ayam dengan lama waktu penyimpanan lebih dari 24 jam setelah peyembelihan

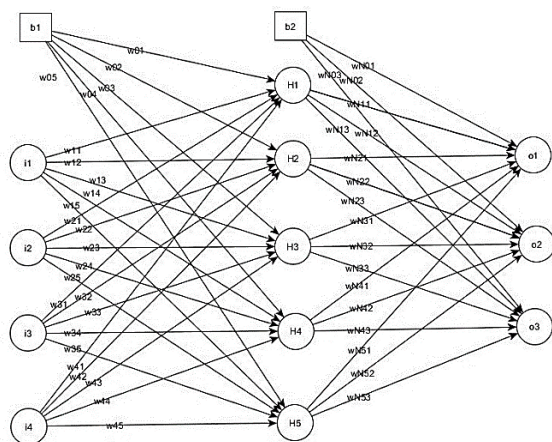
B. Perancangan Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan

Diagram alir pada Gambar 6 di bawah menggambarkan alur program yang diaplikasikan pada *software* Matlab di komputer. Program ini tidak ditetapkan pada sistem, namun dijalankan pada perangkat komputer secara terpisah dikarenakan untuk melakukan sebuah pelatihan data latih pada jaringan syaraf tiruan diperlukan suatu unit pemrosesan dengan kemampuan komputasi yang cepat dan memori yang cukup untuk mengolah sebanyak 108 data yang sudah didapatkan sebelumnya. Untuk pelatihan jaringan syaraf tiruan sendiri dilakukan pada aplikasi Matlab yang memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan perhitungan matematika yang kompleks dengan cepat.



Gambar 6. Diagram alir pelatihan backpropagation

Pada perancangan jaringan syaraf tiruan, proses diawali dengan pembuatan desain arsitektur jaringan syaraf tiruan (JST) seperti pada Gambar 7. Kemudian ditentukan jumlah *input layer*, jumlah *hidden layer*, serta jumlah *output layer*. 4 buah parameter digunakan dalam proses klasifikasi pada penelitian, yaitu parameter R, G, B, dan kadar amonia pada daging ayam. Pada arsitektur JST, *input layer* disimbolkan dengan huruf “I”.



Gambar 7. Arsitektur perancangan jaringan syaraf tiruan

Sistem diharapkan mampu mengklasifikasi 3 jenis daging ayam sesuai dengan lama waktu penyimpanannya, sehingga diwakili dengan 3

unit neuron pada *output layer* yang disimbolkan dengan huruf “o”. Sedangkan untuk menentukan jumlah *hidden layer* peneliti membuat arsitektur hanya dengan sebuah lapis *layer*, hal tersebut dipilih karena pertimbangan kinerja dan jumlah memori yang dibutuhkan saat komputasi berlangsung pada perangkat arduino. Untuk mendapatkan akurasi yang maksimal, perlu dilakukan perubahan pada beberapa nilai saat proses *training data*, yaitu nilai *learning rate*, *epoch*, dan jumlah neuron pada *hidden layer* untuk mendapatkan tingkat *error* terkecil.

Tahap-tahap dalam algoritme *backpropagation* adalah sebagai berikut:

- a. Inisialisasi *epoch*, jumlah unit pada lapisan masukan, tersembunyi (*hidden layer*), serta lapisan keluaran.
- b. Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah c-h

Fase 1: Propagasi maju (Feed Forward)

- c. Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.
- d. Menghitung hasil pada unit tersembunyi z_j ($j=1,2,\dots,p$)

$$z_{net} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad (1)$$

Mengitung aktivasi dengan fungsi *sigmoid*:

$$z_j = f(z_{net_j}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{net_j}}} \quad (2)$$

Keluaran dari fungsi aktivasi tersebut dikirim ke semua unit tersembunyi.

- e. Menghitung asil pada unit keluaran y_k ($k=1,2,\dots,m$)

$$y_{net_k} = w_{k0} + \sum_{i=1}^p z_j w_{kj} \quad (3)$$

Hitung sinyal keluaran menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid*:

$$y_k = f(y_{net_k}) + \frac{1}{1 + e^{-y_{net_k}}}$$

Fase 2: Propagasi maju (Feed Forward)

- f. Setiap unit keluaran Y_k ($k=1,2,\dots,p$) , menerima target pola yang berhubungan dengan pola masukan pelatihan, hitung informasi kesalahannya (*error*):

$$\delta_k = ((t_k - y_k) \cdot f'(y_{net_k})) = (t_k - y_k) \cdot y_k(1 - y_k) \quad (4)$$

Kemudian hitung koreksi bobot (yang akan digunakan untuk memperbaiki bobot baru)

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k k_j \quad (5)$$

($k = 1,2,\dots,m; j = 0,1,2,\dots,p$)

- g. Hitung faktor δ pada unit tersembunyi berdasarkan kesalahan pada unit tersembunyi z_j

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_j w_{kj} \quad (6)$$

Faktor δ unit tersembunyi

$$\delta_j = ((t_k - y_k) \cdot f'(y_{net_k})) \quad (7)$$

$$= \delta_{net_j} \cdot z_j(1 - z_j)$$

Hitung suku perubahan bobot v_{ji} (yang akan dipakai nanti untuk mengubah bobot v_{ji})

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i \quad (8)$$

(j = 1,2,...,p; I = 0,1,2,...,n)

Fase 3: Perubahan bobot

- h. Hitung semua perubahan bobot

Perubahan bobot yang menuju unit keluaran:

$$w_{kj}(baru) = \Delta w_{kj}(lama) + \Delta w_{kj} \quad (9)$$

(k = 1,2,...,m ; j = 0,1,2,...,p)

Perubahan bobot yang menuju ke unit tersembunyi:

$$v_{ji}(baru) = \Delta v_{ji}(lama) + \Delta v_{ji} \quad (10)$$

(j = 1,2,...,m ; i = 0,1,2,...,p)

- i. Uji kondisi berhenti, jika sudah mencapai batas kesalahan yang diharapkan atau batas iterasi maksimal.

Keterangan :

z_{net} = hasil nilai penjumlahan di *hidden layer*

z = *hidden layer*

j = data ke- j

v = nilai bobot pada *dendrit hidden layer*

n = data ke- n

i = data ke- i

x = nilai masukan atau *input*

f = fungsi

e = eksponensial

y_{net} = hasil penjumlahan di *output neuron*

k = data ke- k

y = unit keluaran

w = *weight*

p = jumlah data

δ = delta

t = iterasi

δ_{net} = nilai delta pada *dendrit hidden layer*

m = jumlah data

f' = turunan

Δ = delta

C. Perancangan Klasifikasi Pada Sistem

Pada Perancangan klasifikasi sistem, nilai

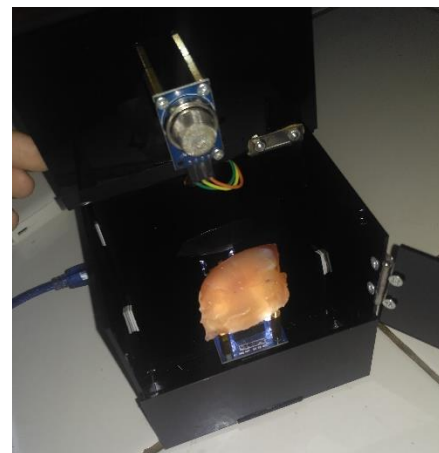
bobot yang telah diperoleh dari proses pelatihan JST akan digunakan sebagai variabel konstanta untuk melakukan perhitungan nilai output yang akan dibandingkan dengan nilai output target pada saat pelatihan pada perhitungan klasifikasi yang diterapkan pada arduino. Tabel 2 berikut adalah logika pengambilan keputusan klasifikasi berdasarkan karakteristik *transfer function log-sigmoid*.

Tabel 2. Logika pengambilan keputusan berdasarkan karakteristik *log-sigmoid*

No	logika	Hasil klasifikasi
1	Output 1 ≥ 0.5 && Output 2 < 0.5 && Output 3 < 0.5 (1 0 0)	Kelas 1
2	Output 1 < 0.5 && Output 2 ≥ 0.5 && Output 3 < 0.5 (0 1 0)	Kelas 2
3	Output 1 < 0.5 && Output 2 < 0.5 && Output 3 ≥ 0.5 (0 0 1)	Kelas 3

2.4 Implementasi Perangkat Keras

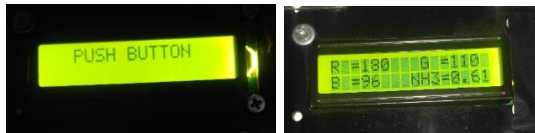
Pada implementasi perangkat keras, prototipe sistem dibuat dengan menggunakan kotak berukuran 13,3 cm; lebar 10,5 cm; dan tinggi 10 cm. Kotak terbuat dari lembaran akrilik hitam setebal 2 mm yang telah dipotong sesuai desain kemudian dirangkai sehingga membentuk sebuah kotak.



Gambar 7. Implementasi prototipe sistem

Pada Gambar 7 menunjukkan pengimplementasian perancangan perangkat keras kedalam sebuah prototipe sistem. Sensor

warna TCS3200 diletakkan pada bagian alas kotak bersama dengan mikrokontroler arduino uno. Untuk sensor gas MQ135 diletakkan pada bagian atas dengan posisi menghadap ke bawah., yang mana akan mengikuti bagian atas kotak apabila dibuka ataupun ditutup. Sedangkan untuk untuk LCD 16x2 dan push button diletakkan di atas kotak yaitu di bagian luar untuk memudahkan pengguna dalam melihat tampilan hasil klasifikasi.



Gambar 8. Tampilan LCD pada sistem

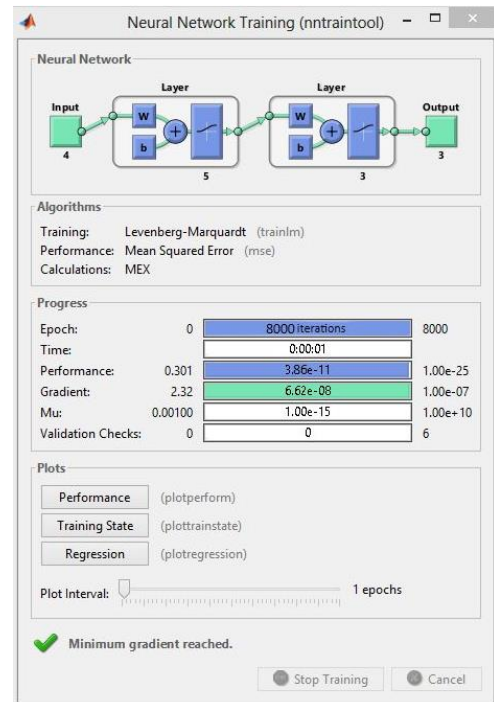
Hasil dari implementasi tampilan LCD ditunjukkan pada Gambar 8. Gambar di sebelah kiri menunjukkan saat *push button* dalam kondisi dilepas, sedangkan gambar sebelah kanan menunjukkan saat *push button* dalam keadaan ditekan.

2.5 Implementasi Perangkat Lunak

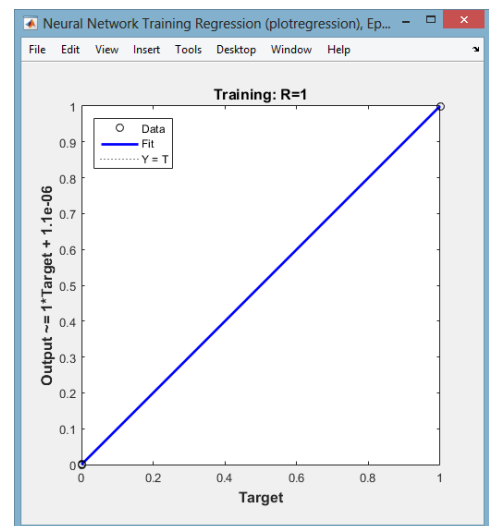
Pada implementasi pelatihan jaringan syaraf tiruan, aplikasi Matlab dibutuhkan untuk memperoleh bobot atau *weight* yang akan diterapkan pada kode program klasifikasi atau pengambilan keputusan pada Arduino Uno dalam sistem. Untuk mendapatkan akurasi yang maksimal, perlu dilakukan perubahan pada beberapa nilai saat proses pelatihan data, yaitu nilai *learning rate*, *epoch*, dan jumlah neuron pada *hidden layer* untuk mendapatkan tingkat *error* terkecil saat pelatihan. Proses pelatihan dan hasil nilai regresi ditunjukkan seperti pada Gambar 9 dan Gambar 10 berikut.

Berdasarkan data latih yang telah diperoleh sebelumnya, dilakukan pelatihan JST dengan beberapa kombinasi perubahan parameter pada jumlah *neuron* pada *hidden layer*, nilai iterasi (*epoch*), dan *learning rate*. Nilai *epoch* yang diberikan sebesar 1000, 5000, 8000, dan 10000. Untuk *learning rate* sebesar 0,1; 0,25; 0,5; dan 0,75. Sedangkan jumlah *neuron* yang digunakan pada *hidden layer* sebanyak 3 hingga 5 *neuron*. Setelah percobaan tersebut dilakukan, dihasilkan sebuah kombinasi parameter yang akan memiliki nilai *error goal* dan nilai korelasi koefisien regresi yang berbeda-beda. Semakin kecil nilai *error goal* (MSE) dan semakin mendekati 1 atau bahkan sama dengan 1 nilai koefisien korelasi Regresi (R), maka hasil dari pelatihan memiliki tingkat kesalahan semakin

kecil. Dari hasil percobaan yang telah dilakukan peneliti diperoleh kombinasi 5 neuron pada *hidden layer*, dengan *learning rate* 0.25 dan *epoch* 8000 memiliki tingkat kesalahan terkecil pada penelitian ini.



Gambar 9. Proses pembuatan jaringan baru



Gambar 10. Grafik hasil regresi JST

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

3.1 Pengujian Sensor Warna TCS3200

Hasil pengujian sensor warna TCS3200 ditunjukkan pada Tabel 3 berikut, berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa sensor dapat memisahkan sebuah warna menjadi 3 parameter

warna yaitu *red*, *green*, dan *blue*. Hasil perbandingan antara nilai pembacaan sensor dan nilai pembacaan warna dari *Eyedropper tool* Corel PHOTO-PAINT pada objek daging ayam yang sama menunjukkan perbedaan nilai.

Tabel 3. Hasil pengujian pembacaan sensor warna melalui sensor TCS3200

Penguji n ke-	Pembacaan Sensor			
	R	G	B	HEX
1	227	140	92	#E38C5C
2	226	183	140	#E2B78C
3	226	173	113	#E1AD71
4	217	169	102	#D9A966
5	137	92	63	#895C3F
6	118	78	66	#764E42
7	133	99	72	#856348
8	140	103	77	#8C674D

Tabel 4. Hasil pembacaan warna daging melalui Eyedropper tool Corel PHOTO-PAINT

Penguji n ke-	Eyedropper tool Corel PHOTO-PAINT			
	R	G	B	HEX
1	228	132	102	#E48466
2	217	163	104	#D9A368
3	235	181	120	#EBB578
4	211	127	102	#D37F66
5	131	72	62	#834C3E
6	118	76	62	#764C3E
7	138	105	77	#8A694D
8	145	93	74	#915D4A

Tabel 5. Hasil pengujian selisih error

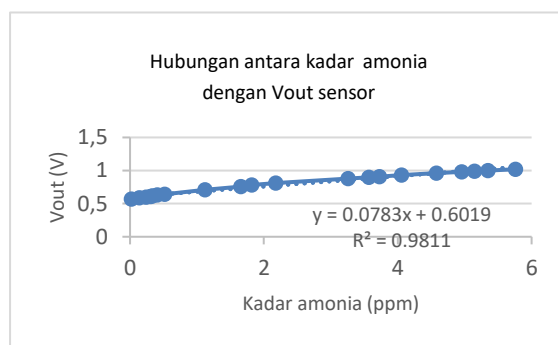
Penguji n ke-	Selisih Error		Error
	HEX	DEC	
1	#63498	63498	0,42%
2	#91424	594980	4%
3	#14F917	1374487	0,67%
4	#62A00	403968	2,83%
5	#15010B	1376523	4,41%
6	#204	516	0,01%
7	#BF605	783877	3,77%
8	#4F5FD	325117	3,53%
Rata-rata error			2,58%

$$\text{Presentase error} = \frac{\text{Selisih nilai pembacaan}}{\text{Pembacaan alat ukur}} \times 100\% \tag{11}$$

Nilai *error* pada tabel 5 didapatkan melalui rumus pada persamaan (11). Setelah dihitung rata-rata dari 8 kali pengujian diperoleh nilai rata-rata *error* sensor TCS3200 sebesar 2,58%.

Hal tersebut menunjukkan bahwa sensor TCS3200 memiliki akurasi pembacaan yang baik, dikarenakan selisih nilai hasil pembacaan sensor dengan hasil pembacaan warna dari *Eyedropper tool* Corel PHOTO-PAINT cukup kecil, terlihat dari adanya perbedaan kepekatan warna yang ditunjukkan pada kolom warna Eyedropper tool Corel PHOTO-PAINT. Semakin gelap warna objek yang dideteksi maka nilai RGB semakin rendah dan semakin terang warna yang dideteksi maka nilai RGB semakin tinggi dengan *range* 0-255.

3.2 Pengujian Sensor Gas MQ135



Gambar 11. Grafik hubungan antara kadar amonia dengan Vout sensor

Gambar 11 di atas menunjukkan grafik hubungan antara nilai pembacaan PPM gas amonia dari daging ayam dan nilai tegangan keluaran sensor, terlihat pada gambar tersebut nilai $y = 0.0783x + 0.6019$ merupakan model regresi *power* antara kedua variabel tersebut, sedangkan nilai $R^2 = 0.9811$ disebut sebagai koefisien determinasi yang berarti variabel PPM amonia dipengaruhi oleh variabel Vout sebesar 98,11%. Adapun 1,89% sisanya untuk konsentrasi amonia dipengaruhi variabel lain.

3.3 Pengujian Akurasi Hasil Klasifikasi Sistem

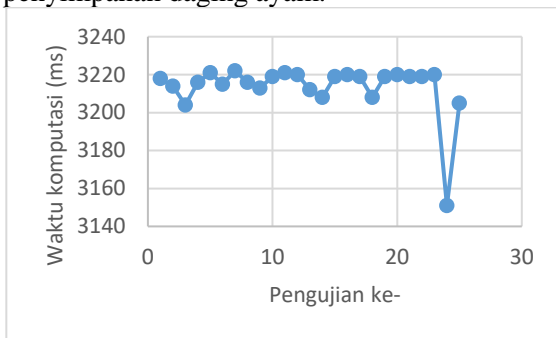
Prosedur pengujian akurasi hasil klasifikasi sistem dilakukan dengan masukan 4 parameter berdasarkan pembacaan data sensor warna dan sensor gas. Dalam melakukan pengujian ini menggunakan sebanyak 45 data uji yang terbagi dalam 3 kelas. Dimana jumlah data latih sebanyak 108 data sedangkan jumlah data uji sebanyak 45 data. Persamaan (12) dibawah ini adalah rumus untuk menghitung nilai akurasi dari hasil klasifikasi sistem, dengan membandingkan tingkat keberhasilan klasifikasi dan kegagalan klasifikasi.

$$Akurasi = \frac{Total\ data - Data\ tidak\ sesuai}{Total\ data} \times 100\% \quad (12)$$

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan peneliti, diperoleh hasil 6 data uji dari sistem yang tidak sesuai dengan kelas sebenarnya. Dengan perhitungan akhir nilai akurasi sistem deteksi lama waktu penyimpanan daging ayam ini adalah sebesar 86,7%.

3.4 Pengujian Waktu Komputasi Pemrosesan Sistem

Pengujian waktu komputasi diperlukan untuk mengetahui seberapa cepat sistem mampu melakukan proses komputasi dimulai dari saat sistem mengambil data sensor hingga sistem menampilkan hasil klasifikasi lama waktu penyimpanan daging ayam.



Gambar 12. Grafik pengujian waktu komputasi pemrosesan sistem

Setelah dilakukan pengujian waktu komputasi sistem sebanyak 25 kali, diperoleh rata-rata waktu sekitar 3,2 detik untuk sistem dapat menampilkan hasil klasifikasi pada serial monitor seperti grafik yang ditunjukkan pada Gambar 12 .

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Sensor warna TCS3200 dapat membaca variabel RGB warna dari daging ayam dengan rata-rata *error* yang cukup kecil yakni sebesar 2,58% sehingga dapat dikatakan sensor bekerja dengan baik. Sementara sensor gas MQ135 dapat membaca kadar amonia dengan nilai korelasi antara pembacaan sensor dengan tegangan keluaran sensor sebesar 98,11%.

Sistem deteksi lama waktu penyimpanan daging ayam berdasarkan warna dan kadar amonia berbasis sensor TCS3200 dan MQ135 dengan metode jaringan syaraf tiruan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan, terbukti

dengan sistem dapat mengklasifikasikan daging ayam yang diuji ke dalam 3 jenis kelas sebenarnya, dengan akurasi yang diperoleh sebesar 86,7% dengan performansi kecepatan sistem sebesar 3,2 detik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arduino. (2016). Arduino Uno Atmega328P. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. (Diakses pada 23 September 2018)
- Fantara, Pandu Fungsi (2018). Implementasi Sistem Klasifikasi Sampah Organik dan Anorganik Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. Malang: Universitas Brawijaya.
- Górska-Horczyk, E. (2016). Applications of electronic noses in meat analysis Food Sci. Technol. Camp., vol. 36, no. 3, pp. 389–395, Sep. 2016.
- Hagan, H.(2014) Neural network Design. 2 edition.
- Hajrawati, (2016). Kualitas Fisik, Mikrobiologis, dan Organoleptik Daging Ayam Broiler pada Pasar Tradisional di Bogor. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Matuwo, A. (2012). *Kualitas Mikrobiologis Daging Ayam Pada Pasar Modern Dan Tradisional di Makassar*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- MQ135_Datasheet. (2016). MQ-135 Gas Sensor. Technical Data.
- Raj, A. (2018). Circuit Digest. <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-mq137-ammonia-sensor>. (Diakses pada 5 September 2018)
- Simamora, J. (2017). Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kesegaran Daging Berdasarkan Sensor Bau dan Warna. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.