

RANCANG BANGUN SISTEM AKSES PINTU GERBANG BERBASIS IOT DENGAN PERINTAH SUARA

Anjayani Syaputra¹, Lalu Delsi Samsumar², Muhamad Masjun Efendi³

^{1,2,3}Universitas Teknologi Mataram

¹anjayanisyaputra@gmail.com, ²samsumarld@utmmataram.ac.id,

³creativepio@gmail.com

Received: 20-08-2024

Revised: 29-10-2024

Approved: 25-11-2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem akses gerbang berbasis IoT yang dapat dikendalikan melalui perintah suara menggunakan Google Voice Assistant. Metode penelitian yang digunakan adalah prototipe, dengan perangkat keras terdiri dari mikrokontroler NodeMCU ESP8266, motor stepper 28byj-48, motor servo SG90, dan keypad 4x4. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE dan aplikasi Blynk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe yang dihasilkan mampu membuka dan menutup gerbang dari jarak jauh tanpa memerlukan tenaga fisik, menjadikannya lebih efisien dan praktis. Sistem ini memungkinkan pengguna mengontrol akses gerbang dengan mudah melalui aplikasi Blynk dan Google Assistant. Inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan dan keamanan dalam pengelolaan akses gerbang serta berkontribusi pada pengembangan lebih lanjut dalam otomasi rumah pintar.

Kata Kunci : Internet of Things (IoT), Pintu Gerbang, ESP8266, Arduino Uno, Google Voice Assistant

PENDAHULUAN

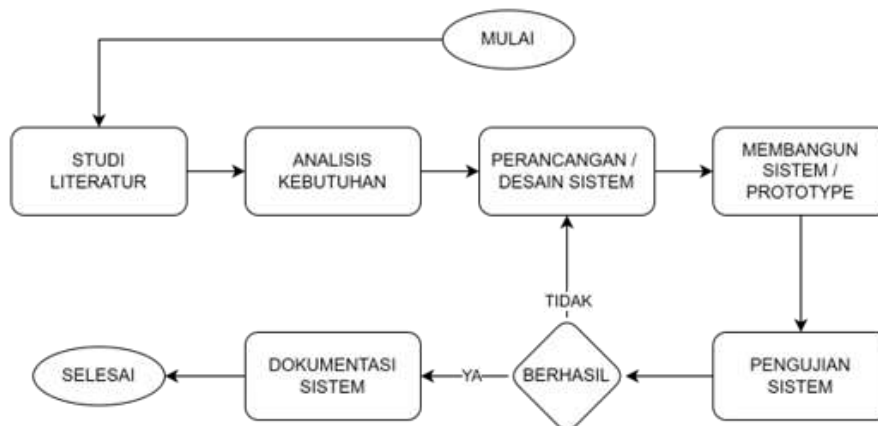
Di era digital saat ini, perkembangan teknologi yang digunakan untuk menunjang hampir seluruh aspek aktivitas manusia sehari-hari semakin pesat. Teknologi tentunya terus berubah dan berkembang berdasarkan kebutuhan manusia yang terus berubah. Berbagai jenis teknologi yang saat ini sedang berkembang pesat antara lain kecerdasan buatan (AI), augmented reality (AR), data besar, komputasi awan, dan Internet of Things (IoT) (Mantik, 2022). *Internet of Things* (IoT) merupakan sebuah teknologi dengan konsep di mana berbagai perangkat, seperti sensor, perangkat elektronik, dan objek lainnya, terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet (Putri Dwi Lestari et al., 2021). Dalam perkembangannya, IoT tidak hanya bergerak pada sektor industri maupun perusahaan-perusahaan dalam menjalankan produktivitas mereka, namun juga telah merambat ke ranah rumah tangga dalam membantu aktivitas keseharian manusia. Teknologi IoT dalam sektor rumah tangga biasanya disebut sebagai smarthome yang hampir di setiap peralatan elektronik dapat dibangun sebuah sistem otomatisasi untuk mempermudah aktivitas. Termasuk pula pada cara mengontrol akses pintu gerbang.

Penelitian terkait pintu gerbang otomatis yang telah dilakukan oleh St. Nurhayati Djabir, dkk berupa perancangan prototype pintu gerbang otomatis dengan perintah suara menggunakan mikrokontroler dan aplikasi Bluetooth voice (Azis & Usman, 2022). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah sistem pintu gerbang otomatis yang dapat dikendalikan menggunakan perintah suara. Penelitian oleh Ahmad Ihsan Fadhila, dkk yaitu sistem pengontrol pintu pagar dengan voice control berbasis mikrokontroler (Ihsan et al., 2019). Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan prototipe sistem pengontrol pintu pagar berbasis mikrokontroler yang menggunakan perintah suara, bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi dengan mengurangi waktu dan tenaga dalam membuka dan menutup pintu pagar secara manual. Penelitian oleh A. Irmayani Pawelloi, dkk yaitu perancangan sistem buka tutup pintu gerbang dengan menggunakan kode klakson berbasis Arduino (Pawelloi et al.,

2021). Tujuan utama dari penelitian yaitu merancang sistem buka tutup pintu gerbang yang dapat dikendalikan menggunakan kode klakson berbasis Arduino. Sistem ini dirancang dan diuji dengan kemampuan mengenali kode klakson hingga jarak 150 cm serta dapat menggerakkan pintu gerbang secara otomatis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode prototype. Metode prototype merupakan metode pengembangan sistem yang menggunakan prototipe untuk mendeskripsikan sistem sehingga pelanggan dan pengguna sistem dapat memahami dengan jelas sistem yang dibuat oleh tim pengembangan (Fridayanthie et al., 2021). Prototyping dapat diterapkan pada pengembangan sistem kecil atau besar dengan harapan proses pengembangan berjalan dengan baik, terorganisir, dan selesai tepat waktu. Keterlibatan penuh pengguna dalam pembuatan prototipe menguntungkan semua orang yang terlibat: manajer, pengguna itu sendiri, dan pengembang sistem (Meisak et al., 2022).



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

- 1) Tahap Studi Literatur untuk mempelajari konsep, materi, dan landasan teori/ilmu yang terkait yang dilakukan dengan cara observasi dan studi pustaka
- 2) Tahap Analisis Kebutuhan dilakukan untuk mengetahui apa saja yang dibutuhkan dalam penelitian seperti menyediakan alat dan bahan untuk perancangan sistem, baik dari segi software dengan menggunakan software Arduino IDE, Fritzing, Blynk, Google Assistant, Google Home, dan IFTT, serta hardware dengan menggunakan Arduino Uno R3. Hal ini dilakukan dengan memperhatikan kebutuhan. NodeMCU ESP8266, LCD 16x2, motor stepper 28byj-48, driver motor stepper ULN2003, motor servo 9G, kabel jumper dan keyboard 4x4.
- 3) Tahap Perancangan/Desain Sistem ini dilakukan perancangan atau simulasi pada sistem dalam bentuk dua dimensi ataupun tiga dimensi dari penyusunan perangkat keras, dan menyusun program dari perangkat lunak.
- 4) Tahap Membangun Sistem/Prototype ini merakit perangkat keras sesuai dengan yang telah disimulasikan, lalu mengunggah program yang telah dibuat ke perangkat keras yang telah dirakit/dibangun.
- 5) Tahap Pengujian Sistem ini dilakukan untuk mengetahui dan memastikan

- sistem yang telah dibangun dapat bekerja dengan baik.
- 6) Apabila hasil pengujian memperoleh bahwa prototipe yang dibangun terdapat beberapa masalah, maka akan dilakukan evaluasi terhadap permasalahan yang timbul, lalu dilakukan perbaikan kembali pada desain/perancangan sistem, hingga mencapai hasil sesuai dengan yang diharapkan.
 - 7) Tahap Dokumentasi Sistem ini dilakukan untuk mengumpulkan setiap hasil analisa yang telah didapat dari proses yang sudah dilakukan dan selanjutnya dimuat dalam bentuk laporan penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Analisa Kebutuhan

Langkah pertama adalah meneliti dan mengidentifikasi kebutuhan penelitian. Berikut adalah hasil Analisa kebutuhan yang dikumpulkan baik dari kebutuhan Hardware dan Software yang digunakan.

- 1) Arduino Uno R3 merupakan *board* mikrokontroler yang menjadi pusat kendali dari perangkat-perangkat yang digunakan dalam sebuah sistem elektronik yang dibangun untuk dapat berfungsi sebagaimana mestinya sistem dibangun. Mikrokontroler ini terdiri dari 14 pin input/output. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega328 8 bit. (Zanofa et al., 2020)
- 2) NodeMCU ESP8266 merupakan salah satu papan mikrokontroler yang sekaligus dapat menjadi modul wifi. Modul Wifi ESP8266 yaitu modul low cost wifi yang didukung untuk penggunaan TCP/IP ataupun UDP. (Simarmata et al., 2021)
- 3) Keypad 4x4 merupakan sebuah perangkat yang memiliki 16 tombol yang memungkinkan pengguna untuk memasukkan angka, simbol, atau huruf pada sebuah kontroler. (Siringo et al., 2023)
- 4) LCD 16x2 I2C merupakan perangkat yang menampilkan data hasil pengoperasian pada berbagai sistem perangkat elektronik. Perangkat ini memiliki 16 karakter dan 2 baris, memiliki 192 karakter, memiliki generator karakter terprogram, tersedia dalam mode 4-bit dan 8-bit, dan memiliki lampu latar. (Saputra et al., 2020)
- 5) Step Motor 28byj-48 adalah perangkat elektromekanis yang beroperasi dalam langkah-langkah diskrit. Motor stepper beroperasi berdasarkan serangkaian pulsa yang dikirim ke motor. Oleh karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan suatu pengontrol motor stepper yang menghasilkan pulsa secara periodik. (Soedjarwanto, 2021)
- 6) Driver Step Motor ULN2003 merupakan perangkat driver yang mengontrol step motor 28byj-48 melalui mikrokontroler. Driver motor ini memiliki 5 soket kabel untuk menghubungkan kabel dari motor stepper 28byj-48 dan 4 buah LED untuk menunjukkan kumpulan mana yang menerima daya. (Rosidah, 2018)
- 7) Kabel Jumper adalah kabel listrik dengan pin konektor di setiap ujungnya yang menghubungkan kedua komponen ke mikrokontroler tanpa perlu disolder. Ada dua jenis konektor di ujung kabel jumper: konektor laki-laki dan konektor perempuan. (Nur Alfian & Ramadhan, 2022)
- 8) Motor Servo SG90 adalah perangkat penggerak putar. Dilengkapi dengan

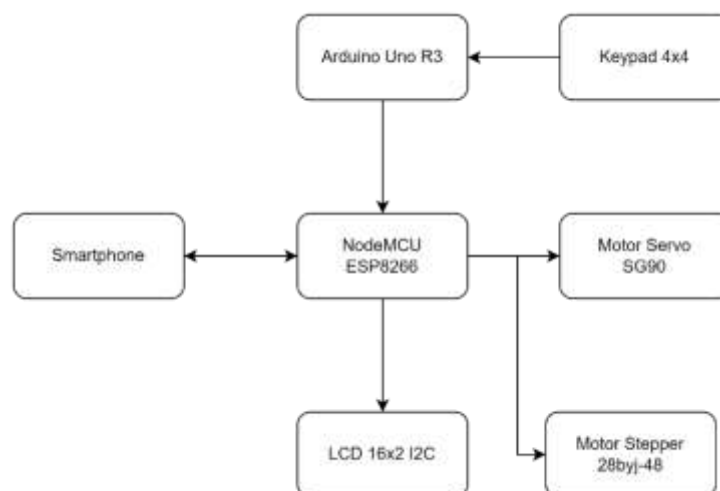
- sistem umpan balik loop tertutup dan dapat disesuaikan untuk menentukan posisi sudut poros keluaran motor. Motor servo adalah suatu perangkat yang terdiri dari motor DC, satu set roda gigi, rangkaian kontrol, dan potensiometer. (Octaviano, 2023)
- 9) Blynk adalah platform untuk mengendalikan Arduino, Raspberry Pi, Wemos, dan modul perangkat serupa yang terhubung melalui internet. (Mariza Wijayanti, 2022)
 - 10) Fritzing adalah aplikasi perangkat lunak sumber terbuka yang digunakan untuk merancang simulasi rangkaian perangkat keras elektronik. (Hartati, 2019)
 - 11) Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan perangkat lunak untuk merancang program dari berbagai perangkat elektronik dan berfungsi sebagai editor teks untuk mengedit, menulis, dan memvalidasi kode program. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman Java dan menggunakan bahasa pemrograman mirip C miliknya sendiri dengan pustaka C/C++ yang biasa disebut Wiring. (Kartika et al., 2022)
 - 12) IFTTT (If This Then That) adalah aplikasi otomasi bisnis digital di ponsel cerdas berdasarkan situasi tertentu dan memicu logika "If This". Logika atau situasi "Then That" muncul dari pemicu logika "If This". (Keputusan Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Ristek Dikti & Rahman, 2020)
 - 13) Google Assistant adalah asisten virtual yang dikembangkan oleh Google. Asisten Google juga menggunakan kecerdasan buatan yang tersedia di perangkat seluler dan rumah pintar. (Arip Nurahman & Pandu Pribadi, 2022)

Hasil Perancangan Desain

Dalam perancangan desain dari sistem, merupakan hal yang sangat penting sebelum melakukan perakitan alat.

1) Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras memberikan gambaran umum tentang proses pembuatan dan perakitan alat, desain perangkat keras dibuat dalam bentuk diagram blok.

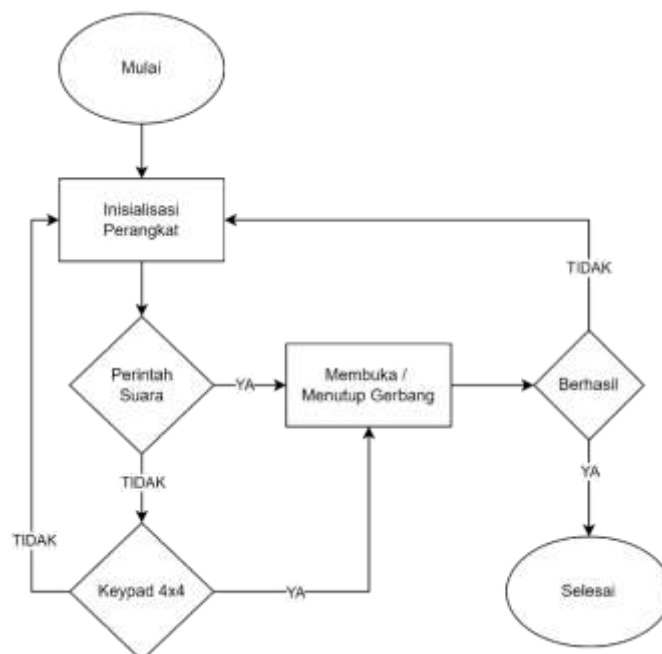


Gambar 2. Diagram Blok Perangkat Keras

- ✓ NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler yang akan menerima instuksi berupa perintah suara yang telah ditentukan melalui smartphone.
- ✓ Arduino Uno R3 juga berfungsi sebagai mikrokontroler yang menerima masukan dari Keypad 4x4 sesuai dengan kode yang telah ditentukan sebagai cara alternatif untuk mengoperasikan gerbang selain menggunakan perintah suara. Lalu meneruskan masukan tersebut ke NodeMCU ESP8266.
- ✓ NodeMCU akan memproses masukan berupa perintah suara atau masukan dari Arduino tersebut untuk diteruskan ke aktuator motor stepper sesuai dengan perintah atau masukan yang diberikan.
- ✓ Jika, perintah suara berupa buka gerbang maka motor stepper akan berputar sesuai ke arah yang sesuai untuk membuka gerbang, dan jika perintah suara berupa tutup gerbang maka motor stepper akan berputar ke arah yang sesuai untuk menutup gerbang. Dan NodeMCU akan mengirimkan notifikasi ke smartphone melalui Blynk terkait dengan kondisi gerbang yang terjadi.
- ✓ Motor Servo sebagai pengunci akan bereaksi sesuai dengan kondisi atau perintah yang terjadi, jika perintah untuk buka gerbang maka motor servo akan terlebih dahulu bereaksi untuk membuka pengunci setelah itu dilanjutkan oleh motor stepper untuk berputar membuka gerbang, dan jika perintah untuk tutup gerbang maka servo akan bereaksi mengunci gerbang setelah motor stepper berputar terlebih dahulu untuk menutup gerbang.
- ✓ Status dari kondisi gerbang tertutup atau terbuka akan ditampilkan melalui LCD 16x2 I2C.

b) Diagram alur Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak (software) yang harus dilakukan yaitu membuat program atau sketch program pada software Arduino IDE (Integrated Development Environment). Setelah itu, maka selanjutnya mengunggah program tersebut dari PC/Laptop ke Board NodeMCU. Alur dari pembuatan program yaitu seperti berikut:



Gambar 3. Diagram Alur Perangkat Lunak

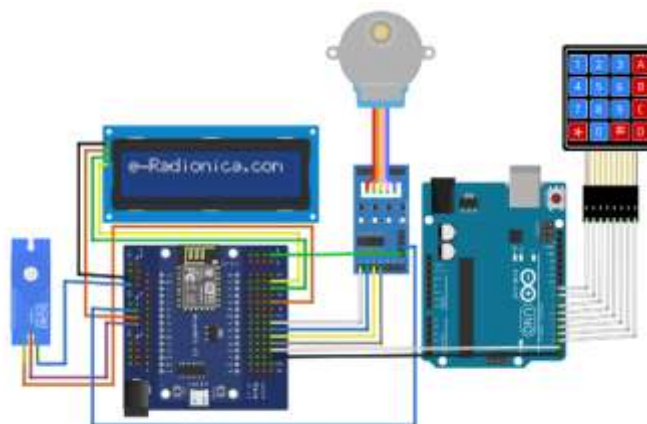
- ✓ Langkah awal menginisialisasi perangkat atau memeriksa kesiapan perangkat sebelum melakukan proses yang lain.
- ✓ Terdapat dua cara untuk mengoperasikan akses gerbang yaitu menggunakan perintah suara untuk melakukan proses membuka atau menutup gerbang, jika masukan dari perintah suara sesuai maka akan memeriksa langkah selanjutnya jika berhasil gerbang akan terbuka atau tertutup, jika tidak maka akan kembali ke inisialisasi untuk memeriksa keseluruhan perangkat apakah dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Selain menggunakan perintah suara, dapat juga menggunakan masukan dari Keypad 4x4, maka Arduino Uno R3 akan menerima masukan dari Keypad dan diteruskan ke NodeMCU ESP8266 sesuai dengan kode yang telah ditentukan untuk membuka maupun menutup gerbang, jika tidak berhasil maka akan kembali ke inisialisasi untuk memeriksa keseluruhan perangkat apakah dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

Hasil Perancangan Sistem

Dalam perancangan sistem akses gerbang perintah suara berbasis IoT ini digunakan beberapa komponen yaitu mikrokontroler NodeMCU ESP8266, motor stepper 28byj-48, driver ULN2003, motor servo SG90, keypad 4x4, dan LCD I2C 16x2.



Gambar 4. Prototype sistem akses gerbang



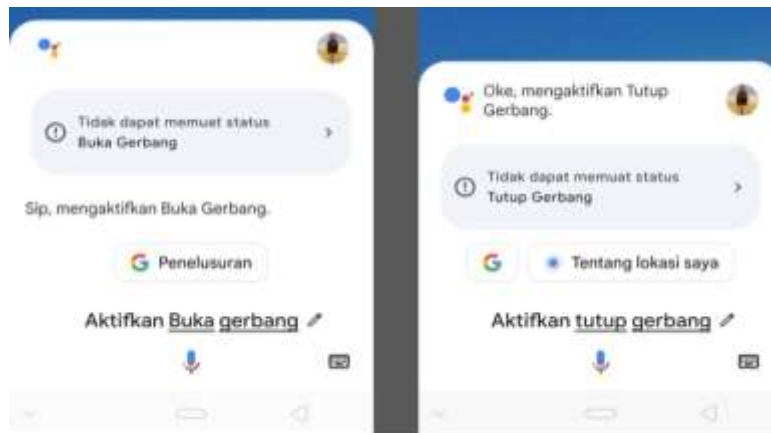
Gambar 5. Wiring Sistem

- 1) NodeMCU ESP8266 dan Arduino Uno R3. Tidak hanya berfungsi sebagai mikrokontroler dan ESP8266, tetapi juga sebagai modul WiFi yang terhubung langsung ke jaringan Internet. Hal ini memungkinkan Anda memantau berbagai alat melalui Blynk yang terintegrasi dengan Google Voice Assistant, dan memberikan instruksi berupa perintah suara untuk kontrol akses.
- 2) Motor Stepper 28byj-48, berfungsi sebagai penggerak gerbang untuk menutup dan membuka gerbang sesuai dengan instruksi dari perintah suara yang telah ditentukan pada Google Voice Assistant.
- 3) Driver ULN2003 merupakan perangkat yang memfasilitasi pengendalian motor stepper 28byj-48 melalui mikrokontroler.
- 4) Motor Servo SG90 berfungsi sebagai pengunci gerbang pada saat gerbang tertutup.
- 5) LCD 16x2 I2C berfungsi untuk menampilkan status dari kondisi gerbang terbuka atau tertutup.
- 6) Keypad 4x4 berfungsi sebagai inputan kode untuk yang akan menjadi pemicu untuk membuka gerbang dan secara otomatis akan menutup gerbang kembali.

Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian sistem dari pengembangan prototipe sistem akses pintu gerbang berbasis iot menggunakan perintah suara berhasil dikembangkan dan diuji dengan baik. Sistem ini dapat memberikan cara yang lebih efektif dan efisien dalam mengendalikan akses pintu gerbang karena dapat diakses menggunakan perintah suara dan juga Keypad 4x4 yang dapat memudahkan pengguna untuk mengontrol pintu gerbang.

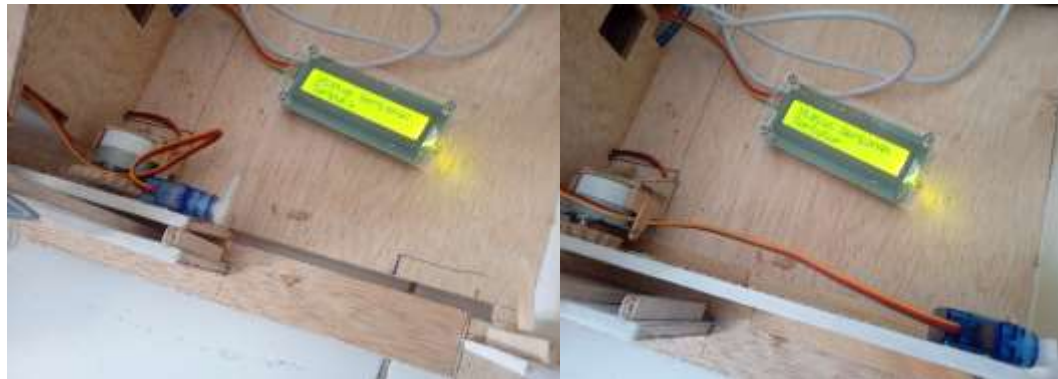
- 1) Pengujian perintah suara



Gambar 6. Pengujian Perintah Suara pada Google Assistant

Pada gambar di atas menjelaskan bahwa dilakukan pengujian pada perangkat lunak menggunakan perintah suara untuk membuka gerbang dengan perintah Buka Gerbang serta menutup gerbang dengan perintah Tutup Gerbang.

- 2) Pengujian untuk Keypad 4x4



Gambar 7. Pengujian Keypad

Pada gambar di atas menjelaskan bahwa pengujian dilakukan dengan cara menekan tombol yang telah ditentukan pada Keypad yaitu tombol “A” untuk otomatisasi membuka dan menutup akses gerbang, tombol “B” untuk membuka gerbang, tombol “C” untuk menutup gerbang.

Tabel 1.
Pengujian Perangkat

No	Nama Perangkat	Fungsi	Hasil	Keterangan
1	LCD 16x2 I2C	Sebagai tampilan status dari kondisi gerbang	Dapat menampilkan teks sesuai dengan status kondisi gerbang dan sesuai inputan apakah dengan perintah suara maupun sensor infrared.	Berfungsi dengan baik
2	Motor Stepper 28byj-48 dengan Driver ULN2003	Sebagai penggerak gerbang untuk membuka atau menutup	Dapat menggerakkan gerbang terbuka atau tertutup sesuai dengan perintah suara maupun dari deteksi sensor infrared	Berfungsi dengan baik
3	Motor Servo SG90	Sebagai pengunci gerbang	Dapat bereaksi mengunci ketika gerbang tertutup atau membuka kunci ketika gerbang terbuka sesuai dengan kondisi atau perintah yang diberikan.	Berfungsi dengan baik
4	Keypad 4x4	Sebagai alternatif akses gerbang dengan cara <i>input</i> kode yang sesuai	Apabila kode yang dimasukkan sesuai dengan yang telah ditentukan, maka akan memicu gerbang membuka dan menutup	Berfungsi dengan baik

KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik, memungkinkan pengguna untuk membuka dan menutup gerbang dari jarak jauh tanpa memerlukan tenaga fisik. Dengan menggunakan aplikasi Blynk dan Google Assistant, pengguna dapat mengontrol akses gerbang dengan mudah. Inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan dan keamanan dalam pengelolaan akses gerbang, serta menjadi solusi yang relevan di era digital dan perkembangan teknologi smart home. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam integrasi sistem otomasi rumah pintar lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arip Nurahman, & Pandu Pribadi. (2022). Pemanfaatan Kecerdasan Buatan pada Media Pembelajaran Berbantuan Google Assistant. *Jurnal Genesis Indonesia*, 1(01), 24–32. <https://doi.org/10.56741/jgi.v1i01.17>
- Azis, M. F., & Usman, A. Z. (2022). Prototype Pintu Gerbang Otomatis Dengan Perintah Suara Menggunakan Mikrokontroler Dan Aplikasi Bluetooth Voice. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi ...*, 1, 27–31.
- Fridayanthie, E. W., Haryanto, H., & Tsabitah, T. (2021). Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penggajian Karyawan (Persis Gawan) Berbasis Web. *Paradigma - Jurnal Komputer Dan Informatika*, 23(2), 151–157. <https://doi.org/10.31294/p.v23i2.10998>
- Hartati, T. (2019). Perancangan Alat Kontrol Suhu Ruangan dan Detektor Gerak Berbasis Iot dengan Menggunakan Arduino dan Cayenne. *Journal of International Technology*, 1(2), 59–61.
- Ihsan, A., Zain, A., & Handani, S. (2019). Sistem Pengontrol Pintu Pagar Dengan Voice Control Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi Elektroika*, 3(2), 48. <https://doi.org/10.31963/elektetika.v3i2.2009>
- Kartika, K., Asran, A., Erawati, H., Ezwarsyah, E., & ... (2022). Pelatihan Platform Arduino Bagi Siswa SMA Negeri 1 Baktiya Alue Ie Puteh Aceh Utara. *Jurnal Solusi ...*, 1–5.
- Keputusan Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Ristek Dikti, S., & Rahman, B. (2020). Terakreditasi SINTA Peringkat 2 Prototipe Sistem Kontrol Smart Home Berbasis IoT Dengan Metode MQTT Menggunakan Google Asisstant. *Masa Berlaku Mulai*, 1(3), 303–310.
- Mantik, H. (2022). Revolusi industri 4.0: Internet of things, implementasi pada berbagai sektor berbasis teknologi informasi (bagian 1). *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*, 9(2), 41–48.
- Mariza Wijayanti. (2022). Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(2), 101–107. <https://doi.org/10.56127/juit.v1i2.169>
- Meisak, D., Hendri, & Agustini, S. R. (2022). Penerapan Metode Prototype Pada Perancangan Sistem Informasi Penjualan Mediatama Solusindo Jambi. *STORAGE: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(4), 1–11. <https://doi.org/10.55123/storage.v1i4.1066>
- Nur Alfian, A., & Ramadhan, V. (2022). Prototype Detektor Gas Dan Monitoring Suhu Berbasis Arduino Uno. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 9(2), 61–69. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v9i2.5380>
- Octaviano, A. (2023). Penerapan IoT untuk Atap Warung Kopi Melalui Telegram. 3(4), 56–62.
- Pawelloi, A. I., Amir, A., & Pratama, A. (2021). Perancangan Sistem Buka Tutup Pintu Gerbang Dengan Menggunakan Kode Klakson Berbasis Arduino. *Jurnal Mosfet*, 1(1), 20–23. <https://doi.org/10.31850/jmosfet.v1i1.691>
- Putri Dwi Lestari, Lita Karlitasari, & Sufiatul Maryana. (2021). Pengendali Pintu Gerbang Berbasis Iot (Internet Of Things) Gate Controller Berbasis Iot (Internet Of Things). *Bisnis Dan Komputer*, 1(2), 62–69.
- Rosidah. (2018). Bab Ii Landasan Teori. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 8–24.
- Saputra, D. A., Kom, S., Eng, M., & Utami, N. (2020). Rancang bangun alat pemberi pakan ikan otomatis berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 1(1), 15–19.

- Simarmata, S. D., Gunawan, I., Sari, I. P., Sumarno, S., & Kirana, I. O. (2021). Sistem Kendali Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Koneksi Wireless Module Wifi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(7), 297–308. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.67>
- Siringo, K., Siregar, J., & Alvisndo. (2023). Perancangan Display LED Dot Matriks Berbasis Arduino Uno Yang Dapat Difungsikan Sebagai Penampil Tulisan Berjalan Dan Penampil Informasi Tombol Pilih Terprogram. *Jurnal Sains Dan Teknologi ISTP*, 19(01), 18–31.
- Soedjarwanto, N. (2021). Prototipe Smart Dor Lock Menggunakan Motor Stepper Berbasis Iot (Internet Of Things). *Electrician*, 15(2), 73–82. <https://doi.org/10.23960/elc.v15n2.2167>
- Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 22–27. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i1.76>