

**SISTEM CERDAS MONITORING KANDANG KENARI BERBASIS IoT DENGAN
ALGORITMA C4.5 THINKSPEAK**

Anderias Eko Wijaya^{*1}, Ade Irfan^{#2}

*Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Mandiri
Jl. Marsinu No. 5 - Subang, Tlp. 0206-417853 Fax. 0206-411873
E-mail: ekowjy09@gmail.com^{*1}, adeirfan88@gmail.com^{#2}*

ABSTRAKSI

Burung kenari adalah salah satu burung ocean yang bersuara sangat merdu, alunan lagu dan variasi cengkoknya sangatlah banyak dari situlah timbul kesempatan peluang untuk mencoba beternak burung kenari karena harganya pun memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan dapat di jadikan usaha yang terus dikembangkan. Pada pembuatan kandang, suhu lingkungan (suhu lingkungan kandang ternak) juga harus diteliti. Selain itu, keamanan kenari dari gagguan serangga dan tikus juga harus diperhatikan. Suhu ruangan kondusif untuk ternak kenari antara 23 dan 27 C°.

Penelitian ini bertujuan untuk menjaga kualitas suhu kandang burung kenari agar tetap terjaga, sehingga menjaga kesehatan burung ternak.

Data yang dihitung dan diolah dengan menggunakan mikrokontroler sensor DHT11 untuk menjaga suhu dan kelembapan kandang, sensor jarak untuk pakan burung secara otomatis dengan melihat jarak tempat pakan, kemudian data masuk kedalam platform dan di import ke ms.excel untuk diolah dengan Algoritma C4.5. Hasil dari perhitungan Algoritma C4.5 dengan tingkat akurasi data sebesar 86%.

Kata Kunci: *Algoritma C4.5, Internet of Things, Thingspeak.*

ABSTRACT

Wide range of songs and variations. This creates opportunities and economic value for canary bird farming, making it a continuously developing business. When constructing the cage, the environmental temperature (cage environment temperature) must be considered. Additionally, ensuring the canary's safety from insect and rat infestations is crucial. The optimal room temperature for canary farming is between 23 and 27 degrees Celsius.

This research aims to maintain the quality of the canary bird cage temperature to preserve the health of the livestock. Data is collected and processed using a DHT11 sensor microcontroller to monitor the cage's temperature and humidity. A distance sensor is also used for automatic bird feeding, considering the distance to the feeding location. The collected data is then input into a platform and imported into MS Excel for analysis using the C4.5 algorithm. The results of the C4.5 algorithm show a data accuracy rate of 86%.

Key Word: *Canary Cage, C4.5 Algorithm, Internet of Things.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Burung kenari dikenal sebagai salah satu jenis burung ocean dengan suara yang merdu dan variasi lagu yang beragam. Hobi kicauan, terutama dalam mencari dan merawat calon kenari untuk diikutsertakan dalam lomba, semakin populer. Saat ini, kenari hasil persilangan antara kenari lokal dan impor sangat diminati dalam event lomba. Meski kenari impor memiliki postur tubuh besar dan bulu tebal, ada kelemahan pada volume suara yang cenderung tidak terlalu keras dan durasi lagunya yang tidak terlalu panjang. Oleh karena itu, banyak peternak kini melakukan persilangan antara kenari impor dengan postur bagus dan kenari lokal yang memiliki suara indah.

Peluang usaha beternak kenari cukup menjanjikan karena harganya memiliki nilai ekonomis tinggi, terutama ketika mengembangkan berbagai varietas mulai dari kenari lokal hingga keturunan kenari impor. Kenari impor yang banyak di Indonesia seperti Yorkshire, Border, Blackred, Waterslager, Spanish timbrado, lizard, gloster, red mozaik berasal dari berbagai negara seperti Turki, Jerman, Belanda, Rusia, Spanyol, Skotlandia, dan Inggris [1].

Beternak kenari masih menjadi peluang bisnis yang menjanjikan, terutama karena harga indukan yang terjangkau oleh berbagai kalangan masyarakat. Keuntungan yang didapat dari hasil penjualan anakan kenari bisa mencapai hingga empat kali lipat dari biaya pembelian induk, terutama jika indukan sudah mulai menghasilkan.

Dalam pembuatan kandang, penting untuk memperhatikan suhu lingkungan dan menjaga keamanan kenari dari serangga dan tikus. Suhu ruangan yang kondusif untuk beternak kenari berkisar antara 23 hingga 27 derajat Celsius. Ventilasi yang cukup diperlukan agar ruangan tidak terlalu panas dan udara dapat mengalir dengan baik.

Keberhasilan dalam beternak kenari sangat tergantung pada kemampuan peternak dalam mengelola kandang. Menjaga kebersihan kandang dan kesejahteraan kenari menjadi faktor utama dalam mencapai kesuksesan dalam beternak.

1.2 Identifikasi Masalah

Dengan mengacu pada konteks yang telah dijelaskan, beberapa masalah yang dapat diidentifikasi meliputi:

1. Absennya suatu sistem yang melakukan pemantauan terhadap kondisi kandang burung kenari.
2. Ketersediaan sistem yang dapat menjaga suhu dan kelembaban dalam kandang burung kenari belum terpenuhi

1.3 Tujuan

Tujuannya pengembangan sistem pemantauan menggunakan machine learning untuk kandang burung kenari, yang dapat mendukung peternak dalam menjaga stabilitas kandang, menjaga suhu dalam kandang burung kenari, dan menerapkan algoritma C4.5 dalam sistem pemantauan kandang burung kenari.

1.4 Manfaat

Berdasarkan penjelasan awal, rumusan masalah dapat dirinci sebagai berikut:

1. Mengurangi risiko terjadinya penyakit pada burung kenari;
2. Optimalisasi suhu dalam kandang burung kenari;
3. Memberikan perlindungan kepada peternak melalui sistem pemantauan kandang burung kenari.

1.5 Batasan Masalah

Dalam pengembangan sistem pendukung keputusan ini, penulis membatasi cakupan masalah sebagai berikut:

1. Penggunaan alat ini terbatas pada fungsi pemantauan kandang burung kenari.
2. Alat ini hanya memiliki keterhubungan dengan platform ThinkSpeak.
3. Platform yang digunakan tidak di-hosting, sehingga akses oleh pihak yang tidak berwenang tidak dimungkinkan.
4. Komponen yang digunakan mencakup Arduino NodeMCU, Sensor DHT11, Sensor Ultrasonik, Servo, Lampu, Kabel Jumper, Relay, dan Breadboard.

1.6 Metodologi Penelitian

Metode penelitian Research and Development (R&D) adalah suatu pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menciptakan dan menguji suatu produk tertentu guna menilai efektivitasnya [2]. Penelitian ini melakukan analisis dan observasi, dengan output akhir berupa machine learning monitoring otomatis untuk kandang kenari berbasis IoT, menggunakan metode C4.5, dan terintegrasi pada platform ThinkSpeak.

2. Landasan Teori

2.1 Tokek Gurun

Machine learning adalah rangkaian teknik yang digunakan untuk mengatasi dan meramalkan data dalam skala besar dengan memanfaatkan algoritma pembelajaran [3]. Arthur Samuel pertama kali mendefinisikan istilah machine learning pada tahun 1959. Menurut Samuel, machine learning merupakan suatu cabang ilmu komputer yang memberikan kemampuan pada komputer untuk belajar suatu hal tanpa memerlukan pemrograman yang eksplisit. Definisi machine learning sebagai metode komputasi yang memanfaatkan pengalaman untuk meningkatkan kinerja atau membuat prediksi yang akurat[4].

Burung kenari memiliki asal-usul dari kenari liar yang dikenal sebagai *Serinus Canaria*. Ukuran tubuh burung ini berkisar antara 11 hingga 12 cm dan berasal dari kepulauan Canary di Samudra Atlantik, barat laut pesisir Afrika (Maroko dan Sahara Barat), yang termasuk dalam wilayah Spanyol. Dalam sejarahnya, burung kenari pertama kali ditemukan oleh penjajah Prancis, Jean de Bethencourt, di kepulauan Canary sekitar tahun 1402. Jean de Bethencourt dan Navigator Henry membawa burung kenari liar ke Portugal dan Inggris setelah terkesan oleh keindahan bulu dan suara merdunya. Ada beberapa versi mengenai bagaimana burung kenari pertama kali dibawa keluar dari kepulauan Canary, dengan beberapa menyebutkan bahwa burung tersebut langsung dibawa ke Spanyol dan ditempatkan dalam penangkaran, sementara versi lain menyatakan bahwa kenari pertama kali dibawa ke Portugal dan Inggris. Burung kenari pada masa itu sangat populer di kalangan wanita berstatus ekonomi tinggi karena kecantikan bentuk dan suara indah[4]. Pada periode tersebut, Spanyol memonopoli perdagangan burung kenari dan hanya menjual burung kenari jantan di Eropa selama seabad. Monopoli tersebut berakhir pada abad ke-16 setelah kecelakaan yang menyebabkan beberapa burung kenari lepas di pulau Elba. Bangsa Italia menemukan dan mengembangbiakkan burung kenari di pulau tersebut, kemudian mengeksportnya ke berbagai negara Eropa, termasuk Rusia, Jerman, dan Inggris.

Pada pertengahan abad ke-17, Jerman mengembangbiakkan jenis baru burung kenari hasil persilangan, dikenal sebagai German Hartz Roller Canary atau kenari Harzer. Awalnya, burung ini tidak terlalu memperhatikan kicauannya, tetapi kemudian pembudidaya Jerman mulai mengembangkan dan memilih jenis burung dengan kualitas dan keturunan yang baik. Ini menciptakan persaingan di antara para pembudidaya untuk menghasilkan burung kenari berkualitas ideal. Belgia juga turut mengembangkan jenis burung kenari baru, seperti Belgian Waterslager atau Malinois, yang dihargai karena suaranya yang merdu dan memiliki sekitar 17 ragam suara. Di Jerman, jenis burung kenari Edelroller dianggap lebih bernilai dibandingkan dengan Belgian Waterslager. Selain digunakan untuk dinikmati kicauannya, burung kenari pernah digunakan sebagai sistem peringatan dini untuk mendeteksi gas beracun karbon monoksida di pertambangan batu bara di Britania Raya, meskipun penggunaan ini dihentikan pada tahun [4].

Beberapa varietas kenari yang berhasil dikembangkan di Eropa meliputi Yorkshire, Border, Lizard, dan Gloster. Di luar Eropa, negara seperti Amerika Serikat menciptakan varietas baru bernama American Singer Canary, sementara Iran memiliki Persian Canary, dan Rusia mengembangkan Russian Singer Canary. Burung kenari mulai diperkenalkan ke Indonesia pada sekitar tahun 1970, awalnya hanya dimiliki oleh kalangan atas, tetapi seiring waktu, kini burung kenari dapat dimiliki oleh berbagai kalangan masyarakat di Indonesia. Meskipun burung kenari telah hadir lama di Indonesia, para pembudidaya belum sepenuhnya berani untuk mengembangkan jenis kenari baru dengan ciri khas Indonesia, sebagaimana dilakukan oleh negara-negara lain.

2.2 Algoritma C4.5

Pada akhir tahun 1970 hingga awal tahun 1980, J. Ross Quinlan, seorang peneliti di bidang machine learning, menciptakan algoritma decision tree yang dikenal sebagai ID3 (Iterative Dichotomiser). Kemudian, Quinlan mengembangkan algoritma C4.5, yang sering disebut sebagai pohon keputusan, sebagai pengembangan dari algoritma ID3. Algoritma ini memiliki keunggulan karena mudah dipahami, fleksibel, dan menarik karena dapat divisualisasikan dalam bentuk gambar

(pohon keputusan). Struktur pohon keputusan C4.5 mencakup simpul yang menggambarkan atribut, cabang yang menggambarkan hasil atribut yang diuji, dan daun yang menggambarkan kelas. Algoritma C4.5 bekerja secara rekursif, mengunjungi setiap simpul keputusan, memilih pembagian yang optimal, hingga tidak dapat dibagi lagi. Algoritma C4.5 menggunakan konsep information gain atau entropy reduction untuk menentukan pembagian yang optimal. Pohon keputusan ini menyerupai struktur pohon, dengan node internal yang menggambarkan atribut, cabang yang menggambarkan hasil atribut yang diuji, dan daun yang menggambarkan kelas.

Proses kerja pohon keputusan dimulai dari akar paling atas. Jika diberikan sejumlah data uji, seperti X, yang kelasnya belum diketahui, pohon keputusan akan menelusuri dari akar hingga node, menguji setiap nilai atribut sesuai dengan data X, dan memprediksi kelas dari data tersebut [5]. Secara garis besar, langkah-langkah dalam algoritma C4.5 untuk membangun pohon keputusan adalah sebagai berikut:

1. Pilih atribut sebagai akar pohon.
2. Buat cabang untuk setiap nilai atribut tersebut.
3. Pisahkan kasus-kasus dalam masing-masing cabang berdasarkan nilai atribut.
4. Ulangi proses untuk setiap cabang hingga semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama.

Formula nilai *entropy* dapat dilihat pada persamaan 2 berikut:

$$\text{Entropy}(S) = -\sum_{i=1}^n p_i * \log_2 p_i \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- S : himpunan kasus
- A : atribut
- n : jumlah partisi S
- pi : proporsi dari Si terhadap S

Sementara itu, dalam pemilihan atribut sebagai akar pohon, dilakukan berdasarkan nilai gain tertinggi dari seluruh atribut yang tersedia. Perhitungan gain menggunakan rumus sebagaimana tercantum dalam persamaan berikut

$$\text{Gain}(S, A) = \text{Entropy}(S) - \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_i}{S} \right) * \text{Entropy}(s_i) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- S : himpunan kasus
- A : atribut
- n : jumlah partisi atribut A
- $\left| \frac{S_i}{S} \right|$: jumlah kasus pada partisi ke-i
- $\left| \frac{S}{S} \right|$: jumlah kasus dalam S

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah integrated circuit (IC) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnya, dan menghasilkan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input untuk mikrokontroler biasanya berasal dari sensor yang mendeteksi informasi dari lingkungan, sementara sinyal output diarahkan kepada aktuator yang memberikan efek ke lingkungan sekitar. Secara sederhana, mikrokontroler dapat dianggap sebagai "otak" suatu perangkat atau produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Mikrokontroler pada dasarnya adalah suatu komputer dalam satu chip, yang mencakup mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O), dan perangkat pendukung lainnya.

Kecepatan pemrosesan data pada mikrokontroler umumnya lebih rendah dibandingkan dengan PC. Mikroprosesor pada PC saat ini telah mencapai kecepatan orde gigahertz (GHz), sedangkan mikrokontroler biasanya beroperasi dengan kecepatan antara 1 hingga 16 megahertz (MHz). Selain itu, kapasitas RAM dan ROM pada PC dapat mencapai orde gigabyte (GB), sementara mikrokontroler hanya memiliki kapasitas pada orde byte atau kilobyte. Meskipun memiliki keterbatasan dalam kecepatan dan kapasitas, mikrokontroler cukup mampu untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, terutama karena ukurannya yang kompak. Mikrokontroler sering digunakan dalam sistem yang tidak terlalu kompleks dan tidak memerlukan kemampuan komputasi yang tinggi [6].

3. Analisa

3.1 Deskripsi Sistem

Sistem ini adalah kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terhubung dengan baik berdasarkan perintah dan fungsi yang telah di program. Perangkat keras terdiri dari NodeMCU, sensor ultrasonik (HC-SR04), sensor suhu & kelembaban (DHT11), dan komponen pendukungnya. Sedangkan perangkat lunak yaitu platform thingspeak yang merupakan tempat menyimpan data.

Sistem ini dapat dijalankan dengan membutuhkan koneksi jaringan Wireless. Jaringan internet yang digunakan oleh laptop / wifi harus sama dengan jaringan yang dipakai oleh NodeMCU ESP8266, kemudian data yang didapat dari sensor-sensor tersebut dikirim ke platform lalu di export untuk diolah menggunakan metode algoritma C4.5.

3.2 Use Case Diagram

Berikut usecase diagram dari system yang mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih actor dengan sistem yang akan dibuat. Diagram use case digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada dalam sebuah sistem dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi tersebut Pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Gambar Usecase Diagram

3.3 Class Responsibilities Collaboration

Class Responsibilities Collaboration (CRC-Card) merupakan sebuah rancangan sistem dan untuk mengetahui interaksi antara suatu objek yang terdapat pada sistem yang telah dibuat. CRC-Card dibagi menjadi 3 bagian yakni nama Class, Responsibilities, dan Collaborator yang dipergunakan untuk pada kelas yang saling berhubungan. CRC-Card ini dibuat berdasarkan Story yang telah dibuat.

1. Class Responsibilities Collaboration Mikrokontoller

Tabel 3.1 CRC Mikrokontroller

Class: Mikrokontoller	
Responsibilitas	Collaboration
Nilai Sensor DHT11	DHT11
Nilai Sensor Jarak	Sensor Jarak
Menerima & Mengirim Data Nilai Sensor	NodeMCU

2. *Class Responsibilities Collaboration Thingspeak*

Tabel 3.2 CRC Thingspeak

Class: Thingspeak	
Responsibilities	Collaboration
ID & Password	User
Mengedit, Menambah & Menghapus Data	
Menyimpan Data Nilai	Database Thingspeak
Export & Import Data	

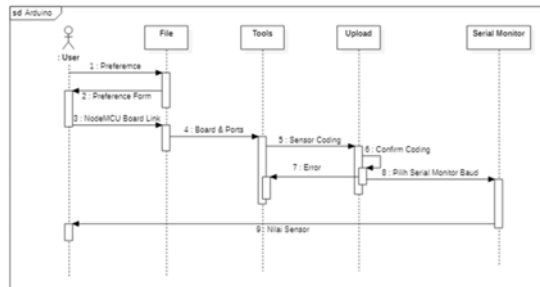
3. *Class Responsibilities Collaboration Sistem*

Class: Sistem	
Responsibilities	Collaboration
Username & Password	Admin
Menghapus & Mengedit Data	Data Sensor
Menampilkan Hasil Perhitungan	Perhitungan C4.5

3.4 **Sequence Diagram**

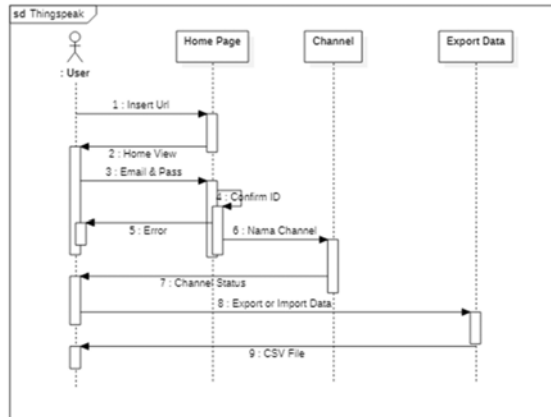
Sequence Diagram adalah suatu diagram yang menggambarkan interaksi antar obyek dan mengindikasikan komunikasi diantara obyek-obyek tersebut. Diagram ini juga menunjukkan serangkaian pesan yang dipertukarkan oleh obyek-obyek yang melakukan suatu tugas atau aksi tertentu.

1. *Sequence Diagram Arduino*



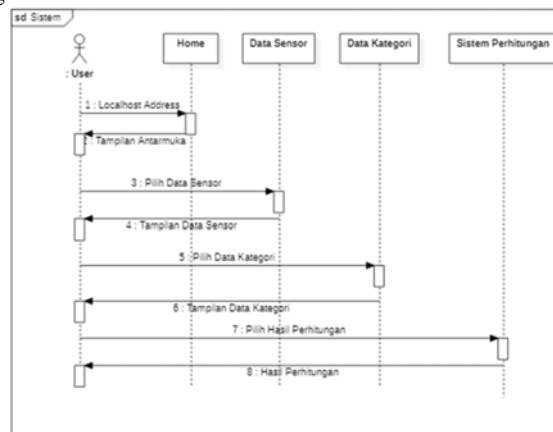
Gambar 3.2 Sequence Diagram Arduino

2. *Sequence Diagram Thingspeak*



Gambar 3.3 Sequence Diagram Thingspeak

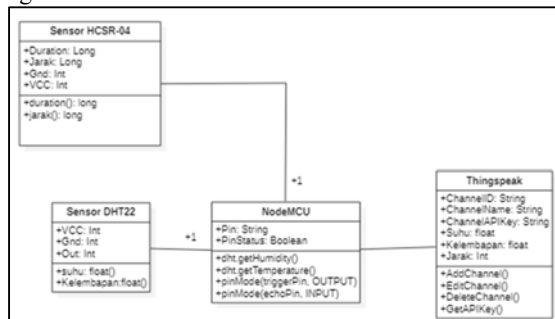
3. Sequence Diagram Sistem



Gambar 3.4 Sequence Diagram Sistem

3.5 Class Diagram

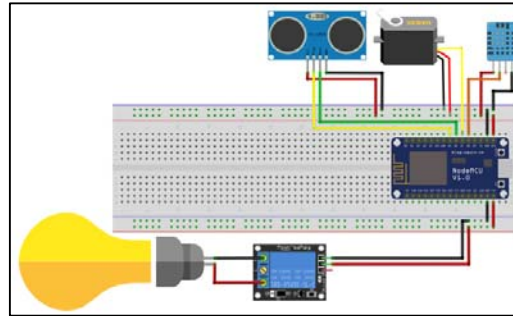
Class diagram adalah diagram yang digunakan untuk menampilkan beberapa kelas serta paket-paket yang ada dalam sistem atau perangkat lunak yang sedang digunakan. Class diagram merupakan kumpulan objek-objek yang mempunyai struktur umum, behaviour umum, relasi umum, dan semantik/ kata yang umum.



Gambar 3.51 Class Diagram

3.6 Skema Sistem

Skema alur kerja sistem, terlihat pada gambar 3.6



Gambar 3.7 Gambar Skema Alat

3.7 Implementasi Algoritma C4.5

Ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk menghitung data menggunakan metode Algoritma C4.5 diantaranya:

1. Teknik Pengambilan Data

Pada tahap ini kebutuhan dan persyaratan diperoleh melalui pengambilan data pada salah satunya ruangan di agen gas ibu nining. Dimana data yang sudah terkumpul akan di olah oleh penulis dengan menggunakan perhitungan Algoritma.

Tabel 3.1 Data Hasil

No	Suhu	Kelembaban	Jarak	Class
1	Dingin	Lembab	Penuh	Lampu OFF
2	Dingin	Lembab	Kosong	Lampu OFF
3	Dingin	Kering	Kosong	Lampu ON
4	Dingin	Kering	Penuh	Lampu OFF
5	Dingin	Lembab	Penuh	Lampu OFF
6	Dingin	Kering	Penuh	Lampu ON
7	Dingin	Kering	Penuh	Lampu OFF
8	Dingin	Lembab	Kosong	Lampu ON
9	Dingin	Kering	Kosong	Lampu OFF
10	Dingin	Lembab	Kosong	Lampu OFF
...
100	Dingin	Lembab	Penuh	Lampu ON

1. Menghitung Entropy Total, Gain dan Entropy Landasan dari data Kategorikal

a) Perhitungan node 1

1. Menghitung Entropy Total

$$\text{Entropy Total } (S) = \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i$$

$$(S) = \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i$$

$$(S) = [-P_1 \times \log_2 P_1] + [-P_2 \times \log_2 P_2]$$

$$(S) = \left(-\frac{68}{100}\right) \times \log_2 \left(\frac{68}{100}\right) + \left(-\frac{13}{100}\right) \times \log_2 \left(\frac{13}{100}\right)$$

$$(S) = \left(-\frac{68}{100}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{68}{100}\right)}{\log(2)}\right) + \left(-\frac{13}{100}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{13}{100}\right)}{\log(2)}\right)$$

$$(S) = 0,893173458377857$$

Entropy Total adalah 0,893173458377857.

2. Menghitung Entropy Landasan dari parameter Dht22 untuk Suhu Dingin.

$$\begin{aligned} \text{Entropy Landasan } (Si) &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (Si) &= [-P_1 \times \log_2 P_1] + [-P_2 \times \log_2 P_2] \\ (Si) &= \left(-\frac{68}{81}\right) \times \log_2 \left(\frac{68}{81}\right) + \left(-\frac{13}{81}\right) \times \log_2 \left(\frac{13}{81}\right) \\ (Si) &= \left(-\frac{68}{81}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{68}{81}\right)}{\log(2)}\right) + \left(-\frac{13}{81}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{13}{81}\right)}{\log(2)}\right) \\ (Si) &= 0,635489638182683 \end{aligned}$$

Entropy Landasan dari parameter Dht22 untuk Suhu Dingin adalah 0,635489638182683.

3. Menghitung Entropy Landasan dari parameter Dht22 untuk Suhu Panas.

$$\begin{aligned} \text{Entropy Landasan } (Si) &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (Si) &= [-P_1 \times \log_2 P_1] + [-P_2 \times \log_2 P_2] \\ (Si) &= \left(-\frac{1}{19}\right) \times \log_2 \left(\frac{1}{19}\right) + \left(-\frac{18}{19}\right) \times \log_2 \left(\frac{18}{19}\right) \\ (Si) &= \left(-\frac{1}{19}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{1}{19}\right)}{\log(2)}\right) + \left(-\frac{18}{19}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{18}{19}\right)}{\log(2)}\right) \\ (Si) &= 0,29747224891929 \end{aligned}$$

Entropy Landasan dari parameter Dht11 untuk Suhu Rendah adalah 0,29747224891929

4. Menghitung Entropy Landasan dari parameter Dht22 Kelembaban untuk Kering.

$$\begin{aligned} \text{Entropy Landasan } (Si) &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (Si) &= [-P_1 \times \log_2 P_1] + [-P_2 \times \log_2 P_2] \\ (Si) &= \left(-\frac{36}{44}\right) \times \log_2 \left(\frac{36}{44}\right) + \left(-\frac{8}{44}\right) \times \log_2 \left(\frac{8}{44}\right) \\ (Si) &= \left(-\frac{36}{44}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{36}{44}\right)}{\log(2)}\right) + \left(-\frac{8}{44}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{8}{44}\right)}{\log(2)}\right) \\ (Si) &= 0,684038435639042 \end{aligned}$$

Entropy Landasan dari parameter Dht22 Kelembaban Kering adalah 0,684038435639042

5. Menghitung Entropy Landasan dari parameter Kelembaban untuk Lembab :

$$\begin{aligned} \text{Entropy Landasan } (Si) &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (Si) &= [-P_1 \times \log_2 P_1] + [-P_2 \times \log_2 P_2] \\ (Si) &= \left(-\frac{33}{56}\right) \times \log_2 \left(\frac{33}{56}\right) + \left(-\frac{23}{56}\right) \times \log_2 \left(\frac{23}{56}\right) \\ (Si) &= \left(-\frac{33}{56}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{33}{56}\right)}{\log(2)}\right) + \left(-\frac{23}{56}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{23}{56}\right)}{\log(2)}\right) \\ (Si) &= 0,976874012626528 \end{aligned}$$

Jadi Entropy Landasan dari parameter Kelembaban untuk Lembab adalah 0,976874012626528.

6. Menghitung Entropy Landasan dari parameter Jarak untuk Penuh :

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy Landasan (Si)} &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\
 (Si) &= [-P_1 \times \log_2 P_1] + [-P_2 \times \log_2 P_2] \\
 (Si) &= \left(-\frac{29}{43}\right) \times \log_2 \left(\frac{29}{43}\right) + \left(-\frac{14}{43}\right) \times \log_2 \left(\frac{14}{43}\right) \\
 (Si) &= \left(-\frac{29}{43}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{29}{43}\right)}{\log(2)}\right) + \left(-\frac{14}{43}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{14}{43}\right)}{\log(2)}\right) \\
 (Si) &= \mathbf{0,910348062434515}
 \end{aligned}$$

Entropy Landasan dari parameter Jarak untuk Penuh adalah 0,910348062434515

7. Menghitung Entropy Landasan dari parameter Jarak untuk Kosong :

$$\begin{aligned}
 \text{Entropy Landasan (Si)} &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\
 (Si) &= [-P_1 \times \log_2 P_1] + [-P_2 \times \log_2 P_2] \\
 (Si) &= \left(-\frac{40}{57}\right) \times \log_2 \left(\frac{40}{57}\right) + \left(-\frac{17}{57}\right) \times \log_2 \left(\frac{17}{57}\right) \\
 (Si) &= \left(-\frac{40}{57}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{40}{57}\right)}{\log(2)}\right) + \left(-\frac{17}{57}\right) \times \log_2 \left(\frac{\log\left(\frac{17}{57}\right)}{\log(2)}\right) \\
 (Si) &= \mathbf{0,879135766853334}
 \end{aligned}$$

Entropy Landasan dari parameter Jarak untuk Penuh adalah 0,879135766853334.

8. Menghitung Gain dari parameter untuk Suhu :

$$\begin{aligned}
 \text{Gain (S,A)} &= \text{Entropy(S)} - \sum_{i=1}^n \frac{|Si|}{S} \times \text{Entropy (Si)} \\
 (S,A) &= \text{Entropy(S)} - \sum_{i=1}^n \frac{|Si|}{|Stotal|} \times \text{Entropy (Si)} \\
 (S,A) &= S - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Tinggi}) - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Rendah}) \\
 (S,A) &= \mathbf{0,893173458377857} - \left[\frac{|81|}{|100|}\right] \times \mathbf{0,635489638182683} \\
 &\quad - \left[\frac{|19|}{|100|}\right] \times \mathbf{0,29747224891929} \\
 (S,A) &= \mathbf{0,321907124155218}.
 \end{aligned}$$

Jadi Gain dari parameter Suhu adalah 0,321907124155218.

9. Menghitung Gain dari parameter kelembaban:

$$\begin{aligned}
 \text{Gain (S,A)} &= \text{Entropy(S)} - \sum_{i=1}^n \frac{|Si|}{S} \times \text{Entropy (Si)} \\
 (S,A) &= \text{Entropy(S)} - \sum_{i=1}^n \frac{|Si|}{|Stotal|} \times \text{Entropy (Si)} \\
 (S,A) &= S - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Kering}) - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Basah}) \\
 (S,A) &= \mathbf{0,3219071241} - \left[\frac{|44|}{|100|}\right] \times \mathbf{0,684038435639042} \\
 &\quad - \left[\frac{|56|}{|100|}\right] \times \mathbf{0,976874012626528} \\
 (S,A) &= \mathbf{00,0451470996258226}.
 \end{aligned}$$

Jadi Gain dari parameter Kelembaban adalah 0,0451470996258226.

10. Menghitung Gain dari parameter Jarak :

$$\text{Gain (S,A)} = \text{Entropy(S)} - \sum_{i=1}^n \frac{|Si|}{S} \times \text{Entropy (Si)}$$

$$(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|Stotal|} \times Entropy(S_i)$$

$$(S, A) = S - \left[\frac{|S_i|}{|Stotal|} \right] \times Si(ada) - \left[\frac{|S_i|}{|Stotal|} \right] \times Si(tidak ada)$$

$$(S, A) = 0,321907124155218 - \left[\frac{|43|}{|100|} \right] \times 0,910348062434515$$

$$- \left[\frac{|57|}{|100|} \right] \times 0,879135766853334$$

$$(S, A) = 00,000616404424615191.$$

Jadi Gain dari parameter Jarak adalah 0,000616404424615191.

Node 1	Perhitungan Node 1	Node 1	Jumlah Kasus	Lampu ON(S1)	Lampu OFF	Log P1	Log P2	Log (2)	Entropy	Gain
1.0		Total	100	69	31	-0,16115	-0,50864	0,30103	0,893173	
		Suhu								0,321907
		Dingin	81	68	13	-0,07598	-0,79454	0,30103	0,63549	
		Panas	19	1	18	-1,27875	-0,02348	0,30103	0,297472	
		Kelembaban								0,045147
		Kering	44	36	8	-0,08715	-0,74036	0,30103	0,684038	
		Lembab	56	33	23	-0,22967	-0,38646	0,30103	0,976874	
		Jarak								0,000616
		Penuh	43	29	14	-0,17107	-0,48734	0,30103	0,910348	
		Kosong	57	40	17	-0,15381	-0,52543	0,30103	0,879136	

Gambar 3.8 Hasil Perhitungan Metode C4.5



Gambar 3.9 Pohon Keputusan

Machine Learning merupakan salah satu cabang dari disiplin ilmu kecerdasan buatan (artificial intelligence) yang membahas bagaimana sistem dibangun berdasarkan pada data. Jadi machine learning merupakan proses komputer untuk belajar dari data (learn from data). Jika tidak ada data, komputer tidak akan bisa belajar. Salah satu teknik aplikasi pada machine learning adalah supervised learning. Klasifikasi merupakan supervised learning, yang merupakan model prediksi dimana hasil prediksinya bersifat diskrit.

1. Confusion Matrix Suhu

Tabel 3.2 Confusion Matrix Suhu

n:100	Predicted: Lampu ON	Predicted: Lampu OFF
Actual: Lampu ON	TP:68	FP:13
Actual: Lampu OFF	FN:1	TN:18
	69	31

- True Positive (TP) : Interpretasi: memprediksi positif dan itu benar.

- True Negative (TN):
Interpretasi: memprediksi negatif dan itu benar.
- False Positive (FP): (Kesalahan Tipe 1)
Interpretasi: memprediksi positif dan itu salah.
- False Negative (FN): (Kesalahan Tipe 2, kesalahan tipe 2 ini sangat berbahaya)
Interpretasi: Anda memprediksi negatif dan itu salah.

Accuracy menggambarkan seberapa akurat model dalam mengklasifikasikan dengan benar

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= (TP+TN) / (TP+FP+FN+TN) \\ \text{Accuracy: } & (TP+TN)/(TP+FP+FN+TN) \\ &= (68+18)/(68+13+1+18) \\ &= 0,86*100 \\ &= 86 \% \end{aligned}$$

Precision menggambarkan akurasi antara data yang diminta dengan hasil prediksi yang diberikan oleh model. $\text{Precision} = (TP) / (TP + FP)$

$$\begin{aligned} \text{Precision: } & (TP)/(TP+FP) \\ &= 68/(68+13) \\ &= 0,83*100 \\ &= 83 \% \end{aligned}$$

Recall atau *sensitivity*: menggambarkan keberhasilan model dalam menemukan kembali sebuah informasi. $\text{Recall} = TP / (TP + FN)$

$$\begin{aligned} \text{Recall: } & TP/(TP+FN) \\ &=68/(68+1) \\ &=0,98*100 \\ &= 98 \% \end{aligned}$$

F-1 Score menggambarkan perbandingan rata-rata precision dan recall yang dibobotkan.

$$\begin{aligned} \text{F-1 Score : } & (2 * \text{Recall} * \text{Precision}) / (\text{Recall} + \text{Precision}) \\ &=(2*0,98*0,83)/(0,98+0,83) \\ &=0,89*100 \\ &= 90 \% \end{aligned}$$

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Perancangan Alat

Implementasi pengujian alat merupakan gambaran dari pengujian alat yang sudah penulis uji tingkat kelayakan dan tingkat ke akuratanannya. Pembuatan prototype dari kendang burung kenari ini dipilih karena mempunyai volume yang ringan, dan aman untuk sensor.



Gambar 4.1 Prototype Alat

Agar arduino dan ESP8266 saling terhubung dan sensor dapat berfungsi sesuai dengan apa yang diinginkan, perlu adanya pemrograman pada board arduino dan ESP8266, untuk proses kerja alat yang dibuat yaitu Arduino menerima data yang diperoleh dari sensor, kemudian data dikirimkan oleh Arduino ke ESP8266 yang dikoneksikan dengan jaringan, kemudian data dikirim oleh ESP8266 ke komputer server melalui jaringan. Gambar 4.1 Implementasi Mikrokontroler

4.2 Implementasi Sistem

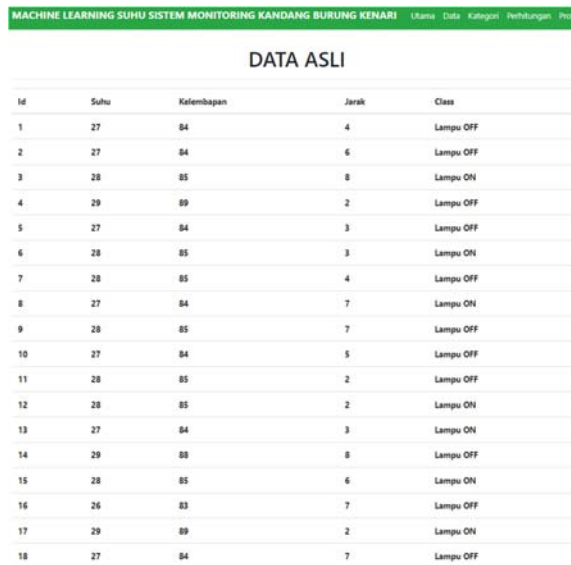
Halaman *Home*



Gambar 4.2 Halaman Home

Halaman *home* akan menampilkan beberapa menu seperti data, kategori, perhitungan.

Halaman Data Asli

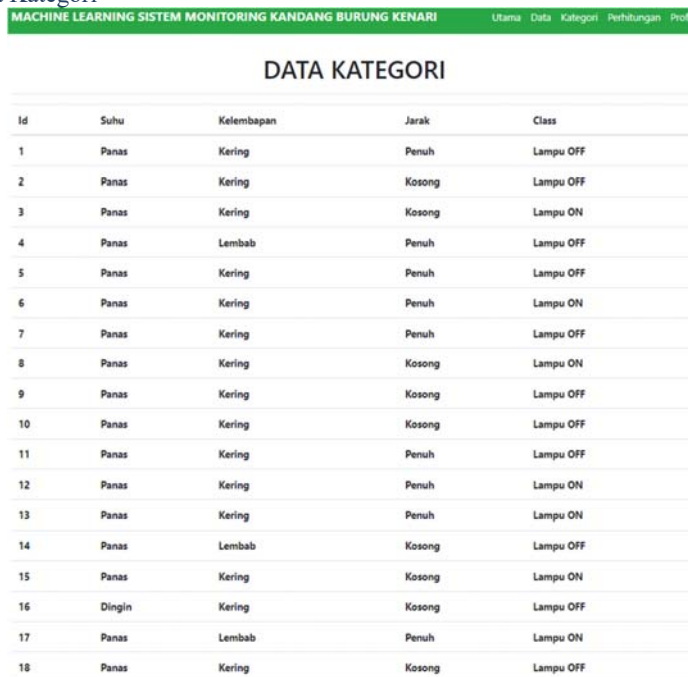


Id	Suhu	Kelembapan	Jarak	Class
1	27	84	4	Lampu OFF
2	27	84	6	Lampu OFF
3	28	85	8	Lampu ON
4	29	89	2	Lampu OFF
5	27	84	3	Lampu OFF
6	28	85	3	Lampu ON
7	28	85	4	Lampu OFF
8	27	84	7	Lampu ON
9	28	85	7	Lampu OFF
10	27	84	5	Lampu OFF
11	28	85	2	Lampu OFF
12	28	85	2	Lampu ON
13	27	84	3	Lampu ON
14	29	88	8	Lampu OFF
15	28	85	6	Lampu ON
16	26	83	7	Lampu OFF
17	29	89	2	Lampu ON
18	27	84	7	Lampu OFF

Gambar 4.3 Data Asli

Halaman data asli akan menampilkan data yang belum dikonversi, seperti pada gambar 4.3

Halaman Data Kategori



Id	Suhu	Kelembapan	Jarak	Class
1	Panas	Kering	Penuh	Lampu OFF
2	Panas	Kering	Kosong	Lampu OFF
3	Panas	Kering	Kosong	Lampu ON
4	Panas	Lembab	Penuh	Lampu OFF
5	Panas	Kering	Penuh	Lampu OFF
6	Panas	Kering	Penuh	Lampu ON
7	Panas	Kering	Penuh	Lampu OFF
8	Panas	Kering	Kosong	Lampu ON
9	Panas	Kering	Kosong	Lampu OFF
10	Panas	Kering	Kosong	Lampu OFF
11	Panas	Kering	Penuh	Lampu OFF
12	Panas	Kering	Penuh	Lampu ON
13	Panas	Kering	Penuh	Lampu ON
14	Panas	Lembab	Kosong	Lampu OFF
15	Panas	Kering	Kosong	Lampu ON
16	Dingin	Kering	Kosong	Lampu OFF
17	Panas	Lembab	Penuh	Lampu ON
18	Panas	Kering	Kosong	Lampu OFF

Gambar 4.41 Halaman Data Kategori

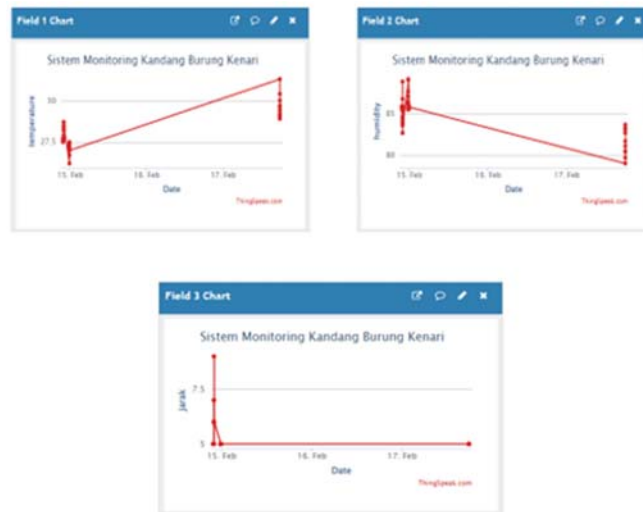
Halaman data kategori akan menampilkan data asli yang sudah terkonversi, untuk penyesuaian perhitungan C4.5

Halaman Perhitungan

HASIL TRAINING							
Perhitungan	Kaca	Lampu ON	Lampu OFF	Log P1	Log P2	Entropy	Gain
1.0 Total	100	68	31	-0.1611509092274	-0.5086320616373	0.89317345837796	
Suhu							0.32190712419322
Dingin	81	68	13	-0.87976106172413	-0.79454166657181	0.63548963918268	
Panas	19	1	18	-1.2787536009528	-0.02348109549823	0.29747224891929	
Kelembapan							0.045147099625823
Kering	44	36	8	-0.8871501757189	-0.74026268949424	0.66403943563984	
Lembab	56	33	23	-0.22967408712831	-0.3864601908861	0.97887401262953	
Jarak							0.0006164542461938
Penuh	43	29	14	-0.17107043768063	-0.48734041990135	0.91034806243462	
Kosong	57	40	17	-0.15381486434453	-0.5254259329422	0.8791357688333	

Gambar 4.5 Halaman Perhitungan

Pada gambar 4.5 akan menampilkan hasil data training atau pengolahan data algoritma C4.5.



Gambar 4.6 Menampilkan Halaman Grafik Data Thingspeak

5 Kesimpulan

Hasil pengujian alat machine learning sistem monitoring kandang burung kenari berbasis IoT menggunakan metode algoritma C4.5 pada platform thingspeak, dapat disimpulkan beberapa hal:

1. Sistem Monitoring Kandang Burung Kenari Berbasis IoT dengan Metode Algoritma C4.5 pada Platform Thingspeak yang telah dikembangkan oleh penulis berfungsi dengan baik.
2. Adanya alat ini dapat menjaga kondisi kandang burung kenari, khususnya dari aspek suhu dan kelembapan.
3. Alat ini membantu dalam meminimalisir risiko penyakit atau kematian pada burung kenari.
4. Cara kerja dari prototipe sistem monitoring kandang burung kenari ini melibatkan penggunaan sensor DHT untuk mendeteksi suhu dan kelembapan kandang. Jika batas suhu kurang dari 27°C, lampu akan menyala, dan jika melebihi 27°C, lampu akan mati secara otomatis. Selain itu, sensor ultrasonik digunakan untuk memberikan pakan burung secara otomatis.

Pustaka

[1] Fauzi, F. N. 2013. *Mengatasi masalah penangkaran*. Klaten Sahabat s.a.ISBN.979-029-752-1
 [2] Sugiyono, 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
 [3] Danukusumo, K. P. 2017. *Implementasi Deep Learning Menggunakan Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Citra Candi Berbasis Gpu*. UAJY.
 [4] Imam, & Rohima. 2016. *Budi Daya Burung Kenari*. UNIKOM, 1-28.
 [5] Han, J., & Kamber, M. 2006. *Data Mining: Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann.
 [6] Sulaiman. 2012. *ARDUINO: Mikrokontroler bagi Pemula hingga Mahir*. <http://buletin.balaelektronika.com/?p=163>.