

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Pada daerah Sumatera Barat, bidang peternakan merupakan bidang yang banyak dijadikan sebagai sumber mata pencaharian. Ada banyak pilihan hewan yang dapat ditenakkan, salah satunya adalah burung puyuh petelur. Selain pengelolaan pakan dan kesehatan ternak, salah satu aspek penting pada kesuksesan beternak adalah keamanan pada kandang. Sayangnya, aspek ini sering kali tidak efektif dan efisien dalam penerapannya.

Puyuh termasuk unggas kecil yang tidak bisa terbang tinggi tetapi lari dan melompat cepat dikenal dengan puyuh jepang (*Coturnix coturnix japonica*). Puyuh ini termasuk produktif penghasil telur, seekor betina selama satu tahun menghasilkan telur sebanyak 250 butir telur, dan rata-rata umur 41 hari sudah mulai bertelur [1]. Burung puyuh biasanya dibudidayakan sebagai penghasil telur. Telur puyuh memiliki gizi yang tinggi, namun dengan ukuran yang lebih kecil dibanding telur ayam. Dari sisi usaha, beternak puyuh petelur mengalami peningkatan minat ditengah usaha ayam petelur. Penggunaan modal yang lebih sedikit, luas lahan lebih kecil, dan perawatan yang lebih mudah menjadikan beternak puyuh petelur sebagai alternatif usaha yang menguntungkan.

Menurut data oleh Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Sumatera Barat pada tahun 2023, jumlah populasi burung puyuh untuk Kabupaten 50 Kota berada pada angka 615.018 ekor [2]. Selain itu, merujuk data dari BPS Kabupaten Lima Puluh Kota, angka produksi telur puyuh pada tahun 2022 sebanyak 1.101.121 kg yang mengalami peningkatan sebesar 407.483 kg dari 2 tahun sebelumnya [3]. Hal ini menunjukkan, terdapat peningkatan dari minat usaha dan perkembangan pasar puyuh petelur yang menyebabkan munculnya para peternak baru pada usaha ini.

Keamanan pada kandang puyuh petelur merupakan aspek penting yang sering dijadikan fokus terakhir dalam usaha ini setelah pengelolaan pakan dan kesehatan

ternak. Akibatnya, penerapan keamanan pada kandang sering kali menjadi kurang efektif dan efisien. Saat ini, para peternak masih menggunakan gembok dan kunci konvensional pada pengamanan kandang mereka. Sayangnya, sistem pengamanan konvensional masih kurang efektif dalam pengamanan kandang.

Masih terjadinya pencurian telur puyuh yang dialami oleh peternak merupakan bukti dari kurang efektifnya sistem pengamanan ini. Pada satu sisi, peternak juga kemungkinan tidak akan tahu disaat ada yang mencoba membobol kandang mereka karena rata – rata letak kandang yang berjarak dari rumah. Selain itu, peningkatan resiko pencurian pada saat harga telur naik contohnya saat bulan puasa, juga membuat khawatir peternak yang dimana seharusnya mereka dapat memperoleh untung yang besar. Oleh karena itu, masalah ini merupakan masalah yang harus segera diselesaikan untuk meningkatkan rasa aman dan ketenangan para peternak puyuh petelur yang semakin bertambah.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Beternak puyuh petelur menjadi alternatif usaha pilihan selain ayam petelur. Hal ini dikarenakan usaha puyuh petelur mempunyai beberapa keuntungan seperti modal usaha yang lebih rendah, luas lahan yang dibutuhkan tidak terlalu luas, dan sebagainya. Selain itu, adanya pasar dan permintaan terkait telur puyuh juga menjamin keberlangsungan usaha.

Pada tahun 2023, populasi burung puyuh khususnya di Kabupaten Lima Puluh Kota terhitung sebanyak 615.018 ekor dan di Payakumbuh terhitung sebanyak 342.440 ekor [2]. Melalui data ini, kedua daerah tersebut menjadi daerah yang memiliki populasi burung puyuh terbanyak di Sumatera Barat. Selain itu, angka produksi telur puyuh pada Kabupaten Lima Puluh Kota mengalami peningkatan 407.483 kg dari 2 tahun sebelumnya pada 2022 [3]. Menurut data tersebut, maka dapat dikatakan bahwa ada peningkatan minat usaha dan kemunculan peternak baru.

Segi keamanan tentunya menjadi salah satu faktor keberhasilan usaha namun sering dijadikan fokus terakhir. Pada saat ini, keamanan pada rumah kandang puyuh petelur, masih menggunakan sistem keamanan yang konvensional. Kebanyakan peternak masih menggunakan sistem keamanan dengan menggunakan gembok dan grendel sederhana pada pintu kandang seperti yang terlihat pada gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Pintu Rumah Kandang Puyuh

Peternak puyuh memiliki kebiasaan untuk menyimpan telur yang telah diambil langsung didalam rumah kandang, tidak seperti peternak ayam petelur yang biasanya mempunyai tempat tersendiri untuk penyimpanan telur. Hal ini dikarenakan faktor efisiensi pada waktu operasional. Pengambilan telur merupakan hal repetitif yang biasanya cukup lama dilakukan oleh peternak puyuh karena jika dibanding ayam petelur, jumlah telur yang diambil lebih banyak dan ukuran yang lebih kecil sehingga akan lebih mudah jika telur langsung dikumpulkan dalam rumah kandang yang sama dengan puyuh. Tumpukan telur dalam kandang dapat dilihat pada gambar 1.2. Selain itu, hal ini juga memudahkan peternak yang

memiliki kandang jauh dari rumah sehingga pengepul telur bisa langsung datang ke kandang untuk mengambil telur yang telah terkumpul.



Gambar 1. 2 Tumpukan Telur di Rumah Kandang

Material dari rumah kandang puyuh dapat bermacam – macam, ada yang membuat kandang puyuh dengan tipe tertutup dan ada yang membuat kandang puyuh dengan tipe terbuka. Pemilihan material dapat dipengaruhi dari modal dan kapasitas puyuh didalamnya. Peternak dengan modal dibawah 100 juta, biasanya membuat kandang dengan material yang sederhana dan hemat biaya. Kebanyakan kandang puyuh dengan modal menengah, tersusun dari bilah kayu atau bambu yang disusun secara vertikal seperti yang terlihat pada gambar 1.3 dibawah. Selain itu juga ada kandang yang menambahkan dinding pada setengah tinggi kandang. Kandang puyuh memiliki dimensi bervariasi tergantung dari kapasitas puyuh didalamnya.



Gambar 1. 3 Rumah Kandang Puyuh Petelur

Jika melihat dari material rumah kandang dengan modal menengah, dapat dilihat bahwa rumah kandang dibuat hanya untuk melindungi puyuh dari perubahan cuaca dan juga dari predator hewan. Kandang ini tidak menjamin keamanan dari pencurian yang dilakukan oleh manusia. Hal ini dapat dilihat dari pemilihan material dan desain pintu yang digunakan. Material kayu atau bambu sebagai dinding dan pintu kandang dapat dikatakan mudah untuk dibobol oleh pencuri. Selain itu, penggunaan gembok dan grendel sederhana pada pintu seperti itu juga memperlihatkan lemahnya sistem keamanan pada rumah kandang.

Diskusi terkait keamanan kandang dilakukan dengan dua peternak puyuh petelur yang pernah mengalami pencurian. Peternak pertama yaitu Ricky Franz Teddy yang merupakan salah satu peternak puyuh petelur di Kecamatan Luak, Kabupaten Lima Puluh Kota. Beliau sudah memulai beternak sejak tahun 2018 dan kini memiliki sekitar 4.000 ekor puyuh. Ia mengaku mengalami kerugian sekitar Rp. 3.000.000 akibat telur yang disimpan dalam rumah kandang dicuri. Menurut pengakuannya, pencuri membobol dinding kandang pada malam hari sehingga tidak ada yang mengetahui aksi tersebut. Lokasi pembobolan dapat dilihat pada gambar 1.4 berikut.



Gambar 1. 4 Lokasi Pembobolan Rumah Kandang

Menurutnya faktor yang memengaruhi pencurian tersebut adalah harga telur yang tinggi saat itu, sekitar Rp. 32.000 / papan. Setelah kejadian tersebut, ia mencoba untuk meningkatkan keamanan dengan penggunaan kawat besi di sekitar kandang, namun dilepas kembali karena dianggap berbahaya. Beliau mengakui bahwa kandang tidak dirancang untuk aman dari pencuri dan mengharapkan sistem yang dapat memperingati peternak disaat ada orang yang membobol kandang.

Peternak kedua yaitu Ikhsan Dwi Setyandi yang merupakan salah satu peternak puyuh petelur di Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota. Beliau sudah memulai beternak sejak tahun 2021 dan kini memiliki sekitar 3.000 ekor puyuh. Ia mengaku mengalami kerugian sebesar Rp. 1.500.000 akibat pecurian telur dalam kandang. Menurut pengakuannya, pencuri merusak paksa grendel pintu rumah kandang yang terpasang gembok mengakibatkan grendel tersebut rusak seperti pada gambar 1.5. Setelah itu, pencuri masuk dan mengambil tumpukan telur

yang berjumlah kurang lebih 5 ikat (50 papan) didalamnya. Pencurian dilakukan di malam hari dan peternak sadar saat ingin mengecek kandang di pagi hari.



Gambar 1. 5 Grendel Pintu yang Dirusak

Menurutnya, faktor yang memengaruhi pencurian tersebut adalah jarak kandang yang jauh dari rumah. Kandang tersebut berjarak sekitar 30m dari rumah dan berada dekat dengan sawah sehingga tidak ada yang mengetahui disaat terjadinya pencurian. Setelah itu, ia berusaha untuk meningkatkan sistem keamanan rumah kandang dengan menambah jumlah grendel dan gembok yang digunakan pada pintu kandang.

Penelitian pernah dilakukan oleh Anisa Muhaimin, yang berfokus pada keamanan pintu dan pemberian pakan otomatis pada kandang puyuh [4]. Solusi ini masih bersifat *prototype*, sehingga masih harus diperlukan penyesuaian jumlah dan jenis komponen saat diimplementasikan pada skala bisnis. Penelitian lainnya juga pernah dilakukan oleh Wire Bagye dan Tsurayya Azizah. Penelitian yang dilakukan berfokus pada penerapan keamanan pada kandang ayam menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi adanya orang yang masuk ke kandang [5].

1.1.2 Analisis Masalah

Permasalahan kurang efektif dan efisiennya pengamanan pada rumah kandang puyuh petelur disebabkan oleh sistem keamanan yang masih menggunakan cara konvensional. Hal ini juga disebabkan karena aspek keamanan sering kali diabaikan oleh peternak. Tidak efisien dan efektifnya sistem keamanan pada suatu kandang, dapat menyebabkan kerugian pada peternak disaat terjadinya pencurian. Oleh karena itu, terdapat beberapa aspek yang ada pada permasalahan ini, yaitu :

1. Aspek Ekonomi

Dari segi ekonomi, sistem keamanan yang masih menggunakan sistem konvensional akan menyebabkan kerugian peternak. Sistem keamanan konvensional akan lebih mudah dibobol, sehingga akan menyebabkan kerusakan pada saat pencurian. Selain itu, pencurian yang berhasil akibat rendahnya sistem keamanan dapat mengurangi pendapatan dari peternak itu sendiri. Hal ini akan membebani finansial peternak dalam satu waktu karena peternak masih harus mengeluarkan biaya yang sama untuk operasional kandang.

2. Aspek Sosial

Secara aspek sosial, pencurian yang terjadi akibat lemahnya sistem keamanan pada suatu rumah kandang, dapat menciptakan rasa tidak percaya dan kecurigaan pada tetangga atau orang sekitar kandang. Hal ini dikarenakan tidak adanya bukti kuat saat pencurian terjadi dan tidak taunya peternak saat terjadinya pencurian.

3. Aspek Operasional

Disaat sistem keamanan yang kurang efektif dan efisien menyebabkan kerugian pada peternak, sisi operasional kandang akan terganggu. Hal ini dikarenakan harus adanya pemulihan setelah pencurian terjadi, seperti perbaikan kerusakan dan pemulihan finansial sehingga menurunkan efisiensi operasional kandang.

4. Aspek Bisnis

Pencurian akibat rendahnya sistem keamanan juga dapat berdampak pada segi bisnis, seperti kerja sama bisnis. Hal ini dapat membuat pemasok atau mitra bisnis

ragu untuk bekerja sama karena takut produknya tidak terjaga dengan baik atau takut pembayaran barang terhambat akibat kerugian yang dialami peternak.

1.1.3 Kebutuhan yang harus dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada bagian sebelumnya, diharapkan alat yang dirancang dapat memenuhi beberapa kebutuhan berikut.

1. Alat yang dirancang harus mampu mendeteksi disaat terjadinya upaya pencurian.
2. Alat yang dirancang harus mampu memberikan peringatan kepada peternak disaat terjadinya upaya pencurian.
3. Alat yang dirancang mampu memberikan laporan kepada pengguna terkait kondisi keamanan kandang.
4. Alat yang dirancang harus dapat diakses dengan mudah oleh pengguna.

1.1.4 Tujuan

Membuat suatu alat yang dapat mendeteksi adanya upaya pencurian serta memberikan peringatan kepada peternak disaat terjadinya upaya pencurian sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas pada sistem keamanan rumah kandang.

1.2 Solusi

1.2.1 Karakteristik Produk

1. Fitur Dasar
 - a. Notifikasi Pengguna

Sistem yang dirancang mampu memberikan notifikasi kepada pengguna melalui suatu platform disaat kondisi yang ditetapkan terpenuhi.

- b. Integrasi dengan Sistem Alarm

Sistem yang dirancang terintegrasi dengan sistem alarm yang akan aktif disaat kondisi terpenuhi.

- c. Metode Komputasi

Sistem yang dirancang akan mempunyai metode komputasi untuk memproses data kondisi keamanan kandang.

d. Ketersediaan Sistem

Sistem dirancang untuk selalu tersedia selama 24 jam untuk memantau keamanan kandang.

2. Fitur Tambahan

a. Log Kinerja

Solusi dapat menyediakan laporan berupa log kinerja sistem untuk memantau riwayat penggunaan.

b. Verifikasi Pengguna

Sistem dapat melakukan verifikasi pada pengguna secara unik sehingga memperkecil kemungkinan penyalahgunaan sistem.

c. Harga Terjangkau

Solusi membutuhkan harga yang terjangkau dalam perancangan namun tetap mempertahankan fungsi dan kualitas yang diharapkan.

d. Mudah digunakan

Solusi yang diharapkan mudah digunakan oleh pengguna dan tidak mengganggu operasional dalam kandang.

e. *Low Power Consumption*

Solusi mengonsumsi daya listrik secara efisien sehingga tidak terlalu membebani sumber listrik dalam kandang yang dapat mengganggu operasional kandang.

1.2.2 Usulan Solusi

1.2.2.1 Solusi 1 : Sistem Pendeteksi Kehadiran Manusia dalam Kandang Menggunakan Metode Deteksi Objek dengan Kamera

Sistem ini akan berfokus pada pendeteksian keberadaan manusia di dalam rumah kandang puyuh petelur saat diluar jam kerja. Sistem akan terdiri dari sebuah kamera yang diletakkan didalam rumah kandang dan akan diproses menggunakan sebuah *single board computer*. Untuk pendeteksian kehadiran manusia, akan dilatih suatu model pendeteksian objek. Model ini akan melihat kehadiran manusia yang masuk kedalam rumah kandang puyuh petelur. Keluaran dari sistem ini berupa sistem alarm yang akan berbunyi langsung didalam kandang disaat kondisi terpenuhi.

Selain itu, gambar yang ditangkap oleh kamera juga dapat dimonitoring oleh peternak secara *real time* melalui suatu platform.

Saat peternak sudah meninggalkan kandang, maka sistem akan bekerja. Kamera akan siaga untuk melakukan pendeteksian kehadiran manusia di dalam rumah kandang. Kamera yang digunakan akan terpasang di dinding kandang dengan sudut perekaman yang mencakupi area kandang. Disaat terdeteksi adanya kehadiran manusia oleh model yang telah diimplementasikan pada sistem, maka kamera akan mengambil gambar dan melaporkannya ke platform yang diimplementasikan. Selain itu, kondisi tersebut juga akan menghidupkan alarm yang berada di rumah kandang untuk memperingati peternak dan warga sekitar kandang bahwa terjadinya upaya pencurian.

Kamera yang digunakan pada sistem ini akan dipasang pada area yang cukup untuk mencakup keseluruhan kandang. Selain itu, resolusi yang diperlukan sekitar 720p dan dapat menangkap gambar pada 30 fps. Hal ini dikarenakan selain untuk keperluan pendeteksian objek, hasil rekaman kamera juga dapat dijadikan barang bukti disaat terjadinya pencurian. Sistem nantinya akan diproses oleh sebuah *single board computer* yang akan bertanggung jawab terhadap proses komputasi yang dilakukan.

1.2.2.2 Solusi 2 : *Smart Door System* dengan Sensor Sidik Jari dan Sensor Getaran untuk Mendeteksi Upaya Pembobolan.

Sistem ini akan berfokus pada pengamanan pintu rumah kandang sebagai tempat keluar masuk. Sistem akan terdiri dari sensor sidik jari untuk memverifikasi pengguna yang ingin masuk kedalam kandang dan sensor getaran untuk mendeteksi disaat terjadinya upaya pembobolan. Keluaran sistem akan berupa sistem alarm yang berbunyi dan pengiriman notifikasi kepada peternak melalui suatu platform.

Keamanan akan berfokus pada pintu rumah kandang. Disaat sistem diimplementasikan, peternak harus mendaftarkan sidik jarinya pada sensor sidik jari yang digunakan. Hal ini akan memastikan bahwa hanya peternak yang dapat

membuka pintu rumah kandang. Setelah peternak meninggalkan kandang, sistem akan mengunci pintu kembali dan menunggu sidik jari peternak dimasukkan kembali. Disaat peternak tidak berada di dalam rumah kandang, sistem akan dilengkapi dengan sensor getaran untuk mendeteksi adanya upaya pembobolan. Sensor getaran yang digunakan harus handal dalam membedakan getaran kecil dan getaran pembobolan yang disengaja. Jika terdeteksi adanya upaya pembobolan, maka sistem akan menghidupkan sistem alarm yang terpasang di dalam rumah kandang untuk memperingati peternak serta warga di sekitar kandang. Selain itu, peternak juga akan menerima notifikasi langsung melalui platform yang diimplementasikan pada sistem.

Besar bunyi dari sistem alarm yang diimplementasikan berada pada rentang 80 – 85 dB. Hal ini agar dapat memperingati lingkungan sekitar kandang dengan suara yang dihasilkan oleh alarm. Selain itu, peternak juga dapat memonitoring keamanan pintu dan riwayat keluar masuk secara *real time* melalui suatu platform. Sistem akan dikontrol oleh sebuah mikrokontroler yang dapat terintegrasi dengan jaringan agar dapat mengirim notifikasi kepada peternak melalui jarak jauh.

1.2.2.3 Solusi 3 : *Smart System* Pendeteksi Gerakan dalam Kandang dan Upaya Pemindahan Telur diluar Jam Kerja

Sistem ini berfokus pada keamanan telur yang disimpan dalam rumah kandang. Sistem akan terbagi menjadi tiga buah, yaitu sistem pendeteksi gerakan, sistem pendeteksi upaya pemindahan telur, dan sistem penerus data ke internet. Keluaran sistem berupa alarm yang berbunyi serta notifikasi yang dikirim ke peternak.

Pada sistem pertama, digunakan sensor PIR untuk mendeteksi adanya gerakan dalam kandang. Sistem ini akan dipasang menghadap tempat peletakan telur dan dapat mendeteksi gerakan pada jarak 3 hingga 5 meter. Selain itu, sistem 1 merupakan tempat pemrosesan algoritma yang digunakan. Pada sistem ini akan digunakan suatu algoritma pengambilan keputusan untuk menentukan level ancaman berdasarkan variabel deteksi gerakan serta perubahan berat yang diterima

dari modul 2. Hasil dari pemrosesan ini akan dikirim ke modul 3 untuk menghasilkan keluaran sistem. Oleh karena itu, modul 1 dan modul 3 akan berkomunikasi melalui suatu protokol komunikasi menggunakan gelombang radio. Jarak komunikasi ditetapkan hingga 50 meter untuk memproyeksikan jarak antara rumah peternak dan rumah kandang.

Pada sistem kedua, digunakan sensor berat beserta alas di atasnya sehingga telur yang disimpan akan berada di atas sistem kedua. Maksimal berat telur di atas sistem ditetapkan sebesar 200 kg. Hal ini dikarenakan sistem dirancang untuk dapat menampung hasil panen telur peternak selama 1 minggu penuh. Alas yang digunakan akan berbentuk persegi 120 cm x 120 cm. Ukuran ini dipilih karena menyesuaikan ukuran tray telur puyuh sekitar 32 cm x 32 cm, sehingga dengan ukuran tersebut, tray telur dapat disusun dengan konfigurasi 4 horizontal dan 4 vertikal pada permukaan alas. Sistem akan menyimpan parameter berat telur di atasnya dan mendeteksi apakah ada upaya pemindahan telur dilihat dari perubahan berat yang diukur. Setelah itu, sistem kedua akan mengirimkan data yang didapat kepada sistem pertama.

Sistem ketiga bertugas untuk menghidupkan alarm serta mengirim notifikasi kepada peternak. Pada saat ancaman keamanan terdeteksi, maka sistem ketiga akan menghidupkan sistem alarm yang telah terintegrasi serta mengirimkan notifikasi kepada peternak melalui suatu platform. Alarm yang digunakan dapat berbunyi >85 dB. Nilai tersebut dipilih agar dapat memperingati peternak secara langsung dengan suara yang bising. Sistem ini akan terpasang di rumah peternak sehingga bunyi alarm tidak memengaruhi tingkat stres pada puyuh.

1.2.3 Analisa Usulan Solusi

Analisis usulan solusi menggunakan *House Of Quality* seperti yang terlihat pada gambar 1.1 dibawah ini, yaitu :

		Fitur Dasar										
Fitur Tambahan	Direction of Development		↓	↑	↓	↑		Importance	Persentase	Solusi 1	Solusi 2	Solusi 3
	Importance		Notifikasi Peternak	Integrasi Alarm	Metode Komputasi	Ketersediaan Sistem						
	Log kinerja alat	2		○		●		2	11%	●	●	△
	Harga murah	5	○	△	●			5	26%	△	○	●
	Verifikasi pengguna	4	○		△			4	21%	△	●	△
	Low power consumption	5		△	●	△		5	26%	△	○	●
	Mudah digunakan	3	●			○		3	16%	●	○	●
Total		42	16	54	24	136		19	100%	2.08	3.64	3.72
Persentase		30%	12%	40%	18%	100%						
Solusi 1		○	●	△	●	2.8						
Solusi 2		○	●	○	●	3.6						
Solusi 3		●	●	○	●	4.2						

Keterangan
 △ weak = 1
 ○ medium = 3
 ● strong = 5

Gambar 1. 6 HOQ

House Of Quality digunakan untuk melakukan analisa terkait usulan – usulan solusi yang ditawarkan. Seperti yang terlihat pada gambar 1.6, terdapat hubungan terkait fitur dasar dan fitur tambahan yang ditandai dengan simbol. Setelah itu, dilakukan analisa hubungan seluruh solusi dengan fitur dasar dan juga dengan fitur tambahan. Solusi yang mendapat perhitungan terbaik akan dipilih menjadi solusi yang dipilih.

Fitur log kinerja alat diberi hubungan normal dengan integrasi alarm karena dengan adanya integrasi alarm, maka informasi pada fitur log kinerja akan bertambah. Namun, jika integrasi alarm tidak dimasukkan pada informasi log kinerja juga tidak berpengaruh pada data yang disampaikan di log kinerja. Sehingga pilihan memasukkan informasi alarm kedalam log kinerja alat menjadi opsional. Fitur log kinerja berhubungan erat dengan ketersediaan sistem karena semakin lama sistem hidup maka akan semakin banyak informasi yang didapatkan melalui fitur log kinerja alat.

Fitur harga murah berhubungan normal dengan notifikasi peternak karena terdapat beberapa opsi yang dapat dipilih untuk melakukan notifikasi kepada peternak mulai

yang dari gratis sampai berbayar. Sehingga, notifikasi peternak dapat memengaruhi biaya atau tidak tergantung platform yang dipilih. Harga murah berhubungan jauh dengan integrasi alarm karena penambahan atau peningkatan alarm akan meningkatkan biaya dari solusi itu sendiri. Harga murah berhubungan erat dengan metode komputasi yang diminimalisir karena disaat menggunakan metode komputasi yang sederhana tentunya akan mengurangi biaya sistem dibanding dengan menggunakan metode komputasi yang kompleks.

Fitur verifikasi pengguna berhubungan normal dengan notifikasi peternak karena verifikasi sebagai salah satu pemicu munculnya notifikasi. Namun, jika tidak ada verifikasi, notifikasi masih dapat berasal dari faktor lainnya sesuai solusi. Fitur verifikasi pengguna berhubungan jauh dengan metode komputasi yang diminimalisir karena semakin sederhana metode komputasi yang digunakan maka semakin sederhana verifikasi yang dapat diimplementasikan.

Low power consumption berhubungan jauh dengan integrasi alarm karena semakin bervariasi dan besar suara yang ditimbulkan alarm maka akan mengonsumsi daya yang lebih. *Low power consumption* berhubungan erat dengan metode komputasi yang diminimalisir karena semakin sederhana metode komputasi yang digunakan tentunya beban terhadap daya yang digunakan dapat berkurang. *Low power consumption* berhubungan jauh dengan ketersediaan sistem karena semakin lama sistem tersedia maka akan meningkatkan total konsumsi daya.

Mudah digunakan berhubungan erat dengan notifikasi peternak karena dengan adanya notifikasi maka meningkatkan kemudahan peternak untuk memantau kondisi keamanan kandang hanya dari smartphone yang digunakan. Mudah digunakan berhubungan normal dengan ketersediaan sistem karena sistem yang selalu tersedia dapat meningkatkan kemudahan pengguna namun tidak menjadi faktor utama.

Berikut perhitungan *House Of Quality* usulan solusi terhadap fitur dasar, yaitu:

1. Solusi 1
$$= ((3 \times 30\%) + (5 \times 12\%) + (1 \times 40\%) + (5 \times 18\%)) / 100 = 2,8$$
2. Solusi 2
$$= ((3 \times 30\%) + (5 \times 12\%) + (3 \times 40\%) + (5 \times 18\%)) / 100 = 3,6$$
3. Solusi 3
$$= ((5 \times 30\%) + (5 \times 12\%) + (3 \times 40\%) + (5 \times 18\%)) / 100 = 4,2$$

Berikut perhitungan *House Of Quality* usulan solusi terhadap fitur tambahan, yaitu:

1. Solusi 1
$$= ((5 \times 11\%) + (1 \times 26\%) + (1 \times 21\%) + (1 \times 26\%) + (5 \times 16\%)) / 100 = 2,08$$
2. Solusi 2
$$= ((5 \times 11\%) + (3 \times 26\%) + (5 \times 21\%) + (3 \times 26\%) + (3 \times 16\%)) / 100 = 3,64$$
3. Solusi 3
$$= ((1 \times 11\%) + (5 \times 26\%) + (1 \times 21\%) + (5 \times 26\%) + (5 \times 16\%)) / 100 = 3,72$$

Total jumlah perhitungan tiga usulan solusi terhadap fitur tambahan dan fitur dasar, yaitu :

1. Solusi 1
$$= 2,8 + 2,08 = 4,88$$
2. Solusi 2
$$= 3,6 + 3,64 = 7,24$$
3. Solusi 3
$$= 4,2 + 3,72 = 7,92$$

Setelah dilakukan penjumlahan, didapat bahwa solusi 3 yaitu *Smart System* Pendeteksi Gerakan dalam Kandang dan Upaya Pemindahan Telur diluar Jam Kerja mempunyai nilai paling tinggi diantara solusi lainnya.

1.2.4 Solusi yang dipilih

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan *House Of Quality* didapat bahwa solusi 3 yang dipilih. Hal ini didapat setelah melakukan analisa terhadap solusi dengan fitur dasar dan juga fitur tambahan. Dapat dilihat melalui perhitungan bahwa solusi 3 lebih unggul daripada solusi lainnya. Jika dilihat dari HOQ pada gambar 1.6, dapat dilihat bahwa solusi 2 dan solusi 3 mempunyai nilai yang cukup dekat. Namun, solusi 3 mengungguli solusi 2 pada bagian fitur tambahan harga murah, mudah digunakan, dan juga *low power consumption*. Hal ini dikarenakan solusi 3 berfokus pada modul pengamanan telur dengan menggunakan sensor berat serta deteksi gerakan dengan sensor PIR. Sedangkan pada solusi 2 berfokus pada meningkatkan keamanan pintu utama dengan menggunakan sensor sidik jari dan sensor getar untuk mendeteksi upaya pembobolan. Tentunya solusi 2 membutuhkan komponen lebih banyak dan kompleksitas yang lebih tinggi dibanding solusi 3. Secara kemudahan penggunaan juga solusi 3 lebih unggul dikarenakan peternak hanya berfokus pada peletakan telur diatas sistem.

Pada solusi 3, sistem akan berperan sebagai alas peletakan telur seperti biasanya. Sistem akan mengingat berat telur diatasnya dan mendeteksi upaya pemindahan dari perubahan berat. Sistem ini juga dilengkapi sensor PIR untuk mendeteksi adanya pergerakan dalam kandang. Disaat terdeteksinya perubahan berat pada sistem kedua, informasi akan diberikan kepada sistem pertama. Pada sistem pertama data perubahan berat dan deteksi gerakan akan diproses yang menghasilkan tingkat ancaman keamanan dan dikirim ke sistem ketiga. Pada saat ancaman keamanan terpenuhi, maka akan menghidupkan sistem alarm yang telah diintegrasikan.