

Smart Door Handle Berbasis Internet of Things (IoT) dengan Sensor Touch Kapasitif dan Algoritma Fuzzy Logic

Internet of Things (IoT)-Based Smart Door Handle with Capacitive Touch Sensor and Fuzzy Logic Algorithm

Ahmad Fauzan*¹, Suriati²

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Harapan Medan

E-mail: 1fauzansrg007@gmail.com, 2suriati1908@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang untuk meningkatkan keamanan rumah melalui perangkat pintar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan Smart Door Handle berbasis IoT dengan sensor kapasitif dan desain pemasangan magnetis yang mudah dipasang pada gagang pintu. Sistem ini dilengkapi dengan model fuzzy logic yang mampu memetakan variabel sensor kapasitif, seperti amplitudo sinyal, durasi sentuhan, dan pola perubahan, menjadi keputusan tingkat ancaman secara real-time. Selain itu, perangkat diintegrasikan dengan platform notifikasi, yaitu Blynk dan Telegram, sehingga pengguna dapat menerima informasi status pintu secara langsung dan memantau keamanan meskipun berada jauh dari lokasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat dapat mendeteksi sentuhan dengan akurasi yang memadai, status keamanan diperbarui secara real-time, dan notifikasi berhasil dikirim ke pengguna. Sistem ini juga memungkinkan manajemen pengguna melalui web interface, dengan akses melalui PC/laptop menggunakan mDNS atau alamat IP, serta melalui smartphone menggunakan alamat IP. Berdasarkan pengujian, sistem ini memenuhi tujuan perancangan dalam hal monitoring, pengelolaan pengguna, dan pemberitahuan real-time.

Kata kunci: Smart Door Handle, IoT, sensor kapasitif, fuzzy logic, Blynk, Telegram.

Abstract

The development of Internet of Things (IoT) technology offers opportunities to enhance home security through smart devices. This study aims to design and implement an IoT-based Smart Door Handle using a capacitive sensor and a magnetic mounting design that can be easily installed on door handles. The system is equipped with a fuzzy logic model capable of mapping capacitive sensor variables, such as signal amplitude, touch duration, and pattern changes, into real-time threat level decisions. In addition, the device is integrated with notification platforms, namely Blynk and Telegram, allowing users to receive door status information directly and monitor security even when they are away from the location. The test results show that the device can detect touches with adequate accuracy, update security status in real-time, and successfully send notifications to users. The system also allows user management through a web interface, accessible via PC/laptop using mDNS or IP address, and

via smartphones using IP address. Based on testing, the system meets the design objectives in terms of monitoring, user management, and real-time notification.

Keywords: Smart Door Handle, IoT, capacitive sensor, fuzzy logic, Blynk, Telegram.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital yang pesat pada dekade terakhir telah mendorong hadirnya konsep *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan perangkat fisik saling terhubung, mengumpulkan, serta memproses data secara *real-time*. *IoT* tidak hanya terbatas pada industri dan kesehatan, tetapi juga berkembang pesat di bidang keamanan rumah [1]. Sistem keamanan berbasis *IoT* dinilai mampu memberikan solusi yang lebih adaptif, karena mengintegrasikan sensor cerdas, algoritma pengolahan sinyal, dan layanan *cloud* untuk mendeteksi serta merespons ancaman dengan cepat [2].

Dalam konteks keamanan rumah, pintu merupakan titik akses utama yang rawan terhadap upaya pembobolan. Teknologi kunci konvensional sering kali masih memiliki kelemahan, seperti mudah diduplikasi atau tidak dapat dipantau dari jarak jauh. Oleh karena itu, banyak penelitian terkini yang mengarah pada sistem *smart lock* dan *smart handle* dengan memanfaatkan *IoT* untuk menghadirkan kontrol akses yang lebih aman, fleksibel, serta terhubung dengan perangkat pengguna [3]. Konsep *smart door handle* dinilai menarik karena dapat menyatukan deteksi sentuhan, kontrol pintu, dan notifikasi *real-time* dalam satu perangkat minimalis.

Salah satu teknologi sensor yang berpotensi besar untuk diterapkan pada *smart door handle* adalah sensor kapasitif. Sensor ini bekerja dengan mendeteksi perubahan kapasitansi akibat adanya sentuhan atau kedekatan objek konduktif [4]. Keunggulannya antara lain sensitivitas tinggi, konsumsi daya rendah, dan fleksibilitas integrasi pada permukaan logam maupun plastik, sehingga sangat cocok untuk dipasang pada gagang pintu [5]. Namun, sensor kapasitif juga menghadapi tantangan berupa sensitivitas terhadap kelembapan, suhu, dan variasi konduktivitas kulit pengguna, sehingga rawan menghasilkan *false alarm* bila tidak diolah dengan metode cerdas [6].

Untuk mengatasi ketidakpastian sinyal sensor, salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah *Fuzzy Logic*. Algoritma ini efektif dalam memetakan data yang ambigu menjadi keputusan berbasis aturan linguistik, sehingga dapat mengurangi kesalahan deteksi dan meningkatkan keandalan sistem [7]. Banyak penelitian di bidang keamanan *IoT* telah membuktikan bahwa *Fuzzy Logic* dapat menekan tingkat kesalahan alarm tanpa mengurangi sensitivitas deteksi [8]. Integrasi sensor kapasitif dengan *fuzzy logic* diharapkan mampu menghasilkan sistem *smart door handle* yang lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan dan variasi pengguna.

Selain dari sisi perangkat keras dan algoritma, aspek konektivitas juga sangat penting dalam sistem keamanan *modern*. Integrasi *IoT* dengan *platform* notifikasi seperti *Blynk* maupun *Telegram* memungkinkan pengguna menerima peringatan

real-time ketika terdeteksi adanya percobaan akses yang mencurigakan [9]. Platform ini mendukung *event/alert configuration* sehingga setiap aktivitas pada pintu dapat langsung dilaporkan ke pemilik rumah melalui smartphone [10]. Dengan demikian, pemilik rumah tidak hanya mengetahui kondisi pintu, tetapi juga dapat melakukan tindakan cepat seperti mengaktifkan alarm atau mengunci sistem dari jarak jauh.

Meskipun menawarkan banyak keuntungan, sistem keamanan berbasis *IoT* tetap menghadapi sejumlah tantangan. Dari sisi teknis, permasalahan mencakup konsumsi daya pada perangkat berbasis baterai, gangguan sinyal akibat kondisi lingkungan, serta potensi keterlambatan notifikasi akibat masalah jaringan [11]. Dari sisi keamanan siber, sensor yang terhubung ke internet berisiko terhadap serangan seperti *spoofing* atau *eavesdropping* bila tidak dilengkapi autentikasi dan enkripsi yang kuat [12]. Oleh karena itu, desain sistem *smart door handle* harus memperhatikan *secure boot*, manajemen kunci, serta komunikasi terenkripsi sejak tahap perancangan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba mengembangkan inovasi serupa. Penelitian Mehmood [13] merancang *invisible touch sensor* yang dapat mendeteksi sentuhan pada pintu dengan konsumsi daya rendah, sementara penelitian vegas [14] menggunakan sensor inersial seperti akselerometer dan giroskop untuk mengenali pola pengguna dengan akurasi hingga 90,2%. Namun, solusi tersebut cenderung lebih kompleks dan tidak selalu sesuai untuk aplikasi yang hanya membutuhkan deteksi sederhana seperti "disentuh" atau "tidak disentuh". Oleh karena itu, penelitian ini lebih difokuskan pada penerapan sensor kapasitif yang dipadukan dengan *fuzzy logic* agar sistem tetap minimalis tetapi andal.

Selain itu, tren penggunaan *sensor fusion* juga mulai diperhatikan, di mana beberapa jenis sensor digabungkan untuk meningkatkan akurasi deteksi. Penelitian [15] menunjukkan bahwa kombinasi multi-sensor dapat menurunkan tingkat *false alarm*, sedangkan penelitian [16] berhasil mendeteksi pecah kaca dengan lebih andal melalui penggabungan akselerometer dan algoritma pengenalan pola. Meski begitu, untuk rancangan awal *smart door handle*, penggunaan sensor kapasitif sebagai basis utama sudah cukup representatif untuk mendeteksi adanya interaksi pada gagang pintu.

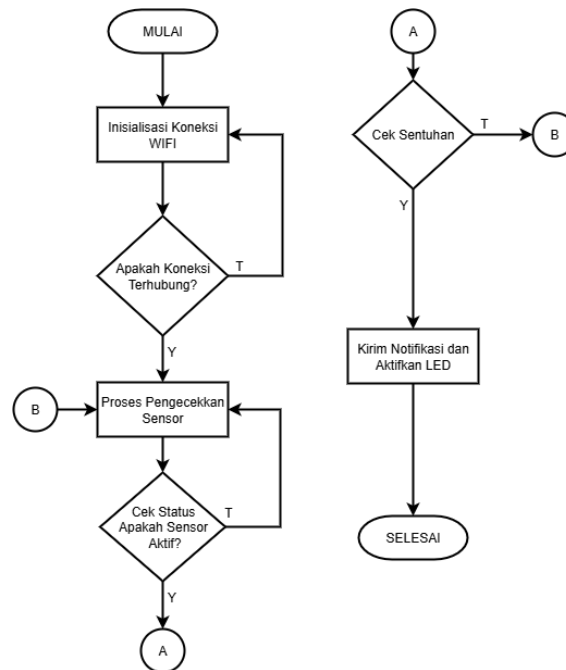
Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe *smart door handle* berbasis sensor kapasitif yang diproses dengan algoritma *fuzzy logic* serta terintegrasi dengan *platform IoT* untuk memberikan notifikasi *real-time*. Sistem ini diharapkan mampu menjadi solusi praktis yang mudah dipasang, hemat energi, dan memberikan keamanan tambahan terhadap pintu rumah. Manfaat penelitian tidak hanya bersifat akademis, yakni memperkaya kajian tentang implementasi *IoT* pada sistem keamanan fisik, tetapi juga praktis karena menawarkan alternatif teknologi keamanan rumah yang sederhana, efisien, dan dapat digunakan secara langsung oleh masyarakat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metode yang disusun untuk mencapai penyelesaian masalah sehingga sistem ini dapat dibangun dengan sempurna dan sesuai dengan kebutuhan.

2. 1 Flowchart Sistem

Flowchart berikut ini menjelaskan alur kerja *Smart Door Handle* berbasis *Internet of Things (IoT)* yang menggunakan mikrokontroler ESP32 C3 Super Mini dan sensor *touch* kapasitif sebagai detektor sentuhan pada gagang pintu. Sistem ini dapat diaktifkan maupun dinonaktifkan melalui *platform Telegram* atau *Blynk*, sehingga pengguna memiliki kendali penuh terhadap status sensor. Selain itu, perangkat dilengkapi dengan *LED* indikator sebagai penanda, serta terhubung ke jaringan internet untuk mengirimkan notifikasi secara *real-time* ke *smartphone* pengguna.



Gambar 1. Flowchart Sistem

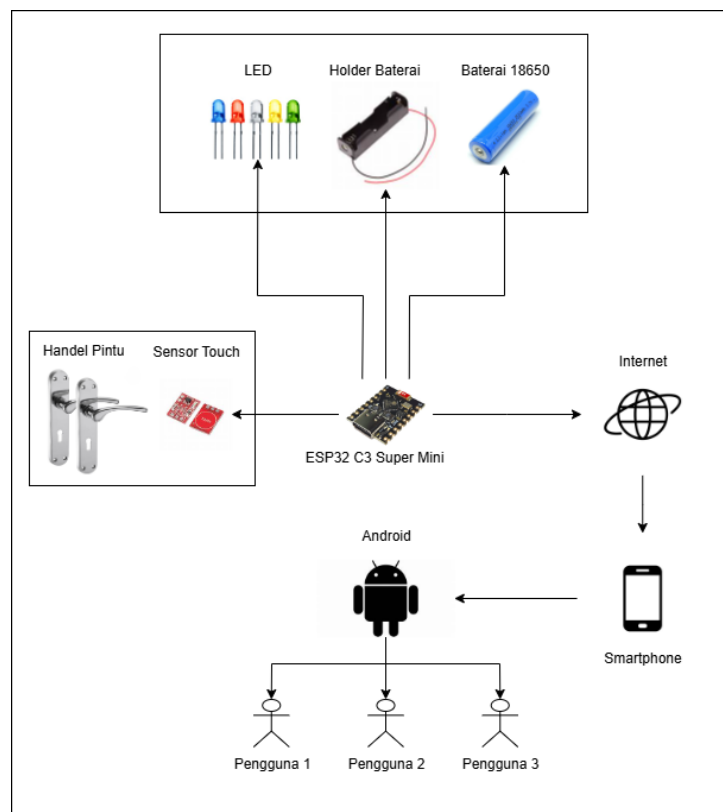
Berdasarkan flowchart pada Gambar 1, sistem *Smart Door Handle IoT* diawali dengan proses mulai, di mana mikrokontroler ESP32 C3 Super Mini dijalankan dan melakukan inisialisasi koneksi WiFi. Selanjutnya dilakukan pengecekan apakah koneksi internet berhasil. Jika koneksi tidak berhasil, maka sistem akan kembali mengulangi proses inisialisasi. Namun apabila koneksi berhasil, sistem akan melanjutkan ke tahap proses pengecekan sensor.

Pada tahap ini, sistem melakukan monitoring status sensor *touch* kapasitif. Apabila sensor dalam kondisi tidak aktif atau *dinonaktifkan* melalui *Telegram* atau

Blynk, maka meskipun gagang pintu disentuh, tidak akan ada aksi dan sistem kembali melakukan pengecekan sensor. Sebaliknya, apabila sensor dalam kondisi aktif, maka sistem akan memantau adanya perubahan data berupa sentuhan pada gagang pintu.

Jika tidak terdeteksi sentuhan, maka sistem kembali melakukan pengecekan sensor. Namun, apabila terdeteksi adanya sentuhan, sistem akan mengirimkan notifikasi ke aplikasi Telegram sebagai informasi kepada pengguna bahwa pintu telah disentuh. Setelah itu, sistem akan menyalakan *LED* indikator sebagai tanda bahwa notifikasi berhasil terkirim. Proses kemudian dianggap selesai untuk satu siklus, dan sistem siap kembali berjalan untuk siklus berikutnya.

2.2 Arsitektur Sistem



Gambar 2. Arsitektur Sistem

Pada gambar 2. terdapat beberapa komponen yang mendukung sistem bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Komponen tersebut ada yang tampak terlihat jelas dan dapat disentuh secara fisik alias nyata. Hal ini merupakan perangkat yang dibutuhkan untuk menghubungkan antara perangkat dengan pengguna.

Sedangkan komponen yang tidak dapat disentuh mendukung proses kinerja antara perangkat ke pengguna melalui jaringan Internet serta juga aplikasi pada *smartphone Android* maupun *iOS*. Dengan demikian sistem dapat berjalan dengan

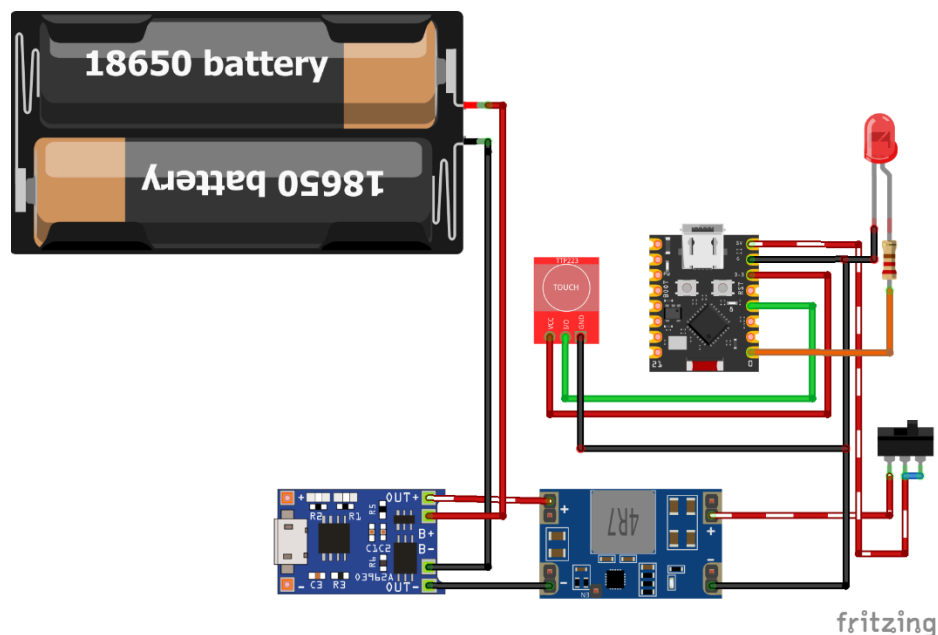
sempurna tanpa ada hambatan dan sesuai dengan prinsip yang diinginkan yaitu menggunakan *Internet of Things (IoT)*.

Prinsip kerja dari alat tersebut yang bekerja jika terdeteksi sentuhan yang berasal dari orang mencurigakan atau seseorang yang tidak dikenali maupun orang yang tidak memiliki izin akses masuk kedalam rumah. Saat pelaku tersebut mencoba membuka pintu menggunakan kunci yang dimiliki atau pun kunci yang telah dirakit. Maka sentuhan yang dilakukan nya dengan gagang pintu atau handle pintu akan membuatnya terdeteksi,

Sekaligus mengirimkan notifikasi kepada pengguna atau pemilik rumah bahwa akan ada seseorang yang ingin menerobos pintu masuk. Sensor yang digunakan adalah sensor sentuh dengan kombinasi *fuzzy logic* akan membuat akses menghidupkan dan mematikan sensor apabila pengguna tidak ingin menggunakan sensor nya maupun pengguna masih ingin keluar masuk kedalam rumah.

Hal ini dilakukan untuk pencegahan agar sistem tidak mendeteksi orang asing yang ingin masuk ke dalam rumah sehingga sistem akan membutuhkan secara berulang yang dapat menyebabkan spam notifikasi yang mengganggu. Dengan adanya fitur yang fleksibel akan memudahkan pengguna dalam menggunakan perangkat sistem menjadi lebih optimal.

2.3 Wiring Diagram



Gambar 3. Wiring Diagram

Gambar 3. menampilkan rancangan sistem berupa wiring diagram yang disusun sebagai acuan utama dalam proses perancangan perangkat keras. Diagram ini berfungsi sebagai panduan pengkabelan sehingga memudahkan peneliti dalam menghubungkan setiap komponen sesuai dengan perannya masing-masing. Melalui

adanya rancangan ini, proses penyusunan sistem dapat dilakukan secara lebih terstruktur, karena peneliti dapat menyesuaikan antara posisi dan koneksi komponen fisik dengan logika program yang nantinya diimplementasikan pada mikrokontroler.

Pada gambar tersebut terlihat bahwa seluruh komponen utama, mulai dari mikrokontroler, sensor, aktuator, hingga modul pendukung daya, digambarkan secara terpadu sehingga membentuk satu kesatuan sistem yang utuh. Dengan rancangan ini pula, alur kerja sistem menjadi lebih jelas karena setiap hubungan antar-komponen dapat diidentifikasi dengan mudah, baik dari segi masukan (*input*) maupun keluaran (*output*).

Keseluruhan rancangan yang tergambar pada wiring diagram akhirnya merepresentasikan wujud sistem yang dikembangkan, yaitu "*Smart Door Handle berbasis Internet of Things (IoT) dengan Sensor Touch Kapasitif dan Algoritma Fuzzy Logic*". Dengan adanya acuan tersebut, peneliti dapat memastikan bahwa integrasi perangkat keras berjalan sesuai harapan dan selaras dengan algoritma yang ditanamkan, sehingga sistem dapat berfungsi secara optimal sesuai tujuan penelitian.

2.4 Desain User Interface

Pada perancangan sistem ini memiliki sebuah *webserver* sederhana yang bertujuan untuk akses penambahan ID telegram dan terdapat *LCD Virtual* yang terintegrasi dengan perangkat dengan server lokal.

7	8	9	10	11

Gambar 4. *Webserver*

Gambar 4 memperlihatkan rancangan antarmuka pengguna (*user interface*) dari sistem *Smart Door Handle* yang dikembangkan. Antarmuka ini dirancang dengan prinsip sederhana, informatif, dan mudah digunakan, di mana setiap elemen memiliki fungsi spesifik yang saling melengkapi dalam mendukung kinerja sistem.

Pada bagian kiri atas terdapat (1) Nama/Logo Sistem yang menampilkan identitas aplikasi sehingga pengguna dapat langsung mengenali bahwa tampilan tersebut merupakan sistem *Smart Door Handle*. Di sisi kanan atas tersedia (2) Tombol *Refresh* yang berfungsi memperbarui data pada layar, sehingga informasi dari sensor maupun tabel dapat dimuat ulang dan ditampilkan *secara real time*. Tepat di bawahnya ditampilkan (3) Judul Halaman, misalnya "*Smart Handle*", yang berfungsi sebagai penanda konteks tampilan.

Bagian utama antarmuka berupa (4) Tampilan LCD Virtual yang menampilkan status hasil pembacaan sensor. Secara default, kondisi yang ditampilkan adalah "Aman". Namun, apabila sensor mendeteksi adanya sentuhan pada gagang pintu, status akan berubah menjadi "Tidak Aman", dan informasi tersebut akan diperbarui setiap kali pengguna menekan tombol *Refresh*. Selain itu, antarmuka dilengkapi dengan (5) Tombol Tambah ID yang digunakan untuk menambahkan data pengguna baru ke dalam sistem, serta (6) Tombol *ON/OFF Sensor (Toggle)* yang memberi fleksibilitas bagi pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sensor sesuai kebutuhan.

Pada bagian tabel, terdapat beberapa kolom penting yang berfungsi dalam pengelolaan data, yaitu (7) Kolom Nomor (No.) yang digunakan untuk memberikan penomoran setiap baris data, (8) Kolom Nama yang menampilkan identitas pengguna yang terdaftar, (9) Kolom ID yang berisi identitas unik sebagai penanda khusus tiap pengguna, serta (10) Kolom Status yang menunjukkan apakah pengguna tersebut berperan sebagai Admin atau Peserta sehingga hak akses dapat dibedakan. Kolom terakhir adalah (11) Kolom Aksi, yang menyediakan tombol *Edit* dan *Delete*. Tombol *Edit* digunakan untuk memperbarui data pengguna, sedangkan tombol *Delete* berfungsi menghapus data dari sistem.

Secara visual, rancangan antarmuka dibuat informatif sekaligus nyaman digunakan. Header tabel menggunakan warna latar #333333 untuk membedakannya dengan isi tabel, sementara tombol interaktif seperti *Refresh*, *Tambah ID*, dan *ON/OFF Sensor* menggunakan warna #0D6EFD agar lebih menonjol dan mudah dikenali. Selain itu, sistem juga menyediakan fitur *modal edit data* yang muncul saat pengguna menekan tombol *Edit*, sehingga proses pembaruan data dapat dilakukan dengan cepat tanpa harus berpindah halaman.

The diagram illustrates the 'Modal Edit' interface, which is a pop-up window used for editing user data. The modal contains several input fields and buttons, numbered 1 through 17. The background interface shows a header with a logo, a search bar, and a dropdown menu. The main content area has a table with columns for user information and a sidebar with additional controls.

Gambar 5. Modal *Edit*

Gambar 5 merupakan lanjutan dari perancangan antarmuka pada *Smart Door Handle*, yang menampilkan halaman edit data berbasis web dalam bentuk modal. Modal ini berupa jendela *pop-up* yang muncul di atas halaman utama ketika pengguna ingin mengubah informasi tertentu. Adapun penjelasan dari setiap komponen dalam modal adalah sebagai berikut: (12) Judul Modal, menampilkan teks seperti “*Edit Data Pengguna*” yang memberi konteks kepada pengguna bahwa mereka sedang berada pada halaman pengubahan data. Kejelasan judul penting untuk meminimalisir kesalahan pemahaman fungsi modal.

(13) Kolom Nama, berupa kolom input yang digunakan untuk memperbarui nama pengguna yang dipilih. Setelah perubahan dilakukan, data baru akan ditampilkan kembali pada kolom Nama di tabel utama. (14) Kolom ID *Telegram*, yaitu bagian yang memungkinkan pengguna memasukkan atau mengedit ID *Telegram*. Identitas unik ini berfungsi agar sistem dapat mengirimkan notifikasi atau peringatan otomatis berbasis *IoT* langsung ke akun *Telegram* pengguna.

(15) Kolom Status (Admin/Peserta), komponen yang digunakan untuk memilih atau mengubah status pengguna. Admin memiliki kontrol penuh terhadap sistem, sedangkan Peserta hanya berperan sebagai pengguna biasa. (16) Tombol Simpan, berfungsi untuk menyimpan perubahan data yang telah dilakukan. Setelah tombol ini ditekan, data baru secara otomatis diperbarui dalam basis data dan ditampilkan pada tabel utama.

(17) Tombol *Cancel*, digunakan untuk membatalkan proses pengeditan dan menutup modal tanpa menyimpan perubahan. Dengan adanya tombol ini, pengguna dapat keluar dari modal dengan aman jika tidak jadi melakukan perubahan. Secara visual, desain modal ini sederhana namun tetap fungsional. Keberadaan modal memudahkan pengguna dalam melakukan pembaruan data secara cepat tanpa harus berpindah halaman, sekaligus menjaga konsistensi tampilan agar serasi

dengan antarmuka utama. Dengan demikian, fitur ini mendukung efisiensi interaksi pengguna dalam mengelola data pada sistem *Smart Door Handle*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini merupakan Implementasi hasil serta pembahasan yang akan dibahas didalam setiap sub bab.

3.1 Hasil

Penelitian ini mengembangkan prototipe *Smart Door Handle* berbasis *IoT* dengan *dashboard monitoring* berbasis *web*. Sistem memanfaatkan sensor sentuh kapasitif (TTP223B), tombol *ON/OFF*, tombol *input* data, *LED* indikator, serta modul ESP32 C3 Super Mini sebagai pusat kendali. Fungsi utamanya adalah mendeteksi sentuhan pada gagang pintu. Hasil deteksi diproses mikrokontroler dan ditampilkan dalam bentuk status keamanan “Aman” atau “Tidak Aman” pada *LCD* virtual di *website*. Selain itu, sistem terintegrasi dengan *IoT* sehingga mampu mengirimkan notifikasi *real-time* ke perangkat pengguna.

Tombol fisik disediakan untuk menyalakan/mematikan sensor dan menambah data pengguna secara manual. Fitur ini berpadu dengan kontrol berbasis *web* agar pengguna dapat mengakses sistem baik secara langsung maupun jarak jauh. Dengan mekanisme ini, *Smart Door Handle* memberikan lapisan keamanan tambahan yang praktis, efisien, dan mendukung peningkatan keamanan rumah secara cerdas.

3.2 Pembahasan

Pada pembahasan ini terdapat pemaparan terkait hasil pembahasan dari sistem yang dibangun.

3.3 Tampilan Alat

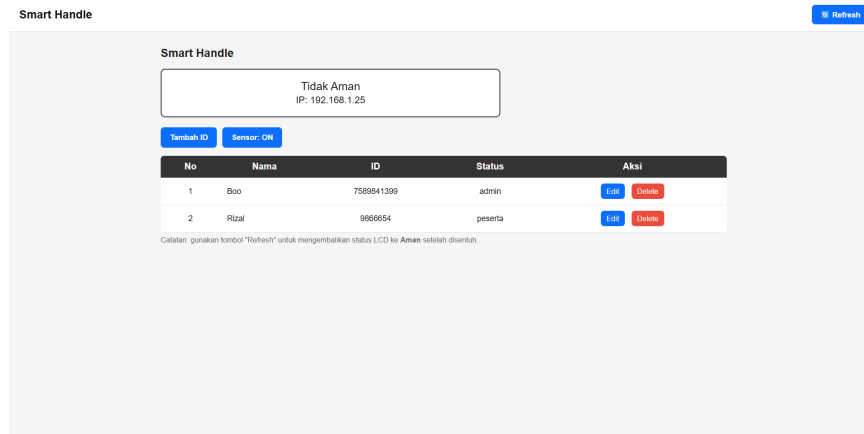
Rancang bangun sistem *Smart Door Handle* berbasis *IoT* ini menggunakan komponen elektronik yang sebagian besar berupa modul siap pakai yang mudah diperoleh di pasaran. Setiap modul, seperti sensor sentuh kapasitif, ESP32 C3 Super Mini, modul *charger* baterai, serta *step down regulator*, dirangkai menjadi satu kesatuan sistem sesuai kebutuhan rancangan. Untuk melindungi rangkaian dan sekaligus memberikan kesan rapi, seluruh perangkat ditempatkan di dalam sebuah kotak *box* berbahan dasar plastik berwarna hitam dengan ukuran yang telah disesuaikan.



Gambar 6. Tampilan Alat Desain Prototipe

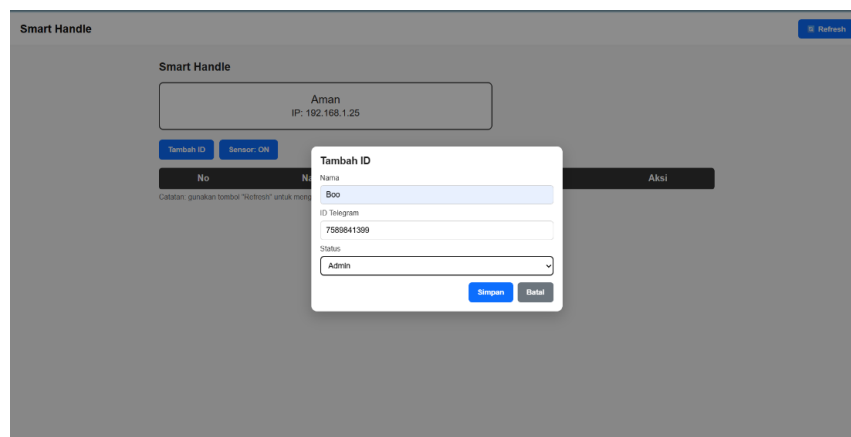
Box ini kemudian dipasang langsung pada gagang pintu (*handle*) sebagai bagian utama dari *prototipe*. Dengan konsep ini, perangkat dapat berfungsi secara praktis tanpa memerlukan pembuatan rangka khusus atau bahan bangunan lainnya. Penempatan alat langsung pada gagang pintu bertujuan untuk mendekatkan sensor sentuh ke area interaksi pengguna, sehingga sistem dapat bekerja secara efektif dalam mendeteksi aktivitas sentuhan sekaligus mengendalikan proses keamanan secara otomatis. Tampilan keseluruhan rancangan sistem yang telah dirakit ditunjukkan pada gambar berikut.

3.4 Tampilan Dashboard



Gambar 7. Tampilan Dashboard

Gambar di atas nunjukin *web interface Smart Handle* yang fungsinya buat *monitor* status keamanan dan *manage user*. Di bagian atas keliatan status keamanan terbaru, sekarang tercatat “Tidak Aman”, lengkap sama alamat IP perangkat (192.168.1.25), dan status ini bakal berubah kalau ada aksi tertentu pada halaman *Website*. Di halaman juga ada tombol *Tambah ID* buat nambah *user* baru sama *Sensor: ON* buat ngaktifin sensor pintu, plus tabel daftar *user* yang nampilin No, Nama, ID, Status, sama opsi *Edit* dan *Delete* buat masing-masing *user*. Buat akses *Websitenya*, dari PC atau laptop bisa pake *mDNS* dengan alamat *smarthandle.local* tanpa perlu tau IP langsung, sedangkan dari *smartphone* atau device lain bisa lewat alamat IP yang tercatat di router Wi-Fi, jadi *device mobile* tetep bisa *connect* ke *web interface*. Buat balikin status keamanan ke “Aman”, *user* cukup tekan tombol *Refresh* di halaman. Berikut Tampilan Modal *Edit* yang di rancang dari perancangan sebelumnya.



Gambar 8. Tampilan Modal *Edit*

Pada gambar 8. saat pengguna melakukan aksi *Edit* pada satu baris tabel maka akan muncul layar *pop-up* berbentuk modal yang dapat di isi ulang. Hal ini memudahkan pengguna dalam meng*Edit* data tanpa harus memasukkan ulang kembali data yang salah. Demikian pula ada tombol batal yang membuat aksi ini tidak melakukan apa-apa dan pengguna dapat kembali berinteraksi dengan tampilan *Website*.

3.5 Pengujian Sistem

Pada subbab ini bertujuan untuk melakukan pengujian kinerja prototipe serta membuktikan bahwa sensor sentuh kapasitif dan tombol darurat yang terpasang pada gagang pintu dapat berfungsi sesuai rancangan. Sinyal dari sensor akan dibaca oleh mikrokontroler ESP32-C3 Super Mini sebagai pusat pengendali. Data yang diterima kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk menentukan kondisi sistem, apakah akses yang dilakukan pengguna valid atau tidak.

Setelah tahap pemrosesan, mikrokontroler akan memberikan perintah ke komponen lain seperti *LED indikator* untuk memberikan sinyal visual, serta sistem notifikasi berbasis *IoT* yang terhubung ke aplikasi/*Website* sebagai media informasi kepada pengguna. Dengan mekanisme ini, setiap interaksi yang terdeteksi oleh sensor maupun tombol dapat ditindaklanjuti secara cepat dan akurat sesuai fungsi yang diharapkan.

Tabel 1. Pengujian Sistem

No	Fitur/Komponen yang Diuji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Koneksi WiFi (<i>WiFi Manager</i>)	ESP32-C3 Super Mini dapat terhubung dengan jaringan WiFi yang dipilih melalui WiFi Manager, kemudian menampilkan status "Connected"	Perangkat berhasil terhubung dengan WiFi setelah <i>user</i> memilih SSID dan memasukkan password	Valid, koneksi WiFi dapat berjalan sesuai kebutuhan
2	Sensor Sentuh Kapasitif	Saat gagang pintu disentuh, sensor memberikan sinyal digital ke	Sensor mampu mendeteksi sentuhan dengan baik, status pada	Valid, sensor bekerja optimal sesuai rancangan

		mikrokontroler sehingga status pada <i>LCD Website</i> berubah dari “AMAN” menjadi “TIDAK AMAN”	<i>Website</i> berubah sesuai <i>input</i>	
3	<i>LED</i> Indikator	<i>LED</i> menyala ketika sensor mendeteksi sentuhan (status TIDAK AMAN), dan mati saat kondisi normal (AMAN)	<i>LED</i> merespon sesuai kondisi input dari sensor	Valid, <i>LED</i> dapat digunakan sebagai indikator visual
4	Modul <i>Charger</i> TP4056	Modul mampu mengisi daya baterai 18650 dengan indikator <i>LED</i> merah saat charging dan biru/hijau saat penuh	Proses pengisian berlangsung normal, indikator <i>LED</i> pada modul berfungsi sesuai desain	Valid, modul <i>charger</i> dapat digunakan untuk pengisian ulang baterai
5	Modul <i>Step Down</i> (Mini 360/LM2596)	Modul menurunkan tegangan dari baterai (sekitar 4.2V) menjadi output stabil 3.3V–5V sesuai kebutuhan ESP32-C3	Tegangan output stabil di 3.9– 4.0V sesuai pengaturan meskipun input baterai bervariasi	Valid, <i>step</i> <i>down</i> berfungsi dengan baik dan aman untuk catu daya ESP32- C3

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi terhadap prototipe, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil merancang *Smart Door Handle* berbasis *IoT* dengan sensor kapasitif yang dapat dipasang secara praktis pada gagang pintu tanpa memerlukan modifikasi besar. Sistem ini mampu mendeteksi sentuhan

sebagai indikator potensi ancaman terhadap keamanan rumah dan telah terintegrasi dengan platform notifikasi *real-time* seperti *Blynk* maupun *Telegram*. Dengan integrasi tersebut, pengguna dapat menerima pemberitahuan secara langsung serta memantau status aktivitas pintu kapan saja dan di mana saja.

Meskipun sistem telah berfungsi dengan baik, beberapa saran pengembangan diberikan untuk meningkatkan kinerjanya. Pertama, sensitivitas sensor kapasitif perlu ditingkatkan melalui kalibrasi lebih lanjut agar deteksi sentuhan ringan lebih akurat. Kedua, model *fuzzy logic* dapat dioptimalkan dengan mempertimbangkan kombinasi variabel sensor yang lebih kompleks untuk memperbaiki ketepatan keputusan. Ketiga, perluasan *platform* notifikasi, misalnya dengan aplikasi *mobile* khusus, dapat meningkatkan fleksibilitas penggunaan. Keempat, akses *website* sebaiknya dilengkapi autentikasi atau enkripsi demi keamanan. Terakhir, pengujian lanjutan pada smartphone penting dilakukan karena tidak semua perangkat mendukung protokol *mDNS*, sehingga kompatibilitas akses antarmuka dapat lebih terjamin.

Selain itu, prospek pengembangan dari penelitian ini cukup luas. Sistem gagang pintu pintar dapat diperluas menjadi bagian dari ekosistem *smart home*, misalnya dengan integrasi ke sistem kunci pintar (*smart lock*), kamera pengawas (*CCTV*), maupun sensor *IoT* lainnya seperti sensor gerak dan sensor biometrik. Aplikasi lebih lanjut dapat diarahkan pada penerapan di lingkungan perkantoran, hotel, atau fasilitas umum dengan kebutuhan keamanan tinggi. Kajian berikutnya juga berpeluang mengeksplorasi penerapan teknologi kecerdasan buatan (*AI*) untuk menganalisis pola akses pintu, sehingga sistem tidak hanya mendeteksi sentuhan, tetapi juga mampu mengenali perilaku abnormal yang berpotensi mengindikasikan ancaman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Laghari, H. Li, A. A. Khan, Y. Shoulin, S. Karim, and M. A. K. Khani, "Internet of Things (IoT) applications security trends and challenges," Dec. 01, 2024, *Springer Nature*. doi: 10.1007/s43926-024-00090-5.
- [2] J. S. Sonamoni *et al.*, "IoT-Based Smart Remote Door Lock and Monitoring System Using an Android Application †," *Engineering Proceedings*, vol. 76, no. 1, 2024, doi: 10.3390/engproc2024076085.
- [3] A. Ahmed, S. Abdulkadir, J. Mohamed, S. A. Ali, M. Abdi, and S. A. Kahie, "Design and Implementation of an IoT based Smart Door Lock System," in *2023 2nd International Conference on Multidisciplinary Engineering and Applied Science (ICMEAS)*, IEEE, 2023, pp. 1–6.
- [4] H. Nam, K. H. Seol, J. Lee, H. Cho, and S. W. Jung, "Review of capacitive touchscreen technologies: Overview, research trends, and machine learning approaches," Jul. 02, 2021, *MDPI AG*. doi: 10.3390/s21144776.
- [5] D. I. Setiawan, F. T. S. F. Titan, and N. A. Zen, "PENERAPAN TTP223 SEBAGAI SENSOR SENTUH UNTUK SISTEM PEMANGGIL PELAYAN DENGAN KONSEP

- NIRKABEL PADA MEJA MAKAN DI RESTORAN," *Jurnal SINTA: Sistem Informasi dan Teknologi Komputasi*, vol. 2, no. 2, pp. 57–65, 2025.
- [6] R. Moheimani, P. Hosseini, S. Mohammadi, and H. Dalir, "Recent Advances on Capacitive Proximity Sensors: From Design and Materials to Creative Applications," *C (Basel)*, vol. 8, p. 26, May 2022, doi: 10.3390/c8020026.
- [7] C. Kim, C. So-In, Y. Kongsorot, and P. Aimtongkham, "FLSec-RPL: a fuzzy logic-based intrusion detection scheme for securing RPL-based IoT networks against DIO neighbor suppression attacks," *Cybersecurity*, vol. 7, no. 1, p. 27, 2024, doi: 10.1186/s42400-024-00223-x.
- [8] C. Ouyang, D. Liu, K. He, and J. Kang, "Recent advances in touch sensors for flexible displays," *IEEE Open Journal of Nanotechnology*, vol. 4, pp. 36–46, 2022.
- [9] S. H. Wong and R. Sanudin, "IoT-Based Smart Home Door Lock Security System Using ESP32," *Evolution in Electrical and Electronic Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 195–203, 2024.
- [10] T. Bayer and H. Richter, "Optical and Mechanical Sensor Integration for Wearable Devices," *Sens Actuators A Phys*, vol. 341, p. 113579, 2022, doi: 10.1016/j.sna.2022.113579.
- [11] C. M. Torres-Hernandez and et al., "Smart Homes: A Meta-Study on Sense of Security and Home Automation," *Technologies (Basel)*, vol. 13, no. 8, p. 320, 2025, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2227-7080/13/8/320>
- [12] H. Sebestyen, D. E. Popescu, and R. D. Zmaranda, "A literature review on security in the Internet of Things: Identifying and analysing critical categories," *Computers*, vol. 14, no. 2, p. 61, 2025.
- [13] M. Q. Mehmood, M. S. Malik, M. H. Zulfiqar, M. A. Khan, M. Zubair, and Y. Massoud, "Invisible touch sensors-based smart and disposable door locking system for security applications," *Heliyon*, vol. 9, no. 2, 2023.
- [14] J. Vegas, A. R. Rao, and C. Llamas, "Deep Learning System for User Identification Using Sensors on Doorknobs," *Sensors*, vol. 24, no. 15, p. 5072, 2024, doi: 10.3390/s24155072.
- [15] F. Alghayadh and D. Debnath, "A hybrid intrusion detection system for smart home security," in *2020 IEEE International Conference on Electro Information Technology (EIT)*, IEEE, 2020, pp. 319–323.
- [16] Q. Mi, H. Yu, Q. Xiao, and H. Wu, "Intrusion behavior classification method applied in a perimeter security monitoring system," *Opt Express*, vol. 29, no. 6, pp. 8592–8605, 2021.