

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Pengenalan Masalah

Landak mini, yang juga dikenal sebagai landak susu yang memiliki nama ilmiah *atelerix albiventris*, merupakan salah satu hewan eksotis yang semakin populer untuk dipelihara di kalangan pecinta hewan[1]. Hewan ini dijadikan peliharaan karena pesonanya yang unik dan memiliki daya tarik tersendiri bagi banyak individu. Keunikan ini sering kali disertai dengan tantangan perawatan yang berbeda dengan hewan peliharaan lainnya. Salah satu masalah utama yang dihadapi pemilik landak mini adalah kecenderungan hewan ini untuk mengalami stres.

Stres adalah respons fisiologi dan perilaku yang muncul ketika hewan menghadapi lingkungan yang tidak sesuai dengan kebutuhan alaminya. Umumnya, landak mini dipelihara pada kotak kayu atau aquarium akrilik yang dijadikan sebagai kandang[2]. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi stres pada landak mini adalah kondisi kandang yang tidak bersih. Kondisi kandang yang buruk, seperti kebersihan yang tidak terjaga, dapat berdampak negatif pada kondisi sang hewan, yang dapat berakibat pada kesehatan landak mini. Stres yang berkelanjutan dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk penurunan nafsu makan, masalah pencernaan, bahkan infeksi.

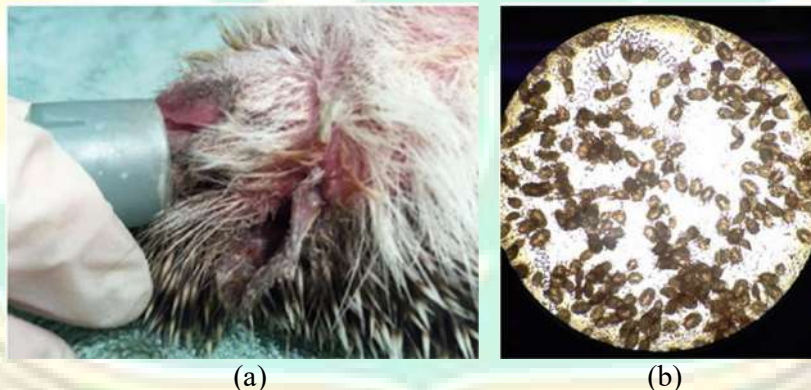
1.1.1. Informasi Pendukung Masalah

Landak mini merupakan hewan yang memiliki kemampuan indera yang sangat berbeda dengan manusia. Landak mini memiliki penglihatan yang buruk dan monokromatik tetapi memiliki indera penciuman dan pendengaran yang sangat tajam. Indera penciuman dan pendengaran ini menjadi kunci utama dari mencari makanan dan untuk menghindari predator di sekitarnya[3]. Sifat alami ini memberikan landak mini kemampuan untuk beradaptasi dengan lingkungan, sekaligus membuatnya rentan terhadap perubahan lingkungan yang mendadak.

Landak mini merupakan hewan yang aktif sehingga dimensi kandang paling ideal berukuran 600x900mm[2]. Landak merupakan hewan yang mampu memanjat sehingga dinding kandang yang tertutup perlu disiapkan. Alas kandang harus mudah menyerap serta perlu sering diganti agar tidak mengganggu penciuman landak mini. Alas kandang yang baik adalah yang berasal dari tumbuhan alami seperti pelet kayu. Penggunaan pasir seperti pasir zeolite dan semacamnya sebaiknya tidak digunakan karena dapat menempel pada hewan[3].

Kandang landak mini harus sering dibersihkan karena aktivitas landak yang aktif[3]. Jika kandang landak mini tidak terjaga kebersihannya, beberapa hal dapat terjadi.

1. Kotoran dan bau yang menumpuk dapat mengganggu indera penciuman mereka yang sangat peka. Hal ini membuat sang hewan tidak nyaman atau terganggu karena bau yang tidak sedap.
2. Tidak bersihnya kandang dapat menjadi tempat berkembang biak bakteri, jamur, atau parasit yang dapat mengancam kesehatan landak mini.



Gambar 1.1 Infeksi telinga akibat tungau [3]

Gambar 1.1 merupakan salah satu dari kasus akibat tidak bersihnya lingkungan hidup landak mini. Landak mini dapat terlular tungau jika bersentuhan langsung dengan landak mini lain yang terinfeksi. Dengan kondisi lingkungan yang kurang bersih atau padat akan meningkatkan resiko berpindahnya tungau. Tungau juga dapat bertahan hidup di lingkungan sekitar hewan yang terinfeksi, seperti kandang dan alas tidur.

Selain menjaga kebersihan kandang, pemilik landak mini juga harus memastikan bahwa hewan ini memiliki tempat persembunyian yang bersih dan nyaman. Landak

mini seringkali memerlukan waktu sendiri untuk merasa nyaman terutama ketika sang landak merasa terganggu atau stres, sehingga memerlukan ruang isolasi khusus[2]. Selain itu, memberikan lingkungan yang kering dan bersih juga akan membantu mengurangi resiko penyakit.

1.1.2. Analisis Masalah

Meskipun penelitian dan pengembangan teknologi tentang hewan peliharaan eksotis, termasuk landak mini, telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, pengembangan yang dilakukan hanyalah sistem monitoring kandang. Penelitian sebelumnya telah ada yang mengembangkan sistem pemantauan kesehatan kandang landak mini menggunakan metode logika *Fuzzy* sebagai sistem monitoring kandang yang dapat memberikan informasi secara langsung melalui internet [4]. Selain itu, ada peneliti yang mengembangkan purwarupa sistem otomatisasi pembersihan kotoran dan pengaturan suhu kandang kelinci. Pengaturan suhu dilakukan secara adaptif berdasarkan kondisi suhu kandang menggunakan beberapa sensor dan metode logika *Fuzzy*. Pembersihan kandang dilakukan berdasarkan berat kotoran ternak menggunakan sensor *load cell* [5].

Sistem di atas sudah adaptif terhadap kondisi suhu kandang, tetapi sistem tidak optimal dalam pembersihan kandang yang menggunakan batasan berat dalam proses pembersihan. Faktor kebersihan kandang bukan hanya berasal dari tinja saja, urin juga berdampak pada kebersihan kandang. Selain itu, terdapat beberapa batasan yang harus ditetapkan dalam pengembangan sistem ini, sebagai berikut:

1. Konstrain Sustainability
 - a. Bahan yang digunakan memiliki daya tahan terhadap air.
 - b. Sebagian besar bahan mudah ditemukan di sekitar.
2. Konstrain Kesehatan
 - a. Bahan yang digunakan tidak mengandung bahan berbahaya.
 - b. Menyediakan media penampungan khusus dalam menyimpan limbah pembersihan.
3. Konstrain Lingkungan

Proses kerja dari sistem tidak menimbulkan kebisingan.

4. Konstrain Ekonomi

Total biaya untuk solusi yang akan ditawarkan tidak melebihi dari Rp5.000.000,00.

5. Konstrain Manufacturability

- a. Rancangan dapat dijalankan dengan menggunakan breadboard tanpa desain PCB.
- b. Rancangan mudah digunakan dan mampu mendeteksi kotoran pada kandang.

1.1.3. Kebutuhan yang harus dipenuhi

Berdasarkan analisis masalah yang sudah dipaparkan, terdapat beberapa kebutuhan atau masalah yang harus diselesaikan untuk menyelesaikan masalah kebersihan kandang yang berpengaruh pada kesehatan landak mini.

1. Alat harus mampu mendeteksi kotoran landak mini pada kandang.
2. Alat harus mampu melakukan pembersihan kotoran otomatis pada lantai kandang landak mini.

1.1.4. Tujuan

Berdasar pada paparan di atas, agar dapat menjaga kebersihan kandang landak diperlukan beberapa hal sebagai berikut

1. Merancang sistem pembersih lantai kandang landak mini yang mampu mendeteksi kotoran landak mini
2. Merancang sistem monitoring dan kontrol melalui *smartphone* sehingga pemilik mampu mengecek kondisi kandang, juga mampu melakukan aksi-aksi yang diperlukan dalam upaya menjaga kesejahteraan hidup landak mini.

1.2. Solusi

Dalam upaya menjaga kebersihan kandang yang merupakan bagian penting dalam perawatan landak mini. Dengan memahami permasalahan tersebut, didapatkan kebutuhan utama dari sistem adalah mampu membersihkan kotoran landak mini pada lantai kandangnya.

1.2.1. Karakteristik Produk

a. Fitur Dasar

1. Computing and Data Control System

Sistem harus memiliki kemampuan untuk mengumpulkan, dan menganalisis data yang diperoleh dari sensor sekaligus mampu merespon terhadap perubahan dan instruksi yang diberikan pada sistem.

2. Sensing Capability

Sensor-sensor yang digunakan mampu mendeteksi kotoran landak mini di kandang.

3. Automation

Sistem harus memiliki elemen otomatisasi yang memungkinkan pembersihan kandang secara otomatis berdasarkan hasil pengolahan data dari sensor.

4. Remote Monitoring

Kemampuan untuk memantau dan mengontrol kandang dari jarak jauh melalui perangkat selular. Ini memungkinkan pemilik untuk memantau kondisi kandang dan mengambil tindakan jika diperlukan.

b. Fitur Tambahan

1. Low Power Consumption

Pengelolaan energi yang efisien agar tidak menguras daya listrik secara berlebihan

2. Interopability

Sistem dapat berintegrasi dengan alat lain yang mungkin digunakan, seperti alat pakan dan minum landak mini,

c. Sifat Solusi

Sifat dari solusi sistem ini adalah *easy installation*, *ability to clean*, dan *waterproofness*.

1.2.2. Usulan Solusi

Dalam membangun sistem pembersih kandang, didapatkan tiga opsi solusi yang dapat dipertimbangkan sebagai berikut,

1.2.2.1. Solusi 1: Sistem pembersih lantai kandang dengan pendeteksian kotoran berdasarkan analisis sensor kelembaban dengan mikrokontroler

Solusi ini menggunakan sensor kelembaban untuk mengukur kelembaban relatif (RH) pada lantai kandang landak mini. Sensor diletakkan dekat dengan alas untuk mengukur kondisi di setiap platform lantai. Hasil pengukuran sensor yang didapatkan adalah kondisi disekitar sensor. Proses pembersihan akan dilakukan jika kelembaban pada salah satu lantai melebihi 40Rh [2] yang merupakan batas atas kelembaban yang baik untuk landak mini.

Sensor kelembaban berfungsi sebagai transduser yang mendeteksi uap air di udara dan mengubahnya menjadi sinyal digital untuk diproses oleh mikrokontroler. Mikrokontroler berperan sebagai unit kendali utama pada sistem yang bertanggung jawab atas pengambilan keputusan berdasarkan nilai yang direkam oleh sensor. Kelembaban Relatif (Rh) merupakan indikator utama dalam solusi ini. Kelembaban yang berlebihan di area lantai seringkali berkorelasi dengan alas kandang (*litter*) yang basah akibat penumpukan kotoran. Tingkat kelembaban yang tinggi dapat memicu penurunan kualitas udara, serta meningkatkan resiko penyakit pada hewan[6].

Sistem pembersihan lantai otomatis ini bekerja menggunakan logika ambang batas untuk pendeteksian. Dalam skema ini, perangkat aktuator seperti motor servo yang terpasang pada lantai hanya akan aktif apabila pembacaan sensor melebihi batas atas yang ditentukan (40Rh). Solusi ini secara langsung mengukur salah satu indikator kondisi lingkungan yang kurang ideal atau lembab.

1.2.2.2. Solusi 2: Sistem pembersih lantai kandang dengan pendeteksian kotoran berdasarkan analisis sensor gas (Amonia) dengan mikrokontroler

Solusi ini menggunakan sensor gas untuk mengukur kadar gas amonia (NH_3) di dekat alas kandang. Batas aman kadar amonia untuk hewan kurang dari 20 ppm [7]. Sensor diletakkan di setiap platform lantai untuk mendeteksi kadar gas. Proses pembersihan akan diaktifkan secara otomatis jika sensor mendeteksi kadar gas

amonia pada suatu platform lantai melebihi 20 ppm. Peningkatan konduktivitas sensor mengindikasikan naiknya konsentrasi gas.

Kondisi pada kandang landak bervariasi sesuai dengan kondisi lingkungan di sekitarnya, dengan perbedaan yang signifikan tiap harinya. Faktor-faktor seperti temperatur, kelembaban relatif, kadar debu di udara, serta gas berbahaya (CO_2 , amonia (NH_3), dan H_2S) berdampak negatif pada kesehatan jika melampaui ambang batas fisiologis tertentu. Faktor-faktor ini seringkali mencapai puncaknya pada malam hari sehingga meningkatkan risiko masalah pernapasan dan kesehatan lainnya. Meskipun temperatur dan kelembaban sebagian besar bergantung pada cuaca di sekitar kandang, gas-gas beracun cenderung terakumulasi akibat dekomposisi dari mikroba pada kotoran, dan sering kali mencapai konsentrasi tertingginya pada dini hari [8]. Diantara gas-gas tersebut, ammonia sangatlah berbahaya, gas ini tercatat sebagai penyumbang utama penyakit pernapasan pada berbagai spesies hewan dengan merusak fungsi silia dan mengiritasi mukosa pernapasan [9]. Oleh karena itu, solusi ini memfokuskan parameter deteksi pada kadar gas amonia di kandang.

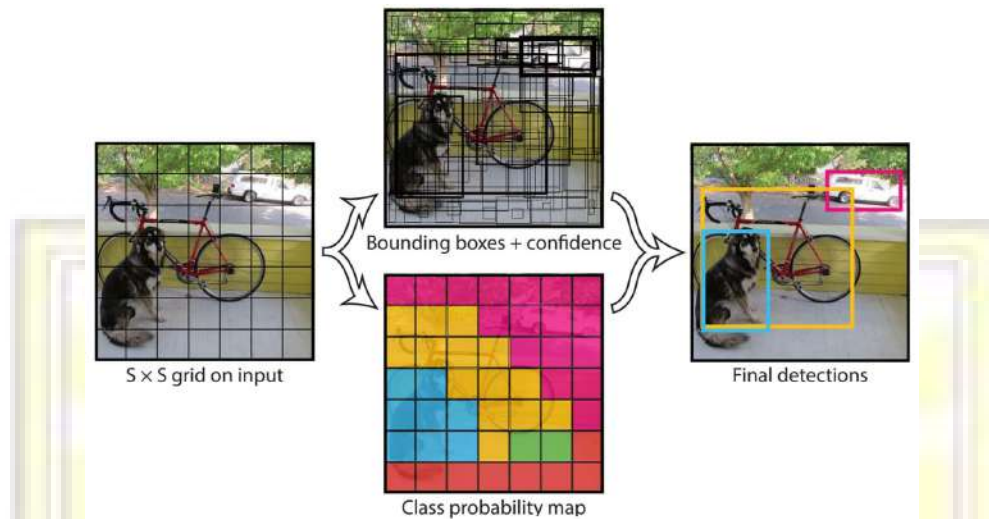
Solusi ini menggunakan logika yang sama dengan solusi 1, tetapi menggunakan sensor gas dengan mekanisme aktif apabila adanya peningkatan konsentrasi amonia secara signifikan hingga 20ppm. Solusi ini secara langsung mengukur gas amonia yang biasanya timbul dari kotoran.

1.2.2.3. Sistem pembersih lantai kandang berbasis pengolahan citra dengan *Computer Vision* dan *Deep Learning* dengan perangkat Edge

Solusi ini menggunakan kamera dengan *deep learning* untuk mendeteksi pola kotoran landak mini secara visual. Kamera ditempatkan di atas kandang untuk melihat kondisi kandang secara menyeluruh. Sistem mengambil dan mengolah citra secara *real-time* menggunakan *Object Detection Models* untuk melatih sistem mengenali kotoran. Hasil pendeteksian akan dikirimkan ke aplikasi pemilik untuk meminta izin aksi berikutnya.

YOLO merupakan salah satu *Object Detection Models* yang menerapkan arsitektur *Convolutional Neural Networks* (CNNs). Algoritma YOLO menerapkan neural

network pada sebuah gambar menjadi sejumlah grid, lalu memprediksi bounding box serta probabilitas untuk tiap grid.



Gambar 1.2 Ilustrasi proses konvolusi pada YOLO[10]

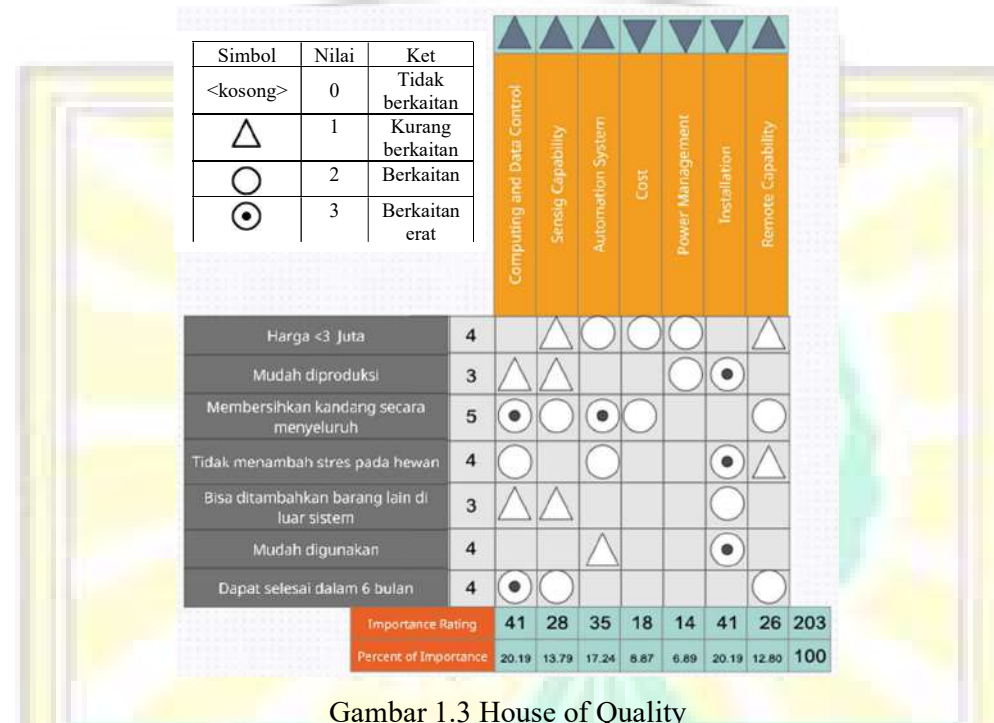
Semua atribut pada *bounding box* melalui proses normalisasi, sehingga akan menghasilkan nilai antara 0 dan 1. YOLO memiliki keunggulan dimana algoritma ini mampu melakukan pengenalan objek secara *real-time*[11]. Oleh karena itu, model ini cocok dengan sistem pembersih kandang landak mini yang butuh pendeteksian secara *real-time*.

Dalam algoritma YOLO, untuk tiap dataset yang berbeda akan ada sebuah *anchor frame* dengan panjang dan lebar yang ditetapkan di awal. Selama tahap *training model*, keluaran yang dihasilkan akan memperlihatkan *prediction frame* berdasarkan *anchor frame* awal. Kemudian jumlah perbandingan *ground truth* dihitung menggunakan perbandingan antara kedua *frame* tersebut, lalu parameter iteratif diperbarui secara terbalik[12]. Berbeda dengan kedua solusi sebelumnya, untuk menerapkan solusi ini memerlukan perangkat SBC (*Single Board Computer*) sebagai unit komputasi utamanya.

Solusi ini menawarkan akurasi tinggi dalam identifikasi objek, CNN memiliki keunggulan dibandingkan dua solusi sebelumnya yang dapat terpengaruh oleh lingkungan sekitar (misalnya angin atau kandang berada di ruang terbuka dan terpengaruh oleh tempas hujan). Pendeteksian pada solusi ini berfokus pada kotoran pada masing-masing lantai dan posisi landak di kandang.

1.2.3. Analisis Usulan Solusi

Pendekatan dilakukan dengan menggunakan metode *House of Quality* (HoQ). HoQ didefinisikan sebagai matriks perencanaan produk yang dibuat untuk menunjukkan kebutuhan pelanggan yang berkaitan secara langsung dengan cara dan metode yang dapat digunakan untuk mencapai kebutuhan tersebut.



Gambar 1.3 House of Quality

Diagram *House of Quality* menggunakan desain yang menyerupai rumah dan dibuat menggunakan data perbandingan teknis [13]. HoQ yang digunakan tidak menggunakan *roof* atau matriks korelasi karena yang perlu dianalisis hanyalah kebutuhan *customer* dan fitur desain dari topik permasalahan ini.

Pada gambar 1.3 didapatkan fitur *Computer and Data Control* dan *Installation* memiliki poin terbesar, yaitu sebesar 41 poin atau 20.19%. Jika dibandingkan dengan fitur lain, dua fitur ini menjadi tolok ukur dalam menentukan solusi terbaik dari topik permasalahan.

1.2.4. Solusi yang Dipilih

Berdasarkan hasil HoQ, maka data tersebut dapat diolah menjadi tabel prioritas solusi yang dipilih sebagai berikut

Tabel 1.1 Tabel Prioritas Solusi

Solusi	Computing and Data Control	Sensing Capability	Automation System	Cost	Power Management	Installation	Remote Capability	
	20%	14%	17%	9%	7%	20%	13%	100%
Kelembaban	1	2	2	3	3	2	2	1,96
Amonia	2	1	2	3	3	2	2	2,02
<i>Computer Vision</i>	3	3	2	1	1	2	3	2,31

Berdasarkan tabel 1.1 didapatkan bahwa solusi dari masalah kebersihan kandang landak mini dapat dideteksi dengan *Computer Vision*. Hal ini dibuktikan dengan poin tertinggi yaitu, 2,31. Dengan terpilihnya solusi tersebut diharapkan mampu menyelesaikan topik permasalahan ini dengan baik.