

Pengembangan Sistem IoT untuk Pemantauan Kesehatan Domba Dengan Algoritma C4.5 Berbasis Thingspeak

Fahmi Nugraha¹, Anderias Eko Wijaya^{2*}, Rian Hermawan³, Dicky Iskandar Sobari⁴

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Mandiri^{1,2}

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik Universitas Mandiri^{3,4}

Jl. Marsinu No. 5 - Subang, Tlp. 0206-417853 Fax. 0206-411873

*E-mail:nugrahafahm@gmail.com¹, ekowjy09@gmail.com^{*2}, rianhmwn@gmail.com³,
dickymobile@gmail.com*

ABSTRAKSI

Pemantauan kesehatan ternak secara efektif merupakan salah satu tantangan utama dalam peternakan modern, terutama dalam mendeteksi dini gangguan kesehatan pada domba. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kesehatan domba berbasis *Internet of Things (IoT)* yang memanfaatkan algoritma C4.5 dan *platform Thingspeak*. Sistem ini mengumpulkan data vital domba seperti suhu tubuh, detak jantung, nafas, dan aktivitas fisik secara *real-time* melalui sensor dan mikrofon yang terhubung dengan perangkat IoT. Data tersebut kemudian dikirimkan ke *platform Thingspeak* untuk dianalisis dan disimpan.

Algoritma C4.5 digunakan untuk membangun model keputusan yang mampu mengklasifikasikan kondisi kesehatan domba berdasarkan parameter-parameter yang telah dikumpulkan, suhu, detak jantung, dan nafas. Hasil pemrosesan data ditampilkan dalam bentuk grafik dan notifikasi peringatan pada *platform Thingspeak*, sehingga peternak dapat memantau kondisi kesehatan ternak secara mudah dan responsif.

Hasil uji coba akurasi 90% menggunakan confusion matrix dengan sampling split data, 80% data training dan 20% data testing. Ini menunjukkan bahwa sistem ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi kondisi pada domba. Dengan demikian, sistem ini berpotensi membantu peternak dalam meningkatkan efisiensi pemantauan kesehatan ternak secara otomatis dan *real-time*. Selain itu, penerapan teknologi IoT dan algoritma C4.5 pada sektor peternakan diharapkan dapat memberikan solusi inovatif untuk mendukung produktivitas dan kesejahteraan ternak.

Kata kunci: *Internet of Things, Pemantauan Kesehatan Domba, Algoritma C4.5, Thingspeak.*

ABSTRACT

Effective livestock health monitoring is one of the primary challenges in modern farming, especially in detecting early health disorders in sheep. This research aims to develop a sheep health monitoring system based on the Internet of Things (IoT) using the C4.5 algorithm and the ThingSpeak platform. The system collects vital sheep data such as body temperature, heart rate, sound, and physical activity in real-time through sensors and microphones connected to IoT devices. The data is then transmitted to the ThingSpeak platform for analysis and storage.

The C4.5 algorithm is used to build a decision model capable of classifying the health conditions of sheep based on collected parameters such as temperature, heart rate, and respiration. The processed data results are displayed in the form of graphs and warning notifications on the ThingSpeak platform, allowing farmers to monitor livestock health easily and responsively.

The accuracy test yielded a 90% accuracy rate using a confusion matrix with a data sampling split of 80% for training data and 20% for testing data. This indicates that the system has a high level of accuracy in detecting sheep health conditions. Consequently, the system has the potential to assist farmers in improving the efficiency of livestock health monitoring automatically and in real-time. Moreover, the application of IoT technology and the C4.5 algorithm in the livestock sector is expected to provide innovative solutions to support productivity and animal welfare.

Keywords: *Internet of Things, Sheep Health Monitoring, C4.5 Algorithm, Thingspeak.*

1. Pendahuluan

Peternakan domba merupakan salah satu sektor penting dalam industri peternakan di berbagai negara, termasuk Indonesia. Namun, salah satu tantangan utama yang dihadapi peternak adalah pemantauan kesehatan ternak secara tepat waktu dan efisien [1][2]. Domba, seperti hewan ternak lainnya, rentan terhadap berbagai penyakit yang dapat berdampak negatif terhadap produktivitas dan kesejahteraan hewan. Pemantauan secara manual terhadap kondisi kesehatan domba sering kali tidak efektif karena keterbatasan waktu dan tenaga peternak, terutama pada peternakan berskala besar [3][4][5].

Seiring dengan kemajuan teknologi, penggunaan Internet of Things (IoT) dalam sektor pertanian dan peternakan telah menarik perhatian banyak peneliti dan praktisi. IoT memungkinkan integrasi sensor dan perangkat komunikasi untuk memantau kondisi kesehatan hewan secara real-time dan jarak jauh [6][7]. Meskipun teknologi ini sudah mulai diterapkan, pemanfaatannya dalam pemantauan kesehatan domba khususnya dengan analisis data nafas masih jarang dijumpai [8]. Selain itu, pemrosesan data yang efektif menjadi krusial untuk menghasilkan prediksi kesehatan yang akurat, di mana algoritma C4.5 dapat digunakan untuk membangun model pengambilan keputusan berdasarkan data yang dikumpulkan [9][10].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem pemantauan kesehatan domba berbasis IoT yang memanfaatkan algoritma C4.5 dan platform ThingSpeak. Sistem ini dirancang untuk mengumpulkan data vital seperti suhu tubuh, detak jantung, dan nafas domba, yang kemudian dianalisis untuk mendeteksi dini tanda-tanda gangguan kesehatan. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh algoritma C4.5 untuk membangun model pengambilan keputusan yang mampu memprediksi kondisi kesehatan domba dengan akurat [11][12].

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen untuk mengembangkan dan menguji sistem pemantauan kesehatan domba berbasis IoT dengan algoritma C4.5. Tahapan metodologi penelitian ini meliputi beberapa langkah utama, yaitu perancangan sistem, pengumpulan data, pemrosesan data, implementasi algoritma, serta pengujian dan evaluasi sistem. Secara garis besar, metodologi ini dijabarkan sebagai berikut:

a. Perancangan Sistem

Tahap ini dimulai dengan perancangan arsitektur sistem yang terdiri:

1. Platform IoT (ThingSpeak): Platform ini digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis data dari sensor yang dikirimkan secara berkala.
2. Algoritma C4.5: Algoritma ini diimplementasikan untuk membangun model pengambilan keputusan yang mampu mengklasifikasikan kondisi kesehatan domba berdasarkan data yang terkumpul.

b. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari sensor yang dipasang pada domba di lokasi penelitian selama periode waktu tertentu. Data yang dikumpulkan meliputi suhu tubuh, detak jantung, dan nafas domba. Data ini dikirimkan secara otomatis ke ThingSpeak dan disimpan dalam bentuk dataset untuk diolah lebih lanjut.

c. Pemrosesan Data

Data yang terkumpul dari sensor dan mikrofon diolah dan dibersihkan untuk menghilangkan noise atau data yang tidak valid. Selanjutnya, data dianalisis menggunakan algoritma C4.5 untuk membentuk pohon keputusan. Parameter-parameter seperti suhu tubuh, detak jantung, dan nafas domba digunakan sebagai atribut untuk membangun model klasifikasi.

d. Implementasi Algoritma C4.5

Algoritma C4.5 diimplementasikan dalam sistem untuk menghasilkan pohon keputusan yang dapat memprediksi kondisi kesehatan domba. Algoritma ini dipilih karena kemampuannya dalam menangani data kontinu dan diskrit, serta kemampuannya untuk menghasilkan model yang mudah dipahami oleh pengguna. Data input yang telah dikumpulkan dari sensor digunakan

untuk melatih model C4.5, dan hasil klasifikasi ditampilkan di ThingSpeak dalam bentuk notifikasi atau grafik kesehatan.

e. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pengujian dilakukan dengan cara menerapkan sistem pada sejumlah domba di peternakan untuk melihat efektivitas pemantauan kesehatan secara real-time. Sistem diuji untuk memastikan bahwa data dari sensor dan hasil analisis algoritma dapat memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu.

3. UML (Unified Modelling Language)

Software requirements adalah spesifikasi yang dibutuhkan dalam sebuah sistem perangkat lunak yang harus dipenuhi dalam proses pengembangannya. Dalam hal ini, sistem dapat membaca data sensor berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Pembacaan data pada sensor yang dimaksud adalah sebagai berikut.

1. Sensor Suhu *DS18B20* untuk menghitung suhu tubuh dalam bentuk derajat selsius.
2. Sensor Pulse untuk menghitung frekuensi detak jantung yang dihitung sebagai BPM.
3. Sensor Suara *KY-037* untuk menghitung nafas berdasarkan suara yang terdeteksi yang dikonversikan ke dalam bentuk voltase.

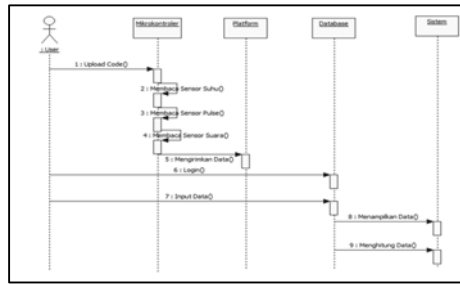
Selain itu, setelah data didapatkan, sistem ini dapat dikirimkan kepada *cloud* melalui mikrokontroler *NodeMCU ESP8266*, kemudian disimpan dan ditampilkan melalui platform yang digunakan. Data dalam *cloud* dapat diekspor ke dalam format *.csv* untuk kemudian dianalisa menggunakan metode Algoritma C4.5.

Diagram *use case* menjelaskan interaksi antara aktor dengan sistem yang dibuat. Diagram *use case* digunakan untuk mengetahui fungsi yang ada dalam sebuah sistem dan siapa saja yang berhak menggunakannya.



Gambar 1. Usecase Diagram

Sequence Diagram adalah jenis diagram yang menggambarkan interaksi antara objek dengan entitas. Diagram ini menunjukkan bagaimana pesan dikirim antara objek dan urutan pelaksanaannya. Dalam sequence diagram ini, objek diwakili oleh garis vertikal dan pesan diwakili oleh panah yang menghubungkan objek tersebut. Urutan waktu pelaksanaannya ditunjukkan dari atas ke bawah untuk memahami alur atau skenario dalam sistem seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. sebagai berikut:



Gambar 2. Sequence Diagram

4. Hasil dan Pembahasan

Penerapan yang perlu dilakukan dalam untuk menghitung data dengan Algoritma C4.5 terdiri dari beberapa tahapan yang akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data sensor dilakukan secara langsung terhadap objek yang diperlukan. Objek yang dimaksud dalam penelitian ini adalah domba. Pengambilan data diaplikasikan dengan menempelkan alat prototipe kepada bagian tubuh domba seperti hidung untuk pemeriksaan nafas, daun telinga untuk pemeriksaan denyut jantung, dan lubang anus untuk pemeriksaan suhu tubuh. Pengambilan data diterapkan kepada 10 ekor domba.

2. Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data ini, dimulai dengan membersihkan nilai yang tidak lengkap atau tidak sesuai dengan kriteria yang diperlukan. Pada penelitian ini dari 252 data yang telah diperoleh, terdapat 101 data yang memenuhi kriteria penilaian data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Tabel Dataset

No	Suhu	Detak	Nafas
1	37,31	207	0,28
2	38,69	39	0,30
3	39,19	82	0,44
4	39,31	130	0,67
5	39,50	159	0,51
6	39,63	170	0,43
7	39,69	144	0,43
8	39,75	153	0,51
9	37,63	157	0,34
10	37,25	158	0,32
...
94	35,63	79	0,46
95	35,19	53	0,30
96	35,38	62	0,34
97	35,81	112	0,23
98	35,31	68	0,24
99	35,63	99	0,27
100	35,81	59	0,25
101	35,19	146	0,24

Setelah itu, data yang ada kemudian dibagi menjadi data training dengan persentase 80% atau setara dengan 81 data sampel yang ada dan data testing dengan persentase 20% atau setara dengan 20 data sampel.

Berikut adalah tabel dari sampel dataset yang didapatkan dan telah dilakukan *preprocessing* sebelumnya.

3. Perhitungan Skala Likert

Perhitungan Skala Likert adalah untuk menentukan kategori dari setiap parameter untuk dibagi menjadi beberapa atribut.

Tabel 2. Tabel Perhitungan Skala Likert

Parameter	Perhitungan Skala Likert	Kategori
Suhu	Nilai tertinggi = 39.75 = 100%	Rendah ≤ 38
	Nilai terendah = 35.19/39.75 x 100% = 89%	
	Range = 100% - 89 % = 11%	
	Kategori = 3	Normal 38.1 – 39.5
	Interval = 11 / 3 = 4% x 39.75 = 246.5 = 247	Tinggi ≥ 39.6
	Kriteria penilaian = 100% - 4% = 96% 96% x 39.75 = 38.16	
Detak	Skor tertinggi = 207 = 100%	Lambat ≤ 68
	Skor terendah = 35/207 x 100% = 17%	Stabil 69 – 139
	Range = 100% - 17 % = 83%	
	Kategori = 3	
	Interval = 83 / 3 = 28% x 207 = 58	Cepat ≥ 140
	Kriteria penilaian = 100% - 28% = 72% 72% x 207 = 149	
Nafas	Skor tertinggi = 2.98 = 100%	Sedikit < 1
	Skor terendah = 0.23/2.98 x 100% = 8%	
	Range = 100% - 8 % = 92%	
	Kategori = 2	Banyak ≥ 1
	Interval = 92 / 2 = 46% x 2.98 = 1.37	
	Kriteria penilaian = 100% - 46% = 54% 54% x 2.98 = 1.6	

Setelah dilakukan perhitungan skala likert pada dataset, kemudian data akan diubah menjadi beberapa kategori seperti tabel 3.

Tabel 3. Tabel Data Kategori

No	Suhu	Detak	Nafas	Class
1	Rendah	Cepat	Sedikit	Tidak Normal
2	Normal	Lambat	Sedikit	Tidak Normal
3	Normal	Stabil	Sedikit	Normal
4	Normal	Stabil	Banyak	Normal
5	Tinggi	Cepat	Banyak	Normal
6	Tinggi	Cepat	Sedikit	Tidak Normal
7	Tinggi	Cepat	Sedikit	Tidak Normal
8	Tinggi	Cepat	Banyak	Normal
9	Normal	Cepat	Sedikit	Tidak Normal
10	Rendah	Cepat	Sedikit	Tidak Normal
...
94	Rendah	Stabil	Sedikit	Tidak Normal
95	Rendah	Lambat	Sedikit	Tidak Normal
96	Rendah	Lambat	Sedikit	Tidak Normal
97	Rendah	Stabil	Sedikit	Tidak Normal
98	Rendah	Lambat	Sedikit	Tidak Normal
99	Rendah	Stabil	Sedikit	Tidak Normal
100	Rendah	Lambat	Sedikit	Tidak Normal
101	Rendah	Cepat	Sedikit	Tidak Normal

1. Penerapan Algoritma C4.5

a. Perhitungan Node 1

- Menghitung Entropy Total

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

$$(S) = -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{40}{81}\right) \times \frac{\log 40/81}{\log 2} + \left(-\frac{41}{81}\right) \times \frac{\log 41/81}{\log 2}$$

$$(S) = 0,9999$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Suhu Rendah

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

$$(S_i) = -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{5}{34}\right) \times \frac{\log 5/34}{\log 2} + \left(-\frac{29}{34}\right) \times \frac{\log 29/34}{\log 2}$$

$$(S) = 0,6024$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Suhu Normal

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

$$(S_i) = -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{30}{41}\right) x \frac{\log 30/41}{\log 2} + \left(-\frac{11}{41}\right) x \frac{\log 11/41}{\log 2}$$

$$(S) = 0,8390$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Suhu Tinggi

$$\text{Entropy Landasan } (Si) = \sum_{i=1}^n -Pi \times \log_2 Pi$$

$$(Si) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{5}{6}\right) x \frac{\log 5/6}{\log 2} + \left(-\frac{1}{6}\right) x \frac{\log 1/6}{\log 2}$$

$$(S) = 0,6500$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Lambat

$$\text{Entropy Landasan } (Si) = \sum_{i=1}^n -Pi \times \log_2 Pi$$

$$(Si) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{5}{22}\right) x \frac{\log 5/22}{\log 2} + \left(-\frac{17}{22}\right) x \frac{\log 17/22}{\log 2}$$

$$(S) = 0,7732$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Stabil

$$\text{Entropy Landasan } (Si) = \sum_{i=1}^n -Pi \times \log_2 Pi$$

$$(Si) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{27}{38}\right) x \frac{\log 27/38}{\log 2} + \left(-\frac{11}{38}\right) x \frac{\log 11/38}{\log 2}$$

$$(S) = 0,8680$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Cepat

$$\text{Entropy Landasan } (Si) = \sum_{i=1}^n -Pi \times \log_2 Pi$$

$$(Si) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{8}{21}\right) x \frac{\log 8/21}{\log 2} + \left(-\frac{13}{21}\right) x \frac{\log 13/21}{\log 2}$$

$$(S) = 0,9587$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Nafas Sedikit

$$\text{Entropy Landasan } (Si) = \sum_{i=1}^n -Pi \times \log_2 Pi$$

$$(Si) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{13}{47}\right) x \frac{\log 13/47}{\log 2} + \left(-\frac{34}{47}\right) x \frac{\log 34/47}{\log 2}$$

$$(S) = 0,8508$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Nafas Banyak

$$\text{Entropy Landasan } (Si) = \sum_{i=1}^n -Pi \times \log_2 Pi$$

$$(Si) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{27}{34}\right) x \frac{\log 27/34}{\log 2} + \left(-\frac{7}{34}\right) x \frac{\log 7/34}{\log 2}$$

$$(S) = 0,7335$$

- Menghitung Gain Parameter Suhu

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

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

$$(S,A) = S - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Rendah}) - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Normal})$$

$$- \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Tinggi})$$

$$(S,A) = 0,9999 - \left[\frac{|34|}{|81|}\right] \times 0,6024 - \left[\frac{|41|}{|81|}\right] \times 0,8390 - \left[\frac{|6|}{|81|}\right] \times 0,6500$$

$$(S,A) = 0,2742$$

- Menghitung Gain Parameter Detak

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

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

$$(S, A) = S - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|} \right] \times Si(Lambat) - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|} \right] \times Si(Stabil) - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|} \right] \times Si(Cepat)$$

$$(S, A) = 0,9999 - \left[\frac{|22|}{|81|} \right] \times 0,7732 - \left[\frac{|38|}{|81|} \right] \times 0,8680 - \left[\frac{|21|}{|81|} \right] \times 0,9587$$

$$(S, A) = 0,1341$$

- Menghitung Gain Parameter Nafas

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

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

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

$$(S, A) = 0,9999 - \left[\frac{|47|}{|81|} \right] \times 0,8508 - \left[\frac{|34|}{|81|} \right] \times 0,7335$$

$$(S, A) = 0,1983$$

Perhitungan Node 1 menunjukkan bahwa diantara tiga parameter, Gain Suhu memperoleh nilai tertinggi sebesar 0,2742.

Pada perhitungan ini belum ada atribut yang telah memperoleh kelas hasil. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan Node selanjutnya untuk menentukan kelas dengan parameter Suhu menjadi akar pada perhitungannya.

Tabel 4. Tabel Perhitungan Node 1

Parameter	Atribut	Jml Kasus S _i	Normal S ₁	Tidak Normal S ₂	Entropy	Gain
Total		81	40	41	0,9999	
Suhu	rendah	34	5	29	0,6024	0,2742
	normal	41	30	11	0,8390	
	tinggi	6	5	1	0,6500	
Detak	lambat	22	5	17	0,7732	0,1341
	stabil	38	27	11	0,8680	
	cepat	21	8	13	0,9587	
Nafas	sedikit	47	13	34	0,8508	0,1983
	banyak	34	27	7	0,7335	

Perhitungan Node 1 menunjukkan bahwa diantara tiga parameter, Gain Suhu memperoleh nilai tertinggi sebesar 0,2742. Pada perhitungan ini belum ada atribut yang telah memperoleh kelas hasil. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan Node selanjutnya untuk menentukan kelas dengan parameter Suhu menjadi akar pada perhitungannya. Pada perhitungan Node 1.1. seperti yang ditunjukkan oleh tabel diatas, parameter Suhu dengan atribut Rendah menjadi akar dari perhitungan ini. Seperti yang ditampilkan pada tabel, nilai Gain tertinggi dari dua parameter adalah parameter Nafas. Nafas memiliki nilai Gain sebesar 0,2566 dan diantara dua atribut Nafas, atribut Sedikit telah mendapat kelas hasil yaitu ‘Tidak Normal’, sementara atribut Banyak diperlukan perhitungan pada Node selanjutnya.

- b. Perhitungan Node 1.1.1.

- Menghitung Entropy Total (Nafas Banyak)

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

$$(S) = -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{5}{12}\right) \times \frac{\log 5/12}{\log 2} + \left(-\frac{7}{12}\right) \times \frac{\log 7/12}{\log 2}$$

$$(S) = 0,9799$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Lambat

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

$$(S_i) = -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{0}{5}\right) \times \frac{\log 0/5}{\log 2} + \left(-\frac{5}{5}\right) \times \frac{\log 5/5}{\log 2}$$

$$(S) = 0$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Stabil

$$\begin{aligned} \text{Entropy Landasan (Si)} &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (Si) &= -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2} \\ (S) &= \left(-\frac{5}{5}\right) \times \frac{\log 5/5}{\log 2} + \left(-\frac{0}{5}\right) \times \frac{\log 0/5}{\log 2} \\ (S) &= 0 \end{aligned}$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Cepat

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

- Menghitung Gain Parameter Detak

$$\begin{aligned} \text{Gain (S,A)} &= \text{Entropy(S)} - \sum_{i=1}^n \frac{|Si|}{|S|} \times \text{Entropy (Si)} \\ (S,A) &= \text{Entropy(S)} - \sum_{i=1}^n \frac{|Si|}{|Stotal|} \times \text{Entropy (Si)} \\ (S,A) &= S - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Lambat}) - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Stabil}) \\ &\quad - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Cepat}) \\ (S,A) &= 0,9799 - \left[\frac{|5|}{|12|}\right] \times 0 - \left[\frac{|5|}{|12|}\right] \times 0 - \left[\frac{|2|}{|12|}\right] \times 0 \\ (S,A) &= 0,9799 \end{aligned}$$

Tabel 5. Tabel Perhitungan Node 1.1.1.

Parameter	Atribut	Jml Kasus S	Normal S1	Tidak Normal S2	Entropy	Gain
Total	12	5	7	0,9799		
Detak	lambat	5	0	5	0,0000	0,9799
	stabil	5	5	0	0,0000	
	cepat	2	0	2	0,0000	

Hasil dari perhitungan Node 1.1.1. dengan parameter Nafas dan atribut Banyak sebagai akarnya, menunjukkan kelas hasil seperti Detak Lambat dan Cepat menghasilkan kelas ‘Tidak Normal’ sementara Detak Stabil menghasilkan kelas ‘Normal’.

- c. Perhitungan Node 1.1.1.

- Menghitung Entropy Total (Nafas Banyak)

$$\begin{aligned} \text{Entropy Total (S)} &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (S) &= -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2} \\ (S) &= \left(-\frac{5}{12}\right) \times \frac{\log 5/12}{\log 2} + \left(-\frac{7}{12}\right) \times \frac{\log 7/12}{\log 2} \\ (S) &= 0,9799 \end{aligned}$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Lambat

$$\begin{aligned} \text{Entropy Landasan (Si)} &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (Si) &= -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2} \\ (S) &= \left(-\frac{0}{5}\right) \times \frac{\log 0/5}{\log 2} + \left(-\frac{5}{5}\right) \times \frac{\log 5/5}{\log 2} \\ (S) &= 0 \end{aligned}$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Stabil

$$\begin{aligned} \text{Entropy Landasan (Si)} &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (Si) &= -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2} \\ (S) &= \left(-\frac{5}{5}\right) \times \frac{\log 5/5}{\log 2} + \left(-\frac{0}{5}\right) \times \frac{\log 0/5}{\log 2} \\ (S) &= 0 \end{aligned}$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Cepat

$$\begin{aligned} \text{Entropy Landasan (Si)} &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (Si) &= -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2} \end{aligned}$$

$$(S) = \left(-\frac{0}{2}\right) x \frac{\log 0/2}{\log 2} + \left(-\frac{2}{2}\right) x \frac{\log 2/2}{\log 2}$$

$$(S) = 0$$

- Menghitung Gain Parameter Detak

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

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

$$(S, A) = S - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Lambat}) - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Stabil})$$

$$- \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Cepat})$$

$$(S, A) = 0,9799 - \left[\frac{|5|}{|12|}\right] \times 0 - \left[\frac{|5|}{|12|}\right] \times 0 - \left[\frac{|2|}{|12|}\right] \times 0$$

$$(S, A) = 0,9799$$

Hasil dari perhitungan Node 1.1.1. dengan parameter Nafas dan atribut Banyak sebagai akarnya, menunjukkan kelas hasil seperti Detak Lambat dan Cepat menghasilkan kelas 'Tidak Normal' sementara Detak Stabil menghasilkan kelas 'Normal'.

- d. Perhitungan Node 1.2.

- Menghitung Entropy Total (Suhu Normal)

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

$$(S) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{30}{41}\right) x \frac{\log 30/41}{\log 2} + \left(-\frac{11}{41}\right) x \frac{\log 11/41}{\log 2}$$

$$(S) = 0,8390$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Lambat

$$\text{Entropy Landasan}(Si) = \sum_{i=1}^n -Pi \times \log_2 Pi$$

$$(Si) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{5}{12}\right) x \frac{\log 5/12}{\log 2} + \left(-\frac{7}{12}\right) x \frac{\log 7/12}{\log 2}$$

$$(S) = 0,9799$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Stabil

$$\text{Entropy Landasan}(Si) = \sum_{i=1}^n -Pi \times \log_2 Pi$$

$$(Si) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{18}{18}\right) x \frac{\log 18/18}{\log 2} + \left(-\frac{0}{18}\right) x \frac{\log 0/18}{\log 2}$$

$$(S) = 0$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Cepat

$$\text{Entropy Landasan}(Si) = \sum_{i=1}^n -Pi \times \log_2 Pi$$

$$(Si) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{7}{11}\right) x \frac{\log 7/11}{\log 2} + \left(-\frac{4}{11}\right) x \frac{\log 4/11}{\log 2}$$

$$(S) = 0,9457$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Nafas Sedikit

$$\text{Entropy Landasan}(Si) = \sum_{i=1}^n -Pi \times \log_2 Pi$$

$$(Si) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{10}{21}\right) x \frac{\log 10/21}{\log 2} + \left(-\frac{11}{21}\right) x \frac{\log 11/21}{\log 2}$$

$$(S) = 0,9984$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Nafas Banyak

$$\text{Entropy Landasan}(Si) = \sum_{i=1}^n -Pi \times \log_2 Pi$$

$$(Si) = -P1 x \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 x \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{20}{20}\right) x \frac{\log 20/20}{\log 2} + \left(-\frac{0}{20}\right) x \frac{\log 0/20}{\log 2}$$

$$(S) = 0$$

- Menghitung Gain Parameter Detak

$$\begin{aligned} \text{Gain}(S, A) &= \text{Entropy}(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} \times \text{Entropy}(S_i) \\ (S, A) &= \text{Entropy}(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S_{\text{total}}|} \times \text{Entropy}(S_i) \\ (S, A) &= S - \left[\frac{|S_i|}{|S_{\text{total}}|} \right] \times Si(\text{Lambat}) - \left[\frac{|S_i|}{|S_{\text{total}}|} \right] \times Si(\text{Stabil}) \\ &\quad - \left[\frac{|S_i|}{|S_{\text{total}}|} \right] \times Si(\text{Cepat}) \\ (S, A) &= 0,8390 - \left[\frac{12}{41} \right] \times 0,9799 - \left[\frac{18}{41} \right] \times 0 - \left[\frac{11}{41} \right] \times 0,9457 \\ (S, A) &= 0,2985 \end{aligned}$$

- Menghitung Gain Parameter Nafas

$$\begin{aligned} \text{Gain}(S, A) &= \text{Entropy}(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} \times \text{Entropy}(S_i) \\ (S, A) &= \text{Entropy}(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S_{\text{total}}|} \times \text{Entropy}(S_i) \\ (S, A) &= S - \left[\frac{|S_i|}{|S_{\text{total}}|} \right] \times Si(\text{Sedikit}) - \left[\frac{|S_i|}{|S_{\text{total}}|} \right] \times Si(\text{Banyak}) \\ (S, A) &= 0,8390 - \left[\frac{21}{41} \right] \times 0,9984 - \left[\frac{20}{41} \right] \times 0 \\ (S, A) &= 0,3276 \end{aligned}$$

Tabel 6. Tabel Perhitungan Node 1.2.

Parameter	Atribut	Jml Kasus S	Normal S1	Tidak Normal S2	Entropy	Gain
Total		30	11	0,8390		
Detak	lambat	12	5	7	0,9799	0,2985
	stabil	18	18	0	0,0000	
	cepat	11	7	4	0,9457	
Nafas	sedikit	21	10	11	0,9984	0,3276
	banyak	20	20	0	0,0000	

Perhitungan Node 1.2. dengan parameter Suhu Normal yang menjadi akarnya menjelaskan bahwa nilai Gain Nafas menjadi nilai yang tertinggi dengan nilai 0,3276 dan menghasilkan keputusan kelas pada atribut Banyak yaitu kelas 'Normal'. Sementara atribut Sedikit masih diperlukan perhitungan untuk menentukan kelasnya.

- e. Perhitungan Node 1.2.

- Menghitung Entropy Total (Suhu Normal)

$$\begin{aligned} \text{Entropy Total}(S) &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (S) &= -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2} \\ (S) &= \left(-\frac{30}{41} \right) \times \frac{\log 30/41}{\log 2} + \left(-\frac{11}{41} \right) \times \frac{\log 11/41}{\log 2} \\ (S) &= 0,8390 \end{aligned}$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Lambat

$$\begin{aligned} \text{Entropy Landasan}(S_i) &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (S_i) &= -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2} \\ (S) &= \left(-\frac{5}{12} \right) \times \frac{\log 5/12}{\log 2} + \left(-\frac{7}{12} \right) \times \frac{\log 7/12}{\log 2} \\ (S) &= 0,9799 \end{aligned}$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Stabil

$$\begin{aligned} \text{Entropy Landasan}(S_i) &= \sum_{i=1}^n -P_i \times \log_2 P_i \\ (S_i) &= -P_1 \times \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 \times \frac{\log P_2}{\log 2} \\ (S) &= \left(-\frac{18}{18} \right) \times \frac{\log 18/18}{\log 2} + \left(-\frac{0}{18} \right) \times \frac{\log 0/18}{\log 2} \\ (S) &= 0 \end{aligned}$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Cepat

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

$$(S_i) = -P1 \times \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 \times \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{7}{11}\right) \times \frac{\log 7/11}{\log 2} + \left(-\frac{4}{11}\right) \times \frac{\log 4/11}{\log 2}$$

$$(S) = 0,9457$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Nafas Sedikit

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

$$(S_i) = -P1 \times \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 \times \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{10}{21}\right) \times \frac{\log 10/21}{\log 2} + \left(-\frac{11}{21}\right) \times \frac{\log 11/21}{\log 2}$$

$$(S) = 0,9984$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Nafas Banyak

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

$$(S_i) = -P1 \times \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 \times \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{20}{20}\right) \times \frac{\log 20/20}{\log 2} + \left(-\frac{0}{20}\right) \times \frac{\log 0/20}{\log 2}$$

$$(S) = 0$$

- Menghitung Gain Parameter Detak

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

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

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

$$\quad - \left[\frac{|S_i|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Cepat})$$

$$(S, A) = 0,8390 - \left[\frac{|12|}{|41|}\right] \times 0,9799 - \left[\frac{|18|}{|41|}\right] \times 0 - \left[\frac{|11|}{|41|}\right] \times 0,9457$$

$$(S, A) = 0,2985$$

- Menghitung Gain Parameter Nafas

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

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

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

$$(S, A) = 0,8390 - \left[\frac{|21|}{|41|}\right] \times 0,9984 - \left[\frac{|20|}{|41|}\right] \times 0$$

$$(S, A) = 0,3276$$

Perhitungan Node 1.2. dengan parameter Suhu Normal yang menjadi akarnya menjelaskan bahwa nilai Gain Nafas menjadi nilai yang tertinggi dengan nilai 0,3276 dan menghasilkan keputusan kelas pada atribut Banyak yaitu kelas 'Normal'. Sementara atribut Sedikit masih diperlukan perhitungan untuk menentukan kelasnya.

f. Perhitungan Node 1.3.

- Menghitung Entropy Total (Suhu Tinggi)

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

$$(S) = -P1 \times \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 \times \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{5}{6}\right) \times \frac{\log 5/6}{\log 2} + \left(-\frac{1}{6}\right) \times \frac{\log 1/6}{\log 2}$$

$$(S) = 0,6500$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Lambat

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

$$(S_i) = -P1 \times \frac{\log P1}{\log 2} + -P2 \times \frac{\log P2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{0}{0}\right) \times \frac{\log 0/0}{\log 2} + \left(-\frac{0}{0}\right) \times \frac{\log 0/0}{\log 2}$$

$$(S) = 0$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Stabil

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

$$(S_i) = -P_1 x \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 x \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{4}{4}\right) x \frac{\log 4/4}{\log 2} + \left(-\frac{0}{4}\right) x \frac{\log 0/4}{\log 2}$$

$$(S) = 0$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Cepat

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

$$(S_i) = -P_1 x \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 x \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{1}{2}\right) x \frac{\log 1/2}{\log 2} + \left(-\frac{1}{2}\right) x \frac{\log 1/2}{\log 2}$$

$$(S) = 1$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Nafas Sedikit

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

$$(S_i) = -P_1 x \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 x \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{3}{4}\right) x \frac{\log 3/4}{\log 2} + \left(-\frac{1}{4}\right) x \frac{\log 1/4}{\log 2}$$

$$(S) = 0,8113$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Nafas Banyak

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

$$(S_i) = -P_1 x \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 x \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{2}{2}\right) x \frac{\log 2/2}{\log 2} + \left(-\frac{0}{2}\right) x \frac{\log 0/2}{\log 2}$$

$$(S) = 0$$

- Menghitung Gain Parameter Detak

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

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

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

$$- \left[\frac{|S_i|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Cepat})$$

$$(S, A) = 0,6500 - \left[\frac{|0|}{|6|}\right] \times 0 - \left[\frac{|4|}{|6|}\right] \times 0 - \left[\frac{|2|}{|6|}\right] \times 1$$

$$(S, A) = 0,3167$$

- Menghitung Gain Parameter Nafas

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

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

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

$$(S, A) = 0,6500 - \left[\frac{|4|}{|6|}\right] \times 0,8113 - \left[\frac{|2|}{|6|}\right] \times 0$$

$$(S, A) = 0,1092$$

cPerhitungan dari Node 1.3. ini menunjukkan nilai dari Gain terbesar adalah parameter Detak dengan nilai 0,3167. Diantara atribut pada parameter Detak, atribut Stabil mendapat kelas 'Normal' dan menyisakan atribut lainnya untuk dihitung kembali pada Node berikutnya untuk mendapatkan kelas hasil.

- g. Perhitungan Node 1.3.

- Menghitung Entropy Total (Suhu Tinggi)

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

$$(S) = -P_1 x \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 x \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{5}{6}\right) x \frac{\log 5/6}{\log 2} + \left(-\frac{1}{6}\right) x \frac{\log 1/6}{\log 2}$$

$$(S) = 0,6500$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Lambat

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

$$(Si) = -P_1 x \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 x \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{0}{0}\right) x \frac{\log 0/0}{\log 2} + \left(-\frac{0}{0}\right) x \frac{\log 0/0}{\log 2}$$

$$(S) = 0$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Stabil

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

$$(Si) = -P_1 x \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 x \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{4}{4}\right) x \frac{\log 4/4}{\log 2} + \left(-\frac{0}{4}\right) x \frac{\log 0/4}{\log 2}$$

$$(S) = 0$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Detak Cepat

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

$$(Si) = -P_1 x \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 x \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{1}{2}\right) x \frac{\log 1/2}{\log 2} + \left(-\frac{1}{2}\right) x \frac{\log 1/2}{\log 2}$$

$$(S) = 1$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Nafas Sedikit

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

$$(Si) = -P_1 x \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 x \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{3}{4}\right) x \frac{\log 3/4}{\log 2} + \left(-\frac{1}{4}\right) x \frac{\log 1/4}{\log 2}$$

$$(S) = 0,8113$$

- Menghitung Entropy Landasan Parameter Nafas Banyak

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

$$(Si) = -P_1 x \frac{\log P_1}{\log 2} + -P_2 x \frac{\log P_2}{\log 2}$$

$$(S) = \left(-\frac{2}{2}\right) x \frac{\log 2/2}{\log 2} + \left(-\frac{0}{2}\right) x \frac{\log 0/2}{\log 2}$$

$$(S) = 0$$

- Menghitung Gain Parameter Detak

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

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

$$(S,A) = S - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Lambat}) - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Stabil})$$

$$- \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Cepat})$$

$$(S,A) = 0,6500 - \left[\frac{|0|}{|6|}\right] \times 0 - \left[\frac{|4|}{|6|}\right] \times 0 - \left[\frac{|2|}{|6|}\right] \times 1$$

$$(S,A) = 0,3167$$

- Menghitung Gain Parameter Nafas

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

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

$$(S,A) = S - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Sedikit}) - \left[\frac{|Si|}{|Stotal|}\right] \times Si(\text{Banyak})$$

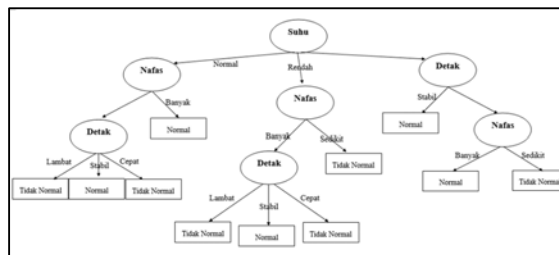
$$(S,A) = 0,6500 - \left[\frac{|4|}{|6|}\right] \times 0,8113 - \left[\frac{|2|}{|6|}\right] \times 0$$

$$(S,A) = 0,1092$$

Tabel 7. Tabel Perhitungan Node 1.3.

Parameter	Atribut	Jml Kasus S	Normal S1	Tidak Normal S2	Entropy	Gain
Total	6	5	1	0,6500		
Detak	lambat	0	0	0	0,0000	0,3167
	stabil	4	4	0	0,0000	
	cepat	2	1	1	1,0000	
Nafas	sedikit	4	3	1	0,8113	0,1092
	banyak	2	2	0	0,0000	

Perhitungan dari Node 1.3. ini menunjukkan nilai dari Gain terbesar adalah parameter Detak dengan nilai 0,3167. Diantara atribut pada parameter Detak, atribut Stabil mendapat kelas ‘Normal’ dan menyisakan atribut lainnya untuk dihitung kembali pada Node berikutnya untuk mendapatkan kelas hasil.



Gambar 4. Pohon Keputusan

```

Tree
Suhu = Normal
| Nafas = Banyak: Normal (Normal=20, Tidak Normal=0)
| Nafas = Sedikit
| | Detak = Cepat: Tidak Normal (Normal=0, Tidak Normal=4)
| | Detak = Lambat: Tidak Normal (Normal=0, Tidak Normal=7)
| | Detak = Stabil: Normal (Normal=10, Tidak Normal=0)
Suhu = Rendah
| Nafas = Banyak
| | Detak = Cepat: Tidak Normal (Normal=0, Tidak Normal=2)
| | Detak = Lambat: Tidak Normal (Normal=0, Tidak Normal=5)
| | Detak = Stabil: Normal (Normal=5, Tidak Normal=0)
| Nafas = Sedikit: Tidak Normal (Normal=0, Tidak Normal=22)
Suhu = Tinggi
| Detak = Cepat
| | Nafas = Banyak: Normal (Normal=1, Tidak Normal=0)
| | Nafas = Sedikit: Tidak Normal (Normal=0, Tidak Normal=1)
| Detak = Stabil: Normal (Normal=4, Tidak Normal=0)
    
```

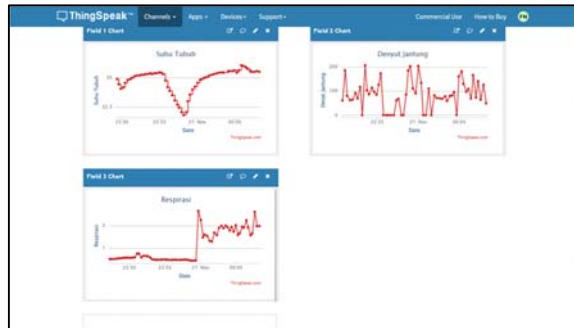
Gambar 5. Role

accuracy: 90.00%

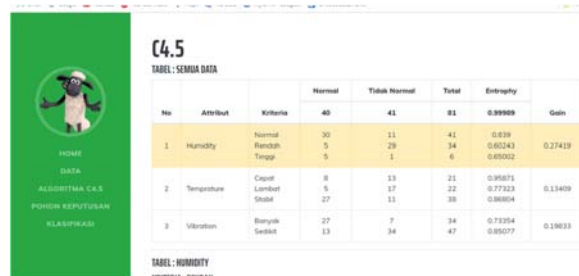
	true Tidak Normal	true Normal	class precision
pred. Tidak Normal	11	0	100.00%
pred. Normal	2	7	77.78%
class recall	84.62%	100.00%	

Gambar 6. Akurasi confusion matrix

Pada ThingSpeak, data yang diterima akan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk setiap parameternya. Dalam penelitian ini, parameter yang ditampilkan adalah data suhu tubuh, detak jantung dan respirasi sebuah objek. Data akan terus ditampilkan selama mikrokontroler dijalankan dan ThingSpeak terkoneksi dengan internet. Grafik yang dimaksud seperti yang ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 7. Tampilan Grafik Data pada ThingSpeak



Gambar 8. Tampilan Grafik Data pada ThingSpeak

5. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pemantauan kesehatan domba berbasis IoT dengan algoritma C4.5 dan platform *ThingSpeak*. Sistem mampu mengumpulkan dan menganalisis data vital domba secara real-time, seperti suhu tubuh, detak jantung, aktivitas fisik, dan suara, untuk memprediksi kondisi kesehatan. Alat berbasis mikrokontroler yang digunakan untuk pengujian data dalam penelitian ini menggunakan sensor suhu *DS18B20*, sensor *pulse*, dan sensor suara *KY-037*, yang terhubung dengan *NodeMCU ESP8266* sebagai mikrokontroler dapat terkoneksi dengan baik meskipun sedikit terkendala jaringan, namun pengujian dapat dilakukan dengan lancar ketika diimplementasikan di lapangan. Akurasi pengujian yang dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix* antara data prediksi dan data aktual pada sistem ini sebesar 90% dengan sampling split data, 80% data training dan 20% data testing.

Pustaka

- [1] M. van der Heijden, E. Dijkstra, M. Holstege, R. van den Brom, P. Vellema, "Data analysis supports monitoring and surveillance of sheep health and welfare in the Netherlands", *Small Ruminant Research*, Volume 216, 2022, 106831, ISSN 0921-4488, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106831>.
- [2] A. R. Reigones and P. D. Gaspar, "Real-Time Vital Signs Monitoring System towards Livestock Health Furtherance," *Proceedings of the 6th International Conference on Inventive Computation Technologies, ICICT 2021*, pp. 753–758, Jan. 2021, doi: 10.1109/ICICT50816.2021.9358658
- [3] Aleluia, Vitor & Soares, Vasco & Caldeira, João & Rodrigues, António, "Livestock Monitoring: Approaches, Challenges and Opportunities", *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. 11. 67-76. , 2022, <https://doi.org/10.35940/ijeat.D3458.0411422>.
- [4] Y. Z. Sumarno, S. Sumaryo, and N. Prihatiningrum, "DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING KESEHATAN TERNAK DOMBA BERDASARKAN SUHU TUBUH DAN DETAK JANTUNG BERBASIS IOT", *TESLA*, vol. 25, no. 1, pp. 25–36, Apr. 2023.
- [5] M. Zenda, P.J. Malan, "Investigation of Challenges Faced by Small-Scale Sheep Farmers in the Northern Cape (Hantam Karoo), South Africa ", *S Afr. Jnl. Agric. Ext.*, vol. 52, no. 1, pp. 189–209, Apr. 2024, doi: 10.17159/2413-3221/2024/v52n1a14663.
- [6] Isaac, Justin, "IOT - LIVESTOCK MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM" *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*. 5. 10.33564/IJEAST.2021.v05i09.042. Jan. 2021
- [7] A. Chairunnas and A. Putra, "OPTIMIZATION OF LIVESTOCK MONITORING SYSTEM IN OUTDOOR BASED ON INTERNET OF THINGS (IOT)", *jitk*, vol. 9, no. 2, pp. 323 - 329, Feb. 2024.

- [8] A. K. Mohanty, T. K. Rao, K. S. Harisha, R. Agme, C. Gogoi, and C. M. Velu, "IoT Applications for Livestock Management and Health Monitoring in Modern Farming", *kuey*, vol. 30, no. 4, pp. 2141–2153, Apr. 2024.
- [9] A. Nadira, S. F. Utami, "IMPLEMENTASI DATA MINING DALAM MENGIDENTIFIKASI FAKTOR PASIEN YANG BERPOTENSI MENGALAMI OBESITAS MENGGUNAKAN ALGORITMA C4.5", *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, Vol. 8 No. 2, April 2024.
- [10] K. R. . Dewi, K. F. . Mauladi, and Masrurroh, "Analisa Algoritma C4.5 untuk Prediksi Penjualan Obat Pertanian di Toko Dewi Sri", *inotek*, vol. 4, no. 3, pp. 109–114, Aug. 2020.
- [11] S. U. Putri, E. I, "Implementasi Data Mining Untuk Prediksi Penyakit Diabetes Dengan Algoritma C4.5", *KESATRIA: Jurnal Penerapan Sistem Informasi*, 2021.
- [12] M. Safitri, A. D. Praba, "PREDIKSI PENYAKIT DIABETES DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA C4.5", Vol 8 No.1, pp 74-81, Januari 2024.