

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Ruang untuk menyimpan perkakas, baik di pendidikan, industri, atau sektor komersil, merupakan fasilitas penting yang mendukung berbagai kegiatan operasional, hal ini didukung oleh studi yang menunjukkan bahwa laboratorium pendidikan memainkan peran krusial dalam meningkatkan efektivitas proses belajar dengan menyediakan fasilitas, alat, dan bahan praktikum. Keberhasilan dalam pembelajaran sangat tergantung pada pengelolaan perawatan dan pemeliharaan alat agar operasional tidak terhalang [1]. Di dalamnya terdapat aset-aset penting yang sangat dibutuhkan dalam proses kerja, seperti alat tangan, alat listrik, alat ukur yang presisi, dan bagian mesin yang sering kali memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Dengan mempertimbangkan signifikansi fungsi dan nilai dari aset tersebut, keamanan ruang penyimpanan perkakas menjadi hal yang paling utama.

Masalah utama yang sering dijumpai adalah tingginya tingkat risiko keamanan, khususnya ancaman pencurian. Risiko ini mengalami peningkatan yang signifikan di luar waktu kerja atau di luar jam operasional yang biasa, ketika situasi ruangnya cenderung sepi dan pengawasan sangat minim. Hal ini selaras dengan studi yang menunjukkan bahwa pengelolaan risiko untuk melindungi aset sangat penting guna mengurangi kemungkinan kerugian pada properti, terutama karena pencurian [2]. Sistem keamanan tradisional yang biasa diterapkan, seperti kunci gembok manual, ternyata memiliki banyak kelemahan. Studi menunjukkan bahwa kunci tradisional dapat dengan mudah dibobol dan ada kemungkinan pengguna akan lalai dan menghilangkan kuncinya hilang [3]. Pengawasan manusia oleh petugas keamanan (satpam) juga memiliki batasan karena petugas tidak bisa memantau seluruh area ruangan secara bersamaan selama 24 jam penuh dan rentan terhadap kesalahan manusia seperti kelelahan atau kelalaian.

Kelemahan utama dari sistem tradisional telah memicu berbagai penelitian untuk menciptakan sistem keamanan yang memanfaatkan *Internet*

of Things (IoT). Melalui tinjauan literatur, tampak bahwa solusi IoT yang ada saat ini umumnya terpecah dan lebih menekankan pada dua paradigma yang memiliki keterbatasan. Paradigma yang pertama adalah kontrol akses, yang berkaitan dengan proses otentikasi untuk memberikan izin akses. Sistem autentikasi kunci pintu solenoid berfungsi sebagai aktuator yang membuka pintu setelah pengguna resmi terverifikasi. Metode otentikasinya sangat bervariasi, mulai dari penggunaan otentikasi berlapis yang melibatkan sidik jari dan *keypad* [4], hingga pemanfaatan *Radio Frequency Identification* (RFID) untuk memeriksa kartu pengguna [5]. Penekanan pada proses otentikasi ini tidak menawarkan solusi dalam situasi di mana terjadi intrusi oleh individu yang tidak terverifikasi.

Paradigma kedua adalah metode pengawasan pasif, di mana sensor PIR digunakan untuk mendeteksi pergerakan. Reaksi utama yang diberikan terbatas pada pengiriman pemberitahuan atau pengumpulan bukti visual. Beberapa riset fokus pada pengiriman notifikasi gambar ke telegram saat sensor PIR mendeteksi gerakan yang terjadi [6]. Penelitian lain bahkan berinovasi untuk mengambil foto dan merekam video sebagai bukti adanya intrusi [7].

Internet of Things (IoT) merupakan suatu konsep teknologi yang menyatukan benda-benda fisik dengan jaringan internet menggunakan sensor untuk mendorong kolaborasi antarperangkat serta memperbaiki efektivitas pengelolaan dalam berbagai aspek kehidupan [8]. Dalam konteks keamanan, IoT menjadi terobosan yang menggabungkan berbagai sistem cerdas dan sensor untuk menawarkan solusi pencegahan terhadap masalah keamanan baik fisik maupun data [9]. *Passive Infrared Receiver* (PIR) merupakan komponen yang sangat baik dalam mendeteksi "aktivitas mencurigakan" karena dapat mengidentifikasi pergerakan berdasarkan radiasi panas yang dipancarkan tubuh manusia. Di sisi lainnya, *solenoid door lock* berfungsi sebagai kunci pintu elektronik yang dapat dioperasikan secara otomatis melalui sistem.

Penerapan penggabungan sensor ini semakin banyak digunakan dalam inovasi sistem kunci pintu pintar berbasis IoT. Misalnya, peneliti sebelumnya telah berhasil menciptakan sistem keamanan dengan memanfaatkan sensor PIR dan kunci solenoid yang terhubung dengan pemberitahuan IoT, tetapi sistem

yang ada sekarang lebih menitikberatkan pada kontrol akses (memberikan izin masuk) atau hanya sebatas menyampaikan notifikasi pasif kepada *smartphone* pemilik [10]. Riset yang merancang sistem dengan "tindakan aktif" saat terjadi penyusupan masih sangat terbatas.

Kebaruan dari penelitian ini adalah menciptakan sistem yang tidak hanya mampu mendeteksi dan melaporkan, namun juga beraksi secara proaktif. Ide yang diusulkan adalah suatu sistem keamanan yang aktif saat di luar jam kerja, di mana ketika sensor PIR mendeteksi aktivitas mencurigakan di dalam ruangan, sistem akan meluncurkan tiga respons bersamaan: pertama, secara otomatis mengunci solenoid untuk memperlambat atau menahan pelaku di dalam; kedua, menghidupkan alarm di ruang penyimpanan perkakas untuk menciptakan efek kepanikan, dan ketiga, mengaktifkan alarm di pos keamanan sebagai sinyal darurat secara *real-time* agar petugas dapat segera bertindak.

Urgensi dari studi ini muncul dari adanya tuntutan untuk memiliki sistem keamanan yang bersifat preventif dan responsif, bukan lagi reaktif. Sistem yang biasa ada hanya memungkinkan penanganan masalah setelah pencurian terjadi. Sistem yang diusulkan di sini dirancang untuk menghindari kerugian fisik dengan memberikan respons yang cepat dan berlapis. Integrasi alarm ganda, yang berada di lokasi penyimpanan perkakas dan pos keamanan, memastikan bahwa setiap indikasi intrusi dapat segera ditangani oleh petugas keamanan sehingga meningkatkan efektivitas pengamanan secara signifikan.

Dengan latar belakang permasalahan tersebut, penelitian ini mengambil judul "Rancang Bangun Sistem Penguncian Otomatis Berbasis PIR (*Passive Infrared Receiver*) Untuk Keamanan Ruang Penyimpanan Perkakas". Tujuan utamanya adalah untuk mendesain dan membangun sebuah sistem keamanan cerdas yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi gerakan mencurigakan di luar jam kerja, sekaligus mengunci pintu secara otomatis dan mengaktifkan alarm ganda di ruang penyimpanan perkakas dan pos keamanan guna respons yang cepat dan efektif.

1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membangun sistem keamanan ruang penyimpanan perkakas berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR), *solenoid door lock*, *buzzer*, ESP32, serta aplikasi Telegram?
2. Bagaimana kinerja sistem dalam mendeteksi adanya pergerakan di area ruang penyimpanan perkakas dan memberikan respons secara otomatis melalui aktivasi alarm, penguncian pintu, serta pengiriman notifikasi kepada petugas keamanan?
3. Bagaimana pengaruh jarak terhadap kinerja komunikasi data menggunakan metode ESP-NOW dalam sistem keamanan ruang penyimpanan perkakas?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun sistem keamanan ruang penyimpanan perkakas berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan sensor PIR, *solenoid door lock*, *buzzer*, modul RTC DS3231, komunikasi ESP-NOW, dan aplikasi Telegram.
2. Mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi pergerakan dan menjalankan respons secara otomatis melalui penguncian pintu, aktivasi alarm, pengiriman data ke pos satpam, dan pengiriman notifikasi melalui Telegram.
3. Menganalisis pengaruh jarak terhadap kinerja komunikasi data menggunakan metode ESP-NOW antara perangkat di ruang penyimpanan perkakas dan perangkat di pos satpam.

1.4. Batasan Masalah

1. Objek studi kasus adalah sistem keamanan untuk ruang penyimpanan perkakas.
2. Sensor utama yang digunakan untuk deteksi adalah sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR) yang mendeteksi gerakan berdasarkan pancaran panas tubuh manusia.
3. Aktuator utama yang digunakan adalah *solenoid door lock* sebagai kunci pintu elektronik.
4. Sistem dirancang untuk memberikan respons aktif di luar jam kerja.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Berkontribusi pada kemajuan konsep sistem keamanan yang berbasis *Internet of Things* (IoT) serta otomatisasi di dunia pendidikan, khususnya dalam bidang Teknik Elektro.
2. Menjadi sumber rujukan akademis dan teknis untuk eksplorasi lebih lanjut yang berkaitan dengan pengembangan sistem keamanan aktif yang menggabungkan sensor PIR dan *solenoid door lock*.
3. Menjadi versi awal bagi pengembangan sistem keamanan cerdas yang lebih rumit, seperti integrasi dengan kamera pengawas atau aplikasi di ponsel.
4. Mengoptimalkan efektivitas pengawasan keamanan ruangan yang tidak sepenuhnya bergantung pada keberadaan manusia, dengan tujuan mengurangi potensi kerugian akibat pencurian atau kelalaian.