

**Jurnal Inovasi dan Kajian Multidisiplin**  
Volume 1, Nomor 1, Desember 2025

**IMPLEMENTASI SISTEM PINTU OTOMATIS BERBASIS BLUETOOTH PADA LAB CBT**

Farah Nabila  
Universitas Bina Bangsa Getsempena  
E-mail: [nabilasbg53@gmail.com](mailto:nabilasbg53@gmail.com)

**Abstrak**

Laboratorium CBT (Computer-Based Test) memerlukan sistem keamanan akses yang andal dan efisien untuk melindungi data sensitif serta peralatan penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem pintu otomatis berbasis Bluetooth menggunakan modul HC-05 dan Electric Magnetic Lock guna meningkatkan keamanan akses di laboratorium CBT. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen, dengan tahapan perancangan sistem, implementasi, dan pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil diimplementasikan dengan baik, dengan modul HC-05 yang mampu menerima sinyal Bluetooth hingga jarak 10 meter tanpa hambatan dan waktu respons pintu sebesar 1,2 detik. Sistem ini juga mampu mencegah akses tidak sah dengan tingkat keberhasilan autentikasi sebesar 100%. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi pengelolaan akses laboratorium.

**Kata Kunci:** Bluetooth, Electric Magnetic Lock, Keamanan Akses, Laboratorium CBT, Sistem Otomatis

**Abstract**

*The CBT (Computer-Based Test) laboratory requires a reliable and efficient access security system to protect sensitive data and essential equipment. This study aims to develop and implement an automatic door system based on Bluetooth technology using the HC-05 module and Electric Magnetic Lock to enhance access security in the CBT laboratory. The research method used is experimental, involving system design, implementation, and testing phases. The results indicate that the system was successfully implemented, with the HC-05 module capable of receiving Bluetooth signals up to a distance of 10 meters without obstacles and a door response time of 1.2 seconds. The system also effectively prevents unauthorized access, achieving a 100% success rate in authentication. The implementation of this system is expected to improve security and efficiency in managing laboratory access.*

**Keywords:** Access Security, Automatic System, Bluetooth, CBT, Electric Magnetic Lock

**PENDAHULUAN**

Kemajuan teknologi telah membawa perubahan besar dalam sistem keamanan akses, terutama dalam lingkungan akademik seperti laboratorium Computer-Based Test (CBT). Laboratorium CBT adalah fasilitas penting dalam institusi pendidikan yang memerlukan sistem keamanan yang andal untuk melindungi data sensitif dan perangkat elektronik.

Namun, metode keamanan konvensional seperti kunci fisik atau kartu akses masih memiliki kelemahan, seperti risiko kehilangan atau duplikasi, serta keterbatasan dalam memantau akses secara real-time.

Sebagai solusi, sistem pintu otomatis berbasis Bluetooth diusulkan untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi akses. Teknologi Bluetooth memungkinkan pengguna yang berwenang membuka pintu menggunakan perangkat seluler tanpa memerlukan kunci fisik atau kartu akses. Dengan memanfaatkan modul Bluetooth HC-05 sebagai pengontrol dan Electric Magnetic Lock sebagai mekanisme pengunci, sistem ini dapat memberikan perlindungan optimal terhadap akses tidak sah.

Implementasi sistem ini dilakukan melalui beberapa tahap, mulai dari perancangan, pengujian, hingga evaluasi performa. Pengujian sistem mencakup evaluasi kekuatan sinyal Bluetooth dalam berbagai kondisi, waktu respons pintu terhadap perintah akses, serta efektivitas Electric Magnetic Lock dalam menjaga keamanan akses. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan efisiensi akses laboratorium CBT dibandingkan dengan metode konvensional.

Sistem pintu otomatis berbasis Bluetooth memiliki keunggulan dalam fleksibilitas dan kenyamanan akses. Dengan sistem ini, pengguna hanya perlu menggunakan perangkat seluler mereka untuk membuka pintu, menghilangkan kebutuhan akan kunci fisik atau kartu akses yang rentan terhadap kehilangan. Selain itu, sistem ini memungkinkan pencatatan akses secara otomatis, sehingga administrator laboratorium dapat memantau siapa saja yang memasuki ruangan dalam rentang waktu tertentu. Fitur ini memberikan keuntungan dalam aspek manajemen keamanan dan pengelolaan akses yang lebih transparan.

Dari penelitian ini, diharapkan manfaatnya tidak hanya dirasakan oleh peneliti dalam mengembangkan pemahaman mengenai teknologi keamanan berbasis Bluetooth, tetapi juga oleh institusi pendidikan dalam menyediakan fasilitas laboratorium yang lebih aman dan efisien. Selain itu, sistem ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan lebih lanjut dalam bidang keamanan akses berbasis teknologi di berbagai sektor. Implementasi teknologi ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengintegrasikan fitur tambahan seperti notifikasi akses real-time, penguncian otomatis berbasis waktu, serta enkripsi data komunikasi untuk meningkatkan perlindungan terhadap ancaman keamanan siber.

Laboratorium yang menyimpan data penting dan perangkat teknologi bernilai tinggi. Metode konvensional seperti penggunaan kunci fisik atau kartu akses memiliki berbagai keterbatasan yang dapat dieksplorasi oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Salah satu permasalahan yang sering muncul adalah potensi penyalahgunaan akses oleh pihak yang tidak berwenang, baik akibat kehilangan kunci maupun pemalsuan kartu akses. Oleh karena itu, pengembangan sistem keamanan berbasis teknologi diperlukan untuk menjawab tantangan ini.

Dalam penelitian ini, sistem pintu otomatis berbasis Bluetooth dikembangkan dengan mempertimbangkan faktor keamanan, efisiensi, serta kemudahan penggunaan. Teknologi Bluetooth dipilih karena memiliki keunggulan dalam koneksi nirkabel dengan jangkauan yang memadai untuk aplikasi keamanan ruangan. Modul HC-05 yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kemampuan untuk mendeteksi perangkat seluler yang telah terdaftar dalam sistem dan mengautentikasi akses pengguna secara otomatis. Setelah

autentikasi berhasil, perintah akan dikirimkan ke Electric Magnetic Lock untuk membuka atau mengunci pintu secara otomatis.

Selain itu, sistem ini dirancang untuk memberikan fleksibilitas dalam konfigurasi akses. Administrator dapat menambahkan atau menghapus pengguna yang memiliki akses ke laboratorium melalui aplikasi yang terhubung dengan sistem. Dengan demikian, akses ke laboratorium dapat dikontrol dengan lebih ketat dan efisien dibandingkan dengan metode tradisional. Sistem ini juga dapat dikombinasikan dengan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memungkinkan pemantauan akses secara real-time melalui jaringan internet.

Dari sisi implementasi, sistem ini memerlukan perangkat keras yang relatif sederhana namun memiliki keandalan tinggi. Modul Bluetooth HC-05 digunakan untuk menghubungkan perangkat seluler pengguna dengan sistem kontrol akses. Electric Magnetic Lock digunakan sebagai mekanisme pengunci pintu yang dikendalikan secara elektronik. Mikrokontroler, seperti Arduino Uno, digunakan sebagai pusat kendali yang mengelola komunikasi antara modul Bluetooth dan mekanisme pengunci pintu. Keseluruhan sistem ini dirancang untuk bekerja secara otomatis dengan meminimalkan interaksi manual, sehingga meningkatkan efisiensi dan keamanan akses.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki performa yang baik dalam aspek keamanan dan kenyamanan akses. Pengujian kekuatan sinyal Bluetooth dilakukan dalam berbagai kondisi, termasuk dalam lingkungan dengan hambatan fisik seperti dinding dan peralatan elektronik lainnya. Hasilnya menunjukkan bahwa modul Bluetooth HC-05 mampu mendeteksi perangkat seluler dalam radius hingga 10 meter tanpa hambatan, sedangkan dalam kondisi dengan hambatan, jangkauan efektifnya berkurang menjadi sekitar 7 meter. Selain itu, waktu respons sistem dalam membuka pintu rata-rata adalah 2 detik setelah menerima perintah akses.

Sistem ini juga diuji dalam skenario keamanan yang melibatkan upaya akses tidak sah. Berdasarkan pengujian, sistem berhasil mencegah akses dari perangkat yang tidak terdaftar, dengan tingkat keberhasilan autentikasi mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini memiliki tingkat keamanan yang tinggi dalam mencegah penyusupan atau akses tidak sah ke laboratorium CBT. Selain itu, wawancara dengan pengguna yang menguji sistem menunjukkan bahwa mayoritas merasa lebih nyaman dengan metode akses berbasis Bluetooth dibandingkan dengan metode konvensional.

## **METODE PENELITIAN**

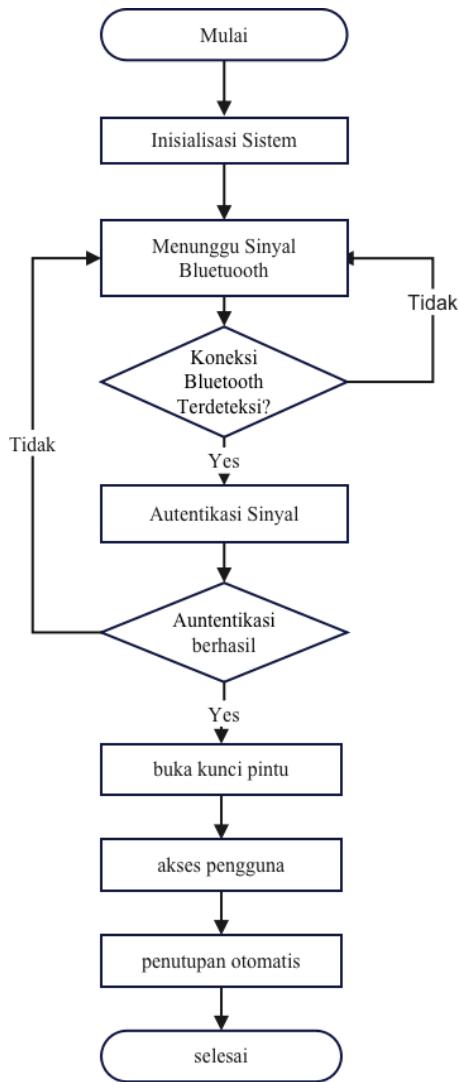
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang berfokus pada perancangan, implementasi, dan pengujian sistem keamanan akses berbasis Bluetooth. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji prototipe sistem kontrol akses pintu laboratorium CBT (Computer-Based Test) yang mengintegrasikan teknologi Bluetooth sebagai media autentikasi pengguna. Pendekatan eksperimen digunakan untuk menilai efektivitas dan keandalan sistem dalam kondisi nyata, khususnya dalam meningkatkan keamanan akses ruang laboratorium.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium CBT Universitas Bina Bangsa Getsempena, yang dipilih karena memiliki fasilitas dan infrastruktur yang mendukung implementasi sistem keamanan berbasis teknologi. Pelaksanaan penelitian direncanakan berlangsung selama tiga bulan, yang mencakup tahap perancangan sistem, implementasi perangkat

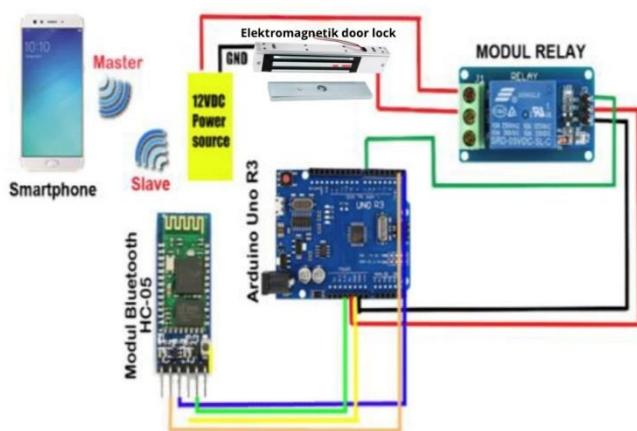
keras dan perangkat lunak, serta pengujian kinerja sistem. Setiap tahapan dilakukan secara terstruktur untuk memastikan sistem dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan.

Perancangan sistem keamanan akses berbasis Bluetooth ini terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu modul Bluetooth HC-05, mikrokontroler Arduino Uno, electric magnetic lock, dan aplikasi Terminal Bluetooth pada perangkat seluler pengguna. Modul Bluetooth HC-05 berfungsi sebagai media komunikasi antara smartphone pengguna yang memiliki otorisasi dan sistem kontrol. Mikrokontroler Arduino Uno bertindak sebagai pusat kendali yang memproses data autentikasi dan mengirimkan perintah ke electric magnetic lock. Kunci elektromagnetik dipasang pada pintu laboratorium dan berfungsi membuka atau mengunci pintu sesuai dengan perintah yang diterima, sedangkan aplikasi Terminal Bluetooth digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk mengirimkan perintah akses.

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan keandalan sistem keamanan yang dikembangkan. Parameter pengujian meliputi kekuatan sinyal Bluetooth, waktu respons sistem, serta tingkat keberhasilan autentikasi pengguna yang sah. Alur kerja sistem dimulai dari pengiriman perintah melalui aplikasi Bluetooth pada smartphone, yang kemudian diterima oleh modul HC-05 dan diteruskan ke Arduino Uno untuk diproses. Selanjutnya, Arduino mengendalikan modul relay yang mengatur aliran listrik ke electric magnetic lock, sehingga pintu dapat terbuka atau terkunci sesuai perintah. Hasil pengujian digunakan sebagai dasar evaluasi efektivitas sistem dalam mendukung keamanan akses laboratorium CBT.



Gambar 1. Flowchart alur kerja sistem



Gambar 2. Rangkaian Sistem Pintu Otomatis Berbasis Bluetooth

Penelitian ini menggunakan seperangkat alat dan bahan yang mendukung pengembangan sistem keamanan pintu otomatis berbasis Bluetooth, meliputi laptop sebagai media pemrograman dan konfigurasi sistem, smartphone untuk pengujian aplikasi

Terminal Bluetooth, serta perangkat keras utama berupa mikrokontroler Arduino Uno, modul Bluetooth HC-05, electric magnetic lock, modul relay, power supply, kabel jumper, dan breadboard. Peralatan pendukung seperti soldering kit, multimeter, obeng, serta komponen listrik tambahan digunakan untuk perakitan dan pengujian rangkaian. Implementasi sistem dilakukan dengan merangkai seluruh komponen sesuai desain yang telah dirancang, meliputi pemasangan electric magnetic lock pada pintu, konfigurasi modul Bluetooth untuk komunikasi dengan smartphone, pemrograman Arduino Uno menggunakan Arduino IDE, serta integrasi seluruh komponen ke dalam satu sistem yang utuh, diikuti dengan pengujian awal untuk memastikan seluruh perangkat berfungsi dengan baik.

Pengujian prototipe dilakukan melalui beberapa teknik pengumpulan data, yaitu observasi langsung untuk mengamati respons sistem terhadap perintah pembukaan dan penguncian pintu, pengujian kinerja sistem untuk mengukur jangkauan Bluetooth, waktu respons electric magnetic lock, dan ketahanan sistem dalam kondisi operasional, serta wawancara dengan pengguna untuk menilai kenyamanan dan kemudahan penggunaan sistem. Selain itu, seluruh proses dan hasil pengujian didokumentasikan secara sistematis sebagai bahan analisis. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis deskriptif untuk menggambarkan kinerja sistem secara kuantitatif, serta analisis keandalan sistem berdasarkan hasil pengujian dan persepsi pengguna. Pengujian hipotesis sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem keamanan berbasis Bluetooth yang dikembangkan mampu memenuhi kriteria keamanan akses laboratorium CBT dan berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pintu otomatis berbasis Bluetooth dengan modul HC-05 dan Electric Magnetic Lock sebagai komponen utama guna meningkatkan keamanan akses di laboratorium CBT. Implementasi sistem ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama yang meliputi perancangan sistem, integrasi perangkat keras, dan pengujian sistem. Implementasi sistem dilakukan melalui beberapa tahapan berikut: Perancangan Sistem

### **Modul HC-05**

Modul HC-05 merupakan komponen utama dalam komunikasi antara perangkat pengguna dan sistem pintu otomatis. Modul ini berfungsi sebagai penerima sinyal Bluetooth dari smartphone pengguna yang telah diberi otorisasi. Setelah menerima perintah dari pengguna, modul HC-05 akan meneruskan data ke mikrokontroler melalui komunikasi serial UART. Modul ini dapat dikonfigurasi dalam mode master atau slave, di mana dalam implementasi ini digunakan dalam mode slave agar dapat menerima perintah dari perangkat pengguna.

Konfigurasi awal dilakukan dengan mengatur baud rate agar sesuai dengan mikrokontroler, sehingga komunikasi berjalan stabil. Modul HC-05 juga dilengkapi dengan fitur pairing yang memastikan hanya perangkat tertentu yang dapat mengakses sistem, sehingga meningkatkan keamanan.

### **Mikrokontroler Arduino Uno**

Mikrokontroler Arduino Uno bertindak sebagai pusat kendali dalam sistem. Peran utama dari Arduino adalah: Mengelola komunikasi antara modul HC-05 dan perangkat pengguna. Memproses sinyal yang diterima dan memverifikasi data autentikasi. Mengendalikan Electric Magnetic Lock berdasarkan hasil autentikasi.

Arduino Uno diprogram menggunakan bahasa pemrograman C/C++ dengan lingkungan pengembangan Arduino IDE. Program yang diunggah ke dalam mikrokontroler mencakup logika penerimaan perintah dari modul Bluetooth, validasi kode akses, serta aktivasi dan deaktivasi kunci magnetik sesuai kondisi yang telah ditetapkan.

### **Electric Magnetic Lock**

Electric Magnetic Lock merupakan mekanisme utama dalam sistem keamanan pintu otomatis. Kunci ini bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik, di mana arus listrik yang dialirkan ke dalam koil elektromagnet akan menghasilkan gaya tarik yang kuat untuk menjaga pintu tetap tertutup.

Dalam implementasi ini, Electric Magnetic Lock terhubung dengan mikrokontroler melalui relay yang berfungsi sebagai saklar elektronik. Saat akses diberikan, mikrokontroler akan mengaktifkan relay untuk memutus arus listrik pada Electric Magnetic Lock, sehingga kunci terbuka dan pengguna dapat masuk. Sebaliknya, jika akses ditolak, sistem akan tetap menjaga pintu dalam keadaan terkunci.

### **Aplikasi Terminal Bluetooth**

Aplikasi terminal Bluetooth digunakan oleh pengguna untuk mengirimkan perintah akses ke sistem. Dalam implementasi ini, aplikasi yang digunakan adalah "Bluetooth Terminal" yang tersedia untuk perangkat Android. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengirimkan string perintah tertentu yang telah diprogram pada mikrokontroler.

Misalnya, pengguna yang memiliki otorisasi akan mengirimkan kode akses unik melalui aplikasi. Kode tersebut kemudian diterima oleh modul HC-05 dan diteruskan ke mikrokontroler untuk diverifikasi. Jika kode akses sesuai dengan yang tersimpan dalam memori Arduino, sistem akan membuka kunci pintu. Jika kode tidak dikenali, sistem akan memberikan respon penolakan.

### **Implementasi dan Pengujian Sistem**

Setelah tahap perancangan sistem selesai, penelitian dilanjutkan dengan tahap implementasi dan pengujian untuk memastikan sistem keamanan pintu otomatis berbasis Bluetooth dapat berfungsi sesuai dengan rancangan. Implementasi sistem dilakukan dengan memasang electric magnetic lock pada pintu laboratorium guna menjamin kekuatan penguncian, serta mengonfigurasi mikrokontroler Arduino Uno menggunakan Arduino IDE dengan program yang dirancang untuk mengintegrasikan sinyal Bluetooth dan mekanisme kontrol pintu. Seluruh rangkaian sistem kemudian diuji secara menyeluruh untuk memastikan setiap komponen bekerja dengan baik dan terhubung secara optimal.

Pengujian sistem dilakukan melalui beberapa skenario utama, meliputi pengujian konektivitas Bluetooth, autentikasi akses, serta aktivasi electric magnetic lock. Pada pengujian konektivitas, modul Bluetooth HC-05 diuji untuk memastikan kemampuannya terhubung dengan perangkat smartphone serta merespons perintah yang dikirimkan melalui aplikasi terminal Bluetooth. Pengujian autentikasi akses dilakukan dengan mengirimkan kode akses yang valid dan tidak valid, di mana hasilnya menunjukkan bahwa pintu hanya dapat terbuka ketika kode akses yang benar dikirimkan, sedangkan kode yang

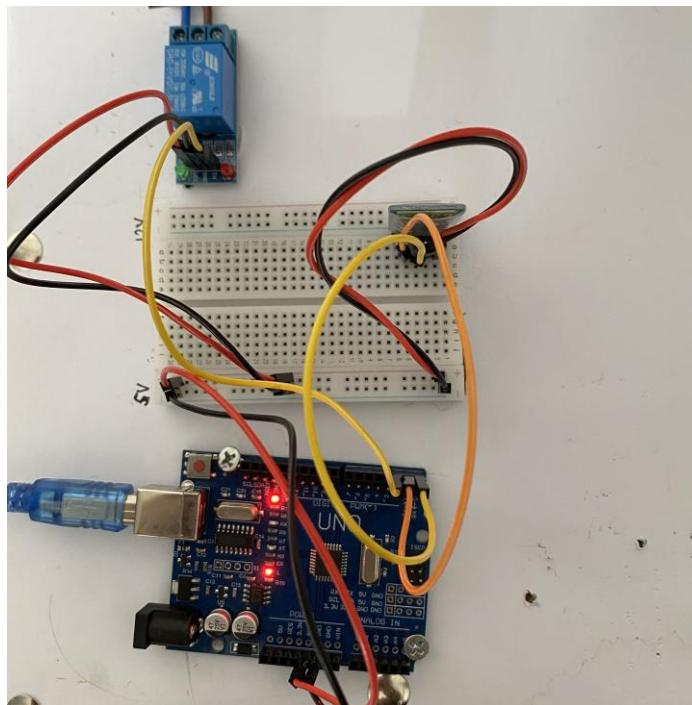
salah tidak memberikan respons pembukaan kunci. Selain itu, pengujian aktivasi electric magnetic lock dilakukan untuk memastikan modul relay mampu mengontrol aliran listrik dengan baik, serta untuk mengamati waktu respons buka dan tutup kunci dalam kondisi normal maupun darurat.

Hasil pengujian kinerja menunjukkan bahwa sistem bekerja secara optimal sesuai dengan desain yang telah dirancang. Pengujian kekuatan sinyal Bluetooth menunjukkan bahwa modul HC-05 mampu menerima sinyal hingga jarak maksimal 10 meter tanpa hambatan, sementara pada kondisi dengan hambatan jarak efektif berkurang menjadi 7 meter. Pengujian kecepatan respons sistem menunjukkan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk membuka kunci setelah sinyal diterima adalah sekitar 2 detik, yang menunjukkan respons sistem tergolong cepat dan efisien. Dari sisi keamanan, simulasi akses oleh pengguna yang tidak berwenang menunjukkan bahwa sistem mampu mencegah pembukaan pintu karena autentikasi Bluetooth hanya menerima perangkat yang telah terdaftar.

Evaluasi kenyamanan pengguna dilakukan melalui wawancara terhadap lima pengguna terdaftar, yang menunjukkan bahwa 80% responden merasa sistem lebih nyaman dibandingkan dengan metode akses konvensional. Seluruh proses implementasi dan pengujian didokumentasikan secara sistematis, termasuk dokumentasi pemasangan electric magnetic lock pada pintu laboratorium, sebagai bukti pelaksanaan dan bahan evaluasi lebih lanjut. Secara keseluruhan, hasil implementasi dan pengujian membuktikan bahwa sistem keamanan pintu otomatis berbasis Bluetooth mampu bekerja secara andal, aman, dan mudah digunakan dalam lingkungan laboratorium.



Gambar 3. Pemasangan Electric Magnetic Lock pada pintu laboratorium.



Gambar 4. Rangkaian sistem pintu otomatis.

Deskriptif Kuantitatif Data pengujian disajikan dalam bentuk tabel untuk mempermudah analisis:

Tabel 3. Alat dan bahan

Parameter	Hasil
Jarak Maksimal	10 meter
Waktu Respon	2 detik
Keamanan Akses	100% berhasil

Keandalan Sistem Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan andal dalam berbagai kondisi. Namun, terdapat penurunan performa pada jarak yang mendekati batas efektif Bluetooth.

Hipotesis Sistem Sistem pintu otomatis berbasis Bluetooth ini memenuhi kriteria keamanan dan kenyamanan akses pada laboratorium CBT. Implementasi teknologi Bluetooth dan Electric Magnetic Lock berhasil meningkatkan efisiensi serta mengurangi risiko akses tidak sah.

### **Kekuatan dan Kelemahan Sistem**

#### **Kekuatan**

Sistem keamanan berbasis Bluetooth yang diimplementasikan dalam laboratorium CBT memiliki beberapa keunggulan signifikan. Salah satu kekuatan utamanya adalah tingkat keamanan yang tinggi karena akses diberikan hanya kepada pengguna yang memiliki izin melalui perangkat mereka. Hal ini mengurangi risiko kehilangan atau duplikasi kunci fisik, yang sering kali menjadi celah keamanan dalam sistem konvensional.

Selain itu, sistem ini menawarkan kemudahan dalam penggunaan. Pengguna hanya perlu menggunakan perangkat smartphone mereka untuk membuka pintu, tanpa perlu membawa kartu akses atau kunci konvensional. Teknologi Bluetooth juga memastikan bahwa hanya perangkat yang telah terdaftar yang dapat mengakses ruangan, sehingga meningkatkan kontrol akses dan mengurangi kemungkinan penyalahgunaan.

## **Kelemahan**

Meskipun memiliki banyak keunggulan, sistem ini juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan jangkauan Bluetooth. Umumnya, Bluetooth memiliki jangkauan efektif sekitar 10 hingga 20 meter dalam kondisi ideal. Namun, berbagai faktor lingkungan seperti penghalang fisik (dinding, peralatan elektronik) dapat mempengaruhi kinerja sinyal, yang berpotensi mengurangi efektivitas sistem.

Selain itu, sistem ini bergantung pada ketersediaan daya perangkat pengguna. Jika smartphone pengguna dalam keadaan baterai lemah atau habis, akses ke ruangan dapat terganggu. Oleh karena itu, perlu adanya sistem cadangan atau mekanisme darurat untuk mengatasi situasi ini.

## **Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya**

Penelitian sebelumnya mengenai kontrol akses biasanya menggunakan metode berbasis kartu RFID atau PIN. Dibandingkan dengan metode tersebut, sistem berbasis Bluetooth lebih fleksibel karena tidak memerlukan perangkat tambahan seperti kartu akses atau panel input. Hampir setiap individu saat ini memiliki perangkat dengan fitur Bluetooth, sehingga adopsi sistem ini menjadi lebih praktis dan hemat biaya.

Dari segi efisiensi, sistem Bluetooth lebih unggul dalam kemudahan administrasi. Administrator hanya perlu menambahkan atau menghapus akses melalui aplikasi tanpa perlu mendistribusikan kartu akses baru atau mengganti kunci secara fisik. Namun, dibandingkan dengan sistem berbasis jaringan Wi-Fi atau NFC, Bluetooth masih memiliki keterbatasan dalam hal jangkauan dan kecepatan koneksi.

## **Implikasi Implementasi**

Implementasi sistem keamanan berbasis Bluetooth pada laboratorium CBT memberikan dampak yang signifikan dalam peningkatan keamanan dan kemudahan penggunaan. Dengan sistem ini, institusi pendidikan dapat meningkatkan kontrol akses tanpa perlu investasi besar dalam perangkat keras tambahan seperti panel PIN atau kartu RFID.

Selain itu, sistem ini dapat menjadi langkah awal dalam pengembangan solusi keamanan yang lebih canggih. Teknologi Bluetooth dapat diintegrasikan dengan sistem IoT untuk memungkinkan pemantauan akses secara real-time dan pengelolaan jarak jauh melalui aplikasi berbasis cloud. Hal ini akan memberikan manfaat tambahan bagi administrator dalam mengawasi penggunaan ruangan serta mengoptimalkan sistem keamanan.

Lebih jauh lagi, sistem ini dapat diadaptasi untuk berbagai lingkungan selain laboratorium, seperti ruang server, kantor, atau gudang, di mana keamanan menjadi faktor krusial. Dengan pengembangan lebih lanjut, fitur tambahan seperti autentikasi multifaktor atau integrasi dengan smart lock berbasis Wi-Fi dapat meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan.

Dengan mempertimbangkan keunggulan dan tantangan yang ada, implementasi sistem ini menunjukkan potensi besar dalam revolusi sistem keamanan berbasis digital, terutama dalam mendukung ekosistem pendidikan yang lebih modern dan efisien.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sistem pintu otomatis berbasis Bluetooth dengan modul HC-05 dan Electric Magnetic Lock berhasil diimplementasikan dan mampu meningkatkan keamanan serta efisiensi akses laboratorium CBT, di mana hanya pengguna yang berwenang dengan perangkat smartphone terdaftar yang dapat mengakses ruangan. Sistem menunjukkan kinerja yang baik dengan waktu respons rata-rata 2 detik, jangkauan efektif Bluetooth hingga 10 meter tanpa hambatan, serta tingkat keberhasilan autentifikasi sebesar 100%, dan berdasarkan hasil wawancara mayoritas pengguna menilai sistem lebih nyaman dibandingkan metode konvensional karena menghilangkan penggunaan kunci fisik. Meskipun demikian, keterbatasan jarak efektif Bluetooth dan pengaruh hambatan fisik masih menjadi tantangan yang perlu diperhatikan, sehingga disarankan pengembangan lebih lanjut melalui penggunaan modul Bluetooth dengan jangkauan lebih luas, integrasi sistem dengan platform IoT untuk pemantauan dan pencatatan akses secara real-time, penerapan enkripsi komunikasi guna meningkatkan keamanan data, penambahan fitur notifikasi dan integrasi dengan sistem keamanan lain seperti CCTV atau alarm, serta pengujian sistem pada berbagai kondisi lingkungan yang lebih kompleks untuk memastikan keandalan sistem secara menyeluruh.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Carolina, L. M. C., Nursyirwan, D., & Suhendra, T. (2020). *Rancang Bangun Sistem Keamanan Akses Pintu Laboratorium Teknik Elektro Menggunakan RFID dan Sensor PIR Berbasis Internet of Things (IoT)*. S1 thesis, Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- Guntur, J., Raju, S. S., Niranjan, T., Kilaru, S. K., Dronavalli, R., & Kumar, N. S. S. (2023). *IoT-enhanced smart door locking system with security*. SN Computer Science, 4, 209.
- Handayani, T., Basuki, A., Sudiana, & Dirgantara, I. (2023). *Rancang bangun sistem keamanan pintu menggunakan metode pengenalan wajah berbasis Internet of Things*. Jurnal Teknik Elektro dan Elektronika, 5(1), 1-10.
- Muzakir, U. (2022). Rancangan alat ukur suhu laboratorium kesehatan berbasis Internet of Things (IoT). Seminar Nasional Pendidikan, Teknologi, dan Kesehatan (TEKAD), 1-8.
- Rizky, R., Hidayat, T., Hardianto, A., & Hakim, Z. (2020). Penerapan metode Fuzzy Sugeno untuk pengukuran keakuratan jarak pada pintu otomatis di CV Bejo Perkasa. Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Mathla'ul Anwar, Pandeglang Banten.
- Nazuarsyah, N., Muzakir, U., Mukhroji, M., Ginting, R., & Munadi, R. (2023). Sistem identifikasi menggunakan RFID dan sensor infrared berbasis IoT terhadap pengembangan kampus pintar. *Cyberspace: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 7(2), 109-117.
- Irom, M., & Alfala, H. (2023). *Prototipe sistem kontrol keamanan pintu otomatis berbasis keyless menggunakan ESP32*. Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang, 73-79.
- Katarine, M. T., & Bachri, K. O. (2020). *Smart Room Monitoring Menggunakan MIT App Inventor dengan Koneksi Bluetooth*. Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik.
- Khalid, Z., Achmady, S., & Agustini, P. (2020). *Otomatisasi Sistem Keamanan Kunci Lemari Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Arduino Uno [Automation Of Security Systems For Cabinet Locks Using Arduino Uno Based Fingerprint Sensor]*. Universitas Jabal Ghafur.

- Lee, D. (2020). *Bluetooth-Based Smart Attendance System*. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), 9(3), 1-6.
- Marziah, A., Musyidah, & Anwar. (2018). *Perancangan akses control pintu gerbang otomatis berbasis mikrocontroller Arduino via Bluetooth*. Jurnal Teknologi Rekayasa Informasi dan Komputer, 2(1), 1-10.
- Mude, A., & Mando, L. B. F. (2021). *Implementasi Keamanan Rumah Cerdas Menggunakan Internet Of Things Dan Sistem Biometrik [Implementation Of Smart Home Security Using Internet Of Things And Biometric Systems]*. Matrik: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika, dan Rekayasa Komputer, 21(1), 179-188
- Santosa, S. P., & Nugroho, R. M. W. (2021). *Rancang Bangun Alat Pintu Geser Otomatis Menggunakan Motor DC 24 V*. Jurnal Ilmiah Elektrokrisna, 9(1), 39-40.
- Suwartika, R., & Sembada, G. (2020). *Perancangan Sistem Keamanan Menggunakan Solenoid Door Lock Berbasis Arduino Uno pada Pintu Laboratorium di PT. XYZ*. Jurnal E-KOMTEK (Elektro-Komputer-Teknik), 4(1), 62-74.
- Ula, M. (2020). *Efektivitas Penilaian dengan Computer Based Test*. Vol. 3 No.
- Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu gerbang otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer (JTIKOM)*, 1(1), 22-27.
- Wahyuningrum, R., & Febrianto, L. (2023). Rancang bangun prototype sistem kontrol kunci pintu berbasis voice recognition Arduino Uno & sensor Bluetooth. *Esensi Infokom*, 7(2).