

Perancangan Sistem Portal Otomatis untuk Perumahan Berbasis *Radio Frequency Identification* (RFID)

1st Muhammad Rifqi Ramadhan

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

rifqiramadhann@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Sony Sumaryo

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sonysumaryo@telkomuniversity.ac.id

3rd Muhammad Ary Murti

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

arymurti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) menawarkan solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi di berbagai bidang, termasuk perumahan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan dan menguji sistem gerbang otomatis berbasis RFID yang dikhususkan untuk perumahan. Sistem yang diujicobakan menggunakan sensor RFID MFRC522, mikrokontroler ESP32, dan motor untuk mengoperasikan portal secara otomatis. Dengan menggunakan Arduino IDE, program mikrokontroler dikembangkan untuk mengidentifikasi dan memvalidasi kartu RFID yang sah, sehingga hanya penghuni yang memiliki akses yang sah dapat membuka portal. Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan keamanannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki waktu respons rata-rata sekitar 1,8 detik, dengan tingkat keberhasilan identifikasi kartu sebesar 99%. Selain itu, sistem juga menunjukkan ketahanan yang baik terhadap gangguan sinyal dan upaya manipulasi, sehingga memastikan bahwa hanya kartu yang sah yang dapat membuka portal. Dengan implementasi yang efektif, sistem ini menawarkan solusi yang handal dan dapat diterapkan luas untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan penghuni perumahan.

Kata kunci — Evaluasi kinerja, keamanan, Mikrokontroler, Pengujian, RFID, Sistem portal otomatis

I. PENDAHULUAN

Gerbang tradisional biasanya mengharuskan adanya satpam untuk memberikan izin akses dengan menitipkan kartu identitas seperti KTP atau SIM sebagai jaminan di pos jaga[1]. Hal tersebut dirasa masih kurang efektif mengingat keterbatasan manusia atau human error yang tidak bisa dihindari. Akibatnya, tidak jarang kasus kejahatan seperti pencurian terjadi di dalam perumahan walaupun sudah ada satpam yang menjaga gerbang. Untuk itu dibutuhkan suatu gerbang keamanan yang dapat bekerja secara otomatis tanpa harus ada yang menjaga gerbang tersebut.

Dengan teknologi yang sudah sangat berkembang seperti saat ini, permasalahan tersebut dapat terselesaikan dengan solusi barrier gate. Barrier gate adalah gerbang otomatis yang dapat bekerja tanpa campur tangan manusia. Dengan gerbang

otomatis, penjagaan 24 jam tidak akan ada kendala dan memungkinkan menghemat biaya operasional yang sebelumnya harus dikeluarkan setiap bulannya untuk membayar satpam. Ditambah lagi gerbang tersebut dapat dioperasikan dengan teknologi RFID yang hanya membutuhkan KTP ataupun kartu perumahan yang sudah difatarkan.

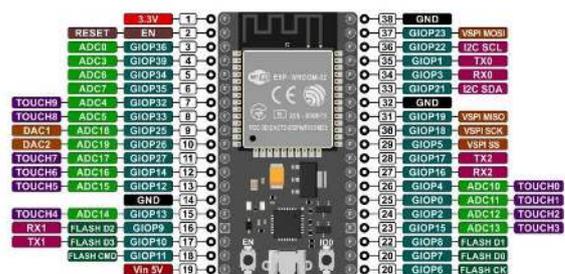
RFID (*Radio Frequency Identification*) scanner adalah teknologi nirkabel (wireless) untuk mencocokkan identitas yang memungkinkan pengguna untuk menggunakan identitas unik sebagai pembeda antar pengguna[2]. RFID berkembang pesat dengan biaya yang terjangkau sehingga teknologi tersebut sering digunakan di banyak bidang salah satunya adalah keamanan. Dengan RFID keamanan dapat ditingkatkan karena setiap kartu atau tag yang digunakan memiliki identitas unik masing-masing.

II. KAJIAN TEORI

Dalam sistem ini terdapat berbagai landasan teori yang mendukung pembuatan dan keberhasilan sistem diantaranya, penjelasan tentang ESP 32, motor dc, sensor proxymity, limit switch, modul RFID, dan aplikasi arduino IDE

A. ESP 32

ESP 32 adalah mikrokontroler penerus dari ESP8266 yang diproduksi oleh *Espressif Systems*. Pada Mikrokontroler ini juga sudah dilengkapi dengan modul WiFi dalam chip sama seperti ESP8266, sehingga sangat fleksibel digunakan untuk membuat aplikasi berbasis *Internet of Things*[3].



GAMBAR 1
GPIO ESP 32

Gambar 1 menunjukkan GPIO ESP32 dimana GPIO (General Purpose Input/Output) pada ESP32 adalah pin multifungsi yang dapat dikonfigurasi sebagai input atau output digital maupun analog. Fungsinya meliputi menerima sinyal digital dari perangkat lain, mengirim sinyal digital untuk mengendalikan perangkat, menerima sinyal analog melalui ADC, dan menghasilkan sinyal analog menggunakan DAC. GPIO juga mendukung PWM untuk mengatur kecepatan motor dan kecerahan LED, serta komunikasi serial seperti I2C, SPI, dan UART untuk berinteraksi dengan sensor dan modul eksternal, menjadikannya sangat fleksibel untuk berbagai aplikasi IoT.

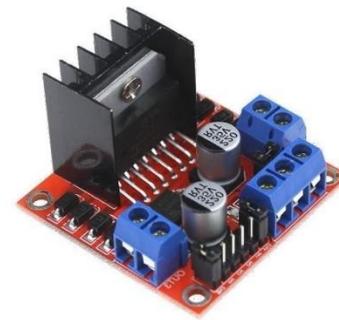
B. Motor DC dan Motor Driver

Motor listrik yang biasa digunakan pada barrier gate umumnya ada dua jenis berdasarkan sumber tegangannya yaitu motor *Alternating Current*(AC) dan motor *Direct Current*(DC)[4]. Dalam implementasinya, barrier gate tentunya menggunakan motor AC bukan motor DC karena sumber daya yang digunakan langsung dari arus AC. Namun karena gerbang yang digunakan berupa gerbang yang sudah jadi yaitu barrier gate maka untuk permodelannya menggunakan motor DC sebagai representasi gerbang tersebut.



GAMBAR 2
Motor DC Tipe GA12-N20

Gambar 2 adalah motor DC tipe GA12-N20 yang memiliki kecepatan putaran rendah berkisar antara 30 – 60 RPM tapi memiliki torsi yang cukup besar yaitu bisa mencapai 1 Kg. Motor DC merupakan komponen elektronik yang membutuhkan sumber tegangan *direct current*(arus searah) ke dalam kumparan medan untuk diubah menjadi gaya gerak. Bagian pada motor dc yang disebut kumparan jangkar atau biasa disebut rotor dapat berputar, sedangkan bagian yang di sebut kumparan medan atau biasa disebut stator tidak dapat berputar. Rotor dialiri arus DC dan stator memiliki lilitan atau magnet permanen. Pergerakan arus pada medan magnet inilah yang menyebabkan rotor dapat berputar sehingga menghasilkan gerak mekanik.[5]



GAMBAR 3
Driver Motor L298N

Pada umumnya motor DC hanya bisa bergerak searah atau berlawanan arah dengan kecepatan yang konstan, namun dengan menggunakan alat tambahan seperti driver motor seperti pada gambar 3, maka kecepatan putarannya pun dapat dikendalikan juga.

C. Sensor Proximity

Sensor proximity merupakan sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi halangan atau objek yang ada didepannya[6]. Tipe sensor proximity yang digunakan adalah E19-D80NK seperti yang tertera pada gambar 4 dengan jarak deteksi sekitar 10 – 80 Cm. Sensor ini akan di fungsikan sebagai pendeteksi kendaraan agar ketika kendaraan sudah melewati palang atau gerbang maka gerbang dapat menutup kembali tanpa terbentur atau terkena kendaraan.



GAMBAR 4
Sensor Proximity Tipe E18-D80NK

Prinsip kerja sensor proximity adalah apabila sensor mendeteksi sebuah objek dalam jarak tertentu, sensor akan bernilai "high" atau "1" yang menandakan bahwa ada objek di depan sensor. Sebaliknya, apabila sensor tidak mendeteksi sebuah objek atau sudah berada di luar jangkauan sensor, sensor tersebut akan bernilai "low" atau "0" yang menandakan bahwa tidak ada objek di depan sensor.[7]

D. Limit Switch

Limit switch adalah perangkat elektro-mekanis yang memiliki aktuator yang terhubung mekanis dengan sejumlah kontak. Ketika sebuah objek menyentuh aktuator, limit switch akan mengaktifkan kontak tersebut untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik.[8]



GAMBAR 5
Limit Switch

Pada sistem ini terdapat 2 buah limit switch yang digunakan seperti di gambar 5. Fungsi limit switch tersebut adalah sebagai pembatas pergerakan motor DC agar dapat bergerak presisi yaitu sebesar 90° saat membuka maupun menutup gerbang.

E. RFID(Radio Frequency Identification)

RFID adalah sebuah teknologi nirkabel yang memakai transponder untuk mengambil atau menyimpan data pada jarak tertentu. Label RFID tersusun dari antenna dan microchip silikon. Label pasif RFID tidak membutuhkan sumber daya sedangkan label aktif RFID membutuhkannya.[9]



GAMBAR 6
Modul RFID

Pada RFID terdapat dua buah komponen utama, yaitu unit pemancar(*transmitter*) dan unit penerima(*receiver*)[10]. Struktur keduanya sangat sederhana, terdiri dari sebuah kartu RFID yang mendeteksi sinyal elektromagnetik saat didekatkan ke penerima dengan bantuan diafragma gelombang elektromagnetik. Unit penerima diberi tegangan 5V agar berfungsi[9]. Kartu Tanda Penduduk Elektronik (E-KTP) memiliki kemampuan untuk digunakan sebagai tag RFID karena dilengkapi dengan sebuah chip yang menyimpan nomor ID unik. Selain itu, perangkat keamanan yang terintegrasi memungkinkan identifikasi terhadap kartu elektronik lainnya seperti E-TOL dan sejenisnya.[11]

F. Arduino Integrated Development Environment (IDE)

Arduino IDE adalah bagian integral dari *platform physical computing* yang *open source*. IDE ini adalah software yang berperan penting dalam menulis program, menyusun kode menjadi biner, dan mengunggahnya ke dalam mikrokontroler. Banyak proyek dan perangkat dikembangkan dengan Arduino, serta modul-modul pendukung lainnya yang dapat disambungkan dengan Arduino.[12]

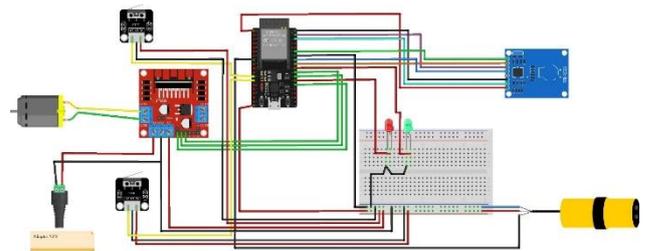
III. METODE

Perancangan Sistem Portal Otomatis untuk Perumahan Berbasis RFID (*Radio Frequency Identification*):

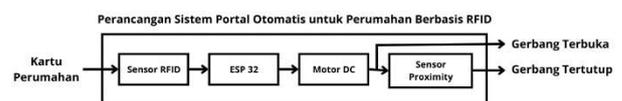
A. Sistem

Perancangan Sistem Portal Otomatis tersusun oleh beberapa spesifikasi sebagai berikut.

1. Sistem hanya menggunakan satu gerbang utama sebagai tempat akses untuk masuk dan keluar pada area perumahan.
2. Pembacaan sensor atau syarat keamanan menggunakan sensor RFID.
3. Pendeteksi kendaraan setelah melewati palang atau gerbang menggunakan sensor proximity.
4. Skema dan diagram blok sistem dapat sudah di tampilkan pada gambar 7 dan 8.



GAMBAR 7
Skema Sistem



GAMBAR 8
Diagram Blok Sistem

B. Prinsip Kerja

Prinsip kerja sistem adalah sebagai berikut :

1. Daftarkan dahulu kartu perumahan sebagai identitas setiap individu pada aplikasi Arduino IDE.
2. Jika sudah terdaftar maka lakukan scan pada RFID reader untuk akses keluar maupun masuk ke area perumahan.
3. Apabila kartu sah, motor DC akan berputar searah jarum jam dan berhenti apabila limit switch tertekan dan jika kartu tidak valid maka gerbang tidak akan terbuka.
4. Setelah gerbang terbuka kendaraan akan masuk dan sensor proximity akan mendeteksi apakah kendaraan sudah masuk melewati palang.
5. Jika kendaraan sudah masuk melewati palang maka motor DC akan berputar berlawanan arah jarum jam dan berhenti apabila limit switch tertekan
6. Ulangi setiap langkah di atas apabila ingin keluar atau masuk ke area perumahan

C. Parameter Registrasi

Parameter registrasi dibutuhkan sebagai syarat utama sebelum melakukan pendaftaran menggunakan kode E-KTP yang akan didaftarkan pada mikrokontroler. Ketentuan utama ketika akan melakukan pendaftaran adalah sebagai berikut:

1. Pendaftaran kartu pada RFID hanya dapat dilakukan oleh admin atau pihak yang berwenang seperti RT dan RW.
2. Kartu yang dapat didaftarkan hanya kartu yang memiliki kode unik seperti kartu perumahan, E-KTP, dan lain-lain.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dilakukan uji coba dalam mengimplementasikan sistem portal otomatis berbasis RFID yang telah dirancang untuk perumahan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dan dapat diandalkan dalam implementasi nyata.

A. Implementasi Sistem

Sistem portal otomatis berbasis RFID yang dirancang meliputi beberapa komponen utama, yaitu perangkat keras (hardware) seperti sensor RFID MFRC522, mikrokontroler ESP32, dan aktuator untuk membuka dan menutup portal. Selain itu, perangkat lunak (software) yang dikembangkan menggunakan Arduino IDE untuk memprogram mikrokontroler ESP32.

B. Pengujian RFID

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sensor RFID dapat membaca kartu RFID dengan benar. Pengujian ini melibatkan berbagai skenario, seperti jarak pembacaan, kecepatan respon, dan akurasi validasi kartu. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian terhadap sensor RFID yang telah dilakukan :

TABEL 1
Hasil Pengujian Sensor RFID

Percobaan Ke-	Kartu	Jarak Baca	Delay Time	Status Kartu	Ketepatan	Error	Akurasi
1	E-KTP 1	0 cm	0,1 ms	T	✓	0%	100%
2	E-KTP 1	2 cm	0,1 ms	T	✓	0%	100%
3	E-KTP 2	0 cm	0,1 ms	TD	✗	0%	100%
4	E-KTP 2	2 cm	0,1 ms	TD	✗	0%	100%
5	Kartu RFID	0 cm	0,1 ms	T	✓	0%	100%
6	Kartu RFID	2 cm	0,1 ms	T	✓	0%	100%
7	Kartu RFID	3 cm	0,1 ms	T	✓	0%	100%
8	E-money	0 cm	0,1 ms	TD	✗	0%	100%
9	E-money	2 cm	0,1 ms	TD	✗	0%	100%
10	E-money	3 cm	0,1 ms	TD	✗	0%	100%

*T : Terdeteksi

*TD : Tidak terdeteksi

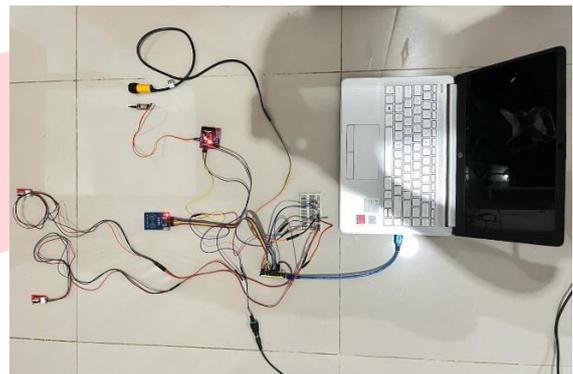
* ✓ : Akses diberikan

* ✗ : Akses ditolak

Dari table 1 di atas hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor RFID MFRC522 dapat membaca kartu dengan jarak maksimum 3 cm dengan tingkat akurasi mencapai 100%.

C. Pengujian Sistem Keseluruhan

Dari hasil percobaan yang sudah dilakukan, sistem dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Pada saat penghuni ingin masuk ke area perumahan dan memindai kartu perumahannya, maka apabila kartu valid indikator lampu hijau akan menyala dan gerbang akan langsung terbuka. Kemudian, apabila kartu tidak valid maka indikator lampu merah akan menyala dan gerbang tidak akan terbuka seperti yang terdapat pada gambar 9.



GAMBAR 9
Pengujian Sistem Keseluruhan

Setelah akses diberikan karena kartu perumahan valid, maka penghuni akan masuk melewati gerbang dan sensor proximity akan mendeteksi keberadaan objek di depan gerbang sehingga gerbang tidak akan menutup sampai objek tersebut sudah tidak terdeteksi. Jika objek atau kendaraan sudah tidak berada di depan gerbang maka secara otomatis gerbang akan tertutup kembali. Untuk pembatas gerakan palangnya menggunakan limit switch agar ketika limit switch di tekan maka gerbang akan langsung terhenti.

D. Evaluasi Kinerja

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem portal otomatis berbasis RFID berfungsi dengan sangat baik. Rata-rata waktu respons untuk membuka portal setelah mendeteksi kartu RFID adalah 1,8 detik. Tingkat keberhasilan identifikasi kartu sah mencapai 99%, dan tingkat kegagalan identifikasi kartu sah adalah 1%, yang disebabkan oleh gangguan sinyal atau posisi kartu yang tidak optimal. Dari hasil tersebut sensor RFID menunjukkan akurasi tinggi dalam keamanan.

Keandalan operasional diuji dengan mengoperasikan sistem selama 7 hari terus-menerus, di mana sistem berhasil membuka dan menutup portal sebanyak 500 kali tanpa mengalami kegagalan mekanis atau elektronik. Selain itu, sistem mampu mendeteksi dan menolak kartu RFID palsu untuk memastikan keamanan yang solid.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi kinerja menunjukkan bahwa sistem ini memenuhi persyaratan utama dalam hal responsivitas, akurasi identifikasi, dan keandalan operasional, menjadikannya solusi yang layak untuk penggunaan dalam lingkungan perumahan.

E. Analisis Keamanan

Keamanan sistem portal otomatis berbasis RFID diuji melalui berbagai skenario untuk memastikan ketahanannya terhadap upaya manipulasi dan akses yang tidak sah. Pengujian ini mencakup simulasi penggunaan kartu RFID palsu, gangguan sinyal, dan serangan brute force, di mana banyak kartu RFID dimasukkan secara cepat. Sistem berhasil mendeteksi dan menolak semua kartu palsu serta gangguan tersebut, dan tetap beroperasi normal tanpa terpengaruh oleh serangan brute force. Dengan tingkat penolakan 100% untuk kartu yang tidak terdaftar, sistem ini memastikan bahwa hanya kartu yang sah dapat membuka portal, menjadikannya solusi yang andal dan aman untuk lingkungan perumahan.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan menguji sistem portal otomatis berbasis RFID untuk perumahan dengan hasil yang memuaskan. Waktu respons rata-rata sistem adalah 1,8 detik dan tingkat keberhasilan identifikasi kartu RFID mencapai 99%. Sistem ini juga terbukti tahan terhadap gangguan sinyal dan upaya manipulasi, memastikan hanya kartu yang sah dapat membuka portal. Desain yang sederhana membuat sistem ini mudah diimplementasikan dan dioperasikan, memberikan solusi keamanan yang dapat diandalkan bagi penghuni perumahan. Dengan hasil yang baik, sistem ini layak digunakan secara luas untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan akses di perumahan.

REFERENSI

- [1] W. K. Destian, T. Rohana, dan K. A. Baihaqi, "SISTEM PORTAL OTOMATIS PERUMAHAN BERBASIS RFID ARDUINO (STUDI KASUS : KARTIKA RESIDENCE)," vol. II, no. 1, 2021.
- [2] H. A. Prasetyo, E. Usada, S. Tinggi, T. Telematika, dan T. Purwokerto, "Perancangan Sistem Pintu Gerbang dengan Sensor Radio Frequency Identification (RFID) menggunakan Metode Waterfall," 2013.
- [3] A. Imran dan M. Rasul, "PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN ESP32," 2020.
- [4] A. M. Prasetya dan H. Santoso, "IMPLEMENTATION OF SCALAR CONTROL METHOD FOR 3 PHASE INDUCTION MOTOR SPEED CONTROL," *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 3, no. 1, hlm. 63–69, Jul 2018, doi: 10.21831/elinvo.v3i1.19460.
- [5] B. Bonardo Sirait, M. Malang, D. Teknik Elektronika Sistem Senjata, dan P. Kodiklatad, "Rancang Bangun Penegang Baji Tutup Meriam 57mm/S-60 Berbasis Arduino Uno Dan Sensor Proximity".
- [6] R. Pramana *dkk.*, "Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan Perancangan Perangkat Penghitung Jumlah Penumpang Pada Kapal Komersial menggunakan Mikrokontroler," vol. 08, no. 01, hlm. 18–29, 2019.
- [7] D. Aribowo dan F. Puspitasari, "ANALISIS PERANCANGAN PROGRAM PLC SCHNEIDER TM221CE24R PADA SISTEM PEMINDAH BARANG OTOMATIS," vol. 6, no. 1, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <https://oceancontrols.com.au/IBS-1181.html>
- [8] E. Triana, A. Z. Hasibuan, A. Sembiring, Y. Fitri, dan A. Lubis, "Prototipe Alat Pakan Ternak Ayam Otomatis Dua Sisi Berbasis Mikrokontroler," Online, 2022.
- [9] M. Ibrohim, M. Selvia Lauryn, dan R. Dhanan Jaya, "RANCANG BANGUN SISTEM KEHADIRAN KARYAWAN BERBASIS RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID)," vol. 6, no. 1, 2019.
- [10] F. Alito Putra dan R. Hartayu, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Gerbang Otomatis dengan Radio Frequency Identification (RFID)," *Seminar Nasional Fortei Regional*, vol. 7.
- [11] R. Mustolih, U. T. Lenggana, dan J. Mulyana, "Utilization of E-KTP as Home Safety Using Arduino Nano Based on Android," *Jurnal Online Informatika*, vol. 4, no. 1, hlm. 9, Sep 2019, doi: 10.15575/join.v4i1.238.
- [12] P. Menengah Mahir, "PENGENALAN ARDUINO ✓ Oleh : Feri Djuandi," 2011. [Daring]. Tersedia pada: <http://www.arobotineveryhome.com>