

IMPELEMENTASI PENGENALAN WAJAH UNTUK KEAMANAN RUMAH BERBASIS IOT MENGGUNAKAN RASPBERRY PI

IMPLEMENTATION OF FACE RECOGNITION FOR HOME SECURITY BASED ON IOT USING RASPBERRY PI

Anggoro Beno Lukito¹, Rendy Munadi², Sussi³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹Anggorobeno@student.telkomuniversity.ac.id, ²rendymunadi@telkomuniversity.ac.id,

³sussiss@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kejahatan seperti perampokan dan pencurian masih marak terjadi di zaman sekarang ini karena pemilik rumah lengah dan melakukan kesalahan seperti lupa mengunci pintu rumah. Badan Pusat Statistik Indonesia (BPSI) menyatakan pencurian dan pembobolan rumah termasuk dalam kasus yang memiliki persentase angka tertinggi dibanding kejahatan lainnya, oleh sebab itu diperlukan sistem keamanan rumah yang tepat dan efektif guna untuk memastikan rumah terjaga secara aman.

Untuk mengatasi masalah diatas maka dalam Tugas Akhir bertujuan untuk membuat purwarupa *smart home security system* yang berbasis IoT menggunakan Raspberry Pi sebagai kontroler, sistem ini akan dapat membuka pintu otomatis menggunakan pengenalan wajah dan akan memberikan notifikasi kepada user melalui aplikasi, data yang dikirim akan disimpan dalam database yang nantinya pengguna bisa mengakses untuk melihat waktu dan wajah dari orang yang sudah terdeteksi sebelumnya, kemudian akan diukur hasil performansinya.

Setelah dilakukan pengujian sistem, sistem dapat bekerja dengan baik dan mendapatkan akurasi rata rata 82,64 %. Dari pengujian performansi jaringan yang dilakukan didapat *delay* rata rata sebesar 39,63 milisekon dan rata rata *throughput* yang didapat sebesar 66,44 kilobita per sekon lalu rata rata untuk nilai *Packet Loss* sebesar 1,48 %. Sistem memiliki nilai *availability* dan *reability* masing masing sebesar 95,34 % dan 95,11 %

Kata Kunci: Internet Of Things, Raspberry Pi, Door Lock, Face recognition, QoS, Android

Abstract

Crimes such as burglaries is still common in this day and age, usually it occur because homeowners are careless and make mistakes such as forgetting to lock the door of the house, according to Badan Pusat Statistik Indonesia burglaries and home break-ins are included in cases that have the highest percentage of crime compared to other crimes, therefore it is necessary to have a proper and effective home security system to ensure the house is maintained safely.

To solve the above problem, this research aim to create a Prototype of smart home security system based on IoT using Raspberry Pi as controller, this system will be able to open the door automatically using facial recognition and will provide notifications to the user through the application, the data sent will be stored in a database that later users can access to see the time and faces that already detected by system, then network performance will be measured.

After doing system testing, system can perform well and face recognition accuracy of the system was 82,64 % on average . From the network test perfrommed, the average delay of system was 39,63 millisecond and the average of throughput was 66,44 kilobit per second and the average of packet loss was 1,48 %. The system has an Availability of 95,34 % and a Reability of 95,11%

Keyword : *Internet Of Things, Raspberry Pi, Door Lock, Face recognition, QoS, Android*

1. Pendahuluan

Kejahatan seperti perampokan terjadi bukan hanya karena pelaku memiliki niat yang jahat, tetapi juga bisa karena ada kesempatan bagi pelaku untuk melancarkan aksinya seperti saat pemilik lupa mengunci rumah. Tindakan pencegahan bisa dilakukan dengan meningkatkan keamanan rumah. Maka sangat penting untuk memastikan sistem keamanan rumah selalu terjaga. Badan Pusat Statistik Indonesia [1] menyatakan tindakan kriminalitas dengan pemberatan seperti pembobolan rumah masih menjadi kasus kejahatan dengan angka tertinggi dibanding kejahatan lain. Badan Pusat Statistik Indonesia juga menyatakan tindakan pembobolan rumah memiliki jumlah total kasus pada 2019 sebanyak 26.931 dibanding tindakan kriminal lain seperti pencurian kendaraan bermotor sebanyak 23.476 dan pencurian tanpa pemberatan sebanyak 22.271.

Karena adanya hal tersebut maka tingkat keamanan rumah harus ditingkatkan. Saat ini banyak teknologi yang digunakan untuk mengamankan rumah, salah satunya adalah sistem pengenalan wajah atau *Face Recognition*. Diharapkan dengan adanya sistem keamanan rumah ini tingkat kejahatan akan berkurang. Penggunaan sistem *Face*

Recognition atau pengenalan wajah pada rumah di Indonesia terbilang masih sangat sedikit, sehingga diharapkan dengan dibuatnya sistem keamanan rumah menggunakan pengenalan wajah dapat mengurangi tindak kejahatan. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Faishal Azhiman Suryadi[2], dalam penelitian ini membahas mengenai implementasi *Face Recognition* pada CCTV menggunakan Raspberry Pi, tetapi dalam penelitian tersebut belum dilakukan tindakan lanjutan seperti membuka kunci pintu secara otomatis. Dan jurnal dari Blesstio Joy Christian Unepetty[3] menjelaskan tentang *Smart Home Security* berbasis IoT menggunakan NodeMcu sebagai kontroler dengan metode *voice command* untuk mengamankan rumah. Dan jurnal dari Yeko Bastanta[4], dalam penelitian ini dijelaskan bahwa penggunaan *Face Recognition* dapat mendeteksi orang yang tidak dikenal untuk keamanan pintu namun dalam penelitian ini tidak terdapat *Database* yang terhubung dengan internet sehingga pengguna tidak bisa melihat hasil dari wajah yang sudah terdeteksi menggunakan *smartphone*. Berdasarkan hasil penelitian, penulis tertarik untuk mengimplementasikan suatu sistem keamanan rumah karena menurut penulis sistem keamanan pintu otomatis seperti ini akan sangat memudahkan kita di zaman modern ini untuk meningkatkan keamanan rumah kita hanya dengan bantuan *smartphone* dan juga untuk menyempurnakan dari penelitian yang sebelumnya. Sistem yang penulis buat menggunakan *Face recognition* untuk membuka kunci pintu secara otomatis menggunakan Raspberry Pi karena menurut penulis raspberry Pi memiliki pin input-output (GPIO) yang tergolong banyak dan memiliki dukungan *module* yang tergolong cukup banyak. Dengan adanya sistem keamanan rumah ini maka apabila ada orang yang tidak dikenal pemilik rumah akan segera tau melalui notifikasi dari aplikasi dan apabila wajah yang dikenal terdeteksi maka pintu akan otomatis terbuka. Wajah yang diambil akan disimpan pada *database* sehingga jika suatu saat pemilik bisa melihat *data* tersebut. Oleh karena itu penulis akan melakukan penelitian berjudul Implementasi Face Recognition Untuk Keamanan Rumah Berbasis IoT Menggunakan Raspberry Pi

2. Konsep Dasar

2.1 Internet of things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep dimana semua benda yang saling terhubung dan berkomunikasi satu sama lain lalu memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan manusia sehingga kita bisa mengontrolnya[5]. IoT telah berhasil diimplementasikan pada industri teknologi dan memberikan kemudahan dan kenyamanan kepada penggunaannya dibidang kesehatan, *Smart Home* dan transportasi[6]. Arsitektur pada IoT ini cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada tiga layer utama pada arsitektur IoT, yaitu *Application Layer*, *Connectivity Layer* dan *Device Layer*

1. *Application Layer*

Application Layer adalah layer paling atas pada arsitektur IoT. Layer ini berfungsi untuk menerima data yang dikirimkan oleh *Connectivity Layer* dan menampilkan data tersebut melalui aplikasi. Layer ini merupakan Layer dimana pengguna berinteraksi, contohnya seperti ketika pengguna menekan tombol "Open Door" untuk membuka pintu.

2. *Connectivity Layer*

Connectivity layer adalah layer yang berada ditengah *Application Layer* dan *Things Layer*. *Connectivity Layer* berfungsi untuk menerima data yang dikirim oleh sensor IoT pada *Things Layer* dan mengirimkan data tersebut ke *Application Layer*. Layer ini sangat penting karena memungkinkan terjadi pertukaran data melalui berbagai perangkat (hub, switch, router, dll) dan berbagai teknologi komunikasi (Wifi, Bluetooth, Mobile data, dll).

3. *Things Layer*

Things Layer merupakan layer terbawah pada arsitektur IoT. Layer ini berhubungan langsung dengan sensor pendukung IoT (Buzzer, Relay, Camera, dll) dan mengirimkan informasi yang didapat dari sensor tersebut ke *Connectivity Layer*.



Gambar 2.1 IoT

2.2 Smart Home Security

Internet of Things (IoT) memudahkan segala hal apapun terhubung ke internet. IoT dapat diimplementasikan diberbagai skenario seperti pabrik, laboratorium dan rumah. *Smart Home* berarti rumah dapat merespon terhadap adanya perubahan yang terjadi. Perangkat yang terkoneksi ke internet harus bisa diakses tanpa melihat dimana lokasinya yang berarti pengguna harus bisa mengatur dan memonitor perangkat yang ada dirumah dari mana pun dan kapan pun pengguna mau[7]. Menggunakan *Smart Home Security* diharapkan dapat menekan tindakan kriminal yang marak terjadi seperti pembobolan rumah.



Gambar 2.2 Smart Home

2.3 Raspberry Pi



Gambar 2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah *single board computer* seukuran kartu kredit yang di kembangkan oleh Raspberry Pi Foundation, Raspberry Pi memiliki kekuatan yang cukup dan mampu digunakan untuk pembuatan proyek sederhana. Raspberry Pi memiliki *Processor* berbasis ARM, kartu grafis, RAM dan GPIO yang berfungsi sebagai input maupun juga output[8]. Karena fitur yang mirip seperti *desktop pc* tetapi dengan ukuran yang sangat kecil dan juga kemudahan dalam memasang tambahan *module* menjadikan Raspberry Pi sangat cocok untuk digunakan sebagai *controller* dalam proyek Tugas Akhir.

2.4 Face Recognition

Face recognition adalah teknologi yang mampu mengidentifikasi dan mengenali wajah seseorang dengan cara membandingkan wajah yang ditangkap oleh kamera pada sistem dengan wajah yang tersimpan di *dataset*. *Face recognition* biasanya digunakan sebagai akses masuk dalam sistem keamanan dan jika dibandingkan dengan sistem *biometric* seperti *fingerprint* dan *iris scanner*, walaupun akurasi *face recognition* lebih kecil tapi lebih banyak digunakan karena tidak memerlukan kontak langsung dengan sensor *biometric*[9]. Dalam tugas akhir ini menggunakan algoritma *Histogram of gradient* (HOG) untuk melakukan pengenalan wajah. Kemampuan algoritma HOG dalam mengenali wajah termasuk cukup baik apabila kamera ditempatkan setinggi mata, dimana wajah akan selalu menghadap depan kamera dengan pose minimal[10].



Gambar 2.4 *Face Recogniton*

2.5 Parameter Pengujian

Quality of Service (QoS) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur tentang seberapa baik jaringan dan dilakukan untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu servis. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan parameter kerja yang telah ditentukan[6]. Parameter yang QoS yang digunakan sebagai berikut.

2.5.1 Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan oleh pengirim untuk mengirimkan paket yang berisi data ke penerima. Berikut merupakan standarisasi delay menurut TIPHON:

Tabel 2. 1 Standar *Delay* [7]

Kategori Delay	Besar Delay (ms)
Poor	>450
Medium	300 – 450
Good	150 – 300
Perfect	<150

2.5.2 Throughput

Throughput adalah actual bandwidth, jika bandwidth adalah kecepatan yang dapat terjadi pada suatu transfer data, maka throughput merupakan seberapa cepat proses transfer data terjadi. Berikut merupakan standarisasi throughput menurut TIPHON:

Tabel 2.2 Standar *Throughput* [7]

Kategori Throughput	Throughput (kbps)
Poor	<25
Medium	50
Good	75
Perfect	100

2.5.2 Packet Loss

Packet Loss merupakan persentase banyak packet yang hilang saat akan ditransmisikan ke tujuan dari pengirim. Berikut merupakan standarisasi packet loss menurut TIPHON:

Tabel 2.3 Standar *Packet Loss* [7]

Kategori Packet Loss	Packet Loss (%)
Poor	>25
Medium	12 – 24
Good	3 – 14
Perfect	0 – 2

2.5.3 Availability

Availability merupakan kemampuan suatu sistem untuk bekerja secara normal pada suatu waktu tertentu. Rumus untuk mencari *Availability* adalah:

$$Availability = \frac{Uptime}{Uptime + Downtime} \times 100\% \quad (1)$$

2.5.4 Reability

Reability merupakan kemampuan suatu sistem untuk memenuhi fungsinya secara normal pada suatu waktu tertentu. Rumus untuk mencari *Availaibility* adalah:

$$Reability = \frac{Uptime - Downtime}{Uptime} \times 100\% \quad (2)$$

2.6 Android Studio

Andorid studio adalah *Integrated Development Environment (IDE)* resmi untuk mengembangkan aplikasi Android yang diluncurkan oleh Google. Android Studio sendiri memiliki beberapa fitur yang membuat pengembangan android jadi lebih efisien dan mudah, contohnya dengan memiliki fitur *fast emulator* para *developer* dapat dengan mudah mengetes aplikasi yang sudah dibuatnya di perangkat virtual tanpa perlu mengcompile aplikasi terlebih dahulu dan memasang aplikasi tersebut di perangkat yang asli.

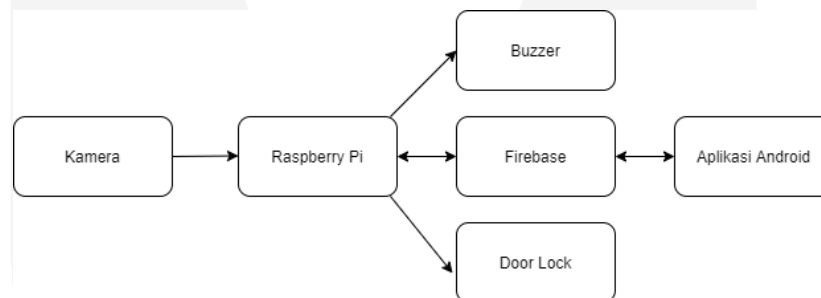
2.7 Firebase

Firebase merupakan sebuah *framework* yang digunakan untuk membuat aplikasi portabel dan aplikasi web untuk bisnis yang membutuhkan *database* bersifat *real time* yang berarti ketika ada user memperbarui suatu data maka user lainnya akan langsung menerima pembaruan data tersebut[11].

3. Model dan sistem perancangan

3.1 Desain Sistem

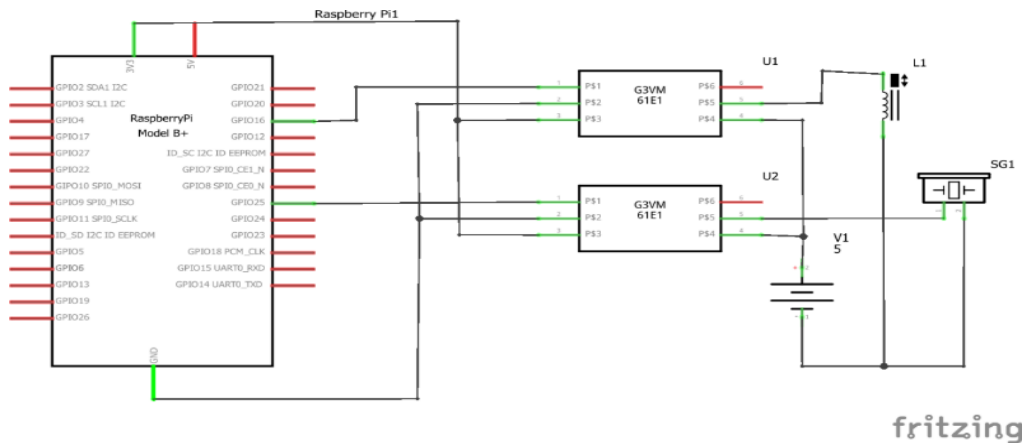
Pada Tugas Akhir ini dibuat sistem *Smart Home Security* dengan tujuan untuk membuka dan mengunci pintu secara otomatis menggunakan pengenalan wajah lalu mengirimkan notifikasi kepada pemilik melalui aplikasi android.



Gambar 3.1 Desain sistem

Pada Gambar 3.1 akan dijelaskan secara umum mengenai rancangan sistem *Smart Home Security* menggunakan *face recognition*. Sistem menggunakan kamera sebagai pendeteksi wajah, *Solenoid Door Lock* untuk membuka kunci pintu dan buzzer sebagai alarm. Ketiga komponen tersebut terhubung langsung dengan Raspberry Pi, setelah itu Raspberry Pi akan mengirimkan data ke Firebase yang terhubung langsung dengan Aplikasi Android.

3.2 Desain Perangkat keras *Smart Home Security*



Gambar 3.2 Wiring diagram *Smart Home Security*

Adaptor AC/DC 2,5 Ampere digunakan sebagai sumber daya Raspberry Pi, Kamera Spec dihubungkan dengan raspberry pi melalui USB port yang ada sisi kanan Raspberry Pi digunakan untuk mendeteksi wajah lalu Buzzer dihubungkan dengan pin 22 / GPIO 24 digunakan sebagai sumber suara alarm untuk sistem, Solenoid Door Lock dihubungkan dengan pin COM pada relay lalu pin input relay akan dihubungkan ke pin 36/GPIO 16 akan digunakan untuk mekanisme buka kunci pintu secara manual. Adaptor 12 V dihubungkan ke pin negatif solenoid door lock sebagai sumber tegangan karena Raspberry Pi hanya mendukung sampai 5 V, dan pin positif pada adaptor akan dihubungkan ke Pin Normally Open (NO) pada Relay karena sistem menginginkan kunci solenoid terbuka jika ada input dari Raspberry Pi

3.3 Fungsi dan Fitur Smart Home Security

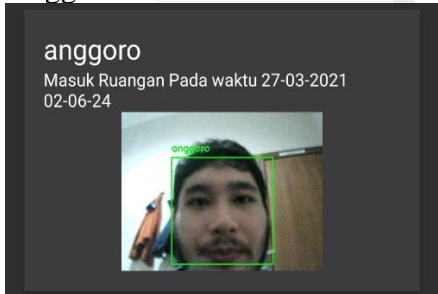
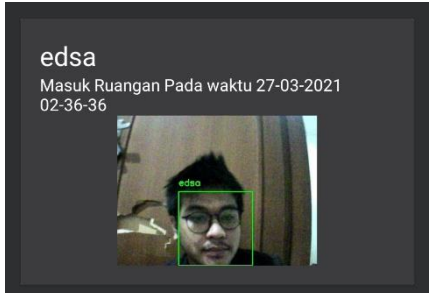
Smart Home Security ini memiliki fitur dan fungsi sesuai dengan latar belakang dan tujuan penelitian sebagai berikut:


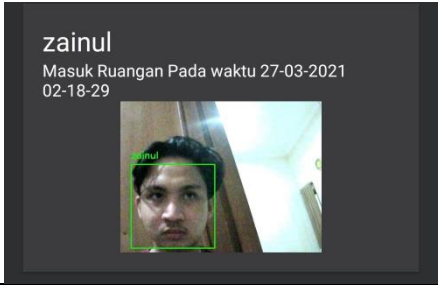

1. Mampu membuka pintu apabila mendeteksi wajah yang terdaftar di dataset.
2. Mampu mengirimkan notifikasi kepada user melalui *smartphone* android.
3. Mampu mengakses *history log* kapan saja dan dimana saja menggunakan *smartphone* android.
4. Mampu membuka kunci pintu secara manual melalui *smartphone* android.

4. Hasil Pengujian dan Analisis

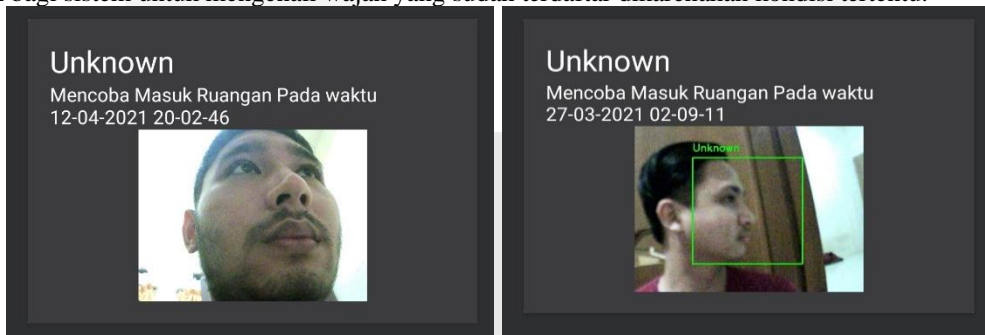
4.1 Pengujian Face Recognition

Tabel 4.1 Pengujian Face Recognition

No	Nama	Status Wajah	Hasil	Percobaan Berhasil	Akurasi Keberhasilan
1	Anggoro 	Terdaftar	Dikenali	26 kali	86.6%
2	Edsa 	Terdaftar	Dikenali	21 kali	70 %

3	Mufai mufai Masuk Ruangan Pada waktu 27-03-2021 02-53-43 	Terdaftar	Dikenali	25 kali	83.3
4	Zainul zainul Masuk Ruangan Pada waktu 27-03-2021 02-18-29 	Terdaftar	Dikenali	22 kali	73.3 %
5	Banyu Unknown Mencoba Masuk Ruangan Pada waktu 23-03-2021 20-26-48 	Tidak Terdaftar	Tidak Dikenali	30 kali	100%

Pada pengujian dilakukan sebanyak 30 kali percobaan pada setiap wajah yang akan diuji. Hasilnya sistem sudah dapat mengenali wajah yang sudah terdaftar dan belum terdaftar di dataset. Namun masih terjadi kegagalan bagi sistem untuk mengenali wajah yang sudah terdaftar dikarenakan kondisi tertentu.



Gambar 4.2 Percobaan gagal

4.2 Pengujian Fitur

Tabel 4.2 Pengujian Fitur

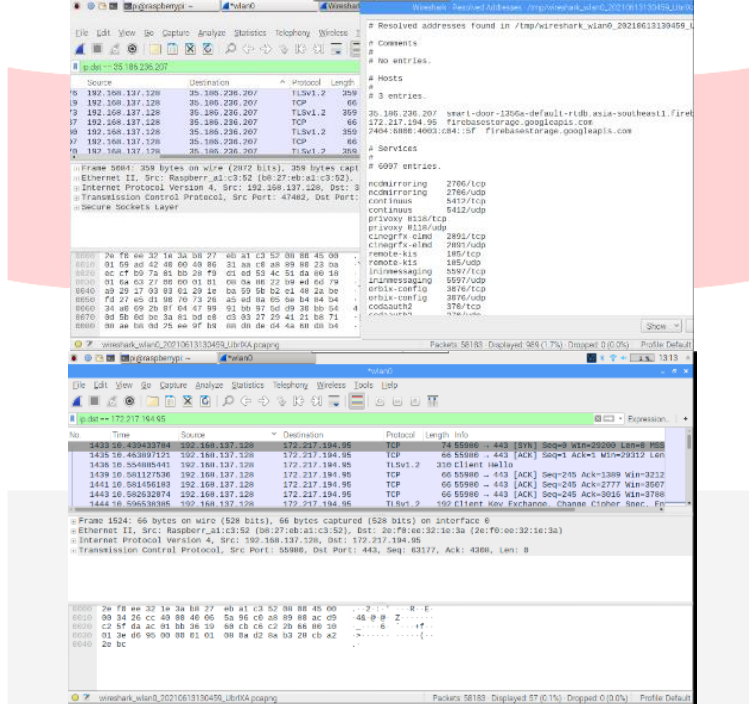
No	Fitur	Hasil
1	Kunci pintu dapat terbuka jika mendeteksi wajah	Berhasil
2	Aplikasi dapat menerima notifikasi jika sistem berhasil mendeteksi wajah	Berhasil
3	Aplikasi dapat mengakses history log dari wajah yang sudah dideteksi sistem	Berhasil

4	Aplikasi dapat membuka kunci pintu secara manual	Berhasil
---	--	----------

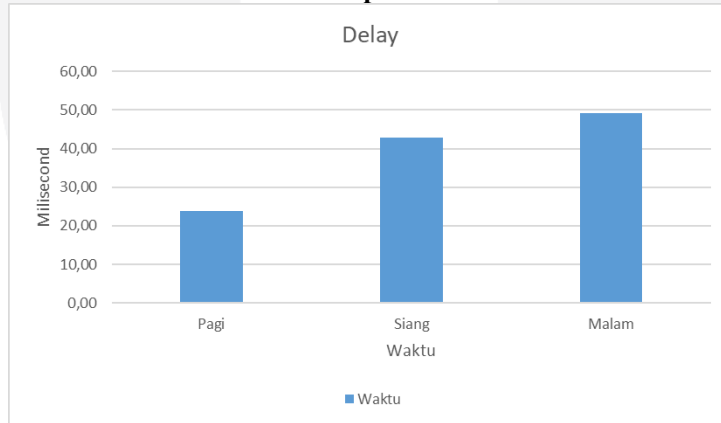
Semua fitur yang dimiliki oleh sistem dapat bekerja dengan baik.

4.3 Pengujian Kualitas Jaringan

Pada pengujian kualitas jaringan penulis menguji sistem pada tiga skenario yaitu skenario pada jam kosong, jam sibuk dan jam normal. Tujuan dilakukan pengujian pada tiga waktu yang berbeda adalah untuk mengetahui pengaruh antara jam sibuk, jam kosong dan jam normal pada sistem dikarenakan sistem diharuskan bekerja 24 jam. Berikut merupakan proses contoh proses pengambilan data melalui perangkat lunak wireshark, alamat ip dari Raspberry Pi adalah 192.168.137.128, ip dari Firebase *Realtime Database* adalah 35.186.236.207 dan ip dari *Firestore Storage* adalah 172.217.194.95 akan ditunjukkan pada Gambar 4.3.

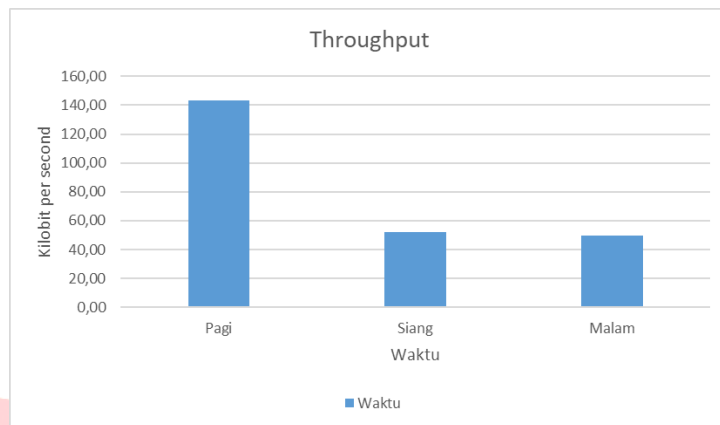


Gambar 4.3 Capture Wireshark



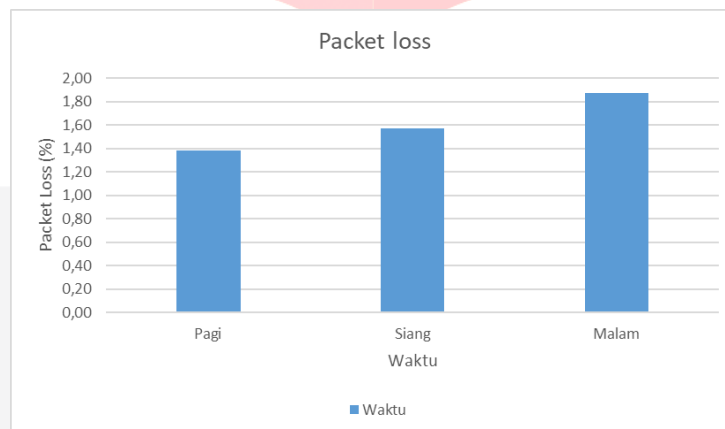
Gambar 4.4 Pengujian Delay

Berdasarkan hasil pada Gambar 4.4 menunjukkan nilai delay dari tiga waktu yang berbeda, terlihat bahwa delay pada waktu malam hari menunjukkan angka yaitu 48,92ms, dibanding pada waktu pagi hari 26,33ms dan siang hari 43,66ms. Hal ini bisa terjadi karena pada waktu malam hari merupakan jam sibuk yang memungkinkan banyak orang untuk terhubung ke internet. Dapat disimpulkan jam sibuk menambah waktu delay. Berdasarkan standarisasi oleh TIPHONE kategori nilai yang didapat masuk dalam kategori perfect karena dibawah 150 ms.



Gambar 4.5 Pengujian Throughput

Berdasarkan Gambar 4.5 menunjukkan nilai dari throughput pada tiga kondisi waktu yang berbeda. Perhitungan nilai throughput dihitung dalam *kilobit per second* (kbps). Nilai throughput paling tinggi ada pada pagi hari dengan nilai 81,74 kbps dibanding dengan nilai throughput pada siang hari 72,58 kbps dan malam hari 45,00 kbps. Hal ini dikarenakan pada malam hari atau jam sibuk memungkinkan banyak orang untuk terhubung ke internet. Dapat disimpulkan pada malam hari nilai throughput akan menurun dibanding pagi atau siang hari.



Gambar 4.6 Pengujian Packet Loss

Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan nilai dari pengukuran packet loss pada tiga kondisi waktu yang berbeda. Packet Loss dihitung dalam satuan persen (%). Nilai Packet Loss tertinggi ada pada malam hari yaitu 1,81% dibanding pada pagi hari 1,22% dan siang hari 1,4%. Hal ini dikarenakan pada malam hari atau jam sibuk memungkinkan banyak orang untuk terhubung ke internet. Dapat disimpulkan pada malam hari packet loss akan lebih tinggi karena merupakan jam sibuk dibanding pagi atau siang hari. Berdasarkan standarisasi oleh TIPHON nilai packet loss masuk dalam kategori Perfect karena dibawah 25 %.

Pada pengukuran Availability dan Realibility menggunakan PRTG Network Monitoring sistem akan dinyalakan tanpa henti selama 10 jam lalu PRTG akan melakukan *ping* terus menerus selama 10 jam 33 menit untuk mendapatkan nilai Uptime dan downtime dari sistem. Uptime berarti ketika ping dari prtg berhasil direspon oleh sistem sedangkan Downtime berarti ketika ping tersebut tidak dapat direspon oleh sistem. Berdasarkan hasil nilai downtime dan uptime pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14 menunjukkan nilai uptime selama 10 jam 4 menit dan nilai downtime 29 menit 31 detik

Berikut merupakan perhitungan nilai availability dan realibility :

$$Availability = \frac{Uptime}{Uptime + Downtime} \times 100\%$$

$$= \frac{36240}{36240 + 1771} \times 100\%$$

$$= 95,34 \%$$

$$Realibility = \frac{Uptime - Downtime}{Uptime} \times 100\%$$

$$= \frac{36240 - 1771}{36240} \times 100\%$$

$$= 95,11 \%$$

Berdasarkan perhitungan di atas nilai availability dan reability menunjukkan masing masing 95,34 % dan 95,11 % yang berarti sistem memiliki nilai yang baik.

5. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan pengujian dan analisis terhadap sistem yang dibuat dapat disimpulkan beberapa hal berikut :

1. Pada penelitian ini berhasil dibuat sistem *Smart Home Security* untuk penggunaan *smart door* menggunakan *face recognition* pada Raspberry Pi berbasis *Internet Of Things*. Sistem akan mendeteksi wajah orang yang akan masuk, jika cocok dengan wajah yang terdaftar maka pintu akan terbuka namun jika wajah tersebut tidak terdaftar maka pintu tidak akan terbuka dan *Buzzer* akan berbunyi dan juga setiap ada wajah terdeteksi pemilik akan mendapatkan notifikasi melalui aplikasi android
2. Sistem *Smart Home Security* akan terhubung dengan aplikasi android melalui database hosting yang dibuat. Aplikasi dapat digunakan untuk membuka kunci secara manual dan untuk melihat *history log* dari wajah yang sudah pernah terdeteksi oleh sistem
3. Hasil pengujian *Quality of Service (QoS)* yang dilakukan menunjukkan data berupa *Delay, Throughput, Packet Loss, Availability* dan *Reability*. Nilai *delay* yang didapat dari beberapa skema menunjukkan rata rata sebesar 39,63 ms. Nilai *Throughput* yang didapat dari beberapa skema menunjukkan rata rata sebesar 66,44 Kbps. Untuk nilai *Packet Loss* yang didapat dari beberapa skema menunjukkan rata rata sebesar 1,47 %. Untuk nilai *Availaibility* dan *Reability* sistem menunjukkan masing masing 95,34 % dan 95,11 %

Saran

Saran yang penulis dapat berikan terhadap penelitian lebih lanjut terkait Tugas Akhir penulis adalah :

1. Menambahkan fitur pendeteksi gerakan yang mencurigakan
2. Menggunakan Kamera yang bisa menangkap gambar dalam keadaan gelap

REFERENSI

- [1] "BadanPusatStatistik." <https://www.bps.go.id/publication/2017/12/22/197562b7ad0ced87c08fada5/statistik-kriminal-2017> (accessed Apr. 11, 2021).
- [2] F. A. Suryadi, R. Munadi, and S. S. Sussi, "Analysis and implementation face recognition on CCTV for smart home security based on internet of things (IOT) with BOT communication media," *Test Eng. Manag.*, vol. 83, pp. 7798–7805, 2020.
- [3] B. J. C. UNEPUTTY, "Perancangan Aplikasi Pengawasan dan Pengendalian Smart Home dengan Cloud Computing Berbasis Android dan Voice Command," 2020.
- [4] Y. BASTANTA, "IMPLEMENTASI FACE RECOGNITION PADA PINTU," p. 8, 2019.
- [5] qusay f. Hassan, "Intrudoction to Internet of Things," *Internet Things A to Z Technol. Appl.*, no. June, pp. 1–22, 2018, doi: 10.4324/9781003134404-1.
- [6] V. Gazis *et al.*, "Short Paper : IoT : Challenges , Projects , Architectures."
- [7] O. Bhat, S. Bhat, and P. Gokhale, "Implementation of IoT in Smart Homes," *Int. J. Adv. Res. Comput. Commun. Eng. ISO*, vol. 3297, no. December, pp. 149–154, 2007, doi: 10.17148/IJARCCCE.2017.61229.
- [8] A. Nayyar and V. Puri, "Raspberry Pi-A Small , Powerful , Cost Effective and Efficient Form Factor Computer : A Review International Journal of Advanced Research in Raspberry Pi- A Small , Powerful , Cost Effective and Efficient Form Factor Computer : A Review," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.* 5(12), vol. 5, no. 12, pp. 720–737, 2015.
- [9] R. V. Virgil Petrescu, "Face Recognition as a Biometric Application," *J. Mechatronics Robot.*, vol. 3, no. 1, pp. 237–257, 2019, doi: 10.3844/jmrsp.2019.237.257.
- [10] S. Suwarno and K. Kevin, "Analysis of Face Recognition Algorithm: Dlib and OpenCV," *J. Informatics Telecommun. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 173–184, 2020, doi: 10.31289/jite.v4i1.3865.
- [11] C. N., C. S., D. A., and N. A., "Real-time Communication Application Based on Android Using Google Firebase," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Manag. Stud.*, vol. 6, no. 4, pp. 74–79, 2018.