

Design of a Light Sensor in an IoT System for Early Warning of Swiftlet House Security Against the Threat of Theft

Siprianus Jumri¹⁾, Tommy Bustomi²⁾, dan Ahmad Fahrijal Pukeng³⁾

^{1,2,3}Teknik Informatika, STMIK Widya Cipta Dharma
^{1,2,3}Jl. M. Yamin No 25, Samarinda, 75123
E-mail: 2143080@wicida.ac.id¹⁾, -²⁾, -³⁾

ABSTRACT

Swiftlet houses have high economic value and are therefore often targeted by theft. This research aims to design an Internet of Things (IoT)-based security system using the BH1750 light sensor and ESP32-CAM to detect suspicious activity in real-time. The system was developed using a prototype approach involving the stages of communication of requirements, design, and implementation. The main components consist of the ESP32-CAM as a controller, the BH1750 sensor to detect light intensity, and the SIM800L module as a communication medium via a cellular network. Tests were conducted on four light colors (white, red, yellow, and blue) at a distance of 60 cm, with the intensity results being 31 lux for white, 23 lux for yellow, 15 lux for blue, and 7.5 lux for red. The system successfully identified differences in light intensity and sent an alert automatically. With this capability, the system is expected to improve the security of swiftlet houses, reduce the risk of theft, and be a more efficient solution compared to traditional methods such as CCTV or manual security.

Keywords: *IoT, security, swallow house, light sensor.*

Rancang Bangun Sensor Cahaya Dalam Sistem IoT Peringatan Dini Keamanan Rumah Burung Walet Dari Ancaman Pencurian

ABSTRAK

Rumah burung walet memiliki nilai ekonomi tinggi sehingga sering menjadi target pencurian. Penelitian ini bertujuan merancang sistem keamanan berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan sensor cahaya BH1750 dan ESP32-CAM untuk mendeteksi aktivitas mencurigakan secara real-time. Sistem dikembangkan dengan pendekatan prototipe yang melibatkan tahapan komunikasi kebutuhan, perancangan, dan implementasi. Komponen utama terdiri dari ESP32-CAM sebagai pengendali, sensor BH1750 untuk mendeteksi intensitas cahaya, dan modul SIM800L sebagai media komunikasi melalui jaringan seluler. Pengujian dilakukan terhadap empat warna cahaya (putih, merah, kuning, biru) pada jarak 60 cm, dengan hasil intensitas masing-masing sebesar 31 lux untuk putih, 23 lux untuk kuning, 15 lux untuk biru, dan 7,5 lux untuk merah. Sistem berhasil mengidentifikasi perbedaan intensitas cahaya dan mengirimkan peringatan secara otomatis. Dengan kemampuan ini, sistem diharapkan dapat meningkatkan keamanan rumah burung walet, mengurangi risiko pencurian, serta menjadi solusi yang lebih efisien dibandingkan metode tradisional seperti CCTV atau penjagaan manual.

Kata Kunci: IoT, keamanan, rumah burung walet, sensor cahaya

1. PENDAHULUAN

Ancaman pencurian sarang burung walet menjadi permasalahan serius seiring meningkatnya nilai ekonomi komoditas ini. Harga jual yang tinggi, didorong oleh permintaan pasar yang besar, menjadikan sarang walet incaran empuk bagi pelaku kejahatan. Contoh kasus, pencurian sarang walet diringsus Polsek Siluq Ngurai seorang pria berinisial EE (29) di kampung Muhur Kec. Siluq Ngurai Kab. Kubar mencuri sarang walet milik warga setempat dan tidak berselang lama berhasil diringsus oleh jajaran Polsek Siluq Ngurai (Humas Polres Kubar, 2023). Pencurian sarang burung walet di Kelubaq Tering Kubar pelaku berhasil membawa kabur sekitar 30

lembar sarang burung walet, 1 unit jetsteam baterai, dan 1 unit *handphone* Nokia, akibat peristiwa ini diperkirakan kerugian mencapai Rp 4.500.000,00 (Almasrifah, 2025).

Keamanan rumah burung walet saat ini masih menghadapi berbagai tantangan, terutama karena tingginya kasus pencurian sarang burung walet yang bernilai ekonomi tinggi. Keamanan dari para pencuri adalah hal yang sangat penting dan diharapkan oleh setiap orang. Namun, menjaga keamanan dari para pencuri adalah tugas yang sulit dan menantang, mengingat keterbatasan indera manusia (Hikmah Nurilahi. S dkk., 2024). Banyak peternak masih mengandalkan penjaga atau patroli rutin, yang tidak selalu efektif dan berisiko

mengalami kelalaian. Penggunaan CCTV konvensional memang membantu dalam merekam kejadian, tetapi memiliki keterbatasan seperti konsumsi daya yang tinggi, tidak selalu memberikan notifikasi real-time, serta memerlukan pengecekan manual setelah kejadian terjadi. Selain itu, sebagian besar rumah burung walet hanya mengandalkan kunci dan gembok yang masih bisa dibobol oleh pencuri berpengalaman. Minimnya sistem keamanan otomatis yang dapat mendeteksi ancaman secara langsung menyebabkan pencurian sering kali baru diketahui setelah terlambat. Masalah pengamanan rumah burung walet saat ini masih cukup kompleks dan belum sepenuhnya efektif dalam mencegah pencurian. Banyak peternak masih mengandalkan metode konvensional seperti pemasangan kunci dan gembok, yang rentan dibobol oleh pencuri berpengalaman. Penggunaan CCTV memang membantu dalam merekam kejadian, tetapi sistem ini memiliki keterbatasan seperti konsumsi daya tinggi, ketergantungan pada jaringan listrik yang stabil, serta tidak selalu memberikan notifikasi real-time kepada pemilik. Selain itu, pengamanan manual dengan penjaga sering kali tidak efisien karena faktor kelalaian manusia dan keterbatasan jangkauan pengawasan. Minimnya sistem keamanan otomatis yang dapat langsung mendeteksi ancaman dan memberikan respons cepat membuat pencuri masih leluasa beraksi. Otomatisasi berperan penting dalam meningkatkan kualitas, efisiensi, dan efektivitas produk. Dimana sistem kontrol yang ada saat ini mulai bergeser pada otomatisasi sistem kontrol, sehingga campur tangan manusia dalam pengontrolan sangat kecil. Sistem peralatan yang dikendalikan secara otomatis sangat memudahkan apabila dibandingkan dengan sistem manual, karena lebih efisien, aman, dan teliti (Muhammad Ragil Prayoga, 2023).

Untuk dapat mengatasi masalah ancaman pencurian sarang burung walet pada penelitian ini akan dibangun sistem IoT (Internet of Things). Implementasi teknologi IoT dalam sistem keamanan rumah burung walet menunjukkan bahwa penggunaan sensor yang tepat dan aplikasi mobile dapat meningkatkan efektivitas pengawasan dan memberikan rasa aman bagi para peternak walet (Nurilahi, 2024). Meningkatkan keamanan rumah burung walet adalah sistem berbasis IoT (Internet of Things) yang mengintegrasikan sensor cahaya BH1750, ESP32-CAM, dan notifikasi real-time melalui Telegram. Sensor cahaya akan mendeteksi perubahan intensitas cahaya yang mencurigakan, seperti penggunaan senter oleh pencuri di dalam rumah walet. Ketika sensor mendeteksi adanya cahaya tidak wajar, ESP32-CAM akan secara otomatis mengambil gambar dan mengirimkannya melalui koneksi SIM800L internet akan mengirimkan notifikasi real-time beserta bukti gambar ke pemilik melalui aplikasi Telegram, sehingga pemilik dapat segera mengetahui adanya ancaman dan mengambil tindakan cepat. Dengan pendekatan ini, sistem keamanan menjadi lebih otomatis, efisien, hemat daya, serta memungkinkan pemantauan jarak jauh, sehingga risiko pencurian sarang burung walet dapat diminimalkan secara signifikan.

2. RUANG LINGKUP

2.1 Rumusan Masalah

Rancang bangun sensor cahaya dalam sistem internet of things (IoT) untuk peringatan dini keamanan rumah burung walet dari ancaman pencurian?

2.2 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih fokus dan terarah, terdapat beberapa batasan masalah yang ditetapkan, yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya akan menggunakan sensor cahaya sebagai komponen utama dalam mendeteksi ancaman. Sensor ini akan berfungsi untuk mendeteksi perubahan intensitas cahaya yang mencurigakan, seperti yang terjadi pada saat penggunaan senter atau lampu oleh pihak yang tidak sah.
2. Sistem yang dikembangkan akan berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU atau yang setara, serta koneksi Wi-Fi untuk pengiriman data dan notifikasi. Tidak akan melibatkan teknologi lain seperti sensor gerak dan suara.
3. Pengujian sistem ini hanya akan dilakukan pada rumah burung walet yang terletak di area terpencil atau semi-terpencil, dengan kondisi infrastruktur yang terbatas. Sistem ini tidak akan diuji pada lokasi yang memiliki akses mudah ke fasilitas keamanan atau pengawasan digital.
4. Penelitian ini hanya akan fokus pada deteksi pencurian yang dapat dikenali melalui perubahan cahaya. Ancaman lain, seperti bencana alam, kerusakan teknis, atau ancaman non-pencurian lainnya, tidak akan dibahas atau diatasi dalam penelitian ini.
5. Uji coba sistem akan dilakukan dalam periode terbatas, yang berarti penelitian hanya akan melibatkan waktu pengujian yang cukup untuk menguji keandalan sensor cahaya dalam mendeteksi ancaman pencurian di malam hari atau saat pencuri mencoba masuk dengan menggunakan cahaya.
6. Penelitian ini hanya akan mengevaluasi kinerja sistem dalam mendeteksi ancaman pencurian dan mengirimkan peringatan dini kepada pemilik rumah burung walet. Aspek lain dari manajemen atau pemeliharaan rumah burung walet, seperti pemantauan suhu, kelembaban, atau kualitas udara, tidak akan menjadi bagian dari penelitian ini.

2.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem keamanan berbasis IoT untuk rumah burung walet dengan memanfaatkan sensor cahaya BH1750 dan kamera ESP32-S3-CAM. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi perubahan intensitas cahaya sebagai indikator ancaman, mengirimkan bukti visual dan pesan peringatan otomatis ke pemilik melalui Telegram, serta memungkinkan pemantauan jarak jauh secara real-time. Penelitian juga menilai efektivitas sistem dibandingkan metode tradisional dan mengidentifikasi

tantangan teknis dalam implementasinya di lokasi terpencil.

2.4 Manfaat

1. Bagi Perguruan Tinggi

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memperkaya referensi di bidang Internet of Things (IoT), sistem keamanan, dan smart building. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut atau penerapan sistem serupa pada konteks lain. Penelitian ini juga berpotensi menjadi studi kasus bagi mahasiswa atau peneliti lain yang tertarik mengembangkan solusi berbasis IoT di bidang keamanan.

2. Bagi Masyarakat

Sistem ini memberikan manfaat nyata dalam mendeteksi pencurian lebih awal, memungkinkan pemilik merespons secara cepat dan tepat. Dengan begitu, risiko kerugian akibat pencurian barang burung walet yang bernilai tinggi dapat dikurangi secara signifikan. Selain itu, sistem ini mengurangi kebutuhan patroli manual setiap malam, sehingga lebih efisien dalam penggunaan tenaga dan biaya operasional.

3. Bagi Peneliti

Penelitian ini mendorong pengembangan keahlian teknis dengan memahami dan mengimplementasikan teknologi IoT, sensor cahaya, serta sistem keamanan. Selain itu, proses penelitian melatih kemampuan dalam menganalisis, merancang, dan mengembangkan solusi berbasis teknologi secara terstruktur dan aplikatif.

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Rancang Bangun

Menurut (Arif Rahman Halim dkk., 2022) perancangan atau design adalah serangkaian prosedur sistematis yang dilakukan untuk menterjemahkan hasil analisis sistem ke dalam bentuk rancangan teknis yang siap untuk diimplementasikan. Pada tahap ini, sistem yang sebelumnya hanya berupa kebutuhan fungsional dan non-fungsional mulai dikembangkan menjadi gambaran konkret mengenai bagaimana sistem tersebut akan dibangun. Proses ini meliputi pembuatan diagram alur, pemodelan sistem, struktur data, hingga pemilihan teknologi yang digunakan. Tujuan utama dari tahap perancangan adalah untuk memberikan gambaran yang jelas dan menyeluruh kepada para programmer, teknisi, dan pihak-pihak yang akan terlibat dalam proses pembangunan sistem, sehingga implementasi dapat dilakukan dengan efisien dan sesuai dengan kebutuhan. Pembangunan atau development adalah proses nyata dalam membentuk atau menciptakan sistem baru dari nol, maupun memperbaiki dan menyempurnakan sistem yang sudah ada. Proses ini mencakup kegiatan pengkodean (coding), pengujian (testing), debugging, instalasi, serta dokumentasi. Dalam konteks ini, pembangunan tidak hanya merujuk pada aspek teknis seperti penulisan kode program, tetapi juga pada aspek manajerial dan operasional seperti pelatihan pengguna dan penyusunan manual penggunaan. Tujuannya adalah menghasilkan

sistem yang dapat berfungsi optimal sesuai dengan kebutuhan organisasi atau pengguna akhir. Rancang bangun adalah gabungan dari dua proses utama yaitu perancangan (design) dan pembangunan (build). Secara definisi, rancang bangun dapat diartikan sebagai suatu proses menyeluruh yang mencakup tahap perencanaan, penggambaran, dan pengaturan elemen-elemen sistem yang sebelumnya terpisah menjadi satu kesatuan yang utuh, terpadu, dan berfungsi dengan baik. Rancang bangun menekankan pada aspek sistematis dan terstruktur dalam membangun solusi sistem yang efektif, efisien, dan mudah untuk dikembangkan di masa depan. Istilah ini juga mencerminkan bahwa sebuah sistem yang baik tidak hanya dibangun begitu saja, tetapi harus melalui proses perencanaan dan perancangan yang matang agar sesuai dengan tujuan dan kebutuhan pengguna.

Dengan demikian, rancang bangun merupakan suatu pendekatan metodologis dalam pengembangan sistem, di mana proses perencanaan dan implementasi dipadukan secara sinergis untuk menghasilkan sistem yang berkualitas, terintegrasi, dan mampu menyelesaikan permasalahan yang dihadapi pengguna.

3.2 Sistem

Menurut (Muhammad Ragil Prayoga, 2023) sistem merupakan suatu kesatuan yang terdiri dari kumpulan komponen, bagian, atau subsistem baik yang bersifat fisik maupun nonfisik yang saling terhubung, berinteraksi, dan bekerja sama secara terpadu untuk mencapai tujuan tertentu. Setiap unit dalam sistem memiliki keterkaitan erat dengan unit lainnya, sehingga jika salah satu unit mengalami gangguan atau berhenti berfungsi, maka akan memengaruhi keseluruhan proses pencapaian tujuan sistem tersebut. Dengan kata lain, sistem adalah jaringan elemen yang saling bergantung dan membentuk satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan dalam menjalankan fungsi bersama secara harmonis.

Menurut (Muhammad Fauziq Arifin, 2021) sistem dapat diartikan sebagai suatu kesatuan yang terdiri dari berbagai komponen atau elemen yang saling terhubung dan bekerja sama, dengan tujuan untuk mempermudah aliran informasi, materi, atau energi di antara elemen-elemen tersebut guna mencapai tujuan tertentu yang telah ditetapkan. Keterhubungan ini bersifat terstruktur dan terorganisir, sehingga setiap bagian dalam sistem memiliki peran dan fungsi yang saling melengkapi. Istilah sistem sendiri sering digunakan untuk menggambarkan suatu entitas yang kompleks, di mana komponen-komponennya saling berinteraksi secara dinamis. Dalam konteks teknis atau ilmiah, sistem ini kerap dimodelkan dalam bentuk representasi matematis agar dapat dianalisis secara lebih mendalam, baik untuk keperluan perancangan, pengujian, maupun pengoptimalan. Model matematika tersebut memungkinkan pemahaman yang lebih akurat terhadap perilaku sistem serta membantu dalam proses pengambilan keputusan yang berkaitan dengan operasional sistem tersebut.

Kesimpulannya sistem adalah suatu kesatuan yang terdiri dari komponen-komponen atau elemen-elemen yang saling terhubung, berinteraksi, dan bekerja sama secara terorganisir untuk mencapai tujuan tertentu. Setiap bagian dalam sistem memiliki peran yang penting dan saling melengkapi, sehingga gangguan pada satu bagian dapat memengaruhi kinerja keseluruhan sistem. Keterpaduan dan keterhubungan antar elemen dalam sistem membentuk suatu struktur yang harmonis, yang memungkinkan terjadinya aliran informasi, materi, atau energi secara efektif. Dalam konteks teknis dan ilmiah, sistem sering dimodelkan secara matematis guna mendukung analisis, perancangan, serta pengambilan keputusan yang lebih akurat dan sistematis.

3.3 Keamanan

Menurut (Hikmah Nurilahi. S dkk., 2024) setiap manusia menghendaki situasi keamanan yang selalu kondusif. Berbagai cara dilakukan untuk keamanan pada suatu tempat atau ruangan. Faktanya, keamanan pada suatu tempat atau ruangan masih dapat dibobol ketika berada dalam keadaan kosong. Sehingga, obyek yang ada di dalam belum diketahui secara langsung untuk menjaga keamanan secara intensif. Artinya, setiap aktivitas dari obyek yang masuk tidak dapat teridentifikasi

Menurut (Muhammad Taufiq Arifin, 2021) keamanan adalah keadaan bebas dari bahaya. Istilah ini bisa digunakan dengan hubungan kepada kejahatan, segala bentuk kecelakaan, dan lain-lain. Keamanan merupakan topik yang luas termasuk keamanan nasional terhadap serangan teroris, keamanan komputer terhadap hacker atau cracker, keamanan rumah terhadap maling dan penyusup lainnya, keamanan finansial terhadap kehancuran ekonomi dan banyak situasi berhubungan lainnya. Kebutuhan dasar manusia prioritas kedua berdasarkan kebutuhan fisiologis dalam hirarki maslow yang harus terpenuhi selama hidupnya, sebab dengan terpenuhinya rasa aman setiap individu dapat berkarya dengan optimal dalam hidupnya. Mencari lingkungan yang betul-betul aman memang sulit, maka konsekuensinya promosi keamanan berupa kesadaran dan penjagaan adalah hal yang penting. Keamanan fisik (Biologic safety) merupakan keadaan fisik yang aman terbebas dari ancaman kecelakaan dan cedera (Injury) baik secara mekanis, thermis, elektrik maupun bakteriologis. Kebutuhan keamanan fisik merupakan kebutuhan untuk melindungi diri dari bahaya yang mengancam kesehatan fisik, yang pada pembahasan ini akan difokuskan pada providing for safety atau memberikan lingkungan yang aman.

Kesimpulannya keamanan merupakan kebutuhan dasar manusia yang menduduki prioritas kedua setelah kebutuhan fisiologis dalam hierarki maslow. Setiap individu mendambakan kondisi yang aman dan kondusif untuk menjalani aktivitas sehari-hari. Namun, pada kenyataannya, upaya menjaga keamanan suatu tempat atau ruangan masih menghadapi berbagai tantangan, terutama ketika tempat tersebut dalam keadaan kosong

dan tanpa pengawasan. Keamanan berarti keadaan bebas dari bahaya, baik yang bersifat fisik seperti pencurian dan kecelakaan, maupun nonfisik seperti ancaman digital. Oleh karena itu, sistem keamanan yang andal dan berkelanjutan sangat diperlukan untuk mengidentifikasi dan mengantisipasi setiap potensi gangguan, sehingga perlindungan terhadap aset dan individu dapat terjamin secara optimal.

3.4 Rumah Burung Walet

Menurut (Muhammad Taufiq Arifin, 2021) terdapat beberapa desain rumah walet yang dapat kita terapkan ketika membangun. Rumah walet yang bagus tidak wajib besar. Rumah walet yang kecil saja dapat membuat burung walet bersarang dan betah. Pintu rumah burung walet memiliki dua pintu yaitu pintu utama untuk pemilik burung walet masuk dan sekat pintu untuk menuju tempat walet bersarang. Mayoritas jenis burung senang terbang bebas. Ini artinya bentuk dalam rumah walet harus memiliki ruangan yang luas tanpa banyak penghalang yang dapat merintangai burung untuk melintasi ruangan. Paling tidak, bagian tengah dari bangunannya mesti luas. Selain untuk memudahkan walet terbang ke sana ke mari, ini juga memudahkan proses perkawinan burung jantan dan betina. Desain rumah burung walet memainkan peran penting dalam menciptakan lingkungan yang nyaman dan menarik bagi burung walet untuk datang, bersarang, dan berkembang biak. Meskipun ukuran rumah walet tidak harus besar, aspek kenyamanan, fungsionalitas, dan efisiensi ruang harus menjadi prioritas utama dalam proses perancangannya. Rumah walet yang kecil pun dapat menjadi tempat bersarang yang ideal apabila dirancang dengan mempertimbangkan karakteristik dan perilaku alami burung walet. Salah satu aspek penting adalah penataan ruang dalam yang luas dan minim hambatan, khususnya di bagian tengah bangunan, agar burung walet dapat terbang bebas dengan leluasa. Ruang yang terbuka tidak hanya memudahkan pergerakan burung, tetapi juga mendukung proses perkawinan antara burung jantan dan betina. Selain itu, keberadaan dua jenis pintu yakni pintu utama untuk pemilik dan sekat pintu menuju ruang bersarang perlu dirancang secara efisien agar tidak mengganggu kenyamanan walet, sekaligus memudahkan pemeliharaan. Faktor pendukung lainnya seperti suhu, kelembapan, ventilasi, dan pencahayaan juga harus diperhatikan untuk menciptakan kondisi yang mendekati habitat alami burung walet. Dengan demikian, keberhasilan dalam budidaya walet tidak hanya bergantung pada lokasi dan suara panggilan, tetapi juga ditentukan oleh kualitas desain rumah walet itu sendiri. Desain yang sesuai dengan kebutuhan biologis burung walet akan meningkatkan kemungkinan mereka untuk merasa betah, berkembang biak, dan menghasilkan sarang secara optimal.

3.5 Pencurian

Menurut (Hamdiyah, 2024) Pencurian dalam konteks hukum pidana merupakan perbuatan melawan hukum

yang melibatkan pengambilan atau penggelapan barang milik orang lain tanpa izin atau wewenang yang sah. Tindakan ini diatur dalam berbagai sistem hukum di dunia dan umumnya dikategorikan sebagai pelanggaran yang serius. Unsur penting dalam tindak pencurian biasanya mencakup adanya niat untuk mengambil barang milik orang lain, tindakan tersebut dilakukan tanpa persetujuan atau hak, serta terjadinya perpindahan kepemilikan dari pemilik sah kepada pelaku. Meski definisi dan elemen pencurian dapat sedikit berbeda antar sistem hukum, inti dari pencurian adalah pengambilan barang milik orang lain secara tidak sah. Sanksi terhadap pelaku pencurian beragam, tergantung pada berbagai hal seperti nilai barang yang diambil, ada tidaknya unsur kekerasan, serta riwayat tindakan serupa dari pelaku. Pencurian sering kali dihukum dengan pidana penjara, denda, atau kombinasi dari keduanya, tergantung pada tingkat keparahan dan keadaan khusus dari kasus tersebut. Sistem hukum biasanya berusaha untuk melindungi hak milik dan keamanan masyarakat dengan menegakkan hukuman terhadap pelaku pencurian.

3.6 Internet of Things (IoT)

Menurut (Hikmah Nurilahi. S dkk., 2024) perkembangan teknologi di Indonesia semakin hari semakin berkembang. Terobosan-terobosan baru pun mulai bermunculan, salah satunya adalah Internet of Things atau yang bisa disingkat dengan IoT. Sebenarnya IoT sendiri sudah dikembangkan sejak lama, tetapi belakangan ini namanya kian populer. Internet of things merupakan sebuah konsep di mana suatu benda atau objek ditanamkan teknologi-teknologi seperti sensor dan software dengan tujuan untuk berkomunikasi, mengendalikan, menghubungkan, dan bertukar data melalui perangkat lain selama masih terhubung ke internet.

Menurut (Ahmad Yusril Yudhistira dkk., 2024) prinsip kerja *Internet of Things* (IoT) melibatkan interaksi antara perangkat fisik yang terhubung ke internet, memungkinkan mereka untuk mengumpulkan, berbagi, dan memproses data secara otomatis. IoT melibatkan perangkat fisik yang dilengkapi dengan sensor untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitarnya, seperti suhu, kelembaban, cahaya, gerakan, atau tekanan.

Menurut (Arif Rahman Halim dkk., 2022) internet of things merupakan sebuah teknologi yang memanfaatkan jaringan internet secara real time atau terus menerus dengan fitur kontrol jarak jauh. Dimana informasi diambil melalui sensor yang membaca keadaan suatu lingkungan dengan kerja real time dan tanpa adanya intervensi manusia.

Dapat disimpulkan bahwa *Internet of Things* (IoT) merupakan teknologi yang berkembang pesat di Indonesia dan menghadirkan cara baru dalam menghubungkan perangkat fisik melalui jaringan internet. IoT memungkinkan berbagai perangkat yang dilengkapi sensor dan perangkat lunak untuk saling berkomunikasi, mengumpulkan, memproses, dan bertukar data secara

otomatis dan real time tanpa intervensi manusia. Teknologi ini memberikan kemampuan kontrol jarak jauh yang efisien serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Dengan berbagai manfaatnya, IoT memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, keamanan, dan produktivitas di berbagai sektor seperti industri, pertanian, rumah tangga, dan sistem keamanan berbasis teknologi.

3.7 Sensor BH1750

Menurut (Hikmah Nurilahi. S dkk., 2024) sensor cahaya digital BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran lux (lx) tanpa perlu melakukan perhitungan terlebih dahulu. Data output dengan sensor ini langsung output di satuan Lux (Lx). Ketika benda-benda yang menyala di honogen.

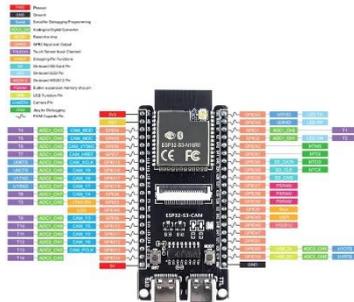
Menurut (Hilmy Rahman dkk., 2022) BH1750 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya. BH1750 adalah sensor yang memiliki memiliki ADC 16bit dengan output digital dan memiliki range pembacaan yang luas yaitu dengan range 1-65535 lux. Oleh karena itu sensor BH1750 dapat langsung dihubungkan dengan Wemos D1 Mini untuk selanjutnya dapat mensubscribe ke broker yang hasilnya ditunjukkan di layar monitor yang mengakses Node Red. Seringkali Selain output digital, sensor BH1750 juga memiliki kelebihan lain untuk pengukuran intensitas cahaya yaitu minim pengaruh dari infrared, menggunakan komunikasi I2C bus, dan tidak perlu tambahan perangkat eksternal sehingga cocok digunakan untuk pengukuran intensitas cahaya di koridor dan selasar departemen Teknik Instrumentasi.



Gambar 1 Sensor BH1750
Figure 1 BH1750 Sensor

3.8 ESP32 S3-CAM

Menurut (Ahmad Yusril Yudhistira dkk., 2024) ESP 32 CAM adalah suatu alat mikrokontroler yang merupakan inovasi dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini telah tersedia modul WiFi, Bluetooth dan micro camera sehingga sangat cocok untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. ESP 32 CAM dapat memiliki lebih sedikit pin input/output dibandingkan produk ESP sebelumnya yang memiliki akses 10 pin GPIO. Modul ESP 32 CAM memerlukan adaptor FTDI dikarenakan modul ini tidak memiliki port microUSB. Fitur unggulan pada modul ini adalah kamera. Sensor kamera yang digunakan adalah OV2640 sehingga dapat untuk mendeteksi sesuatu objek dan bisa mengenali wajah.



Gambar 2. ESP32 S3-CAM
Figure 2. ESP32 S3-CAM

3.9 SIM800L

Menurut (Samuel Hasudungan Nababan dkk., 2024) GSM SIM 800L merupakan bagian yang berfungsi untuk berkomunikasi antara pemantau utama dengan Handphone. At Commando ialah perintah yang dapat diberikan oleh GSM/CDMA seperti untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau mengirim dan menerima SMS.



Gambar 3. SIM800L
Figure 3. SIM800L

3.10 Power Suplay

Menurut (Risal Mantofani Arpin & Adriani, 2021) Power supply, atau yang juga dikenal sebagai catu daya, merupakan perangkat yang berfungsi menyalurkan energi listrik ke satu atau beberapa beban listrik. Catu daya sendiri adalah alat yang menyediakan sumber energi listrik bagi berbagai peralatan listrik maupun elektronik. *Power supply* atau catu daya adalah rangkaian elektronik yang berfungsi mengubah arus listrik AC (arus bolak-balik) menjadi arus DC (arus searah). Terdapat beberapa jenis catu daya, seperti catu daya DC, catu daya AC, dan switch mode *power supply*. Catu daya DC digunakan untuk menyediakan tegangan searah dengan polaritas tetap, yaitu positif dan negatif. Sementara itu, catu daya AC berfungsi untuk mengubah tegangan AC dari satu tingkat ke tingkat lainnya. Switch mode power supply memiliki peran dalam menyearahkan serta menyaring tegangan AC sehingga dihasilkan tegangan DC yang dapat disesuaikan. Umumnya, catu daya dimanfaatkan untuk memberikan suplai arus searah pada perangkat elektronik yang memerlukan sumber tegangan DC.



Gambar 4. Power Suplay
Figure 4. Power Supply

3.11 Kabel Jumper

Menurut (Muhammad Taufiq Arifin, 2021) Kabel jumper merupakan komponen penting dalam dunia elektronika yang digunakan untuk menghubungkan dua titik atau komponen dalam suatu rangkaian tanpa perlu proses penyolderan. Kabel ini berfungsi sebagai konduktor listrik yang memungkinkan aliran arus antar komponen, sehingga sangat berguna dalam proses perakitan, pengujian, dan pengembangan rangkaian, terutama pada sistem berbasis mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi. Kabel jumper umumnya digunakan bersama breadboard atau papan percobaan lainnya karena sifatnya yang fleksibel dan mudah disambung-lepas, sehingga memudahkan dalam mengatak-atik rangkaian secara efisien. Di setiap ujung kabel terdapat konektor, yang terbagi menjadi dua jenis, yaitu konektor jantan (*male*) dan konektor betina (*female*). Konektor jantan memiliki bentuk seperti pin atau jarum dan berfungsi untuk mengirimkan sinyal atau arus ke komponen lain, sedangkan konektor betina berbentuk lubang dan berfungsi untuk menerima sambungan dari konektor jantan. Tipe-tipe kabel jumper seperti male to male, female to female, dan male to female memberikan fleksibilitas dalam menghubungkan berbagai jenis komponen elektronik. Dengan demikian, kabel jumper menjadi solusi praktis yang sangat membantu dalam merancang, membangun, dan memodifikasi rangkaian elektronik secara cepat dan tanpa risiko kerusakan permanen.



Gambar 5. Kabel Jumper
Figure 5. Jumper Cable

3.12 Arduino IDE

Menurut (Muhammad Taufiq Arifin, 2021) Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah software yang di gunakan untuk memprogram di arduino, dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk memprogram board Arduino. Arduino IDE bisa di download secara gratis di website resmi Arduino IDE.

Arduino IDE ini berguna sebagai text editor untuk membuat, mengedit, dan juga mevalidasi kode program. bisa juga digunakan untuk meng-upload ke board Arduino. Kode program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah Arduino “sketch” atau disebut juga source code arduino, dengan ekstensi file source code.ino.

Menurut (Samuel Hasudungan Nababan dkk., 2024) Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, mengompilasi, dan mengunggah program ke dalam memori mikrokontroler Arduino. Software ini dirancang untuk mempermudah proses pengembangan proyek berbasis mikrokontroler, terutama bagi pemula maupun pengembang profesional. Arduino IDE terdiri dari beberapa komponen utama. Pertama, terdapat editor program yang berfungsi untuk menulis dan mengedit kode dalam bahasa pemrograman berbasis processing. Program yang ditulis dalam Arduino disebut sketch, dan menjadi dasar dari setiap proyek Arduino. Kedua, terdapat compiler, yaitu modul yang mengubah kode program dalam bahasa processing menjadi kode biner, karena mikrokontroler hanya dapat memahami instruksi dalam bentuk biner. Ketiga, terdapat uploader, yaitu modul yang bertugas mengunggah kode biner dari komputer ke dalam memori mikrokontroler Arduino agar dapat dieksekusi. Ketiga komponen ini bekerja secara terpadu dalam Arduino IDE untuk mendukung proses pemrograman dan implementasi sistem berbasis mikrokontroler secara efisien dan mudah.

Dapat disimpulkan bahwa Arduino IDE (Integrated Development Environment) pada gambar 2.7 merupakan perangkat lunak yang sangat penting dan fungsional dalam pengembangan proyek berbasis mikrokontroler Arduino. Software ini berperan sebagai media utama dalam proses penulisan, penyuntingan, validasi, kompilasi, hingga pengunggahan kode program ke dalam memori mikrokontroler Arduino. Arduino IDE dirancang dengan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, sehingga sangat cocok untuk pemula maupun profesional yang ingin mengembangkan berbagai aplikasi elektronika dan otomasi. Program yang dibuat di Arduino disebut sketch, dengan ekstensi file .ino, dan ditulis menggunakan bahasa pemrograman berbasis Processing. Dalam menjalankan fungsinya, Arduino IDE terdiri atas tiga komponen utama yaitu editor program, compiler, dan uploader. Editor digunakan untuk menulis dan mengedit kode, compiler bertugas mengubah kode program menjadi bentuk biner agar dapat dipahami oleh mikrokontroler, sedangkan uploader mengirimkan kode biner tersebut dari komputer ke papan Arduino untuk dijalankan. Arduino IDE juga dapat diunduh secara gratis melalui situs resmi Arduino, menjadikannya sebagai platform terbuka yang mendukung pengembangan inovasi teknologi secara luas dan kolaboratif. Dengan kemudahan dan kelengkapan fitur yang dimilikinya, Arduino IDE menjadi alat utama dalam menciptakan sistem cerdas, perangkat IoT, maupun proyek elektronika lainnya secara efisien dan efektif.

3.13 Telegram

Menurut (Ahmad Yusril Yudhistira dkk., 2024) telegram suatu aplikasi meseenger seperti WA, Telegram dapat berkomunikasi sesama pengguna telegram tanpa harus adanya batasan perangkat. Salah satu kelebihan telegram ialah adanya API (*Application Programming Interface*). API salah satu yang ada difitur aplikasi fitur bot di telegram, bot telegram ini digunakan untuk tugas atau proyek *Internet Of Things* (IoT).

Menurut (Angga Dwi Mulyanto, 2020) teknologi komunikasi telah banyak berubah selama 20 tahun terakhir. Dari dulu yang awalnya di *handphone* hanya ada sms dan telepon sekarang sudah ada aplikasi instant messaging yang sudah mengakomodir keduanya bahkan bisa untuk video call dan masih banyak fitur lain. Saat ini telah banyak aplikasi pesan instan / *instant messaging* (IM) seperti whatsapp, line, snapchat, facebook messenger dan telegram. Telegram merupakan satu-satunya aplikasi pesan singkat yang menyediakan api bagi pengguna untuk dapat membuat bot yang bisa dimanfaatkan untuk sistem informasi.



Gambar 6. Aplikasi Telegram
Figure 6. Telegram application

3.14 Diagram Blok

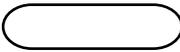
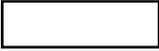
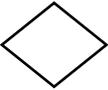
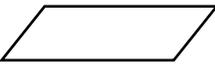
Menurut (Muhammad Ragil Prayoga, 2023) blok diagram merupakan tahap penting dalam proses pengembangan sistem karena berfungsi untuk menggambarkan struktur dan hubungan antar komponen utama dari perangkat keras (*hardware*) yang akan digunakan. Blok diagram dibuat sebagai representasi visual dari sistem secara keseluruhan agar perancang dapat memahami alur kerja dan keterkaitan tiap bagian dengan lebih mudah dan sistematis. Melalui perancangan ini, setiap komponen seperti sensor, mikrokontroler, modul komunikasi, dan aktuator dapat diatur posisinya sesuai dengan fungsinya dalam sistem.

3.15 Flowchart

Menurut (Muhammad Ragil Prayoga, 2023) *flowchart* adalah sebuah diagram grafis yang digunakan untuk menggambarkan alur logika, proses, atau tahapan kerja dari suatu sistem atau program secara sistematis dan terstruktur. Flowchart menunjukkan bagaimana data diproses dalam suatu sistem informasi serta operasi-operasi penting yang terjadi sepanjang alur tersebut. Diagram ini berfungsi sebagai alat bantu visual yang menjelaskan langkah-langkah kerja dari awal hingga akhir, sehingga memudahkan dalam memahami logika pemrosesan dan hubungan antar komponen dalam sistem.

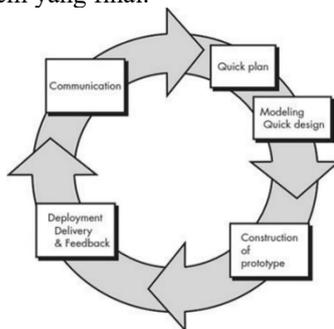
Tabel 1. *Flowchart*

Table 1. Flowchart

Simbol	Keterangan
	Menunjukkan awal (Start) atau akhir (End) dari suatu proses.
	Menunjukkan alur atau arah dari proses ke proses berikutnya.
	Menunjukkan proses atau kegiatan yang harus dilakukan.
	Menunjukkan pengambilan keputusan (percabangan), biasanya dengan jawaban Ya/Tidak.
	Yaitu symbol untuk kelua - masuk atau penyambungan proses dalam lembar / halaman yang berbeda.
	Menunjukkan proses input (memasukkan data) atau output (mengeluarkan data).

3.16 Metode Prototipe

Menurut (Pramudita & Setyawan, 2022) metodologi penelitian prototipe merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk mengumpulkan, mengolah, dan menganalisis data melalui metode ilmiah. Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara dan studi literatur untuk memenuhi kebutuhan informasi dalam penelitian. Tujuan dari prototipe adalah mengembangkan model menjadi sistem yang final.



Gambar 7. Metode Prototipe
Figure 7. Prototype Method

Tahapan-tahapan dalam metode prototyping meliputi:

1. Komunikasi (*Communication*)

Tahapan identifikasi masalah yang melibatkan pengembang dengan pemangku kepentingan untuk mengetahui tujuan pengembangan sistem, pengumpulan kebutuhan maupun batasan sistem

2. Perencanaan (*Quick Plan*)

Tahap ini dilakukan secara cepat, di mana pemodelan dilakukan berdasarkan kebutuhan yang telah diperoleh pada tahap komunikasi (*communication*) sebelumnya.

3. Pemodelan Prototipe (*Modeling Quick Design*)

Tahap ini dilaksanakan setelah perencanaan dari tahap sebelumnya, dengan melakukan beberapa perancangan terkait representasi sistem yang dapat dimengerti oleh pengguna, seperti perancangan antarmuka.

4. Pembangunan Prototipe (*Construction of Prototype*)

Pembangunan prototipe digunakan untuk memberikan gambaran kepada pengguna mengenai kebutuhan yang telah diperoleh dan dirancang. Pembuatan perangkat prototipe meliputi pengujian serta penyempurnaan.

5. Evaluasi (*Feed Back*)

Prototipe yang telah dikembangkan kemudian dievaluasi oleh pemangku kepentingan, yang memberikan umpan balik untuk mengidentifikasi kebutuhan lainnya. Dengan demikian, iterasi dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pemangku kepentingan.

3.17 Blackbox Testing

Menurut (St. Aminah dkk., 2023) pengujian *blackbox* testing adalah metode pengujian untuk mengetahui kesalahan dan memastikan bahwa setiap fitur aplikasi dapat berfungsi optimal dan sesuai dengan harapan serta memenuhi kebutuhan pengguna. Pengujian *blackbox* testing hanya berfokus pada aspek tampilan dan fungsionalitas sesuai kebutuhan user. Pengujian dengan metode *blackbox* testing tidak perlu mengetahui kode program, karena yang diuji adalah bagian interface atau tampilan apakah sudah dapat menampilkan fitur berdasarkan fungsinya.

Pengujian *blackbox* testing merupakan metode yang sangat penting dalam proses validasi sistem karena difokuskan untuk mengevaluasi keluaran (*output*) dari sistem berdasarkan masukan (*input*) yang diberikan tanpa perlu mengetahui struktur internal atau kode program yang digunakan. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap fitur dalam aplikasi dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan serta mampu memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal. Dalam pelaksanaannya, pengujian *blackbox* testing lebih menekankan pada aspek tampilan (*interface*) dan fungsionalis, sehingga pengujian dilakukan dari sudut pandang pengguna. Dengan demikian, pengujian ini mampu mengidentifikasi berbagai kesalahan seperti fitur yang tidak merespons, tampilan yang tidak sesuai, atau alur kerja sistem yang tidak sesuai dengan ekspektasi.

4. PEMBAHASAN

Pada subbab ini dijelaskan mengenai hasil penerapan metode pengembangan sistem yang digunakan oleh penulis, yaitu metode prototipe. Tahapan pengembangan dimulai dari tahap komunikasi (*communication*), perencanaan cepat (*quick plan*), perancangan cepat (*quick design*), pembuatan prototipe (*construction of prototype*),

hingga tahap pengujian sistem (*system testing*) dan evaluasi (*feedback*).

4.1 Komunikasi (*Communication*)

Sebagai bagian dari proses pengumpulan data, peneliti telah melakukan wawancara secara daring dengan salah satu pemilik rumah burung walet melalui aplikasi WhatsApp pada gambar 8. Wawancara ini bertujuan untuk menggali informasi mengenai kondisi keamanan rumah burung walet saat ini, kendala yang dihadapi, serta harapan pemilik terhadap sistem keamanan yang akan dikembangkan. Berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa pemilik rumah burung walet merasa khawatir terhadap potensi pencurian yang sering terjadi pada malam hari.

Selain itu, pemilik mengharapkan adanya sistem yang dapat memberikan peringatan secara langsung dan real-time, sehingga bisa segera diketahui jika terjadi aktivitas mencurigakan di dalam rumah walet. Informasi ini menjadi dasar dalam perancangan sistem keamanan berbasis IoT yang menggunakan sensor cahaya BH1750 dan ESP32-S3-CAM, serta pengiriman notifikasi otomatis ke Telegram. Melalui wawancara ini, peneliti memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai kebutuhan pengguna, yang selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam pengembangan dan implementasi sistem.



Gamabar 8. Wawancara
Figure 8. Interview

4.2 Perencanaan (*Quick Plan*)

Pada tahap perencanaan, penulis merumuskan langkah-langkah dan kebutuhan yang diperlukan untuk membangun sistem secara keseluruhan agar dapat berjalan sesuai tujuan penelitian. Tahap ini sangat penting untuk memastikan setiap komponen hardware maupun software dapat terintegrasi dengan baik, serta menghasilkan sistem yang andal dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis kebutuhan yang telah dikomunikasikan dengan pengguna sistem, diperoleh dua kategori kebutuhan utama

dalam pengembangan sistem ini, yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional.

1. Kebutuhan Fungsional

Sistem keamanan rumah burung walet ini memiliki beberapa kebutuhan fungsional utama. Sistem harus mampu mendeteksi intensitas cahaya secara real-time menggunakan sensor BH1750, sehingga dapat segera mengenali adanya cahaya mencurigakan, seperti cahaya senter pencuri. Setelah mendeteksi cahaya, sistem harus dapat secara otomatis mengambil foto kondisi di dalam rumah burung walet menggunakan ESP32-S3-CAM. Selanjutnya, sistem wajib mengirimkan notifikasi peringatan beserta foto tersebut ke akun Telegram pemilik rumah walet agar dapat segera diketahui meskipun pemilik berada jauh dari lokasi. Selain itu, sistem juga harus mendukung pemantauan jarak jauh secara real-time, sehingga pemilik dapat memantau situasi kapan saja dan di mana saja hanya melalui perangkat seluler.

2. Kebutuhan Non Fungsional

a) Perangkat Lunak

1. Sistem Operasi Windows 11
2. Arduino IDE
3. Aplikasi Telegram

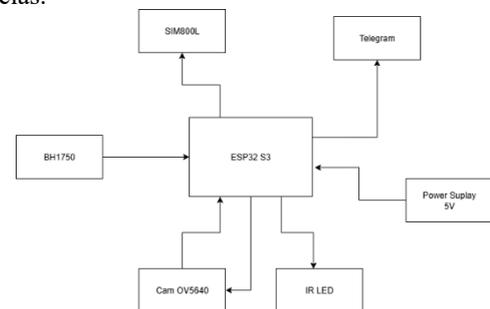
b) Perangkat Keras

1. Sensor cahaya BH1750
2. ESP 32 S3 CAM OV5640
3. SIM800L
4. IR LED
5. Power suplay 5v
6. Smartphone

4.3 Perancangan (*quick design*)

4.3.1. Blok Diagram

Blok diagram sistem pada gambar 9 menggambarkan hubungan antar komponen utama sistem monitoring berbasis ESP32-S3-CAM yang dikembangkan. Setiap blok merepresentasikan fungsi utama dari masing-masing komponen, serta aliran data atau sinyal di antara komponen tersebut. Dengan blok diagram ini, hubungan antar komponen dapat dijelaskan secara lebih sistematis dan jelas.



Gambar 9. Blok Diagram
Figure 9. Block Diagram

Alur kerja blok diagram pada gambar 9.

1. Power Supply 5V

Sistem mendapatkan daya dari power supply 5V yang mendistribusikan arus ke seluruh komponen, termasuk ESP32-S3, sensor, kamera, dan modul GSM.

2. Sensor Cahaya BH1750

Sensor mendeteksi intensitas cahaya lingkungan dan mengirimkan data digital melalui komunikasi I2C ke ESP32-S3.

3. ESP32-S3

Berperan sebagai otak utama sistem.

4. Kamera OV5640

Merupakan kamera digital terintegrasi pada ESP32-S3. Kamera ini menangkap gambar saat dipicu berdasarkan kondisi cahaya.

5. IR LED

Menyala secara otomatis pada kondisi gelap untuk membantu pencahayaan kamera agar gambar tetap terlihat jelas saat malam hari.

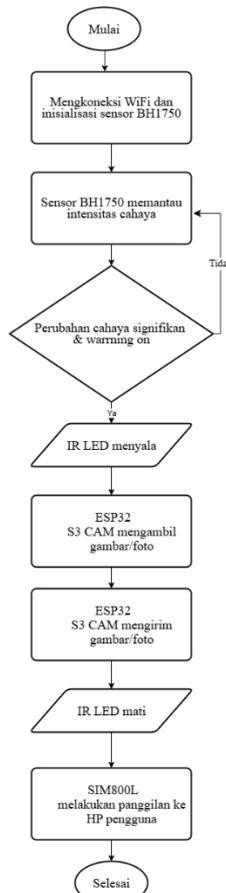
6. Modul SIM800L

Melakukan panggilan suara otomatis kepada pengguna sebagai sistem alarm tambahan berbasis GSM.

7. Telegram

ESP32-S3 terhubung ke WiFi dan mengakses Telegram API untuk mengirimkan hasil gambar ke smartphone pengguna secara real-time dalam bentuk notifikasi bot.

4.3.2 Flowchart

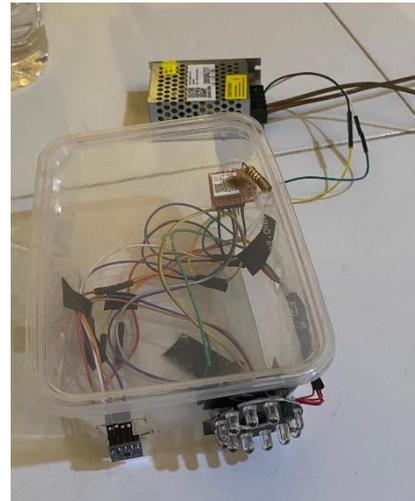


Gambar 10. Flowchart Sistem
Figure 10. System Flowchart

4.4 Pembuatan prototipe (construction of prototype)

4.4.1 Perakitan Hardware

Semua komponen seperti ESP32-S3-CAM, sensor BH1750, modul SIM800L, IR LED, dan power supply dirangkai pada satu rangkaian yang saling terhubung. Perakitan dilakukan dengan memperhatikan jalur komunikasi (I2C untuk BH1750 dan UART untuk SIM800L) serta memastikan koneksi ground (GND) menyatu sebagai referensi tegangan pada gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Keseluruhan Alat
Figure 11. Overall View of the Tool

4.4.2 Sensor BH1750

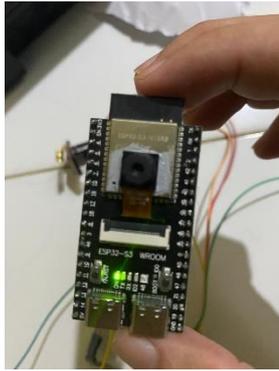
BH1750 pada gambar 12 menggunakan protokol komunikasi I2C, sehingga hanya membutuhkan dua pin utama untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu SCL (Serial Clock Line) dan SDA (Serial Data Line). Pada BH1750 ini dihubungkan dengan VCC ke pin 5V, GND ke pin GND, SDA ke pin 21, SCL ke pin 22.



Gambar 12. Tampilan BH1750
Figure 12. BH1750 display

4.4.3 ESP32 S3 CAM

Kamera OV5640 terhubung ke ESP32-S3-CAM melalui interface DVP (Digital Video Port), yang memanfaatkan sejumlah pin khusus di ESP32-S3 pada gambar 13.



Gambar 13. Tampilan ESP32 S3-CAM
Figure 13. ESP32 S3-CAM display

4.4.4 IR LED

IR LED (Infrared Light Emitting Diode) pada gambar 14 adalah jenis LED yang memancarkan cahaya inframerah, biasanya dengan panjang gelombang sekitar 850 nm atau 940 nm. Cahaya inframerah ini tidak terlihat oleh mata manusia, tetapi dapat ditangkap oleh kamera, sehingga IR LED banyak digunakan sebagai pencahayaan tambahan pada kamera malam (night vision) atau sistem monitoring low-light. Pada IR LED di hubungkan ke ESP32 S3 Cam yaitu VCC ke pin 5V, GND ke pin GND, IR+ ke pin 4



Gambar 14. Tampilan IR LED
Figure 14. IR LED display

5. SIM800L

SIM800L pada gambar 15 adalah modul komunikasi GSM/GPRS yang mendukung jaringan 2G, digunakan untuk komunikasi data jarak jauh melalui jaringan seluler. Pada SIM800L di hubungkan ke ESP32 S3 CAM dengan VCC ke 5V, GND ke GND, TX ke pin 13, RX ke pin 14.



Gambar 15. Tampilan SIM800L
Figure 15. SIM800L display

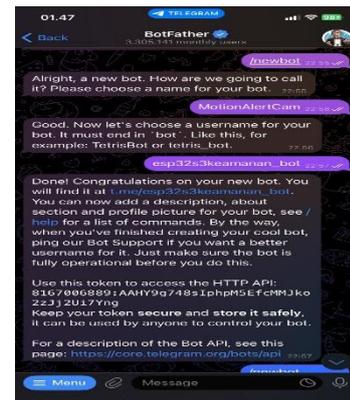
4.4.6 Power Suplay

Power supply (SPLY) pada gambar 16 merupakan sumber daya utama yang berperan vital dalam keberlangsungan kerja seluruh rangkaian IoT. Kestabilan tegangan dan kapasitas arus yang memadai sangat menentukan keberhasilan pengambilan gambar, pengiriman data, serta keandalan sistem secara keseluruhan.



Gambar 16. Tampilan Power Suplay
Figure 16. Power Supply Display

4.4.7 Pembuatan Bot Telegram



Gambar 17. Tampilan BotFather
Figure 17. BotFather view

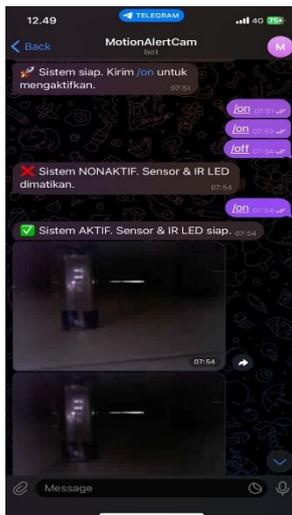
BotFather adalah bot resmi milik Telegram yang digunakan untuk membuat dan mengatur bot baru di dalam platform Telegram pada gambar 17. BotFather bisa disebut sebagai induk semua bot di Telegram, karena semua bot baru harus didaftarkan melalui BotFather. Untuk proses pembuatan bot telegram dimulai dari chat BotFather /start, maka BotFather mengirim pesan lalu kirim pesan /newbot, BotFather mengirim pesan alright, a new bot lalu kita membalas MotionAlertCam lalu memberi nama bot yang dibuat dan muncul token bot yang telah dibuat, setelah itu chat userinfobot untuk mendapatkan idnya pada gambar 18.



Gambar 18. ID Telegram
Figure 18. Telegram ID

4.4.8 Tampilan Chat Bot Telegram

Interaksi antara pengguna dan bot Telegram bernama MotionAlertCam bot sudah mendukung fitur kontrol jarak jauh melalui perintah Telegram (ON/OFF) dan dapat langsung mengirim bukti visual (foto) ketika mendeteksi kondisi tertentu pada gambar 19. Pengguna bisa memantau dan mengendalikan sistem dengan mudah dari mana saja.



Gambar 19. Chat Bot Telegram
Figure 19. Telegram Chat Bot

4.5 Sistem Pengujian

4.5.1 Pengujian Black Box

1. Pengujian Pertama, pada pengujian pertama sensor cahaya BH1750 bisa terbaca oleh ESP32 S3 CAM dan di uji dengan cahaya warna putih, merah, kuning, dan biru. Pengujian testing sensor BH1750 pada tabel 2. Rumus yang akan gunakan ini adalah rumus Hukum Kuadrat Terbalik (Inverse Square Law) untuk menentukan nilai lux dari jarak yang ditentukan untuk perhitungan teoritis dan menjadi acuan untuk perhitungan error antara nilai lux

dari jarak secara teoritis dan perhitungan sensor BH1750 yang di pantau melalui serial monitor dari Arduino IDE.

Tabel 2. Pengujian Sensor BH1750
Table 2. BH1750 Sensor Testing

Warna	Intensitas Cahaya Dalam Jarak 60 cm		Error
	Teoritis	Uji coba	
Putih	44	31	29,54%
Merah	10	7,5	25%
Kuning	24	23	4,16%
Biru	12,5	15	20%

Berdasarkan hasil perhitungan intensitas cahaya teoritis menggunakan Hukum Kuadrat Terbalik dan perbandingannya dengan nilai pengukuran aktual pada jarak 60 cm, dapat disimpulkan bahwa terdapat variasi tingkat error pada masing-masing warna cahaya. Warna putih memiliki nilai intensitas awal sebesar 176 lux pada jarak 30 cm, dengan nilai teoritis sebesar 44 lux pada jarak 60 cm. Namun, hasil pengukuran menunjukkan nilai sebesar 31 lux, sehingga diperoleh persentase error sebesar 29,54%. Warna merah memiliki nilai teoritis sebesar 10 lux dan hasil pengukuran sebesar 7,5 lux, dengan error sebesar 25%. Untuk warna kuning, nilai teoritis di jarak 60 cm adalah 25 lux, sedangkan hasil pengukuran menunjukkan 23 lux, menghasilkan error terkecil yaitu 4,16%. Sementara itu, warna biru menunjukkan kondisi berbeda, di mana hasil pengukuran 15 lux justru lebih tinggi daripada nilai teoritis 12,5 lux, sehingga menghasilkan error sebesar 20%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa akurasi pengukuran sensor terhadap intensitas cahaya dipengaruhi oleh panjang gelombang warna. Sensor menunjukkan akurasi terbaik pada cahaya berwarna kuning dan penyimpangan yang lebih besar pada warna putih dan merah.

2. Pengujian Kedua, pada pengujian kedua sensor BH1750 mendeteksi lux diatas lux yg di tentukan ESP32 CAM mengirim foto ke telegram berhasil setelah ESP32 S3 CAM mengirim foto ke telegram SIM800L melakukan panggilan ke smartphone pengguna pada tabel 3 Pengujian Black Box.

Tabel 3. Pengujian Blackbox
Table 3. Blackbox Testing

No	Aktifitas Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Kesimpulan
1	Mengirim perintah /on melalui Telegram	Sistem aktif, balasan "Sistem AKTIF. Sensor & IR LED siap."	Berfungsi sesuai harapan
2	Mengirim perintah /off melalui Telegram	Sistem nonaktif, balasan "Sistem	Berfungsi sesuai harapan

		NONAKTIF. Sensor & IR LED dimatikan."	
3	Sistem diaktifkan, lux < 100	Tidak mengambil foto, tidak mengirim ke Telegram	Berfungsi sesuai harapan
4	Sistem diaktifkan, lux > 100	Mengirim foto ke Telegram pesan tambahan nomor polisi	5 Berfungsi sesuai harapan
5	Setelah foto terkirim, SIM800L melakukan panggilan	SIM800L melakukan panggilan ke nomor yang ditentukan	Berfungsi sesuai harapan
6	Sistem nonaktif, lux > 100	Tidak ada pengambilan foto, IR LED tidak menyala, tidak ada panggilan	IR LED belum dimatikan saat sistem nonaktif, perlu perbaikan
7	Cek IR LED saat lux > 100 dan sistem aktif	IR LED menyala saat pengambilan foto, mati setelah proses selesai	Fungsi IR LED belum sempurna, dimatikan otomatis
8	Menerima lebih dari satu perintah Telegram beruntun	Hanya perintah terbaru yang dijalankan, status sistem sesuai perintah terakhir	Sistem responsif dan logis terhadap perintah Telegram

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan pengembangan metode prototipe bisa diambil Kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem berhasil mendeteksi intensitas cahaya secara real-time, sehingga dapat mengenali adanya cahaya mencurigakan seperti senter yang digunakan oleh pencuri.
2. Pengambilan foto otomatis dan pengiriman notifikasi ke Telegram berjalan dengan baik, membantu pemilik rumah walet untuk segera mengetahui adanya potensi gangguan.
3. ESP32-S3-CAM dan sensor BH1750 menunjukkan performa stabil dengan respon cepat, menjadikan sistem cukup handal dalam operasional lapangan..
4. Sistem mampu beroperasi selama 24 jam penuh dengan sumber listrik PLN, mendukung pemantauan tanpa henti.

5. Integrasi dengan telegram memudahkan pemilik dalam memantau secara jarak jauh tanpa aplikasi khusus tambahan.

6. SARAN

Saran dari pengembangan metode prototipe yang telah dilakukan sebagai berikut.

1. Sistem dapat terus dikembangkan untuk mengenali pola cahaya atau mendeteksi gerakan sebagai tambahan lapisan keamanan.
2. Ditambahkan layanan penyimpanan cloud seperti firebase agar hasil foto dapat terkirim ke telegram sekaligus tersimpan secara otomatis sebagai arsip yang berguna untuk dokumentasi dan keperluan investigasi
3. Tambahkan cadangan daya seperti baterai 18650 untuk mengantisipasi pemadaman listrik.
4. Pertimbangkan pengembangan aplikasi mobile khusus agar kontrol sistem lebih luas misalnya pengaturan ambang batas cahaya atau log histori peringatan.
5. Pengembangan berkelanjutan tetap diperlukan untuk meningkatkan keandalan serta fleksibilitas sistem dalam menghadapi skenario pencurian yang lebih kompleks.
6. Menambahkan sensor gerakan untuk mendeteksi orang seperti kamera yang terintegrasi dengan object detection untuk membedakan gerak manusia atau hewan.
7. Instalasi kabel sebaiknya rapi dan tersembunyi, menggunakan pelindung (conduit) di sudut atau plafon ruangan. Hindari kabel menggantung di jalur terbang burung, serta pastikan terlindung dari kelembaban, gangguan hewan, dan upaya pencurian.

7. REFERENSI

- Ahmad Yusril Yudhistira, Halil Fuadi, Adriani, & Ridwang. (2024). Rancang Bangun Smart Detector pada Pintu Rumah untuk Keamanan Rumah Tangga Berbasis Internet of Things. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi (AJST)*/2.2; 381-390, 2(2). <http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst><http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst>
- Almasrifah. (2025). Polisi Masih Selidiki Kasus Pencurian Sarang Burung Walet Di Kelubaq Tering Kubar. <https://kaltimpost.jawapos.com/kutai-barat/238555533/polisi-masih-selidiki-kasus-pencurian-sarang-burung-walet-di-kelubaq-tering-kubar>.
- Angga Dwi Mulyanto. (2020). Pemanfaatan Bot Telegram Untuk Media Informasi Penelitian. *MATICS: Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Volume 12, No. 1, 12(1), 49*. <https://doi.org/10.18860/mat.v12i1.8847>
- Arif Rahman Halim, Muhammad Saiful, & L. Kertawijaya. (2022). Rancang Bangun Alat Pengukur Suhu Tubuh Pintarberbasis Internet Of Things. *Jurnal Informatika dan Teknologi Vol. 5 No. 1, 5(1), 117-127*. <https://doi.org/10.29408/jit.v5i1.4615>



- Hamdiyah. (2024). Analisis Unsur-Unsur Tindak Pidana Pencurian : Tinjauan Hukum. *Jurnal Tahqiqqa*, 18(1).
- Hikmah Nurilahi, S, Asriyadi, & Syahrir. (2024). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Burung Walet Menggunakan Teknologi Internet of Things. *SIPARAPPE (Sistem Informasi - Pengabdian Masyarakat, Penerapan Penelitian) Vol. 3, No. 1*. <http://sipar.sin.fst.uin-alauddin.ac.id/>
- Hilmy Rahman, Ahmad Fauzan Adziima, & Safira Firdaus Mujiyanti. (2022). Otomatisasi Lampu Selasar Departemen Instrumentasi Menggunakan Light Intensity Detector Bh1750 Berbasis Expert System. *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 11, No. 2 (2022) ISSN: 2337-3539*.
- Humas Polres Kubar. (2023). Pencurian Sarang Walet Diringkus Polsek Siluq Ngurai. <https://telabangkubar.com/home/pencurian-sarang-walet-diringkus-polsek-siluq-ngurai/>.
- Muhammad Ragil Prayoga. (2023). *Sistem Otomatis Suara Dan Intensitas Cahaya Pada Rumah Walet Berbasis NODEMCU*.
- Muhammad Taufiq Arifin. (2021). *Implementasi Internet Of Things Pada Prototype Sistem Pengaman Rumah Burung Walet Berbasis Cloud Storage Dan Android [SKRIPSI]*. UNIVERSITAS HASANUDDIN.
- Pramudita, R., & Setyawan, K. (2022). Sistem Smart Class Berbasis Internet Of Things Dengan Menggunakan Metode Prototype. *SMARTICS Journal*, 8(1). <https://doi.org/10.21067/smartics.v8i1.7209>
- Risal Mantofani Arpin, & Adriani. (2021). Rancang Bangun Modul Laboratory Dual Voltage Power Supply. *DEWANTARA. J. Tech., Vol. 02, No. 01*.
- Samuel Hasudungan Nababan, Rangga Rahmadian Yuliendi, & Yandri. (2024). Sistem Keamanan Ruang Menggunakan Sensor PIR dan Modul GSM SIM Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi*, 6(1), 70–79.
- St. Aminah, Nirsal, & Syafriadi. (2023). Pengujian Black Box Prototype Absensi Mahasiswa dengan Fingerprint Berbasis Internet of Things (IoT). *PROSIDING SEMINAR NASIONAL PEMANFAATAN SAINS DAN TEKNOLOGI INFORMASI 2023 Vol. 1 No. 1, 1(1)*, 1–5.

UCAPAN TERIMA KASIH

Teruntuk almarhumah Mama tercinta, Ibu Salinawati meskipun ragam telah tiada, cintamu tetap hidup dalam setiap langkahku. Semoga di sana Mama bangga melihatku melangkah sejauh ini, karya ini adalah wujud dan cinta yang tidak pernah padam. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak H. Tommy Bustomi selaku dosen pembimbing utama yang telah dengan sabar membimbing, memberikan arahan, serta dukungan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Ahmad Faharijal Pukeng selaku dosen pembimbing pendamping atas masukan dan bimbingan yang sangat berarti. Tak lupa, penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh teman-teman Teknik Informatika angkatan 2021 atas semangat, kebersamaan, dan dukungan. Semoga segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan menjadi amal yang berharga di sisi Tuhan Yang Maha Esa.