

Sistem Kendali dan Monitoring Garasi Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Berdasarkan Jarak dan Kecepatan *User*

Aida Ulfia R.¹, Mochammad Junus², Azam Muzakhim Imammuddin³

^{1,2,3}) Program Studi Jaringan Telekomunikasi Digital,
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

³) Program Teknik Telekomunikasi Digital,
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Arochmah13@gmail.com, mochammad.junus@polinema.ac.id, azam@polinema.ac.id

Abstract—The increase in private vehicles number will also increase the number of crimes such as vehicle theft. So the owner must have a garage to increase security. However, generally security systems still use standard security. So, a system was developed to improve security and make it easier to be more effective using the ESP32 microcontroller to process the user's distance and speed values to control the rolling door using fuzzy logic, monitor whether or not vehicles are in the garage through a smartphone application, manage the queuing system on the smartphone application and find out the quality of the network used. Data retrieval is done by testing the hardware performance, namely the MG996R Servo Motor, ultrasonic sensor HC-SR04, Magnetic Switch MC-38, Infrared Sensor, Buzzer Module, and 1W HPL LED and the performance of smartphone application software made using Android Studio. From the test results, the speed of the servo motor with forward rotation is obtained from fuzzy logic processing to get the maximum and minimum values. A monitoring system to determine the presence or absence of a car in the garage by utilizing the color change of the view on the smartphone application. In automatic mode the smartphone application uses a queue system, where only one user can use the application, so other users cannot access the smartphone application and receive notifications. Based on the ITU-T standard, network quality testing (QOS) using wireshark software with parameters delay, packet loss and throughput gets a very good category value.

Keywords— ESP32, Servo MG996R, Ultrasonic Sensor HC-SR04, Buzzer Module, Fuzzy Logic, Wireshark.

Abstrak—Meningkatnya jumlah kendaraan pribadi maka meningkat pula tidak kejahatan seperti pencurian kendaraan. Sehingga pemilik harus memiliki garasi untuk meningkatkan keamanan. Namun, umumnya sistem keamanan masih menggunakan keamanan yang standar. Maka, dikembangkan sebuah sistem untuk meningkatkan keamanan dan mempermudah menjadi lebih efektif menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk memproses nilai jarak dan kecepatan *user* untuk mengontrol *rolling door* menggunakan *fuzzy logic*, memonitoring kendaraan yang ada tidaknya dalam garasi melalui aplikasi *smartphone*, mengelola sistem antrian pada aplikasi *smartphone* serta mengetahui kualitas jaringan yang digunakan. Pengambilan data dilakukan dengan cara pengujian pada kinerja hardware yaitu Motor Servo MG996R, sensor ultrasonik HC-SR04, Magnetik Switch MC-38, Sensor Infrared, Buzzer Module, serta LED HPL 1W dan kinerja software aplikasi *smartphone* yang dibuat menggunakan Android Studio. Dari hasil pengujian, kecepatan motor servo dengan putaran maju didapatkan dari pemrosesan *fuzzy logic* untuk mendapatkan nilai maksimal dan minimum. Sistem monitoring untuk mengetahui ada dan tidaknya mobil dalam garasi dengan memanfaatkan perubahan warna *view* pada aplikasi *smartphone*. Pada mode otomatis aplikasi *smartphone* menggunakan sistem antrian, dimana hanya satu *user* yang dapat menggunakan aplikasi, sehingga *user* lain tidak dapat mengakses aplikasi *smartphone* dan mendapat notifikasi. Berdasarkan standart ITU-T pengujian kualitas jaringan (QOS) menggunakan *software* wireshark dengan parameter *delay*, *packet loss* dan *throughput* mendapatkan nilai kategori sangat baik.

Kata kunci—ESP32, Servo MG996R, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Buzzer Module, Fuzzy Logic, Wireshark.

I. PENDAHULUAN

Kendaraan pribadi merupakan alat transportasi yang sangat penting pada kehidupan manusia, sehingga jumlah pengguna kendaraan pribadi dari tahun ke tahun semakin meningkat. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan pribadi maka meningkat pula tidak kejahatan seperti pencurian kendaraan.

Adanya hal tersebut pemilik kendaraan berusaha menjaga kendaraan agar terhindar dari pencurian[1]. Sehingga pemilik harus memiliki garasi untuk meningkatkan keamanan. Namun, umumnya sistem keamanan masih menggunakan keamanan yang standar dengan memasang slot kunci dan gembok pada garasi. Sistem dengan cara

tersebut dirasa kurang efektif[2].

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibuatlah “Sistem Kendali dan Monitoring Garasi menggunakan Metode *Fuzzy Logic* berdasarkan Jarak dan Kecepatan *User*”, yaitu dengan mengembangkan sebuah sistem untuk membuka atau menutup garasi berdasarkan nilai jarak dan kecepatan *user* untuk mengontrol sistem menggunakan metode *fuzzy logic* mamdani, memonitoring ada tidaknya kendaraan dalam garasi melalui aplikasi *smartphone*, mengelola sistem antrian dalam aplikasi *smratphone* serta mengetahui kualitas jaringan yang digunakan pada sistem. Hal ini untuk meningkatkan keamanan dan mempermudah pekerjaan menjadi lebih cepat, efektif dan efisien bagi pemilik garasi.

Sistem antrian merupakan himpunan *user*, pelayan dan suatu aturan yang mengatur pelayanan pada *user*. Sedangkan keadaan sistem menunjuk pada jumlah *user* yang berada dalam suatu fasilitas pelayanan, termasuk dalam antriannya sehingga dapat diketahui model antrian yang sesuai. Pemanfaatan teori dapat diterapkan untuk mengoptimalkan pelayanan dengan merencanakan sumber daya penyelenggara layanan sehingga pelayanan menjadi efektif dan efisien[3].

Android studi adalah IDE (Integrated Development Environment) resmi untuk pengembangan aplikasi Android dan bersifat open source atau gratis. Android studio sendiri dikembangkan berdasarkan IntelliJ IDEA yang mirip dengan Eclipse disertai dengan ADT plugin (*Android Development Tools*)[4].

Firebas Realtime Database adalah *cloud database* dimana data disimpan sebagai JSON dan disinkronkan secara *realtime* ke setiap klien yang terhubung. Ketika membuat platform aplikasi dengan SDK Android, iOS dan JavaScript, semua klien akan berbagi sebuah *instance Realtime Database* maka secara otomatis akan menerima data pembaharuan[5].

ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul Wifi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem *aplikasi Internet Of Things*. Fungsi Mikrokontroler ESP32 disini digunakan untuk *input* atau *output* untuk mengirimkan data dan menjalankan sistem[6].

Motor Servo adalah sebuah aktuator putar yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik tertutup Sehingga dapat di set-up atau diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dai motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat poros pada motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Prinsip kerja motor servo dikendalikan Motor servo adalah motor yang mampu bekerja dua arah (CW dan CCW) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan dengan memberikan

variasi lebar pulsa (duty cycle) sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya[7].

Sistem sensor Infra merah pada dasarnya menggunakan infra merah sebagai media untuk komunikasi data antara receiver dan transmitter. Sistem akan bekerja jika sinarinfra merah yang dipancarkan terhalang oleh suatu benda yang mengakibatkan sinar infra merah tersebut tidak dapat terdeteksi oleh penerima. Pemancar pada sistem ini terdiri atas sebuah *Light Emitting Diode (LED)* inframerah yang dilengkapi dengan rangkaian yang mampu membangkitkan data untuk dikirimkan melalui sinar infra merah, sedangkan pada bagian penerima biasanya terdapat foto transistor, foto diode atau inframerah module yang berfungsi untuk menerima sinar infra merah yang dikirimkan oleh pemancar[8].

Sensor HC-SR04 merupakan salah satu sensor ultrasonik yang sering digunakan untuk memantau jarak benda (objek) dengan sensor. Sensor ini terdiri rangkaian pemancar ultrasonik yang dinamakan *transmitter* dan penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. Jarak yang bisa terbaca berkisar antara 2 cm hingga 400 cm dengan tingkat presisi 0,3 cm[9].

Magnetic *switch* merupakan saklar yang dapat merespon medan magnet yang berada disekitarnya. Magnetic *switch* adalah saklar yang bekerja berdasarkan medan magnet. Jika kedua buah kutub didekatkan maka saklar memiliki resistansi rendah atau terhubung. Sebaliknya, jika kedua buah kutub dipisah maka saklar memiliki resistansi tinggi atau terputus. Magnetic *switch* ini seperti halnya sensor limit *switch* yang diberikan tambahan plat logam yang dapat merespon adanya magnet[10].

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara[11].

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. *High Power LED (HPL)* memproduksi intensitas cahaya lampu lebih kuat, atau bisa disebut yang paling kuat diantara semua jenis lampu LED. Namun, lampu LED satu ini memiliki potensi untuk lebih cepat panas dibanding dengan LED lain.

Data yang dihasilkan dapat mengalami kesalahan (*error*) baik dari segi pembacaan maupun pengukuran, yang disebabkan kesalahan posisi membaca nilai maupun keakuratan sensor. Untuk mengetahui persentase jenis kesalahan pada pengujian disajikan klasifikasi persentase jenis kesalahan menurut Sutejo yang ditunjukkan tabel 1[12].

TABEL 1
KLASIFIKASI PERSENTASE JENIS KESALAHAN

Persentase	Kategori
$P \geq 55\%$	Sangat tinggi
$40\% \leq P < 55\%$	Tinggi
$25\% \leq P < 40\%$	Cukup tinggi
$10\% \leq P < 25\%$	Kecil
$P < 10\%$	Sangat kecil

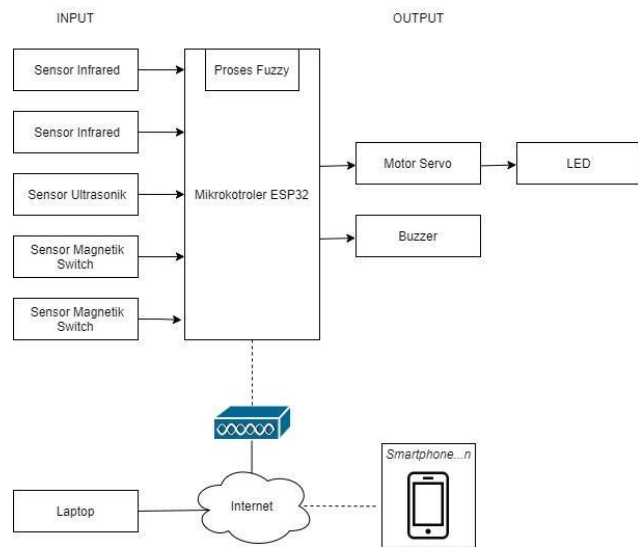
Quality of services merupakan parameter yang menunjukkan kualitas paket data jaringan. QoS didesain untuk membantu *end-user (client)* menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa user mendapatkan performansi yang handal dari aplikasi-aplikasi berbasis jaringan[13].

Konsep tentang logika fuzzy diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962. Logika fuzzy adalah metodologi sistem kontrol pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, *embedded system*, jaringan PC, *multichannel* atau *workstation* berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol[14].

Metode Fuzzy Mamdani diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Metode Fuzzy Mamdani dalam prosesnya menggunakan kaedah-kaedah linguistik dan memiliki algoritma fuzzy yang dapat dianalisis secara matematika, sehingga lebih mudah dipahami [15].

II. METODOLOGI

Tahapan alur sistem kerja alat dalam diagram blok memiliki dua prinsip kerja yaitu proses masuknya dan keluarnya mobil dari garasi. Sistem ini dioperasikan melalui *Smartphone user*.



Gambar 1. Diagram blok sistem

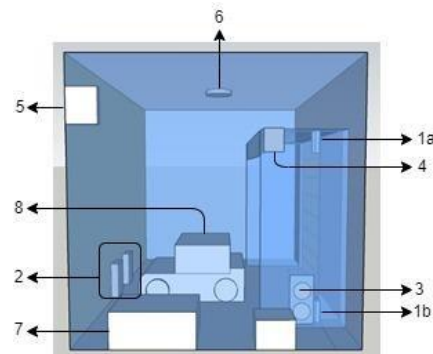
Pada mode otomatis data aplikasi yang dikirimkan berupa jarak *user* terhadap garasi dan kecepatan yang diterima akan disimpan pada *database* server untuk diproses fuzzy pada ESP32. Data akan diolah oleh mikrokontroler yang selanjutnya akan di tentukan kecepatan servo motor untuk membuka *rolling door* dan LED menyala. Ketika mobil berada di dalam garasi 2 buah sensor infrarad akan bekerja

untuk mendekteksi objek kendaraan yang ada depannya secara bersamaan, maka motor servo akan bergerak untuk menutup pintu garasi serta lampu LED mati. Terdapat sensor ultrasonik pada samping *rolling door* yang berfungsi untuk mendeteksi objek didepannya ketika motor servo bergerak menutup *rolling door*. Apabila terdeteksi adanya objek, maka motor servo akan berhenti hingga sensor tidak mendeteksi objek. Terdapat Magnet Switch atas dan bawah digunakan untuk mendeteksi pergerakan dari *rolling door* apabila magnetik atas dan bawah berlogika 1 maka servo sebagai penggerak *rolling door* akan berhenti. Fungsi lain dari magnetik switch bawah apabila berlogika 0 ketika tidak ada perintah atau input dari mikrokontroler maka alarm dari buzzer dan LED akan menyala. Tahap selanjutnya pada mode otomatis yaitu saat proses mengeluarkan mobil, dimana pengguna hanya perlu memundurkan mobil pada jarak yang tidak terdektesi oleh 2 buah infrarad maka motor servo akan bergerak untuk membuka pintu. Ketika mobil sudah diluar dengan delay beberapa detik maka motor servo atau *rolling door* otomatis akan bergerak turun.

Pada mode manual, sistem ini dapat mengontrol lampu LED dan *rolling door* secara manual dengan menekan button pada aplikasi andorid. Untuk mengontrol *rolling door* sistem berjalan seperti mode otomatis, saat motor servo bergerak turun, pada sisi *rolling door* terdapat sensor ultrasonik mendeteksi objek didepannya.

Aplikasi android pada sistem ini sebagai pengontrolan untuk membuka atau menutup pintu, mengontrol LED, memonitoring mobil terparkir, pembacaan jarak terhadap garasi dan kecepatan melaju *user* serta dapat merubah status apabila salah satu device melakukan *update* data dengan sistem antrian dan semua data yang diperoleh akan tersimpan pada laptop atau *firebase* secara *realtime*. Pada aplikasi ini dapat diakses oleh beberapa *user*.

A. Perencanaan Mekanik Sistem Hardware

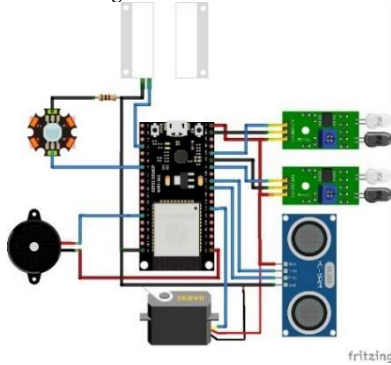


Gambar 2. Desain hardware

Ukuran dimensi dari Prototype Garasi yaitu :

1. Tinggi Prototype Garasi : 30 cm
2. Lebar Prototype Garasi : 60 cm
3. Panjang Prototype Garasi : 30 cm
4. Ketebalan Akrilik : 2 mm

B. Perencanaan Rangkaian Sistem Hardware

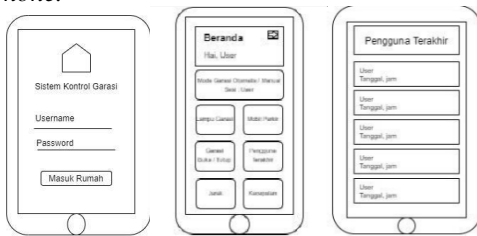


Gambar 3. Konfigurasi pin

Berdasarkan gambar 3 dapat disimulasikan bahwa untuk warna dari kabel koneksi mempunyai fungsi masing-masing.

C. Perencanaan Aplikasi Desain Software

Hasil desain untuk rancangan *software* terdiri hasil desain *database* dan hasil desain aplikasi Android Studio pada *SmartPhone*.



Gambar 4. Menu aplikasi pada smartphone

Menu Login merupakan tampilan awal ketika Aplikasi pada *SmartPhone* diakses dengan mengisikan *username* dan *password* yang ada pada atribut *database*. setelah masuk menu beranda user dapat memilih mode otomatis atau manual pada button tersedia. pada mode otomatis dapat memonitoring lampu, mobil parkir, pintu garasi, jarak dan kecepatan user. pada mode manual dapat mengontrol lampu dan pintu garasi. sedangkan menu pengguna terakhir merupakan kumpulan list *database* user aplikasi.

D. Perencanaan Fuzzy Logic

Tahap awal untuk logika fuzzy mamdani adalah pembentukan himpunan fuzzy atau biasa disebut fuzzifikasi.

Fuzzy logic yang digunakan, yaitu berupa dua buah input dan satu buah output. Untuk inputan yaitu jarak user dan kecepatan user dengan aplikasi sedangkan untuk outputan yaitu kecepatan motor servo pada *rolling door*.

E. Penentuan Aturan Fuzzy

Menentukan aturan Fuzzy yang diharapkan mampu mengolah parameter input sehingga dapat memperoleh hasil output yang diinginkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Fuzzy Logic

TABEL I
HASIL DEFUZZYFIKASI

User	Jarak	Kecepatan	Defuzzyfikasi	
			Matlab	Hardware
1	17	6	65.5	65
1	8	7	63.6	63
1	9	25	55.4	55
1	13	24	57.8	57
2	6	21	58.4	58
2	9	16	60.4	60
2	15	11	63.1	63
2	19	5	66.7	66
3	5	21	58.2	58
3	11	23	57.2	57
3	7	25	55.7	55
3	12	22	58.4	58
4	8	5	64.7	64
4	11	19	59.5	59
4	20	9	66.4	66
4	7	10	61.6	61

Hasil *defuzzyfikasi* pada tabel 1 Dilakukan dengan membandingkan nilai *defuzzyfikasi* hardware dengan *Matlab*. Dapat diketahui dari pengujian yang dilakukan sebanyak 16 kali menggunakan 4 *user* nilai yang didapat berbeda-beda. Hasil *defuzzyfikasi* matlab memiliki selisih lebih besar dibandingkan dengan nilai *defuzzyfikasi* hardware.

Dfuzzyfikasi dari input jarak 7m dan kecepatan 25km/j pada sistem hardware didapatkan nilai output 55, hasil simulasi matlab 55,6 dan hasil perhitungan secara teori didapatkan nilai 55. Dari data tersebut presentase kesalahan antara simulasi matlab dengan teori dan hardware adalah 1%, dimana sistem yang telah dibuat dapat dikatakan berhasil dikarenakan hasil error yang sangat kecil.

B. Monitoring

Pengujian ini bertujuan untuk memonitoring ada dan tidaknya mobil di garasi dengan dilakukan pembacaan pada aplikasi *smartphone*.

TABEL II
MONITORING MOBIL PADA APLIKASI SMARTPHONE

Keterangan	Hasil view pada button	
	Red	White
Parking berlogika 1	v	
Parking berlogika 0		v

Hasil pengujian monitoring mobil pada garasi yang didapatkan dari sensor IR 1 dan sensor IR 2 berjalan seperti yang diharapkan yaitu apabila parking berlogika 1 atau yang berarti sensor IR 1 dan sensor IR 2 sama-sama mendeteksi objek yang menandakan mobil ada dalam garasi maka *view layout* pada *button* berwarna merah. Namun, apabila parking bernilai 0 atau yang berarti kedua sensor IR 1 dan sensor IR 2 sama –sama tidak mendeteksi adanya objek maka *view layout* pada *button* berwarna putih.

C. Sistem Antrian

Sistem antrian yang telah dibuat pada aplikasi *smartphone* pada mode otomatis, hal ini bertujuan untuk menghindari pelayanan sistem secara bersamaan.

TABEL III
PENGUJIAN SISTEM ANTRIAN

User	Notifikasi pada user 1	Notifikasi pada user 2	Notifikasi pada user 3	Notifikasi pada user 4	Pengujian Sistem
User 1	-	v	v	v	berhasil
User 2	v	-	v	v	berhasil
User 3	v	v	-	v	berhasil
User 4	v	v	v	-	berhasil

Pengujian sistem antrian di atas adalah pengujian saat aplikasi digunakan pada mode otomatis pada tiap user. pengujian sistem tersebut berhasil dilakukan karena apabila salah satu user menggunakan aplikasi garasi dengan mode otomatis, user lain mendapatkan notifikasi bahwa saat ini sesi user lain. Dalam hal ini bertujuan untuk menghindari pelayanan sistem secara bersamaan, dikarenakan pada sistem otomatis ini mengirimkan data berupa jarak dan kecepatan untuk diproses apabila pelayanan sistem dilakukan bersamaan maka kinerja *rolling door* kurang optimal. Sehingga dibuatlah sistem antrian, yaitu hanya satu user yang dapat mengakses aplikasi pada *smartphone*.

D. QoS

Pengujian Quality of Service pada alat ukur dengan aplikasi terdapat 3 parameter yang diujikan yaitu delay, packet loss dan througput untuk mengetahui kualitas jaringan yang digunakan. Software yang digunakan dalam pengujian ini yaitu software wireshark yang dihubungkan dengan *access point* (Wifi).

E. Delay

Pengujian delay ini untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan pada sistem yang telah dirancang dengan dilakukan pembacaan pada sistem software wireshark

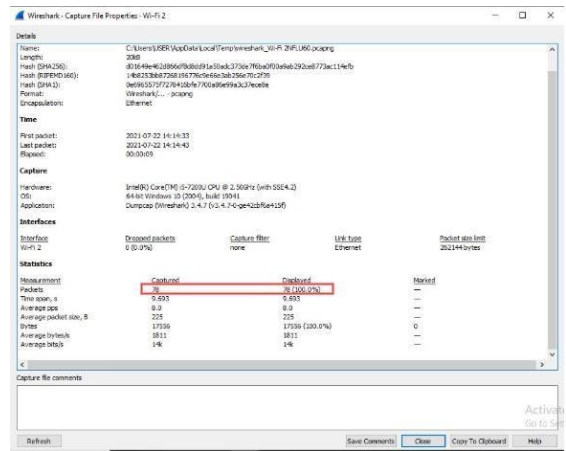
TABEL IV
HASIL PENGUJIAN DELAY

Time	Delay	Kategori	
0.716703	0.205365	0.511338	Good
0.71687	0.716703	0.000167	Excellent
0.829035	0.71687	0.112165	Excellent
0.92228	0.829035	0.093245	Excellent
1.368.128	0.92228	0.445848	Good
1.434.971	1.368.128	0.066843	Excellent
1.638.138	1.434.971	0.203167	Good
1.721.743	1.638.138	0.083605	Excellent
1.762.855	1.721.743	0.041112	Excellent
2.034.190	1.762.855	0.271338	Good
Total delay		1.828.828	
Rata-rata		0.1828828	

Hasil pengujian tabel diatas, didapatkan nilai delay dengan melakukan perhitungan waktu paket diterima dikurangi waktu paket yang dikirim menggunakan software wireshark. Dari pengujian tersebut memiliki rata-rata delay pada jaringan yaitu 0.1828828 detik atau 182.882.8 ms. semakin kecil nilai delay yang didapatkan maka kualitas jaringan maka pengiriman data yang diperoleh semakin baik.

F. Packet Loss

Tujuan dari pengujian *packet loss* ini adalah untuk mengetahui paket yang hilang ketika pengiriman data saat sistem sedang berjalan. Untuk mengetahui *packet loss*, disini menggunakan software wireshark dengan dilakukan pembacaan.

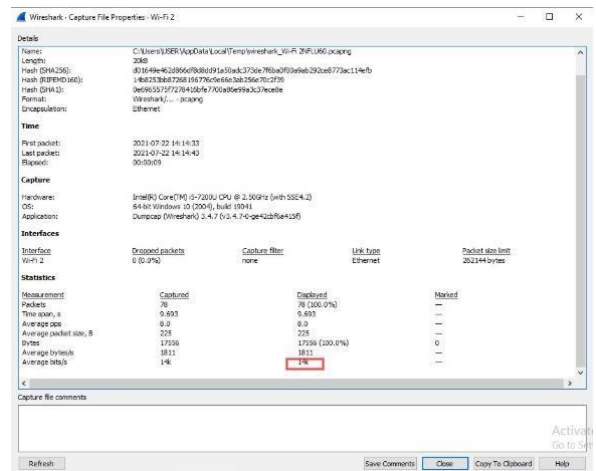


Gambar 5. Tampilan data packet loss pada capture file

Berdasarkan data yang diperoleh pada Gambar 4.26 menunjukkan hasil pengukuran *packet loss* menggunakan software wireshark didapatkan nilai paket yang dikirim sebesar 78 dan paket yang diterima sebesar 78 sehingga hasil nilai perhitungan nilai *packet loss* yaitu 0%. Jika dibandingkan dengan standart ITU-T tentang pengukuran QoS maka *packet loss* pada aplikasi termasuk dalam kategori sangat baik karena memiliki nilai 0 ms atau 0%.

G. Througput

Tujuan dari pengujian *throughput* ini adalah untuk mengetahui kemampuan suatu jaringan dalam mengirimkan data yang diukur dalam bps. Dengan menggunakan software wireshark dengan dilakukan pembacaan.



Gambar 6. Tampilan data througput pada capture file

Berdasarkan data yang diperoleh pada pengukuran didapatkan rata-rata *throughput* menggunakan software wireshark dididaptkan nilai sebesar 14k bits/s. *throughput*

adalah bandwidth yang terpakai saat jaringan mengirimkan data.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan alat dan hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Kecepatan motor servo untuk memutar rolling door didapatkan dari pemrosesan *fuzzy logic* dalam sistem yang terbagi menjadi 3 kategori yaitu cepat, sedang dan lambat dengan nilai kecepatan maksimal yaitu 55 dan kecepatan minimum yaitu 67 yang berputar maju (CW).
2. Monitoring garasi dilakukan menggunakan aplikasi *smartphone* dimana sistem secara otomatis terintegrasi dengan aplikasi ketika sensor infrared 1 dan infrared 2 bekerja secara bersamaan, sehingga dapat diketahui kondisi ada atau tidaknya mobil pada garasi dengan memanfaatkan perubahan warna *view* pada aplikasi *smartphone*.
3. Implementasi sistem antrian pada aplikasi *smartphone* menggunakan notifikasi, ketika salah satu *user* sedang menggunakan aplikasi pada mode otomatis, maka *user* lainnya akan mendapatkan notifikasi bahwa sedang ada *user* yang menggunakan aplikasi tersebut, sehingga *user* yang akan menggunakan aplikasi secara otomatis tidak dapat mengakses aplikasi tersebut.
4. Berdasarkan standart ITU-T pengujian *Quality of Service* dengan paramter *delay*, *packet loss* dan *throughput* menggunakan aplikasi *wireshark* mendapatkan nilai dengan kategori sangat baik.

REFERENSI

- [1] E. Efrizon, H. Herizon, and W. R. Dinata, "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Pintu Garasi Otomatis Dengan Indikator RFID Dan Alarm Berbasis Mikrokontroler," *Elektron J. Ilm.*, vol. 9, no. 2, pp. 19–24, 2017, doi: 10.30630/eji.9.2.91.
- [2] W. Subawani, U. P. Batam, P. Studi, T. Informatika, and U. P. Batam, "SISTEM PENGUNCI PINTU OTOMATIS BERBASIS ARDUINO," vol. 1, no. 1, pp. 67–76, 2019.
- [3] N. Anam and P. Hendikawati, "Aplikasi Matrix Laboratory untuk Perhitungan Sistem Antrian dengan Server Tunggal dan Majemuk," *Sci. J. Informatics*, vol. 1, no. 1, pp. 65–78, 2015, doi: 10.15294/sji.v1i1.3642.
- [4] J. Ilmiah, I. Komputa, E. Volume, A. Issn, and A. Juansyah, "PEMBANGUNAN APLIKASI CHILD TRACKER BERBASIS ASSISTED – GLOBAL POSITIONING SYSTEM (A GPS) DENGAN PLATFORM ANDROID, Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)," 2015.
- [5] F. Brilians, A. Putra, and L. Hayat, "Rancang Bangun Miniatur Sistem Parkir Cerdas Bertingkat Berbasis Internet of Things Menggunakan," vol. 3,

- no. 1, 2021.
- [6] A. Imran, "Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan esp32," vol. 17, no. 2, 2020.
- [7] B. L. Follower, "Perancangan robot pemindah barang berbasis line follower," vol. 22, no. 1, pp. 1–11, 2020.
- [8] D. Program *et al.*, "Penggunaan Sensor Infrared Switching Pada Motor DC Satu Fasa," vol. 1099, pp. 90–96.
- [9] F. Teknik, P. Studi, T. Elektro, U. Widya, and D. Klaten, "KOMPARASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 DAN JSN-SR04T UNTUK," vol. 10, no. 2, pp. 717–724, 2019.
- [10] F. F. Iman, "Purwarupa Smart Door Lock Menggunakan Multi Sensor Berbasis Sistem Arduino," *Fak. Teknol. Inf. dan Elektro Universtas Teknol. Yogyakarta*, pp. 1–7, 2017.
- [11] R. Mardiaty, F. Ashadi, and G. F. Sugihara, "Rancang Bangun Prototipe Sistem Peringatan Jarak Aman pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler ATMEGA32," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 2, no. 1, pp. 53–61, 2016, doi: 10.15575/telka.v2n1.53-61.
- [12] R. A. Permatasari, T. Sugiarti, and M. Irvan, "Analisis Kesalahan Berdasarkan Kategori Kesalahan Menurut Watson dalam Menyelesaikan Permasalahan Perkalian dan Pembagian Pecahan Siswa Kelas V SDN Tegal Gede 01," *Artik. Ilm. Mhs.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2014.
- [13] D. Priadi, A. Muzakhim, N. Suharto, J. T. Digital, J. T. Elektro, and P. N. Malang, "Pengukuran *Quality of Service (QoS)* Pada Aplikasi File Sharing Dengan Metode Client-Server Berbasis Android," *J. JARTEL*, vol. 6, no. 1, pp. 39–49, 2018.
- [14] D. L. Rahakbauw, "Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno Berdasarkan Data Persediaan dan Jumlah Permintaan (Studi Kasus: Pabrik Roti Sarinda Ambon) Application Of Fuzzy Logic Method Sugeno To Determine The Total Production Of Bread," vol. 9, pp. 121–134, 2015.
- [15] K. Harefa, T. Informatika, U. Pamulang, and L. Belakang, "Penerapan Fuzzy Inference System Untuk Menentukan Jumlah," vol. 2, no. 4, 2017.