

## Sistem Keamanan Pada Sangkar Burung Menggunakan SIM900 Dan Kamera Berbasis Mikrokontroler

Yurizal Bagas Permadi<sup>1</sup>, Setiyo Prihatmoko<sup>2</sup>, Bambang Suhartono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Sistem Komputer, Universitas Stekom

Jl. Siliwangi No.359, Telp. (024) 7600452, E-mail : yurizalbp@gmail.com

Jl. Diponegoro 3-5, Telp. (024) 6921273

### ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 April 2021

Received in revised form 3 Mei 2021

Accepted 10 Mei 2021

Available online 24 Mei 2021

### ABSTRACT

The security system that will be implemented by the author is a bird cage security system, by utilizing microcontroller technology as a controller that is connected via the Telegram application and accessed via a smartphone. The problem that occurs is when bird owners put cages containing birds outside the house such as in the yard without guard, so the bird cages placed outside are prone to being stolen by bird thieves. Moreover, the stolen bird is difficult to identify the culprit. The tools used by the authors in this study include the PIR Sensor as a trigger or input. The buzzer as a marker or alarm if the cage is about to be lifted by a thief will sound. SIM900a module as the delivery of information to the owner through a call on a smartphone. The ESP32-CAM Camera Module to monitor the condition of birds and the environment is programmed which is equipped with an ESP32 chip that is connected to the internet and can then be accessed via a smartphone via the telegram application with a pre-programmed telegram bot feature.

**Keywords:** Security, SIM900a, ESP32-CAM Camera, Telegram

### Abstrak

Sistem keamanan yang akan diterapkan oleh penulis yaitu sistem keamanan sangkar burung, dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler sebagai pengendali yang terhubung melalui aplikasi Telegram dan diakses melalui smartphone. Permasalahan yang terjadi adalah ketika pemilik burung meletakkan kandang yang berisi burung diluar ruangan rumah seperti di halaman tanpa penjagaan, sehingga kandang burung yang diletakkan diluar tersebut rawan dicuri oleh pencuri burung. Apalagi burung yang tercuri sulit pelakunya teridentifikasi. Alat yang digunakan oleh penulis pada penelitian ini antara lain adalah Sensor PIR sebagai pemicu atau input. Buzzer sebagai penanda atau alarm jika sangkar hendak diangkat pencuri akan berbunyi. Modul SIM900a sebagai penyampaian informasi kepada pemilik melalui panggilan di smartphone. Modul Kamera ESP32-CAM untuk mengawasi keadaan burung serta keadaan sekitar yang diprogram yang sudah dilengkapi chip ESP32 yang terhubung ke internet lalu dapat diakses melalui smartphone lewat aplikasi telegram dengan fitur bot telegram yang telah diprogram sebelumnya.

**Kata Kunci :**Keamanan, SIM900a, Kamera ESP32-CAM, Telegram

## 1. PENDAHULUAN

Keamanan merupakan salah satu hal yang penting dalam kehidupan, setiap makhluk hidup membutuhkan jaminan keamanan pada segala kegiatan yang mereka lakukan. Seperti halnya peliharaan, keamanan merupakan salah satu aspek yang penting dalam kehidupan. Berbagai macam pengembangan didalam dunia teknologi ditunjukkan untuk memberikan atau meningkatkan keamanan dalam kehidupan makhluk hidup. Internet of Things (IoT) merupakan salah satu contoh teknologi yang banyak digunakan dibidang keamanan. Dengan adanya teknologi ini penulis mencoba mengintegrasikan teknologi tersebut kedalam sangkar burung.

Peliharaan khususnya burung merupakan aset berharga bagi orang yang memeliharanya. Memelihara burung tak bisa lepas dari sangkarnya, karena sangkar dan isi termasuk burungnya merupakan sebuah keserasian. Setiap burung membutuhkan jenis sangkar dan bahan yang berbeda-beda seperti kayu atau bambu. Salah satu jenis sangkar yang sering atau umum digunakan adalah jenis Solonan atau Jembatan. Terbuat dari kayu atau bambu dengan ukuran yang berbeda-beda tergantung jenis burung yang akan ditempatkan atau dipelihara.

Sentra Kerajinan Sangkar Burung di Dusun Kadilangu RT1 / RW7, Kel Kebonbatur Kec. Mranggen Kabupaten Demak Jawa Tengah merupakan salah satu tempat pengrajin dan pengepul sangkar burung. UKM KSB atau Kerajinan Sangkar Burung Tidak hanya membuat sangkar burung, tetapi UKM KSB juga menampung sangkar burung yang dibuat warga disekitar Senggong. Pengrajin disini hanya membuat sangkar burung dengan bahan kayu dan bambu saja memanfaatkan limbah kayu dari pabrik-pabrik atau bekas penebangan pohon. Selain menjual sangkar secara langsung atau offline, pengrajin sangkar burung

juga menjualnya secara online dari pulau jawa hingga luar pulau jawa dengan harga puluhan ribu hingga ratusan ribu rupiah.

Salah satu permasalahan yang mengintai pemilik burung yaitu pencurian burung. Dari kasus-kasus yang telah terjadi, seringkali pencuri burung mengincar rumah yang memiliki burung bernilai jual tinggi, apalagi burung yang hilang akan sulit ditemukan, salah satu penyebabnya adalah tidak mempunyai sistem yang mengamankan dan mengawasi sangkar burung tersebut. Pada dasarnya sudah banyak alat yang digunakan untuk mengamankan burung dan sangkarnya beredar dipasaran, namun masih sebatas alat buatan sendiri atau disebut DIY dan belum menjadi sebuah produk. Sebagai contoh adalah sangkar burung yang dilengkapi dengan switch dan buzzer.

Salah satu solusi untuk meminimalisir pencurian burung yaitu dengan menggunakan sangkar yang telah dipasang sensor pir dan buzzer dengan modul SIM900 serta modul kamera ESP32 CAM untuk memantau dan melindungi burung. SIM900 berfungsi sebagai media pengirim informasi berbasis panggilan selular, sedangkan modul kamera ESP32 CAM sebagai pemantau keadaan saekitar.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Sistem

Beberapa pengertian sistem yang dikemukakan oleh para ahli antara lain adalah :

Menurut (Budi Sutedjo, 2002), "Sistem" adalah kumpulan elemen yang saling berhubungan satu sama lain yang membentuk satu kesatuan dalam usaha mencapai suatu tujuan.

Menurut (Ludwig, 1997), Sistem adalah seperangkat unsur yang saling berhubungan dan saling mempengaruhi dalam satu lingkungan tertentu.

Menurut (Raymond McLeod, 2001), Sistem, yaitu sekelompok elemen yang terintegrasi untuk mencapai suatu tujuan (Ahmad and Munawir 2018).

Berdasarkan pengertian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa pengertian sebuah sistem adalah kumpulan elemen atau unsur-unsur yang saling berhubungan dan terintegrasi satu sama lain membentuk satu kesatuan untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

### 2.2 Keamanan

Keamanan adalah keadaan aman dan tentram (Tarwoto dan Wartonah, 2010). Keamanan tidak hanya mencegah rasa sakit atau cedera, tapi kewanaman juga dapat membuat individu

aman dalam aktifitasnya, mengurangi stress dan meningkatkan Kesehatan umum, sehingga kita bisa menyimpulkan bahwa ketika kita merasa bebas dan tidak dalam keadaan bahaya kita sudah masuk dalam kategori aman.

Sedangkan keamanan sendiri adalah sistem dari semua itu yang berarti sesuatu yang membuat kita menjadi aman. Biasanya istilah ini biasa digunakan dengan hubungan dengan kejahatan dan segala bentuk kecelakaan. Keamanan sendiri adalah sesuatu yang sangat penting karena ini sangat menjaga kestabilan contohnya keamanan nasional yang mencegah dari kriminalitas tingkat tinggi seperti terorisme, cracker atau hacker dan keamanan terhadap ekonomi nasional (Ardhiansyah 2017).

### 2.3 Sistem Keamanan

(Gollman, 1999) dalam bukunya “Computer Security” menyatakan bahwa : “Keamanan komputer adalah berhubungan dengan pencegahan diri dan deteksi terhadap Tindakan pengganggu yang tidak dikenali dalam system komputer”.

Barry Buzan dalam bukunya yang berjudul People, States, and Fear mengatakan bahwa “security, in any objective sense, measures the absence of threat to acquired values, in a subjective sense, the absence of fear that such values will be attacked”.(Buzan, 1991:4).

Maka dari definisi tersebut dapat dilihat bahwa keamanan merupakan ketiadaan ancaman dari nilai-nilai yang dibutuhkan manusia dalam menjalani kehidupannya. Ada banyak literatur dalam analisis dan pengkategorian keamanan. Bagian penting keamanan adalah “titik terlemah dalam rantai”. Situasinya juga berbeda karena pelindung harus mencakup semua titik serangan sedangkan penyerang hanya harus mengidentifikasi satu titik lemah dan berkonsentrasi disitu (Irkam 2019).

### 2.4 Sangkar Burung

Menurut Romeo (2009) Sangkar burung adalah suatu benda yang digunakan untuk tempat tinggal burung. Alat-alat yang digunakan untuk membuatnya sangat sederhana yaitu gergaji, pisau, bor, dan ampelas dengan bahan utamanya bambu atau kayu. Cara membuatnya pun sangat mudah yaitu :

- 1) Menyiapkan bambu atau kayu.
- 2) Memotong bamboo menjadi 2 bagian. Untuk membuat kerangka, potong kayu dengan ukuran kurang lebih 2x10 cm bila diinginkan dapat dibuat lebih.
- 3) Sebagian bambu tersebut dibelah dan dipotong untuk jari-jari, agar hasil baik maka jari-jari diampelas agar halus.
- 4) Memberi lubang pada kayu untuk memasukan jari-jari.
- 5) Setelah semua jadi, maka beri politur agar sangkar awet.



Gambar 2.1 Sangkar Burung

Kayu atau bambu yang digunakan haruslah baik, tidak terlalu keras dan tidak terlalu empuk. Jari-jari pada sangkar dibuat agak renggang supaya udara dengan bebas masuk. Sangkar burung sendiri berguna untuk tempat tinggal burung. Bagi kebanyakan orang. Lebih menyukai sangkar yang terbuat dari kayu atau bambu di banding yang terbuat dari besi. Karena kalau perawatannya baik maka sangkar burung dari kayu lebih awet. Cara perawatannya pun sangat mudah yaitu dengan memberi politur pada sangkar. Hal itu bertujuan agar sangkar tidak mudah rapuh dan tidak berjamur (Kusumastuti 2010).

### 2.5 Modul SIM900a

SIM 900a GSM/GPRS Minimum Sistem module adalah sistem minimum untuk modul SIM 900 dari ITEAD Studio. SIM900 sendiri merupakan modul GSM/GPRS Quad Channel. Modul GSM/GPRS ini dapat bekerja pada frekuensi 850/900/1800/1900 Mhz dan dengan kemampuan GPRS mobile station class B. ClassB artinya modul ini dapat terhubung dengan layanan GSM (telepon,SMS) atau layanan GPRS secara bergantian pada saat yang bersamaan. Modul ini membutuhkan sumber tegangan antara 4.5 – 5.5 volt dengan sekitar arus 500mA.. Modul ini menggunakan UART ( Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) untuk berkomunikasi dengan kontroler dan dapat dikontrol melalui perintah AT Command GSM 07.07,07.05 dan SIMCOM enhanced AT Commands (Sasmoko, Rasminto, and Rahmadani 2019).

## **2.6 Modul Kamera ESP32-CAM**

ESP32-CAM merupakan mikrokontroler yang dapat diprogram dengan built-in WiFi dan Bluetooth, dengan tambahan 4MB RAM eksternal. ESP32-CAM memiliki modul camera ukuran kecil yang sangat kompetitif yang dapat beroperasi secara independent. ESP32 CAM dapat digunakan secara luas di berbagai aplikasi IoT. Sangat cocok untuk home smart devices, industrial wireless control, wireless monitoring, QR wireless identification, wireless positioning system signals dan aplikasi IoT lainnya.

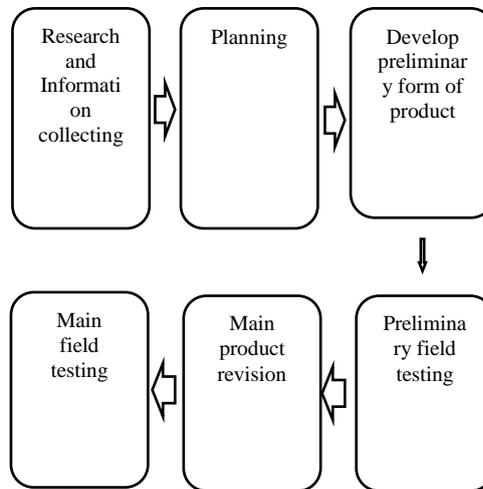
ESP32-CAM mengadopsi DIP package dan dapat langsung dimasukkan ke dalam backplane untuk mewujudkan produksi produk yang cepat, mode koneksi dengan keandalan tinggi.

## **2.7 Mikrokontroler Arduino**

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (datasheet). Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Arduino Uno berbeda dari semua board Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sebaliknya, fitur-fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Revisi 2 dari board Arduino Uno mempunyai sebuah resistor yang menarik garis 8U2 HWB ke ground, yang membuatnya lebih mudah untuk diletakkan ke dalam DFU mode (Hartarto 2019).

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Mengacu pada 10 langkah Research and Development yang dilakukan oleh Borg and Gall, maka kesepuluh langkah tersebut akan disederhanakan menjadi 6 langkah diantaranya sebagai berikut:



Gambar 2 Langkah Prosedur Pengembangan RnD (Sugiyono, 2011).

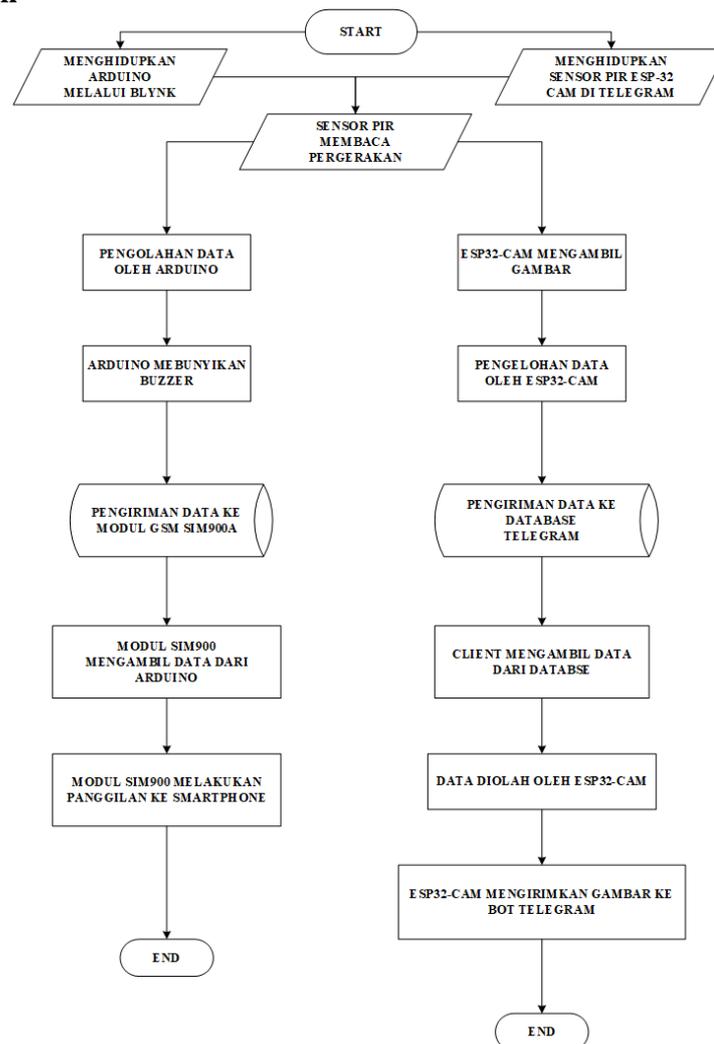
#### 3.1 Potensi dan Masalah

Potensi merupakan segala sesuatu yang bila didayagunakan akan memiliki nilai tambah. Masalah merupakan penyimpangan antara yang diharapkan dengan yang terjadi dalam hal ini masalah yang terjadi adalah bagaimanakah Sistem Keamanan Pada Sangkar Burung Menggunakan SIM900 Dan Kamera Berbasis Mikrokontroler yang sudah valid diatas di lapangan efektif dan efisien

#### 3.2 Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data disini penulis mendapatkan informasi dari observasi, wawancara, kuesioner dan Informasi dari Internet.

### 3.3 Desain Produk



Gambar 3 *Flowchart* alur kinerja sistem keamanan sangkar burung .

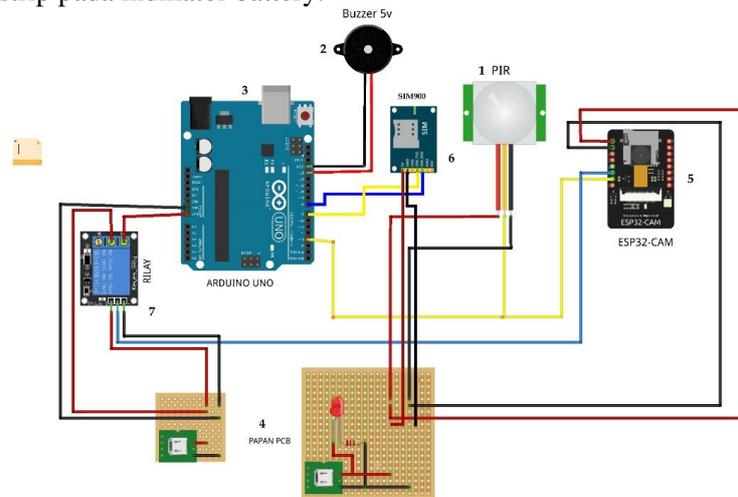
Keterangan :

1. Mulai, ketika power dinyalakan secara manual.
2. Menhiduokan Mikrokontroller Arduino Melalui Blynk
3. Menghidupkan Sensor PIR di ESP32-CAM melalui Telegram.
4. Sensor PIR lalu mendeteksi ada pergerakan atau tidak.
5. Arduino akan mengolah data dari sensor pir.
6. Mengirimkan data ke buzzer sebagai alarm.
7. Kemudian data dilanjutkan di modul sim900a, lalu melalui modul sim900a melakukan panggilan ke handphone user.
8. Mengirimkan data ke ESP32-CAM.
9. Kemudian ESP32-CAM mengambil photo.
10. ESP32-CAM mengirimkan data ke database telegram.
11. Kemudian data dikirimkan ke BoT Telegram.
12. Selesai.

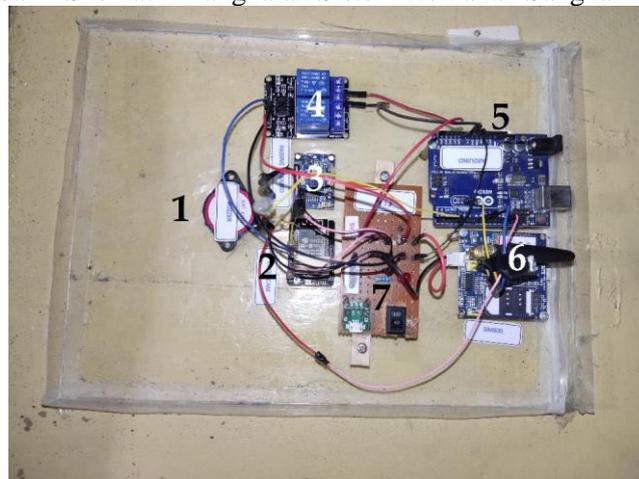
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem yang dilakukan adalah cara kerja alat dan aplikasi secara keseluruhan, yaitu dimana sistem dapat mengirimkan input dari sensor pir, lalu arduino dan esp32-cam memproses inputan tersebut kemudian melakukan panggilan telpon ke smartphome dan mengirimkan gambar ke telegram.

Pertama-tama penulis mengaktifkan hotspot smartphome agar esp32-cam terkoneksi dengan internet dan memasang kartu GSM ke sim900. Selanjutnya hidupkan alat menggunakan batrrey dan tutup alat tersebut menggunakan shield waterproof. Ketika kandang sudah ditempatkan hidupkan arduino melalu aplikasi blynk dan aktifkan sensor pir melalui bot telegram dengan perintah /piron, lalu sensor pir membaca ada pergerakan maka akan menghasilkan input dan inputan tersebut kemudian akan diolah oleh sim900 menjadi panggilan telpon di smartphome dan esp32-cam mengambil gambar lalu dikirim ke aplikasi telegram serta buzzer akan berbunyi. Battrey yang terpasang pada alat mampu bertahan sekitar hampir 2 hari dengan tersisa 1 strip pada indikator battery.



Gambar 4 Skematik Rangkaian Sistem Keamanan Sangkar Burung



Gambar 5 Rangkaian Keseluruhan Alat

Keterangan :

1. Buzzer
2. ESP32-CAM
3. Sensor PIR
4. Relay
5. Arduino
6. SIM900

## 7. Papan PCB sebagai port Power 5v dan GND

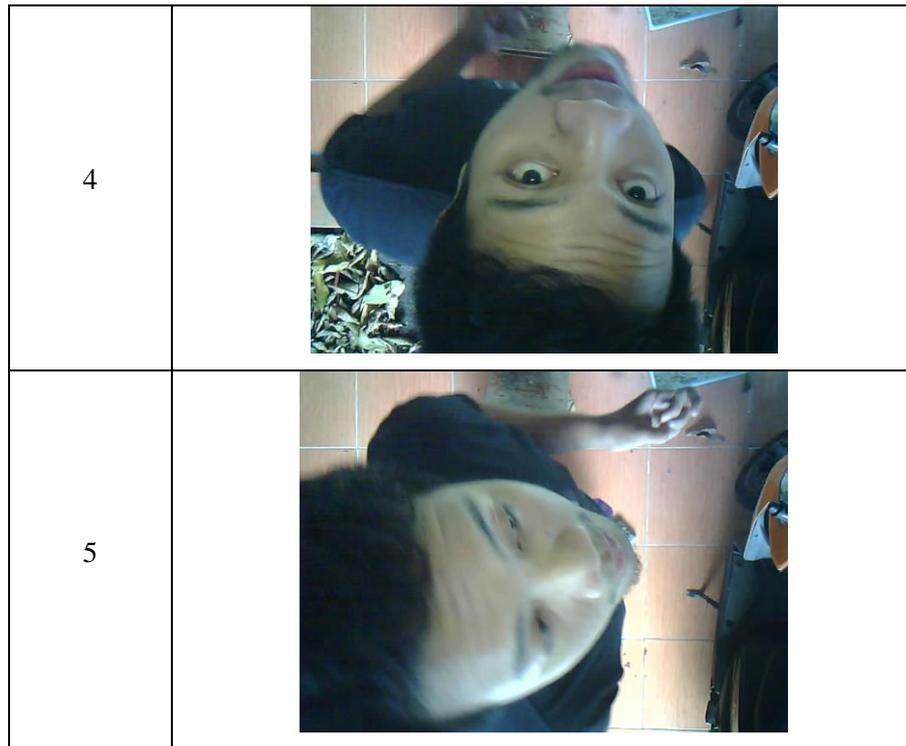
## 3.1 Hasil Pengujian Pada Tabel

Tabel 1 Pengujian Alat Pada Pagi Hari

Percobaan	SIM900	ESP32-CAM	Buzzer	Jarak	Keterangan
1	00:06.97	00:12.61	00:18.41	0cm	Berhasil
2	00:07.28	00:17.20	00:18.88	0cm	Berhasil
3	00:08.20	00:14.89	00:21.33	0cm	Berhasil
4	00:06.70	00:13.79	00:20.23	0cm	Berhasil
5	00:07.06	00:12.39	00:20.52	0cm	Berhasil

Tabel 2 Hasil Gambar Pengujian Pada Pagi Hari

Percobaan	Hasil Gambar
1	
2	
3	



Tabel 3 Pengujian Alat Pada Siang Hari

Percobaan	SIM900	ESP32-CAM	Buzzer	Jarak	Keterangan
1	00:08.95	00:08.13	00:19.61	65cm	Berhasil
2	00:07.30	00:11.59	00:21.45	30cm	Berhasil
3	00:08.69	00:09.95	00:19.36	34cm	Berhasil
4	00:07.69	00:11.29	00:20.41	23cm	Berhasil
5	00:06.41	00:11.88	00:23.25	39cm	Berhasil

Tabel 4 Hasil Gambar Pengujian Pada Siang Hari

Percobaan	Hasil Gambar
1	
2	
3	
4	
5	

Tabel 5 Pengujian Alat Pada Sore Hari

Percobaan	SIM900	ESP32-CAM	Buzzer	Jarak	Keterangan
1	00:06.56	00:10.80	00:19.88	53cm	Berhasil
2	00:06.85	00:12.73	00:25.10	38cm	Berhasil
3	00:06.35	00:08.76	00:22.02	36cm	Berhasil
4	00:06.47	00:11.21	00:24.56	0cm	Berhasil
5	00:06.64	00:12.82	00:23.57	34cm	Berhasil

Tabel 6 Hasil Gambar Pengujian Pada Sore Hari

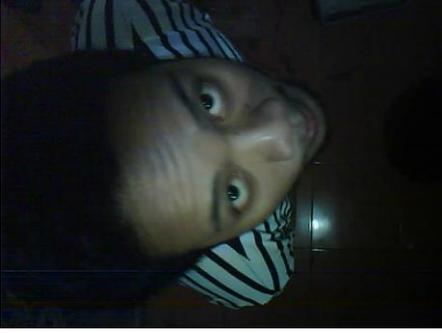
Percobaan	Hasil Gambar
1	
2	
3	

4			
5			

Tabel 7 Pengujian Alat Pada Malam Hari

Percobaan	SIM900	ESP32-CAM	Buzzer	Jarak	Keterangan
1	00:07.49	00:15.07	00:14.39	0cm	Berhasil
2	00:08.89	00:19.82	00:14.80	0cm	Berhasil
3	00:10.44	00:18.46	00:15.39	0cm	Berhasil
4	00:18.01	00:16.70	00:12.48	0cm	Berhasil
5	00:09.77	00:16.21	00:15.41	0cm	Berhasil

Tabel 8 Hasil Gambar Pengujian Pada Malam Hari

Percobaan	Hasil Gambar	
1		
2		
3		
4		

5	
---	--

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan adanya permasalahan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya maka penulis membuat Sistem Keamanan Pada Sangkar Burung yang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Alat ini telah dilakukan uji coba validasi oleh dosen pakar , pegelola kerajinan sangkar burung dan user atau pengguna, maka menghasilkan nilai masing-masing 100% dari dosen pakar , 92.5 % dari pengelola dan 95% dari user atau pengguna bedasarkan tabel indikator nilai yang didapat adalah sangat valid, sangat layak dan sangat efektif.
2. Sistem mampu bekerja dengan baik sesuai waktu yang diharapkan yaitu baik dari kecepatan waktu pengiriman maupun lama waktu buzzer berbunyi, hasil percobaan tertera pada tabel 1, 3, 5 dan 7.
3. Sistem dapat mengambil gambar dengan baik dan jelas dengan berbagai kondisi waktu yaitu pagi, siang, sore dan malam hari, hasil gambar tertera pada tabel 2, 4, 6, 8.

### Keterbatasan Produk

Produk yang dibuat yaitu Sistem keamanan pada sangkar burung masih memiliki keterbatasan diantara lain :

1. Ketika di siang hari atau dihari yang panas dan cerah sensor pir dapat membaca pergerakan diluar titik 0cm.
2. Penempatan sangkar burung harus ditempatkan ditempat yang terkover sinyal bagus dari sinyal WiFi maupun sinyal GSM .
3. Alat masih belum bisa membedakan mana yang pencuri mana yang bukan..

### Saran

Berikut ini adalah saran yang dapat diberikan setelah melakukan perancangan sistem keamanan pada sangkar burung adalah :

1. Agar sensor pir bekerja dengan baik dan maksimal alangkah baiknya sangkar burung ditempatkan ditempat yang teduh.
2. Perlu diperhatikan penggunaan provider dan koneksi WiFi yang stabil.
3. Jika seseorang ingin melakukan penelitian lebih lanjut agar membuat kamera dapat membedakan mana yang pencuri mana yang bukan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1]Adrianto, Heri, and Aan Darmawan. 2017. *Arduino Belajar Cepat Dan Pemograman*. Bandung: Penerbit Informatika.
- [2]Ahmad, Lukman, and Munawir. 2018. *Sistem Informasi Manajemen*. Edited by Syarifuddin. Aceh: Lembaga KITA.
- [3]Ardhiansyah, Muhammad. 2017. "Rancang Bangun Pengaman Kunci Sepeda Motor Dengan Magnet Berbasis Mikrokontroler." *E-Prints Polsri*, 3–24.  
<http://eprints.polsri.ac.id/4326/3/FILE III.pdf>.
- [4]Azhari, M Gama. 2019. "Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Kebakaran Pada Ruangan Menggunakan Sensor Api Berbasis Mikrokontroler Atmega 328." *Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang* 53 (9): 1689–99. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- [5]Hartarto, Febriyan D W I. 2019. "Rancang Bangun Monitoring Dan Kontrol Pertumbuhan Tanaman Pada Sistem Hidroponik Dft Menggunakan Metode Fuzzy Logic." *Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*, 20.
- [6]Hidayat, M Fahmi. 2017. "Monitoring Aktivitas Balita Menggunakan Kamera Wireless Berbasis Android." *Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang* 53 (9): 1689–99.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- [7]Irkam, Mohamad. 2019. "Sistem Pengaman Dokumen Menggunakan Fingerprint Dan RFID Modul Berbasis Arduino." *Sekolah Tinggi Elektronika Dan Komputer (STEKOM) Semarang*.
- [8]Kholilah, Ika, and Adnan Rafi Al Tahtawi. 2016. "Aplikasi Arduino-Android Untuk Sistem Keamanan Sepeda Motor." *Jurnal Teknologi Rekayasa* 1 (1): 53.  
<https://doi.org/10.31544/jtera.v1.i1.2016.53-58>.
- [9]Kusumastuti, Desy. 2010. "Analisis Usaha Industri Sangkar Burung Skala Rumah Tangga Pada Sentra Industri Sangkar Burung Di Kota Surakarta." *Universitas Sebelas Maret Surakarta*, 7–95.
- [10]Noviansyah, Mohammad, and Hafdiarsya Saiyar. 2019. "Perancangan Alat Kontrol Relay Lampu Rumah Via Mobile." *Akrab Juara* 8 (5): 55.
- [11]Pranoto, Eko Achmad. 2018. "Identifikasi Burung Di Kepulauan KAI Maluku Tenggara Sebagai Sumber Belajar Biologi." *Universitas Muhamadiyah Malang* 53 (9): 1689–99.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- [12]Ramadhan, Ade Surya, and Lekso Budi Handoko. 2016. "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Arduino Mega 2560." *Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro* 15 (2): 117–24.
- [13]Risal, Ahmad. 2017. *Mikrokontroler Dan Interface*. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- [14]Saleha, Relanti. 2020. "Klasifikasi Data Time Series Pola Pergerakan Manusia Di Depan Rumah Menggunakan Sensor Passive Infrared Dan Camera Ov2640 Dengan Metode SVM." *Universitas Mataram Kota Mataram*. [http://repository.its.ac.id/42827/1/5113100134-Undergraduate\\_Theses.pdf](http://repository.its.ac.id/42827/1/5113100134-Undergraduate_Theses.pdf).
- [15]Sasmoko, Dani, Hendri Rasminto, and Ari Rahmadani. 2019. "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kekeruhan Air Berbasis IoT Pada Tandon Air Warga." *Jurnal Informatika Upgris* 5 (1): 25–34. <https://doi.org/10.26877/jiu.v5i1.2993>.
- [16]Utomo, Suhendro Akbar. 2016. "Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor PIR HC - SR501, Sensor Ultrasonik HC- SR04, Dan Kamera VC0706 Berbasis Arduino Mega 2560." *Universitas Negeri Jakarta*.
- [17]Wibowo, Arief Rahman. 2019. "Rancang Bangun Sangkar Burung Pintar Berabsis Arduino Uno." *Fakultas Teknologi Dan Informatika STIKOM Surabaya* 23 (3): 2019.
- [18]Wicaksono, Mochamad Fajar. 2019. *Aplikasi Arduino Dan Sensor Disertai 32 Proyek Sensor Dan 5 Proyek Robot*. Bandung: Penerbit Informatika.